



# MESURES DES DEPOTS ATMOSPHERIQUES SUR L'ANCIEN DISTRICT MINIER DE SALSIGNE (11)

Résultats de la campagne de surveillance environnementale  
réalisée à l'hiver 2020

Rapport 3020 v3.2

Version du 19 avril 2021



Evaluation & Diagnostic  
Impact / Environnement / Santé

Bureau d'expertise en santé environnementale  
EVADIES • 8, rue principale 54 470 BOUILLONVILLE • Tél : 09 71 06 70 81  
Courriel : [remi.merlen@evadies.fr](mailto:remi.merlen@evadies.fr)  
N° Siret : 821 717 501 00026 • A.P.E. : 7112 B  
SARL au capital de 10 000 €

# MESURES DES DEPOTS ATMOSPHERIQUES SUR L'ANCIEN DISTRICT MINIER DE SALSIGNE (11)


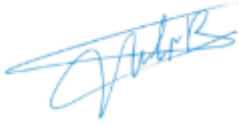
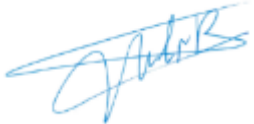
Résultats de la campagne de surveillance environnementale réalisée à  
l'hiver 2020

## RAPPORT 3020 v3.2

Destiné à Mme LABASTIE et Mme GIRARDEAU  
BRGM  
Département Prévention et Sécurité Minière (DPSM) - UTAM Sud  
Quartier La Plaine  
Puits Yvon Morandat  
13120 - Gardanne Usine de Vendeuil  
☎ 04 42 65 46 25  
Courriel : [a.labastie@brgm.fr](mailto:a.labastie@brgm.fr) // [i.girardeau@brgm.fr](mailto:i.girardeau@brgm.fr)



Référence commande : Marché n° HASUD191015

Version	Date	Rédaction	Vérification	Validation
3.2 ↑ 1.0	19/04/2021 ↑ 20/04/2020	S. CHAROLLAIS 	R. MERLEN 	R. MERLEN 

Pour nous joindre :

EVADIES • 8, rue principale 54 470 BOUILLONVILLE

Sébastien CHAROLLAIS  
Tél : 03 85 91 58 12  
Courriel : [sebastien.charollais@evadies.fr](mailto:sebastien.charollais@evadies.fr)

Rémi MERLEN  
Tél : 06 64 87 93 17  
Courriel : [remi.merlen@evadies.fr](mailto:remi.merlen@evadies.fr)

### Avertissement

Ce rapport d'étude est la propriété du bureau d'expertise EVADIES. Il ne peut être reproduit, tout ou partie, sans l'autorisation écrite d'EVADIES. Toute utilisation de ce rapport et/ou de ces données doit faire référence à EVADIES. EVADIES ne saurait être tenu pour responsable des événements pouvant résulter de l'interprétation et/ou de l'utilisation des informations faites par un tiers.

# TABLE DES MATIERES

<b>1.</b>	<b>CONTEXTE DE L'ETUDE .....</b>	<b>6</b>
<b>2.</b>	<b>OBJECTIFS DE L'ETUDE .....</b>	<b>8</b>
<b>3.</b>	<b>PRESENTATION GENERALE DE L'ENVIRONNEMENT D'ETUDE .....</b>	<b>9</b>
3.1.	DEMARCHE .....	9
3.2.	LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE .....	9
3.3.	INVENTAIRE DES SOURCES LOCALES D'EMISSIONS.....	10
3.3.1.	Sources industrielles.....	10
3.3.2.	Sources routières.....	12
3.4.	INVENTAIRE DES MESURES DE QUALITE DE L'AIR EXISTANTES SUR LE DOMAINE D'ETUDE.....	12
3.5.	METEOROLOGIE GENERALE ET RELIEF .....	14
3.5.1.	Météorologie générale.....	14
3.5.2.	Relief .....	16
<b>4.</b>	<b>CHOIX DES SUBSTANCES A SURVEILLER .....</b>	<b>17</b>
<b>5.</b>	<b>PRESENTATION DES METHODES DE MESURES.....</b>	<b>17</b>
5.1.	METHODOLOGIE DE MESURES DES DEPOTS ATMOSPHERIQUES DANS LES COLLECTEURS DE PRECIPITATIONS.....	17
5.1.1.	Principe de la mesure.....	17
5.1.2.	Transport des échantillons .....	20
5.1.3.	Traitement et analyses des échantillons.....	20
5.2.	SUIVI METEOROLOGIQUE LOCAL.....	21
<b>6.</b>	<b>CHOIX DES POINTS DE MESURES .....</b>	<b>22</b>
6.1.	STRATEGIE.....	22
6.2.	CRITERES DE MICRO-IMPLANTATION DES STATIONS.....	22
6.3.	DEFINITION STATIONS.....	24
<b>7.</b>	<b>PLANNING D'INTERVENTION.....</b>	<b>26</b>
7.1.	PERIODES DE MESURES .....	26
7.2.	CONTROLE DU MATERIEL.....	26
<b>8.</b>	<b>EVENEMENTS PARTICULIERS CONSTATES.....</b>	<b>27</b>
<b>9.</b>	<b>DONNEES METEOROLOGIQUES SPECIFIQUES AUX DIFFERENTES PERIODES DE MESURES .....</b>	<b>28</b>
9.1.	REGIMES DES VENTS.....	28
9.2.	LES PRECIPITATIONS .....	29
<b>10.</b>	<b>LES CRITERES D'INTERPRETATION DES RESULTATS .....</b>	<b>31</b>
10.1.	MODALITES D'INTERPRETATION DES DONNEES.....	31
10.2.	LES VALEURS REPERES POUR LES DEPOTS ATMOSPHERIQUES .....	32

<b>11.</b>	<b>RESULTATS ET INTERPRETATIONS DES MESURES DE METAUX .....</b>	<b>33</b>
11.1.	RESULTATS DES ANALYSES DANS LES COLLECTEURS DE PRECIPITATIONS.....	33
11.2.	PROFILS METALLIQUES POUR L'ENSEMBLE DES SITES ETUDIES .....	37
11.3.	ETUDE DES CHARGES METALLIQUES POUR CHAQUE SITE .....	41
11.3.1.	Site de Salsigne.....	42
11.2.2.	Site de La Caunette.....	42
11.2.3.	Site de Nartau.....	42
11.2.4.	Site de la Combe Lisou .....	42
11.2.5.	Site de La Combe du Saut.....	42
11.2.6.	Site de Malabau.....	43
<b>12.</b>	<b>BILAN .....</b>	<b>43</b>
<b>13.</b>	<b>PERSPECTIVES .....</b>	<b>47</b>
<b>ANNEXE A – FICHES D'IDENTITE DES STATIONS .....</b>		<b>48</b>
<b>ANNEXES B – REGIMES DES VENTS MESURES SUR LES PERIODES D'EXPOSITION DES COLLECTEURS DE PRECIPITATIONS (COMBE DU SAUT A GAUCHE / CARCASSONNE A DROITE) .....</b>		<b>70</b>
<b>ANNEXES C - REGIMES DES VENTS ASSOCIES AUX PLUIES MESURES SUR LA PERIODE DES COLLECTEURS DE PRECIPITATIONS (COMBE DU SAUT) .....</b>		<b>71</b>
<b>ANNEXES D – CODES D'IDENTIFICATION ET D'ENREGISTREMENT DES STATIONS SUR LE TERRAIN ET MENTIONNES DANS LES BORDEREAUX D'ANALYSES .....</b>		<b>72</b>
<b>ANNEXES E – BORDEREAUX D'ANALYSES .....</b>		<b>73</b>
<b>ANNEXES F – CHARGES METALLIQUES POUR CHAQUE SITE SUIVI .....</b>		<b>106</b>



## Liste des tableaux

Tableau 1. Principales installations industrielles recensées au droit du domaine d'étude .....	11
Tableau 2. Résultats des dépôts de poussières en mg/m <sup>2</sup> /j autour de la carrière de la Caunette.....	14
Tableau 3. Substances sélectionnées dans le suivi des dépôts atmosphériques .....	17
Tableau 4. Moyens d'analyse des dépôts atmosphériques .....	21
Tableau 5. Valeurs réglementaires définies en Suisse et en Allemagne pour les dépôts atmosphériques.....	32
Tableau 6. Valeurs définies par l'INERIS pour les dépôts atmosphériques .....	32
Tableau 7. Valeurs définies par EVADIES pour plusieurs éléments traces métalliques.....	33
Tableau 8. Résultats des niveaux de dépôts de poussières (en mg/m <sup>2</sup> /j) et de métaux (en µg/m <sup>2</sup> /j) .....	34
Tableau 9. Traceurs d'émissions spécifiques mis en exergue à l'issue de la campagne d'hiver 2020 .....	41
Tableau 10. Traceurs d'émissions spécifiques mis en exergue à l'issue de la campagne d'hiver 2020.....	46
<i>Tableau F1. Charges métalliques en % sur le site de Salsigne.....</i>	<i>107</i>
<i>Tableau F2. Charges métalliques en % sur le site de La Caunette .....</i>	<i>109</i>
<i>Tableau F3. Charges métalliques en % sur le site de Nartau.....</i>	<i>111</i>
<i>Tableau F4. Charges métalliques en % sur le site de Villardonnell.....</i>	<i>113</i>
<i>Tableau F5. Charges métalliques en % sur le site de La Combe du Saut.....</i>	<i>115</i>
<i>Tableau F6. Charges métalliques en % sur le site de Malabau.....</i>	<i>118</i>

## Liste des figures

Figure 1. Localisation des principaux sites suivis (Source : BRGM).....	7
Figure 2. Densité de population (valeurs INSEE 2015) au droit du domaine d'étude.....	10
Figure 3. Localisation des principales sources diffuses potentiellement émissives de poussières .....	11
Figure 4. Réseau routier présent sur la zone d'étude (Source : ©Geoportail) .....	12
Figure 5. Réseau de suivi trimestriel des poussières autour de la carrière de la Caunette .....	13
Figure 6. Diagramme ombrothermique sur Salsigne sur les 30 dernières années.....	14
Figure 7. Régime général des vents sur 30 ans (www.meteoblue.com) .....	15
Figure 8. Relief (Source : Géoportail) .....	16
Figure 9. Collecteur de précipitations (+ blanc) installé par EVADIES .....	18
Figure 10. Station météorologique de la société EVADIES.....	21
Figure 11. Emplacement de la station météorologique EVADIES.....	22
Figure 12. Panneau explicatif apposé sur les dispositifs .....	23
Figure 13. Réseau de collecteurs de précipitations installés par EVADIES (vue globale).....	25
Figure 14. Régimes des vents enregistrés sur la Combe du Saut et sur Carcassonne.....	28
Figure 15. Précipitations journalières enregistrées à partir de la station Météo France .....	29
Figure 16. Régime des vents associés aux pluies enregistrés sur la station météorologique.....	30
Figure 17. Evolution des charges métalliques par élément et sur chaque site.....	40
<i>Figure F1. Ancien site minier - site de Salsigne (Source : BRGM).....</i>	<i>106</i>
<i>Figure F2. Représentativité des charges métalliques – site de Salsigne .....</i>	<i>107</i>
<i>Figure F3. Ancien site minier - site de La Caunette (Source : BRGM).....</i>	<i>108</i>
<i>Figure F4. Représentativité des charges métalliques – site de La Caunette .....</i>	<i>109</i>
<i>Figure F5. Ancien site minier - site de Nartau (Source : BRGM).....</i>	<i>110</i>
<i>Figure F6. Représentativité des charges métalliques – site de Nartau.....</i>	<i>111</i>
<i>Figure F7. Ancien site minier - site de Villardonnell (@Geoportail).....</i>	<i>112</i>
<i>Figure F8. Représentativité des charges métalliques – site de Nartau.....</i>	<i>113</i>
<i>Figure F9. Ancien site minier - site de La Combe du Saut (Source : BRGM).....</i>	<i>114</i>
<i>Figure F10. Représentativité des charges métalliques – site de la Combe du saut (côté Montredon).....</i>	<i>116</i>
<i>Figure F11. Représentativité des charges métalliques – site de la Combe du saut (côté Artus).....</i>	<i>116</i>
<i>Figure F12. Ancien site minier - site de Malabau (Source : BRGM).....</i>	<i>117</i>
<i>Figure F13. Représentativité des charges métalliques – site de Malabau .....</i>	<i>118</i>

## 1. CONTEXTE DE L'ETUDE

---

Le contexte de l'étude est rappelé dans le cahier des charges relatif à cette étude. Il est défini comme suit :

« Les mines de Salsigne, localisées dans le département de l'Aude, à une vingtaine de kilomètres au nord de Carcassonne, ont été exploitées depuis l'antiquité. La découverte de l'or date de 1892 mais son exploitation industrielle a débuté au début du siècle dernier. L'exploitation minière s'est étendue sur 200 km<sup>2</sup> autour de la commune de Salsigne. Les usines de traitement du minerai et les installations métallurgiques se sont implantées historiquement sur les lieux d'extraction et se sont regroupées par la suite sur le site de la Combe du Saut. Les dernières sociétés en activité sur ce site ont été : la Société d'Exploitation et de Pyrométallurgie de Salsigne (SEPS), la SNC Lastours et Mine d'Or de Salsigne (MOS).

Les activités minières d'extraction et de transformation du minerai ont définitivement cessé en 2004. Sur une période de 90 années d'exploitation, plusieurs procédés de traitement du minerai ont été utilisés, l'hydrométallurgie et la pyrométallurgie notamment. Au total, on estime à plus de 12 millions de tonnes de minerai traité sur le site pour produire environ 0,83 millions de tonnes de matériaux commercialisés, or, argent, bismuth, acide sulfurique, arsenic trioxyde et autres.

Les principaux procédés de traitement utilisés consistaient en :

- une première étape de concassage/broyage, puis de flottation ;
- un traitement par pyrométallurgie (four) ou par hydrométallurgie (par cyanuration).

Après cessation de l'activité industrielle, la mine de Salsigne et le site de transformation de la Combe du Saut ont été réhabilités. Depuis 2009, le BRGM au travers de son Département Prévention et Sécurité Minière (DPSM), est l'opérateur exclusif de l'Etat en charge de la surveillance et de la gestion d'une partie des anciennes installations minières. Il assure également la mission de Maître d'Ouvrage Délégué pour le compte de l'Etat lors de travaux ».

La [figure 1](#) ci-après permet de situer les différents sites situés à une vingtaine de kilomètres au nord de Carcassonne. Les sites suivis dans le cadre de cette étude sont, d'ouest en est :

- Ancien site minier et industriel de la Combe Lisou (Villardonnel) ;
- Ancien site minier et industriel de Malabau ;
- Mine à Ciel Ouvert de Salsigne ;
- Ancien site minier et industriel de Nartau ;
- Ancien site minier et industriel de la Caunette ;
- Site industriel de la Combe du Saut (y compris sites de Montredon et de l'Artus).

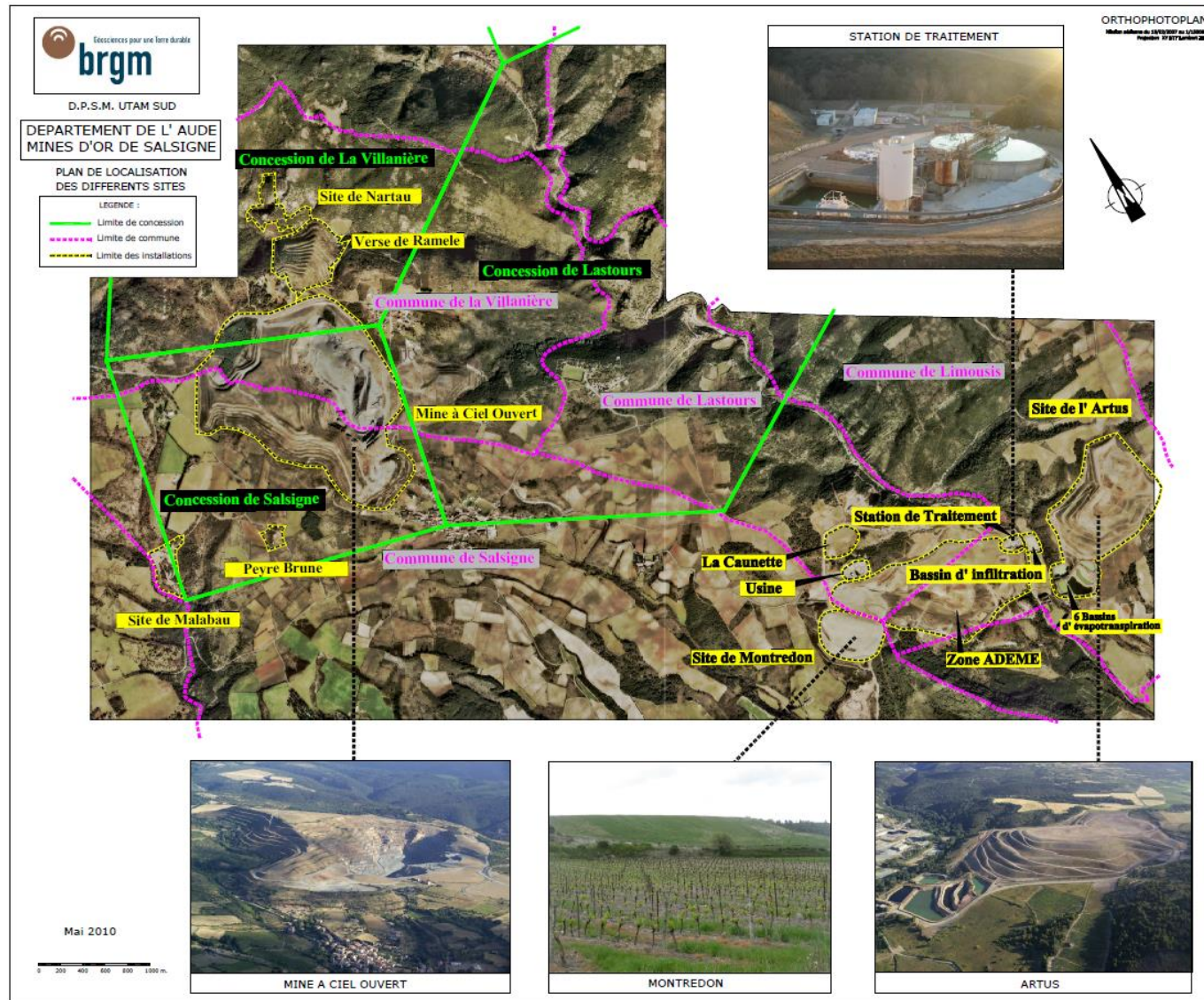


Figure 1. Localisation des principaux sites suivis (Source : BRGM)

## 2. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

---

Lors de la réunion de la Commission Locale d'Information (CLI) du 25 juin 2019, relative à l'ancien district minier de Salsigne, des demandes de réalisation d'une campagne de mesures des poussières dans l'air ont été formulées par les associations et les habitants du secteur. Cette étude fait partie du plan d'actions piloté par la Préfecture concernant la vallée de l'Orbiel.

Le BRGM/DPSM, Maître d'Ouvrage Délégué pour le compte de l'Etat, a donc été sollicité par le ministère de la Transition Ecologique et Solidaire pour réaliser de nouvelles campagnes, en complément de l'étude des risques sanitaires de l'INERIS<sup>1</sup> de 2007.

A l'issue d'une consultation publique, la société EVADIES a été retenue pour la réalisation du suivi des poussières sédimentables totales. Les données obtenues permettront de quantifier les flux de transfert à proximité directe des sources potentielles émettrices de poussières de l'ancien district minier et industriel de Salsigne. L'objectif est donc ici de quantifier les émissions diffuses et non de caractériser les risques sanitaires pour les populations riveraines.

Ces mesures constituent toutefois une étape préliminaire qui servira à l'étude générale sur les poussières atmosphériques de l'ancien district minier et de la vallée de l'Orbiel (marché indépendant).

En effet, ces mesures doivent permettre de :

- Qualifier l'état général des sites eu égard aux dépôts atmosphériques ;
- Hiérarchiser les sources les unes par rapport aux autres ;
- Évaluer les traceurs d'émissions qui peuvent être rattachés à chaque site d'étude ;
- Définir des axes d'investigations qui pourraient être considérées dans le cadre de nouvelles campagnes de mesures de dépôts atmosphériques.

**Ce document présente les résultats de la campagne de mesures réalisée en février 2020 (campagne hivernale) sur la base des stations de mesures qui ont été retenues lors de la visite de terrain effectuée par EVADIES et le BRGM/DPSM entre les 15 et 17 janvier 2020.**

---

<sup>1</sup> INERIS, Rapport d'étude n°DRC-07-77414-03166A du 26/02/2007 - Evaluation quantitative des risques sanitaires liés à l'inhalation des particules métalliques issues des sols de surface par les populations riveraines du site d'exploitation minier du site de Salsigne.



## 3. PRESENTATION GENERALE DE L'ENVIRONNEMENT D'ETUDE

---

### 3.1. Démarche

La quantification des dépôts atmosphériques est réalisée sur les différentes sources potentielles d'émissions de poussières précitées (anciens sites miniers et industriels de Villardonnelle, Malabau, Nartau, La Caunette, Mine à Ciel Ouvert de Salsigne, site industriel de la Combe du Saut (y compris site de Montredon et de l'Artus).

Ce suivi des émissions diffuses nécessite la compréhension d'un certain nombre de composantes environnementales pour pouvoir définir le plus judicieusement possible les lieux des mesures. En ce sens, cette étape consiste à recenser et à analyser les données pertinentes sur la zone d'étude, en particulier la topographie, les conditions météorologiques locales et les autres sources potentielles d'émissions de poussières sédimentables.

Cette étude étant resserrée sur les sites miniers et n'ayant pas vocation à évaluer les risques sanitaires des populations riveraines, il n'est pas ici utile de collecter les informations du schéma conceptuel qui permettrait d'établir les relations entre :

- Les sources d'émissions atmosphériques et les substances émises ;
- Les différents milieux et vecteurs de transferts ;
- Les usages et les populations exposées.

Ce chapitre ne traite donc pas les données relatives au :

- Contexte hydrographique ;
- Activités de pêche et baignade ;
- Recensement des points d'eau ;
- Contexte agricole ;
- Identifications des populations ;
- Identification des établissements recevant du public (écoles, EHPAD...).

### 3.2. Localisation de la zone d'étude

Les sites d'étude sont répartis dans la vallée de l'Orbiel à une vingtaine de kilomètres au nord de Carcassonne dans les premiers contreforts de la Montagne Noire. Ils sont présents sur les communes de Salsigne, de Villanière, de Lastours, de Limousis et de Villardonnelle.

Le suivi environnemental s'inscrit dans un contexte rural avec une densité plus élevée recensée sur Villardonnelle et sur Salsigne. La répartition générale de la population reste diffuse au sein de la zone étudiée. La [figure 2](#) ci-après présente les densités des communes susmentionnées par mailles de 200x200m.

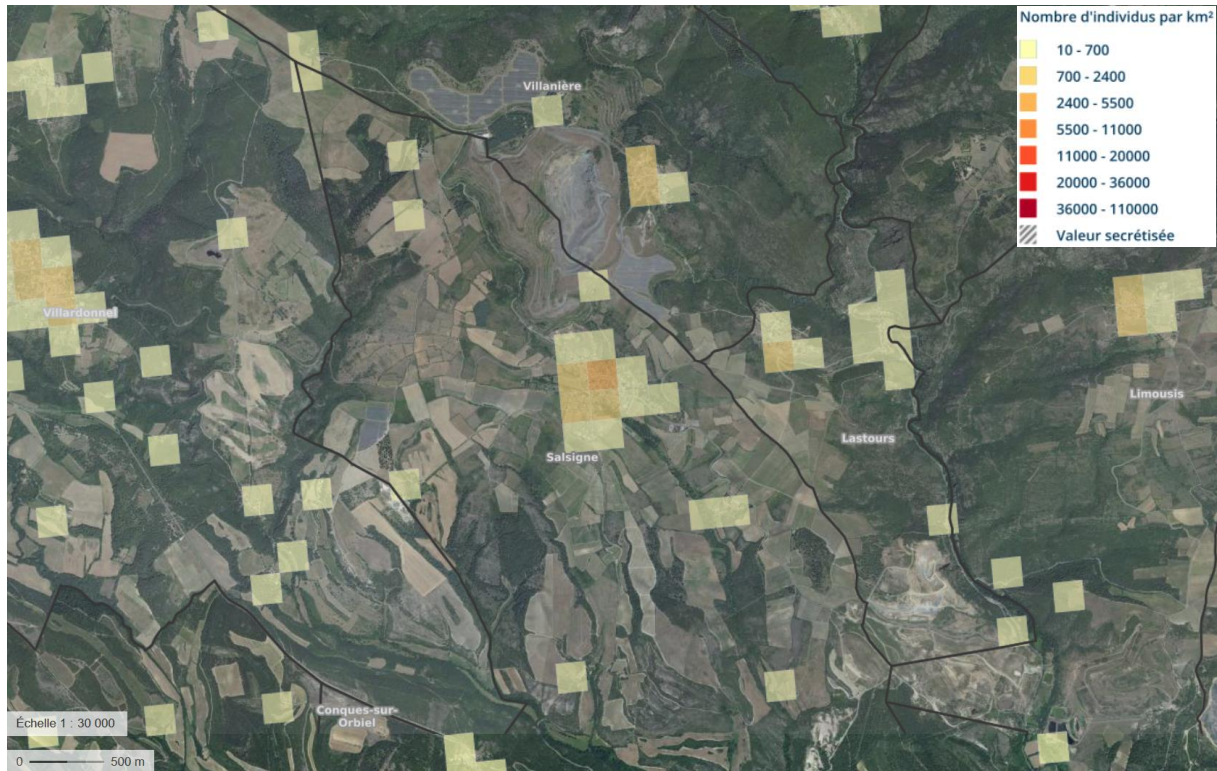


Figure 2. Densité de population (valeurs INSEE 2015) au droit du domaine d'étude  
 (Source : ©Geoportail)

### 3.3. Inventaire des sources locales d'émissions

#### 3.3.1. Sources industrielles

La base de données [www.georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr) (sites BASOL<sup>2</sup> et sites BASIAS<sup>3</sup>) permet un recensement global des sources potentielles de pollution sur l'ensemble du secteur. Cette identification permet de dresser un état des lieux des activités susceptibles d'interférer avec les mesures réalisées dans le cadre de cette étude (c'est-à-dire les autres activités potentiellement émettrices de poussières).

Pour rappel, la campagne de mesures se rapporte aux impacts des retombées de poussières potentiellement émises par les anciens sites miniers et l'industrie extractive de la vallée de l'Orbiel. Les activités historiques de ces sites sont recensées dans la base de données BASIAS sous plusieurs identifiants<sup>4</sup>.

Le site industriel de la Combe du Saut fait quant à lui l'objet d'un classement spécifique explicité dans la fiche BASOL n° 11.0001. Ce site est enregistré sous la dénomination « site traité avec surveillance, travaux réalisés, surveillance imposée ».

<sup>2</sup> Sites et sols pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif

<sup>3</sup> Base de données des Anciens Sites Industriels et Activité de Service

<sup>4</sup> Non repris dans le cadre de ce rapport – consultables sur [www.georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr)

Ainsi, sur l'ensemble des sites répertoriés, la majorité d'entre eux sont directement liés à l'exploitation minière. Le [tableau 1](#) reprend alors l'identification de la principale installation recensée (en 2020) potentiellement émettrice de poussières.

Tableau 1. Principales installations industrielles recensées (hors industrie minière) au droit du domaine d'étude

Code/Libellé	Nom	Remarques
Usine non SEVESO	SARL AUDE AGREGATS	gravières et sablières, extraction d'argiles et de kaolin

Ainsi, aucun site industriel en activité à source canalisée n'a été recensé. Concernant les sources diffuses, les principales émissions de poussières en lien avec des activités en cours concernent :

- La station de traitement de la Combe du Saut (cf. fiche BASOL n°11.0001) ;
- L'activité d'extraction de granulats sur la Caunette.(cf. [tableau 1](#)).

Ces deux sites sont localisés sur la [figure 3](#) ci-après.

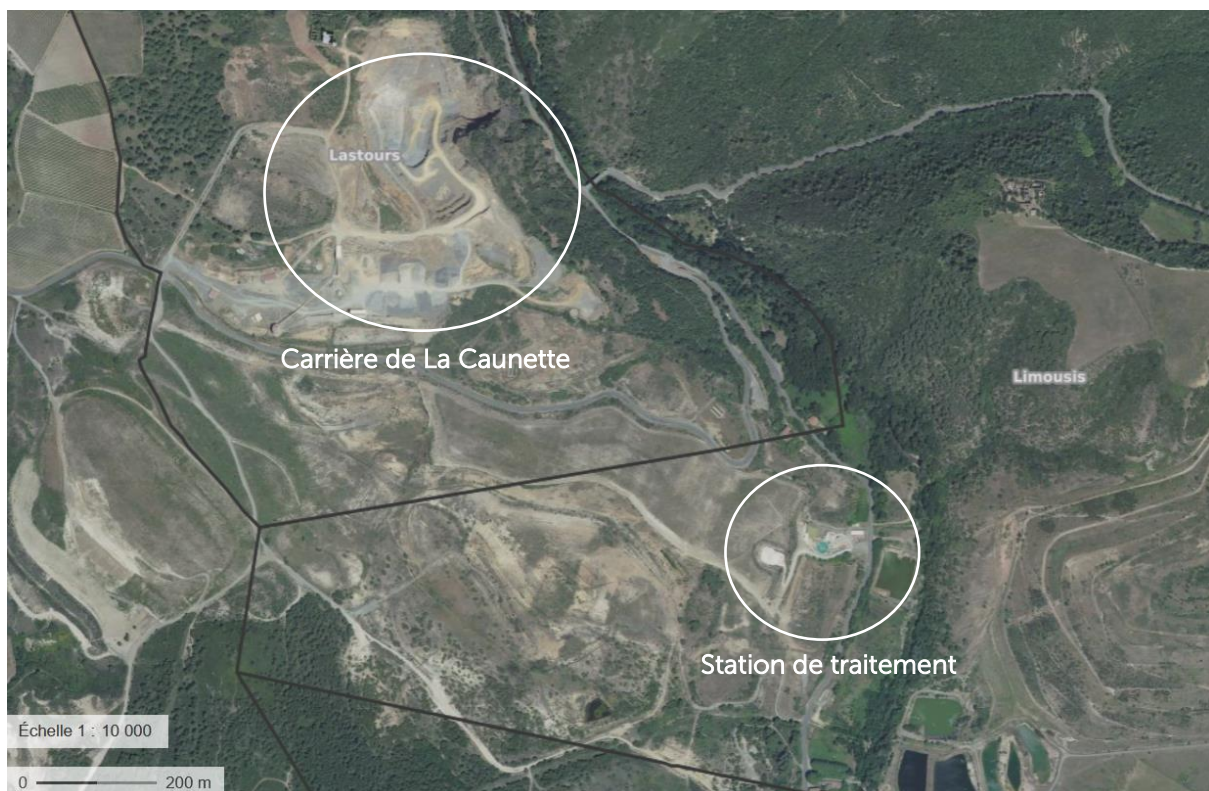


Figure 3. Localisation des principales sources diffuses potentiellement émissives de poussières (Source : ©Geoportail)

La principale influence sur la qualité de l'air en lien avec les activités susmentionnées concerne le réenvol de poussières de sols sur les terrains ayant accueilli ces activités. Ces constats ont été confirmés lors de la prospection préalable relative aux différentes mesures effectuées.



### 3.3.2. Sources routières

Les infrastructures routières sont de potentielles sources de pollution pour certains éléments métalliques. Par le biais des émissions ou des usures des équipements, certains éléments métalliques peuvent se retrouver dans le compartiment « AIR ».

Selon la saisine n°2010-SA-0283 de l'ANSES, les traceurs particuliers métalliques à retenir dans le cadre des évaluations des risques sanitaires réalisées lors des études d'impact des infrastructures routières sont l'arsenic, le chrome et le nickel. La [figure 4](#) ci-après présente la répartition des principales routes sur le domaine d'étude.



Figure 4. Réseau routier présent sur la zone d'étude (Source : ©Geoportail)

Le guide du CEREMA de février 2019 relatif à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières donne des distances à partir du centre de la voie en-deçà desquelles il est utile de mesurer l'impact d'un axe routier. La zone d'étude est parcourue par des routes départementales dont les trafics connus demeurent inférieurs à 10 000 véhicules par jour. Au vu de ces flux de véhicules, l'impact des sources routières peut être considéré comme négligeable dans le cadre de cette étude si l'on s'éloigne de 100 m du centre de la voie.

### 3.4. Inventaire des mesures de qualité de l'air existantes sur le domaine d'étude

L'Association de surveillance de Qualité de l'Air locale, à savoir ATMO Occitanie est en charge de la surveillance sur le département de l'Aude. Sur la zone d'étude, aucune station automatique pérenne ne permet de renseigner la qualité de l'air en matière de composés métalliques.



Toutefois, ATMO Occitanie réalise un suivi trimestriel des retombées de poussières totales pour le compte de la société AUDE Agrégats dans le cadre des impositions prévues par l'arrêté ministériel du 30 septembre 2016 modifiant l'arrêté du 22 septembre 1994 relatif aux exploitations de carrières et aux installations de premier traitement des matériaux de carrières.

