

Antenne SUD  
Pist Oasis 3 - Bât A  
Rue de la Bergerie  
30319 ALES CEDEX  
Tél : +33 (0)4.66.61.09.80  
Fax : +33 (0)4.66.25.89.68

**Exploitations minières sur le secteur de Salsigne  
Concessions de Malabau, Pujol, Lastours,  
La Caunette, Salsigne, Villanière, Villardonnell  
Evaluation et cartographie des aléas  
mouvements de terrain**

**Synthèse**

**RAPPORT S 2012/109DE- 12LRO2220**

Date : 30/11/2012



**Exploitations minières sur le secteur de Salsigne  
Concessions de Malabau, Pujol, Lastours,  
La Caunette, Salsigne, Villanière, Villardonnell  
Evaluation et cartographie des aléas  
mouvements de terrain**

**Synthèse**

**RAPPORT S 2012/109DE- 12LRO2220**


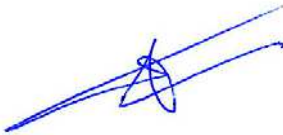
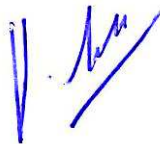
Diffusion :

DREAL Languedoc-Roussillon  
*14 ex. papier (3 DREAL + 10 communes + 1 DDT)*  
*15 CD (3 DREAL + 10 communes + 1 DDT + 1 Préfecture)*

Jehan GIROUD

GEODERIS D

Hafid BAROUDI

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	F. Vermeersch	O. Lebevre	C. Vachette
Visa			



## SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>Cadre et Objectif</b> .....	3
<b>2</b>	<b>Définitions, méthodologie et zone d'étude</b> .....	5
2.1	Définitions : aléa et risque.....	5
2.2	Méthodologie .....	5
2.3	Zone d'étude.....	6
<b>3</b>	<b>Résultats de l'étude</b> .....	7
3.1	Phase informative.....	7
3.1.1	<i>Contexte géographique, topographique et hydrographique</i> .....	7
3.1.2	<i>Historique et tonnage</i> .....	8
3.1.3	<i>Les travaux miniers</i> .....	11
3.1.4	<i>Etat actuel des sites de travaux</i> .....	15
3.1.5	<i>Mines à ciel ouvert</i> .....	18
3.1.6	<i>Dépôts miniers</i> .....	19
3.1.7	<i>Cartes informatives</i> .....	22
3.2	Phase d'évaluation des aléas .....	22
3.2.1	<i>Aléas retenus</i> .....	22
3.2.2	<i>Evaluation de l'aléa effondrement localisé</i> .....	23
3.2.3	<i>Evaluation de l'aléa affaissement progressif</i> .....	26
3.2.4	<i>Evaluation de l'aléa tassement</i> .....	27
3.2.5	<i>Evaluation de l'aléa instabilité de pente</i> .....	29
<b>4</b>	<b>Conclusion</b> .....	33

**Mots clés :** Aléas miniers, Mouvement de terrain, Aude, Salsigne, Villanière, Lastours, Malabau, Pujol, La Caunette, Villardonnell, Cuxac-Cabardès, Miraval-Cabardès, Mas Cabardès, les Ilhes, Fournès-Cabardès, Limousis.



## 1 CADRE ET OBJECTIF

Sur le secteur de Salsigne, l'or, l'argent, l'arsenic, le cuivre et le bismuth ont été exploités dans le cadre de sept concessions situées dans l'Aude, sur le flanc sud de la Montagne Noire, terminaison sud-ouest du Massif Central.

Ces minéralisations métalliques sont connues depuis l'antiquité. En effet, l'exploitation de fer remonte au II<sup>e</sup> siècle avant JC.

L'exploitation moderne et à grande échelle ne débute qu'en 1892 avec la découverte de l'or par Marius Esparseil.

Lors de l'opération Inventaire des Risques Miniers (IRM ou scanning mouvements de terrain), les concessions de Salsigne, Villanière, Villardonnell et Malabau ont fait l'objet d'une évaluation rapide de l'aléa mouvement de terrain. Cette étude (Rapport BRGM/RP-55549-FR) datant de 2008, avait abouti au classement d'une partie des sites en priorité 1 (sites de Salsigne et de Nartau) et d'une partie en priorité 3 (sites satellites de Salsigne) pour la réalisation d'une étude détaillée des aléas.

Dans ce cadre, la DREAL Languedoc-Roussillon a retenu dans le programme de travail Géodéris :

- en 2010 : l'étude détaillée des aléas des sites d'exploitation de Salsigne et de Nartau,
- en 2011 : l'étude détaillée des aléas des sites d'exploitation satellites du secteur de Salsigne.

Le présent rapport synthétise ces deux études. L'emprise de la zone étudiée est présentée au point 2.3.

L'objectif de l'étude détaillée des aléas est d'établir, à partir de la synthèse documentaire des données disponibles sur ces sites, les cartes informatives et les cartes d'aléas « mouvements de terrain » des anciennes exploitations. Pour le rendu final de ces cartes, nous utilisons des fonds topographiques ou photographiques géoréférencés (Scan 100<sup>®</sup> IGN, Scan 25<sup>®</sup> IGN et BD ORTHO<sup>®</sup> IGN).

Une partie de cette étude a été confiée au BRGM qui a procédé aux différentes campagnes d'investigations sur le terrain puis à l'évaluation des aléas « mouvements de terrain » sous pilotage de Géodéris.

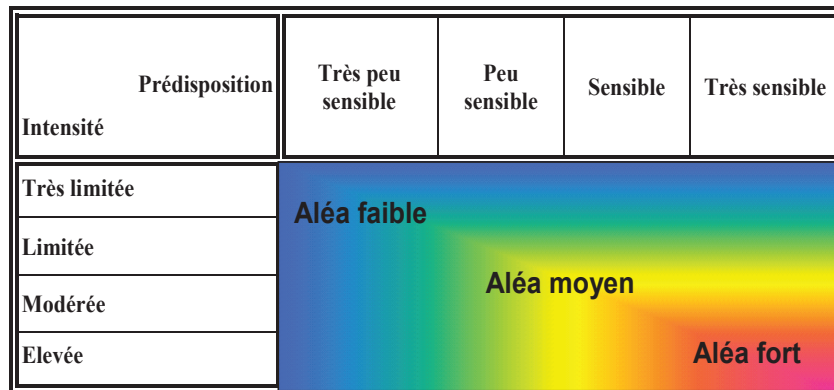




## 2 DEFINITIONS, METHODOLOGIE ET ZONE D'ETUDE

### 2.1 Définitions : aléa et risque

L'**aléa** est un concept qui correspond à l'éventualité qu'un phénomène d'intensité qualifiable ou quantifiable, se produise sur un site donné. Dans le domaine du risque minier comme dans celui du risque naturel, l'aléa résulte du croisement de l'intensité d'un phénomène redouté et de l'éventualité de sa survenance (Illustration 1).

Prédisposition	Très peu sensible	Peu sensible	Sensible	Très sensible
Intensité				
Très limitée				
Limitée				
Modérée				
Elevée				

*Illustration 1 : Grille de croisement intensité /Prédisposition*

L'aléa est hiérarchisé. On utilise les termes « **aléa fort** », « **aléa moyen** » et « **aléa faible** ». Cette hiérarchisation peut signifier :

- que les zones concernées par l' « aléa fort » sont davantage prédisposées à l'apparition de dégradations en surface que les zones d' « aléa moyen » ou d' « aléa faible » ;

et/ou

- que les phénomènes susceptibles de se produire dans les zones d' « aléa fort » sont d'un niveau plus élevé que dans les zones d' « aléa moyen » ou d' « aléa faible ».

Une zone de **risque** est définie comme la partie de la zone d'aléa dans laquelle se trouve un enjeu en surface (habitation, infrastructure...).

### 2.2 Méthodologie

Les différentes investigations ont été réalisées dans le cadre méthodologique retenu pour les études des anciens sites miniers, conformément à la loi n° 99-245 du 30 mars 1999. Le déroulement de l'étude des aléas s'appuie donc sur la démarche établie dans le guide méthodologique d'élaboration des plans de prévention des risques miniers (rapport INERIS DRS-06-51198/R01). Il est rappelé que la réalisation d'une étude des aléas comprend deux phases successives, qui se traduisent chacune par un ou plusieurs documents cartographiques :

1. **Une phase informative.** Celle-ci présente la synthèse des données minières, le repositionnement des travaux dans leur environnement et les éléments utiles et nécessaires à l'évaluation des aléas résiduels (géologie, hydrogéologie, indices de désordres...), l'ensemble s'appuyant sur une enquête de terrain. Le produit de cette phase est une **carte informative**, positionnant les différents éléments sur la BD ORTHO<sup>®</sup> IGN.

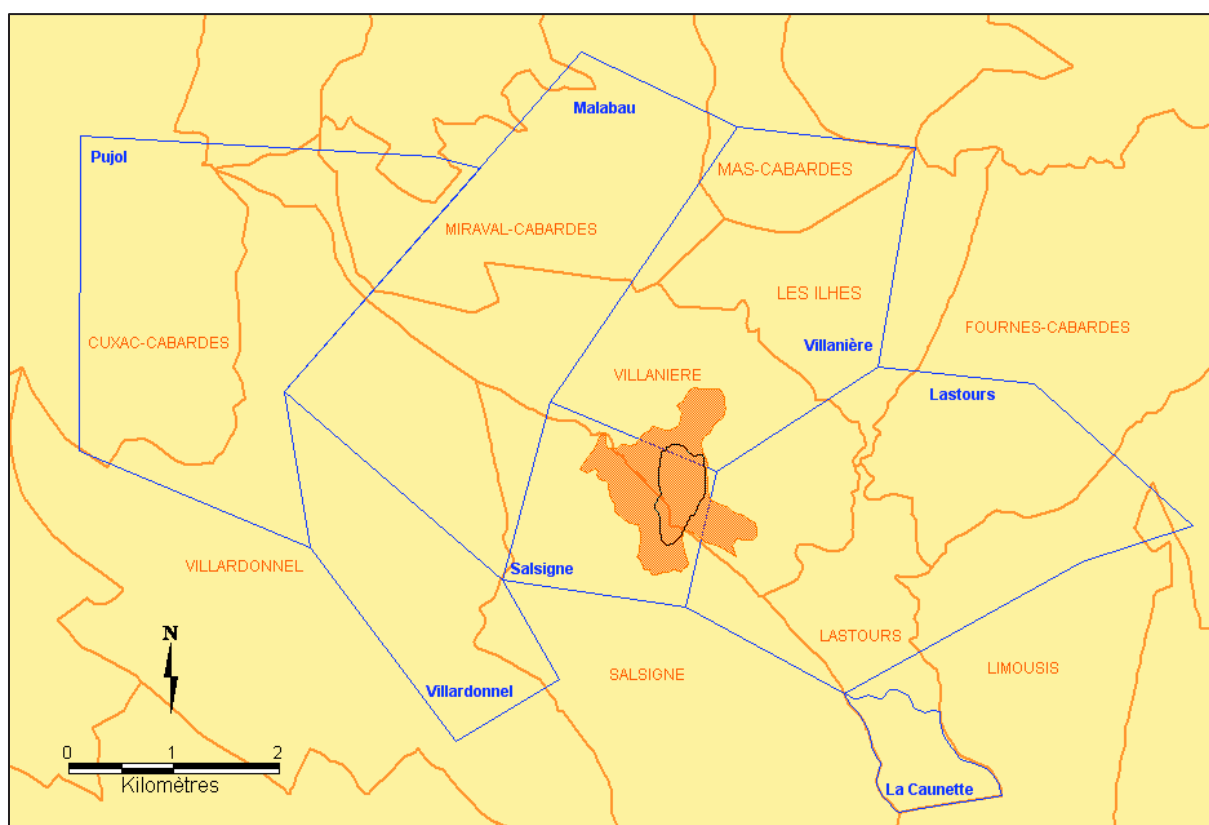
2. **Une phase d'évaluation et de cartographie de l'aléa.** Sur la base des données acquises lors de la phase informative, les différents phénomènes potentiellement envisageables, compte tenu de la nature des travaux, sont étudiés et évalués à la lumière des paramètres spécifiques au site. Enfin, l'enveloppe des zones affectées par les différents aléas est reportée sur fond cartographique, dans le cas présent, la BD ORTHO<sup>®</sup> IGN.

Le rapport comportant les deux volets est présenté en annexe A. Les cartes sont présentées en annexe B (cartes informatives) et annexe C (cartes d'aléas).

### 2.3 Zone d'étude

La zone d'étude comprend l'emprise des sept concessions présentées sur l'illustration 2.

