

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

**Bassin houiller de Graissessac et
district polymétallique de Villecelle
(Hérault - 34)
Evaluation et cartographie
des aléas liés à l'activité minière**

RAPPORT S 2015/034DE - 15LRO36040

Date : 10/04/2015

**Bassin houiller de Graissessac et
district polymétallique de Villecelle
(Hérault - 34)
Evaluation et cartographie
des aléas liés à l'activité minière**

RAPPORT S 2015/034DE - 15LRO36040

Diffusion :

Pôle Après-Mine Sud
3 ex. papier et 1 CD

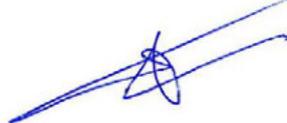
DREAL Languedoc-Roussillon

GEODERIS

Jehan GIROUD

Philippe CHARTIER

Rafik HADADOU

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	T. Delaunay	O. Lefebvre	C. Vachette
Visa			

SOMMAIRE

1	Introduction	5
2	Définitions, méthodologie et périmètre d'étude	7
2.1	Définitions de l'aléa et du risque	7
2.2	Incertitudes cartographiques	7
2.3	Méthodologie mise en œuvre.....	8
2.4	Périmètre d'étude.....	8
3	Déroulement de l'étude	13
3.1	Phasage	13
3.2	La recherche de documentation.....	14
4	Synthèse des données informatives	17
4.1	Topographie.....	17
4.2	Contexte général des gisements.....	17
4.2.1	<i>Contexte géologique</i>	17
4.2.2	<i>Gîtologie</i>	19
4.2.3	<i>Hydrologie et hydrogéologie</i>	21
4.3	Description des exploitations minières	22
4.3.1	<i>Historique</i>	22
4.3.2	<i>Méthodes d'exploitation</i>	25
4.3.3	<i>Production</i>	29
4.3.4	<i>Etat actuel des sites</i>	29
4.3.4.1	Les ouvrages débouchant au jour	29
4.3.4.2	Les Verses et dépôts	30
4.3.4.3	Les installations de surface	30
4.3.4.4	Les désordres de surface.....	31
4.3.4.5	Eléments environnementaux.....	32
4.3.4.6	Aérage et gaz de mine	32
4.3.4.7	Incendies.....	33
4.4	Cartographie informative.....	34
4.4.1	<i>Plans miniers, méthode de géoréférencement et vectorisation</i>	34
4.4.2	<i>Emprise des travaux miniers et incertitudes de localisation</i>	34
4.4.3	<i>Cartes informatives</i>	36

5	Synthèse de l'évaluation des aléas	37
5.1	Aléas écartés	37
5.1.1	<i>Parmi les aléas « mouvements de terrain »</i>	37
5.1.2	<i>Parmi les phénomènes autres que « mouvements de terrain »</i>	37
5.2	Aléas non évalués.....	38
5.2.1	<i>Pollution des eaux et sols</i>	38
5.2.2	<i>Gaz de mine</i>	39
5.2.3	<i>Emission rayonnements ionisants</i>	38
5.3	Aléas retenus.....	39
5.3.1	<i>Parmi les aléas « mouvements de terrain »</i>	39
5.3.1.1	Aléas mouvements de terrain liés aux travaux miniers souterrains	39
5.3.1.2	Aléas mouvements de terrain liés aux dépôts et MCO	40
5.3.2	<i>Parmi les aléas autres que « mouvements de terrain »</i>	41
5.3.2.1	L'échauffement	41
6	Cartographie des aléas	43
6.1	Cartographie de l'aléa effondrement localisé	43
6.2	Cartographie de l'aléa tassement.....	47
6.3	Cartographie des aléas mouvements de pente	49
6.4	Cartographie de l'aléa échauffement.....	51
7	Conclusion et enjeux en zones d'aléa	53

Mots clés : Graissessac, Villecelle, houille, polymétallique, aléa « mouvements de terrain »

Préambule

Ce rapport s'appuie sur les études réalisées par le BRGM à savoir :

« Exploitations minières de houille et d'autres substances métalliques sur le bassin houiller de Graissessac (34) - Phase informative et évaluation des aléas mouvements de terrain. Rapport BRGM/RP-58892 version provisoire de février 2013 »

« Les concessions de Notre Dame de Maurian (fer et de Villecelle (polymétallique) (Hérault) - Phase informative et cartographie des aléas associés. Rapport BRGM/RP-59951 version provisoire de décembre 2012 ».

Par ailleurs, l'historique administratif relatif aux titres miniers étudiés est donné à titre indicatif. Les informations sont synthétisées à partir des documents d'archives à notre disposition. Les recherches effectives n'ont pas été approfondies compte tenu du faible impact technique de ce volet, qui relève par ailleurs de la compétence de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL).

1 INTRODUCTION

Connues dès le Moyen-âge, la houille du bassin de Graissessac et diverses minéralisations polymétalliques ont été le siège de recherches et d'exploitations minières très importantes pendant environ 200 ans aux XIX^{ème} et XX^{ème} siècles.

Lors de l'opération Inventaire des Risques Miniers (IRM ou scanning « mouvements de terrain »), le bassin houiller de Graissessac (4 concessions) et la concession de Villecelle ont fait l'objet d'une évaluation rapide de l'aléa mouvement de terrain. Ces études¹ datant de 2007, avaient abouti au classement du bassin houiller en priorité 1 et de la concession de Villecelle en priorité 2 pour la réalisation d'études détaillées des aléas.

Dans ce cadre et à la demande de la DREAL Languedoc-Roussillon, le GIP Géodéris, a inclus dans son programme de travail, la réalisation des phases informatives et d'évaluation des aléas du bassin houiller de Graissessac et du district polymétallique de Villecelle.

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[®] IGN, Scan 25[®] IGN et BD ORTHO[®] IGN).

Une partie de ces études a été confiée au BRGM et à l'INERIS sous pilotage de Géodéris.

Le présent rapport synthétise les phases informatives, évaluations des aléas et les cartographies correspondantes. Il dresse également par commune la liste des enjeux situés en zone d'aléa « mouvements de terrain » de type effondrement localisé. Les études détaillées constituent les annexes A, B et C du présent document.

¹ Référence au chapitre bibliographie

2 DEFINITIONS, METHODOLOGIE ET PERIMETRE D'ETUDE

2.1 Définitions de l'aléa et du 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 (cf. figure 1).

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

Figure 1 : Grille de croisement intensité /Prédisposition (d'après [18])

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 Incertitudes cartographiques

La première étape de l'étude d'aléa, appelée « phase informative » consiste en partie, à positionner sur fond cartographique, les anciens travaux et autres éléments utiles (ouvrages débouchant au jour, indices de désordres, dépôts de surface) dans leur environnement.

Le positionnement des travaux miniers, des ouvrages et des désordres est affecté d'une incertitude globale pouvant être décomposée de la manière suivante :

- Incertitude de localisation de l'ouvrage minier : elle dépend des éléments ayant mené à son positionnement. Si les ouvrages relevés sur le terrain au DGPS se voient attribuer une très faible incertitude (de quelques décimètres à quelques mètres), ceux dont la position est tirée d'anciens plans portant peu de points de repère se voient attribuer l'incertitude de ces plans.

- Incertitude liée à la reproduction du plan : par exemple, photographier un plan provoquera une incertitude plus grande que de le scanner.
- Incertitude liée à l'opération de géoréférencement du plan : elle dépend principalement de l'incertitude des points de repère utilisés pour son calage.
- Incertitude liée au support cartographique : le support cartographique, la BD ORTHO® de l'IGN dans le cas présent, de par sa précision est lui-même vecteur d'une erreur de positionnement indépendante des ouvrages miniers. Elle est estimée à 3 m pour la BD ORTHO® de l'IGN.

Ces incertitudes apparaissent en cartographie de phase informative dans l'emprise des travaux et sont également incluses dans les **marges** prises en compte pour la cartographie des aléas. En effet, la cartographie de l'aléa lié à un élément minier intègre l'extension du phénomène ainsi que l'incertitude globale décomposée ci-dessus.

2.3 Méthodologie mise en œuvre

Les différentes investigations ont été réalisées dans le cadre méthodologique retenu pour les études des anciens sites miniers, conformément aux textes réglementaires. 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. 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**, 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® 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.

2.4 Périmètre d'étude

Sur la frontière nord du département de l'Hérault (avec les départements du Tarn et de l'Aveyron), le bassin houiller de Saint-Gervais, renommé ensuite bassin de Graissessac, présente la forme d'une bande linéaire de direction W-E, située sur la bordure sud-ouest du Parc Régional Naturel des Grands Causses, avec la Montagne de l'Espinouse au sud et le bassin de Lodève à l'est.

La houille a été exploitée sur le bassin minier de Graissessac sur 5 concessions jusqu'en 1967 en travaux souterrains et jusqu'en 1993 par travaux à ciel ouvert. Sur le même secteur et plus au sud, 5 concessions et 1 permis d'exploitation pour substances métalliques ont fait l'objet de recherches et plus rarement d'exploitations (cf. figure 2).

Le périmètre de l'étude a été fixé sur la base du contour des communes concernées par les 5 titres miniers pour houille et 6 titres pour substances métalliques, ainsi que les travaux hors-titre. Le périmètre de l'étude couvre au total une étendue de près de 100 km². Les titres miniers concernés sont :

- pour le bassin houiller de Graissessac qui comprend les concessions de :
 - Plaisance (n°BDSTM² 34SM0070) ;
 - Saint-Gervais (n BDSTM 34SM0041);
 - Devois de Graissessac (n°BDSTM 34SM0018) ;
 - Boussagues (n°BDSTM 34SM0007) ;
 - Ruffas (n° BDSTM 34SM0038) ;
- pour le district polymétallique de Villecelle qui comprend ;
 - la concession pour plomb de Rongas (n°BDSTM 34SM0037) ;
 - la concession pour cuivre du Bousquet d'Orb (n°BDSTM 34SM0005) ;
 - la concession pour fer de Notre-Dame-de-Maurian (n°BDSTM 34SM0032) ;
 - la concession pour plomb de Villecelle (n°BDSTM 34SM0049) ;
 - les sites pour fer de Saint-Gervais-sur-Mare (n°BDSTM 34SM0052) ;
 - le Permis d'Exploitation (PEX) pour bauxite du Bousquet-de-la-Balme (n°BDSTM 34SM0055).