Ce suivi est réalisé autour de la carrière de La Caunette *via* des collecteurs de précipitations depuis 2018 (technique équivalente à celle utilisée dans cette étude) sur 4 stations placées dans une zone de référence (AAC1), en limite d'exploitation (AAC2, AAC3 et AAC9). Ces stations sont présentées sur la figure 5.

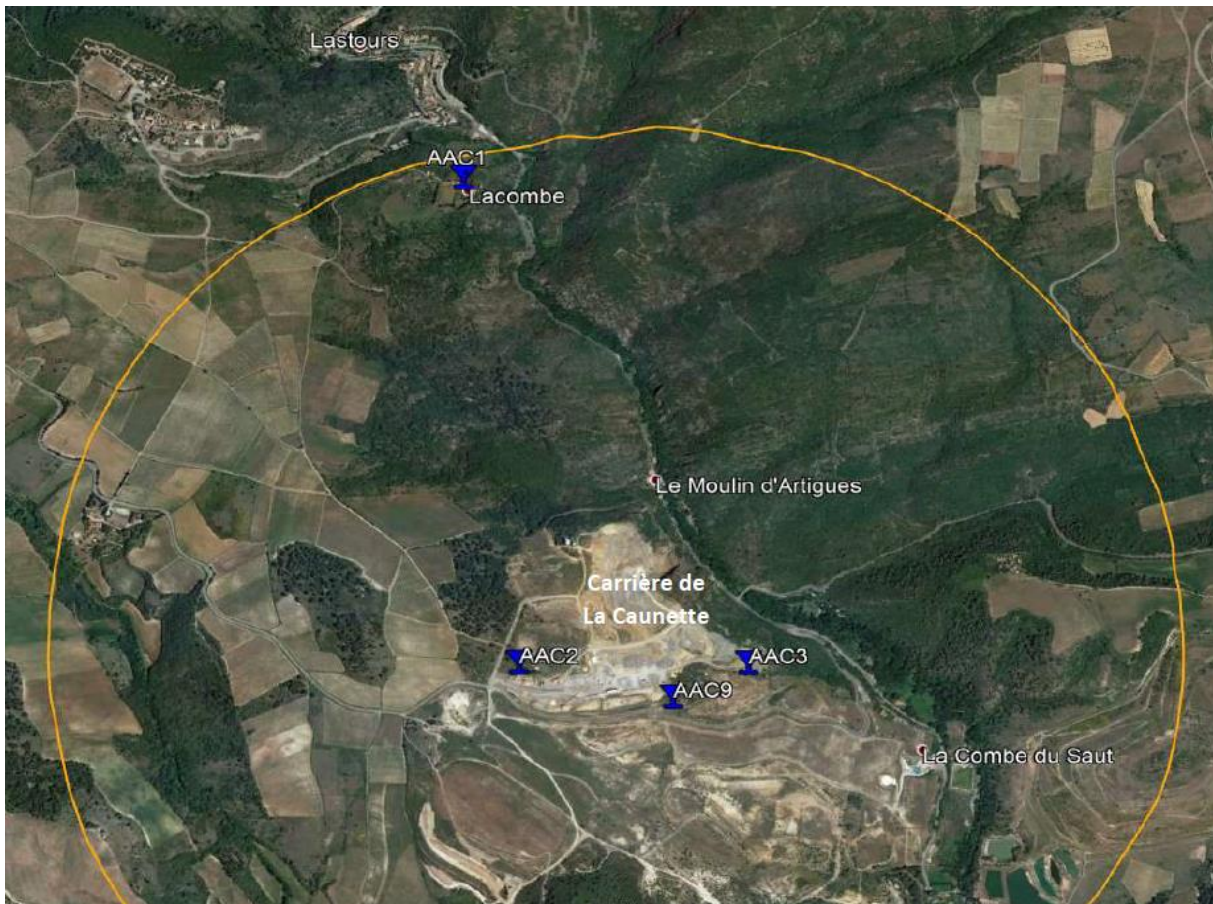


Figure 5. Réseau de suivi trimestriel des poussières autour de la carrière de la Caunette  
 (Source : ATMO Occitanie)

Le **tableau 2** suivant récapitule les résultats observés dans les collecteurs de précipitations en 2018 et 2019 (résultats 2020 non disponibles en date du présent rapport).

Tableau 2. Résultats des dépôts de poussières en mg/m<sup>2</sup>/j autour de la carrière de la Caunette (Source : ATMO Occitanie)

Trimestre étudié	AAC1	AAC2	AAC3	AAC9
T1 – 2018 20/02 – 21/03	55	181	242	231
T2 – 2018 31/05 – 02/07	92	556	120	301
T3 – 2018 20/08 – 20/09	97	282	173	114
T4 -2018 19/11 – 20/12	148	237	181	228
T1 – 2019 21/01 – 20/02	103	196	100	162
T2 - 2019 27/05 – 28/06	155	570	192	279
T3 -2019 26/08 – 27/09	71	146	235	289
T4 – 2019 19/11 – 19/12	150	270	139	242

Les conclusions 2018 et 2019 d'ATMO Occitanie soulignent que « *durant les périodes de surveillance, l'activité de la carrière de La Caunette a une influence faible à modérée sur l'empoussièremment de son environnement immédiat* ».

### 3.5. Météorologie générale et relief

#### 3.5.1. Météorologie générale

La prise en compte des conditions météorologiques locales a une importance particulière puisqu'elles sont directement à mettre en relation avec la dispersion des polluants potentiels émis sur chaque site d'étude.

La figure 6 ci-après présente le diagramme ombrothermique mettant en perspective les températures et les précipitations sur la zone d'étude, mais également les vitesses de vents.

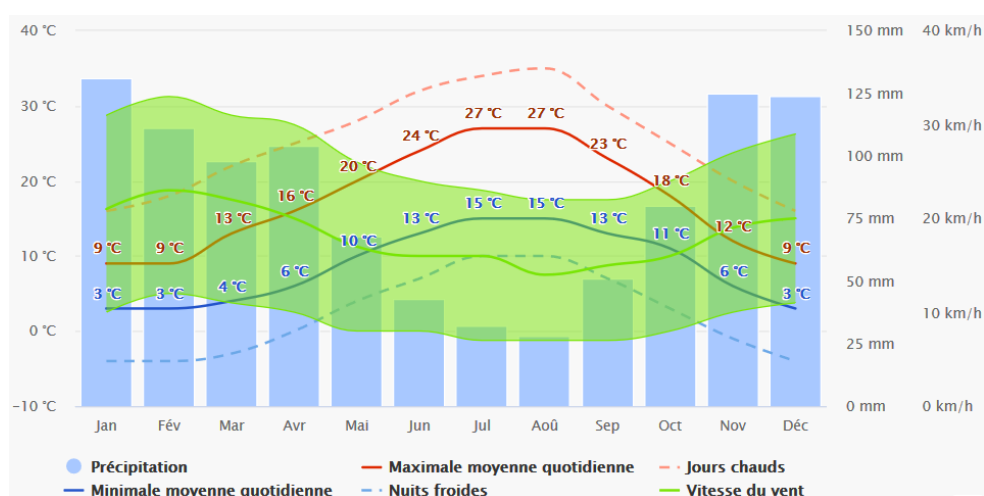
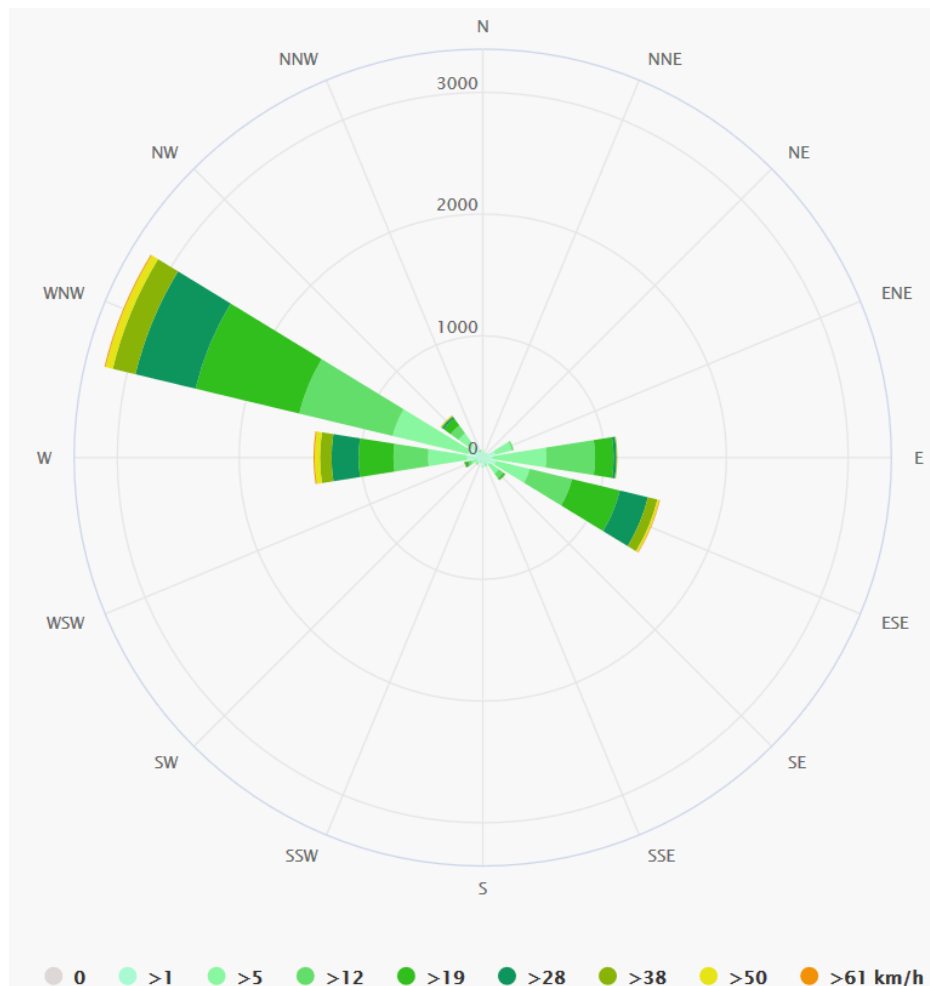


Figure 6. Diagramme ombrothermique sur Salsigne sur les 30 dernières années (www.meteoblue.com)

Cette répartition s'inscrit dans une dynamique méditerranéenne. Cela implique une forte variabilité des paramètres météorologiques. La température moyenne annuelle est de 12,9 °C avec une pluviométrie moyenne assez importante, supérieure à 75 mm / mois d'octobre à avril. La pluviométrie agit sur la dispersion des polluants puisqu'elle limite les réenvols de poussières.

Les vents restent également assez forts avec des vitesses moyennes supérieures à 15 km/h tout au long de l'année. La vitesse des vents demeure plus faible durant la période estivale. Ce paramètre a un rôle important pour la dispersion des polluants puisque les vents forts sont le mécanisme physique permettant le transport des poussières de sols.

Concernant ces vents, la [figure 7](#) met en avant le régime des vents sur les 30 dernières années sur la base des enregistrements effectués par Météo-France à Carcassonne.



La rose des vents présente un axe dominant « ouest-nord-ouest <math>\langle \rangle</math> est-sud-est » avec des occurrences venteuses plus fortes et récurrentes en provenance de l'ouest-nord-ouest. Les épisodes venteux peuvent être violents et soulignent un domaine d'étude soumis à la tramontane et par conséquent à une érosion éolienne non négligeable.

La station météorologique de Carcassonne demeure la plus proche du domaine d'étude en considérant la disponibilité des données. Toutefois le contexte de Carcassonne n'est pas similaire à celui du district minier qui demeure soumis aux conditions locales topographiques. Ces dernières peuvent influencer le régime des vents notamment par la présence de brises de vallées.

### 3.5.2. Relief

L'ancien district minier de Salsigne se situe sur les premiers reliefs du versant sud de la Montagne Noire, en bordure de la plaine de l'Aude. Il s'avère que la zone d'étude est assez hétérogène avec une alternance entre les différentes vallées (accueillant des ruisseaux tels que l'Orbiel et ses affluents comme le Grésillou) et les plateaux (figure 8). Les altitudes varient de 200 à 500 m sur l'ensemble de la zone d'étude prise en compte.



Figure 8. Relief (Source : Géoportail)

Dans le cadre particulier de cette étude, la topographie et l'occupation des sols peuvent influencer la dispersion et la turbulence des masses d'air. Le seul régime des vents n'est ainsi pas le seul paramètre à considérer dans la dispersion des poussières sédimentables.



## 4. CHOIX DES SUBSTANCES A SURVEILLER

---

Les polluants suivis dans le cadre de cette étude ont été sélectionnés selon le contexte géologique et gîtologique du district minier ainsi qu'au regard des procédés industriels utilisés pour le traitement du minerai. Les éléments traces métalliques retenus dans cette étude sont présentés dans le [tableau 3](#) ci-après.

Tableau 3. Substances sélectionnées dans le suivi des dépôts atmosphériques

Paramètres mesurés
Poussières sédimentables totales
Aluminium (Al)
Arsenic (As)
Bismuth (Bi)
Cadmium (Cd)
Cobalt (Co)
Chrome (Cr)
Cuivre (Cu)
Mercure (Hg)
Manganèse (Mn)
Nickel (Ni)
Plomb (Pb)
Antimoine (Sb)
Etain (Sn)
Tungstène (W)
Zinc (Zn)

---

## 5. PRESENTATION DES METHODES DE MESURES

---

### 5.1. Méthodologie de mesures des dépôts atmosphériques dans les collecteurs de précipitations

#### 5.1.1. Principe de la mesure

La collecte des dépôts atmosphériques a été réalisée selon la méthode conforme à la norme NF X 43-014 de novembre 2017.

Elle permet une mesure intégrée qui évalue les niveaux des intrants atmosphériques moyens généralement sur 1 mois en amont de l'ensemble des matrices environnementales intégratrices sur lesquelles ils sont susceptibles de se déposer (végétaux, sol et eaux de surface) et qui peuvent représenter une voie d'exposition directe/indirecte des populations par ingestion. **Les résultats ne permettent donc pas de connaître la part effectivement accumulée par l'organisme et ils ne correspondent pas à la concentration résultante dans les matrices environnementales. Ils représentent un niveau de dépôts atmosphériques disponible pour une éventuelle accumulation.**

La méthode de mesures est basée sur une phase de collecte par gravité de l'ensemble des dépôts atmosphériques secs (particules) et humides (gaz et particules) dans des collecteurs de précipitations. Ils sont composés d'un trépied, d'un entonnoir et d'un récipient (figure 9).



Figure 9. Collecteur de précipitations (+ blanc) installé par EVADIES

EVADIES utilise des entonnoirs d'un diamètre interne de 290 mm en polyéthylène qui permet d'épouser de manière précise le support de l'entonnoir et garantir ainsi sa stabilité, sa planéité sur l'ensemble de la durée de l'exposition et éviter ainsi d'utiliser des embouts de maintien (souvent du caoutchouc) entre l'entonnoir et le récipient qui introduisent des biais dans la mesure. La surface de l'entonnoir est lisse et inerte de manière à ne pas freiner l'écoulement des particules lors des événements pluvieux.

EVADIES a effectué une double vérification de tous les entonnoirs avant leur transport et avant leur installation de manière à évaluer l'état des entonnoirs et écarter ceux qui mettaient en avant des fêlures ou des rayures importantes. Des entonnoirs supplémentaires ont été transportés pour permettre le remplacement en cas de détérioration pendant le transport. Tous les entonnoirs ont été emballés dans de la cellophane pour éviter leur contamination pendant le transport.

Avant l'installation de chaque entonnoir, EVADIES a évalué la planéité du trépied avec un niveau à bulle placé sur le support de l'entonnoir. L'entonnoir repose sur le support à environ 1,80 mètres du sol (cette hauteur pouvant être ajustée en fonction de l'ancrage du trépied au sol). Dans tous les cas, le haut de l'entonnoir a été placé entre 1,5 et 2 m au-dessus du sol.

Les dépôts sont collectés dans un récipient cylindrique de 20L en polyéthylène à haute densité, volume conséquent permettant d'éviter le débordement en cas de plus fortes précipitations. Comme pour les entonnoirs, tous les récipients installés sur les sites ont été vérifiés avant et après le transport afin d'écartier ceux qui mettaient en avant des fêlures. Les récipients ont été transportés sur le lieu de chaque intervention avec un bouchon permettant une fermeture hermétique. Des récipients supplémentaires ont été transportés pour permettre le remplacement en cas de détérioration pendant le transport.

EVADIES a également installé un grillage cylindrique en polyéthylène avec un maillage de 1 centimètre déposé sur l'entonnoir afin de retenir éventuellement les feuilles et débris de végétaux et d'empêcher les oiseaux de se poser sur le bord des collecteurs.

Avant l'intervention, l'ensemble du flaconnage a été nettoyé à l'eau déminéralisée et à l'acide au laboratoire d'analyse. Le nettoyage est systématiquement réalisé par le laboratoire après les interventions. EVADIES réalise un nettoyage complémentaire des entonnoirs et des récipients avant toute nouvelle intervention.

La phase d'exposition a débuté à partir du moment où les dispositifs ont été installés sur chacune des stations de mesures. Le récipient a alors été ouvert (T=0). Une quantité d'eau déminéralisée de 500 ml a été ajoutée à chaque bidon à l'aide d'une pissette.

#### **Les collecteurs ont été exposés pendant 27 jours.**

Au terme de la mesure, chaque collecteur a été soigneusement rincé avec une quantité connue d'eau distillée de 500 ml à l'aide d'une pissette. Le volume traité final a été conservé dans le flacon de collecte, bouché et transmis directement au laboratoire d'analyses.

**Parallèlement à l'installation des stations, trois blancs de terrain ont été intégrés afin de vérifier l'absence de contamination initiale des échantillons et lors du transport des échantillons.** La procédure a été conforme à la norme EN 15841. Trois échantillons s'ajoutent donc en plus de ceux réalisés sur les stations de surveillance.

Les blancs de terrain ont consisté à utiliser trois récipients fermés qui ont suivi le même processus de transport que les récipients exposés. Les récipients servant aux blancs d'analyse ont été laissés *in situ* mais fermés à côté des récipients exposés ouverts surmontés de l'entonnoir.

Pour la pose et la dépose du matériel, deux personnes ont été sollicitées afin de réaliser les interventions sur la même journée. Cela a permis d'éviter un potentiel biais lié à des mesures décalées. Le planning d'intervention est donné dans le chapitre 7.

### 5.1.2. Transport des échantillons

EVADIES travaille avec le laboratoire d'analyses Micropolluants Technologies situé à moins de 40 km du siège social de la société. Le transport des échantillons a été effectué par EVADIES. Ils ont été déposés directement au laboratoire. Cela a permis de s'assurer que les échantillons ont été transportés dans les meilleures conditions. Tous les récipients ont été conditionnés dans des cartons de protection permettant de les tenir à la verticale pendant le transport.

Pendant le transport, aucun échantillon ne fut détérioré ou renversé.

### 5.1.3. Traitement et analyses des échantillons

Les analyses ont été réalisées par le laboratoire Micropolluants Technologie, accrédité COFRAC (accréditation n°1-1151).

A réception des échantillons, la traçabilité est assurée par une codification propre au laboratoire d'analyses dès leur arrivée et reportée sur les bordereaux d'analyses. Les codes d'identification et d'enregistrement des stations attribués sur le terrain par EVADIES sont également mentionnés dans les bordereaux d'analyses. Ils sont présentés en [annexe D](#).

Les échantillons ont suivi le process de traitement et d'analyses suivant :

- Evaporation totale de la jauge (à ébullition douce, 100 à 105°C) ;
- Pesée des poussières ;
- Minéralisation avec de l'acide nitrique ;
- Dilution ;
- Analyses.

La masse de substance extraite dans l'ensemble du système de collecte est analysée en laboratoire et divisée par la surface d'échantillonnage et le nombre de jour d'échantillonnage (unité : quantité/m<sup>2</sup>/j). L'incertitude moyenne pour l'ensemble des métaux analysés via la méthode utilisée est de 20 %.

Les méthodes et les limites de quantification sont données dans le [tableau 4](#) ci-après.



Tableau 4. Moyens d'analyse des dépôts atmosphériques

	Méthode d'analyse	Norme d'analyse	Limite de quantification
<b>Poussières totales</b>	Gravimétrie	NF NFX 43-014	1 mg/éch
<b>Al</b>	ICP-MS	NF EN ISO 17294-2	1 µg/éch
<b>As, Cd, Pb</b>	ICP-MS	NF EN ISO 17294-2	0,013 µg/éch
<b>Bi, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Sb, Sn, W</b>	ICP-MS	NF EN ISO 17294-2	0,063 µg/éch
<b>Zn</b>	ICP-MS	NF EN ISO 17294-2	0,13 µg/éch
<b>Hg</b>	AFS	Méthode interne	0,013 µg/éch

Pour chaque échantillon, le rapport d'essai (qui est en [annexe E](#)) intègre :

- La date de réception des échantillons ;
- La date des analyses ;
- Les normes et techniques utilisées ;
- La concentration des métaux et des poussières ;
- Les limites de quantification.

## 5.2. Suivi météorologique local

Les paramètres météorologiques les plus importants pour les problèmes liés à la pollution atmosphérique sont en outre la direction du vent, la vitesse du vent, la température extérieure et la pluviométrie.

Ces paramètres sont variables dans le temps et dans l'espace. Ils résultent de la superposition de phénomènes atmosphériques à grande échelle (régime cyclonique ou anticyclonique) et de phénomènes locaux (influence de la rugosité, de l'occupation des sols et de la topographie). C'est pourquoi il est nécessaire de rechercher des chroniques météorologiques représentatives du site.

Afin de récolter des données météorologiques suffisamment fines au niveau horaire pour avoir une bonne représentativité de la météorologie locale et pour prendre en compte les phénomènes météorologiques locaux, EVADIES a installé sa propre station météorologique ([figure 10](#)).



Figure 10. Station météorologique de la société EVADIES

La station météorologique a été installée au-dessus de la station de traitement à environ 200 m de l'entrée (figure 11). Le site présente l'avantage d'une surface plane en milieu dégagé. La station a mesuré toutes les quinze minutes : la direction et la vitesse du vent, la température, la pression atmosphérique, l'humidité et la pluviométrie. La vitesse et la direction des vents ont été mesurées à une hauteur de 10 m du sol. Cette hauteur correspond à celle utilisée par Météo-France sur ses stations automatiques et dans les modèles de calcul de dispersion des émissions atmosphériques.



Figure 11. Emplacement de la station météorologique EVADIES

## 6. CHOIX DES POINTS DE MESURES

### 6.1. Stratégie

En amont de l'installation des stations de surveillance, l'étude du régime général des vents (présenté sur la figure 7) permet de localiser les axes privilégiés de transport et de diffusion des émissions diffuses. Le régime général des vents mis en avant précédemment présentait une orientation générale selon un axe ouest <-> est.

En l'absence de source d'émission canalisée, cette étude impose de raisonner à plus large échelle afin de mesurer les dépôts atmosphériques potentiels à proximité des différents sites. De cette manière le choix a été fait d'implanter les collecteurs de précipitations sur les sites suivis en considérant majoritairement le principe de transect, c'est-à-dire le respect d'une ligne virtuelle suivant l'axe des vents servant de guide à l'installation des dispositifs sur chaque site. Le positionnement des stations a également été ajusté en fonction du relief micro-local de manière à prendre par exemple en compte les brises de pentes, de la localisation des sources potentielles de métaux (localisation des haldes par exemple) et des critères de micro-implantation des stations (voir chapitre 6.2.).

La figure 13 ci-après met en avant l'ensemble des sites qui ont fait l'objet d'un suivi par collecteurs de précipitations.

### 6.2. Critères de micro-implantation des stations

Les critères de choix des emplacements autour du site doivent être faits en veillant à ce que les systèmes de prélèvements (collecteurs de précipitations) soient correctement positionnés au regard

des règles de l'art. La plupart des normes de prélèvements et de mesures précise les critères d'implantation des points de prélèvements et notamment la norme NF X43-014. Ces critères sont également repris dans l'annexe III de la directive 2008/50/CE. Les mêmes critères doivent être appliqués à l'ensemble des emplacements afin de permettre une comparaison non biaisée des résultats. Ils devront être appliqués aux points de mesures qui sont choisis.

Ces critères ont été validés lors d'une visite réalisée sur le terrain entre les 15 et 17 janvier 2020.

Cette dernière a permis de visiter l'ensemble des stations intégrées aujourd'hui dans le plan de surveillance. Les points de mesures définis sur le terrain :

- Respectent la hauteur de prélèvement à plus de 1,5m du sol ;
- Sont suffisamment éloignés des voies de circulation ;
- Sont situés à des distances suffisantes des bâtiments ou de la couverture végétale (angle inférieur à 30° entre le bord du collecteur et l'obstacle environnant).

D'autres critères ont permis de valider le choix des stations :

- Demandes des autorisations ;
- Absence de risque de dégradation du matériel de mesures ;
- Absence d'activités incontrôlées susceptibles de générer des polluants particuliers dans l'atmosphère et sur les sols (zone de brûlis, épandage de cendres, brûlage des déchets).

Afin de limiter les risques de vandalisme et éviter toute contamination pendant la durée du prélèvement, un panneau explicatif a été apposé sur les dispositifs. Le texte a été établi en concertation avec le BRGM. Le panneau est présenté ci-après :



Figure 12. Panneau explicatif apposé sur les dispositifs

### 6.3. Définition stations

L'annexe A présente les fiches descriptives de chaque station de mesures. Chaque fiche met en avant :

- Une carte positionnant les collecteurs en fonction de chaque site ;
- Un tableau récapitulatif le numéro de la station suivie, l'adresse exacte des sites de prélèvements, leur typologie, leur orientation et leur distance par rapport au site suivi,
- Des photos pour chacun des points.

Les points ont été proposés par le BRGM et validés par EVADIES en fonction des différents critères techniques énoncés précédemment. Le nombre de stations est de 22 (hors blancs).

Les points de mesures ont été installés autour de chacune des sources potentiellement émettrices de poussières afin d'évaluer la contribution de la source, selon la direction principale des vents.

Le programme est le suivant :

- Site de Villardonnelle : 3 points référencés Vil-01, Vil-02 et Vil-03 ;
- Site de Malabau : 3 points référencés Mal-01, Mal-02 et Mal-03 ;
- Site de Salsigne : 3 points référencés Sal-01, Sal-02 et Sal-03 ;
- Site de Nartau : 4 points notés Nar-01, Nar-02, Nar-03 et Nar-04
- Site de la Caunette : 3 points référencés Cau-01, Cau-02 et Cau-03
- Combe du Saut : 6 points (3 sur le secteur Combe du Saut / Montredon, et 3 sur le secteur Artus) notés (d'ouest en est) Com-01 à Com-06.

En complément de ce programme, trois blancs de terrain ont été réalisés afin de s'assurer de la qualité et de la fiabilité de la mesure. Ces blancs ont suivi le même protocole analytique que les échantillons à la seule différence que les bidons sont restés fermés pendant l'exposition. Les trois blancs ont été installés sur les sites suivants :

- Site de Salsigne (station Sal-03) ;
- Site de la Combe du Saut (station Com-03) ;
- Site de l'Artus (station Com-05).



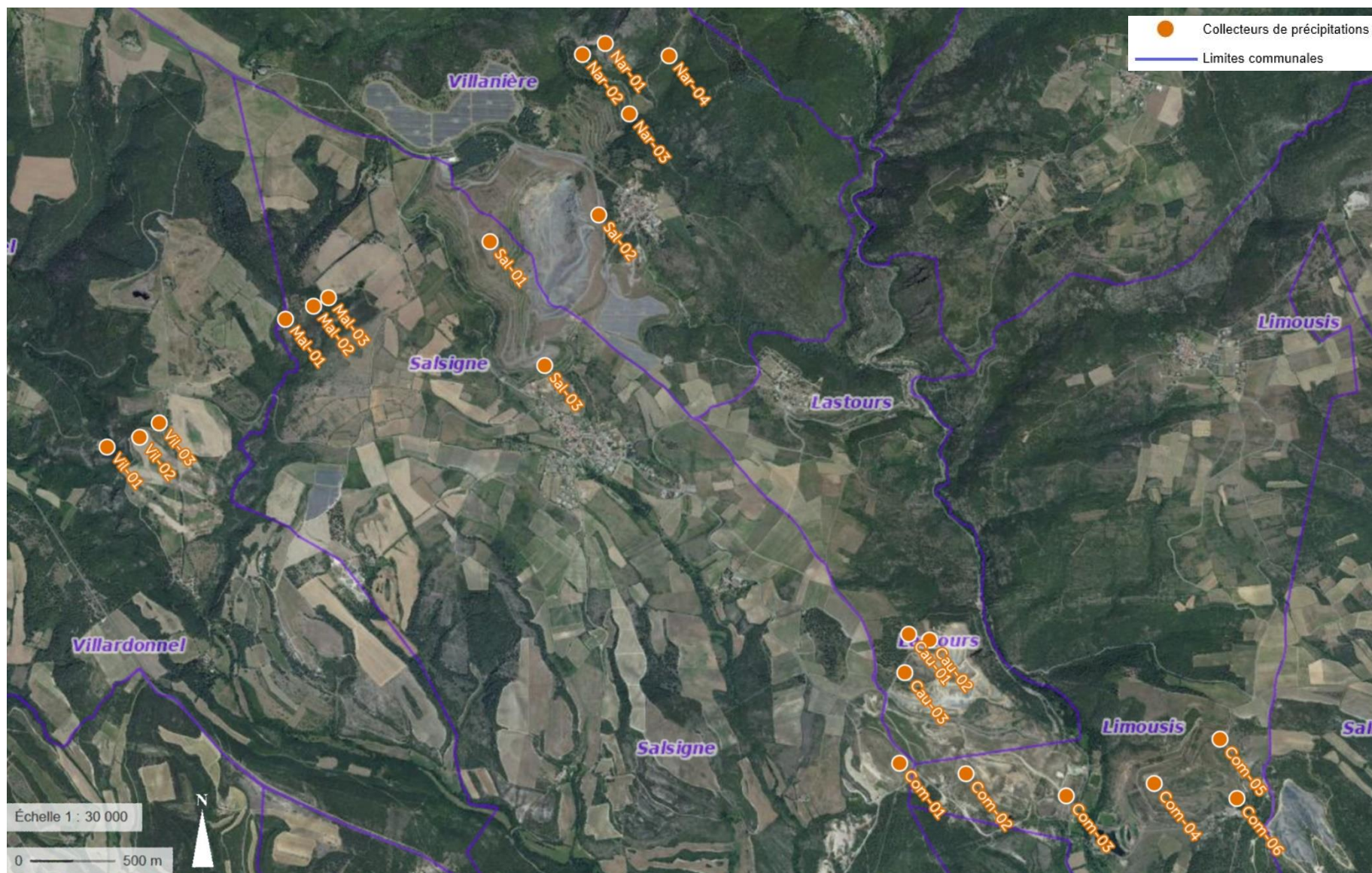


Figure 13. Réseau de collecteurs de précipitations installés par EVADIES (vue globale)

## 7. PLANNING D'INTERVENTION

---

### 7.1. Périodes de mesures

Dans le cadre d'un suivi des dépôts atmosphériques, il est important de définir :

- La période des mesures ;
- La durée des mesures ;
- La fréquence des mesures.

La durée, la période et la fréquence ont été choisies préalablement par le BRGM/DPSM (à savoir une exposition d'1 mois pour les collecteurs de précipitations en période hivernale).

La mesure s'est déroulée du 7 février au 5 mars 2020, soit une durée de 27 jours. Tous les collecteurs ont été installés (et retirés) sur une même journée afin que les écarts d'exposition soient réduits au minimum.

Les collecteurs de précipitations sont sensibles aux conditions de dispersion sur le court terme. Or, toute variation de l'activité et/ou des conditions de dispersion associées entraînera une variation de la concentration ou des dépôts des substances mesurées dans l'environnement. Une multitude de combinaisons est alors possible conduisant à une variation importante des concentrations et dépôts.

Dans le cadre de la présente étude, les résultats de mesures sont donc propres à une période hivernale avec des conditions météorologiques inhérentes à cette saisonnalité.

Idéalement, afin de rendre représentatives les mesures d'une année et d'intégrer les différentes chroniques météorologiques, il faudrait renouveler une campagne de mesures de 1 mois. On répondrait ainsi aux exigences de la directive européenne 2008/50/CE du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant qui précise que pour des mesures indicatives visant à être représentatives d'une année la période minimale de prise en compte doit être au minimum de 14 % de l'année, soit 52 jours. Les moyennes annuelles reconstituées dans le cadre de ces mesures pourront ainsi être comparées aux moyennes annuelles.

Une seconde campagne, si elle était déclenchée, devrait être menée en saison contrastée, à savoir l'été.

### 7.2. Contrôle du matériel

EVADIES s'est assuré du bon état des dispositifs à fréquence hebdomadaire. Au total, l'intervention a donc intégré 3 contrôles intermédiaires sur la campagne mensuelle.

Pendant ces contrôles, des événements particuliers ont été constatés.

## 8. EVENEMENTS PARTICULIERS CONSTATES

---

Lors de la campagne de mesures, des visites hebdomadaires ont été effectuées sur les 22 sites faisant l'objet de cette étude. Toutefois, deux dispositifs ont été retrouvés au sol lors de la dernière semaine d'exposition. Les deux stations concernées sont :

- La station située sur la verse de l'atelier dans l'enceinte de la Mine à Ciel Ouvert à Salsigne (station Sal-03) ;
- La station située sur l'extrémité ouest du site de l'Artus (station Com-04).