Concernant la mine de Salsigne, à cheval sur les concessions de Salsigne, Villanière et Lastours, compte tenu des résultats de l'opération scanning, du caractère non urbanisé du périmètre et de l'extension importante des travaux miniers, **il a été décidé de se focaliser uniquement sur les zones de travaux situés à l'extérieur de l'emprise des verses et de la mine à ciel ouvert de Salsigne (Illustration 2), à l'exception de la galerie Ramèle, débouchant en surface et qui a été à l'origine d'un effondrement localisé.**



*Illustration 2 : Emprise de la zone d'étude correspondant à la surface des sept concessions (délimitées en bleu). En orange la zone non étudiée avec en noir, l'emprise de la mine à ciel ouvert de Salsigne.*

### 3 RESULTATS DE L'ETUDE

#### 3.1 Phase informative

Les informations essentielles recueillies sont issues des archives des organismes listées dans l'illustration 3.

Le dépouillement des archives a été complété par une enquête de terrain sur site avec la recherche des indices de désordres, le repérage de l'emplacement des anciens ouvrages débouchant au jour.

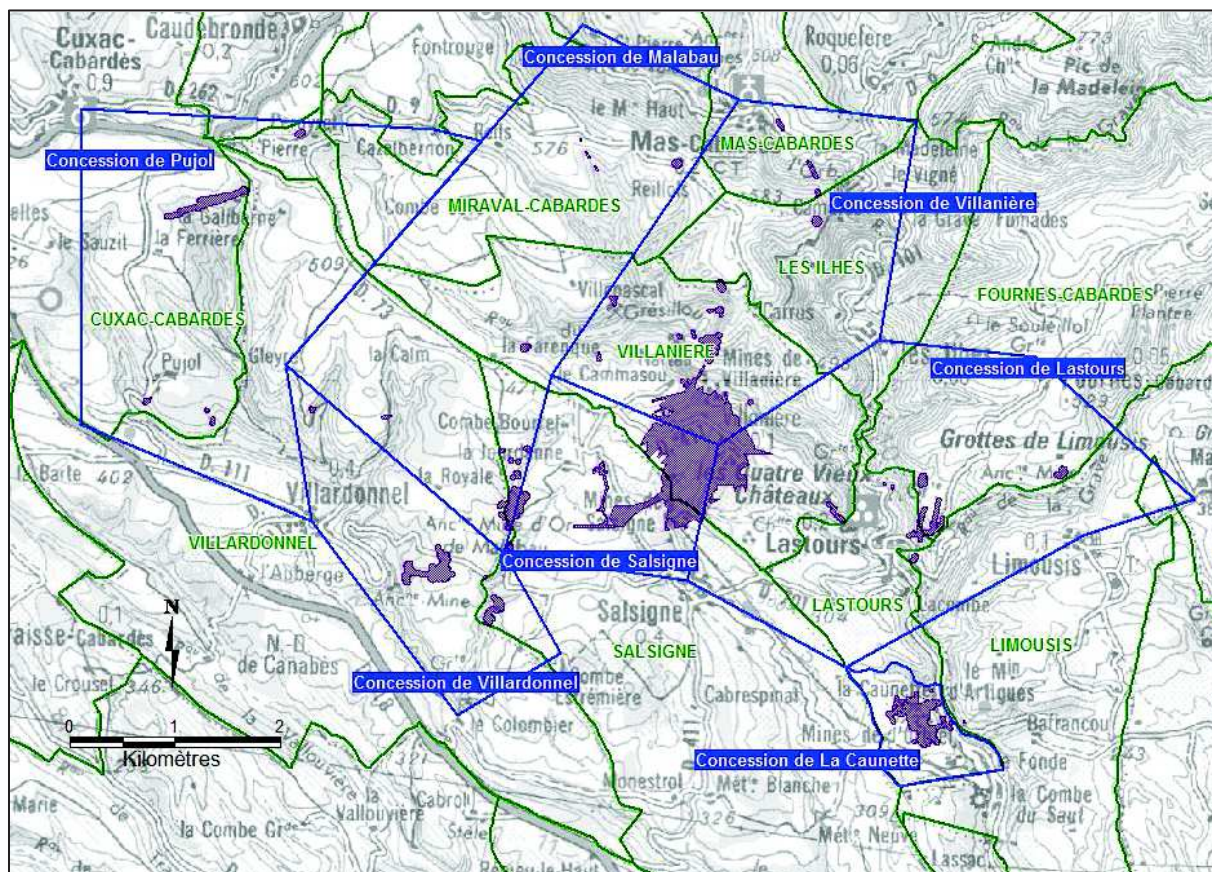
<b>Source de données et archives consultées</b>	<b>Date de consultation</b>
Archives de la DREAL à Alès	3-4 mai 2010 30, 31 mars 2011 22 juin 2011
Archives de la DREAL à Carcassonne	6 septembre 2010
Archives départementales de l'Aude à Carcassonne	7 septembre 2010 1, 4 avril 2011
Archives nationales	27 avril 2009
Archives du DPSM/UTAM Sud à Gardanne	10, 11, 14 juin 2009
Centre de documentation et cartothèque du BRGM à Orléans ainsi que les archives propres au service Ressources Minérales	Juin-juillet 2010 Avril-juin 2011
Documentation en ligne (BRGM, GEODERIS, BSS, ...)	Toute la durée de l'étude
<b>Travaux de terrain</b>	<b>Date de visite</b>
Levers de terrain	Août 2009 Septembre 2010 Avril 2011 Mai 2011
Restitution de terrain avec GEODERIS	Septembre 2010 Juin 2011

*Illustration 3 : Organismes consultés dans le cadre de la recherche documentaire et enquête sur le terrain*

#### 3.1.1 Contexte géographique, topographique et hydrographique

Le secteur étudié est situé environ 15 km au nord de Carcassonne, sur le flanc méridional de la Montagne Noire, dans le département de l'Aude (11). Les sept concessions (Malabau, Villardonnell, Pujol, Lastours, La Caunette, Salsigne, Villanière) s'étendent sur une surface de près de 20 km<sup>2</sup> faiblement urbanisée (Illustration 4).

Les sites miniers se situent dans un contexte général à morphologie de plateau penté vers le sud entre les cotes + 431 m NGF et + 352 m NGF, mais fortement entaillé par le ruisseau du Grésillou et la rivière de l'Orbiel, principalement.



**Illustration 4 : Localisation de la zone d'étude – Fond SCAN100® IGN  
En violet l'emprise des travaux miniers**

### 3.1.2 Historique et tonnage

L'exploitation minière est très ancienne dans cette région puisque les premiers travaux, Les Barreins (concession de Lastours), sont datés du II<sup>e</sup> siècle avant JC (Beyrie *et al.*, 2011). C'est en 1892 que Marius Esparseil découvrit l'or de la Montagne Noire dans le minerai de cuivre extrait du Roc des Cors (concession de Lastours).

Les concessions de Salsigne, Villanière et Lastours, dont le dernier titulaire était la MOS, ont fait l'objet d'un dossier DADT très complet réalisé par le bureau d'études Minelis (MOS et Minelis, 2004). Ces concessions sont donc renoncées (Arrêté Ministériel en 2006). Les autres concessions du secteur étudié sont soit orphelines, soit annulées (Illustration 5).

Sur l'ensemble du secteur de Salsigne, la production totale de minerai extrait s'élève à plus de 14 millions de tonnes dont environ 100 tonnes d'or et 400 000 tonnes d'arsenic.

Concessions	Dates repères	Observations
<b>Concession de Malabau (725 ha)</b> <b>Statut : orpheline</b>	<b>1910 - 1913</b>	Travaux de recherches
	<b>09/08/1913</b>	Institution de la concession par décret au profit de la Société des Mines de Malabau pour mispickel, cuivre, or, argent et métaux connexes
	<b>14/04/1932</b>	AP acceptant l'abandon (provisoire) des travaux
	<b>16/11/1942</b>	Mutation au profit de la Compagnie des Mines de Moissac
	<b>10/06/1963</b>	Mutation au profit de la SMPCS
		Non mutée à la MOS, même si la MOS est propriétaire des terrains
<b>Concession de Villardonnell (386 ha)</b> <b>Statut : annulée</b>	<b>1902</b>	Début des travaux de recherches
	<b>04/05/1922</b>	Institution de la concession au profit de la Société Anonyme des Mines de Villardonnell pour mispickel, pyrite de fer et de cuivre et autres minerais connexes. Début de l'exploitation.
	<b>04/04/1928</b>	Mutation au profit de la Société Minière et Industrielle de Villardonnell. Construction d'une fonderie.
	<b>06/10/1936</b>	Déclaration d'abandon des travaux au Préfet de l'Aude
	<b>08/10/1962</b>	Déchéance du propriétaire : l'Etat devient propriétaire de l'usine et des terrains.
	<b>20/03/1967</b>	Annulation de la concession après qu'il y ait eu une procédure d'amodiation au profit de la SMPCS presque menée à terme.
	<b>10/01/1968</b>	Permis exclusif de recherche accordé à la SMPCS
	<b>1986</b>	Travaux de mise en sécurité par la SMPCS
<b>Concession de Pujol (934 ha)</b> <b>Statut : annulée</b>	<b>23/05/1922</b>	Institution de la concession pour pyrite, cuivre et métaux connexes au profit de M. de Sambuey de Sorgue.
	<b>21/08/1924</b>	Mutation au profit de la Société des Mines du Pujol
	<b>Juin 1926</b>	Arrêt des travaux
	<b>16/03/1959</b>	Déchéance du propriétaire
	<b>12/01/1960</b>	Annulation de la concession
	<b>01/09/1966</b>	Autorisation pour la SMPCS de mener des petits travaux de recherches
	<b>09/08/1967</b>	Permis exclusif de recherche accordé à la SMPCS

Concessions	Dates repères	Observations
<b>Concession de Lastours (884 ha)</b> Statut : renoncée	<b>II<sup>ème</sup> siècle av. JC</b>	Exploitation gallo-romaine de la Mine de cuivre des Barreins
	<b>1890 – 1904</b>	Exploitation du Roc des Cors permettant la découverte de l'or de la Montagne Noire en 1892
	<b>08/09/1993</b>	Mutation au profit de la MOS
	<b>30/09/2004</b>	AP1 portant l'arrêt définitif des travaux
	<b>20/03/2006</b>	AP2 (2 <sup>ème</sup> donné acte)
	<b>23/06/2006</b>	Arrêté ministériel acceptant la renonciation de la MOS à sa concession
<b>Concession de La Caunette (87,15 ha)</b> Statut : orpheline	<b>Moyen Age</b>	Travaux anciens
	<b>XV<sup>ème</sup> – XIX<sup>ème</sup> siècle</b>	Réalisation de 7 tranchées
	<b>28/08/1845</b>	Institution au profit de M. Maximilien Braun pour le fer
	<b>1864</b>	Début de l'exploitation « moderne » pour le fer
	<b>10/02/1879</b>	Institution au profit de M. Benjamin Premsel pour le plomb argentifère
	<b>15/03/1920</b>	Mutation au profit de M. Antoine Desflasseux
	<b>20/02/1923</b>	Mutation au profit de la Société des Mines d'Argent de la Caunette
	<b>1952 – 1958</b>	La Société des Mines d'Argent de la Caunette, rebaptisée Société des Mines de l'Orbiel, exploite la galène et la sphalérite.
	<b>1958</b>	Abandon des travaux
	<b>1969</b>	Achat de l'usine de flottation par la SMPCS
	<b>1971</b>	Mise en location de l'usine au groupe Pechiney-Kuhlman
	<b>10/01/1972</b>	Mutation de la concession au profit de la SMPCS
	<b>1991</b>	Après le rachat de la SMPCS par la MOS, cette-dernière refuse la concession de La Caunette (non mutation)
<b>Concession de Salsigne (278 ha)</b> Statut : renoncée	<b>06/02/1877</b>	Institution au profit de M. Marius Esparseil pour le fer
	<b>1892</b>	Découverte de l'or dans les minéralisations de Salsigne
	<b>24/12/1897</b>	Extension de la concession à l'exploitation de la pyrite de fer et des métaux connexes.
	<b>1924</b>	SMUS
	<b>1966</b>	Reprise de la mine par les canadiens et création de SMPCS
	<b>1969</b>	Découverte du minerai profond en couche dans les schistes X
	<b>1980</b>	COFRAMINES, filiale du BRGM, prend le contrôle de la SMPCS
	<b>1982</b>	Ouverture de la MCO et du puits Castan