18 communes sont ainsi concernées les titres miniers étudiés : Combes, Castanet-Le-Haut, Camplong, Graissessac, Le Bousquet-d'Orb, La Tour-sur-Orb, Lamalou-les-Bains, Le Pradal, Rosis, Saint-Etienne-Estrechoux, Saint-Geniès-de-Varensal, Saint-Gervais-sur-Mare, Taussac-la-Billière, Carlenca-et-Levas, Bédarieux, Lunas, Villemagne et Dio-et-Valquières. L'étude couvre entièrement les treize premières communes (cf. tableau 1).

² Base de Données des Sites et Titres Miniers de Géodéris

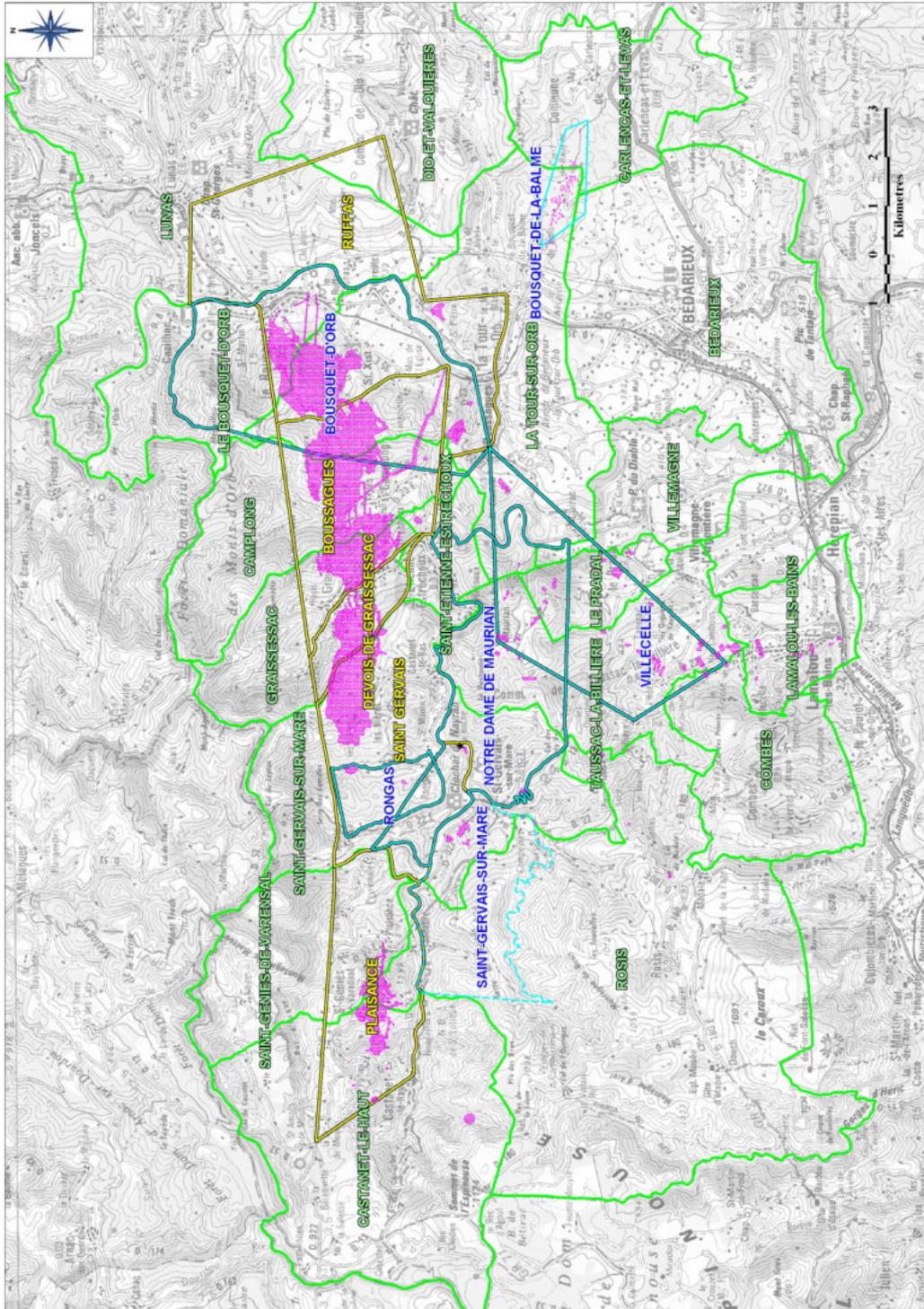


Figure 2 : Périmètre d'étude

(en vert les communes, en jaune les concessions pour houille, en bleu roi les concessions polymétallique, en bleu clair le PEX du Bousquet-de-la-Balme, en bleu pointillé le site de Saint-Gervais-sur-Mare, en rose l'emprise des exploitations minières) – sur fond SCAN 100® IGN

Communes	Nom titre minier	Type titre minier	Substance	Travaux miniers
Combes	Villecelle	concession	Polymétallique	Travaux de recherches
	Hors titre			
Castanet-le-Haut	Plaisance	concession	Houille	Exploitations
	Hors titre			Travaux de recherches
Camplong	Boussagues	concession	Houille	Exploitations
	Le Bousquet d'Orb	concession	Polymétallique	Travaux de recherches
Graissessac	Boussagues	concession	Houille	Exploitations
	Devois-de-Graissessac	concession		
Le Bousquet-d'Orb	Ruffas	concession	Houille	Exploitations
	Bousquet d'Orb	Concession	Polymétallique	Travaux de recherches
La Tour-sur-Orb	Boussagues	concession	Houille	Exploitations
	Ruffas	concession		
	Notre-Dame-de-Maurian	concession	Polymétallique	Exploitations
	Villecelle	concession		
	Bousquet-de-la-Balme	PEX		
Le Bousquet d'Orb	concession		Travaux de recherches	
Lamalou-les-Bains	Hors titre		Polymétallique	Travaux de recherches, exploitations artisanales
Le Pradal	Notre-Dame-de-Maurian	concession	Polymétallique	Exploitations
	Villecelle	concession		
Rosis	Plaisance	concession	houille	Exploitations
	Saint-Gervais-sur-Mare	Régime des Minières	Polymétallique	Travaux de recherches
	Hors titre			
Saint-Etienne-Estrechoux	Boussagues	concession	Houille	Travaux de recherches
	Devois-de-Graissessac	concession		Néant
	Saint-Gervais	concession		Néant
Saint-Geniès-de-Varensal	Plaisance	concession	Houille	Exploitations
Saint-Gervais-sur-Mare	Saint-Gervais	concession	Houille	
	Notre-Dame-de-Maurian	concession	Polymétallique	Exploitations
	Saint-Gervais-sur-Mare	Régime des Minières		Travaux de recherches
	Rongas	concession		
Taussac-la-Billière	Notre-Dame-de-Maurian	concession	Polymétallique	Exploitations
	Villecelle	concession		

Tableau 1 : Synthèse des travaux miniers sur les communes concernées par l'étude

Les communes de Villemagne et Dio-et-Valquières ne comportent pas de travaux miniers. Les communes de Bousquet d'Orb, Carlenas-et-Levas, Bédarioux et Lunas sont également concernées par d'autres titres miniers qui ne n'ont pas été étudiés.

3 DEROULEMENT DE L'ETUDE

3.1 Phasage

La phase informative du bassin minier de Graissessac a eu deux approches différentes selon la substance concessible, distinguant la houille des autres substances.

Bassin houiller de Graissessac

Pour la houille, la phase informative avait pour objectif principal d'examiner et de compléter si besoin la synthèse faite par l'ancien concessionnaire, HBCM³ (Houillères du Bassin Centre et Midi) lors de l'élaboration des DADT (1996-2003) puis des dossiers de renonciation. Ce travail très complet présente néanmoins des omissions (notamment pour les plus anciens travaux de recherches comme ceux de Plaisance). Il a donc été nécessaire de revenir aux plans miniers d'origine pour un complément de numérisation.

La consultation puis la sélection des plans miniers à numériser a été effectuée à l'UTAM Sud du DPSM à Gardanne qui conserve les anciennes archives minières de Charbonnages de France pour le sud de la France (dont celles des HBCM). Les dossiers de DADT, mémoires des travaux réalisés, Dossiers de Renoncations, et autres archives minières papier ont été consultés, essentiellement pour y extraire des renseignements sur les méthodes d'exploitation et les désordres de type mouvements de terrain.

Une première phase d'enquête terrain a été réalisée en 2010 mais compte tenu de l'ampleur de la zone d'étude, les reconnaissances terrains n'ont pu couvrir qu'une partie des ouvrages et des travaux miniers. En absence de toute évolution nouvelle significative signalée par les mairies, les investigations de terrain s'étaient surtout limitées aux sites les plus accessibles et les plus proches des enjeux, l'essentiel des terrains à l'aplomb de ces travaux miniers étant situé dans des collines isolées à l'amont.

Ensuite un complément de terrain a été mené en 2012 pour arriver à couvrir intégralement les superficies de tous les travaux et ouvrages miniers (travaux miniers souterrains, travaux à ciel ouvert et dépôts de surface)⁴. L'utilisation du DGPS a permis aussi d'affiner la position des ouvrages débouchant au jour toujours visibles.