L'origine de ces chutes demeure inconnue mais elle pourrait être liée à une occurrence venteuse exceptionnellement violente, un acte de malveillance ou une chute liée à un animal ; les intervenants d'EVADIES ayant constaté la présence de terre dans l'entonnoir et dans le récipient de la station Sal-03 et la présence de poils d'animaux sur le trépied du dispositif de la station Com-04.

Afin d'intégrer au mieux ces événements dans l'interprétation des résultats, les hypothèses suivantes ont été considérées :

- Invalidation des résultats obtenus sur la station Sal-03 qui a présenté des concentrations jugées aberrantes sur la majorité des éléments métalliques. Il n'apparaît pas pertinent de présenter ces résultats qui sont liés aux particules de sols constatées visuellement dans le récipient ;
- Ajustement des résultats de la station Com-04. Aucune dégradation, ni souillure du dispositif n'ont été constatées lors de sa récupération. Seule une incertitude sur la période d'exposition fait défaut à cette station. Le choix a été fait de garder cette station en ajustant le calcul des dépôts sur une durée d'exposition de 20 jours (plutôt que 27). Il s'agit ici d'une hypothèse majorante.

A noter que le blanc installé sur la station Sal-03 a été analysé puisqu'il ne présentait aucune trace d'ouverture ni de dégradation.



## 9. DONNEES METEOROLOGIQUES SPECIFIQUES AUX DIFFERENTES PERIODES DE MESURES

### 9.1. Régimes des vents

Les données de vents ont été exploitées sur la période de mesures grâce aux données acquises sur le mât météorologique installé à proximité de la station de traitement de la Combe du Saut. Le dispositif météorologique a notamment enregistré la direction et la vitesse du vent, paramètres importants qui vont définir les conditions de dispersion des polluants. Afin d'être exhaustif, les conditions météorologiques enregistrées à la même période sur Carcassonne sont également présentées, ce qui permet de pointer les différences potentielles entre ces deux régimes de vents (figure 14). Les roses des vents détaillées sont présentées en annexe B.

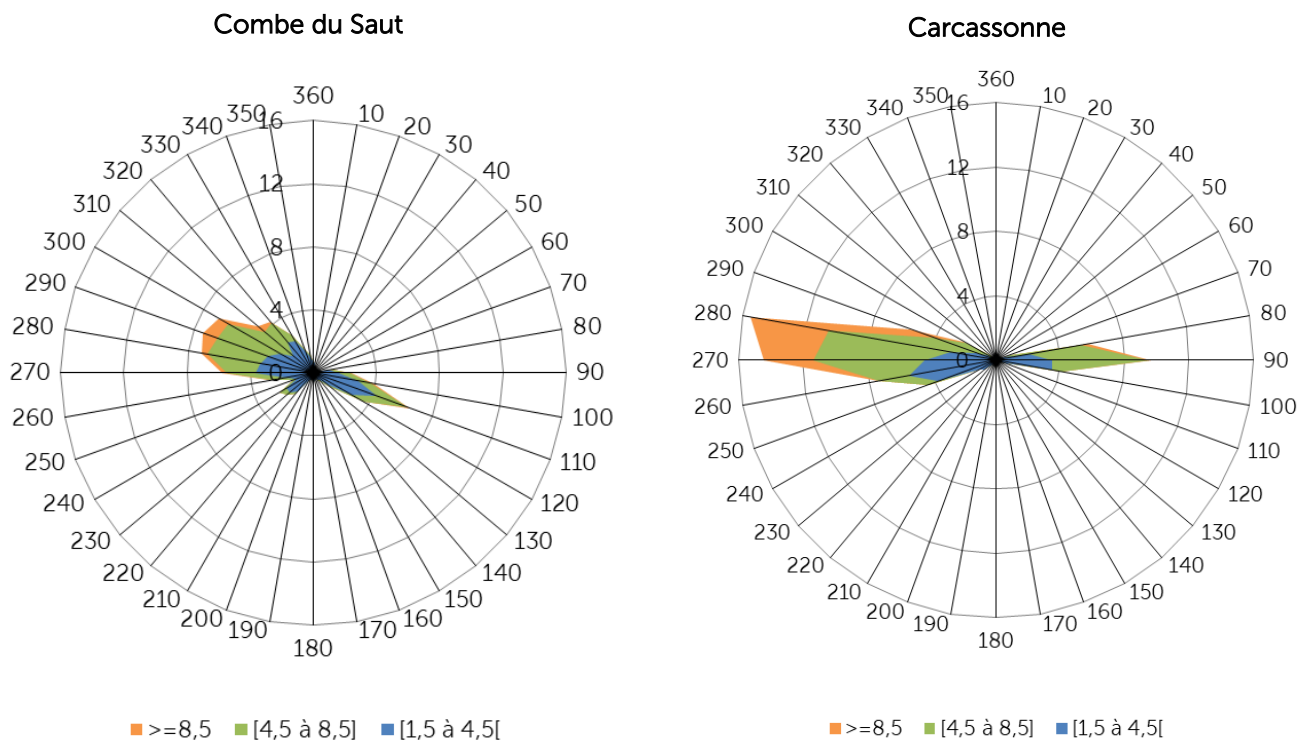


Figure 14. Régimes des vents enregistés sur la Combe du Saut (à gauche) et sur Carcassonne (à droite) du 07 février au 05 mars 2020

Sur les deux stations météorologiques, l'axe principal des vents garde une dominante générale ouest <> est. Le mât météorologique installé à la Combe du Saut présente une orientation légèrement décalée et avec un axe orienté ouest-nord-ouest <> est-sud-est. Les orientations demeurent cohérentes entre les deux sites.

La différence principale concerne les classes de vents enregistés puisque la Combe du Saut fut davantage marquée par des vents faibles avec une faible représentativité des vents forts (de l'ordre



de 3 %). Le régime des vents enregistrés sur Carcassonne traduit quant à lui des vents forts plus marqués en provenance de l'ouest (de l'ordre de 10 %).

Les différences constatées entre les deux régimes de vents sont à mettre directement en lien avec le contexte de chaque station météorologique. Le régime des vents enregistrés sur la Combe du Saut est ainsi directement influencé par le relief local.

Le contexte météorologique durant la période d'exposition se traduit par des vents majoritairement faibles (facteur défavorable pour une dispersion sur longues distances). Les occurrences venteuses sont toutefois bien présentes avec une représentativité proche de 78 % des cas. Ces caractéristiques se traduisent ainsi sur le terrain par de potentiels réenvols de poussières sur des distances courtes à moyennes.

## 9.2. Les précipitations

Les données de précipitations sont également étudiées sur la période de mesures des dépôts atmosphériques à partir des données de la station Météo France de Carcassonne et sont présentées sur la [figure 15](#) ci-après. Elles sont également comparées aux données pluviométriques enregistrées sur la station météorologique de la Combe du Saut.

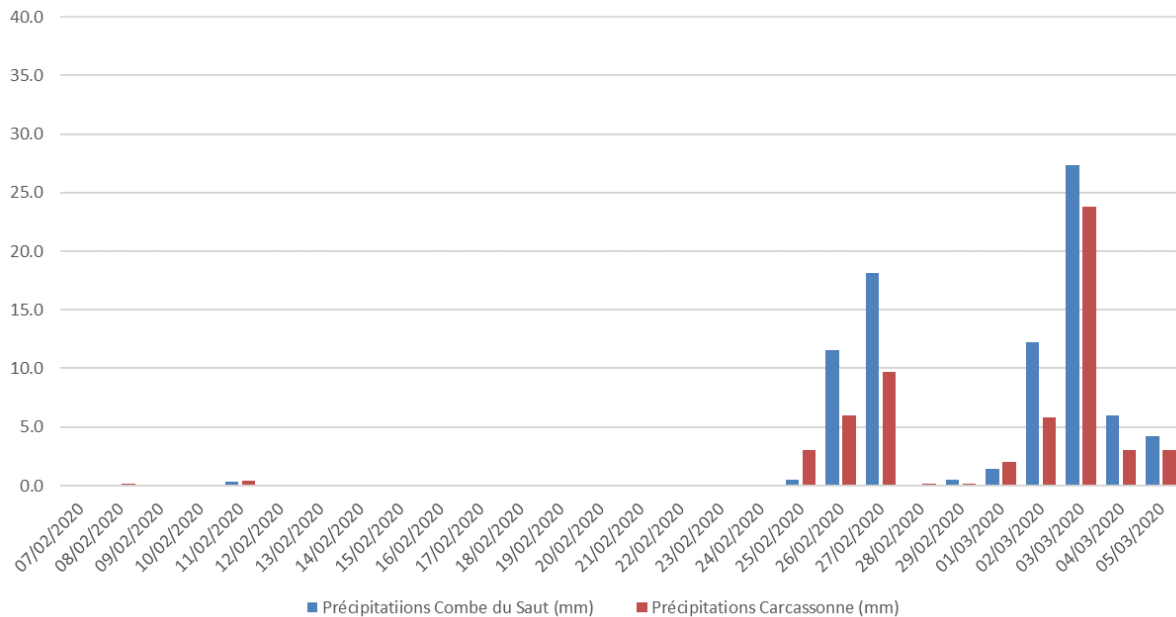


Figure 15. Précipitations journalières enregistrées à partir de la station Météo France de Carcassonne et du mât météorologique installé à la Combe du Saut

A l'instar de la comparaison des occurrences venteuses, les profils des précipitations sont similaires entre le mât météorologique et les données recueillies sur la station Météo-France de Carcassonne. La différence demeure quantitative puisque les cumuls pluviométriques sont plus importants sur la zone d'étude. A titre indicatif, les cumuls totaux enregistrés (entre 60 et 80 mm) sur le mois d'exposition sont supérieurs à la normale saisonnière pour le mois de février (égale à 54,1 mm sur la période 1981-2010). Les spécificités de la période d'exposition correspondent à une pluviométrie

resserrée sur la fin de la période de mesures. En effet, la dernière semaine a enregistré près de 70 % des retombées humides de la période d'exposition. Sur la période de mesures, il a plu au maximum 6 % du temps (163 données de vents sur 2631 sont associées à des précipitations).

Il est également intéressant d'étudier le régime des vents lors des événements pluvieux (rose des pluies) et pendant la période de mesure des dépôts atmosphériques. La [figure 16](#) présente cette rose des pluies qui tient compte uniquement des données des vents supérieurs à 1,5 m/s associées aux données des événements pluvieux. La rose des pluies est détaillée en [annexe C](#).

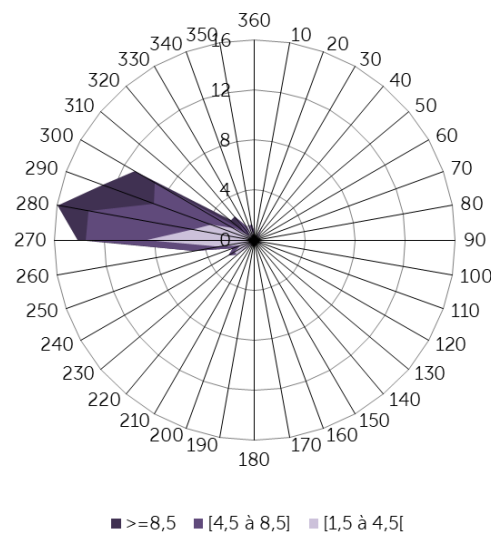


Figure 16. Régime des vents associés aux pluies enregistrées sur la station météorologique de la Combe du Saut du 07 février au 05 mars 2020

Cette figure permet de constater d'où proviennent les dépôts humides durant la période d'exposition. Ainsi, par rapport au régime général des vents, lors d'épisodes pluvieux, les vents proviennent exclusivement du secteur ouest/nord-ouest.

Le secteur des vents regroupant les directions 270° à 300° est donc la principale origine des dépôts qui ont été analysés dans les collecteurs de précipitations. Par temps sec (et par vents supérieurs à 1,5 m/s), ce secteur représente 35 % des observations et par temps de pluie (et par vents supérieurs à 1,5 m/s), elle représente environ 70 % des observations.

## 10. LES CRITERES D'INTERPRETATION DES RESULTATS

---

### 10.1. Modalités d'interprétation des données

L'étude se place dans le cadre d'un suivi d'émissions diffuses de poussières sédimentables au niveau de sources potentielles. En France, il n'existe aujourd'hui aucun référentiel permettant d'apprécier les résultats des dépôts atmosphériques de métaux observés sur le plan réglementaire et encore moins sur le plan sanitaire pour ce type d'étude. A ce jour, il n'existe que des référentiels indicatifs qui permettent de situer des valeurs par rapport à des environnements d'étude (rural, urbain ou industriel) Ces référentiels sont basés sur de la bibliographie tirée de suivis environnementaux réalisés majoritairement pour des émissions canalisées et au niveau de cibles spécifiques placées à l'extérieur du site suivi.

Le seul référentiel qui pourrait se rapprocher de cette étude est celui présenté dans le cadre des impositions de l'arrêté ministériel du 30 septembre 2016 modifiant l'arrêté du 22 septembre 1994 relatif aux exploitations de carrières et aux installations de premier traitement des matériaux de carrières mais qui ne concernent que les poussières sédimentables et pas les métaux.

L'objectif de cette étude est avant tout d'évaluer l'état général des sites eu égard aux dépôts atmosphériques, de hiérarchiser les sources les unes par rapport aux autres et d'évaluer les traceurs d'émissions qui peuvent être rattachés à chaque site d'étude. On est donc davantage dans un objectif de qualification des sites. *De facto*, l'utilisation des seuls référentiels existants peut permettre de réaliser ces objectifs. Par contre, il faut les utiliser comme des valeurs repères plutôt que comme des valeurs d'impact.

L'interprétation des résultats sera donc réalisée sur la base des valeurs réglementaires européennes disponibles dans :

- Le guide technique allemand pour garantir un air pur (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes – Immissionsschutzgesetz. Juillet 2002) ;
- L'Ordonnance Suisse sur la protection de l'air OPair - Décembre 1985.

Et sur la base de valeurs indicatives tirées notamment de guides INERIS :

- Relatif à la synthèse des valeurs réglementaires pour les substances chimiques, en vigueur dans l'eau, les denrées alimentaires et dans l'air en France au 30 juin 2020 ; Rapport INERIS-20-200358-2190502-v 2.0 ;
- Présentant les niveaux de dépôts atmosphériques totaux métaux et PCDD/F mesurés autour d'ICPE en France entre 2001 et 2012 à l'aide des jauges de collecte (INERIS-DRC-12-120273-13816A du 17/12/2012).

Ces bases de données seront complétées par des valeurs internes à la société EVADIES permettant d'obtenir des gammes de valeurs pour certains éléments non renseignés par l'INERIS.

## 10.2. Les valeurs repères pour les dépôts atmosphériques

En Europe, l'Allemagne et la Suisse ont fixé des valeurs réglementaires pour les dépôts atmosphériques de plusieurs ETM (Eléments Traces Métalliques) et pour les poussières (tableau 5).

Tableau 5. Valeurs réglementaires définies en Suisse et en Allemagne pour les dépôts atmosphériques de plusieurs éléments traces métalliques (en  $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$ )

	Poussières	As	Cd	Hg	Ni	Pb	Zn
Allemagne (TA LUFT)	350 000	4	2	1	15	100	-
Suisse (Opair)		-	2	-	-	100	400

Afin de pallier le manque de valeurs de référence, l'INERIS a entrepris en 2012 de rassembler l'ensemble des valeurs de dépôts de métaux et disponibles dans la littérature française ou issues de l'exploitation de campagnes de surveillance et de les agréger dans une base de données unique. L'ensemble des données de dépôts recueillies ont ainsi permis, après pondération statistique, de caractériser la distribution en percentiles des flux de dépôts atmosphériques totaux selon la typologie d'environnement pour notamment les éléments suivants : As, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb et, Zn.

Les différents dispositifs installés autour des différents anciens sites miniers sont caractéristiques d'une zone rurale (< 150 hab/km<sup>2</sup> selon les critères de l'OCDE). Le tableau ci-après présente les éléments statistiques des concentrations caractéristiques des bruits de fond ruraux. Néanmoins les bruits de fond urbains sont également précisés afin d'avoir un référentiel complémentaire pour situer les résultats.

Le tableau 6 ci-après fait ainsi apparaître les gammes de valeurs au niveau national en se basant sur le 75<sup>e</sup> percentile qui correspond à une valeur haute (25 % des teneurs recensées sont au-dessus). La présentation du percentile apparaît plus pertinente que la moyenne qui aura tendance à être influencée par les valeurs extrêmes.

Tableau 6. Valeurs définies par l'INERIS pour les dépôts atmosphériques de plusieurs éléments traces métalliques (en  $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$ ) caractéristiques des bruits de fond au niveau national

Eléments	Bruit de fond rural Percentile 75	Bruit de fond urbain Percentile 75
As	1,1	1,8
Cd	0,3	0,5
Cr	3,6	5,0
Cu	9	25
Hg	0,17	0,15
Mn	34	52
Ni	3,9	5,4
Pb	9	41
Zn	171	200

Les bruits de fond ne sont pas renseignés pour tous les éléments faute de données suffisantes. De manière complémentaire EVADIES propose des valeurs internes concernant le percentile 75 en ambiance rurale pour les poussières totales, le Co, Sn et Sb. Ces valeurs interprétatives complémentaires sont affichées dans le [tableau 7](#). A noter que ces teneurs sont uniquement citées à titre indicatif puisqu'elles évoluent en permanence en fonction de la base de données interne.

**Tableau 7.** Valeurs définies par EVADIES<sup>5</sup> pour plusieurs éléments traces métalliques (en  $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$ ) caractéristiques des bruits de fond ruraux au niveau national

Eléments	Bruit de fond rural Percentile 75
Poussières totales	97
Co	0,40
Sb	0,28
Sn	0,42

## 11. RESULTATS ET INTERPRETATIONS DES MESURES DE METAUX

### 11.1. Résultats des analyses dans les collecteurs de précipitations

Les niveaux des dépôts de poussières et de métaux totaux mesurés sont présentés dans le [tableau 8](#) ci-après, ainsi que les valeurs repères. Les bordereaux analytiques sont présentés en [annexe E](#). Les correspondances entre les numéros d'enregistrements au laboratoire et les stations sont présentées en [annexe D](#). Les résultats obtenus par le laboratoire sont exprimés en quantité de matière (mg pour les poussières et  $\mu\text{g}$  pour les métaux) rapportée par la surface de l'entonnoir ( $\text{m}^2$ ) et par le nombre de jours d'exposition (j).

Deux codes couleurs sont utilisés de manière à hiérarchiser rapidement les niveaux de dépôts permettant de faire ressortir les éléments marquants :

- Le jaune indique des niveaux de dépôts supérieurs aux valeurs réglementaires allemandes et suisses ;
- Les teneurs supérieures à la valeur la plus haute des bruits de fond (rural et urbain confondus) sont quant à elles pointées en vert (hors incertitude analytique).

<sup>5</sup> Valeurs définies au 15/04/2020 par EVADIES selon sa base de données de résultats récoltés via les collecteurs de précipitations depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2017.

Tableau 8. Résultats des niveaux de dépôts de poussières (en mg/m<sup>2</sup>/j) et de métaux (en µg/m<sup>2</sup>/j) mesurés dans les collecteurs de précipitations

	Poussières (mg/m <sup>2</sup> /j)	Al	As	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Sb	Sn	Zn	W
Sal-01	46	206	0,5	< 0,04	0,06	0,12	0,82	13,2	< 0,01	9	0,6	2,3	0,17	0,17	31	0,05
Sal-02	53	178	0,9	< 0,04	0,05	0,13	0,62	16,6	< 0,01	9	0,8	1,7	0,09	0,15	166	0,05
Sal-03	inv	inv	inv	inv	inv	inv	inv	inv	inv	inv	inv	inv	inv	inv	inv	inv
Cau-01	56	253	1,0	< 0,04	0,09	0,15	5,16	7,4	< 0,01	31	1,3	6,7	0,24	0,13	20	0,05
Cau-02	66	298	1,7	0,06	0,16	0,19	0,63	10,3	< 0,01	66	0,7	13,9	0,24	0,14	43	0,06
Cau-03	131	379	7,4	0,24	0,34	0,24	0,77	8,9	< 0,01	121	0,7	22,4	0,34	0,16	84	0,08
Nar-01	50	134	231,1	0,96	0,79	0,11	0,98	17,1	< 0,01	10	0,8	7,4	0,91	0,44	230	0,04
Nar-02	24	248	23,0	0,09	0,04	0,12	0,56	6,3	< 0,01	7	0,7	1,0	0,10	0,17	19	< 0,04
Nar-03	44	216	2,4	< 0,04	0,07	0,11	0,53	6,6	< 0,01	11	0,6	2,1	0,15	0,32	97	0,04
Nar-04	43	205	0,4	< 0,04	0,03	0,10	0,52	5,8	< 0,01	7	0,6	1,0	0,07	0,11	58	< 0,04
Vil-01	55	234	4,0	0,07	0,05	0,11	0,60	10,2	< 0,01	8	0,6	1,3	0,13	0,18	133	< 0,04
Vil-02	47	249	11,7	0,07	0,06	0,15	0,63	12,5	< 0,01	11	0,6	1,2	0,12	0,11	62	< 0,04
Vil-03	44	273	39,2	0,19	0,03	0,17	0,57	7,8	< 0,01	11	1,5	1,1	0,13	0,11	77	< 0,04
Com-01	36	165	0,6	< 0,04	0,05	0,09	0,45	7,3	< 0,01	9	0,7	1,3	0,59	0,11	74	< 0,04
Com-02	35	179	0,7	< 0,04	0,06	0,09	0,40	8,3	< 0,01	20	0,4	4,0	0,09	0,09	24	< 0,04
Com-03	105	491	26,7	0,77	1,07	0,32	0,78	32,9	< 0,01	76	0,9	13,5	0,44	0,14	164	0,10
Com-04	45	304	1,1	< 0,05	0,05	0,14	0,74	7,5	< 0,01	24	0,7	3,6	0,14	0,13	39	< 0,05
Com-05	43	258	1,0	0,05	0,09	0,15	0,68	22,3	< 0,01	27	0,7	6,3	0,15	0,14	56	0,05
Com-06	42	252	0,6	< 0,04	0,04	0,12	0,51	13,6	< 0,01	19	0,5	3,5	0,12	0,19	24	< 0,04
Mal-01	28	313	1,7	0,04	0,07	0,14	0,67	7,7	< 0,01	11	0,8	2,3	0,41	0,16	61	0,04
Mal-02	76	251	3,2	0,06	0,04	0,13	0,55	20,8	< 0,01	11	0,5	1,2	0,08	0,10	42	0,04
Mal-03	< 16	299	0,4	0,06	0,07	0,15	0,64	11,5	< 0,01	10	0,9	1,4	0,07	0,14	31	< 0,04
BL-01	4	4	< 0,01	< 0,04	0,01	< 0,04	0,04	0,7	< 0,01	0,07	0,2	0,3	< 0,04	< 0,04	3,0	< 0,04
BL-02	7	7	< 0,01	< 0,04	0,01	< 0,04	< 0,04	0,3	< 0,01	< 0,04	0,2	0,2	< 0,04	< 0,04	3,1	< 0,04
BL-03	< 3	13	< 0,01	< 0,04	< 0,01	< 0,04	0,07	4,8	< 0,01	0,55	0,1	0,7	< 0,04	< 0,04	6,6	< 0,04
Valeur indicative (réglementation allemande ou suisse)	350	-	4,0	-	2,00	-	-	-	1,00	-	15,0	100,0	-	-	400	-
Bruit de fond rural (percentile 75)	97	-	1,1	-	0,30	0,40	3,60	9,0	0,17	34	3,9	9,0	0,28	0,42	171	-
Bruit de fond urbain (percentile 75)	-	-	1,8	-	0,50	-	5,00	25,0	0,15	52	5,4	41,0	-	-	200	-

inv : invalidé

## **Le contrôle qualité**

Tout d'abord, les analyses de poussières et de métaux réalisées sur les 3 blancs de terrain mettent en avant pour l'ensemble des composés analysés des résultats inférieurs voire équivalents aux limites de quantification. Lorsqu'ils sont quantifiés, les résultats sont les plus faibles enregistrés sur le réseau de mesures. Ces résultats permettent de valider l'absence de contamination initiale des récipients, de l'eau utilisée et inhérente aux procédures analytiques. Ce constat crédite l'interprétation des données observées sur les stations.

## **L'empoussièrément**

L'étude de l'empoussièrément de la zone réalisée à travers l'analyse des poussières sédimentables montre que les résultats restent relativement homogènes sur l'ensemble des 22 stations étudiées. La valeur maximale (131 mg/m<sup>2</sup>/j) est recensée sur le site de la Caunette (Cau-03), station potentiellement influencée par l'activité de la carrière lors des épisodes venteux en provenance de l'est/sud-est. Pour rappel, le réseau ATMO Occitanie effectue également des mesures trimestrielles sur la même zone qui traduisaient en février 2018 et 2019 des valeurs inférieures à 200 mg/m<sup>2</sup>/j. La teneur mesurée en février 2020 est ainsi équivalente à ce qui est habituellement observée autour de la carrière par le réseau de surveillance de la qualité de l'air.

Dans une moindre mesure, une valeur de l'ordre du bruit de fond rural (en considérant l'incertitude analytique) est mesurée sur le site de la Combe du saut (Com-03). Sur cette station les poussières peuvent être issues de plusieurs sources potentiellement émettrices : les sols superficiels partiellement végétalisés, l'alvéole de stockage, voire les activités de la station de traitement (circulation d'engins par exemple).

Sur la base des valeurs indicatives existantes, l'analyse des poussières totales souligne un empoussièrément pouvant être considéré de « faible » sur le domaine d'étude pour le mois d'exposition.

## **Les dépôts métalliques**

L'étude des dépôts métalliques peut être réalisée en première approche en utilisant les valeurs repères qui permettent d'isoler les cas les plus marquants.

Ces valeurs repères et le code couleur associé permet de montrer rapidement que la majorité des situations rencontrées sont représentatives de celles qui pourraient être attendues naturellement ailleurs sur le territoire.

Ce constat est à généraliser sur toutes les stations pour le Co, le Cr, le Hg, le Ni, le Pb, le Sn et le Zn. Pour tous ces métaux, les concentrations ne présentent pas d'anomalies particulières puisque ces valeurs sont généralement caractéristiques d'une absence de pollution locale (comparaison au bruit

de fond hors incertitude analytique). Pour tous les autres éléments qui n'appartiennent pas à cette liste, il y a ceux qui ne bénéficient pas de grille interprétative faute d'une base de données suffisamment robuste, à savoir l'Al, le Bi et le W, et ceux pour lesquels les valeurs repères mettent en évidence quelques cas particuliers sur certaines stations, à savoir l'As, le Cd, le Cu, le Mn et le Sb.

Pour le groupe d'éléments métalliques qui concerne les métaux « sans valeurs repères », il est seulement possible de constater que les dépôts les plus marqués sont collectés au niveau d'un nombre restreint de stations. Les dépôts d'Al et de Bi sont plus élevés sur la station Com-03 et sur la station Cau-03. Outre ces deux sites on retrouve également du Bi de manière plus marquée sur Nar-01 (la station située sur la verse de Nartau). Les valeurs en tungstène peuvent être considérées comme faibles puisqu'elles restent toutes du même ordre de grandeur que la limite de quantification.

Pour le groupe qui concerne les éléments « à valeurs remarquables », les mesures permettent aussi de constater que quelques teneurs se distinguent des valeurs repères. Le Mn est retrouvé de manière plus importante sur 2 stations de La Caunette. Le Cd, le Cu et le Sb sont essentiellement retrouvés sur la verse de Nartau (Nar-01) et à proximité de la station Com-03. Par expérience, les valeurs mesurées restent toutefois assez faibles eu égard à l'emplacement des stations et aux valeurs déjà observées par EVADIES autour des sites industriels.

Ainsi, seul le cas de l'As tend à révéler des valeurs sur certaines stations qui ne pourraient plus correspondre à une gamme de concentrations définissant des ambiances habituelles. Les valeurs se distinguent notamment :

- Sur le site de la Caunette, sur la station Cau-03 avec une teneur en arsenic mesurée de 7,4  $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$  ;
- Sur les stations situées à Villardonnell à l'est de la vallée et plus précisément sur les stations Vil-02 (11,7  $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$ ) et Vil-03 (39,2  $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$ ). Ces stations sont situées au droit de l'ancien site minier de la Combe Lisou. A noter que la station Vil-01 située plus à l'ouest présente une valeur équivalente à la valeur repère ;
- Sur le site de la Combe du Saut (station Com-03) avec une concentration en arsenic mesurée dans les dépôts de 26,7  $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$ . Cette station est soumise aux vents dominants et aux occurrences pluvieuses en provenance de l'ouest/nord-ouest ;
- Sur le site de Nartau, à proximité immédiate de la verse avec une concentration de 23,0  $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$  sur Nar-02 et de 231,1  $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$  sur Nar-01. La décroissance des concentrations demeure très rapide puisqu'aucun dépassement de la valeur indicative (réglementation allemande/suisse) n'est à signaler sur Nar-03 et Nar-04 pourtant situées sous les vents dominants par rapport à la verse.



L'étude des résultats des dépôts métalliques souligne des faits marquants :

- La majorité des résultats met en avant des niveaux de dépôts qui peuvent s'apparenter à des valeurs habituellement rencontrées ailleurs sur le territoire ;
- Seul l'arsenic met en exergue des valeurs différenciées. Ce constat est effectué sur La Caunette (Cau-03), la Combe du Saut (Com-03), Villardonnel (Vil-02 et Vil-03) et Nartau (Nar-01 et Nar-02). Ces phénomènes sont extrêmement localisés puisque les concentrations chutent en s'éloignant de quelques centaines de mètres ;
- Trois stations sont globalement plus marquées par les dépôts atmosphériques : La Caunette (Cau-03), la Combe du Saut (Com-03) et Nartau (Nar-01) à proximité de la verse.

## 11.2. Profils métalliques pour l'ensemble des sites étudiés

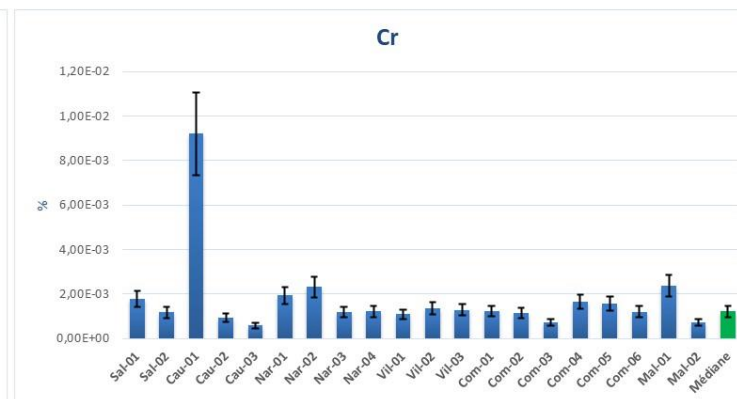
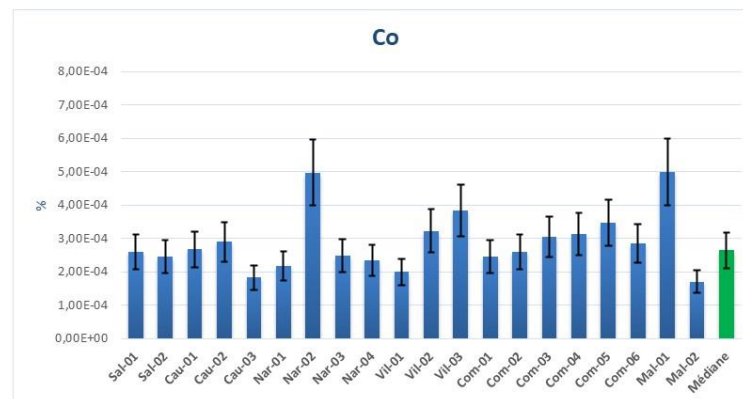
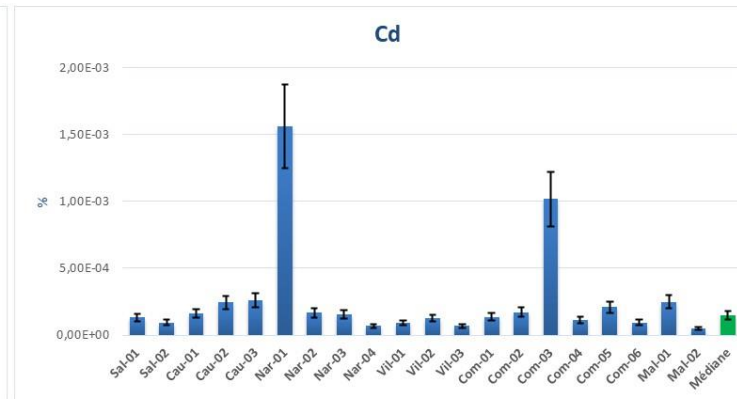
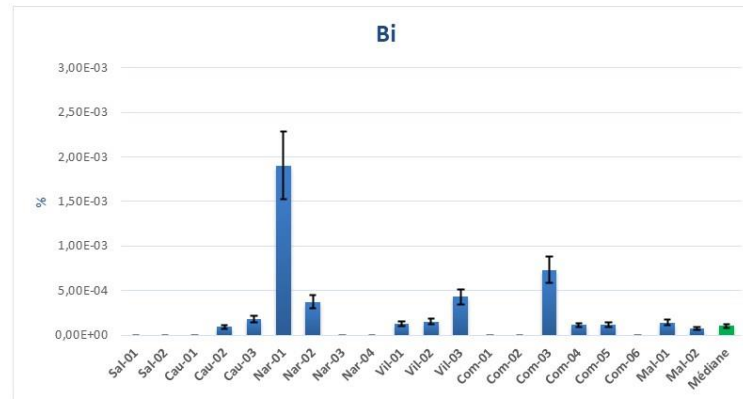
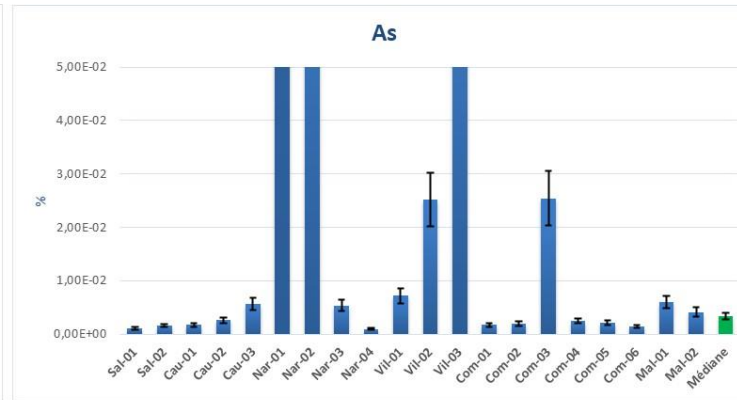
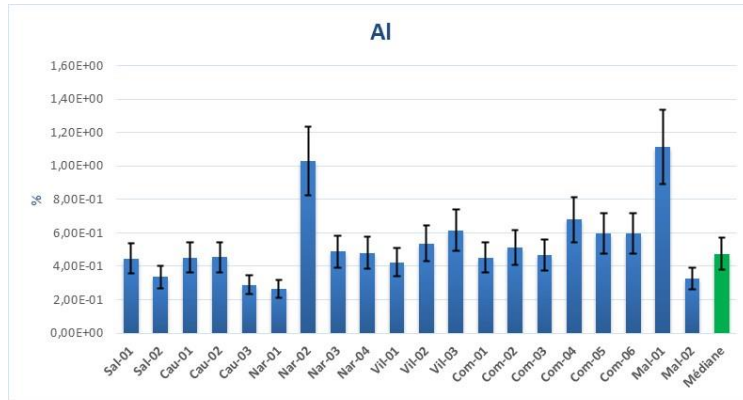
Afin d'apporter des éléments de compréhension complémentaire, la charge métallique observée dans les jauges (rapport entre la concentration en métaux et la concentration en poussières dans un même collecteur) peut être calculée et exprimée en %. En d'autres termes, l'enjeu est ici de s'exempter de la quantité de poussières en se focalisant uniquement sur le profil métallique de chaque échantillon.