Concessions	Dates repères	Observations
	1991	Fermeture de la mine
	1992	Rachat de la mine par un groupe minier australien et création de la MOS
	8 septembre 1993	Mutation de la concession à la MOS
	01/04/2004	Dépôt du DADT
	30/09/2004	AP1 portant l'arrêt définitif des travaux
	20/03/06	AP2 (2 <sup>ème</sup> donné acte)
	23/06/2006	Arrêté ministériel acceptant la renonciation de la MOS à sa concession
<b>Concession de Villanière (684 ha) Statut : renoncée</b>	11/08/1898	Institution au profit de la Société des Mines de l'Aude (M. Marius Esparseil) pour mispickel et autres métaux connexes
	1892	Découverte de l'or dans les minéralisations de Salsigne
	1910	Arrêt de l'exploitation
	21/11/1951	Mutation au profit de la SMUS qui a absorbé la Société des Mines de l'Aude
	08/09/1993	Mutation au profit de la MOS
	01/04/2004	Dépôt du DADT
	29/09/2004	AP1 portant l'arrêt définitif des travaux
	20/03/2006	AP2 (2 <sup>ème</sup> donné acte)
	23/06/2006	Arrêté ministériel acceptant la renonciation de la MOS à sa concession

*Illustration 5 : Principales dates relatives aux sept concessions étudiées*

### 3.1.3 Les travaux miniers

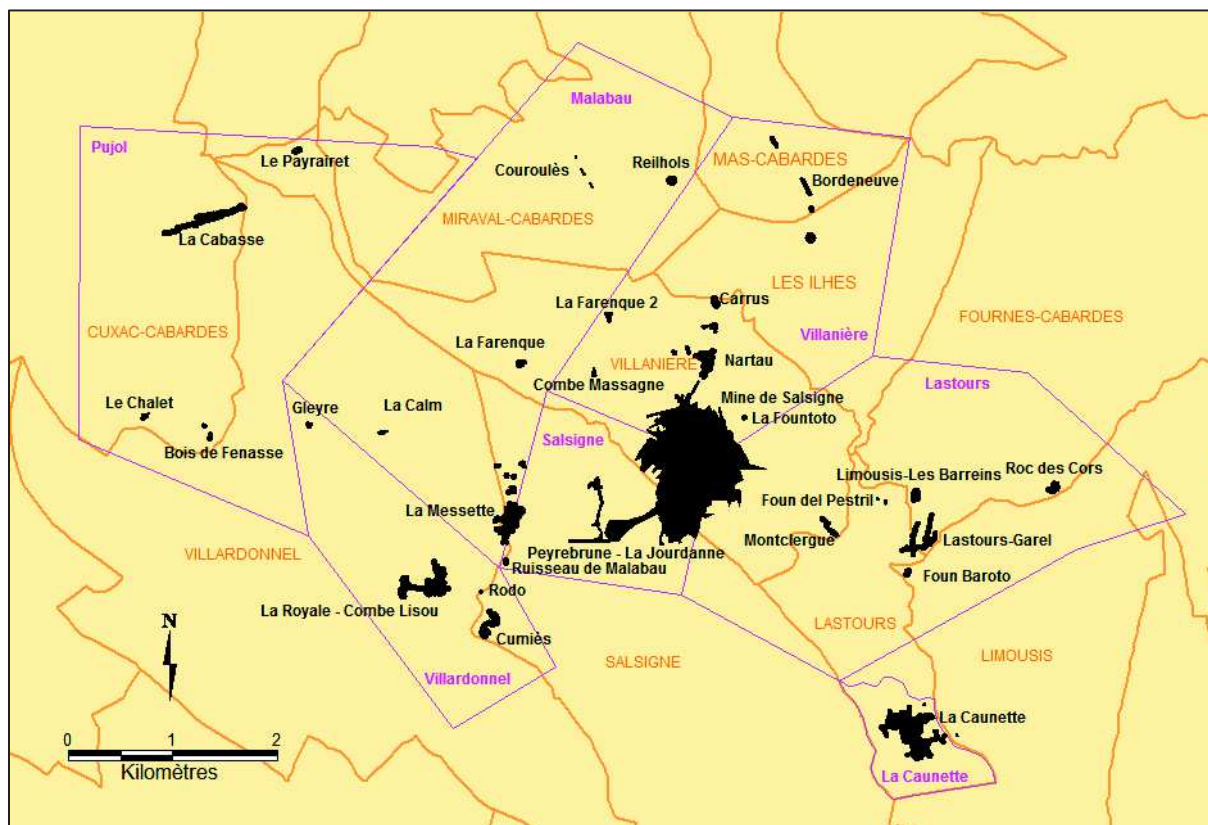
En marge de la mine de Salsigne, de taille importante, ce secteur a connu de nombreuses recherches minières qui ont parfois abouties à des exploitations de taille honorables, comme à La Caunette (concession de La Caunette) ou La Cabasse (concession de Pujol).

#### 3.1.3.1 Localisation des travaux miniers sur le secteur de Salsigne

Les sept concessions étudiées se répartissent sur onze communes, parmi lesquelles dix sont concernées par les travaux miniers (Illustrations 6, 7 et 8).

D'autres travaux de recherches menés dans le secteur sont également cités dans la littérature, tels que Le Magne, Cante Merle, Joncas, La Combe ou Sept Ans. Cependant, en l'absence de trace résiduelle de ces grattages sur le terrain et de précision quant à leur localisation, ils n'ont pas été inclus dans cette étude. Ils témoignent du grand intérêt métallogénique de cette région.

Remarque : Les orientations des filons indiquées sur cette illustration 11 de l'annexe A nous ont permis d'affiner les enveloppes de travaux, notamment sur les secteurs sans plan minier.



*Illustration 6 : Mosaïque des différentes communes couvertes par les concessions étudiées (délimitées en rose) et les zones de travaux (enveloppes noires)*

Commune	Travaux miniers présents sur la commune
<b>Cuxac-Cabardès</b>	Bois de Fenasse, Le Chalet, La Cabasse
<b>Villardonnell</b>	La Royale-Combe Lisou, Gleyre, La Calm, Rodo
<b>Villanière</b>	Le Payrairet, La Farenque, La Farenque 2, Combe Massagne, Nartau, Carrus, Montclergue, Mine de Salsigne (en partie), La Fountoto
<b>Miraval-Cabardès</b>	Reilhols, Couroulès
<b>Salsigne</b>	Mine de Salsigne (en partie), La Messette, Peyrebrune - La Jourdanne, Cumiers, Ruisseau de Malabau
<b>Mas-Cabardès</b>	Bordeneuve (en partie)
<b>Fournes-Cabardès</b>	Roc des Cors, Les Barreins, Lastours-Garel (en partie)
<b>Lastours</b>	Foun del Pestril, Lastours-Garel (en partie), La Caunette
<b>Limousis</b>	Foun Baroto
<b>Les Ilhes</b>	Bordeneuve (en partie)

*Illustration 7 : Répartition des travaux miniers sur les dix communes*



Concession	Travaux miniers
<b>Malabau</b> N° 11SM0026	La Messette
	La Calm
	La Farenque
	Couroulès
	Reilhols
<b>Villardonnell</b> N° 11SM0034	La Royale-Combe-Lisou
	Gleyre
	Rodo
	Cumiès
	Ruisseau de Malabau
<b>Pujol</b> N° 11SM0026	La Cabasse
	Le Chalet
	Bois de Fenasse
	Le Payrairet
<b>Lastours</b> N° 11SM0018	Roc des Cors
	Limousis - Les Barreins
	Lastours - Garel
	Montclergue
	Foun del Pestril
	Foun Baroto
<b>La Caunette</b> N° 11SM0012	La Caunette
<b>Salsigne</b> N° 11SM0029	MCO et TMS Mine de Salsigne
	Peyrebrune – La Jourdanne
<b>Villanière</b> N° 11SM0033	Mine de Salsigne (en partie)
	Nartau
	Carrus
	Bordeneuve
	La Farenque 2
	Combe Massagne
	La Fountoto

*Illustration 8 : Travaux miniers inventoriés sur le secteur étudié*

### 3.1.3.2 Description des travaux miniers

Parmi les 29 secteurs sièges de travaux miniers, seuls 12 ont fait l'objet de travaux d'exploitation. Les autres sont uniquement concernés par des travaux de recherche plus ou moins importants (Illustration 9) parfois réalisés avant l'institution des concessions. Ils sont isolés et situés sur des secteurs peu fréquentés car difficiles d'accès.

Concession	Nom du site minier	Description des travaux de recherche
Malabau	Reilhols	Une galerie
	Couroulès	Un puits et deux entrées de galerie
	La Calm	Une galerie
	La Farenque	Deux galeries et quelques petits grattages à ciel ouvert
Villardonnell	Gleyre	Une galerie d'une trentaine de mètres de long et quelques petits grattages à ciel ouvert
	Rodo	Une galerie datant du début du XX <sup>e</sup> siècle (avant l'institution de la concession)
	Cumiès	C'est sur ce site que les travaux de recherche sont les plus importants : six galeries et quelques tranchées de recherche
	Ruisseau de Malabau	Une galerie de 32 m de long abandonnée en 1907
Pujol	Le Payrairet	Un puits de 10 m donnant accès à une galerie de 15 m
	Le Chalet	Deux galeries de 6,5 et 1,5 m de long et un grattage
	Le Bois de Fenasse	Deux galeries de 20 m et 50 m de long
Lastours	Foun Baroto	Une galerie et quelques grattages
	Foun del Pestril	Trois galeries
	Nouvelles galeries	Deux galeries (dont une de 2 m de long) identifiées sur la rive droite de l'Orbiel, en face des travaux de recherche de Foun del Pestril.
Villanière	Bordeneuve	Quatre galeries et une tranchée
	Combe Massagne	Un puits, une petite galerie et quelques grattages
	La Farenque 2	Une galerie
	La Fountoto	Une galerie

*Illustration 9 : Synthèse des sites sur lesquels seuls des travaux de recherche ont été menés*

Des travaux d'exploitation à proprement parler ont eu lieu en souterrain et à ciel ouvert. Quatre méthodes d'exploitation souterraines ont été utilisées sur le secteur de Salsigne (Illustration 10) : l'exploitation par réseau de galeries sur un ou plusieurs niveaux, l'exploitation par tranches montantes remblayées ou pas, l'exploitation par sous-niveaux abattus, l'exploitation par chambres et piliers remblayées ou pas.

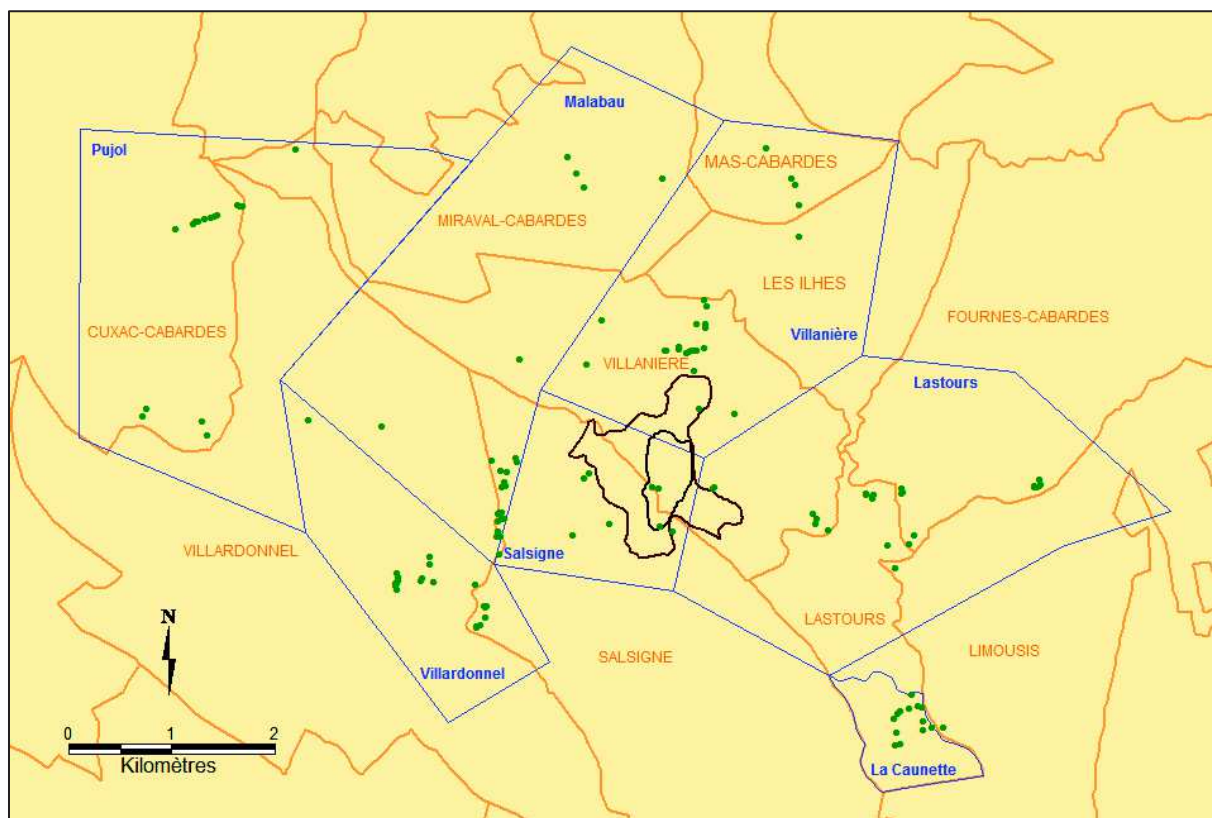
Concession	Nom du site minier	Description des travaux d'exploitation
Malabau	La Messette	Réseau de galeries sur cinq niveaux (15 000 tonnes de minerai extrait)
Villardonnell	La Royale – Combe Lisou	Tranches montantes sur trois niveaux
Pujol	La Cabasse	Réseau de galeries sur cinq niveaux (quelques milliers de tonnes de minerai extrait) A ciel ouvert
Lastours	Lastours-Garel	Réseau de galeries
	Rocs des Cors	Cinq galeries (500 tonnes de minerai extrait)
	Montclergue	Quatre galeries
	Les Barreins	A ciel ouvert
Villanière	Carrus	Cinq galeries
	Nartau	Tranches montantes
Salsigne	Peyrebrune – La Jourdan	Réseau de galeries
	Mine de Salsigne	Tranches montantes remblayées pour les filons à fort pendage Sous-niveaux abattus sans remblayage Chambres et piliers A ciel ouvert
La Caunette	La Caunette	Tranches montantes remblayées sur neuf niveaux (180 000 tonne de minerai extrait)