District polymétallique de Villecelle

Pour les autres substances concédées présentes sur les communes concernées, l'étude s'est d'abord focalisée sur le référencement des anciens travaux souterrains et leur positionnement (souvent très isolés dans les collines et avec une extension réduite). Les archives ont également été consultées de façon à en extraire l'historique administratif et d'exploitation de chacune des concessions concernées en insistant sur la recherche des plans miniers. Une première visite de terrain a été faite au moins sur chacun des sites où les ouvrages miniers sont proches d'enjeux bâtis, ceci afin de retrouver les éventuelles traces des orifices des ouvrages débouchant au jour. Les plans ont ensuite été géoréférencés puis vectorisés.

³ devenu par la suite, Charbonnages de France, en abrégé CDF.

⁴ Ce complément terrain 2012 a été aussi l'occasion (non programmé en 2010) de faire l'inventaire exhaustif de tous les Ouvrages Débouchant au Jour.

L'enquête de terrain répartie entre 2010 et 2011 a été menée pour s'assurer autant que possible :

- de la justesse et de la cohérence sur le terrain des archives minières, des documents fournis par le concessionnaire (DADT, DR⁵) qui en découlent surtout en terme de conclusions et résultats ;
- de l'actualisation de la connaissance (nouveaux désordres...), notamment grâce à l'enquête auprès des mairies concernées ;

A la lecture des premiers résultats courant 2011, il est apparu nécessaire d'engager un complément de moyens sur les mines de Pradal et Taussac. En effet, d'importantes cavités minières peu profondes apparaissaient sous des enjeux bâtis, cavités connues des services de la DRAC et accessibles. Une première visite fond (janvier 2012) a permis d'apprécier l'accessibilité actuelle des travaux du fond et leur état général, la conformité des plans miniers et la faisabilité d'un recalage fond/jour par méthode géophysique. Entre avril et mai 2012, les levés nécessaires au recalage fond/jour des travaux miniers ainsi que les levés géotechniques ont été réalisés.

3.2 La recherche de documentation

Les Archives Nationales de Paris et de Fontainebleau ont d'abord été consultées, pour la houille et les substances métalliques. Les seules informations retrouvées sont de nombreux petits plans de détails qui ont été photographiés et qui ne remettent pas en cause les plans miniers de référence de l'ancien concessionnaire stockés par le DPSM⁶ à Gardanne.

Les Archives Nationales du Monde du Travail de Roubaix n'ont pas permis de retrouver de documents nouveaux pertinents.

Les Archives Départementales de Montpellier riches en documents miniers renferment notamment un petit nombre de plans miniers forts utiles⁷ pour la période 1820-1880 (pour la houille mais surtout pour les recherches anciennes de substances métalliques) : ils reportent notamment des entrées de galerie pour houille qui n'ont pas ensuite été toutes systématiquement reprises lors de l'intensification de l'exploitation, surtout sur la partie ouest du bassin (Plaisance). Pour la partie plus contemporaine, les archives sont bien plus partielles et sans intérêt par rapport aux archives HBCM. Pour la houille, le livre de Gilbert Crepel en 1995 sur le bassin houiller de Graissessac⁸, aimablement prêté par la DREAL LRO d'Alès, fait une synthèse bibliographique très poussée et exhaustive de ces archives départementales qui, après contrôle, a pu être exploitée sans avoir à reprendre tous les documents un par un.

⁵ Dossier d'Arrêt Définitif des Travaux (DADT) et de Renonciation (DR).

⁶ Département du BRGM (Département de Prévention et de Sécurité Minière) chargé, au niveau national, de fonctions opérationnelles liées à l'Après -Mine

⁷ Le tracé et les reports sur ces premiers plans par contre restent par contre souvent très sommaires : il s'agit là bien plus de schémas miniers (peu fiable d'un point de vue du positionnement) que de plans miniers de référence.

⁸ Intitulé "Le Haut Pays Minier", voir bibliographie (nombreuses illustrations extraites ici de ce précieux ouvrage)

C'est à la DREAL LRO d'Alès que l'essentiel de la documentation papier pour les substances métalliques a été retrouvé, notamment pour les plans miniers. Les principales archives pour la houille avaient été regardées en 2010 mais un fond complémentaire d'archives plus techniques liées aux suivis d'exploitation n'a pu être consulté qu'en 2012.

Les informations de la DRAC LRO (M. Galant Ph.) n'ont été récupérées qu'en 2012 et ne concernent que des sites d'exploitations métalliques isolées : quelques données viennent enrichir des sites déjà connus et quelques nouveaux sites miniers ponctuels jusque-là inconnus ont été recensés.

La Base de Données des Sites et Titres Miniers de GEODERIS (BDSTM) ont été consultées. La base de données Auressia du DPSM a également été consultée au sujet de l'inventaire des plans miniers disponibles de Gardanne, avant de venir faire la sélection des plans miniers de référence sur Gardanne. Les rapports BRGM, INERIS et GEODERIS concernant notre thématique d'étude ont été consultés.

Les plans miniers des exploitations de houille sont rassemblés et conservés au DPSM (Département Prévention et Sécurité Minière) de Gardanne. 478 plans sont roulés dans des tubes et identifiés pour les 5 concessions. Nous avons pu les consulter et faire numériser les plans miniers les plus complets (107 plans d'échelle, variant de 1/1 000 à 1/25 000, presque tous monocouches). La couverture est assurée à 80-90 % par des plans à l'échelle 1/1 000, le restant n'étant connu qu'à une autre échelle, presque toujours celle à 1/5 000.

Les mairies des communes du bassin minier ont toutes été visitées. Les documents nous ont été confiés, ainsi que des contacts de personnes sachantes ont été pris. Des élus municipaux nous ont également accompagnés sur le terrain pour nous montrer les ODJ et les désordres de leur connaissance et les évolutions récentes constatées.

Pour plus de lisibilité, il est proposé dans la suite de ce document de distinguer les données de synthèse du bassin houiller de Graissessac, de celle du district polymétallique de Villecelle.

Mairie	Contacts rencontrés
Graissessac (2 visites)	Mme Francine SAISI, Maire M. H. COSTA, Adjoint, chargé de l'environnement. M. GILLET, Elu M. C. ROLLAND, Elu
La-Tour-Sur-Orb (2 visites)	Mme Aline ADO, Maire M. Bernard FERNANDES, DGS
Le Bousquet-d'Orb	M. Yvan CASSILI, Maire M. Philippe Genito (Géomètre HBCM)
Castanet-Le-Haut	M. Max ALLIES, Maire
Rosis	M. Jacques MENDES (par téléphone)
Saint-Geniès-De-Varensal/ Plaisance	M. Claude BOLTZ, Maire
Saint-Gervais-Sur-Mare	M. Jean-Luc FALIP, Maire et CG M. CALVET, Elu (Les Nières)
Camplong	M. Bernard COSTES, Maire M. Guy CHEVALIER, Adjoint
Lunas	M. Henri MIQUEL, Maire M.Ch MAS, Elu M. RIVIERE, Adjoint
Saint-Etienne-Estrechoux	M. Guy BONO, Maire M. H. MATHIEU, Adjoint
Taussac-la-Billière	M. Yves Pujol, Maire M. Mas, ancien maire M. Salles ancien conseiller municipal
Lamalou-les-Bains	M. Marcel Roques, Maire M. Giniès, DGS Dr. Luchoire
Le Pradal	M. Guy Laures, Maire M. B Launay, adjoint

Tableau 2 : Enquêtes auprès des mairies (2010)

4 SYNTHÈSE DES DONNÉES INFORMATIVES

4.1 Topographie

La région du bassin minier présente un relief assez accentué et tourmenté de basse montagne, d'altitude variant entre 200 et 1150 m NGF. A l'aplomb des emprises minières, les altitudes ne dépassent cependant jamais plus de 700 m NGF. Les points bas sont situés sur le sud du bassin dans les plaines alluviales de l'Orb et de La Mare. Les points hauts sont situés aussi bien au nord (Mont Agut et Montagne du Marcou), qu'à l'ouest et surtout au sud-ouest avec le sommet de L'Espinouse.

On notera que les villages sont implantés dans les vallées tandis que les emprises minières sont situées en majorité au droit des premiers reliefs qui les surplombent.

4.2 Contexte général des gisements

4.2.1 Contexte géologique

A 80 km au nord-ouest de Montpellier, le bassin minier est situé dans la zone axiale de la Montagne noire et les monts de l'est de Lacaune. Le bassin houiller constitue un grand synclinal paléozoïque (Stéphanien) dissymétrique d'axe ouest-est, long d'environ 30 km sur une largeur de 2 km, le flanc nord étant plus incliné que le flanc sud (cf. figure 3).

Le bassin de Graissessac tire son origine dans le jeu en décrochement dextre d'un grand accident qui longe le flanc nord du dôme de l'Espinouse. Ce décrochement s'est développé à la fin de l'orogénèse hercynienne, induit par un régime compressif de direction NW-SE. Il présente à son contact une zone de cuvettes où se sont déposés les sédiments stéphanien.