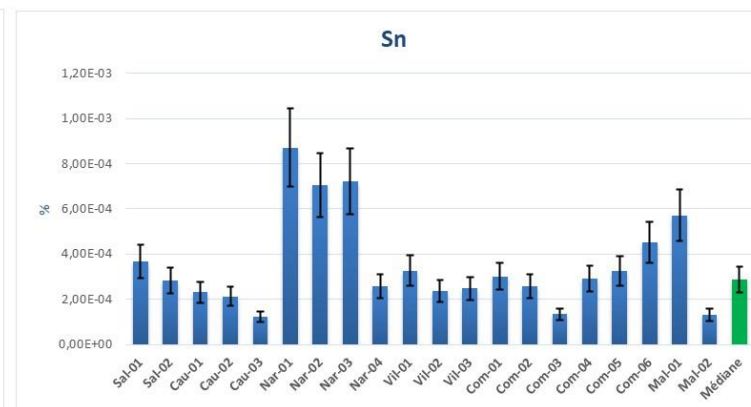
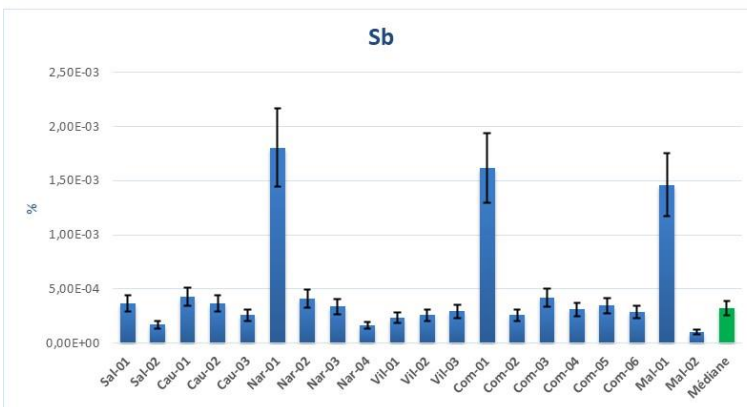
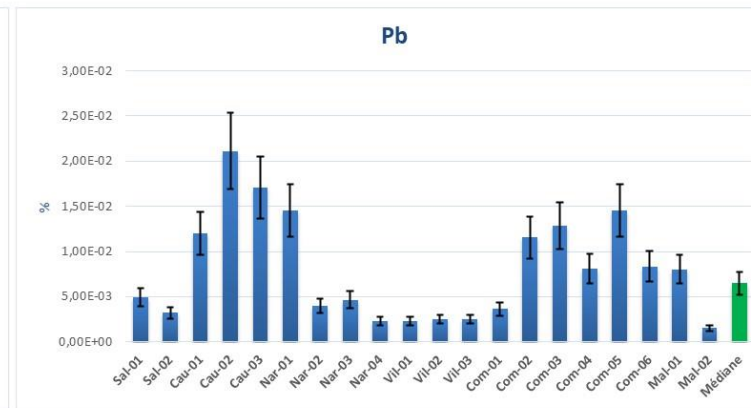
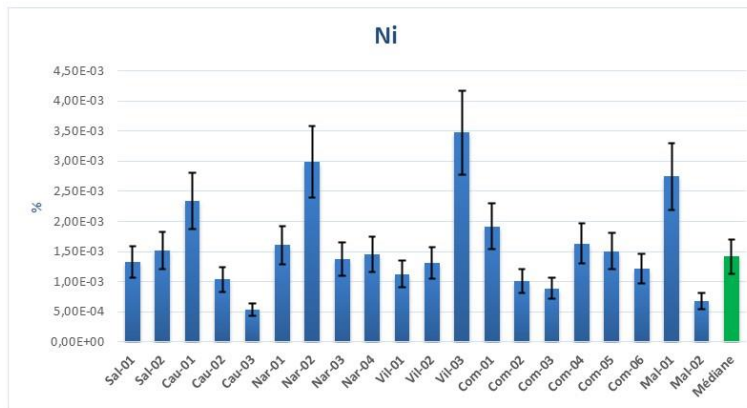
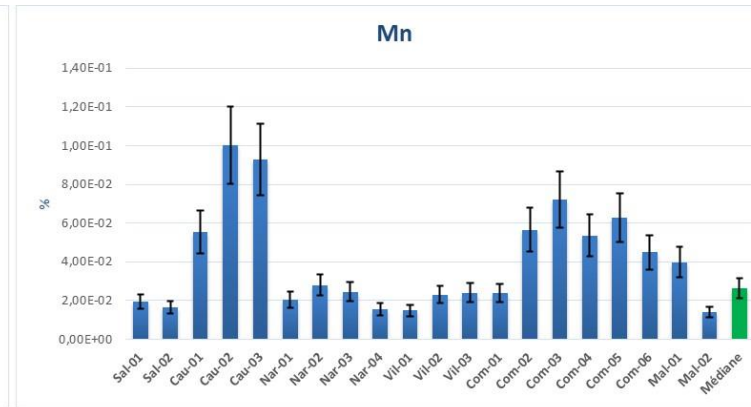
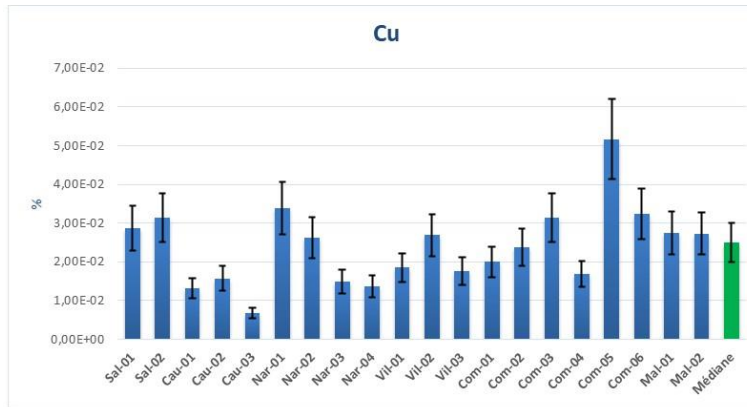
Afin de hiérarchiser les sites entre eux, il est proposé ci-après sur les [figures 17](#) de mettre en avant la variation des charges métalliques en % sur chaque site d'étude par élément. Les barres d'erreur correspondant à l'incertitude d'analyse sont présentées sur les histogrammes. Le Hg n'est pas représenté puisque toutes les valeurs sont inférieures à la limite de quantification. Le graphique de l'arsenic est quant à lui tronqué afin de faciliter la lecture du graphique et de garder visible les valeurs mesurées sur toutes les stations.

Ces figures donnent plusieurs informations. D'abord, l'indication des charges observées lors de la campagne hivernale réalisée en février 2020, mais également, l'indication des charges médianes mises en évidence permettent d'isoler les éléments qui pourront être considérés comme des traceurs d'émissions sur chaque site d'étude.

La majorité des stations présentent, pour un même élément, des charges métalliques du même ordre de grandeur puisque les écarts restent de l'ordre de l'incertitude analytique moyenne. Dans ces situations, les niveaux de dépôts apparaissent habituels eu égard aux valeurs repères utilisées. Ce constat est en partie lié au faible niveau d'empoussièrément de la zone. Par extension, les charges métalliques les plus récurrentes pourraient également être représentatives d'une situation habituelle. Cette hypothèse pourra être levée si les charges métalliques obtenues sur une zone de référence locale (non influencée par le contexte minier suivi dans cette étude) sont amenées à être équivalentes (cf. chapitre « Perspectives »).

Les autres situations, celles où les charges métalliques sont supérieures à la médiane, permettent de dresser une liste de traceurs potentiels de l'ancien district minier.





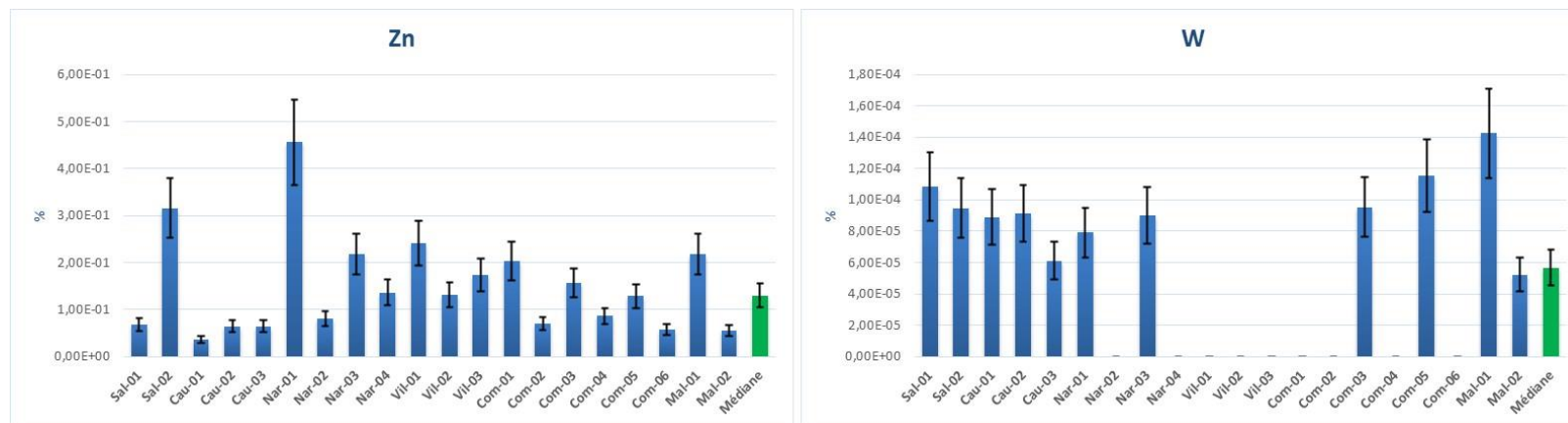


Figure 17. Evolution des charges métalliques par élément et sur chaque site

## Traceurs d'émissions

Au-delà de la présence ubiquitaire d'Al, Mn, Zn et Cu dans les poussières récupérées, l'analyse de la [figure 17](#) permet de faire ressortir les stations qui mettent en avant des caractéristiques spécifiques par rapport aux autres stations. Ces spécificités ont été isolées en considérant les valeurs significativement supérieures (au-delà de 20 %) à celle enregistrée sur la médiane des valeurs. Elles sont recensées dans le [tableau 15](#). **Ces éléments, à l'issue de cette campagne, pourraient être considérés dès lors comme les traceurs d'émissions spécifiques de chaque site.**

Tableau 9. Traceurs d'émissions spécifiques mis en exergue à l'issue de la campagne de mesures hiver 2020

Stations	Traceurs spécifiques
Sal-01	W
Sal-02	Zn, W
Cau-01	Cr, Mn, Ni, Pb
Cau-02	Cd, Mn, Pb, W
Cau-03	As, Bi, Cd, Mn, Pb
Nar-01	As, Bi, Cd, Pb, Sb, Sn, Zn
Nar-02	Al, As, Bi, Co, Cr, Ni, Sn
Nar-03	As, Sn, Zn, W
Nar-04	-
Vil-01	As, Zn
Vil-02	As
Vil-03	As, Bi, Ni
Com-01	Sb,
Com-02	Mn, Pb
Com-03	As, Bi, Cd, Mn, Pb, W
Com-04	Mn
Com-05	Cu, Mn, Pb, W
Com-06	Mn
Mal-01	Al, As, Cd, Co, Cr, Ni, Sb, Sn, Zn, W
Mal-02	-

### 11.3. Etude des charges métalliques pour chaque site

Au-delà de la mise en avant des traceurs d'émissions évoqués précédemment, il est proposé d'étudier la charge métallique non plus de manière globale mais en se centrant sur chacun des sites étudiés. Les graphiques et tableaux relatifs aux répartitions des charges sont présentés en [annexe F](#). L'enjeu est ici de s'exempter de la quantité de poussières en se focalisant uniquement sur le profil métallique de chaque échantillon.



### 11.3.1. Site de Salsigne

Les poussières récoltées dans les collecteurs de Salsigne sont marquées par la prépondérance d'Al et de Zn. Le Cu et le Mn sont également une composante du profil sur ces stations. L'empreinte métallique est globalement similaire entre les deux sites Sal-01 et Sal-02.

### 11.2.2. Site de La Caunette

Les charges métalliques font apparaître en priorité la présence d'Al, de Mn et de Zn dans les dépôts de poussières et dans une moindre mesure de Pb et de Cu. Sur ce site, l'utilisation des valeurs indicatives a mis notamment en évidence le Mn et l'As sur la station Cau-03. L'étude des charges métalliques montre que la situation observée pour Mn est surtout liée à la quantité de poussières relevée, plus importante sur cette station que sur les autres. Par ailleurs, les observations viennent également confirmer le fait que la station Cau-03 souligne des poussières plus chargées en As par rapport aux deux autres stations.

### 11.2.3. Site de Nartau

Sur ce site, l'utilisation des valeurs repères a mis en évidence la présence d'As sur les stations Nar-01 et Nar-02 et de Cd et de Sb sur Nar-01 et des valeurs assez habituelles pour tous les autres métaux et les autres stations. Pour ces 3 éléments, l'empreinte métallique montre que la diminution est assez importante avec l'éloignement, notamment pour l'As entre la station Nar-01 et la station Nar-04 sous les vents dominants d'ouest. Ainsi, au regard d'un empoussièrément équivalent sur les quatre stations autour de Nartau, c'est la diminution des charges métalliques qui explique des dépôts d'As et Bi très localisés et circonscrits à quelques centaines de mètres autour de la verse.

### 11.2.4. Site de la Combe Lisou

Sur ce site, à l'exception des valeurs mesurées pour l'As sur les trois stations, toutes les valeurs paraissent habituelles. Cette tendance est corrélée à l'homogénéité des profils métalliques observés sur les trois sites. La station Vil-03 se distingue toutefois des deux autres stations avec des charges métalliques plus élevées pour l'As (12 fois plus que Vil-01 et 3 fois plus que Vil-02), le Bi et le Ni (3 fois plus que Vil-01 et Vil-02).

### 11.2.5. Site de La Combe du Saut

Sur ce site, à l'exception des dépôts mesurés pour l'As sur la station Com-03, toutes les valeurs paraissent habituelles (proches du bruit de fond). Cette tendance est corrélée à l'homogénéité des profils métalliques observés sur les cinq autres stations. La station Com-03 se distingue des autres stations avec des charges métalliques plus élevées en As et en Cd.

### 11.2.6. Site de Malabau

Sur ce site, les niveaux de dépôts avaient mis en évidence une valeur plus élevée pour l'As sur la station Mal-02 par rapport aux valeurs repères. L'étude de la charge métallique révèle toutefois clairement la présence d'une empreinte métallique plus élevée sur Mal-01. Cela signifie que les dépôts métalliques mesurés sont davantage influencés par la quantité de poussières que par la composition de ces dernières.

## 12. BILAN

---

Lors de la réunion de la Commission Locale d'Information (CLI) du 25 juin 2019, relative à l'ancien district minier de Salsigne, des demandes de réalisation d'une campagne de mesures des poussières dans l'air ont été formulées par les associations et les habitants du secteur. Le BRGM/DPSM, Maître d'Ouvrage Délégué pour le compte de l'Etat, a donc été sollicité par le Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire pour réaliser de nouvelles campagnes, en complément des études antérieures datant de 2007.

Ce rapport a présenté les résultats de la première étape de l'étude générale sur les poussières atmosphériques de l'ancien district minier et de la vallée de l'Orbiel. Elle a consisté à étudier les dépôts atmosphériques de poussières et de métaux à proximité directe des sources potentielles émettrices de l'ancien district minier et industriel de Salsigne. L'objectif était donc ici de quantifier les émissions diffuses et non de caractériser les risques sanitaires pour les populations riveraines pour notamment permettre de :

- Qualifier l'état général des sites eu égard aux dépôts atmosphériques ;
- Hiérarchiser les sources les unes par rapport aux autres ;
- Évaluer les traceurs d'émissions qui peuvent être rattachés à chaque site d'étude ;
- Définir des axes d'investigations qui pourraient être considérées dans le cadre de nouvelles campagnes de mesures de dépôts atmosphériques.

Ce document a présenté les résultats de la campagne de mesures de poussières et de 15 métaux considérés comme des traceurs d'émissions : Al, As, Bi, Cd, Co, Cr, Cu Hg, Mn, Ni, Pb, Sn, Zn et W. La campagne a été réalisée entre le 07 février et le 05 mars 2020 (campagne hivernale).

L'étude des dépôts atmosphériques a été réalisée selon la norme NF X 43-014 de novembre 2017 *via* l'implantation de 22 collecteurs de précipitations positionnés sur et autour des anciens sites miniers. Les implantations ont été choisies lors de la visite de terrain effectuée par EVADIES et le BRGM/DPSM entre les 15 et 17 janvier 2020. Les stations ont été positionnées de la manière suivante :

- Ancien site minier et industriel de la Combe Lisou (Villardonnell) : 3 points référencés Vil-01, Vil-02 et Vil-03 ;
- Ancien site minier et industriel de Malabau : 3 points notés Mal-01, Mal-02 et Mal-03 ;

- Mine à ciel Ouvert de Salsigne : 3 points référencés Sal-01, Sal-02 et Sal-03 ;
- Ancien site minier et industriel de Nartau : 4 points notés Nar-01, Nar-02, Nar-03 et Nar-04
- Ancien site minier et industriel de la Caunette : 3 points référencés Cau-01, Cau-02 et Cau-03
- Ancien site minier et industriel de la Combe du Saut : 6 points (3 sur le secteur Combe du Saut / Montredon, et 3 sur le secteur Artus) notés Com-01 à Com-06.

Parallèlement, ces mesures ont été accompagnées d'un suivi météorologique grâce aux données collectées sur un mât météorologique situé à proximité immédiate de la station de traitement de La Combe du Saut. Ces mesures ont montré que durant la phase d'exposition, les vents se sont orientés majoritairement sur un axe ouest/nord-ouest à est/sud-est. Les occurrences pluvieuses et venteuses ont eu comme origine privilégiée l'ouest/nord-ouest. Ces orientations sont cohérentes avec les conditions généralement observées sur le secteur. Ces données confirment *a posteriori* le choix des stations basé initialement sur le régime général des vents sur la station Météo-France de Carcassonne et la topographie locale. Le contexte météorologique durant la période d'exposition se traduit par des vents majoritairement faibles (facteur défavorable pour une dispersion sur longues distances). Ces caractéristiques se traduisent ainsi sur le terrain par de potentiels réenvols de poussières sur des distances courtes à moyennes.

L'étude se place dans le cadre d'un suivi d'émissions diffuses de poussières sédimentables au niveau de sources potentielles. En France, il n'existe aujourd'hui aucun référentiel permettant d'apprécier les résultats des dépôts atmosphériques de métaux observés sur le plan réglementaire et encore moins sur le plan sanitaire pour ce type d'étude. A ce jour, il n'existe que des référentiels indicatifs qui permettent de situer des valeurs par rapport à des environnements d'étude (rural, urbain ou industriel) Ces référentiels sont employés dans le cadre de suivis environnementaux à l'extérieur de l'emprise d'un site industriel. Dans le cadre de cette étude, ils ont toutefois été utilisés pour permettre d'isoler les cas les plus marquants sur la base de valeurs repères.

L'interprétation a pu se dérouler suite à l'analyse de trois blancs de terrain qui ont permis de confirmer l'absence d'interférences externes lors des mesures sur le terrain et lors du protocole analytique mis en place.

L'étude des résultats a été abordée de deux manières différentes.

Dans premier temps, les résultats ont été appréciés en comparant les teneurs relevées par rapport aux valeurs repères. Dans un second temps, l'étude de la charge métallique a été effectuée pour étudier le profil métallique des stations et s'affranchir de la variabilité liée à la quantité de poussières. Il s'agit du ratio entre la concentration en métaux et la concentration en poussières dans un même collecteur.

L'utilisation des valeurs repères montre que l'empoussièrement relevé durant la période de mesures est faible et assez homogène sur la zone d'étude. Les deux collecteurs ayant perçu le plus de

poussières sont situés sur le site de La Caunette (Cau-03) et sur le site de la Combe du Saut (Com-03). **De manière générale, ce premier indicateur montre que le phénomène de retombées de poussières fut peu marqué sur les sites lors de la campagne de mesures.**

L'utilisation des valeurs repères a aussi permis de montrer que la majorité des situations rencontrées sont représentatives de celles qui pourraient être attendues naturellement ailleurs sur le territoire français. Ce constat est à généraliser sur toutes les stations pour le Co, le Cr, le Hg, le Ni, le Pb, le Sb et le Zn. Pour tous ces métaux les concentrations ne présentent pas d'anomalies particulières puisque ces valeurs sont généralement caractéristiques d'une absence de pollution locale.

Pour tous les autres éléments qui n'appartiennent pas à cette liste, il y a ceux qui ne bénéficient pas de grille interprétative faute d'une base de données suffisamment robuste, à savoir l'Al, le Bi et le W, et ceux pour lesquels les valeurs repères mettent en évidence quelques cas particuliers sur certaines stations, à savoir l'As, le Cd, le Cu, le Mn et le Sb.

Pour le groupe d'éléments métalliques qui concerne les métaux « sans valeurs repères », il est seulement possible de constater que les dépôts les plus marqués sont collectés au niveau d'un nombre restreint de stations. Les dépôts d'Al et de Bi sont plus élevés sur la station Com-03 (La combe du Saut) et sur la station Cau-03 (La Caunette). Outre ces deux sites on retrouve également du Bi de manière plus marquée sur Nar-01 (la station située sur la verse de Nartau). Les valeurs en W peuvent être considérées comme faibles puisqu'elles restent toutes du même ordre de grandeur que la limite de quantification.

Pour le groupe qui concerne les éléments « à valeurs atypiques », les mesures permettent de constater que quelques valeurs se distinguent des valeurs repères. Le Mn est retrouvé de manière plus présente sur La Caunette. Le Cd, le Cu et le Sb sont essentiellement retrouvés sur la verse de Nartau (Nar-01) et à proximité de la station Com-03. Par expérience, les valeurs mesurées restent toutefois assez faibles eu égard à l'emplacement des stations et aux valeurs déjà observées par EVADIES autour des sites industriels.

Parmi les éléments bénéficiant d'une valeur repère, **seul l'As peut être considéré comme un élément présentant des niveaux de dépôts qui ne pourraient plus correspondre à une gamme de concentrations définissant des ambiances habituelles.** Les valeurs se distinguent notamment sur La Caunette (Cau-03), la Combe du Saut (Com-03), Villardonnel (Vil-02 et Vil-03) et Nartau (Nar-01 et Nar-02). La valeur la plus élevée est identifiée directement sur la verse de Nartau (Nar-01).

**Ces dépôts significatifs en As sont extrêmement localisés puisque les concentrations chutent en s'éloignant de quelques centaines de mètres des dispositifs.** A titre d'exemple, le dépôt métallique en As diminue d'un facteur 100 sur le dispositif situé le long du Grésillou (Nar-03). **Les résultats soulignent que durant la période de mesures les dépôts d'As restent en lien avec les phénomènes de réenvols de poussières micro-locaux plutôt qu'avec un transport à moyenne ou longue distance *via* les vents.**

Ce constat corrobore les précédentes investigations menées par le BRGM qui ont souligné que « *le principal minéral présent sur le site qui affleure à la surface est de l'arsénoxyde riche en fer, en soufre et en arsenic (de 7 à 20% par tonne) et contenant quelques grammes d'or par tonne. L'arsenic est donc naturellement présent sur ce secteur, l'érosion des bancs de minéral depuis des millions d'années conduisant à des concentrations importantes d'arsenic sous forme particulière (sulfures) dans les sédiments des cours d'eau et les zones inondables* ».

Dans un deuxième temps, l'utilisation de l'expression des charges métalliques a montré que la composition des poussières était plus marquée par la présence d'aluminium, de zinc, de manganèse et de cuivre.

Tableau 10. Traceurs d'émissions spécifiques mis en exergue à l'issue de la campagne de mesures hiver 2020

Stations	Traceurs spécifiques
Sal-01	W
Sal-02	Zn, W
Cau-01	Cr, Mn, Ni, Pb
Cau-02	Cd, Mn, Pb, W
Cau-03	As, Bi, Cd, Mn, Pb
Nar-01	As, Bi, Cd, Pb, Sb, Sn, Zn
Nar-02	Al, As, Bi, Co, Cr, Ni, Sn
Nar-03	As, Sn, Zn, W
Nar-04	-
Vil-01	As, Zn
Vil-02	As
Vil-03	As, Bi, Ni
Com-01	Sb,
Com-02	Mn, Pb
Com-03	As, Bi, Cd, Mn, Pb, W
Com-04	Mn
Com-05	Cu, Mn, Pb, W
Com-06	Mn
Mal-01	Al, As, Cd, Co, Cr, Ni, Sb, Sn, Zn, W
Mal-02	-

Dans la majorité des cas, les charges métalliques sont homogènes entre les stations. Certains éléments sur certaines stations peuvent toutefois être isolés car elles sont significativement plus élevées. Ces éléments, de fait, à l'issue de cette campagne, pourraient être considérés comme des traceurs d'émissions spécifiques de chaque site. Ils sont regroupés dans le [tableau 10](#).

Parmi ces traceurs d'émissions, c'est l'As qui met en avant les écarts les plus importants.

Dans l'optique de hiérarchiser les sites en matière d'émissions diffuses, les sites de Nartau (Nar-01 et Nar-02) et de Villardonnell (Vil-02 et Vil-03) apparaissent comme prioritaires puisqu'ils traduisent les dépôts d'arsenic les plus importants en termes de quantité et de charge métallique. Dans un second temps, le secteur de la Combe du Saut (Com-03) est également en lien avec des valeurs inhabituelles susceptibles de nous interroger sur la nécessité d'un renforcement du programme de mesures (stations supplémentaires) afin de mieux identifier et caractériser ce site particulier.



A noter que ce constat se base sur une campagne hivernale et que les résultats restent uniquement représentatifs des dépôts lors d'un mois d'exposition. Ils ne peuvent être généralisés ou être représentatifs d'un dépôt chronique ou annuel.

## 13. PERSPECTIVES

---

Comme évoqué précédemment, le programme réalisé demeure une première approche concernant les mesures des dépôts métalliques diffus autour des anciens sites miniers situés autour de Salsigne. Afin d'être exhaustif, plusieurs perspectives peuvent être évoquées quant à l'évolution de ce programme.

Le programme s'est déroulé du 07 février au 05 mars 2020. Les résultats obtenus ne peuvent être représentatifs que du mois d'exposition des collecteurs de précipitations. Les quantités de poussières récoltées sont directement liées à la météorologie (pluviométrie et réenvols de poussières) et aux activités présentes durant la mesure (Carrière de La Caunette et station de traitement) :

- Afin d'être représentatif d'une année et d'intégrer les différentes conditions météorologiques saisonnières, il faudrait réaliser cette campagne 2 fois en une année. L'objectif est alors de répondre aux exigences de la directive européenne 2008/50/CE du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant qui précise que pour des mesures indicatives visant à être représentatives d'une année, la période minimale de prise en compte doit être au minimum de 14% de l'année, soit 52 jours.
- Le renouvellement de la campagne de mesures permettrait également de se placer dans des circonstances d'activité différentes selon les sites. A titre d'exemple, sur le site de La Combe du Saut, il pourrait être intéressant de rajouter des collecteurs supplémentaires afin de se rapprocher des sources potentielles d'émissions et ainsi mieux caractériser ce secteur particulier.

Une autre perspective concerne le réseau des dispositifs. L'analyse des charges métalliques a souligné la présence ubiquitaire d'Al, Mn, Zn et Cu dans les poussières récupérées. Il serait intéressant de comparer ce profil dans les poussières à des résultats sur un ou plusieurs dispositifs situés en zones non influencés par les anciens sites miniers tout en restant sur le secteur géographique de la Montagne Noire (afin de garder des lithologies similaires). Ce ou ces stations apporteraient ainsi des valeurs repères supplémentaires permettant de pondérer les résultats et de pointer de manière plus précise les anomalies.