*Illustration 10 : Synthèse des sites sur lesquels des travaux d'exploitation ont été menés*

### 3.1.4 Etat actuel des sites de travaux

#### 3.1.4.1 Les ouvrages débouchant au jour

Au total, 135 ouvrages débouchant au jour (ODJ) ont été inventoriés (Illustration 11) sur le secteur d'étude.



*Illustration 11 : Schéma indicatif de la répartition des ouvrages débouchant au jour inventoriés sur le secteur d'étude.*

*En marron, la verse de Salsigne, en noir, la mine à ciel ouvert de Salsigne*

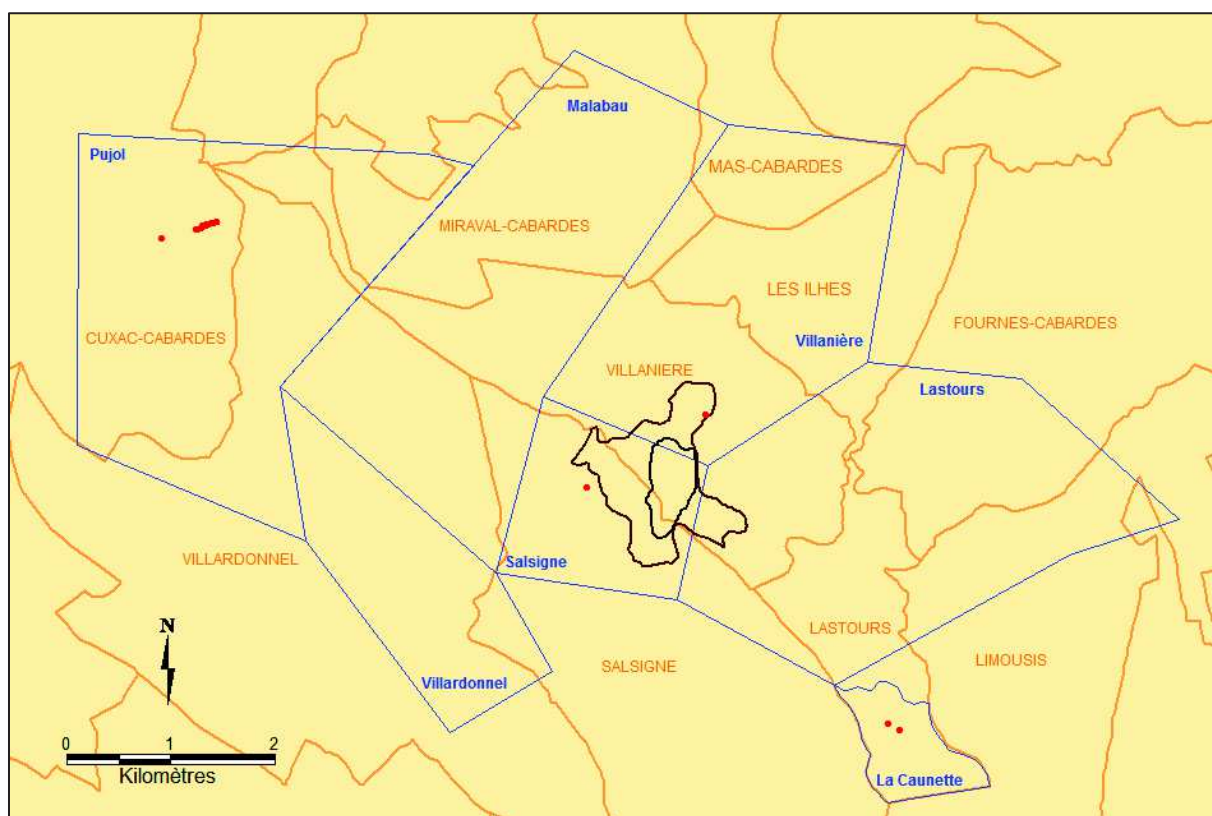
Les ouvrages sont répartis sur les communes suivantes (Illustration 12).

<b>Commune</b>	<b>Puits</b>	<b>Entrée de galeries</b>
Cuxac-Cabardès	4	11
Miraval-Cabardès	1	3
Mas-Cabardès	-	4
Les Ilhes	-	1
Fournès-Cabardès	1	10
Limousis	-	2
Lastours	7	12
Villanière	4	26
Salsigne	13	17
Villardonnelle	8	11
<b>Total</b>	<b>38</b>	<b>97</b>

*Illustration 12 : Répartition communale des ouvrages débouchant au jour inventoriés*

### 3.1.4.2 Les désordres

Lors de la présente étude, 15 désordres, principalement de type effondrement localisé, ont été inventoriés (Illustration 13).



**Illustration 13 : Schéma indicatif de la répartition des désordres inventoriés sur le secteur d'étude.**  
 En marron, la veine de Salsigne, en noir, la mine à ciel ouvert de Salsigne

Les désordres sont répartis sur les communes suivantes (Illustration 14):

Commune	Désordres	Remarques
Cuxac-Cabardès	11	Désordres de type fontis, associés à la mine de la Cabasse, rattachée à la concession de Pujol
Salsigne	1	Petite dépression située à l'aplomb des travaux comblés de la Jourdanne, sur la concession de Salsigne
Lastours	2	Désordres situés à l'aplomb des travaux de la mine de la Caunette
Villanière	1	Effondrement localisé situé à l'extrémité de la galerie Ramèle
<b>Total</b>	<b>15</b>	

**Illustration 14 : Répartition communale des désordres inventoriés**

### 3.1.5 Mines à ciel ouvert

Des mines à ciel ouvert (MCO) sont présentes uniquement sur les concessions de Salsigne, Villanière, Lastours et Pujol dans une moindre mesure (Illustration 15).

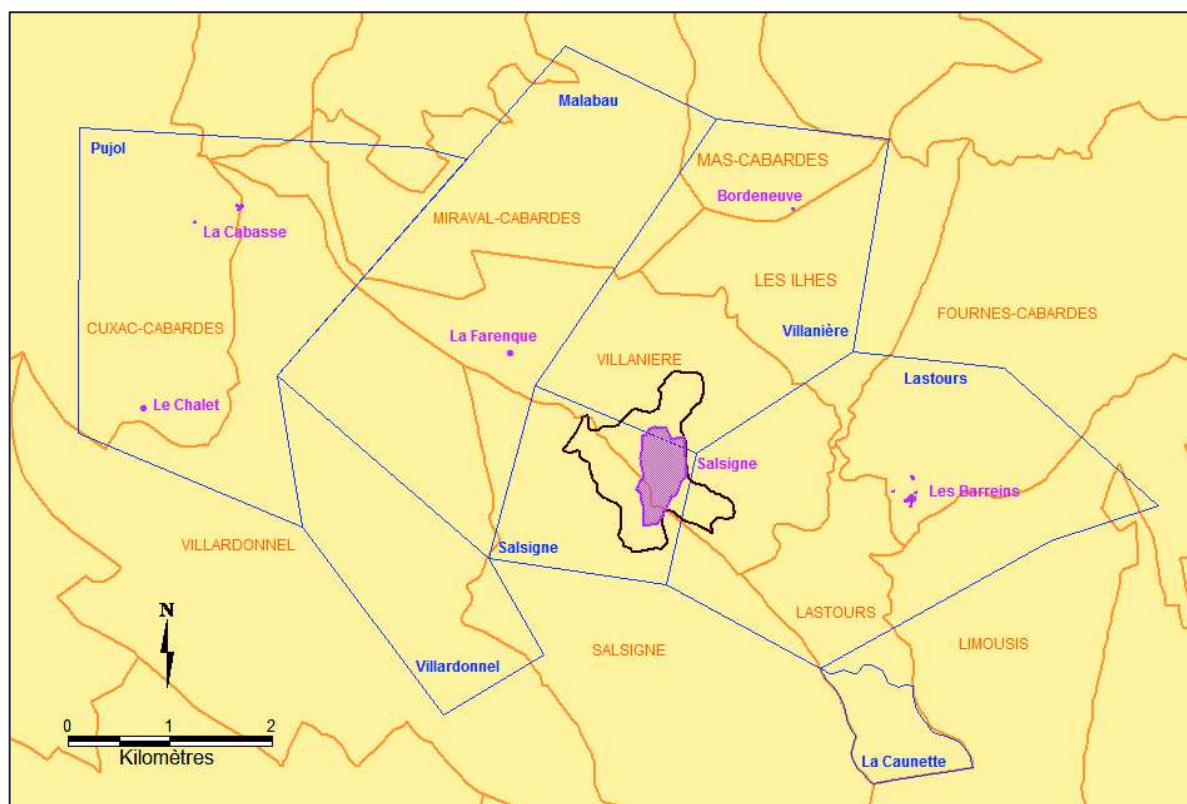
Remarque : Des grattages ont aussi été repérés sur plusieurs sites, mais ils n'ont pas été inventoriés de façon systématique. La plupart de ces grattages ne présentent pas d'aléa mouvement de terrain.

La mine à ciel ouvert de Salsigne est située à cheval entre les communes de Salsigne et de Villanière. Il s'agit d'une MCO de grande emprise (900 m d'extension Nord-Sud, 500 m d'extension Est-Ouest). Elle a atteint, en profondeur, la cote de + 253 m NGF. Elle a par la suite été remblayée et le fond est aujourd'hui à la cote + 310 m NGF. Réalisée par gradins de 10 m de hauteur successifs, sa pente moyenne est de l'ordre de 45°. Elle est surmontée par les verses de découverte.

Les exploitations à ciel ouvert des Barreins datent du II<sup>e</sup> siècle avant JC. Ils sont situés sur la concession de Lastours mais sont bien sûr antérieurs à l'institution de cette concession.

En surface, sept fosses principales et deux plus petites sont visibles sur le plateau des Barreins, sur la commune de Fournès-Cabardès.

Sur le site de la Cabasse (concession de Pujol) une fosse (d'un diamètre de quelques dizaines de mètres) a été observée sur le terrain. Nous avons interprété cette excavation comme une exploitation à ciel ouvert.