Deux cuvettes principales résultent de cette tectonique :

- la zone occidentale (Plaisance – Pabo) ;
- la zone orientale où la sédimentation est sous contrôle de décrochements N100, des structures N140 (vallées de l'Espace et du Clédou), des failles et diaclases N0 à N20. Dans cette zone, on y individualise d'ouest en est cinq sous-cuvettes (ou sous-bassins) : Nières et les Salles, SW Graissessac, Padène-Graissessac, Camplong et Le Bousquet d'Orb

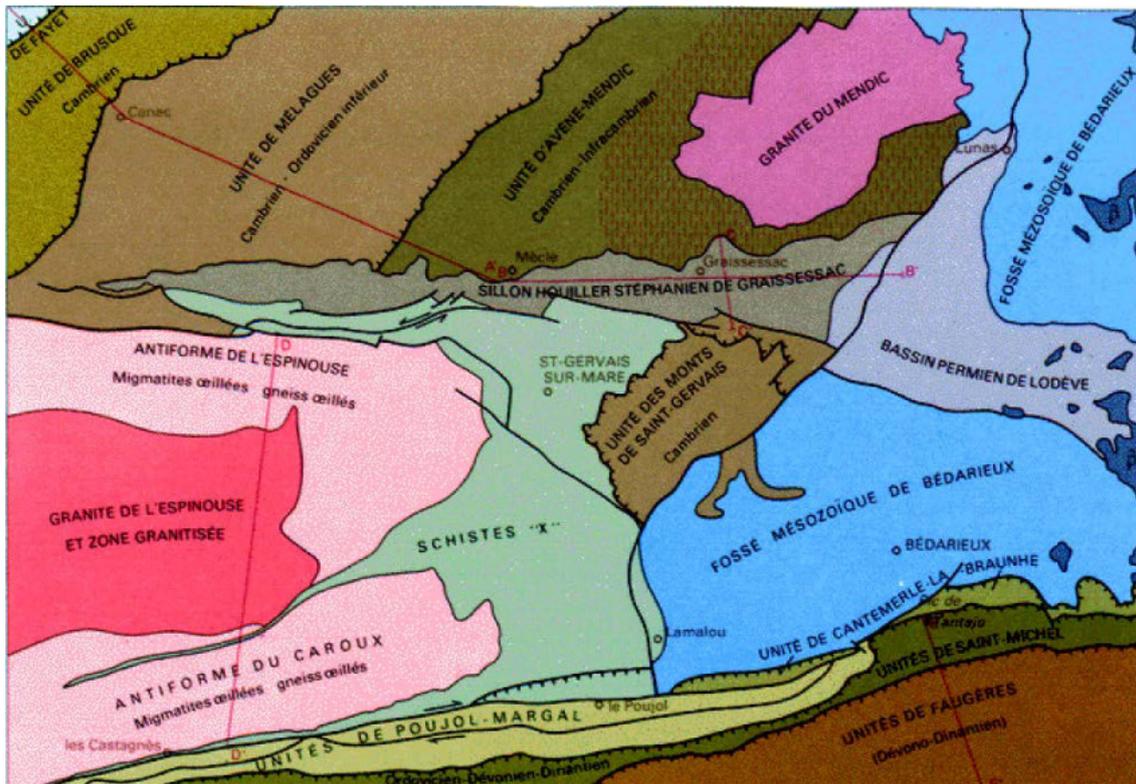


Figure 3 : Cadres géologique et structural du bassin minier

Vers l'est, le bassin houiller de Graissessac s'ennoie sous les terrains permien du bassin de Lodève. Au nord, il repose en discordance sur les unités structurales de Mélagues-Marcou et d'Avène-Mendic. Le flanc ouest du bassin n'est constitué que de dépôts détritiques grossiers.

Au sud, il est en contact anormal ou discordant sur le massif granito-gneissique de l'Espinouse-Caroux et des formations schisteuses précambriennes puis cambriennes. Ces dernières sont surmontées d'une série dolomitique puis de sédiments transgressifs du Mésozoïque (Trias et Lias). L'ensemble de ces formations renferment les minéralisations polymétalliques qui sont de nature filonienne ou de remplissage karstique.

La série géologique du bassin minier se résume comme suit :

- le substratum du bassin est constitué de formations antécambriennes de gneiss oeilés et de schistes ;
- les formations sédimentaires cambriennes reposent sur le socle par l'intermédiaire d'alternances grés-carbonatées, de dolomies et de calcaires massifs ;
- le Stéphanien repose directement en discordance sur le Cambrien. La base du Stéphanien B est constituée de conglomérats dans la partie ouest du bassin. La série de Pabo dans le secteur de Plaisance est constituée de dépôts greso-pélitiques et charbonneux de 500 m de puissance. Ces charbons, dont l'épaisseur cumulée des six couches est de l'ordre de 23 m, ont fait l'objet d'exploitations minières souterraines ;
- la série houillère a une épaisseur maximum de 500 à 600 m présentant un large éventail de dépôts continentaux constitués de conglomérats, grès fluviatiles, des faciès fins de plaine d'inondation et des charbons ;
- la couverture permienne repose en discordance de 10 à 20° sur le Stéphanien, elle débute par un conglomérat surmonté de dépôts lacustres détritiques rouges fins.

4.2.2 Gîtologie

Bassin houiller de Graissessac

Entre le Bousquet d'Orb et Graissessac, quatre faisceaux de charbon ont été exploités. Il s'agit des faisceaux dits : « rive gauche », « rive droite » (ou « Cap Nègre »), « Verrière » et « de l'Orb » (cf. figure 4). Dans toute la série, on dénombre au total une vingtaine de couches dont l'épaisseur varie de 1 à 6 m. Très peu de couches ont pu être suivies d'un massif à l'autre.

L'épaisseur cumulée de charbon est de 23 m.

Le pendage des couches est de 20 à 30° en moyenne, atteignant plus de 70° (dressants) sur les bordures nord et sud du bassin.

District polymétallique de Villecelle

Plusieurs types de minéralisations sont distingués dans le district :

- les filons hématiques (fer), en liaison avec des failles majeures E-W d'âge Stéphaniens et encaissés dans les formations antécambriennes à cambriennes. C'est le cas des filons (ou filon/couche) hématiques et pyriteux interstratifiés dans les schistes de Saint-Gervais (sites de **Saint-Gervais-de-Mare**) ou le minerai limoneux à goethite domine le filons notamment exploités sur les sites de **Notre Dame de Maurian** ;
- les filons siliceux à galène, en liaison avec des failles majeures triasiques. Le plomb et l'argent dominant et le zinc est accessoire. Les minéralisations des sites de **l'Horte** et de **Boussagues** sur Villecelle appartiennent à ce type ;
- les minéralisations de remplissage karstique, en liaison avec la transgression triasique (cas des sites de **Taussac** et du **Pradal** sur Villecelle, à dominante plomb \ zinc) ou jurassique (cas des bauxites du site de **Bousquet de La Balme**) ;
- les minéralisations fissurales profondes, sans relation nette avec le Trias (site **Lacan- Lagrunas**) ou encaissées dans les formations cambriennes (cas du filon plombifère de **Rongas**) à permien (cas des sites cuprifères du **Bousquet d'Orb**). La minéralisation est localement associée avec de la barytine.

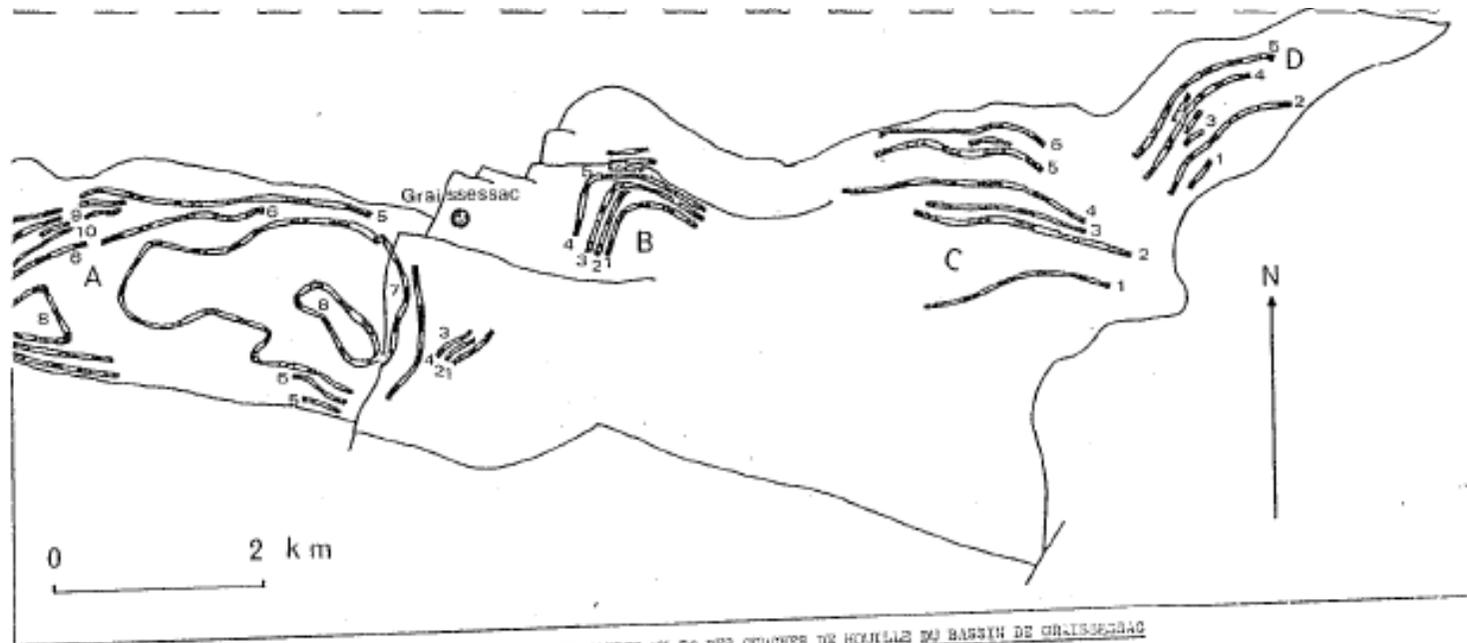


Fig.5: CARTE DES FAISCEAUX ET DES COUCHES DE HOUILLE DU BASSIN DE GRAISSESSAC
 (d'après les documents des Houillères de Graissessac)