## ANNEXE A – FICHES D'IDENTITE DES STATIONS

**SITE : Mine à Ciel Ouvert (commune de Salsigne)**

**Station Sal-01 : Secteur ouest de la Mine à Ciel Ouvert de Salsigne (MCO)**

**Objectif du point de mesures :** Mesure des dépôts atmosphériques soumis aux vents d'est par rapport à la MCO



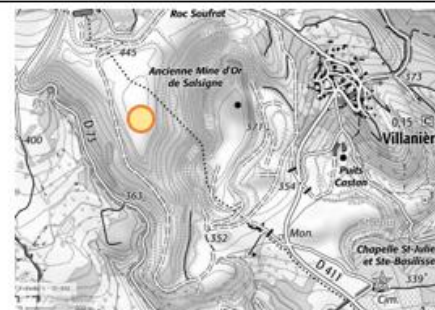
**Descriptif de la station :**

**Lieu :** Sur les hauteurs de la MCO – Parcelle 000/AC/0135

**Coordonnées géoréférencées :** 43°20'25.54"N/2°21'1.26"E

**Altitude :** 460 m

**Distance par rapport à la MCO :** Sur l'emprise du site





**SITE : Mine à Ciel Ouvert (commune de Villanière)**

**Station Sal-02 : Secteur est de la Mine à Ciel Ouvert de Salsigne (MCO)**

**Objectif du point de mesures :** Mesure des dépôts atmosphériques soumis aux vents d'ouest par rapport à la MCO



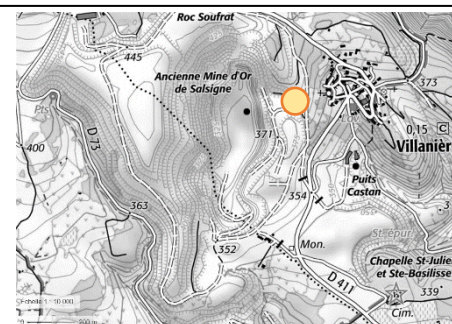
**Descriptif de la station :**

**Lieu :** Sur le front est de la MCO – Parcelle 000/AH/320

**Coordonnées géoréférencées :** 43°20'30.64"N/2°21'29.78"E

**Altitude :** 400 m

**Distance par rapport à la MCO :** Sur l'emprise du site



**SITE : Mine à Ciel Ouvert (commune de Salsigne)**

**Station Sal-03 / BL-01 : Secteur sud de la Mine à Ciel Ouvert de Salsigne (MCO)**

**Objectif du point de mesures :** Mesure des dépôts atmosphériques soumis aux vents de nord par rapport à la MCO + blanc de terrain



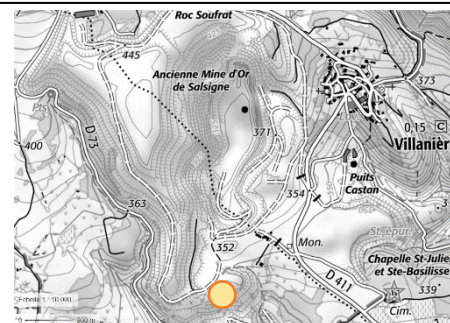
**Descriptif de la station :**

**Lieu :** Anciens ateliers de la MCO – Parcelle 000/AD/0649

**Coordonnées géoréférencées :** 43°20'2.22"N/2°21'15.00"E

**Altitude :** 350 m

**Distance par rapport à la MCO :** Sur l'emprise du site

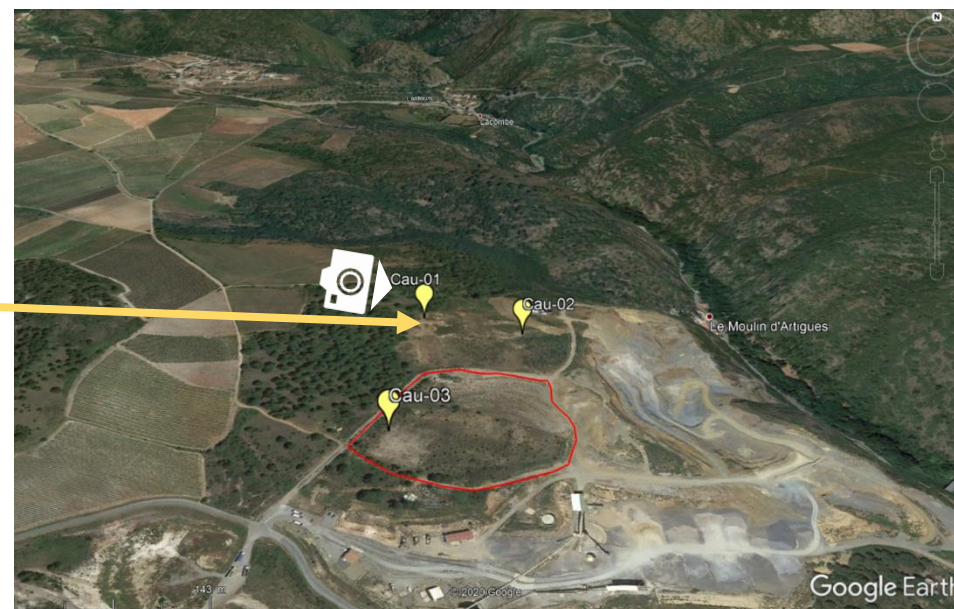




**SITE : La Caunette (commune de Lastours)**

**Station Cau-01 : Secteur nord-nord-ouest du site de La Caunette**

Objectif du point de mesures : Mesure des dépôts atmosphériques soumis aux vents de sud-sud-est par rapport au site de la Caunette



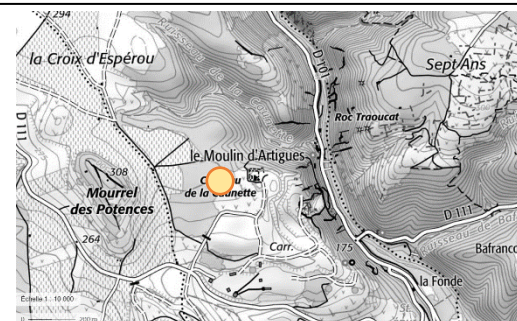
**Descriptif de la station :**

Lieu : Limite de propriété – Parcelle 000/0U/0728

Coordonnées géoréférencées : 43°19'10.80"N/2°22'51.30"E

Altitude : 280 m

Distance par rapport au site de La Caunette : 110 m de l'emprise du site

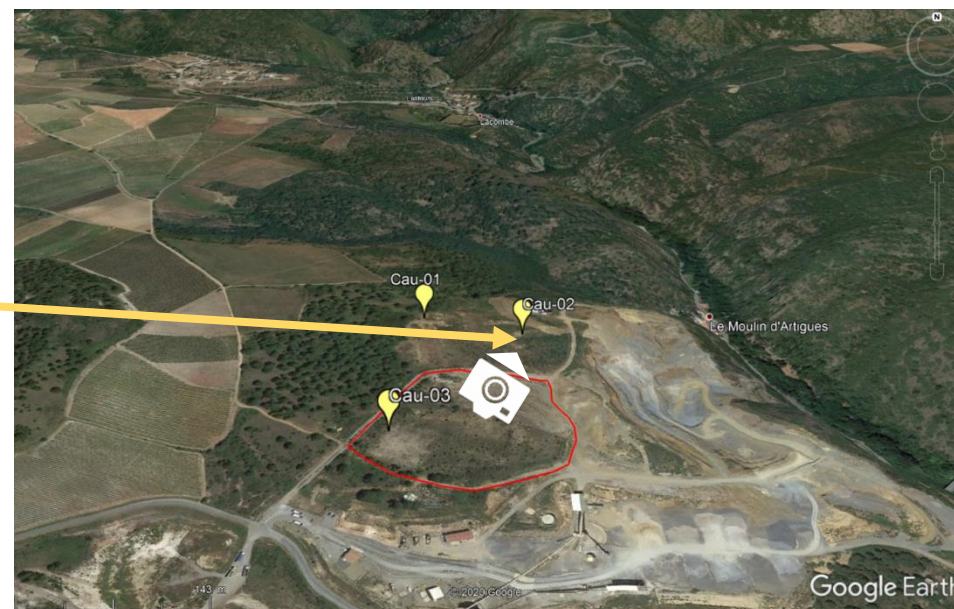




**SITE : La Caunette (commune de Lastours)**

**Station Cau-02 : Secteur nord-nord-est du site de La Caunette**

Objectif du point de mesures : Mesure des dépôts atmosphériques soumis aux vents de sud-sud-ouest par rapport au site de la Caunette



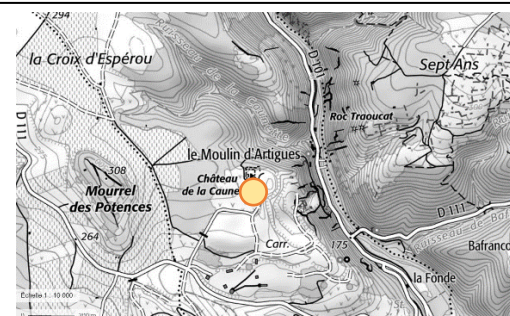
**Descriptif de la station :**

Lieu : Proximité du château – Parcelle 000/OU/0728

Coordonnées géoréférencées : 43°19'9.60"N/2°22'56.80"E

Altitude : 270 m

Distance par rapport au site de La Caunette : 100 m de l'emprise du site

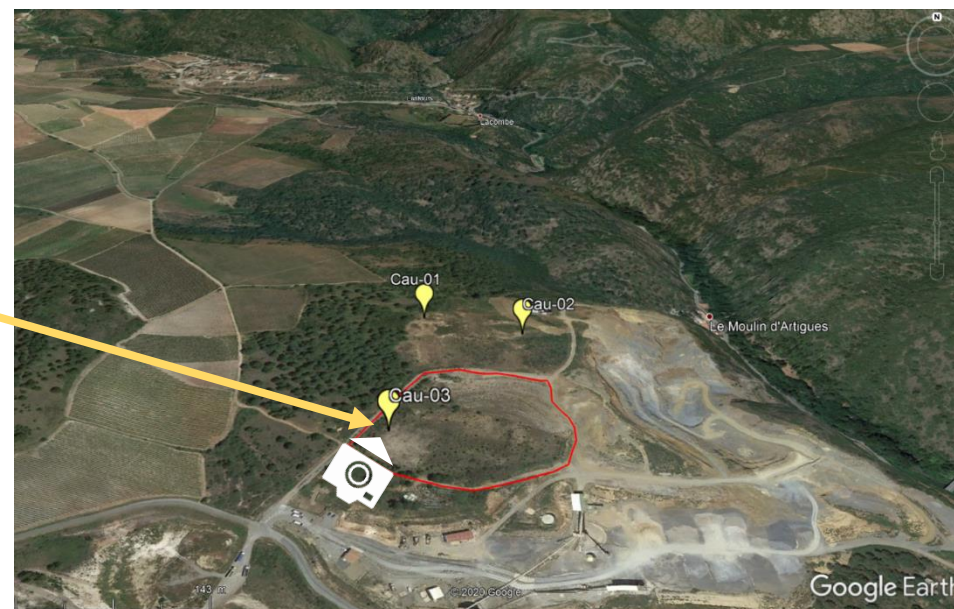




**SITE : La Caunette (commune de Lastours)**

**Station Cau-03 : Secteur ouest du site de La Caunette**

Objectif du point de mesures : Mesure des dépôts atmosphériques soumis aux vents d'est par rapport au site de la Caunette



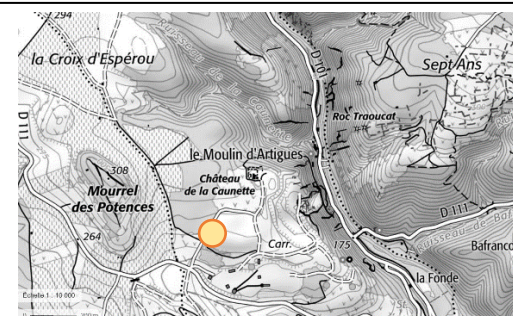
**Descriptif de la station :**

Lieu : Entrée du site – Parcelle 000/0U/0821

Coordonnées géoréférencées : 43°19'3.40"N/2°22'50.30"E

Altitude : 260 m

Distance par rapport au site de La Caunette : sur l'emprise du site

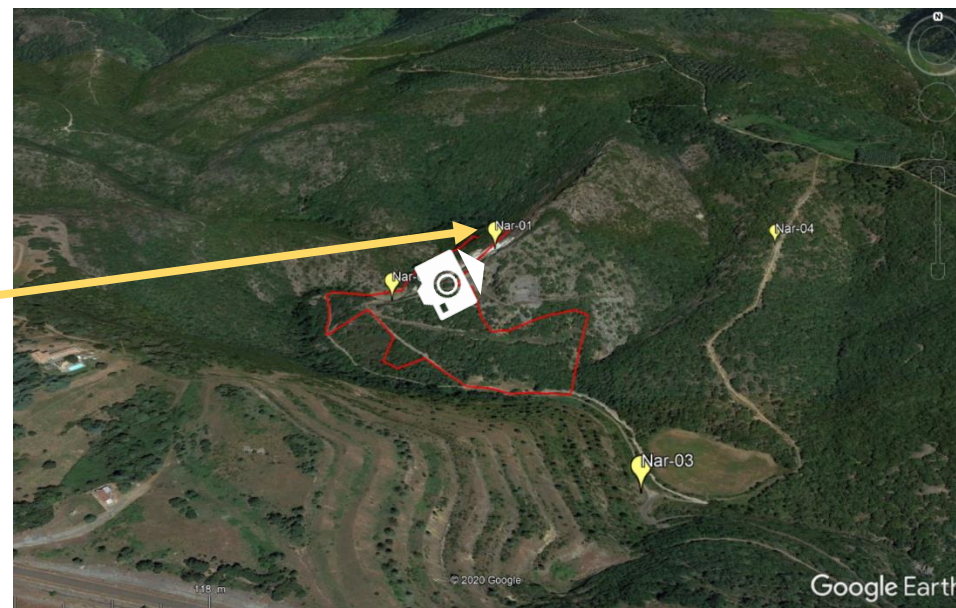




**SITE : Nartau (commune de La Villanière)**

**Station Nar-01 : Sommet de la verse de Nartau**

Objectif du point de mesures : Mesure des dépôts atmosphériques sur la verse



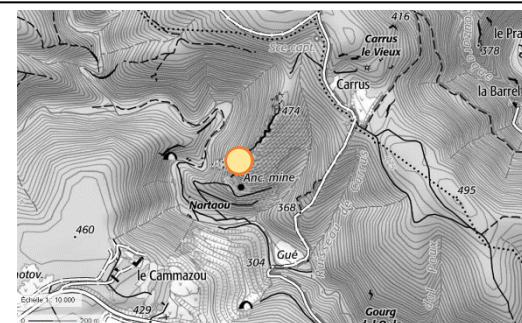
**Descriptif de la station :**

Lieu : Sommet de la verse côté sud – Parcelle 000/AD/0058

Coordonnées géoréférencées : 43°21'3.50"N/2°21'31.60"E

Altitude : 390 m

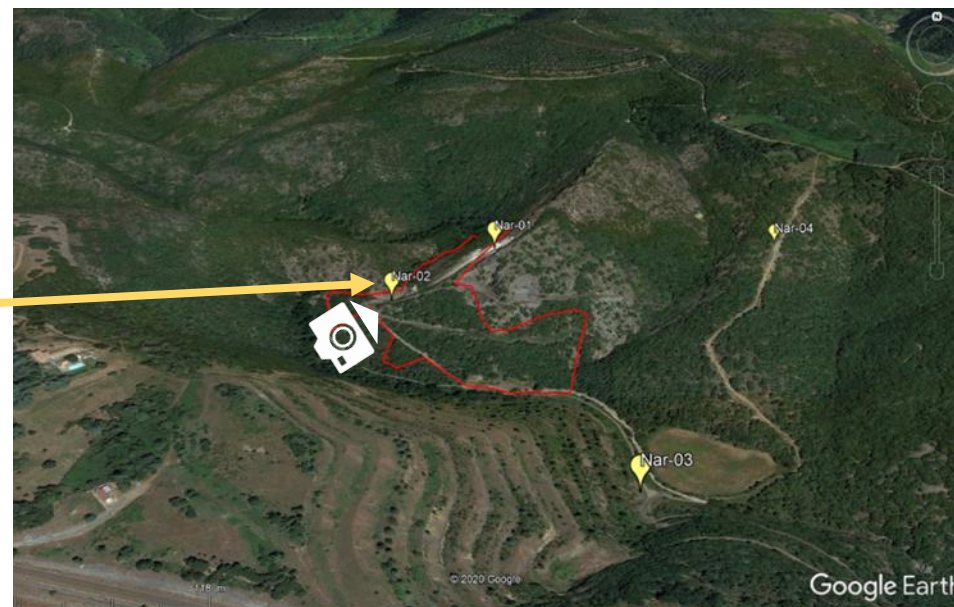
Distance par rapport à la verse de Nartau : sur l'emprise du site



**SITE : Nartau (commune de La Villanière)**

**Station Nar-02 : Milieu de la verse de Nartau**

**Objectif du point de mesures :** Mesure des dépôts atmosphériques à proximité immédiate de la verse



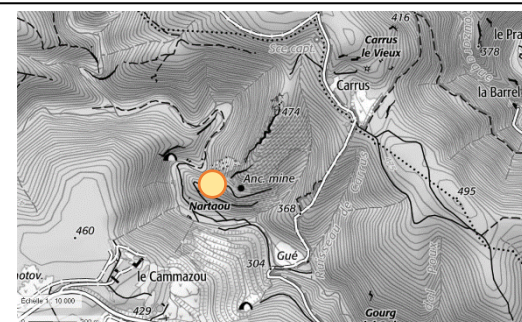
**Descriptif de la station :**

**Lieu :** Milieu de la verse côté sud – Parcelle 000/AD/0066

**Coordonnées géoréférencées :** 43°21'1.30"N/2°21'25.50"E

**Altitude :** 340 m

**Distance par rapport à la verse de Nartau :** 120 m

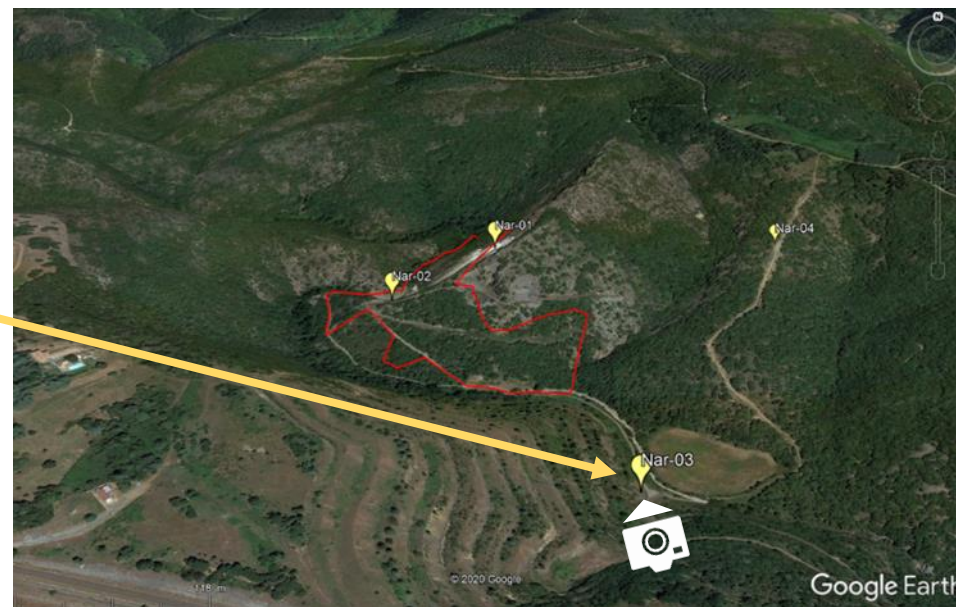




**SITE : Nartau (commune de La Villanière)**

**Station Nar-03 : Passage à gué du Grésillou**

**Objectif du point de mesures :** Mesure des dépôts atmosphériques au sud-est de la verse



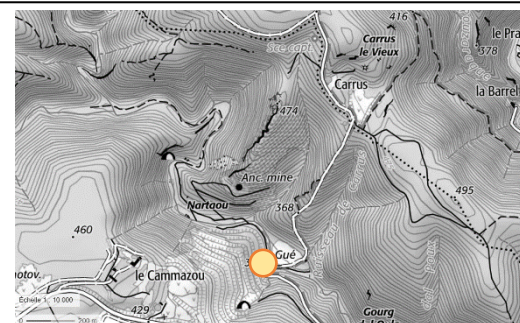
**Descriptif de la station :**

**Lieu :** Proximité du Grésillou – Parcelle 000/AE/0079

**Coordonnées géoréférencées :** 43°20'49.95"N/2°21'37.80"E

**Altitude :** 300 m

**Distance par rapport à la verse de Nartau :** 470 m

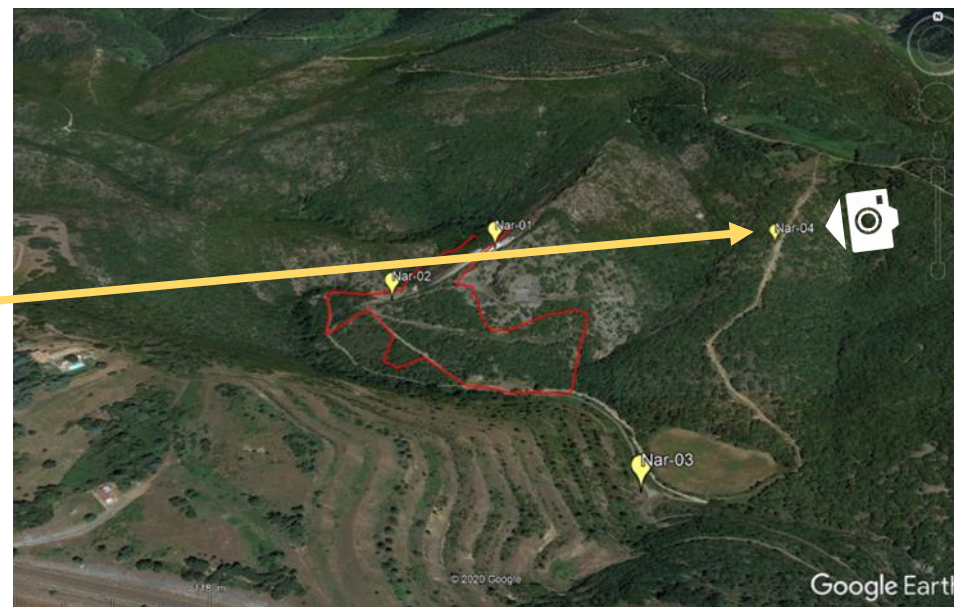




**SITE : Nartau (commune de La Villanière)**

**Station Nar-04 : Ligne de crête**

**Objectif du point de mesures :** Mesure des dépôts atmosphériques à l'est de la versé sur une ligne de crête différente



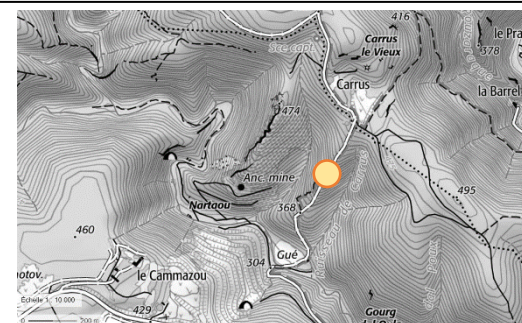
**Descriptif de la station :**

Lieu : Ligne de crête à l'est – Parcelle 000/0A/0237

Coordonnées géoréférencées : 43°21'01.92"N/2°21'47.74"E

Altitude : 410 m

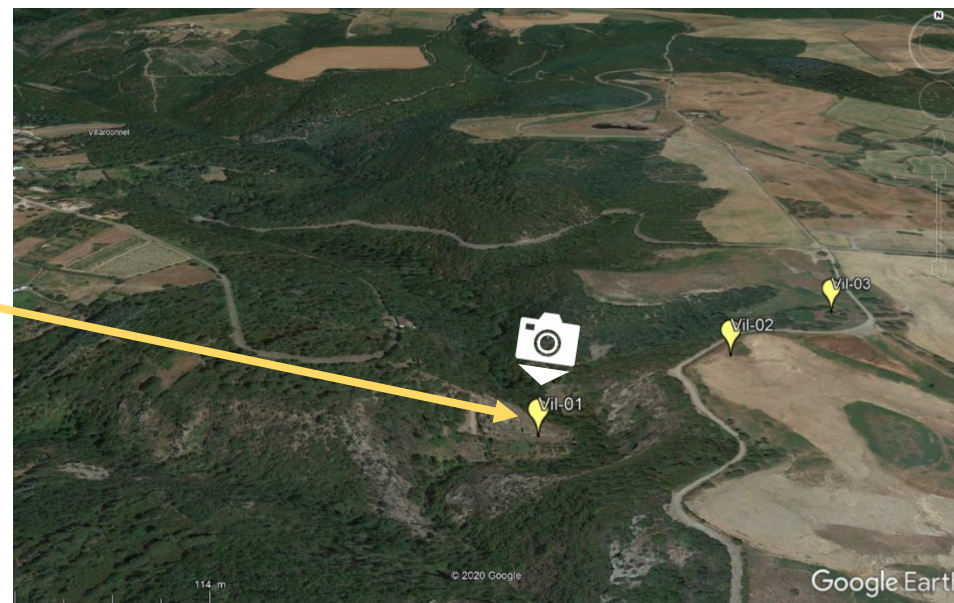
Distance par rapport à la versé de Nartau : 400 m



**SITE : Combe Lisou (Commune de Villardonnel)**

**Station VII-01 : Ancienne fonderie M.O.S.**

**Objectif du point de mesures :** Mesure des dépôts atmosphériques au droit de l'ancienne fonderie



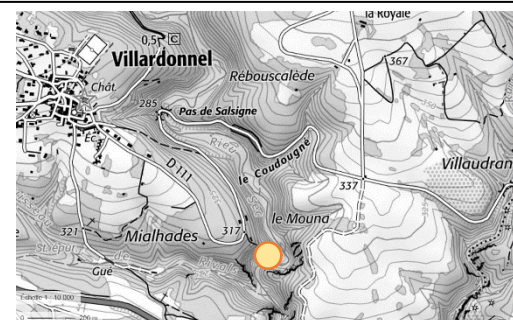
**Descriptif de la station :**

**Lieu :** Ancienne fonderie – Parcelle 000/AD/0186

**Coordonnées géoréférencées :** 43°19'46.20"N/2°19'21.30"E

**Altitude :** 410 m

**Distance par rapport à l'ancienne usine :** sur l'emprise du site

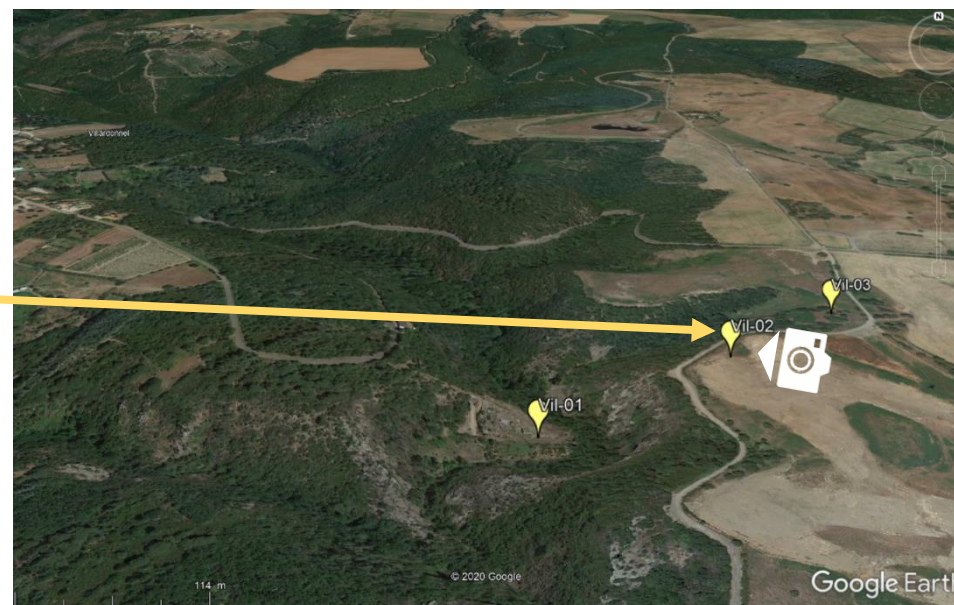




**SITE : Combe Lisou (Commune de Villardonne)**

**Station VII-02 : Champs à l'est de l'ancienne fonderie**

**Objectif du point de mesures :** Mesure des dépôts atmosphériques à l'est l'ancienne fonderie



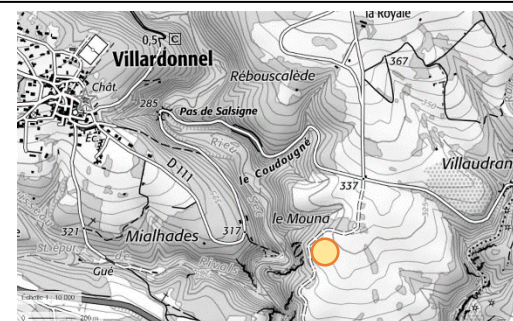
**Descriptif de la station :**

**Lieu :** Champs en friche – Parcelle 000/0B/0332

**Coordonnées géoréférencées :** 43°19'48.20"N/2°19'29.30"E

**Altitude :** 320 m

**Distance par rapport à l'ancienne usine :** 200 m

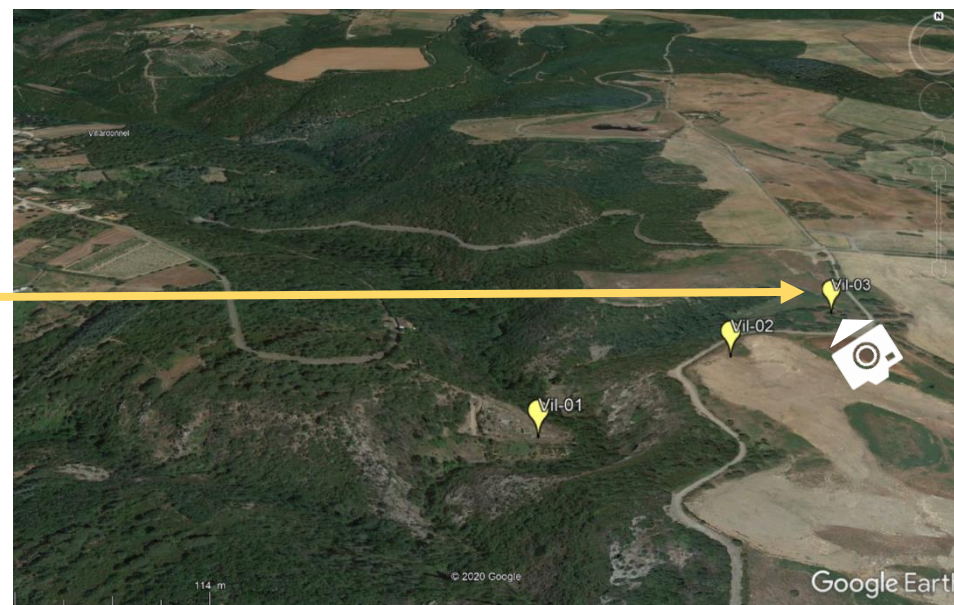




**SITE : Combe Lisou (Commune de Villardonne)**

**Station VII-03 : Champs à l'est de l'ancienne fonderie – proximité stockage déchets**

**Objectif du point de mesures :** Mesure des dépôts atmosphériques à l'est l'ancienne fonderie



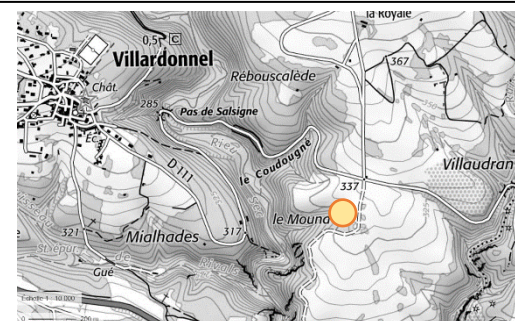
**Descriptif de la station :**

**Lieu :** Proximité stockage déchets – Parcelle 000/OB/0331

**Coordonnées géoréférencées :** 43°19'50.80"N/2°19'34.70"E

**Altitude :** 330 m

**Distance par rapport à l'ancienne usine :** 340 m





**SITE : Combe du Saut - Axe Montredon / Artus (commune de Salsigne)**

**Station Com-01 : Sommet de Montredon**

Objectif du point de mesures : Mesure des dépôts atmosphériques sur le site de Montredon