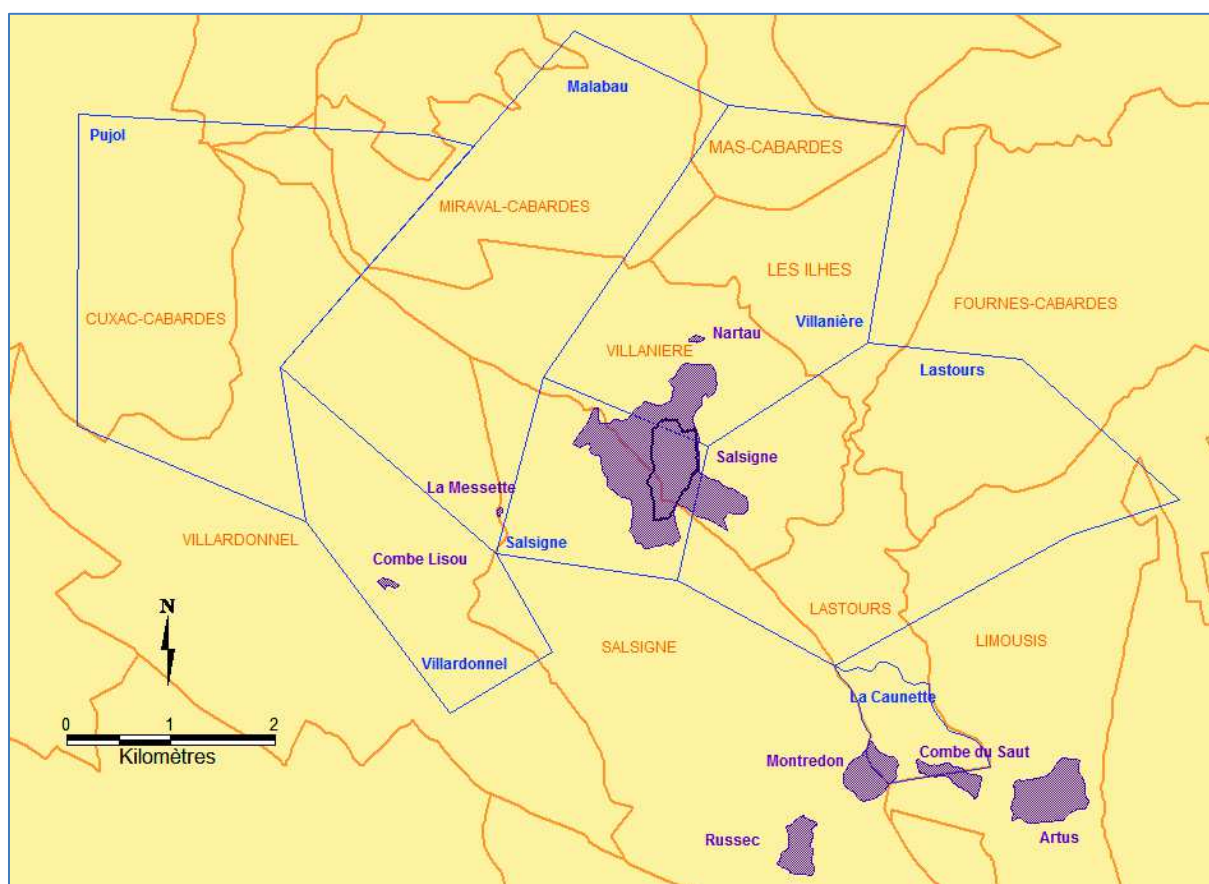


**Illustration 15 : Schéma indicatif de la répartition des mines à ciel ouvert et grattages inventoriés sur le secteur d'étude.**  
*En marron, la verse de Salsigne*

### 3.1.6 Dépôts miniers

Le secteur de Salsigne et les principaux dépôts associés ont été intégrés à l'inventaire effectué dans le cadre de l'article 20 de la directive européenne sur les déchets de l'industrie extractive.

Sur l'emprise de la zone d'étude, 8 zones de dépôts ont été cartographiées (Illustration 16).



*Illustration 16 : Schéma indicatif de la répartition des zones de dépôts.  
En noir, les limites de la mine à ciel ouvert de Salsigne*

Les verses de petites dimensions, liées par exemple au creusement de galeries de recherche, sont végétalisées et correspondent plutôt à des placages peu épais intégrés au paysage. Elles n'ont pas été circonscrites ni cartographiées et ne présentent pas d'aléa mouvement de terrain.

Les ouvrages de dépôt sont répartis sur les communes suivantes :

Commune de Villardonnel :

- ✓ Sur le quartier de La Royale/Combe Lisou, le minerai était traité sur place à l'usine de Combe Lisou, à proximité du lit du Rieu Sec. Les verses générées sont assez étendues sur les secteurs très pentés. Elles sont principalement constituées de l'encaissant schisteux. D'après le rapport de l'ingénieur des mines de 1966, quelques phénomènes de type glissement de terrains se seraient produits (petits glissements superficiels récurrents). A la fin de l'exploitation, trois stocks de 2000 tonnes de minerai auraient été repris et traités par la SMPCS. Des bâtiments délabrés subsistent.

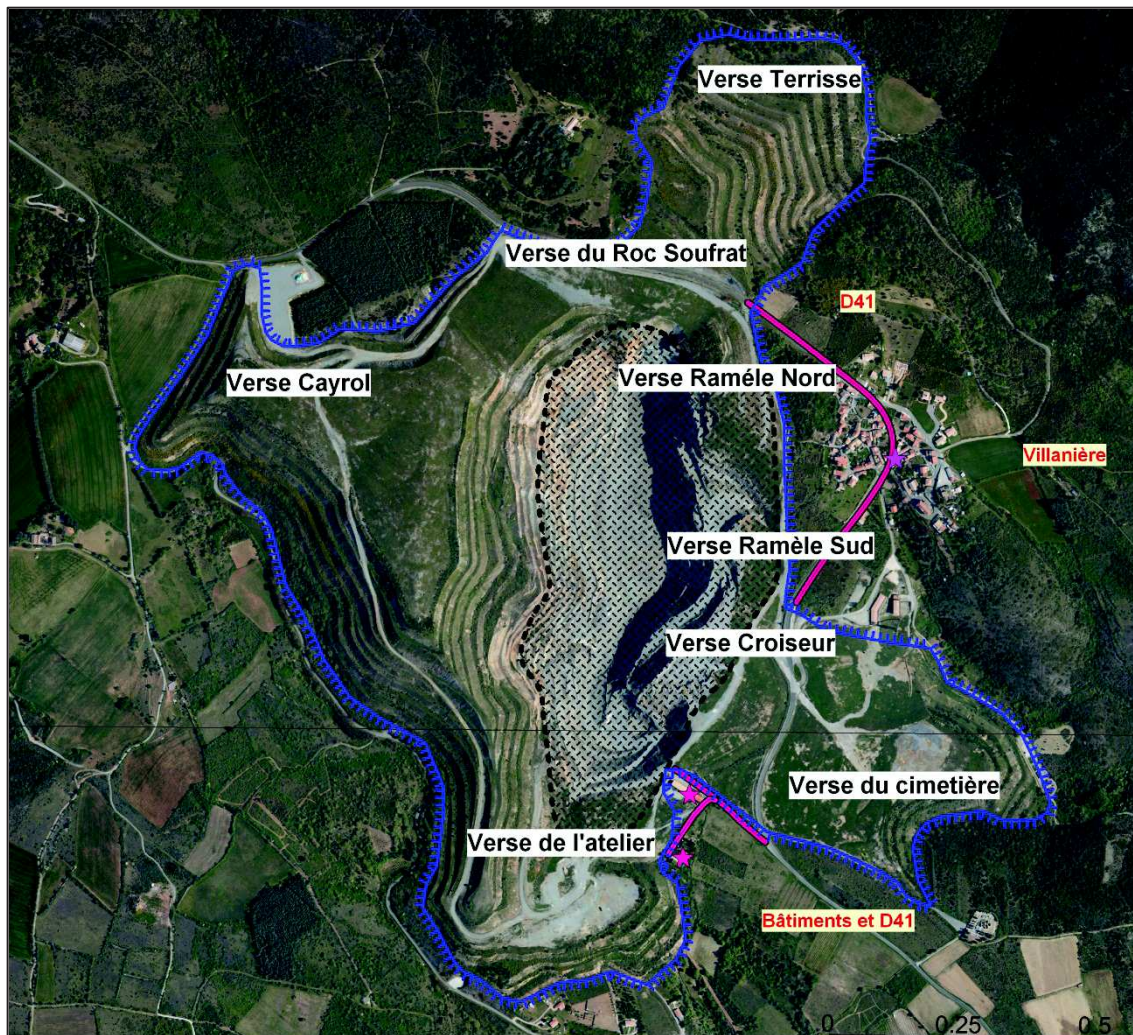
Communes de Villanière et Salsigne :

- ✓ Les verses autour de la mine de Salsigne ont été créées lors de l'ouverture de la mine à ciel ouvert. Elles sont au nombre de huit (Illustration 17) et situées à cheval entre les communes de Villanière et de Salsigne :
  - La verse Cayrol,
  - La verse de l'Atelier,
  - La verse Ramèle Sud,
  - La verse Terrisse,
  - La verse Ramèle Nord,
  - La verse Croiseur,
  - La verse du Cimetière
  - La verse du Roc Soufrat.

**Les verses de Salsigne sont en dehors de la zone d'étude. Les aléas liés à ces ouvrages de dépôts n'ont pas été évalués.**

Précisons néanmoins que leur stabilité a été suivie par ANTEA qui n'a pas noté, dans sa synthèse de 2003 (MONP03-0107), de problème particulier. Aucun phénomène d'instabilité générale sur les différentes verses, depuis leur mise en dépôts, n'a été repéré. Les fissures qui ont pu être constatées à certains épisodes de la mise en dépôt concernaient des talus récents ; elles étaient liées soit à des tassements de consolidation des stériles, soit à des concentrations d'eau pluviale en sommet de verse ou sur certaines banquettes au niveau de ruissellements localisés. Actuellement, la surveillance en est assurée par DPSM.





*Illustration 17 : Toponymie des verse de la MCO de Salsigne (en rose, quelques enjeux)*

Sur la mine de la Messette (concession de Malabau), le minerai était traité sur place par flottation, grillage et cyanuration afin de récupérer l'or. Après briquetage, le minerai était grillé pour en extraire l'arsenic. L'ancienne usine a été démantelée et n'est plus visible. Plusieurs verses ont été inventoriées. Seule la plus importante (60 000 m<sup>3</sup>), située au fond d'un vallon a été cartographiée.

Les dépôts de résidus de Nartau surplombent le Grésillou avec une forte pente (en moyenne 57 %). Ils sont constitués d'éléments de faible granulométrie (entre 1 et 10 cm) contenant des nombreux sulfures. Ces dépôts sont constitués de plusieurs strates de 10 à 50 cm d'épaisseur. Ces caractéristiques lui confèrent a priori une forte instabilité. De plus ils sont soumis à de l'érosion de pied par la rivière Grésillou passant à leur base.

L'emprise de ce dépôts représente 5 000 m<sup>2</sup> sur une épaisseur de 1 à 5 m.

La surveillance de ce site est actuellement assurée par le DPSM.

Il est à rappeler rapidement la présence sur la concession de La Caunette de l'ancienne usine de La Combe du Saut et de l'ancienne usine de cyanuration. Ces installations ont été démontées, et confinées avec les sols pollués. La verse de Montredon s'étend également en partie sur la concession.

### 3.1.7 Cartes informatives

En raison du grand nombre de concessions étudiées et de la dispersion des sites, trois cartes informatives sectorielles au 1/5 000<sup>e</sup> ont été nécessaires pour couvrir la zone d'étude.

Ces cartes sectorielles localisent les travaux miniers, les ODJ, les principales installations de surface, les travaux de découverte (tranchées, MCO...), les zones de dépôt (verses) et les iso-épaisseurs de recouvrement.

Les cartes informatives sont présentées en annexe B.

## 3.2 Phase d'évaluation des aléas

Les textes réglementaires relatifs aux PPRM précisent notamment la nature des aléas et risques pris en compte :

*Les risques pris en compte (...), au titre de ce décret, (...) sont notamment, les suivants : affaissements, effondrements, fontis, inondations, émanations de gaz dangereux, pollutions des sols ou des eaux, émissions de rayonnements ionisants*

On notera que la mention, dans le texte, de l'adverbe « notamment » implique que la liste, quoique largement représentative des risques miniers, n'est pas strictement exhaustive et peut éventuellement être complétée.

### 3.2.1 Aléas retenus

Les informations rassemblées lors de la phase informative nous permettent d'identifier les différents aléas qui seront à retenir pour la deuxième phase de l'étude (analyse détaillée des aléas). D'après les connaissances acquises et la rétroanalyse effectuée sur d'autres bassins miniers très similaires, les scénarii accidentels ont été examinés pour en déterminer les intensités potentielles, les crédibilités de survenance et évaluer, ainsi, les niveaux d'aléas qui leur incombent.

Dans le cas présent, les phénomènes prévisibles identifiés sur la zone d'étude sont de type « mouvements de terrain ». Ils concernent les zones de travaux souterrains ainsi que certains des dépôts miniers de surface.