<u>A: FAISCEAU DE RIVE DROITE</u>		<u>B: FAISCEAU DE RIVE GAUCHE</u>		<u>C: FAISCEAU DE VERGÈRES</u>		<u>D: FAISCEAU DE L'ORB</u>	
1: BASCOUL	6: BUELLE	1: ST. ETIENNE		1: COUCHE 1 ^{ère} DE VERGÈRES		1: COUCHE N°8 DE L'ORB	
2: THOMAS	7: BROCHIN	2: INCONNUE		2: ZELIA		2: N°7 DE L'ORB	
3: USERFISO	8: ST. ETIENNE	3: BROCHIN		3: FELICIE		3: N°4,5 ET 6 DE L'ORB	
4: INCONNUE	9: PASSET & PAS-GRAS	4: GIAL		4: SABATIER		4: N°3 DE L'ORB	
5: GRAND PAS	10: DAME	5: COUCHE AU MUR		5: N° 2 DES VERGÈRES		5: N°1 DE L'ORB	
				6: N° 4 DES VERGÈRES		6: N°0 DE L'ORB	

Figure 4 : Localisation des principaux faisceaux du centre du bassin de Graissessac
 (HBCM, extrait d'un document original non retrouvé)

4.2.3 Hydrologie et hydrogéologie

Le système hydrographique est caractérisé par la présence de nombreux ruisseaux et rivières avec un écoulement global NW- SE. Le bassin houiller est fractionné par plusieurs ruisseaux (Le Clédou, l'Espaze, le ruisseau de Frangouille, etc.) en quatre secteurs au relief prononcé. Ces ruisseaux sont collectés par La Mare qui coule d'ouest en est à ce niveau. Au sud immédiat du bassin houiller, la concession minière de Villecelle occupe le bassin versant de la Mare dont l'écoulement passe brutalement à Nord-Sud à Saint-Etienne-Estréchoux. A l'est du bassin, les exploitations cuprifères du Bousquet d'Orb et bauxitique du Bousquet de la Balme dépendent du bassin versant de l'Orb alimenté à ces endroits par les ruisseaux de Croynes et de Vernoubel.

Les formations du houiller sont peu perméables dans leur état naturel et ne sont pas à l'origine aquifère. Néanmoins, l'exploitation, par la fracturation induite, a modifié ce comportement. Ainsi, dès l'arrêt des travaux miniers, les eaux d'infiltration ont envahi les mines, remplissant les vides résiduels laissés par l'exploitation. Les volumes disponibles et les débits en cause génèrent des temps de remplissage pouvant dépasser la dizaine d'années. À terme, le trop plein entraîne l'apparition de résurgences franches ou diffuses.

En terme de désordres passés, il est à noter que :

- les inondations au fond sont rares : le principal événement concerne le puits de Nières (concession de Saint Gervais) qui a été brutalement inondé en 1930. Les eaux en débordement du puits rejoignent désormais et définitivement, via le réseau de galeries souterraines, l'émergence de Grand Camp sur le flanc droit de la vallée du Clédou à Graissessac. A cette date, les travaux miniers déjà tous abandonnés sous ce niveau de débordement, ont été définitivement ennoyés ;
- des tarissements de sources ou baisses de débit apparaissent tout au long de la période d'extension des travaux miniers (10 événements de ce type sont signalés dans les archives du concessionnaire, 7 liés aux travaux miniers souterrains et 1 lié aux découvertes). Il est signalé également des baisses de niveaux d'eau dans des puits privés.

Les études hydrogéologiques sur le bassin houiller réalisées après l'arrêt des travaux par différents bureaux d'études montrent :

- qu'il n'existe pas, en dehors des travaux miniers, de niveau potentiellement aquifère.
- que le système hydrogéologique du massif houiller de Graissessac est divisé en deux entités indépendantes séparées par la vallée du Clédou ; celle de la rive droite qui concerne les concessions du Devois-de-Graissessac et de Saint-Gervais et celle de la rive gauche et de l'Orb qui concerne les concessions de Boussagues et du Ruffas ;
- que l'ensemble des travaux sont drainés par quatre réseaux d'exhaure principaux et quatre réseaux secondaires perchés.

Par ailleurs, le dénoyage pendant l'exploitation était en grande partie assuré par cet ensemble de galeries minières d'écoulement, l'arrêt de l'exploitation est donc resté sans grandes conséquences. En effet, l'ennoyage final des travaux n'a pas entraîné l'apparition de résurgences franches ou diffuses et date de plusieurs décennies. Pour cet important bassin minier situé en position perchée par rapport aux vallées drainantes, aucune installation hydraulique de sécurité n'a été au final nécessaire.

Les formations enfermant les gisements polymétalliques sont dominées par la présence d'aquifères karstiques très compartimentés. La complexité de ces aquifères est à l'origine de problèmes d'approvisionnement en eau potable pour certaines communes de ce secteur. Entre ces aquifères, les failles (faille de l'Horte-Boussagues) et discontinuités dans les terrains jouent le rôle de drains, les travaux miniers qui en ont recoupés ont été le siège de venues d'eau parfois importantes. A noter qu'au sud de la concession de Villecelle, se situent les eaux thermales de Lamalou les Bains exploitées et comportant un périmètre de protection.

Sur ces exploitations polymétalliques, très peu de galeries observées présentent des écoulements. Compte tenu de la faible ampleur des travaux et de leurs profondeurs, ceci laisse à penser que l'essentiel des travaux miniers est hors d'eau.

4.3 Description des exploitations minières

4.3.1 Historique

Les premières traces d'extraction de minerai polymétallique remonteraient à l'Antiquité par les Gaulois au niveau des affleurements filoniens mais également en souterrain à la faveur des poches karstiques minéralisées. L'extraction de la houille sur le bassin commence plus tardivement au Moyen-âge par des extractions artisanales à ciel ouvert, appelées baumes (balme au singulier, signifiant cavité, excavation). Des attaques par ouvrages souterrains (puits et galeries) sont également fréquemment citées dans les actes de louages des mines de l'époque, mais en absence de vrais dispositifs de drainage ou d'exhaure, les volumes souterrains sont très réduits et ces travaux rudimentaires n'ont pas laissé de traces résiduelles visibles lorsque l'exploitation redémarre timidement dans la seconde moitié du XVIIIème siècle.

Outre les besoins en charbon pour l'artisanat local (clouterie), c'est le développement industriel naissant (fin XVIII^{ème} - début XIX^{ème}) qui donne un essor à l'exploitation minière.

La production du bassin de Graissessac a connu son apogée à la fin des années 1950. Bien que le gisement houiller présentait des caractéristiques favorables à l'exploitation en découvertes, ce n'est qu'en 1956 que les premières mines à ciel ouvert (MCO) sont lancées. L'exploitation s'est arrêtée en 1993 lorsque la majorité des gisements furent exploités. Cet arrêt peut être également imputé à la chute du prix de vente des charbons depuis le début des années 1980.

L'essentiel des recherches et des exploitations polymétalliques ont été réalisées entre la fin du XIX^{ème} et le début du XX^{ème} à l'exception des travaux pour la Bauxite principalement menés dans le cadre du PEX dans les années 1960-1970.

Nom Titre	Substance	Type	Communes concernées	Superficie (ha)	Date d'institution	Situation administrative	Période d'exploitation	Dernier Exploitant
Plaisance	Houille	concession	Castanet-le-Haut Rosis Saint-Genies-de-Varensal Saint-Gervais-sur-Mare	2381	26/03/1934 après fusion des concessions de Castanet-le-Haut et Saint-Genies-de-Varensal octroyées le 06/08/1836)	DADT validé par AP	Antérieure à 1836 (hors régime concédé) - années 1960	HBCM
Saint-Gervais	Houille	concession	Saint-Gervais-sur-Mare Saint-Etienne-d'Estrechoux	1302	04/03/1788	DADT validé par AP	XVIIIème-1990	HBCM
Boussagues	Houille	concession	Graissessac Saint-Etienne-d'Estrechoux La Tour-sur-Orb Camplong	1185	04/11/1769	DADT validé par AP	XVIIIème-1993	HBCM
Devois-de-Graissessac	Houille	concession	Graissessac	271	7 Fructidor de l'An XII	DADT validé par AP	XVIIIème-1990	HBCM
Ruffas	Houille	concession	La Tour-sur-Orb Camplong Le Bousquet-d'Orb Dio-et-Valquières Lunas	2381	12/07/1934 après fusion des concessions de Bousquet-D'Orb (octroi du 09/04/1778) et de La Tour (octroi du 27/03/1852)	DADT validé par AP	1993	HBCM

Tableau 3 : Caractéristiques administratives des titres miniers étudiés sur le Bassin Houiller de Graissessac

Nom Titre	Substance	Type	Communes concernées	Superficie (ha)	Date d'institution	Situation administrative	Période d'exploitation	Dernier Exploitant
Rongas	Plomb	Concession	Saint-Gervais-sur-Mare	237	26/12/1834	Annulée (15/01/1954)	1832 - 1843	Mrs Chauvet, Laparenterie, Seray et Giraud
Bousquet d'Orb	Cuivre	Concession	La Tour-sur-Orb Camplong Le Bousquet-d'Orb Lunas	1872	18/03/1832	Annulée (18/10/1956)	Bousquet d'Orb	M Bostmembrun de Boismontbrun
Saint-Gervais-sur-Mare	Fer	Concession puis Régime des Minières	Saint-Gervais-sur-Mare Rosis	780	Concession octroyée le 10/10/1825 et annulée 12/05/1894) passage au Régime des Minières entre 1935 et 1947 après refus d'octroi de concessions en 1915, 1927 et 1932	Périmé	1908-1953	M. Dufour
Notre-Dame-de-Maurian	Fer	Concession	Le Pradal Saint-Etienne-d'Estrechoux Saint-Gervais-sur-Mare Taussac-la-Billièrre La Tour-sur-Orb Villemagne	1467	10/08/1825	Renoncée (09/10/1975)	1825-1930	Société des Hauts Fourneaux de la Chierse
Villecelle	Plomb, Zinc, Cuivre, Argent	Concession	Combes Le Pradal Taussac-la-Billièrre La Tour-sur-Orb Villemagne	1190	01/08/1865	Renoncée (11/09/2001)	Antiquité -1936	Société La Vieille Montagne (Union Minière)
Bousquet-de-la-Balme	Bauxite	PEX	La Tour-sur-Orb Carlencas-et-Levas Bédarieux	152	16/07/1962	Expiré (22/07/1977)	1900-1972	Comptoir d'Extraction et de Ventes de Bauxites

Tableau 4 : Caractéristiques administratives des titres miniers étudiés sur le District polymétallique de Villecelle

4.3.2 Méthodes d'exploitation

Compte tenu du caractère discontinu des minéralisations organisées en filons ou poches métriques (plus rarement décamétriques) successives, les travaux miniers des **gisements polymétalliques** relèvent plus de schémas artisanaux que de véritables exploitations régulières (exploitations filoniennes ou d'amas plus ou moins karstiques). Les galeries ou « salles » souterraines n'étaient pas ou très peu remblayées (tri au fond). On écartera néanmoins, le cas des exploitations de Bauxite du PEX de Bousquet-de-la-Balme réalisées uniquement à ciel ouvert et qui ont laissé des fronts rocheux jusqu'à 25 à 30 m de hauteur.