**Descriptif de la station :**

Lieu : Sommet du stockage de Montredon – Parcelle 000/AH/0229

Coordonnées géoréférencées : 43°18'46.20"N/2°22'48.90"E

Altitude : 280 m

Distance par rapport à la station de traitement : 1000 m





**SITE : Combe du Saut - Axe Montredon / Artus (commune de Limousis)**

**Station Com-02 : Contrebas de Montredon**

**Objectif du point de mesures :** Mesure des dépôts atmosphériques entre Montredon et la STEP



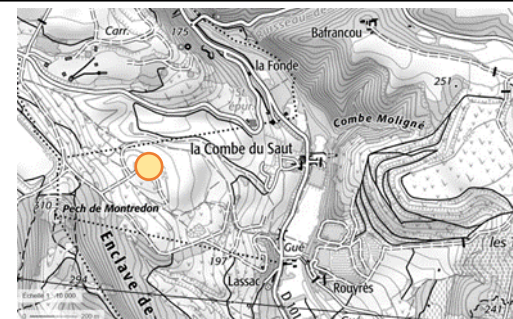
**Descriptif de la station :**

Lieu : Contrebas du stockage de Montredon – Parcelle 000/OA/1644

Coordonnées géoréférencées : 43°18'44.18"N/2°23'6.35"E

Altitude : 240 m

Distance par rapport à la station de traitement : 650 m

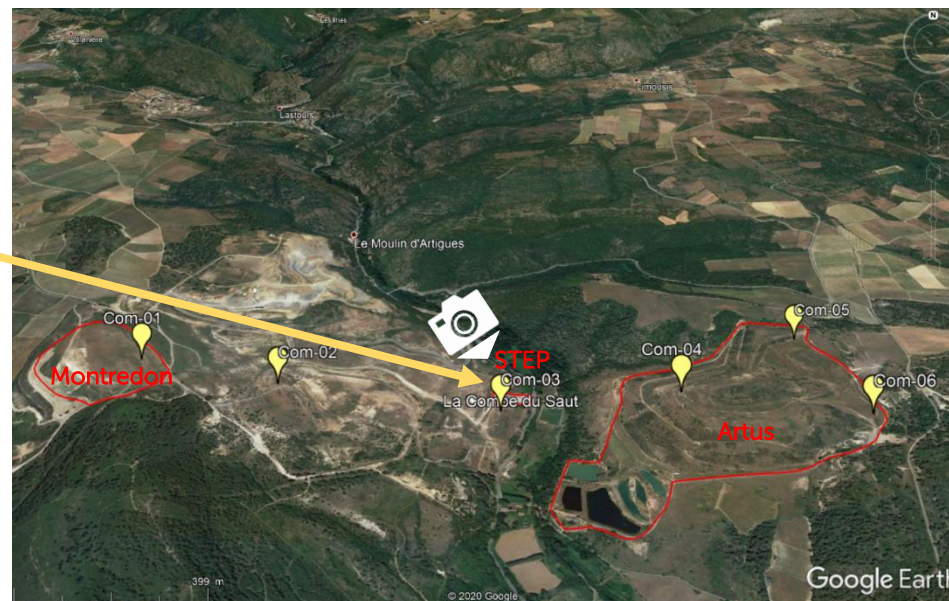




**SITE : Combe du Saut - Axe Montredon / Artus (commune de Limousis)**

**Station Com-03 / BL-02 : Combe du Saut – proximité de la STEP**

**Objectif du point de mesures :** Mesure des dépôts atmosphériques à proximité de la STEP + blanc de terrain



**Descriptif de la station :**

Lieu : Champs Manié – Parcelle 000/OA/1502

Coordonnées géoréférencées : 43°18'42.73"N/2°23'33.92"E

Altitude : 180 m

Distance par rapport à la station de traitement : 150 m

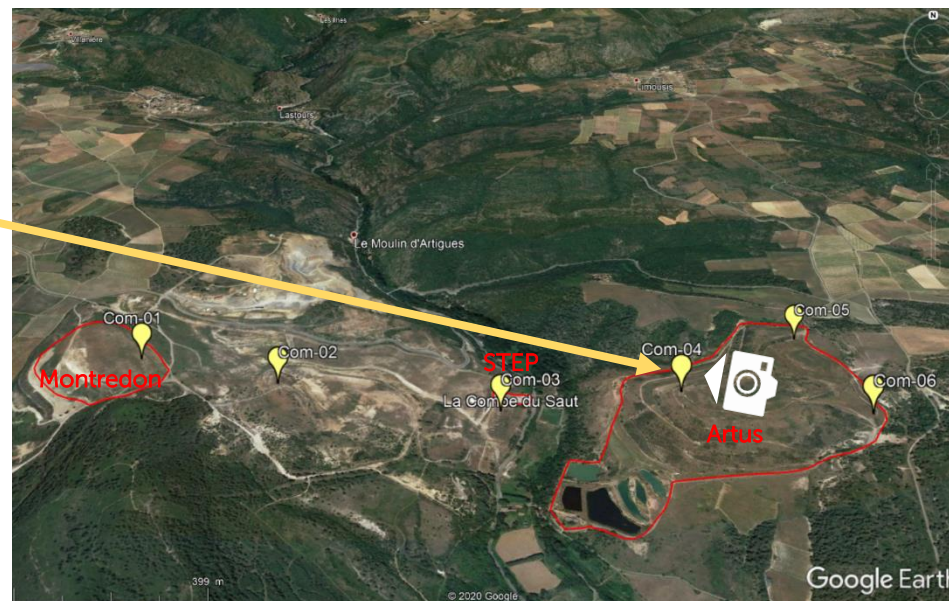




**SITE : Combe du Saut - Axe Montredon / Artus (commune de Limousis)**

**Station Com-04 : Limite ouest de l'Artus**

**Objectif du point de mesures :** Mesure des dépôts atmosphériques sur la partie ouest de l'Artus



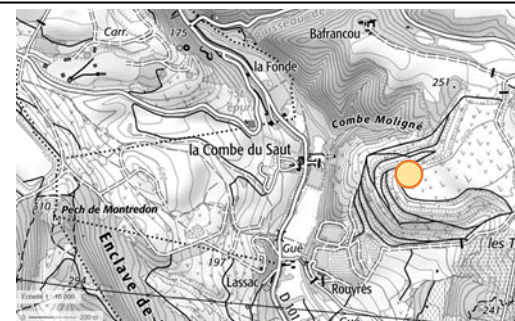
**Descriptif de la station :**

Lieu : Extrémité ouest de l'Artus – Parcelle 000/OA/1772

Coordonnées géoréférencées : 43°18'42.31"N/2°23'55.69"E

Altitude : 250 m

Distance par rapport à la station de traitement : 470 m

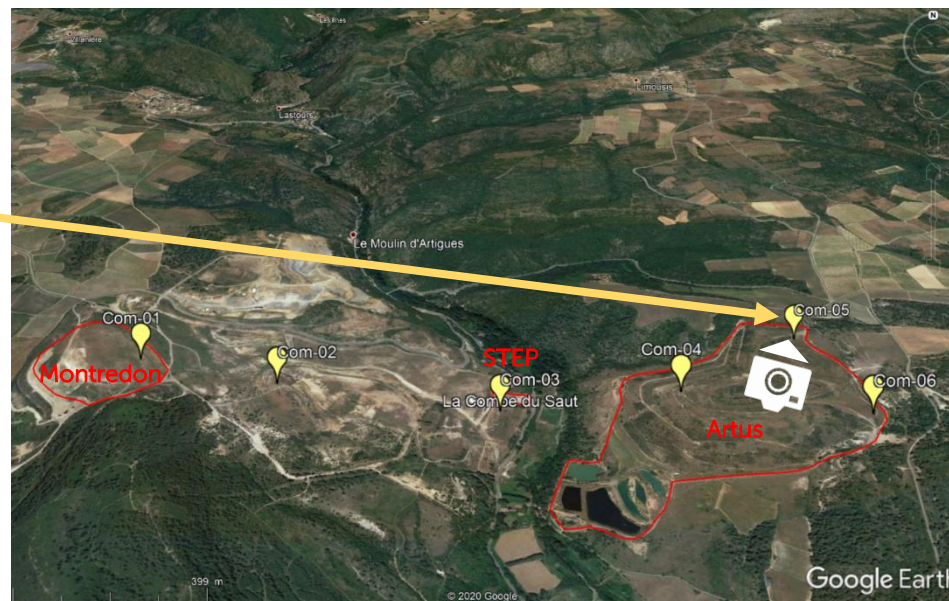




**SITE : Combe du Saut - Axe Montredon / Artus (commune de Limousis)**

**Station Com-05 / BL-03 : Limite nord de l'Artus**

**Objectif du point de mesures :** Mesure des dépôts atmosphériques sur la partie nord de l'Artus + blanc de terrain



**Descriptif de la station :**

Lieu : Entrée nord du site de l'Artus – Parcelle 000/OA/1772

Coordonnées géoréférencées : 43°18'39.42"N/2°24'17.38"E

Altitude : 250 m

Distance par rapport à la station de traitement : 880 m

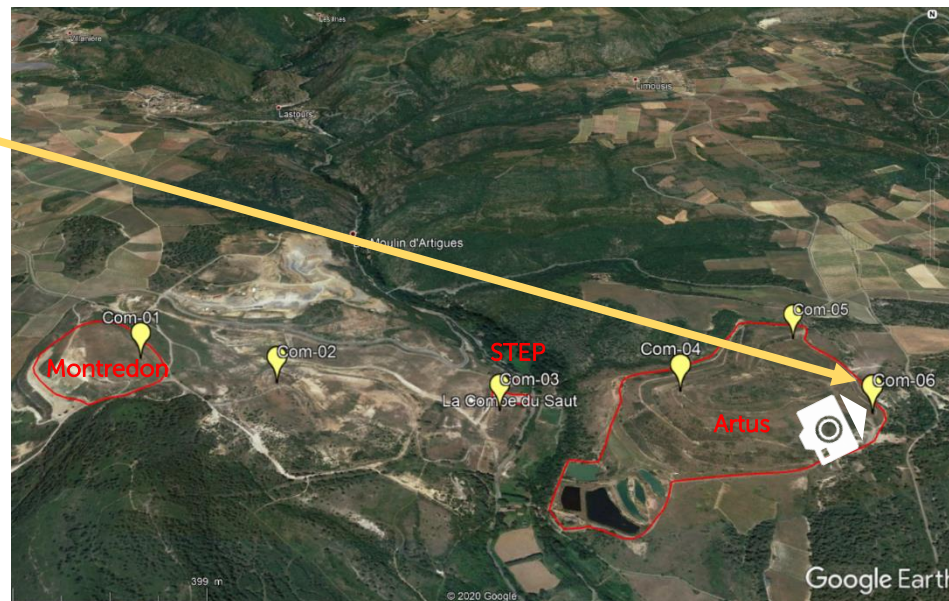




**SITE : Combe du Saut - Axe Montredon / Artus (commune de Limousis)**

**Station Com-06 : Limite est de l'Artus**

**Objectif du point de mesures :** Mesure des dépôts atmosphériques sur la partie est de l'Artus



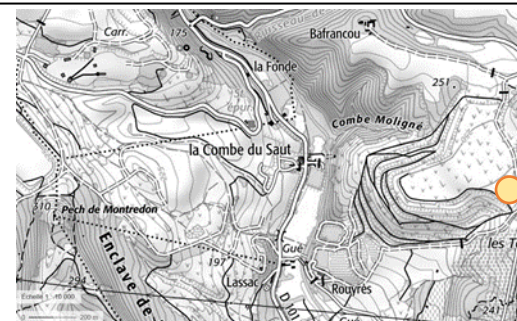
**Descriptif de la station :**

**Lieu :** Limite est de l'Artus – Parcelle 000/OA/1772

**Coordonnées géoréférencées :** 43°18'50.70"N/2°24'12.93"E

**Altitude :** 250 m

**Distance par rapport à la station de traitement :** 970 m





**SITE : Site de Malabau (Commune de Salsigne)**

**Station Mal-01 : Contrebas de Malabau**

**Objectif du point de mesures :** Mesure des dépôts atmosphériques sur la partie ouest du site de Malabau



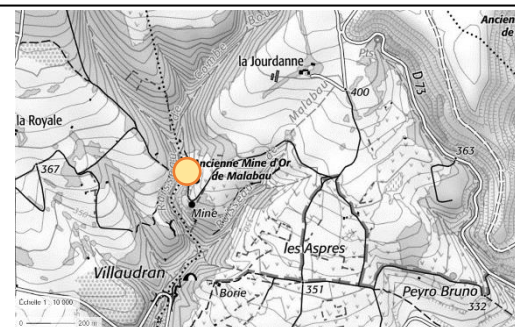
**Descriptif de la station :**

**Lieu :** Contrebas du site de stockage de Malabau – Parcelle 000/OB/0193

**Coordonnées géoréférencées :** 43°20'13.50"N/2°20'7.90"E

**Altitude :** 340 m

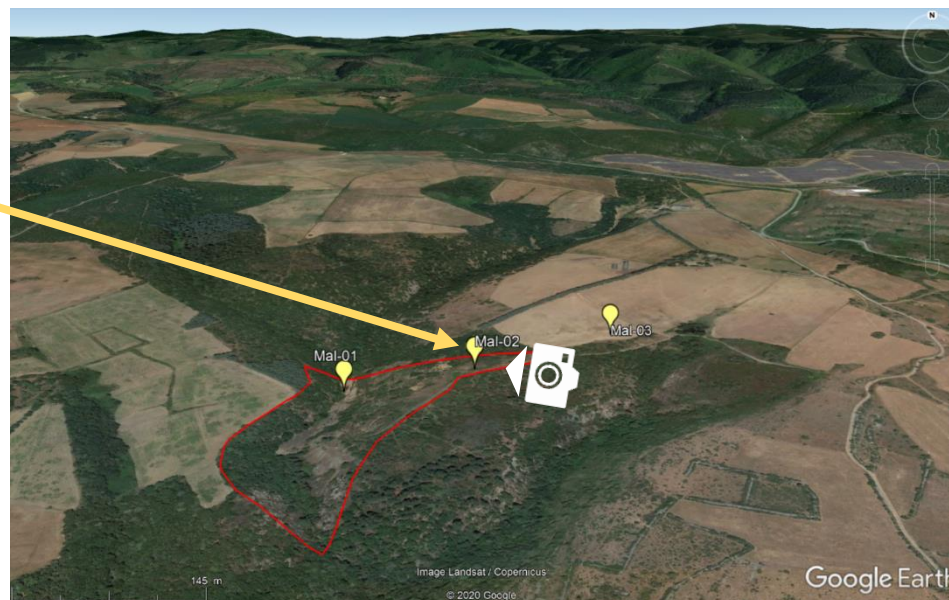
**Distance par rapport à la verse :** sur l'emprise du site



**SITE : Site de Malabau (Commune de Salsigne)**

**Station Mal-02 : Entrée de la Mine de Malabau**

**Objectif du point de mesures :** Mesure des dépôts atmosphériques à proximité de l'entrée de l'ancienne mine de Malabau



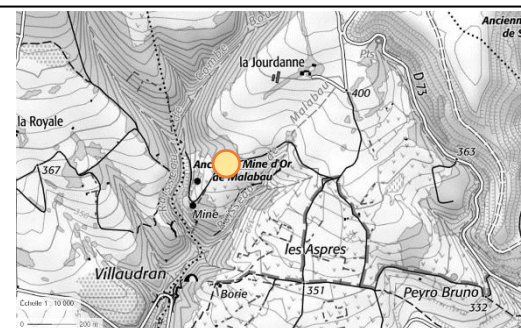
**Descriptif de la station :**

**Lieu :** Entrée de l'ancienne mine de Malabau – Parcelle 000/AC/0295

**Coordonnées géoréférencées :** 43°20'13.20"N/2°20'14.90"E

**Altitude :** 370 m

**Distance par rapport à la verse :** 140 m

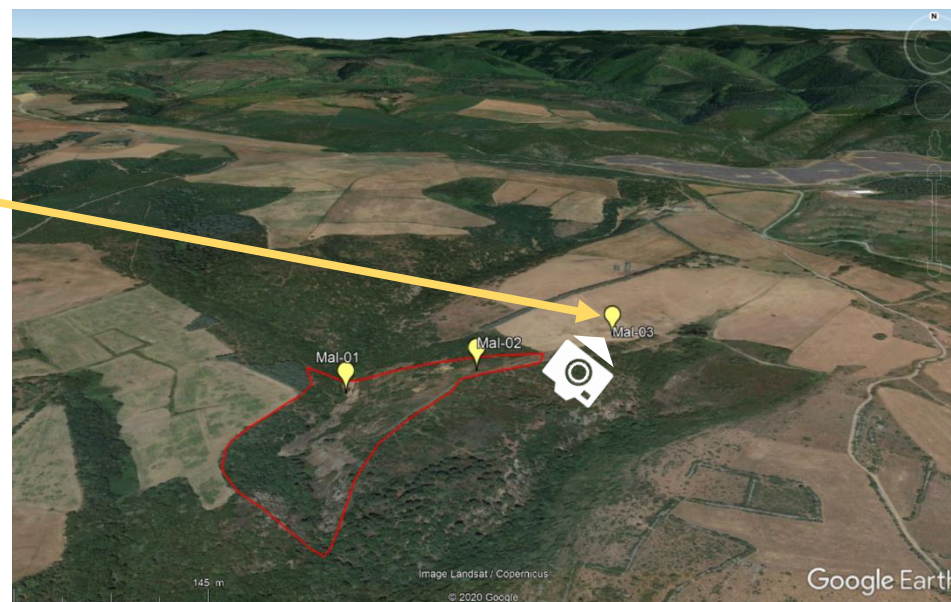




**SITE : Site de Malabau (Commune de Salsigne)**

**Station Mal-03 : Entrée de la Mine de Malabau**

**Objectif du point de mesures :** Mesure des dépôts atmosphériques à proximité de l'entrée de l'ancienne mine de Malabau



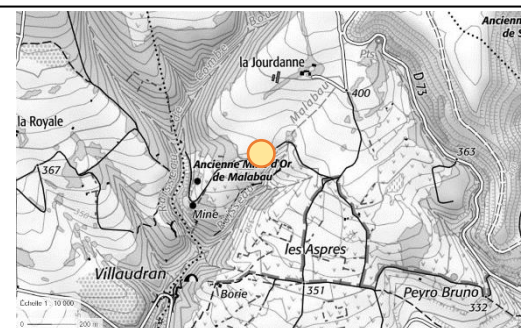
**Descriptif de la station :**

**Lieu :** Proximité pré à pâture à l'est de la Mine – Parcelle 000/AC/0002

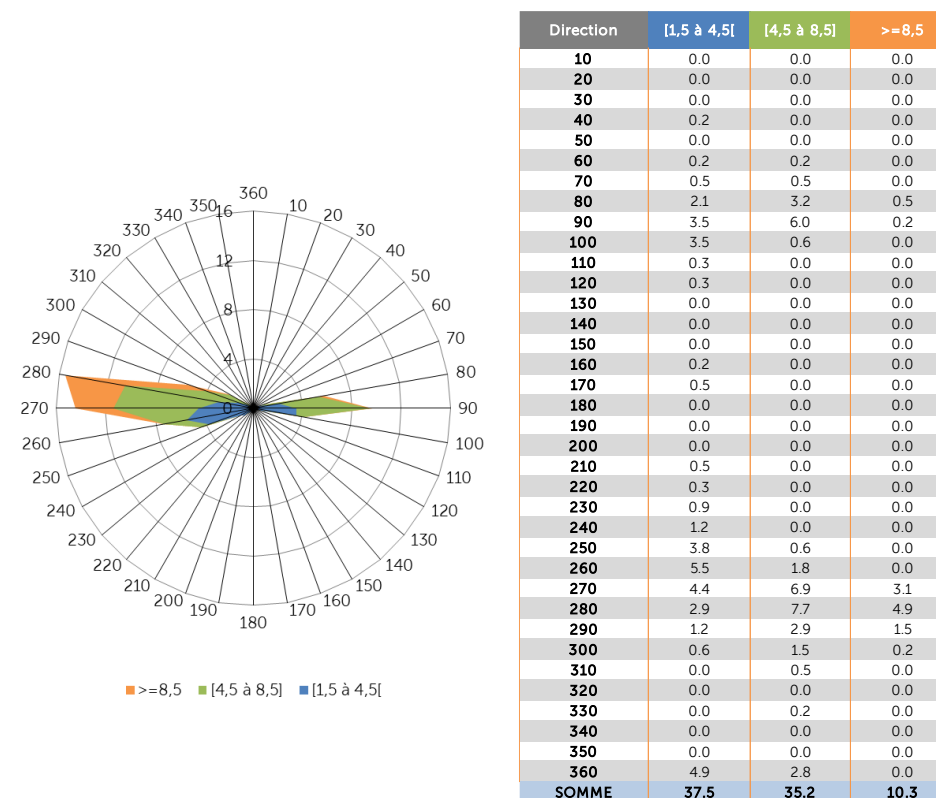
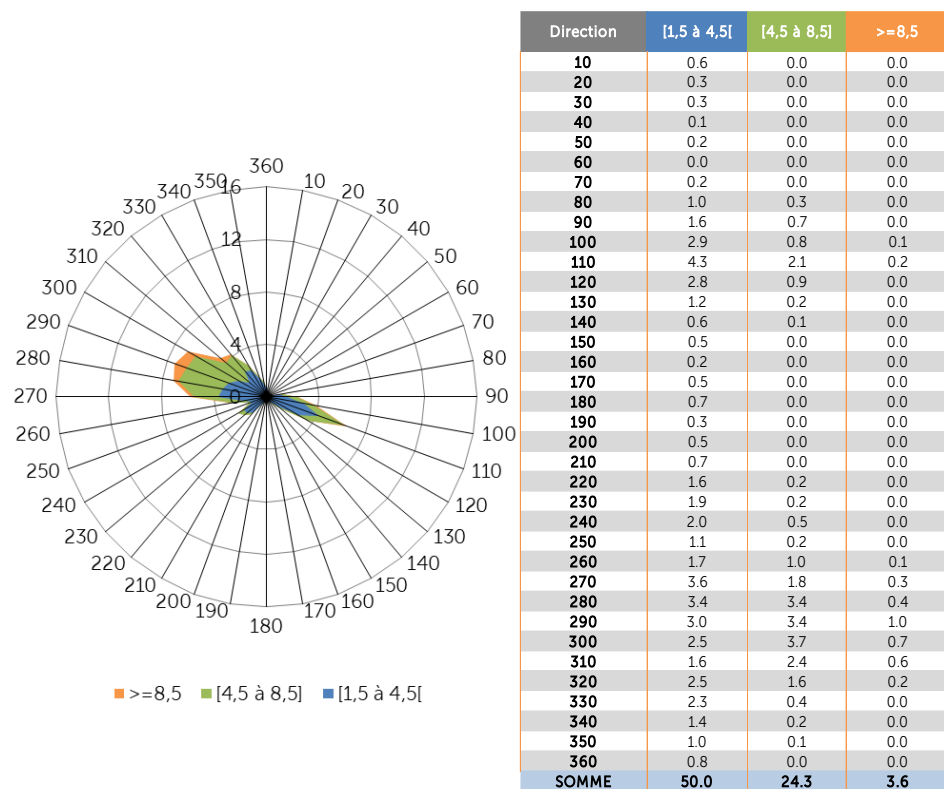
**Coordonnées géoréférencées :** 43°20'16.20"N/2°20'22.63"E

**Altitude :** 380 m

**Distance par rapport à la verse :** 280 m

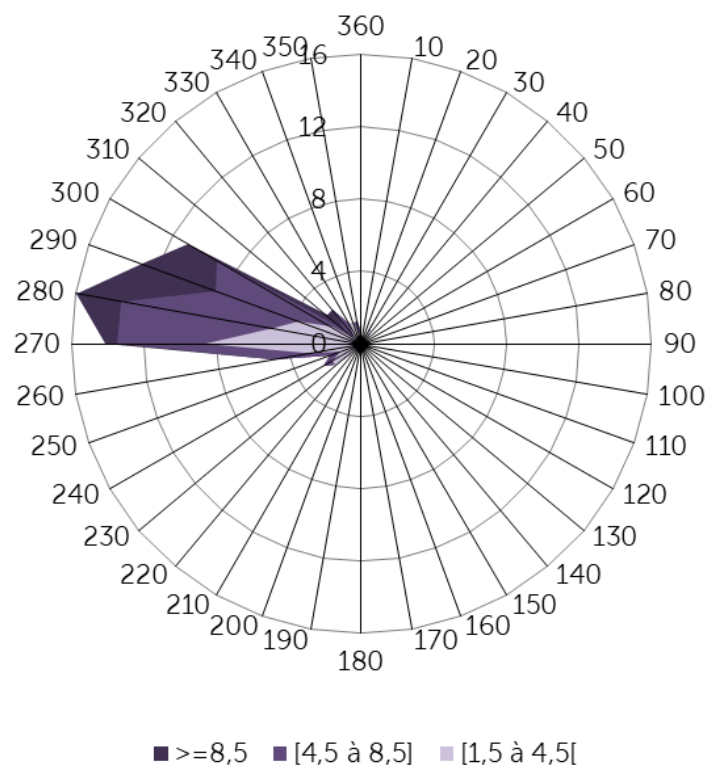


## ANNEXES B – REGIMES DES VENTS MESURES SUR LES PERIODES D'EXPOSITION DES COLLECTEURS DE PRECIPITATIONS (COMBE DU SAUT A GAUCHE / CARCASSONNE A DROITE)





## ANNEXES C - REGIMES DES VENTS ASSOCIES AUX PLUIES MESURES SUR LA PERIODE DES COLLECTEURS DE PRECIPITATIONS (COMBE DU SAUT)



Direction	[1,5 à 4,5[	[4,5 à 8,5]	>=8,5
10	0.0	0.0	0.0
20	0.0	0.0	0.0
30	1.2	0.0	0.0
40	0.6	0.0	0.0
50	0.6	0.0	0.0
60	0.0	0.0	0.0
70	0.0	0.0	0.0
80	0.0	0.0	0.0
90	0.0	0.0	0.0
100	0.0	0.0	0.0
110	0.6	0.0	0.0
120	0.6	0.0	0.0
130	0.0	0.0	0.0
140	0.0	0.0	0.0
150	0.0	0.0	0.0
160	0.0	0.0	0.0
170	0.0	0.0	0.0
180	0.0	0.0	0.0
190	0.0	0.0	0.0
200	0.0	0.0	0.0
210	0.6	0.0	0.0
220	0.6	0.0	0.0
230	1.8	0.0	0.0
240	1.8	0.6	0.0
250	1.2	0.6	0.0
260	3.1	1.8	0.0
270	8.6	4.9	0.6
280	4.9	8.6	2.5
290	3.7	4.9	4.3
300	1.8	7.4	1.8
310	0.6	0.6	1.2
320	0.6	1.8	0.0
330	1.2	0.0	0.0
340	1.2	0.0	0.0
350	0.6	0.6	0.0
360	0.6	0.0	0.0
<b>SOMME</b>	<b>36.8</b>	<b>31.9</b>	<b>10.4</b>

## ANNEXES D – CODES D'IDENTIFICATION ET D'ENREGISTREMENT DES STATIONS SUR LE TERRAIN ET MENTIONNES DANS LES BORDEREAUX D'ANALYSES

Stations	Référence de l'échantillon Campagne hiver 2020
<b>Site de Salsigne</b>	
Sal-01	0220/JAU/BR-DP-SAL-01
Sal-02	0220/JAU/BR-DP-SAL-02
Sal-03	0220/JAU/BR-DP-SAL-03
<b>Site de La Caunette</b>	
Cau-01	0220/JAU/BR-DP-CAU-01
Cau-02	0220/JAU/BR-DP-CAU-02
Cau-03	0220/JAU/BR-DP-CAU-03
<b>Site de Nartau</b>	
Nar-01	0220/JAU/BR-DP-NAR-01
Nar-02	0220/JAU/BR-DP-NAR-02
Nar-03	0220/JAU/BR-DP-NAR-03
Nar-04	0220/JAU/BR-DP-NAR-04
<b>Site de Villardonnell</b>	
Vil-01	0220/JAU/BR-DP-VIL-01
Vil-02	0220/JAU/BR-DP-VIL-02
Vil-03	0220/JAU/BR-DP-VIL-03
<b>Site de La Combe du saut</b>	
Com-01	0220/JAU/BR-DP-COM-01
Com-02	0220/JAU/BR-DP-COM-02
Com-03	0220/JAU/BR-DP-COM-03
Com-04	0220/JAU/BR-DP-COM-04
Com-05	0220/JAU/BR-DP-COM-05
Com-06	0220/JAU/BR-DP-COM-06
<b>Site de Malabau</b>	
Mal-01	0220/JAU/BR-DP-MAL-01
Mal-02	0220/JAU/BR-DP-MAL-02
Mal-03	0220/JAU/BR-DP-MAL-03
<b>Blancs</b>	
BL-01	0220/JAU/BR-DP-BL-01
BL-02	0220/JAU/BR-DP-BL-02
BL-03	0220/JAU/BR-DP-BL-03

## ANNEXES E – BORDEREAUX D'ANALYSES



4, rue de Bort-lès-Orgues  
ZAC de Griment / BP 40 010  
57 070 SAINT JULIEN-LES-METZ  
Téléphone : 03 87 50 60 70  
Télécopie : 03 87 50 81 31  
contact@mp-tech.net  
www.mp-tech.net

### RAPPORT D'ANALYSES 3SPC004\_PEP\_R1

EVADIES  
Monsieur Nicolas PANIZZOLI  
8, rue Principale

54470 - BOUILLONVILLE


Vos références N°2020 DU 09/03/2020

Echantillon reçu le 09/03/2020 Analyse effectuée le : 27/02/2020

Norme : Méthode interne MOp C-4/129

Technique : GRAVIMETRIE

Matrice : Retombées atmosphériques totales

Date	Description	Validé par
19/03/2020	Rapport final	Valérie FAIVRE 



Responsable d'analyse  
L'accréditation de la section Essais du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seules analyses couvertes par l'accréditation et identifiées par un astérisque (\*).  
En C-10\_138 - V0 - 09/05/19

MicroPolluants Technologie SA

1 sur 6 Pages

3SPC004\_PEP\_R1

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Sal-01  
Référence interne : 3SPC001

Volume total (mL)	3892
Masse des retombées totales (g) *	0.082

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Sal-02  
Référence interne : 3SPC002

Volume total (mL)	5447
Masse des retombées totales (g) *	0.094

*Résultat obtenu sur la station Sal-03 invalidé par EVADIES  
suite à la chute et à la dégradation du collecteur*

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Cau-01  
Référence interne : 3SPC004

Volume total (mL)	4946
Masse des retombées totales (g) *	0.1

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Cau-02  
Référence interne : 3SPC005

Volume total (mL)	4660
Masse des retombées totales (g) *	0.117

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Cau-03  
Référence interne : 3SPC006

Volume total (mL)	4887
Masse des retombées totales (g) *	0.233

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Nar-01  
Référence interne : 3SPC007

Volume total (mL)	4762
Masse des retombées totales (g) *	0.09



Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Nar-02  
Référence interne : 3SPC008

Volume total (mL)	5805
Masse des retombées totales (g) *	0.043

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Nar-03  
Référence interne : 3SPC009

Volume total (mL)	5733
Masse des retombées totales (g) *	0.079

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Nar-04  
Référence interne : 3SPC010

Volume total (mL)	5462
Masse des retombées totales (g) *	0.076

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Vil-01  
Référence interne : 3SPC011

Volume total (mL)	5903
Masse des retombées totales (g) *	0.098

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Vil-02  
Référence interne : 3SPC012

Volume total (mL)	5819
Masse des retombées totales (g) *	0.083

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Vil-03  
Référence interne : 3SPC013

Volume total (mL)	5415
Masse des retombées totales (g) *	0.079

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Com-01  
Référence interne : 3SPC014

Volume total (mL)	4405
Masse des retombées totales (g) *	0.065

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Com-02  
Référence interne : 3SPC015

Volume total (mL)	4140
Masse des retombées totales (g) *	0.062

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Com-03  
Référence interne : 3SPC016

Volume total (mL)	4614
Masse des retombées totales (g) *	0.187

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Com-04  
Référence interne : 3SPC017

Volume total (mL)	1821
Masse des retombées totales (g) *	0.059

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Com-05  
Référence interne : 3SPC018

Volume total (mL)	4549
Masse des retombées totales (g) *	0.077

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Com-06  
Référence interne : 3SPC019

Volume total (mL)	4644
Masse des retombées totales (g) *	0.075

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Mal-01  
Référence interne : 3SPC020

Volume total (mL)	5799
Masse des retombées totales (g) *	0.05

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Mal-02  
Référence interne : 3SPC021

Volume total (mL)	5515
Masse des retombées totales (g) *	0.136

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Mal-03  
Référence interne : 3SPC022

Volume total (mL)	5640
Masse des retombées totales (g) *	<0,028

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-BL-01  
Référence interne : 3SPC023

Volume total (mL)	1015
Masse des retombées totales (g) *	0.008

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-BL-02  
Référence interne : 3SPC024

Volume total (mL)	1028
Masse des retombées totales (g) *	0.013

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-BL-03  
Référence interne : 3SPC025

Volume total (mL)	1037
Masse des retombées totales (g) *	<0,005



< valeur (caractère **siège**) de valeur inférieure à la limite de quantification :

Les incertitudes associées aux résultats quantitatifs sont disponibles auprès du laboratoire

MicroPolluants Technologie SA

6 sur 6 Pages

3SPC004\_PEP\_R1

La reproduction de ce rapport d'analyses n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 5 page(s) et 0 annexe(s).  
Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à essais.