Les aléas retenus sont « l'effondrement localisé », « l'affaissement progressif », le « glissement », « écroulement rocheux » et « le tassement ».

L'aléa gaz de mine n'a pas été étudié car la méthodologie d'évaluation de ce phénomène n'est pas validée à ce jour.

L'aléa pollution n'a pas été étudié. Le site a par contre été intégré à l'inventaire DDIE.

Enfin, concernant l'aléa inondation, tous les ouvrages miniers et travaux constituent des drains préférentiels pour les eaux d'infiltration et sont donc susceptibles en cas d'épisodes pluvieux hors du commun, de générer dans leur environnement des écoulements temporaires. Néanmoins, l'évaluation détaillée de l'aléa inondation n'a pas été effectuée.

Les cartes d'aléas sont présentées en annexe C.

### 3.2.2 Evaluation de l'aléa effondrement localisé

Il s'agit de l'apparition soudaine en surface d'un cratère d'effondrement dont les caractéristiques géométriques dépendent du phénomène initiateur et du comportement des terrains sus-jacents.

L'effondrement localisé peut être la conséquence soit de la remontée au jour d'un vide initié en profondeur (fontis sur une galerie par exemple) ou encore de la rupture d'une colonne de puits (Illustrations 18 et 19). La profondeur maximale des travaux permettant à la remontée de fontis d'arriver jusqu'à la surface est fonction de la taille de vide initiale et du foisonnement des terrains, qui contribue à l'autocomblement du phénomène.

On estime généralement la limite maximale de remontée à 50 m de profondeur, hors paramètres particuliers.

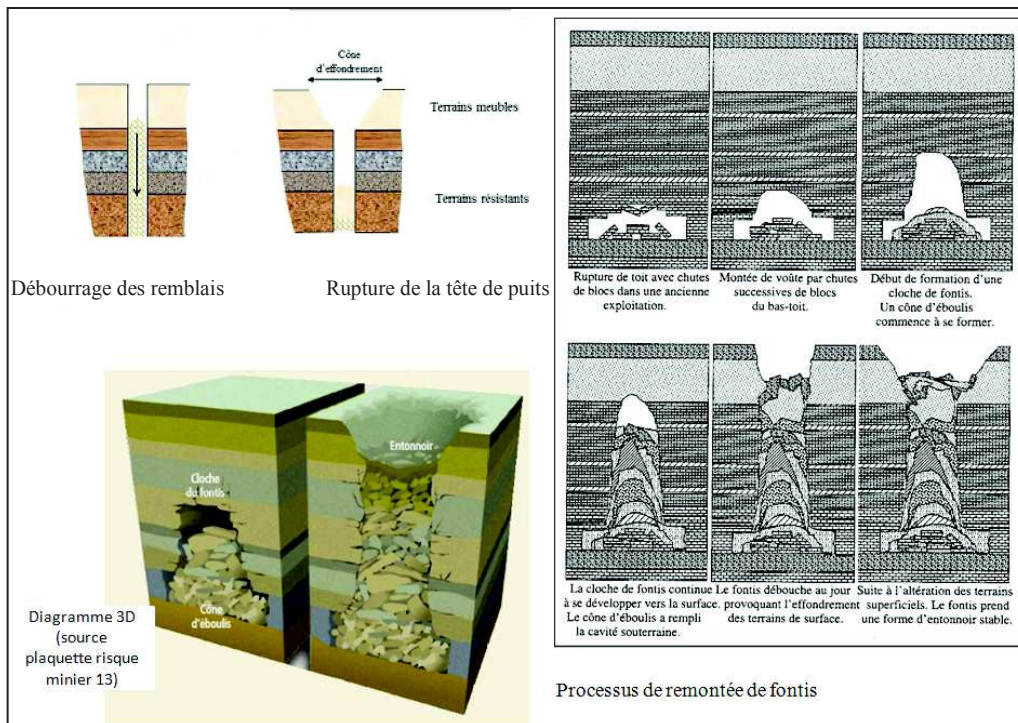


Illustration 18 : Schématisations des processus à l'origine des effondrements localisés



*Illustration 19 : Effondrement localisé au droit d'une galerie (Gard)*

D'une manière générale, l'ensemble des vides résiduels suffisamment peu profonds, présents dans le sous-sol d'un site minier peut être à l'origine d'effondrements localisés. Sur le secteur étudié, les vides résiduels susceptibles d'être à l'origine d'effondrement localisé correspondent (Illustration 20, annexe C) :

- aux chambres qui n'auraient pas été remblayées ou celles partiellement remblayées ;
- aux secteurs où des piliers ont été abandonnés, assimilés à des exploitations par chambres et piliers abandonnées ;
- aux galeries de tout type : galerie d'infrastructure, galerie isolée...
- aux puits.

Plusieurs désordres ou traces de désordres, de type effondrement localisé lié aux travaux miniers souterrains, ont été observés sur plusieurs sites étudiées (par exemple : La Cabasse, La Caunette, La jourdanne...). L'analyse de l'aléa effondrement localisé s'appuie aussi sur la description de ces désordres, sur les caractéristiques des travaux, sur les caractéristiques des terrains de recouvrement et sur les observations de terrain.

### **3.2.2.1 Aléa effondrement localisé lié aux puits**

- ✓ Un niveau d'aléa moyen a été retenu pour les puits desservant des travaux à plus de 50 m de profondeur. En effet, les volumes de vides sont plus importants et certains de ces ouvrages desservent des travaux effectués sur plusieurs niveaux : la présence de plusieurs recettes augmente la prédisposition au débouffrage.
- ✓ Un niveau d'aléa faible a été retenu pour les autres puits.

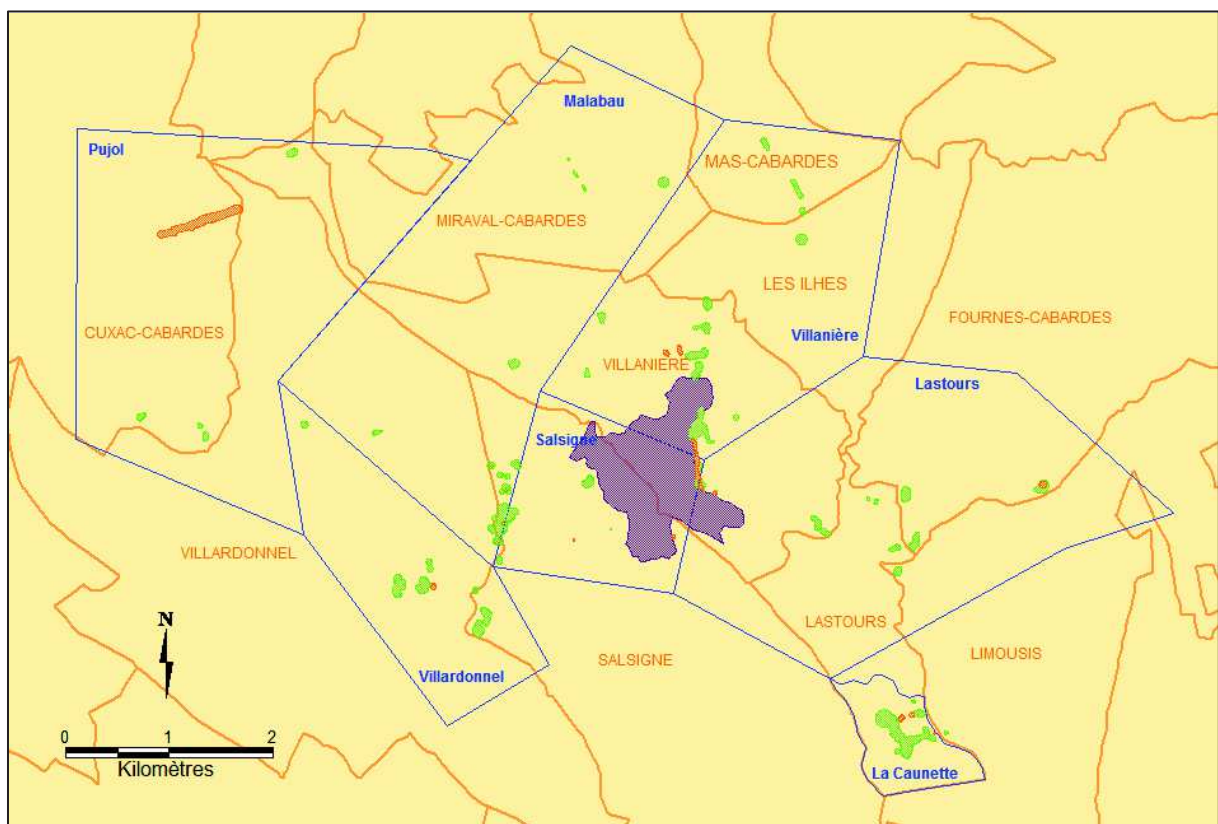
### 3.2.2.2 Aléa effondrement localisé lié aux travaux souterrains et galeries isolées

✓ Un niveau d'aléa moyen a été retenu :

- à l'aplomb des galeries des niveaux 2 et 3 du filon Ramèle (tons rouges sur la carte informative), non remblayées et situées à une profondeur inférieure à 30 m, entre lesquelles la présence d'exploitation partielle liée aux premiers travaux est supposée (secteur de la mine de Salsigne),
- à l'aplomb des travaux et galeries de la mine de La Cabasse, situés à moins de 25 m de profondeur.

✓ Un niveau d'aléa faible a été retenu :

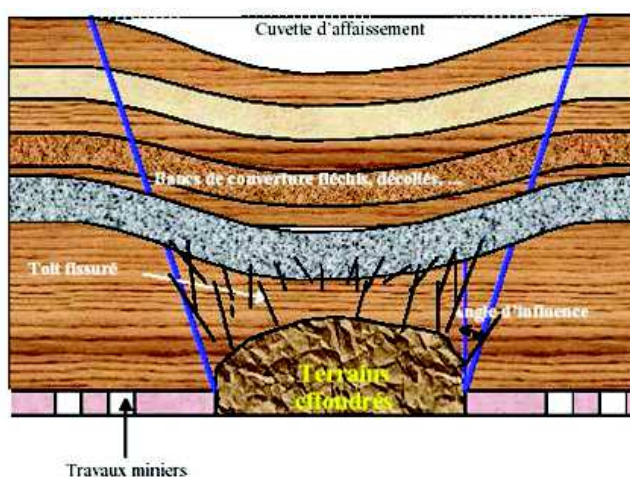
- à l'aplomb des galeries des niveaux 2 et 3 du filon Ramèle (tons rouges sur la carte informative), non remblayées et situées à une profondeur supérieure à 30 m, entre lesquelles la présence d'exploitation partielle liée aux premiers travaux est supposée (secteur de la mine de Salsigne).
- à l'aplomb des tranches montantes remblayées sur le filon de Ramèle, situées à moins de 50 m de profondeur (secteur de la mine de Salsigne).
- à l'aplomb des galeries de travaux jusqu'à 20 m de profondeur (secteur de la mine de Salsigne).
- à l'aplomb des travaux des mines satellites (à l'exception de la mine de La Cabasse) situés à moins de 25 m de profondeur.



*Illustration 20 : Schéma indicatif de la répartition des zones d'aléa effondrement localisé  
(vert = niveau faible ; orange = niveau moyen)  
En violet la zone non étudiée.*

### 3.2.3 Evaluation de l'aléa affaissement progressif

L'affaissement progressif se manifeste par un réajustement des terrains de surface induit par l'éboulement d'édifices souterrains. Ce type de manifestation concerne souvent les exploitations menées à grande profondeur et sur des extensions horizontales importantes. Les désordres en surface, généralement lents et progressifs, prennent la forme d'une dépression topographique qui présente une allure de cuvette, sans rupture cassante (Illustration 21). Ce phénomène est limité dans le temps (quelques années) lorsqu'il est volontairement provoqué par la méthode d'exploitation. En revanche, des désordres de ce type peuvent se produire plusieurs années ou décennies après la fermeture des mines lorsque l'exploitation est « partielle » (présence de piliers ou de massifs de maintien de l'édifice souterrain qui peuvent se dégrader avec le temps).