En ce qui concerne la houille, les premières extractions se marquèrent par leur caractère épars, sans régularité, d'extension limitée car menées sans grands moyens et vite confrontées aux problèmes de mauvaise tenue des terrains superficiels, d'aérage et d'exhaure.

Aux premières exploitations à ciel ouvert déjà évoquées (« baumes »), vont s'ajouter les premières exploitations souterraines, surtout au XVIII^{ème} siècle :

- par des courtes galeries à flanc de versant depuis les affleurements;
- à partir de puits forés de quelques dizaines de mètres de profondeur : il s'agit alors de simples trous pratiqués parallèlement au pendage des veines de charbon, appelés Creux ou "Croses" (également Crots dans d'autres bassins miniers, cf. figure 5).

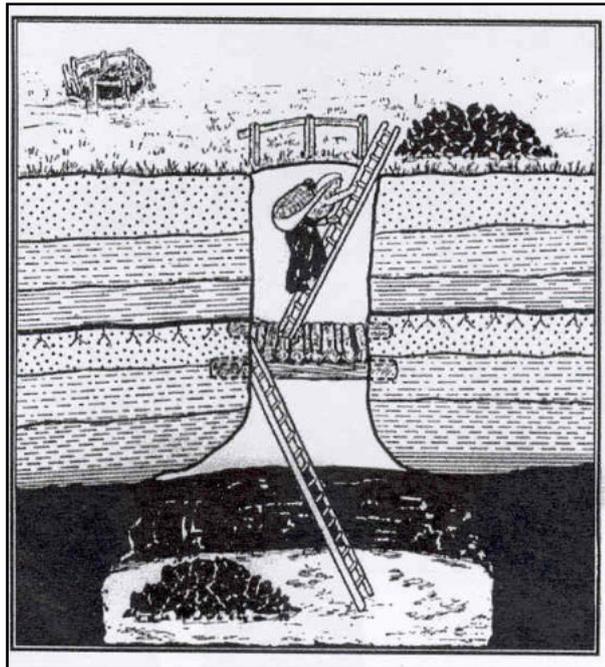


Figure 5 : Schéma d'exploitation par « Croses »

A la fin du XVIII^{ème} siècle et au début du XIX^{ème} siècle apparaît le terme de « mine » qui signifie, pour le bassin de Graissessac, une galerie tracée au charbon ou au rocher à partir du flanc de la montagne. Cette galerie permettait de reconnaître le gisement et servait de structure principale à l'exploitation de la couche reconnue. Le point de rencontre avec la couche de charbon était pour le mineur le point de départ des travaux d'extraction proprement dits qui consistaient à tracer horizontalement dans la couche, de chaque côté, une ou plusieurs galeries parallèles dite « d'allongement » puis à partir de celle-ci, des galeries montantes qui pouvaient aller jusqu'en surface (aérage). Ces montants délimitaient le panneau à exploiter.

C'est la première méthode d'exploitation structurée mise en œuvre.

Dans la seconde partie du XIX^{ème} siècle, on voit apparaître les premiers projets d'accès aux travaux par des puits verticaux. Le puits Sainte-Barbe, sur la concession de Boussagues, sera le premier grand puits du bassin en fonctionnement. La ventilation est assurée mécaniquement. À cette époque, l'exploitation est étendue à l'ensemble du gisement.

Au XX^{ème} siècle, les chantiers continuaient à s'approfondir et dépassent les 250 m. Les méthodes évoluaient sur des bases similaires. Le déhouillage se faisait le plus fréquemment par petites tailles. Le gisement ne se prêtait pas à une mécanisation importante.

Compte tenu de la géologie très tourmentée du bassin, une multitude de diverses méthodes d'exploitation sur les concessions de houille de Graissessac a été ensuite utilisée :

- abattage par foudroyage ;
- tranches horizontales ;
- tranches montantes remblayées ;
- méthode par sous-niveaux ;
- méthode par soutirages ;
- méthode par chambres et piliers.

Il est très difficile avec les archives minières actuelles de savoir où précisément ces différentes méthodes d'exploitation furent employées. Ceci reste peu préjudiciable dans la mesure où on peut les classer selon leurs conséquences attendues en deux grandes familles :

- les méthodes d'exploitation dites totales, où tout le minerai a été exploité. Les vides miniers résiduels sont ensuite traités par remblayage (au fond) ou par foudroyage des terrains de recouvrement. On déhouillait le plus fréquemment par petites tailles, le gisement très hachuré par de petites failles ne se prêtant pas à une mécanisation importante. Les tailles étaient montantes, plus rarement descendantes (comme sur les dressants des mines des Nières). Elles étaient rabattantes (front d'abattage en reculant) ou chassantes (front d'abattage en avançant, cf. figure 6), et avec ou sans remblayage et le plus souvent avec foudroyage (cf. figure 7) ;
- les méthodes d'exploitation partielle, dites aussi exploitations incomplètes puisque des vides subsistent au fond après la fermeture de la mine. Cela concerne ici avant tout les exploitations par chambres et piliers abandonnés. Cette méthode reste de plus essentiellement liée aux parties de couches à faible pendage, car présentant au-delà du court terme de trop forts risques d'instabilité dans les parties en semi-dressants ou en dressants. Elle n'a été employée que sur des secteurs très réduits. Seul un secteur dans le DADT⁹ de la concession de Saint-Gervais est suspecté d'avoir été laissé intact en chambres et piliers abandonnés (bien que les plans miniers ne discriminent pas cartographiquement cette zone). Pour ce panneau suspect, l'analyse dans le DADT a montré que la rupture des piliers a vraisemblablement déjà eu lieu.

⁹ Dossier d'Arrêt Définitif des Travaux

A partir de 1956, l'exploitation souterraine décline et passe à ciel ouvert. Le principe repose sur la réalisation de fosses. Chaque fosse est constituée d'un flanc dont la génératrice suit le mur de la couche, alors que l'autre flanc se trouve à la pente nécessaire pour rendre ce dernier stable durant l'exploitation. Ces fosses présentent l'aspect d'une gouttière en V dont la longueur peut atteindre plusieurs centaines de mètres. Toutefois, l'exploitation est en général développée avec une méthode mixte consistant à créer des fosses individuelles et emboîtées avec l'objectif de les remblayer le plus rapidement possible. Les terres extraites d'une fosse sont alors déversées dans une fosse voisine précédemment exploitée ou constitueront une verse si la première solution ne peut être retenue.

L'exploitation en découvertes a laissé d'importants secteurs remblayés, mais certaines fosses profondes sont restées en l'état et ont pu parfois permettre la présence, en leur fond, d'étendues d'eau notamment sur les concessions de Saint-Gervais et du Devois-de-Graissessac.

On distingue 7 secteurs de fosses, pour un total de 29 fosses :

- les fosses de Cadausse et de Verrière sur la concession de Plaisance ;
- les secteurs de Nières (8 fosses) et de la région Vendredi (3 fosses) sur les concessions de Saint Gervais et Devois-de-Graissessac ;
- les secteurs de Padène (6 fosses) et du Cap Nègre (7 fosses) sur la concession de Boussagues. Les découvertes du Cap Nègre avaient fait l'objet d'un premier DADT partiel ;
- les secteurs d'Alzou (dernière zone en exploitation) et de Fontenilles sur la concession de Ruffas (2 fosses en tout).

Ces fosses ont toutes fait dans les années 1990-2000 l'objet de très conséquents travaux de réaménagement (notamment en terme de terrassements), tant du point de vue de :

- la stabilisation des talus ;
- la gestion des eaux ;
- l'aspect paysager.

Par ailleurs, parmi les premières exploitations de houille, plusieurs anciennes zones de grattages de surface d'ampleurs réduites entre les mines modernes de Plaisance et de Rive droite du Clédo sont sommairement reportées sur des plans miniers schématiques sans plus de détails, ni de précision sur le positionnement exact et l'extension de ces travaux (Combals, Sals, Peyremale....). Elles ont été pour partie reconnues, ne révélant tout au plus que de petites excavations, avec parfois de possibles départs (tous éboulés) de galeries.