4, rue de Bost-lès-Orgues  
 ZAC de Grison / BP 40 010  
 57 070 SAINT JULIEN-LES-METZ  
 Téléphone : 03 87 50 60 70  
 Télécopie : 03 87 50 81 31  
 contact@mp-tech.net  
 www.mp-tech.net

**RAPPORT D'ANALYSES**  
**3SPC006\_MET\_R1**

EVADIES  
 Monsieur Nicolas PANIZZOLI  
 8, rue Principale

54470 - BOUILLONVILLE


Vos références N°2020 DU 09/03/2020

Echantillon reçu le 09/03/2020 Analyse effectuée le : 16-18-19-20/03/2020

Norme : Minéralisation\_ICPMS selon NF EN ISO 17294-2

Technique : ICP\_MS

Matrice : Retombées atmosphériques totales

Date	Description	Validé par
23/03/2020	Rapport final	Maxime CACHIA 

Responsable d'analyse

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Sal-01  
Référence interne : 3SPC001

Volume total (mL)	3892
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Al	366,64
Cr	1,47
Mn	15,97
Co	0,215
Ni	1,08
Cu	23,5
Zn	55,33
As	0,886
Cd	0,106
Sn	0,308
Sb	0,307
Pb	4,05
Bi	<0,063

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Sal-02  
Référence interne : 3SPC002

Volume total (mL)	5447
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Al	317,02
Cr	1,11
Mn	15,39
Co	0,238
Ni	1,42
Cu	29,5
Zn	296,58
As	1,51
Cd	0,093
Sn	0,270
Sb	0,158
Pb	3,03
Bi	<0,063



*Résultat obtenu sur la station Sal-03 invalidé par EVADIES  
suite à la chute et à la dégradation du collecteur*

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Cau-01  
Référence interne : 3SPC004

Volume total (mL)	4946
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Al	451,38
Cr	9,20
Mn	55,61
Co	0,276
Ni	2,34
Cu	13,1
Zn	36,20
As	1,74
Cd	0,152
Sn	0,237
Sb	0,422
Pb	12,0
Bi	<0,063

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Cau-02  
Référence interne : 3SPC005

Volume total (mL)	4660
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Al	530,85
Cr	1,13
Mn	117,24
Co	0,334
Ni	1,21
Cu	18,4
Zn	75,88
As	3,06
Cd	0,282
Sn	0,243
Sb	0,422
Pb	24,7
Bi	0,109

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Cau-03  
Référence interne : 3SPC006

Volume total (mL)	4887
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Al	675,76
Cr	1,37
Mn	216,06
Co	0,433
Ni	1,24
Cu	15,9
Zn	150,29
As	13,19
Cd	0,612
Sn	0,292
Sb	0,602
Pb	39,9
Bi	0,436

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Nar-01  
Référence interne : 3SPC007

Volume total (mL)	4762
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Al	238,50
Cr	1,74
Mn	18,52
Co	0,201
Ni	1,45
Cu	30,5
Zn	410,59
As	412
Cd	1,40
Su	0,784
Sb	1,63
Pb	13,1
Bi	1,72

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Nar-02  
Référence interne : 3SPC008

Volume total (mL)	5805
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Al	442,29
Cr	1,00
Mn	12,07
Co	0,213
Ni	1,28
Cu	11,3
Zn	34,39
As	41,05
Cd	0,072
Su	0,296
Sb	0,177
Pb	1,73
Bi	0,162



Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Nar-03  
Référence interne : 3SPC009

Volume total (mL)	5733
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Al	385,12
Cr	0,940
Mn	19,40
Co	0,201
Ni	1,09
Cu	11,8
Zn	172,38
As	4,24
Cd	0,119
Sn	0,564
Sb	0,262
Pb	3,69
Bi	<0,063

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Nar-04  
Référence interne : 3SPC010

Volume total (mL)	5462
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Al	365,98
Cr	0,918
Mn	11,94
Co	0,183
Ni	1,10
Cu	10,4
Zn	103,68
As	0,724
Cd	0,052
Sn	0,199
Sb	0,128
Pb	1,77
Bi	<0,063

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Vil-01  
Référence interne : 3SPC011

Volume total (mL)	5903
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Al	416,23
Cr	1,07
Mn	14,64
Co	0,198
Ni	1,10
Cu	18,2
Zn	236,59
As	7,04
Cd	0,087
Sn	0,326
Sb	0,228
Pb	2,25
Bi	0,132

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Vil-02  
Référence interne : 3SPC012

Volume total (mL)	5819
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Al	444,40
Cr	1,13
Mn	19,21
Co	0,267
Ni	1,09
Cu	22,3
Zn	109,67
As	20,87
Cd	0,107
Sn	0,203
Sb	0,211
Pb	2,06
Bi	0,119

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Vil-03  
Référence interne : 3SPC013

Volume total (mL)	5415
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Al	486,25
Cr	1,02
Mn	19,03
Co	0,311
Ni	2,75
Cu	13,9
Zn	137,07
As	69,95
Cd	0,049
Su	0,196
Sb	0,233
Pb	1,99
Bi	0,335

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Com-01  
Référence interne : 3SPC014

Volume total (mL)	4405
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Al	294,60
Cr	0,796
Mn	15,52
Co	0,165
Ni	1,25
Cu	13,0
Zn	132,50
As	1,12
Cd	0,085
Su	0,200
Sb	1,06
Pb	2,35
Bi	<0,063

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Com-02  
Référence interne : 3SPC015

Volume total (mL)	4140
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Al	318,34
Cr	0,712
Mn	35,10
Co	0,161
Ni	0,617
Cu	14,7
Zn	43,31
As	1,23
Cd	0,112
Sn	0,154
Sb	0,156
Pb	7,17
Bi	<0,063

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Com-03  
Référence interne : 3SPC016

Volume total (mL)	4614
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Al	875,40
Cr	1,39
Mn	135,21
Co	0,570
Ni	1,66
Cu	58,6
Zn	292,60
As	47,56
Cd	1,91
Sn	0,244
Sb	0,792
Pb	24,1
Bi	1,38



Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Com-04  
Référence interne : 3SPC017

Volume total (mL)	1821
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Al	400,42
Cr	0,972
Mn	31,69
Co	0,190
Ni	0,964
Cu	9,95
Zn	50,92
As	1,47
Cd	0,068
Su	0,171
Sb	0,179
Pb	4,80
Bi	<0,063

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Com-05  
Référence interne : 3SPC018

Volume total (mL)	4549
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Al	459,49
Cr	1,22
Mn	48,26
Co	0,269
Ni	1,15
Cu	39,8
Zn	98,96
As	1,70
Cd	0,153
Su	0,258
Sb	0,261
Pb	11,2
Bi	0,096

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Com-06  
Référence interne : 3SPC019

Volume total (mL)	4644
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Al	448,29
Cr	0,904
Mn	33,65
Co	0,220
Ni	0,908
Cu	24,3
Zn	42,72
As	1,07
Cd	0,077
Sn	0,334
Sb	0,209
Pb	6,27
Bi	<0,063

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Mal-01  
Référence interne : 3SPC020

Volume total (mL)	5799
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Al	557,96
Cr	1,19
Mn	19,95
Co	0,250
Ni	1,37
Cu	13,7
Zn	109,13
As	3,02
Cd	0,119
Sn	0,278
Sb	0,737
Pb	4,01
Bi	0,078

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Mal-02  
Référence interne : 3SPC021

Volume total (mL)	5515
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Al	446,67
Cr	0,975
Mn	19,02
Co	0,223
Ni	0,922
Cu	37,1
Zn	75,32
As	5,67
Cd	0,063
Su	0,172
Sb	0,145
Pb	2,10
Bi	0,114

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Mal-03  
Référence interne : 3SPC022

Volume total (mL)	5640
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Al	533,10
Cr	1,14
Mn	17,49
Co	0,266
Ni	1,61
Cu	20,5
Zn	54,53
As	0,620
Cd	0,124
Su	0,252
Sb	0,120
Pb	2,44
Bi	0,099

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-BL-01  
Référence interne : 3SPC023

Volume total (mL)	1015
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Al	7,86
Cr	0,068
Mn	0,122
Co	<0,063
Ni	0,259
Cu	1,21
Zn	5,26
As	<0,013
Cd	0,024
Sn	<0,063
Sb	<0,063
Pb	0,509
Bi	<0,063

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-BL-02  
Référence interne : 3SPC024

Volume total (mL)	1028
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Al	13,27
Cr	<0,063
Mn	<0,063
Co	<0,063
Ni	0,265
Cu	0,566
Zn	5,53
As	<0,013
Cd	0,014
Sn	<0,063
Sb	<0,063
Pb	0,278
Bi	<0,063



Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-BL-03  
Référence interne : 3SPC025

Volume total (mL)	1037
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Al	22,74
Cr	0,125
Mn	0,986
Co	<0,063
Ni	0,184
Cu	8,59
Zn	11,76
As	<0,013
Cd	<0,013
Sn	<0,063
Sb	<0,063
Pb	1,15
Bi	<0,063

**Légende:** < Valeur(caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification

MicroPolluants Technologie SA 14 sur 14 Pages 3SPC006\_MET\_R1

La reproduction de ce rapport d'analyses n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 14 page(s)et 0 annexe(s).  
Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à essais.



4, rue de Bort-lès-Orgues  
 ZAC de Grison / BP 40 010  
 57 070 SAINT JULIEN-LES-METZ  
 Téléphone : 03 87 50 60 70  
 Télécopie : 03 87 50 81 31  
 contact@mp-tech.net  
 www.mp-tech.net

**RAPPORT D'ANALYSES**  
**3SPC003\_MEG\_R1**

EVADIES  
 Monsieur Nicolas PANIZZOLI  
 8, rue Principale

54470 - BOUILLONVILLE


Vos références : N°2020 DU 09/03/2020

Echantillon reçu le : 09/03/2020      Analyse effectuée le : 16-17/03/2020

Norme : Minéralisation\_AFS

Technique : AFS

Matrice : Retombées atmosphériques totales

Date	Description	Validé par
18/03/2020	Rapport final	Maxime CACHIA 

Responsable d'analyse

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Sal-01  
Référence interne : 3SPC001

Volume total (mL)	3892
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Hg	<0,013

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Sal-02  
Référence interne : 3SPC002

Volume total (mL)	5447
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Hg	<0,013

*Résultat obtenu sur la station Sal-03 invalidé par EVADIES  
suite à la chute et à la dégradation du collecteur*

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Cau-01  
Référence interne : 3SPC004

Volume total (mL)	4946
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Hg	<0,013

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Cau-02  
Référence interne : 3SPC005

Volume total (mL)	4660
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Hg	<0,013

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Cau-03  
Référence interne : 3SPC006

Volume total (mL)	4887
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Hg	<0,013

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Nar-01  
Référence interne : 3SPC007

<b>Volume total (mL)</b>	4762
<b>Eléments</b>	Concentration en µg/échantillon
<b>Hg</b>	<0,013

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Nar-02  
Référence interne : 3SPC008

<b>Volume total (mL)</b>	5805
<b>Eléments</b>	Concentration en µg/échantillon
<b>Hg</b>	<0,013

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Nar-03  
Référence interne : 3SPC009

<b>Volume total (mL)</b>	5733
<b>Eléments</b>	Concentration en µg/échantillon
<b>Hg</b>	<0,013

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Nar-04  
Référence interne : 3SPC010

<b>Volume total (mL)</b>	5462
<b>Eléments</b>	Concentration en µg/échantillon
<b>Hg</b>	<0,013

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Vil-01  
Référence interne : 3SPC011

<b>Volume total (mL)</b>	5903
<b>Eléments</b>	Concentration en µg/échantillon
<b>Hg</b>	<0,013



Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Vil-02  
 Référence interne : 3SPC012

<b>Volume total (mL)</b>	5819
<b>Eléments</b>	Concentration en µg/échantillon
<b>Hg</b>	<0,013

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Vil-03  
 Référence interne : 3SPC013

<b>Volume total (mL)</b>	5415
<b>Eléments</b>	Concentration en µg/échantillon
<b>Hg</b>	<0,013

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Com-01  
 Référence interne : 3SPC014

<b>Volume total (mL)</b>	4405
<b>Eléments</b>	Concentration en µg/échantillon
<b>Hg</b>	<0,013

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Com-02  
 Référence interne : 3SPC015

<b>Volume total (mL)</b>	4140
<b>Eléments</b>	Concentration en µg/échantillon
<b>Hg</b>	<0,013

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Com-03  
 Référence interne : 3SPC016

<b>Volume total (mL)</b>	4614
<b>Eléments</b>	Concentration en µg/échantillon
<b>Hg</b>	<0,013

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Com-04  
Référence interne : 3SPC017

Volume total (mL)	1821
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Hg	<0,013

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Com-05  
Référence interne : 3SPC018

Volume total (mL)	4549
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Hg	<0,013

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Com-06  
Référence interne : 3SPC019

Volume total (mL)	4644
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Hg	<0,013

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Mal-01  
Référence interne : 3SPC020

Volume total (mL)	5799
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Hg	<0,013

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Mal-02  
Référence interne : 3SPC021

Volume total (mL)	5515
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Hg	<0,013

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Mal-03  
Référence interne : 3SPC022

Volume total (mL)	5640
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Hg	<0,013

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-BL-01  
Référence interne : 3SPC023

Volume total (mL)	1015
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Hg	<0,013

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-BL-02  
Référence interne : 3SPC024

Volume total (mL)	1028
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Hg	<0,013

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-BL-03  
Référence interne : 3SPC025

Volume total (mL)	1037
Eléments	Concentration en µg/échantillon
Hg	<0,013

Légende: < Valeur (caractère simple): valeur inférieure à la limite de quantification





4, rue de Bort-lès-Orgues  
 ZAC de Grison / BP 40 010  
 57 070 SAINT JULIEN-LES-METZ  
 Téléphone : 03 87 50 60 70  
 Télécopie : 03 87 50 81 31  
 contact@mp-tech.net  
 www.mp-tech.net

**RAPPORT D'ANALYSES**  
**3SPC005\_MSP\_R1**

EVADIES  
 Monsieur Nicolas PANIZZOLI  
 8, rue Principale

54470 - BOUILLONVILLE

Vos références : N°2020 DU 09/03/2020


Echantillon reçu le : 09/03/2020

Analyse effectuée le : 19/03/2020

Norme : Selon NF EN ISO 17294-2

Technique : ICP\_MS\_MSP

Matrice : Retombées atmosphériques totales

Date	Description	Validé par
20/03/2020	Rapport final	Maxime CACHIA 

Responsable d'analyse

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Sal-01  
Référence interne : 3SPC001

Volume total (mL)	3892
Eléments	Concentration en µg/échantillon
W	0,083

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Sal-02  
Référence interne : 3SPC002

Volume total (mL)	5447
Eléments	Concentration en µg/échantillon
W	0,093

*Résultat obtenu sur la station Sal-03 invalidé par EVADIES  
suite à la chute et à la dégradation du collecteur*

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Cau-01  
Référence interne : 3SPC004

Volume total (mL)	4946
Eléments	Concentration en µg/échantillon
W	0,094

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Cau-02  
Référence interne : 3SPC005

Volume total (mL)	4660
Eléments	Concentration en µg/échantillon
W	0,103

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Cau-03  
Référence interne : 3SPC006

Volume total (mL)	4887
Eléments	Concentration en µg/échantillon
W	0,147

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Nar-01  
Référence interne : 3SPC007

<b>Volume total (mL)</b>	4762
<b>Eléments</b>	<b>Concentration en µg/échantillon</b>
W	0,073

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Nar-02  
Référence interne : 3SPC008

<b>Volume total (mL)</b>	5805
<b>Eléments</b>	<b>Concentration en µg/échantillon</b>
W	<0,063

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Nar-03  
Référence interne : 3SPC009

<b>Volume total (mL)</b>	5733
<b>Eléments</b>	<b>Concentration en µg/échantillon</b>
W	0,071

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Nar-04  
Référence interne : 3SPC010

<b>Volume total (mL)</b>	5462
<b>Eléments</b>	<b>Concentration en µg/échantillon</b>
W	<0,063

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Vil-01  
Référence interne : 3SPC011

<b>Volume total (mL)</b>	5903
<b>Eléments</b>	<b>Concentration en µg/échantillon</b>
W	<0,063

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Vil-02  
Référence interne : 3SPC012

<b>Volume total (mL)</b>	5819
<b>Eléments</b>	<b>Concentration en µg/échantillon</b>
W	<0,063

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Vil-03  
Référence interne : 3SPC013

<b>Volume total (mL)</b>	5415
<b>Eléments</b>	<b>Concentration en µg/échantillon</b>
W	<0,063

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Com-01  
Référence interne : 3SPC014

<b>Volume total (mL)</b>	4405
<b>Eléments</b>	<b>Concentration en µg/échantillon</b>
W	<0,063

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Com-02  
Référence interne : 3SPC015

<b>Volume total (mL)</b>	4140
<b>Eléments</b>	<b>Concentration en µg/échantillon</b>
W	<0,063

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Com-03  
Référence interne : 3SPC016

<b>Volume total (mL)</b>	4614
<b>Eléments</b>	<b>Concentration en µg/échantillon</b>
W	0,182



Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Com-04  
Référence interne : 3SPC017

<b>Volume total (mL)</b>	1821
<b>Eléments</b>	Concentration en µg/échantillon
W	<0,063

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Com-05  
Référence interne : 3SPC018

<b>Volume total (mL)</b>	4549
<b>Eléments</b>	Concentration en µg/échantillon
W	0,087

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Com-06  
Référence interne : 3SPC019

<b>Volume total (mL)</b>	4644
<b>Eléments</b>	Concentration en µg/échantillon
W	<0,063

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Mal-01  
Référence interne : 3SPC020

<b>Volume total (mL)</b>	5799
<b>Eléments</b>	Concentration en µg/échantillon
W	0,076

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Mal-02  
Référence interne : 3SPC021

<b>Volume total (mL)</b>	5515
<b>Eléments</b>	Concentration en µg/échantillon
W	0,068

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-Mal-03  
Référence interne : 3SPC022

Volume total (mL)	5640
Eléments	Concentration en µg/échantillon
W	<0,063

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-BL-01  
Référence interne : 3SPC023

Volume total (mL)	1015
Eléments	Concentration en µg/échantillon
W	<0,063

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-BL-02  
Référence interne : 3SPC024

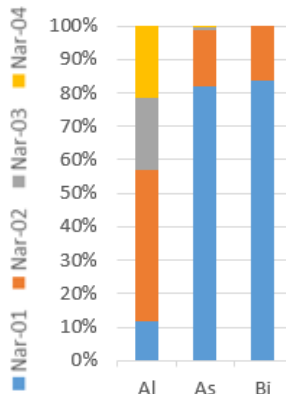
Volume total (mL)	1028
Eléments	Concentration en µg/échantillon
W	<0,063

Référence externe : 0220/JAU/BR-DP-BL-03  
Référence interne : 3SPC025

Volume total (mL)	1037
Eléments	Concentration en µg/échantillon
W	<0,063

## ANNEXES F – CHARGES METALLIQUES POUR CHAQUE SITE SUIVI

Pour chaque site, il est proposé de se focaliser d'abord de manière générique en faisant ressortir les éléments majoritairement observés dans les collecteurs de précipitations et de réaliser ensuite un focus sur les éléments permettant de les différencier. Les valeurs inférieures ou égales aux limites de quantification sont considérées égales à 0 (le pourcentage ne sera donc pas apparent). Les histogrammes qui suivent ont pour seul objectif de souligner de manière visuelle la représentativité des charges métalliques pour chaque site suivi.



A titre d'exemple pour la lecture des histogrammes qui suivent, l'extrait de graphique ci-contre (site de Nartau) souligne les faits suivants :

- Sur les 4 stations de mesures installées autour de la verse de Nartau, l'aluminium est présent de manière plus prépondérante sur Nar-02.
- 80 % de l'As et du Bi mesuré sur les 4 stations autour de Nartau est retrouvé sur la station Nar-01, contre 15 % sur la station Nar-02.

### Site de Salsigne

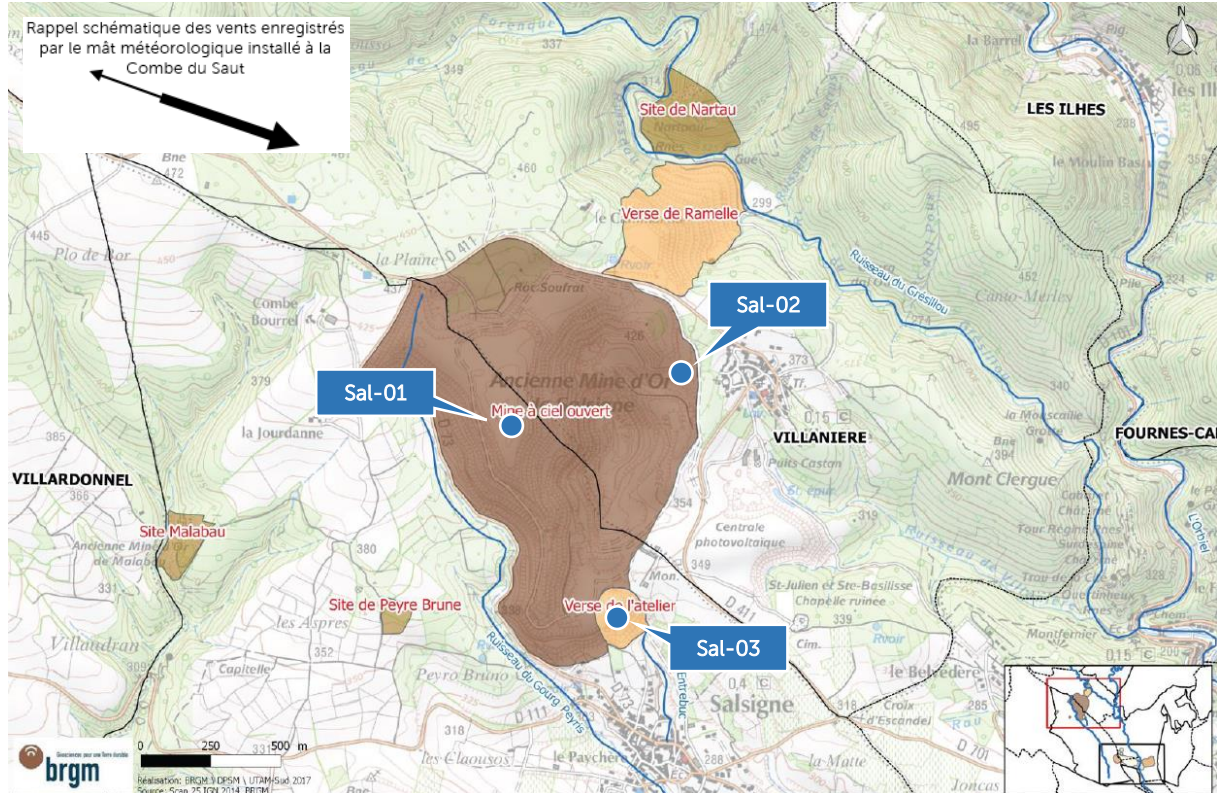


Figure F1. Ancien site minier - site de Salsigne (Source : BRGM)

Trois stations ont été installées dans l'enceinte de la Mine à Ciel Ouvert de Salsigne. La [figure F1](#) reprend la localisation des collecteurs. Outre la partie sud du site où le sol peut à certains endroits être apparent, le périmètre du site est aujourd'hui végétalisé.

Le [tableau F1](#) ci-après présente les charges métalliques obtenues sur les stations Sal-01 et Sal-02 représentatives des retombées autour de la Mine à Ciel Ouvert (pour mémoire, les résultats sur la station Sal-03 ont été invalidés). Le Bi et le Hg présentent des valeurs inférieures aux limites de quantification.

Tableau F1. Charges métalliques en % sur le site de Salsigne

Eléments	Unité	Sal-01	Sal-02
Al	%	4,5E-01	3,4E-01
As	%	1,1E-03	1,6E-03
Cd	%	1,3E-04	9,5E-05
Co	%	2,6E-04	2,5E-04
Cr	%	1,8E-03	1,2E-03
Cu	%	2,9E-02	3,1E-02
Mn	%	1,9E-02	1,6E-02
Ni	%	1,3E-03	1,5E-03
Pb	%	4,9E-03	3,2E-03
Sb	%	3,7E-04	1,7E-04
Sn	%	3,7E-04	2,8E-04
Zn	%	6,7E-02	3,2E-01
W	%	1,1E-04	9,5E-05

La [figure F2](#) traduit la représentativité de ces charges pour chaque station. En d'autres termes le graphique permet de souligner quelles sont les stations les plus concernées par la présence des différents métaux suivis.

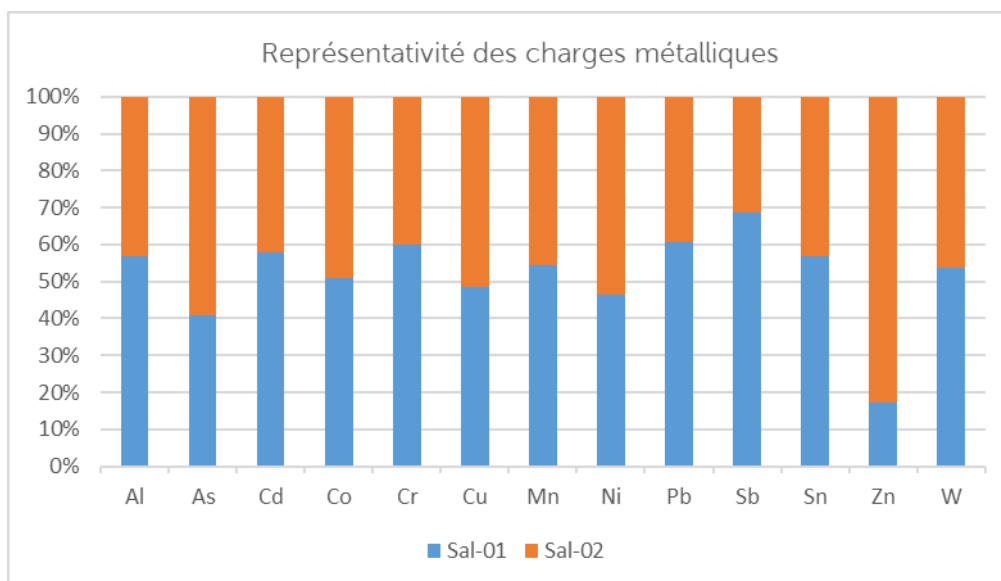


Figure F2. Représentativité des charges métalliques – site de Salsigne



La station Sal-02, soumise aux vents en provenance de l'ouest/nord-ouest met en avant une proportion en Zn plus importante. On note également la présence de Sb plus importante sur la station Sal-01. Pour les autres métaux, les charges ne sont pas significativement différentes si l'on considère l'incertitude de mesures.

### Site de La Caunette

Trois stations ont été installées sur l'ancien site minier de La Caunette, à proximité de la carrière. La figure F3 reprend la localisation de ces collecteurs. Les dépôts atmosphériques ont souligné précédemment des teneurs en poussières plus élevées sur Cau-03. Cette station présentait également une concentration en arsenic supérieure à la valeur indicative (réglementation allemande).

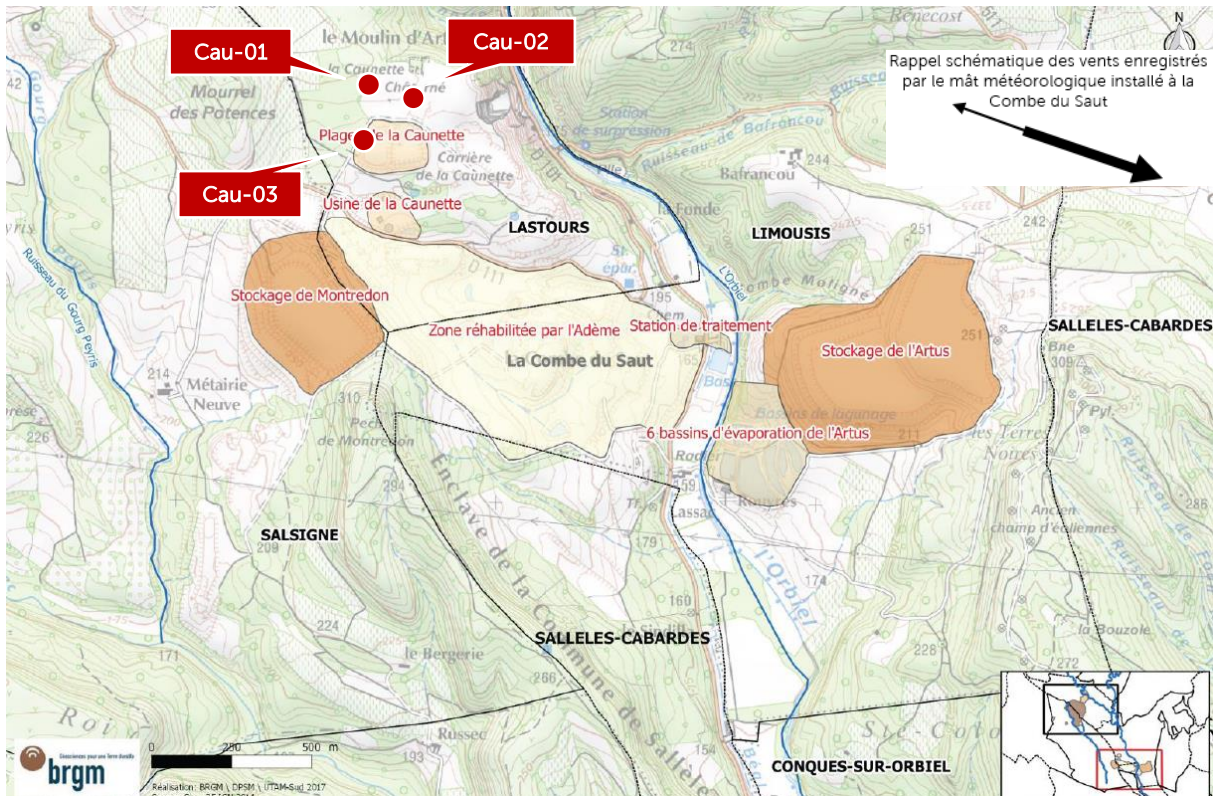


Figure F3. Ancien site minier - site de La Caunette (Source : BRGM)

Le tableau F2 ci-après présente les charges métalliques obtenues sur les stations Cau-01, Cau-02 et Cau-03 représentatives des retombées sur l'ancien site minier de La Caunette. Le Hg présente des valeurs inférieures aux limites de quantification sur les 3 stations et le Bi sur la station Cau-01.

Tableau F2. Charges métalliques en % sur le site de La Caunette

Eléments	Unité	Cau-01	Cau-02	Cau-03
Al	%	4,51E-01	4,54E-01	2,90E-01
As	%	1,75E-03	2,62E-03	5,66E-03
Bi	%	-	9,14E-05	1,84E-04
Cd	%	1,60E-04	2,44E-04	2,60E-04
Co	%	2,67E-04	2,89E-04	1,84E-04
Cr	%	9,20E-03	9,60E-04	5,89E-04
Cu	%	1,31E-02	1,57E-02	6,82E-03
Mn	%	5,56E-02	1,00E-01	9,27E-02
Ni	%	2,34E-03	1,04E-03	5,35E-04
Pb	%	1,20E-02	2,11E-02	1,71E-02
Sb	%	4,28E-04	3,66E-04	2,60E-04
Sn	%	2,32E-04	2,13E-04	1,22E-04
Zn	%	3,62E-02	6,49E-02	6,45E-02
W	%	8,91E-05	9,14E-05	6,12E-05

Les charges métalliques font apparaître en priorité la présence d'Al, de Mn et de Zn dans les dépôts de poussières et dans une moindre mesure de Pb et de Cu.

La figure F4 traduit la représentativité de ces charges pour chaque station. En d'autres termes le graphique permet de souligner quelles sont les stations les plus concernées par la présence des différents métaux suivis.

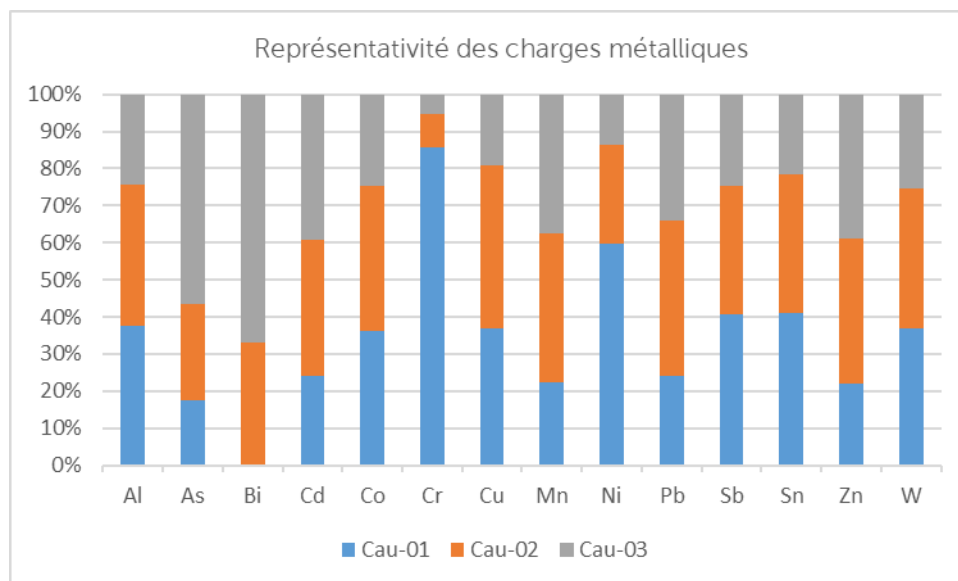


Figure F4. Représentativité des charges métalliques – site de La Caunette

Il est intéressant de constater que selon les stations (contrairement au site de Salsigne) des charges métalliques hétérogènes sont recensées pour des métaux comme le Cr, le Cu, le Ni et le Sn. Globalement, l'étude révèle des charges métalliques plus importantes pour :

- Cu, Ni et Sn sur Cau-01 et Cau-02 ;
- As sur Cau-03 ;
- Cr sur Cau-01.

### Site de Nartau

Quatre stations ont été installées à proximité de la verse de Nartau. Les stations Nar-01 et Nar-02 sont situées à proximité de la verse faisant apparaître ces résidus hors couvert végétal. L'érosion éolienne est par conséquent plus marquée. Les stations Nar-03 et Nar-04 sont situées à moins de 500 m de la verse. La figure F5 reprend la localisation des collecteurs.