*Illustration 21 : Schématisation des processus à l'origine d'affaissements*

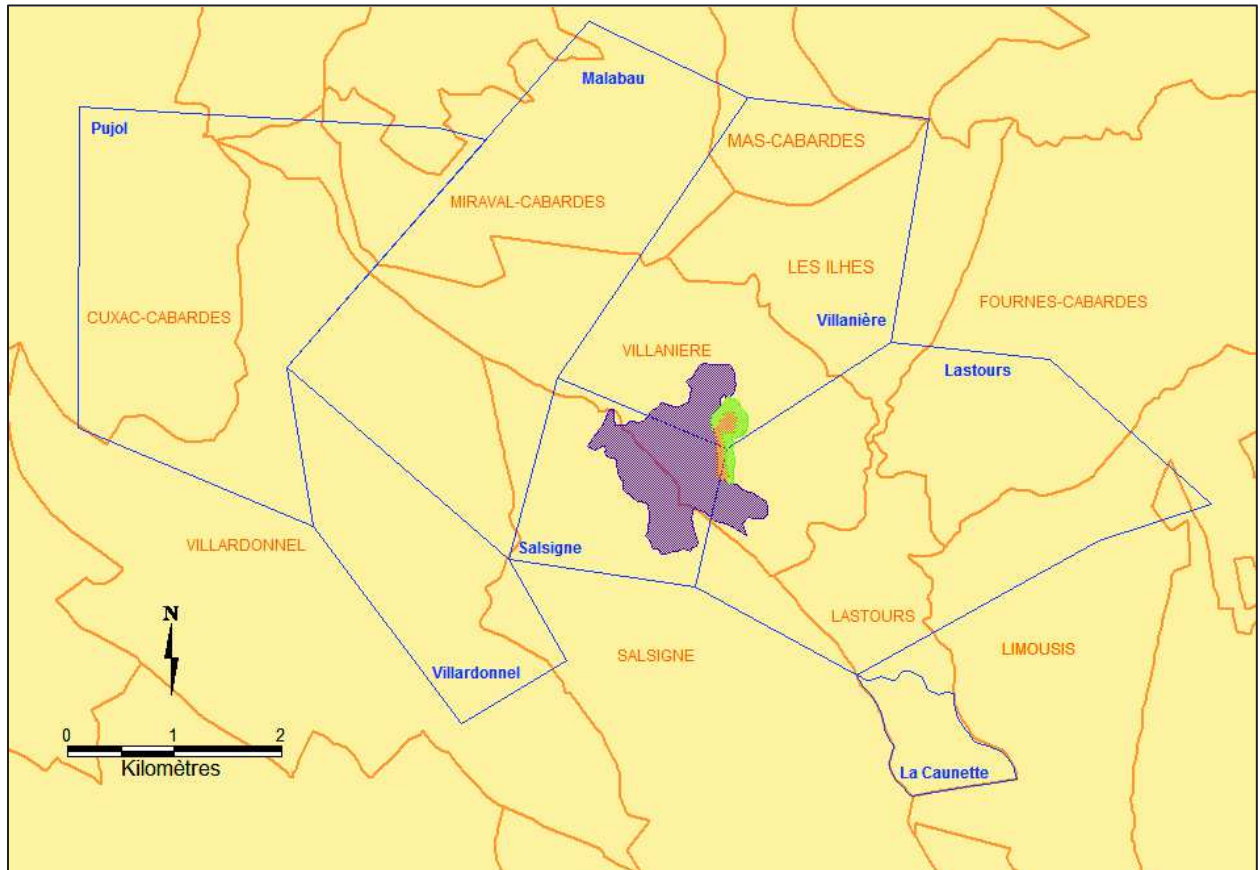
Dans le cas présent, bien qu'aucun phénomène de ce type n'ait été répertorié, nous ne pouvons l'exclure à cause de la présence de vides résiduels non négligeables (chambres et piliers et défaut de remblayage). Mais en l'état actuel des connaissances, ce phénomène correspondrait plutôt à des mécanismes d'affaissement résiduels ou de reprises d'affaissement.

Cet aléa concerne uniquement la mine de Salsigne sensu-stricto (Illustration 22).

Sur le secteur étudié, nous avons retenu :

- ✓ Un niveau d'aléa moyen :
  - à l'aplomb du secteur exploité par tranches montantes non remblayées situées à 130 m de profondeur en moyenne,
  - à l'aplomb de la tranche la plus superficielle qui longe la MCO, supposée avoir été reprise en amont, depuis la surface.
- ✓ Un niveau d'aléa faible :
  - au niveau de la zone d'influence aval du secteur exploité par tranches montantes non remblayées situées à 130 m de profondeur en moyenne,

- à l'aplomb du secteur exploité par tranches montantes non remblayées situées à 300 m de profondeur en moyenne. Cette zone est englobée dans la zone d'influence aval précédente,
- entre les niveaux 2 et 3 où il existe potentiellement des travaux par tranches montantes non remblayées,
- à l'aplomb des secteurs exploités par tranches montantes remblayées, jusqu'au niveau 5 (entre 50 et 100 m de profondeur).



**Illustration 22 : Schéma indicatif de la répartition des zones d'aléa affaissement progressif (vert = niveau faible ; orange = niveau moyen)**  
*En violet la zone non étudiée*

### 3.2.4 Evaluation de l'aléa tassement

Le tassement correspond à la remobilisation ou la recompaction de terrains de surface meubles (dépôts, verses) ou déconsolidés par des travaux miniers souterrains proches de la surface. Ces phénomènes de faible ampleur peuvent être favorisés par des perturbations externes de ces terrains (solllicitations statiques ou dynamiques, dues notamment à l'activité humaine ou à des variations hydriques).

Le phénomène de tassement peut survenir sur plusieurs configurations de travaux miniers. Deux configurations sont habituellement retenues et susceptibles de générer des mouvements de terrain de type tassement :

- les dépôts miniers, constitués de matériaux mis en remblais naturellement et donc sensibles à ce type de phénomène ;
- les zones de travaux souterrains remblayés ou foudroyées et situées à moins de 50 m de profondeur.

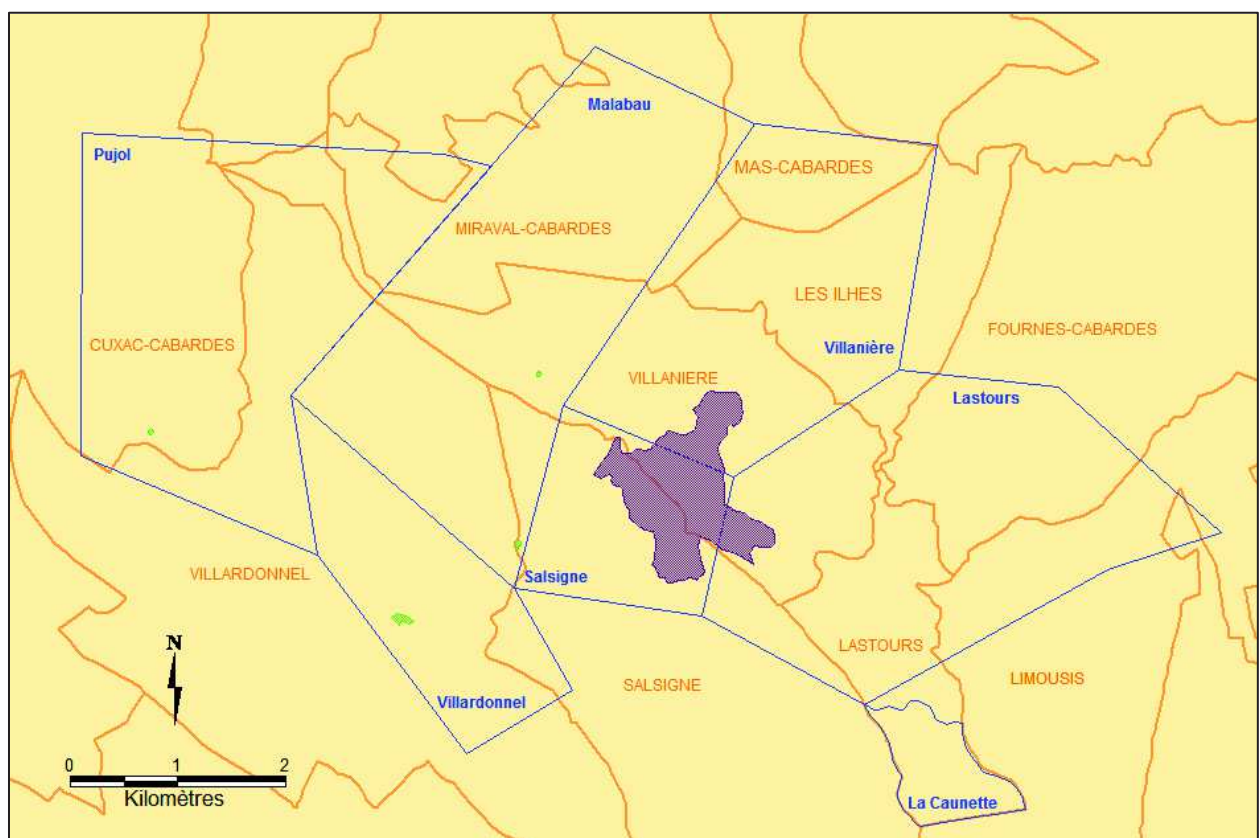
Dans le cas présent, seul l'aléa tassement sur dépôts a été évalué. Nous considérons que les effets du phénomène de tassement sur travaux souterrains est négligeable par rapport aux effets de l'aléa effondrement localisé.

Les matériaux constituant ces dépôts sont naturellement sensibles aux phénomènes de tassement qui pourraient être occasionnés, par exemple, par des surcharges ponctuelles. S'agissant de tassements, nous considérons que l'intensité de tels phénomènes reste limitée. En conséquence, nous avons retenu (Illustration 23) :

✓ Un niveau d'aléa faible :

- sur les dépôts les plus importants : Les dépôts Lisou et Malabau,
- sur les zones de grattages superficiels des concessions de Malabau (site de La Farenque) et de Pujol (site du Chalet).

Remarque : les petites verses ponctuelles mentionnées dans la phase informative (Couroulès, Cumiès), de très faible épaisseur et d'extension limitée n'ont pas été cartographiées et n'ont pas fait l'objet de l'affichage de l'aléa tassement.



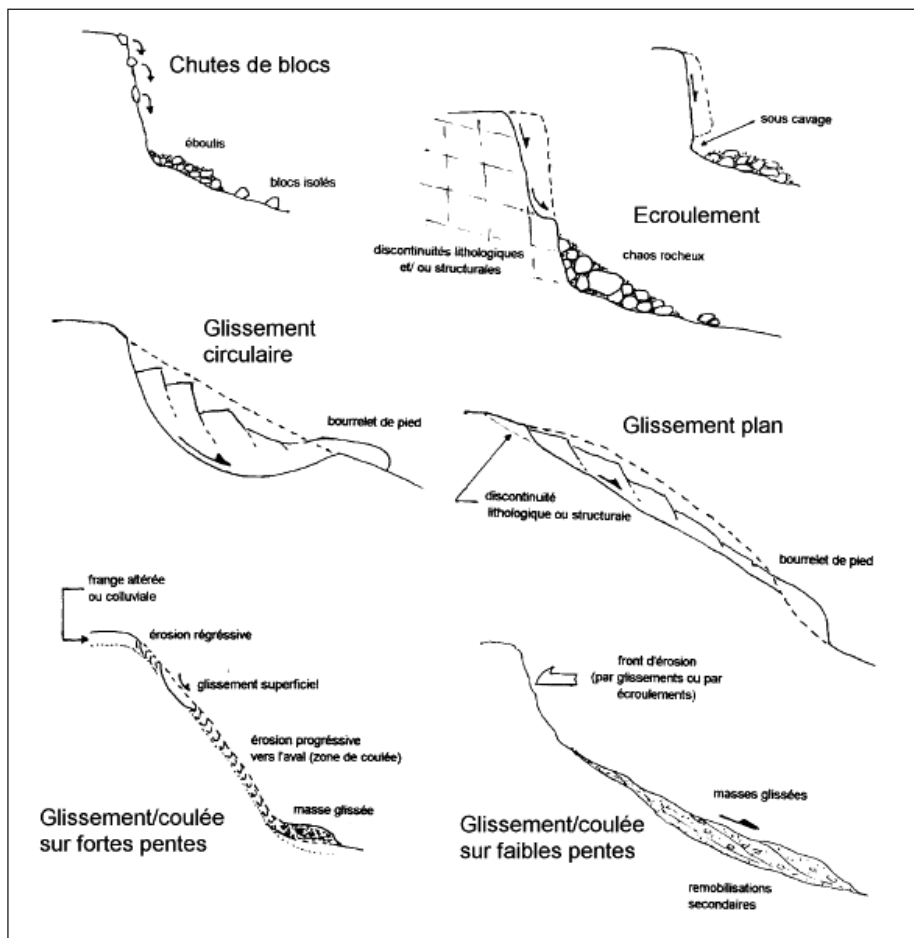
**Illustration 23 : Schéma indicatif de la répartition des zones d'aléa tassement**  
**(vert = niveau faible)**  
 En violet la zone non étudiée