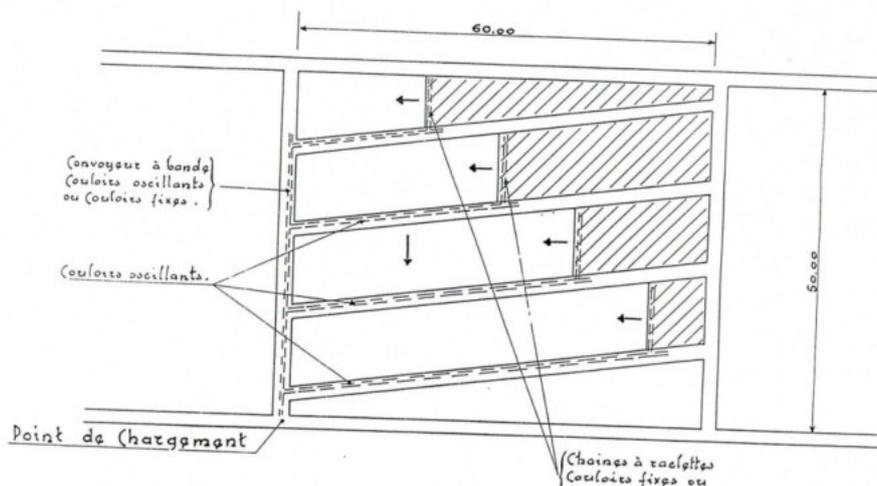


Figure 6 : Méthode d'exploitation par tailles rabattantes (1950)

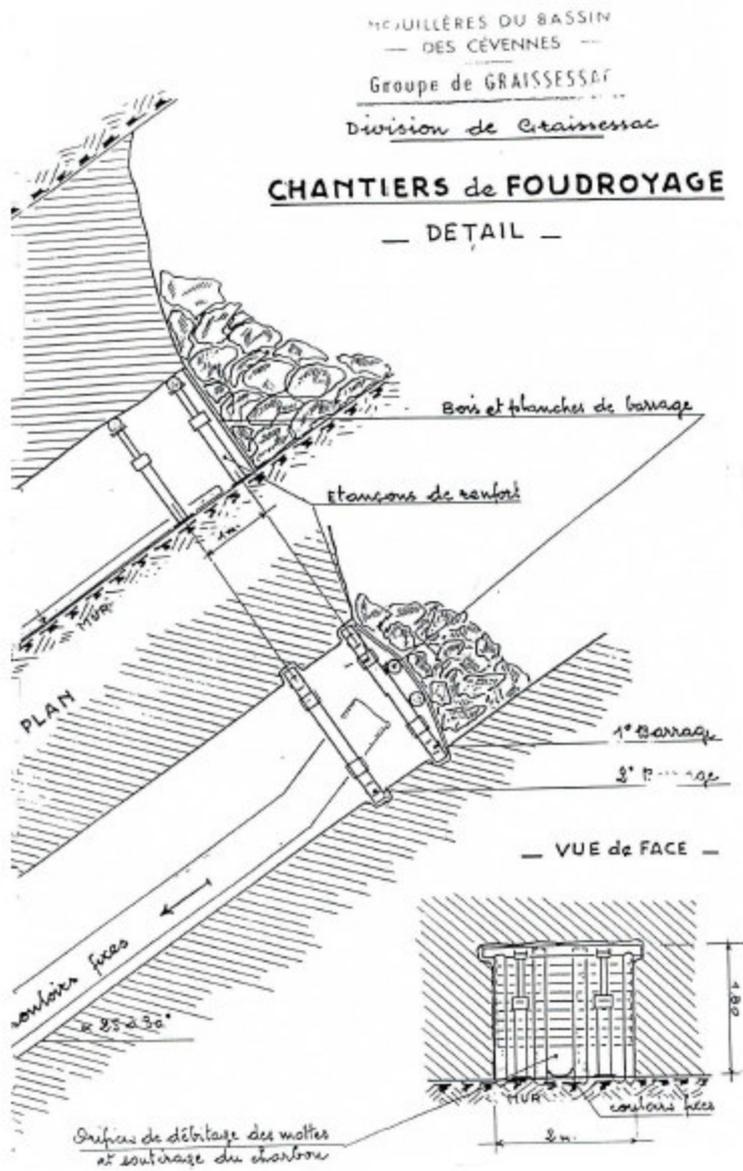


Figure 7 : Schéma d'un chantier de foudroyage par sous niveaux

4.3.3 Production

D'après les divers DADT et DR¹⁰ de HBCM, il est précisé qu'il aurait été extrait de l'ensemble des 5 concessions minières du bassin houiller de Graissessac un total estimé à près de 30 Millions de tonnes, répartis comme suit :

Concessions	Travaux souterrains	Ciel ouvert	Total
Plaisance	1,7 Mtonnes	0,03 Mtonnes	1,73 Mtonnes
Rive Droite du Clédou : Saint-Gervais et Devois-de- Graissessac	5,7 Mtonnes	1,71 Mtonnes	7,41 Mtonnes
Rive Gauche du Clédou : Boussagues et Ruffas	18 Mtonnes	2,92 Mtonnes	20,92 Mtonnes
Total bassin	25,4 Mtonnes	4,66 Mtonnes	30,06 Mtonnes

Tableau 5 : Production houillère du bassin de Graissessac (Données HBCM)

Ce sont les exploitations de la Rive Gauche du Clédou où sont situés 5 des 7 faisceaux qui a fourni les 2/3 de la production. 80 % de la production viennent des travaux miniers souterrains.

Pour les exploitations polymétalliques, très peu de documents répertorient les tonnages produits. De plus, les valeurs des écrits sont le plus souvent contradictoires entre-elles voir largement surestimées (tonnage ne pouvant correspondre aux dimensions réels des travaux miniers). Sur l'ensemble du district, on estime à la production entre 30 000 et 50 000 t de fer, 50 et 500 t de plomb, zinc et d'argent (en moindre quantité) ainsi que quelques tonnes de cuivre. Pour la bauxite, les archives d'exploitation plus récentes recensent une production de près de 600 000 t pour la période du PEX du Bousquet de la Balme.

4.3.4 Etat actuel des sites

4.3.4.1 Les ouvrages débouchant au jour

Sur l'ensemble de l'étude plus de 500 ouvrages miniers débouchant au jour ont été recensés. On peut en distinguer deux grands types :

- les entrées de galerie (fendues, descenderies, travers bancs) ;
- les puits et cheminées d'aérage.

Les entrées de galeries représentent près de 90 % des ouvrages identifiés. Elles correspondent aux entrées des mines, aux fendues (descenderies creusées en couche pour le houiller), aux descenderies, aux travers bancs, montants d'aérage et galeries d'écoulement.

Sur le bassin houiller, HBCM avait recensé un total 436 ouvrages, porté au final à 516 après examen de l'ensemble des ouvrages identifiés sur plans ou sur le terrain. En effet, la lecture des plans miniers et des autres documents miniers autre que les DADT ainsi que le terrain ont permis d'identifier 80 ouvrages complémentaires.

Remarque : Parmi ces 516 ouvrages débouchant au jour, il est à noter qu'environ 200 ont disparus dans les travaux de découverte ou ont leur débouché situé sous les remblais des imposants terrils et verses.

¹⁰ Dossier de Renonciation

Les mises en sécurité n'ont concerné que ceux d'entre eux qui restaient visibles sur le terrain lors des études pour le DADT. D'après les DADT de HBCM, 49 ouvrages ont ainsi fait l'objet de récents travaux de mise en sécurité.

Pour les galeries, ces mises en sécurité ont consisté soit en un talutage ou en un foudroyage de l'entrée, soit en la mise en place d'un bouchon béton ou/et de cendres entre deux murs intrados et extrados (bouchon d'une longueur de quelques mètres à plus de 100 m de linéaire). Un drain a été installé ou restauré pour conserver l'écoulement de l'eau des galeries d'émergence minière. Enfin, certaines de ces entrées de mine ont été également équipées d'un système de cloisons siphonides pour éviter toute accumulation préjudiciable de gaz de mine.

Pour les puits (ou cheminées d'aérage), 9 des 16 puits recensés dans les DADT, ont fait l'objet de travaux de mise en sécurité pérennes. En effet, ces travaux ont consisté en un bouchon autoportant en tête de puits quand les terrains étaient suffisamment résistants pour encaisser les contraintes induites, ou sinon une consolidation de la colonne de remblais en tête de puits remblayé, par injection gravitaire de coulis spéciaux. Les autres ouvrages, n'ont pas été traités car ils ont été reconnus comme effondrés ou ont été recoupés par une découverte ou se situent sous des verses.

Sur le district polymétallique, l'étude a permis de recenser 132 ouvrages débouchant au jour parmi lesquels plus 111 galeries. Certains ont fait l'objet de mise en sécurité par Union Minière mais l'essentiel des ouvrages débouchant au jour ne sont plus visibles.

4.3.4.2 Les Verses et dépôts

Sur le bassin houiller, il existe de nombreux terrils et verses soit à proximité immédiate des découvertes, soit à la sortie des galeries et des puits d'exploitation. Les matériaux résiduels en sortie des installations de traitement (dépôts de schlamm, scories...) étaient renvoyés sur les dépôts de terril ou verses les plus proches, à savoir ceux de la vallée du Clédo avant 1951 (notamment les terrils de Garella et de Padène) puis après 1951 ceux voisins du carreau de Debay.

Un inventaire des dépôts résiduels de surface dans le Gard et l'Hérault mené en 2006, avait dénombré, dans l'emprise des concessions du bassin houiller de Graissessac, 38 dépôts résiduels liés aux travaux miniers : terrils, verses, bassins ou autres plateformes de stockage. Cet inventaire consolidé dans le cadre de cette étude a permis de compléter la liste des DADT (exemples : ajout de zones, avec la verse de Debay, de Fontenille et de Franco, le petit terril du ruisseau de Pegras, et les plateformes de Plaisance Centre et de Mine Vigne Cave et d'une série de 4 petites haldes au débouché de galeries).

Sur le district polymétallique, 17 dépôts ont été recensés. Ils sont constitués essentiellement de stériles ou de résidus de traitement physique (pas de laverie connue) et sont très peu volumineux comparativement aux terrils du bassin houiller. Pour ces dépôts, les données et les emprises ont été consolidées après la phase terrain de l'inventaire mené en 2011-2012 dans le cadre de la Directive sur les Déchets de l'Industrie Extractive (DDIE).