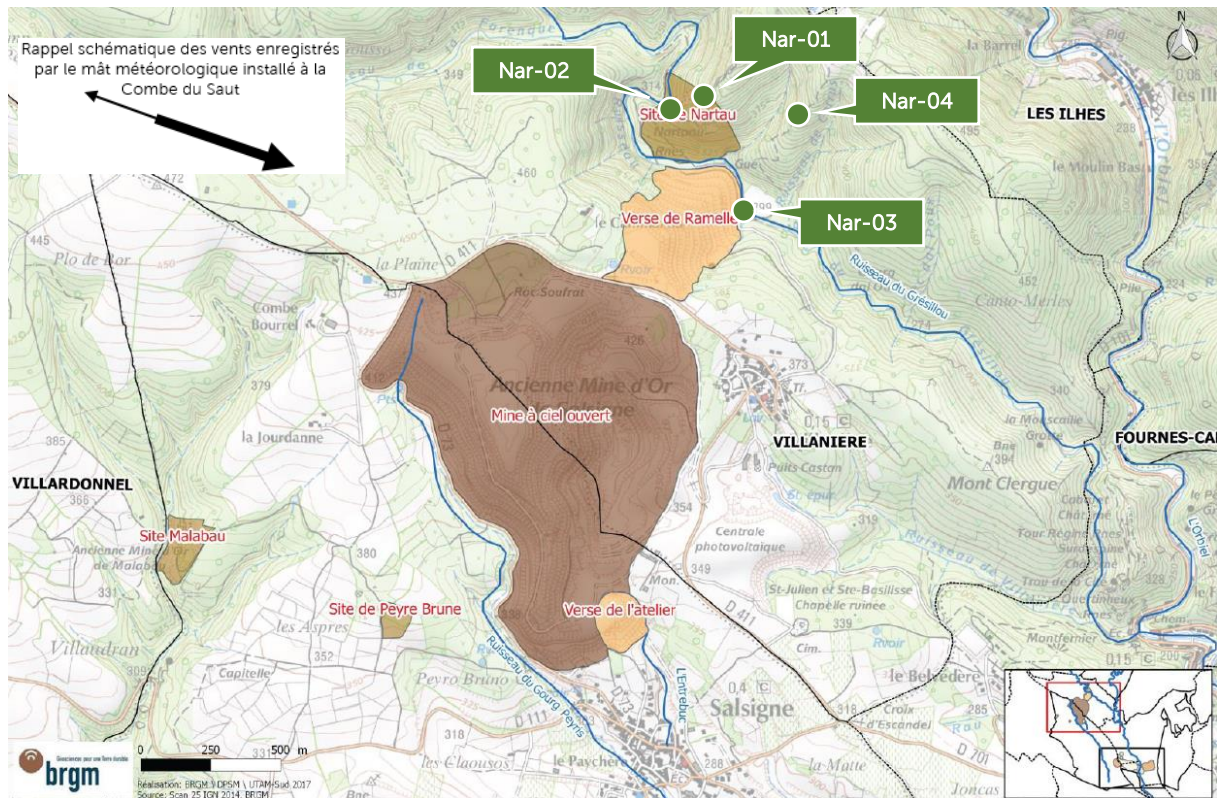


Figure F5. Ancien site minier - site de Nartau (Source : BRGM)

Ce site présente la particularité d'être en forte pente tout en laissant apparaître les résidus miniers fortement chargés en arsenic comme plusieurs études antérieures ont pu le démontrer<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> Etude de la pollution et des risques présentés par 6 sites miniers acquis par l'Etat et proposition de travaux à réaliser – Rapport ICF/SCETOROUTE – Phases 1/2/3 n° AIX/05/063-ID réalisées entre 2006 et 2008



Le [tableau F3](#) ci-après présente les charges métalliques obtenues sur les stations Nar-01, Nar-02, Nar-03 et Nar-04 représentatives des retombées sur et autour du site de Nartau. Le Hg présente des valeurs inférieures aux limites de quantification sur les stations, le Bi sur les stations Nar-03 et Nar-04 et le W sur les stations Nar-02 et Nar-04.

Tableau F3. Charges métalliques en % sur le site de Nartau

Eléments	Unité	Nar-01	Nar-02	Nar-03	Nar-04
Al	%	2,65E-01	1,03E+00	4,88E-01	4,82E-01
As	%	4,58E-01	9,55E-02	5,37E-03	9,62E-04
Bi	%	1,90E-03	3,73E-04	-	-
Cd	%	1,56E-03	1,66E-04	1,58E-04	7,04E-05
Co	%	2,18E-04	4,98E-04	2,48E-04	2,35E-04
Cr	%	1,94E-03	2,32E-03	1,20E-03	1,22E-03
Cu	%	3,39E-02	2,63E-02	1,49E-02	1,37E-02
Mn	%	2,06E-02	2,81E-02	2,45E-02	1,57E-02
Ni	%	1,60E-03	2,99E-03	1,38E-03	1,45E-03
Pb	%	1,46E-02	4,02E-03	4,67E-03	2,32E-03
Sb	%	1,80E-03	4,15E-04	3,38E-04	1,64E-04
Sn	%	8,71E-04	7,05E-04	7,22E-04	2,58E-04
Zn	%	4,56E-01	8,00E-02	2,18E-01	1,36E-01
W	%	7,92E-05	-	9,03E-05	-

Les charges métalliques mettent en avant en priorité la présence d'Al, d'As et de Zn dans les dépôts de poussières et dans une moindre mesure de Mn, de Cu et de Pb.

Globalement, l'étude révèle des charges métalliques assez similaires sur les stations Nar-03 et Nar-04, sauf pour l'As, le Cd, le Pb, le Sn et le Zn qui sont plus représentés sur Nar-03. Les charges les plus faibles sont observées sur ces deux stations, rejoignant ainsi le constat effectué précédemment après l'analyse des niveaux de dépôts.

La [figure F6](#) traduit la représentativité de ces charges pour chaque station. En d'autres termes le graphique permet de souligner quelles sont les stations les plus concernées par la présence des différents métaux suivis.

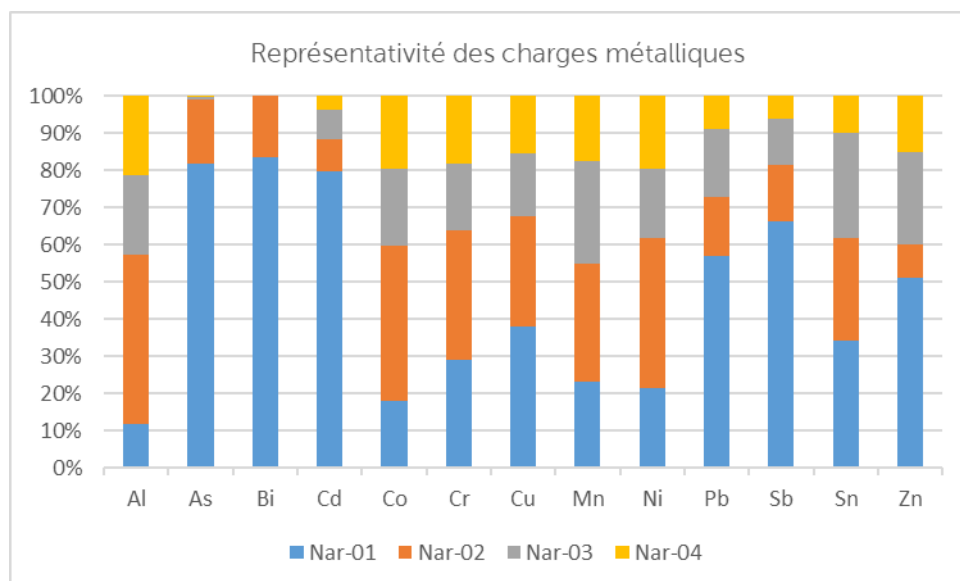


Figure F6. Représentativité des charges métalliques – site de Nartau



Les stations Nar-01 et Nar-02 ont souligné précédemment des teneurs supérieures à la valeur réglementaire allemande relative à l'As. Pour ces deux stations, l'As est un élément prépondérant dans le profil des charges.

Dans le cadre du suivi de ce site minier, il est intéressant de constater que le site de Nar-01 ne présente pas forcément les plus grosses charges métalliques. C'est notamment le cas pour l'Al, le Co, le Cr, le Mn, le Ni et le W qui sont plus présents sur la station Nar-02 située en contre-bas, et qui devient en moyenne la station la plus « métallifère » (en s'exemptant de la quantité de poussières).

Néanmoins, les situations contrastées les plus importantes interviennent pour l'As, le Bi, le Cd, le Pb et le Sb du fait des concentrations observées sur Nar-01 et sur les autres stations. A titre d'exemple :

- Pour l'As, la charge métallique sur la station Nar-01 est 4 fois plus importante que sur Nar-02, 85 fois plus que sur Nar-03 et 476 fois plus que sur Nar-04.
- Pour le Cd, la charge métallique sur la station Nar-01 est 9 fois plus importante que sur Nar-02 et Nar-03 et 22 fois plus que sur Nar-04.
- Pour le Sb, la charge métallique sur la station Nar-01 est 4 fois plus importante que sur Nar-02, 5 fois plus que sur Nar-03 et 11 fois plus que sur Nar-04.

### Site de la Combe Lisou

Trois stations ont été installées à l'est de la commune de Villardonnell. Une station a été implantée à l'ouest de la vallée (rive droite du Rieu sec) au droit de l'ancienne usine (Vil-01) et deux autres stations à l'est (rive gauche du Rieu Sec) à proximité des anciens stériles (Vil-02 et Vil-03). La figure F7 reprend la localisation des collecteurs.

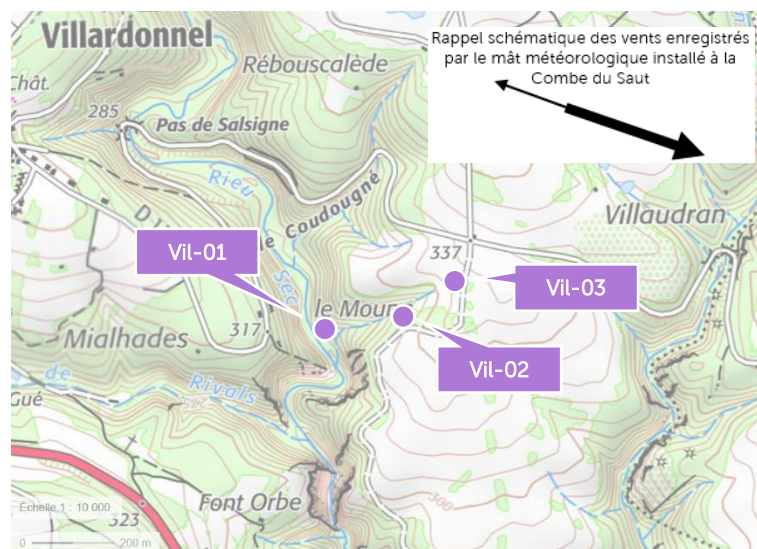


Figure F7. Ancien site minier - site de Villardonnell (@Geoportail)

Le tableau F4 ci-après présente les charges métalliques obtenues sur l'ancien site minier de Villardonnell. Le Hg et le W présentent des valeurs inférieures aux limites de quantification sur les 3 stations.

Tableau F4. Charges métalliques en % sur le site de Villardonnell

Eléments	Unité	Vil-01	Vil-02	Vil-03
Al	%	4,25E-01	5,35E-01	6,16E-01
As	%	7,18E-03	2,52E-02	8,85E-02
Bi	%	1,27E-04	1,50E-04	4,29E-04
Cd	%	9,09E-05	1,29E-04	6,77E-05
Co	%	2,00E-04	3,22E-04	3,84E-04
Cr	%	1,09E-03	1,35E-03	1,29E-03
Cu	%	1,86E-02	2,69E-02	1,76E-02
Mn	%	1,49E-02	2,32E-02	2,41E-02
Ni	%	1,13E-03	1,31E-03	3,47E-03
Pb	%	2,29E-03	2,49E-03	2,53E-03
Sb	%	2,36E-04	2,58E-04	2,93E-04
Sn	%	3,27E-04	2,36E-04	2,48E-04
Zn	%	2,41E-01	1,32E-01	1,74E-01

Les charges métalliques mettent en avant en priorité la présence d'Al, de Zn et l'As. Contrairement au site de Nartau, le profil entre les trois stations est plus homogène pour une majorité de stations. Cela concerne l'Al, le Co, le Cr, le Cu, le Mn, le Pb, le Sb et le Sn.

La figure F8 traduit la représentativité de ces charges pour chaque station. En d'autres termes le graphique permet de souligner quelles sont les stations les plus concernées par la présence des différents métaux suivis.

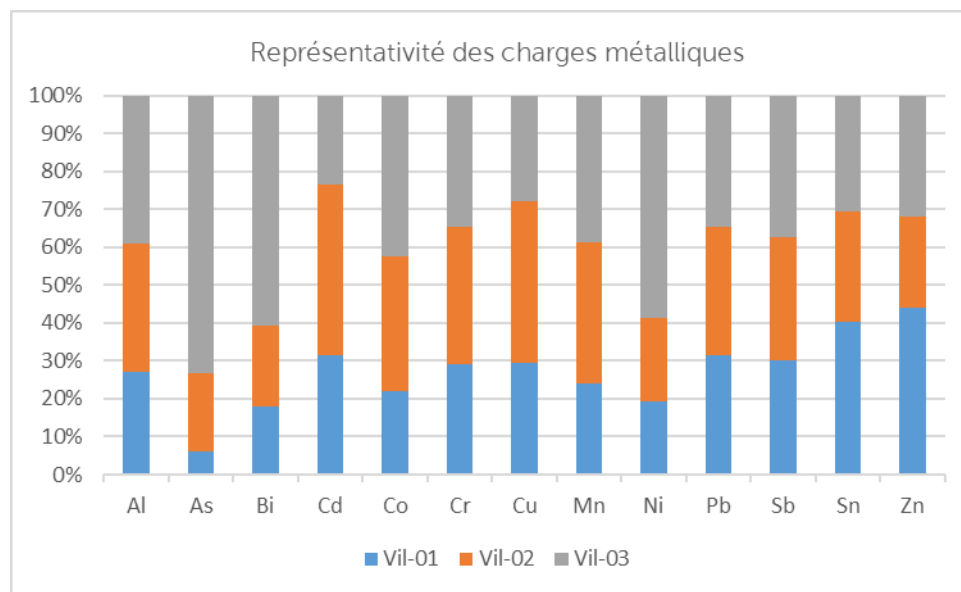


Figure F8. Représentativité des charges métalliques – site de Nartau

Des différences significatives sont notamment constatées pour l'As, le Bi et le Ni en raison des charges métalliques plus élevées sur la station Vil-03.

## Site de La Combe du Saut

Six stations ont été installées sur le site de La Combe du Saut. Ce site s'étend du stockage de Montredon à l'ouest au stockage de l'Artus à l'est. Entre ces deux sites de stockage de résidus miniers, se trouve l'ancien site industriel en majorité réhabilité par l'ADEME et la station de traitement des eaux de la Combe du Saut. Une alvéole de stockage des boues arséniées se situe également en surplomb de la station de traitement.

La figure F9 reprend la localisation des collecteurs. Les stations Com-01 et Com-02 sont à proximité immédiate du stockage de Montredon en milieu semi-ouvert présentant des alternances de roches et de végétations basses. Ce site est constitué de terres de couverture « saines ».

Le collecteur Com-03 est implanté sur l'ancienne zone industrielle réhabilitée par l'ADEME (zone partiellement recouverte et principalement décapée). Les résultats obtenus dans ce collecteur sont donc potentiellement influencés par l'impact des activités sur place et/ou des réenvols locaux de poussières de sols (zone pouvant encore contenir des sols superficiels chargés en As).

A l'est, les stations Com-04, Com-05 et Com-06 sont représentatives des émissions diffuses sur le stockage de l'Artus, site ayant également fait l'objet d'un réaménagement *via* des terres de couverture « saines », à l'instar de Montredon.

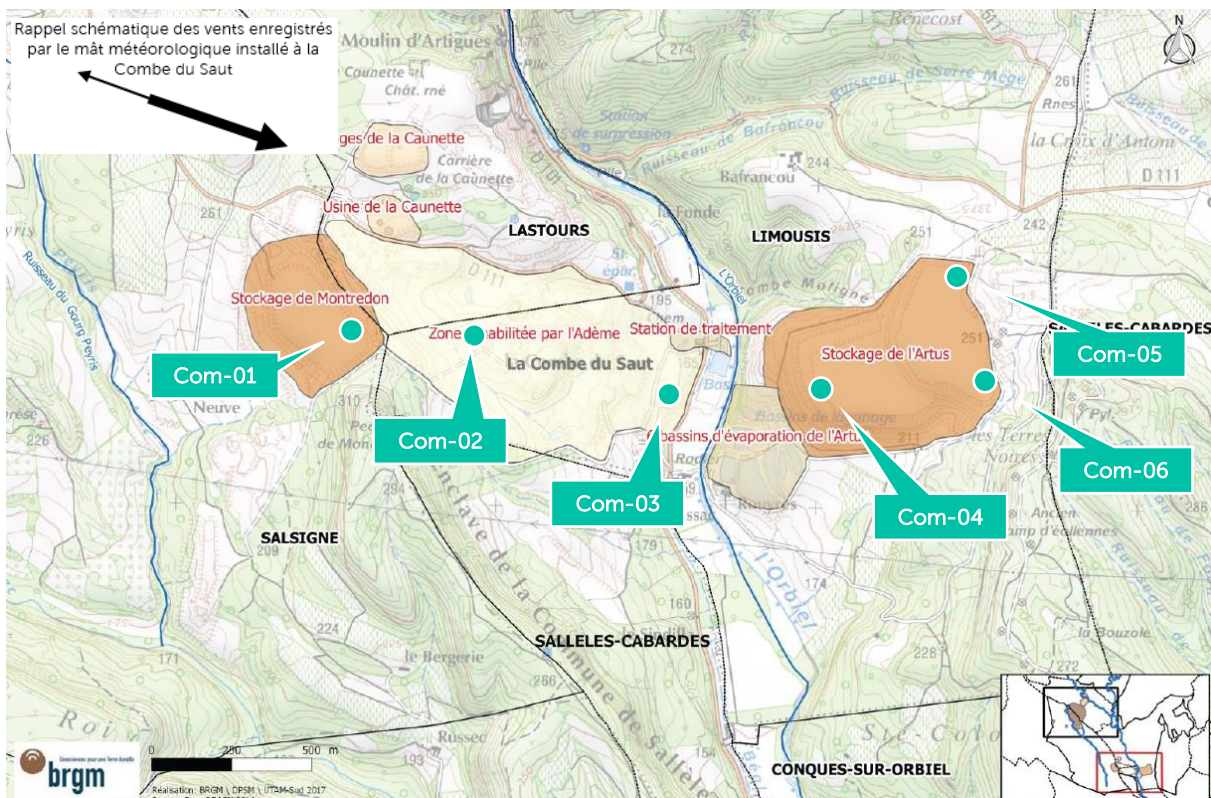


Figure F9. Ancien site minier - site de La Combe du Saut (Source : BRGM)

Le [tableau F5](#) ci-après présente les charges métalliques obtenues sur les stations de la Combe du Saut. Le Hg présente des valeurs inférieures aux limites de quantification sur les 6 stations, le Bi et le W sur les stations Com-01, Com-02, Com-04 et Com-06.

Les charges métalliques font apparaître, à l'instar des autres sites la présence d'Al, de Zn, de Mn et de Cu dans les dépôts de poussières. Seule la station Com-03 met en avant une présence plus marquée d'arsenic dans la composition des poussières accumulées.

Tout d'abord, l'étude des charges métalliques montre que celles relevées pour l'Al et le Co ne permettent pas de dissocier les stations les unes par rapport aux autres, Pour ces deux éléments, la localisation des stations n'a pas d'impact sur la charge métallique des dépôts atmosphériques.

Tableau F5. Charges métalliques en % sur le site de La Combe du Saut

Eléments	Unité	Com-01	Com-02	Com-03	Com-04	Com-05	Com-06
Al	%	4,53E-01	5,13E-01	4,68E-01	6,79E-01	5,97E-01	5,98E-01
As	%	1,73E-03	1,98E-03	2,54E-02	2,48E-03	2,20E-03	1,43E-03
Bi	%	-	-	7,34E-04	-	1,16E-04	-
Cd	%	1,37E-04	1,73E-04	1,02E-03	1,12E-04	2,08E-04	9,51E-05
Co	%	2,47E-04	2,59E-04	3,05E-04	3,13E-04	3,47E-04	2,85E-04
Cr	%	1,23E-03	1,15E-03	7,43E-04	1,66E-03	1,57E-03	1,21E-03
Cu	%	2,00E-02	2,37E-02	3,13E-02	1,69E-02	5,17E-02	3,24E-02
Mn	%	2,39E-02	5,66E-02	7,23E-02	5,37E-02	6,27E-02	4,49E-02
Ni	%	1,92E-03	1,01E-03	8,86E-04	1,63E-03	1,50E-03	1,21E-03
Pb	%	3,62E-03	1,16E-02	1,29E-02	8,15E-03	1,45E-02	8,37E-03
Sb	%	1,62E-03	2,59E-04	4,19E-04	3,13E-04	3,47E-04	2,85E-04
Sn	%	3,02E-04	2,59E-04	1,33E-04	2,91E-04	3,24E-04	4,52E-04
Zn	%	2,04E-01	6,99E-02	1,56E-01	8,63E-02	1,29E-01	5,70E-02
W	%	-	-	9,53E-05	-	1,16E-04	-

L'étude des variabilités des charges métalliques montre aussi que les écarts constatés entre les stations implantées sur l'Artus sont assez faibles, mettant ainsi en exergue l'homogénéité du profil métallique des dépôts sur ce site. Cette homogénéité est également constatée quand on regarde les charges métalliques des stations Com-01 et Com-02 situées plus à l'ouest. Sur 5 stations, Com-01, Com-02, Com-04, Com-05 et Com-06, cette faible variabilité des charges est à mettre en relation avec les faibles teneurs métalliques relevées dans les dépôts. Il est toutefois à noter une plus forte dominance de Sb sur la station Com-01

Les situations relevées sur la dernière station Com-03 sont différentes. Sur cette station, on constate une prédominance de l'As et du Cd. Sur Com-03, la charge métallique en As est environ 15 fois plus élevée que sur la station Com-01, 13 fois plus importante que sur la station Com-02 et également 10 fois plus élevée que sur Com-04. Pour le Cd, les facteurs sont de l'ordre de 5 à 11 fois en fonction des stations.



Les figures F10 et F11 traduisent la représentativité de ces charges pour chaque station. En d'autres termes les graphiques permettent de souligner quelles sont les stations les plus concernées par la présence des différents métaux suivis.

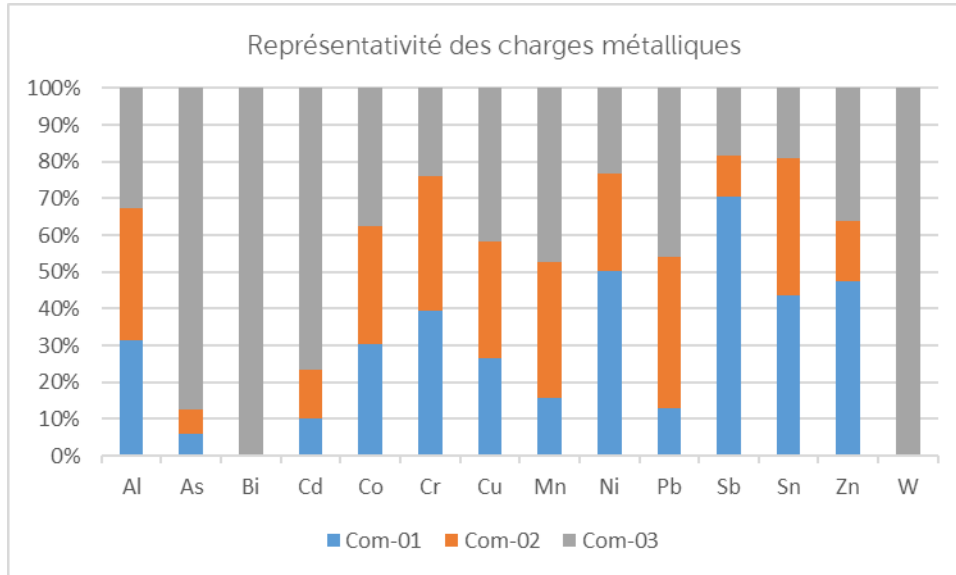


Figure F10. Représentativité des charges métalliques – site de la Combe du saut (côté Montredon)

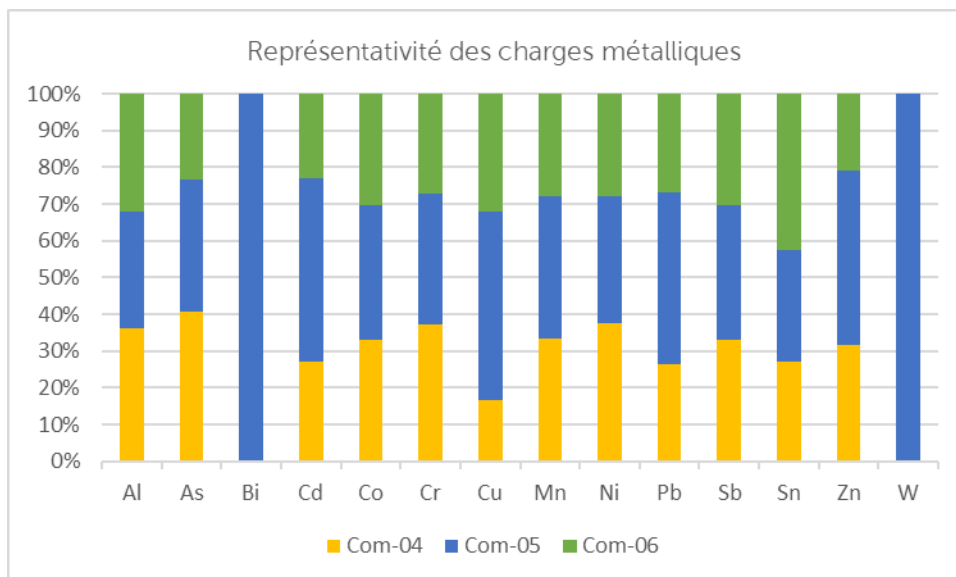


Figure F11. Représentativité des charges métalliques – site de la Combe du saut (côté Artus)

Pour rappel, les stations Com-01 et Com-02 (placées sur Montredon) et Com-04, Com-05, Com-06 (placées sur l'Artus) sont représentatives de sites constitués de terres de couverture « saines ». La station Com-03 est quant à elle potentiellement influencée par le réenvol de poussières de sols superficiels (sols encore chargés en As).

### Site de Malabau

Trois stations ont été installées sur le site de Malabau. Ce site est localisé au sud-ouest du hameau de la Jourdanne et est entouré de parcelles boisées. Les trois stations sont situées à proximité de l'entrée de l'ancien site minier (stations Mal-02 et Mal-03), tandis que la troisième station est située en contrebas de la verse en bordure du ruisseau Malabau. Au vu de la végétation constatée sur site, la dispersion potentielle des poussières est limitée. La [figure F12](#) reprend la localisation des collecteurs.

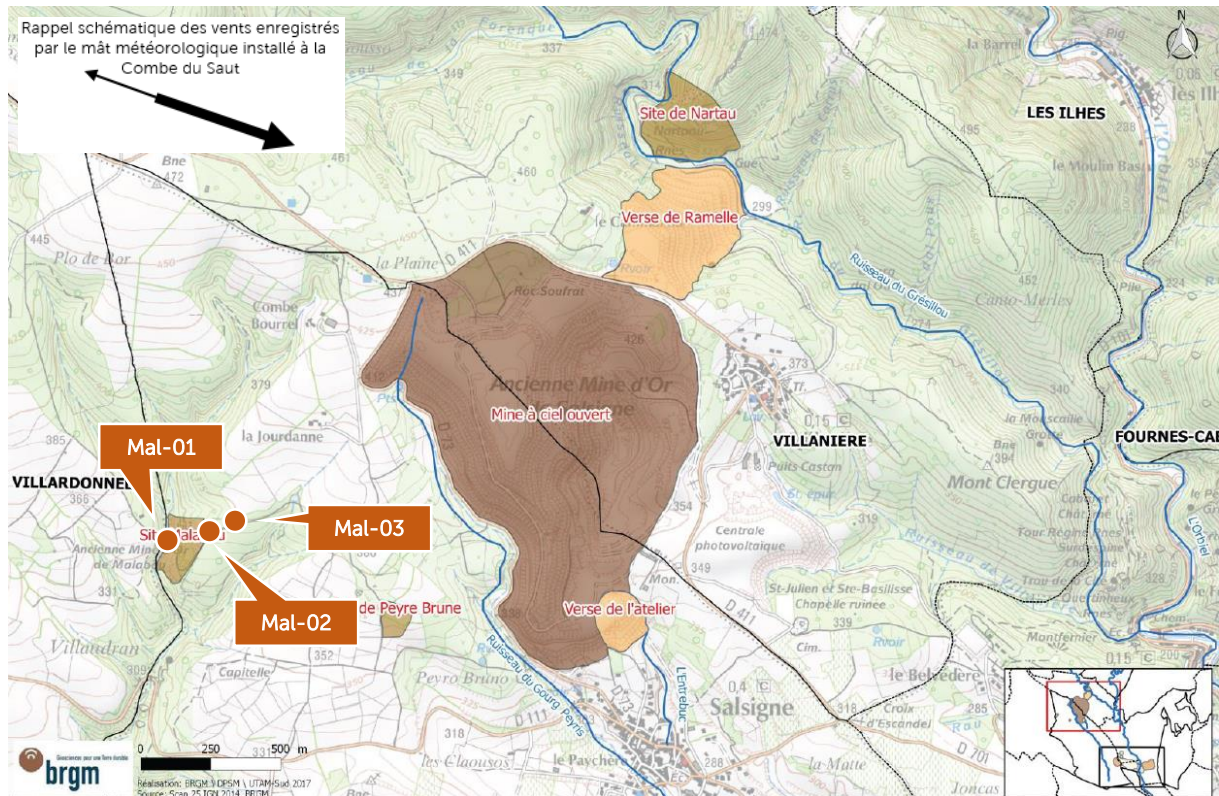


Figure F12. Ancien site minier - site de Malabau (Source : BRGM)

Le [tableau F6](#) ci-après présente les charges métalliques obtenues sur l'ancien site minier de Malabau. Le Hg présente des valeurs inférieures aux limites de quantification sur les 3 stations. La station Mal-03 n'est pas présentée car les dépôts de poussières sont inférieurs à la limite de quantification.

Tableau F6. Charges métalliques en % sur le site de Malabau

Eléments	Unité	Mal-01	Mal-02
Al	%	1,12E+00	3,28E-01
As	%	6,02E-03	4,17E-03
Bi	%	1,43E-04	7,86E-05
Cd	%	2,50E-04	5,24E-05
Co	%	4,99E-04	1,70E-04
Cr	%	2,39E-03	7,21E-04
Cu	%	2,74E-02	2,73E-02
Mn	%	3,99E-02	1,40E-02
Ni	%	2,75E-03	6,82E-04
Pb	%	8,02E-03	1,55E-03
Sb	%	1,46E-03	1,05E-04
Sn	%	5,70E-04	1,31E-04
Zn	%	2,18E-01	5,54E-02
W	%	1,43E-04	5,24E-05

L'Al et le Zn puis dans une moindre mesure le Mn et le Cu sont toujours les principaux éléments métalliques analysés constituant les dépôts de poussières. La hiérarchie entre les stations est beaucoup plus marquée.

La figure F13 traduit la représentativité de ces charges pour chaque station. En d'autres termes le graphique permet de souligner quelles sont les stations les plus concernées par la présence des différents métaux suivis.

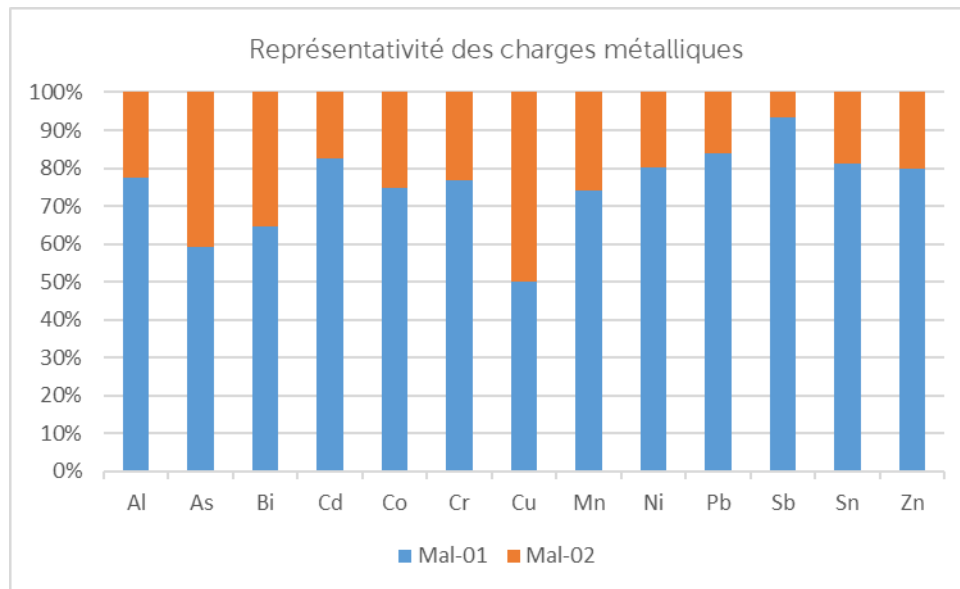


Figure F13. Représentativité des charges métalliques – site de Malabau

La station Mal-01, située à proximité du ruisseau, souligne que les poussières accumulées sont bien plus chargées que sur la station Mal-02. Ainsi, indépendamment de la quantité de poussières, on constate une décroissance nette de la charge métallique en s'éloignant vers l'est. Les dépôts métalliques restent donc très localisés comme il est possible de le constater pour l'aluminium sur Mal-01, pourtant moins empoussiérée que Mal-02. Les différences les plus importantes sont recensées pour le Sb (facteur 25), le Pb et le Cd (facteur 5) et le Ni, Sn et Zn (facteur 4).

LE BUREAU D'EXPERTISE EVADIES  
VOUS REMERCIE DE VOTRE  
COLLABORATION

*Ensemble préservons  
l'environnement de  
demain !*



Evaluation & Diagnostic  
Impact / Environnement / Santé