### 3.2.5 Evaluation de l'aléa instabilité de pente

L'instabilité de pente regroupe plusieurs phénomènes (Illustration 24) :

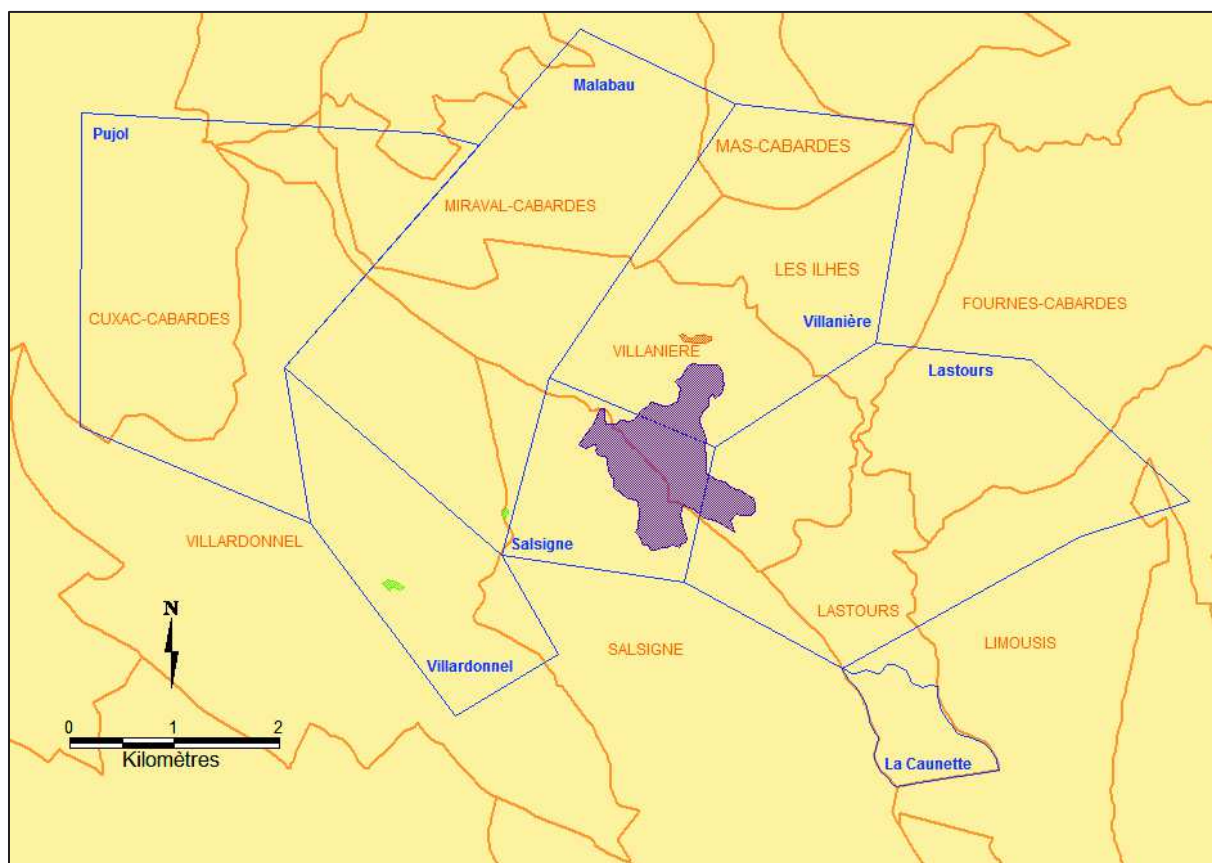
- les glissements de terrain concernant principalement les massifs de matériaux meubles ou faiblement cohérents. L'intensité de ce phénomène dépend généralement des quantités de matériaux déplacés, mais aussi de la profondeur de la surface de glissement,
- les coulées boueuses correspondant à des glissements superficiels concernent des matériaux quasi-liquides et pouvant donc se propager sur de très grandes distances,
- les éboulements, écroulements, chutes de blocs concernent plus particulièrement les falaises ou talus rocheux.



*Illustration 24 : Représentation schématique de plusieurs types d'instabilités de pentes*

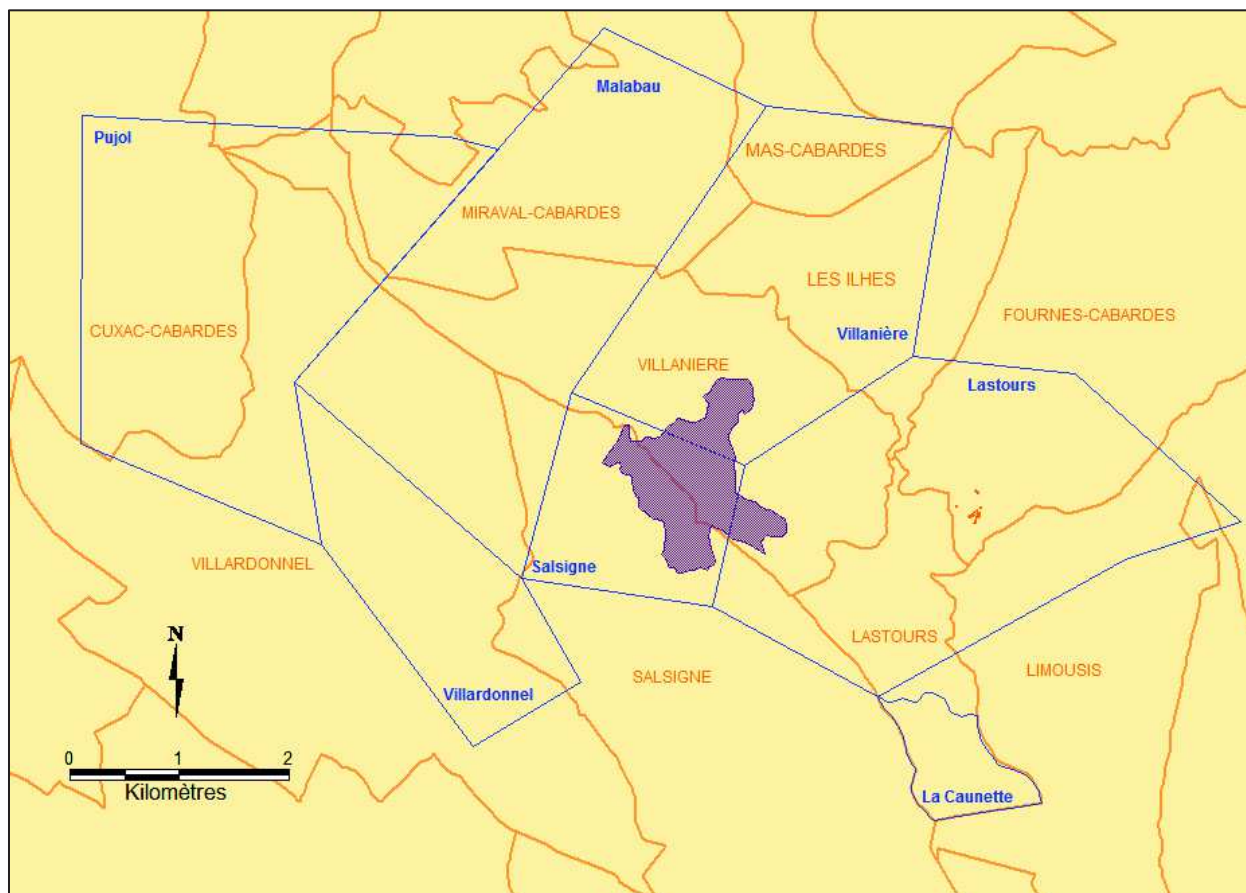
Dans le cas présent, nous avons retenu un aléa glissement superficiel de niveau faible sur les dépôts de Lisou, de Malabau et de niveau moyen sur les dépôts de résidus de Nartau (Illustration 25).

Un aléa écroulement rocheux de niveau moyen a été retenu sur les flancs verticaux des fosses de Barreins (Illustration 26).



*Illustration 25 : Schéma indicatif de la répartition des zones d'aléa glissement superficiel  
(vert = niveau faible ; orange = niveau moyen)  
En violet la zone non étudiée*

Remarque : Rappelons que les aléas n'ont pas été évalués sur l'emprise de la verse et MCO de Salsigne, en particulier, les tassements et mouvements de pente potentiellement liés aux verses et à la MCO. D'autre part, les dépôts de Russec, Artus, Montredon, Combe du Saut sont classés ICPE ou en dehors de la zone d'étude. Sur ces ouvrages les aléas n'ont pas non plus été évalués.



*Illustration 26 : Schéma indicatif de la répartition des zones d'aléa écoulement rocheux  
(orange = niveau moyen)  
En violet la zone non étudiée*



## 4 CONCLUSION

Les aléas miniers mis en évidence au cours de cette étude sont de type effondrement localisé, affaissement progressif avec des niveaux faible et moyen (Illustration 27).

Les aléas de type glissement superficiel et écoulement rocheux ont été mis en évidence avec des niveaux faible et moyen.

Un aléa tassement de niveau faible a été retenu sur les principaux ouvrages de dépôts.

Selon la BD Ortho de l'IGN, année 2008, quelques enjeux sont présents sur les zones d'aléa :

### Aléa effondrement localisé :

- ✓ Une habitation du village de Villanière est concernée par le niveau faible.
- ✓ Une habitation du village de Cuxac-Cabardès est concernée par le niveau moyen.

### Aléa affaissement progressif :

- ✓ Une partie du village de Villanière est concernée par les niveaux faible et moyen.

Quelques portions de route sont aussi concernées par ces aléas.

Aléa	Configuration	Moyen	Faible
Effondrement localisé	Lié aux puits	Pour les puits de plus de 50 m de profondeur	Pour les puits de moins de 50 m de profondeur
	Lié aux travaux souterrains peu profonds et aux galeries isolées	<p>A l'aplomb des galeries des niveaux 2 et 3 du filon Ramèle, non remblayées et situées à une profondeur inférieure à 30 m (mine de Salsigne).</p> <p>A l'aplomb des travaux et galeries de la mine de La Cabasse, situés à moins de 25 m de profondeur.</p>	<p>A l'aplomb des galeries des niveaux 2 et 3 du filon Ramèle, non remblayées et situées à une profondeur supérieure à 30 m (mine de Salsigne).</p> <p>A l'aplomb des tranches montantes remblayées sur le filon de Ramèle, situées à moins de 50 m de profondeur (secteur de la mine de Salsigne).</p> <p>A l'aplomb des galeries de travaux jusqu'à 20 m de profondeur (secteur de la mine de Salsigne).</p> <p>A l'aplomb des travaux sur les mines satellites (à l'exception de la mine de La Cabasse) situés à moins de 25 m de profondeur</p>

Aléa	Configuration	Moyen	Faible
Affaissement progressif	Lié aux travaux souterrains	<p>A l'aplomb du secteur exploité par tranches montantes non remblayées situées à 130 m de profondeur en moyenne</p> <p>A l'aplomb de la tranche la plus superficielle qui longe la MCO, supposée avoir été reprise en amont, depuis la surface</p>	<p>Au niveau de la zone d'influence aval du secteur exploité par tranches montantes non remblayées situées à 130 m de profondeur en moyenne</p> <p>A l'aplomb du secteur exploité par tranches montantes non remblayées situées à 300 m de profondeur en moyenne. Cette zone est englobée dans la zone d'influence aval précédente</p> <p>Entre les niveaux 2 et 3 où il existe potentiellement des travaux par tranches montantes non remblayées</p> <p>A l'aplomb des secteurs exploités par tranches montantes remblayées, jusqu'au niveau 5 (entre 50 et 100 m de profondeur)</p>
Tassement	Lié aux dépôts et aux grattages superficiels		<p>Sur les dépôts les plus importants : Les dépôts Lisou et Malabau</p> <p>Sur les zones de grattages superficiels des concessions de Malabau (site de La Farenque) et de Pujol (site du Chalet)</p>
Glissement superficiel	Lié aux dépôts	Dépôts de Nartau	Dépôts de Lisou et de Malabau
Eroulement rocheux	Lié aux MCO	Flancs des fosses des Barreins	

*Illustration 27 : Aléas retenus sur la zone d'étude.*

## **ANNEXE A**

### *Etude détaillée des aléas*

*(hors texte)*





## **ANNEXE B**

### *Cartes informatives*

*(hors texte)*



## **ANNEXE C**

### *Cartes d'aléas*

*(hors texte)*