4.3.4.3 Les installations de surface

Les plus grandes installations de surface présentes autrefois sur le bassin, notamment dans la vallée du Clédo puis sur le carreau Debay, ont été démantelées.

L'inventaire de ces installations n'est pas exhaustif, cet aspect n'étant pas l'objet de cette étude. Néanmoins, des vestiges miniers ont été observés sur le terrain, liés notamment aux nombreux plans inclinés de surface utilisés pour le transport du charbon jusqu'au carreau du Clédou puis ensuite sur celui de Debay, ainsi que des installations d'aérage (exemple des vestiges des ventilateurs de la mine Simon) et d'autres bâtiments.

4.3.4.4 Les désordres de surface

Les désordres d'origine minière sont relativement nombreux et de nature variée. Dans le cadre de cette étude, ils concernent essentiellement le bassin houiller. En effet, seuls huit désordres ont été répertoriés ou observés sur les anciennes exploitations polymétalliques (effondrements localisés).

39 événements liés aux travaux souterrains du bassin houiller ont été recensés dans les DADT et les dossiers HBCM. Nommés dégâts miniers, ces désordres sont principalement des mouvements de terrain¹¹. Ils se sont produits tout au long de l'exploitation, et dans une bien moindre mesure, après l'arrêt des travaux. Cinq nouveaux désordres ont été repérés sur le terrain. Il s'agit d'effondrements à proximité d'anciennes galeries (exemple de la galerie du Plan Baptiste-La Source (PLA08 - concession de Plaisance)). Les désordres liés aux travaux souterrains sont :

- des effondrements localisés ponctuels la plupart concernant des ouvrages débouchant au jour (entrées de galeries et plus rarement des puits) ;
- des zones présentant des crevasses ou des lézardes au sol ;
- des zones d'indices de mouvements de terrain (fissurations) affectant le bâti, des murs ou la chaussée (sans autre indice d'instabilité) ;
- plusieurs phénomènes ponctuels sur la même zone (phénomènes de même nature ou au contraire relatifs à des mécanismes variés).

Par ailleurs, les nombreuses verses, découvertes et ouvrages de surface (bassin de rétention ...) sont aussi à l'origine d'instabilités (glissements, ravinements, coulées boueuses). Les deux zones d'instabilités les plus significatives sont :

- le glissement de la verse des Brouttes (désordre D1) survenu en 1995 continue à être surveillé annuellement par le DPSM. Actuellement (2012), il s'est stabilisé depuis quelques années : on ne mesure en effet plus de mouvement significatif sur les 14 points de suivis topographiques ;
- le glissement du terril de Garella sur plusieurs dizaines de mètres (D3), à quelques mètres au NW du cimetière de Graissessac, et obstruant le cours du ruisseau. Il n'y a pas eu d'évolution significative récente sur le terril de Garella (désordres D3 et D4).

Après enquête de terrain, notamment auprès des mairies, aucune évolution notable n'a été récemment constatée (pas d'emprunts ou de désordres récents signalés).

¹¹ Des désordres de type coups de grisou ou incendies (fond et surface) sont spécifiés dans le paragraphe relatif à l'aérage et gaz de mine. D'autres nuisances de type vols de poussière ou eaux noires sont indiquées dans le paragraphe relatif à l'environnement

4.3.4.5 Eléments environnementaux

Sur le bassin houiller, il est mentionné pendant presque toute la période d'exploitation, des atteintes répétées¹² des principaux cours d'eau du bassin (Grand Mare, Clédou, Espaze et Orb) par des résidus miniers qualifiés « d'eaux noires » . Ces atteintes résulteraient de l'érosion des dépôts lors des épisodes pluvieux cévenoles, mais aussi du débordement de bassins de traitement ou de décantations, parfois mal conçus et/ou mal entretenus.

Par ailleurs, 3 événements de type empoussiérage ou fumée de terril (dont 1 associé à une combustion résiduelle du tas) sont aussi signalés sur la concession de Ruffas, mais sans localisation précise.

Sur les principales émergences minières actives observées, il a été constaté que les eaux en sortie restent de nette teinte orange (due aux hydroxydes de fer). Les résultats d'analyses faites sur ces émergences et issues des archives confirment que ces eaux minéralisées en sortie de réservoir minier sont partout avec des teneurs relativement significatives en fer, manganèse et sulfates ainsi qu'en arsenic (cas du Travers-banc de Frangouille dont la qualité des eaux est suivie par le DPSM¹³). Il a été découvert lors des études préalables au DADT une pollution des sols de surface à hauteur du carreau Debay. Les investigations menées par ailleurs ont montré que cette pollution, liée au zinc notamment, résultait des activités de traitement du minerai de zinc fait antérieurement par la Compagnie des Zinc Français sur le site.

Sur le district polymétallique, la difficulté d'approvisionnement en eau potable a poussé les habitants à pomper de tous temps les eaux des galeries et des puits. Les différents propriétaires fonciers qui avaient manifesté le désir de garder un accès à une de ces prises d'eau ont reçu une copie des analyses des métaux lourds effectuées sur les eaux qu'ils désiraient utiliser.

Au sud de la concession de Villecelle, se situent les eaux thermales de Lamalou les Bains dont l'exploitation est une activité traditionnelle depuis le XVIII^e siècle. Lors de la demande de la concession minière de Villecelle, le puits Saint James (non retrouvé) a été foncé, mais les travaux ont dû être rapidement abandonnés suite à d'importantes venues d'eau. En effet, le pompage de ces eaux (1864) avait conduit à une baisse significative de débit des eaux thermales, rendant immédiatement les mineurs responsables de ce tarissement. Un périmètre de protection des sources a ainsi été instauré en 1867-1868, s'étendant vers le nord jusqu'en bordure du site de la Veyrasse, interdisant définitivement l'exhaure du puits Saint-James. Les exploitants miniers ont alors reporté leurs travaux vers le nord.

4.3.4.6 Aérage et gaz de mine

Sur le bassin houiller, il est signalé dès 1804 les dégagements de grisou des couches de charbon exploitées (les "soufflards"). Ce sont les mines directement en rive droite et en rive gauche du Clédou au centre du bassin qui sont les plus grisouteuses. Près de 50 accidents dont la moitié mortels sont dénombrés sur le bassin. Outre le grisou, les mines à poussières inflammables dite poussiéreuses, ont fait également l'objet de mesures réglementaires spécifiques.

¹² Soit au moins 11 événements de ce type sur la période récente (1920 à 1976).

¹³ Département de Prévention et Sécurité Minière du BRGM

Depuis l'arrêt d'exploitation, du gaz méthane s'est parfois localement accumulé dans les vides résiduels, ainsi qu'en témoignent deux inflammations produites à hauteur d'entrées de mine (Bamboche, 1978 et Galerie Mine Vigne Cave).

En parade, des cloisons siphonides ont été ainsi installées sur les orifices miniers encore visibles et les plus sensibles à ce problème lors de leurs mises en sécurité.

Sur le district polymétallique, aucun document ne mentionne de problème d'aéragé lors des exploitations minières. De même, lors des reconnaissances menées sur les mines de Pradal et Taussac, des mesure de gaz faites avec un MULTIWARN DRAEGER nous ont permis de relever les teneurs en gaz suivantes :

- CO₂ : 0,5 % ;
- O₂ : 19 %.

A ce jour, ces mines sont relativement bien ventilées, néanmoins le CO₂ suivant les conditions atmosphériques, peut s'accumuler dans les points bas.

Pour ce qui concerne les rayonnements ionisants dont le radon, aucune donnée n'est présente dans les archives. Lors des reconnaissances des mines de Taussac et Pradal, les mesures réalisées dans les cavités visitées (dispositif ALPHAGUARD - Professional Radon Monitor) ont montré une radioactivité comprise entre 5000 à 8000 bq/m³.

4.3.4.7 Incendies

Seules les archives du bassin houiller relatent des problématiques d'incendies.

En souterrain

Le nombre d'incendies reste relativement restreint. L'origine principale des incendies est liée à des pratiques d'exploitation minière initiales peu sécuritaires (usage de la poudre noire, lampe à flamme nue, étincelles des systèmes de freinage, etc.) qui vont peu à peu se durcir avec le temps. Une autre origine est parfois liée à l'échauffement naturel des couches (oxydation des pyrites, réaction fortement exothermique) sans compter la migration en profondeur d'incendies de surface par des ouvrages débouchant au jour insuffisamment isolés. C'est d'ailleurs un incendie survenant sur un percement qui mit définitivement fin (de manière un peu prématuré) aux travaux d'exploitation souterraine sur la concession de Plaisance dès 1951. Les incendies étaient maîtrisés par étouffement avec mise en place de muraillement (il n'a jamais été fait d'inondations volontaires).

En surface

Le seul cas d'entrée en combustion récente d'un terril concerne celui des Marronniers en partie basale, combustion interne résiduelle qui se serait ensuite arrêté dans les années 1980 (voire 1990 d'après le DADT).

4.4 Cartographie informative

4.4.1 Plans miniers, méthode de géoréférencement et vectorisation

Les informations cartographiques relatives au site (fond et surface) sont disponibles à plusieurs échelles, entre autres :

- BD ORTHO® de l'IGN (PVA de 2006) avec une résolution de l'ordre de 50 cm et une précision de l'ordre de 3 m ;
- SCAN 100® de l'IGN à l'échelle du 1/100 000 ;
- plans papiers issus des archives.

Pratiquement, pour le **bassin houiller de Graissessac**, il a été nécessaire de revenir aux plans sources afin de compléter, le cas échéant, le travail réalisé par HBCM. Parmi les 478 plans retrouvés, 107 ont été retenus pour numérisation. Leurs échelles varient du 1/1 000 au 1/5 000. Grâce à la présence d'un carroyage commun sur tout le bassin, et du levé DGPS des ouvrages débouchant au jour toujours visibles (dits « matérialisés »), il a pu être réalisé le calage de 104 plans miniers non redondants. Leur numérisation aboutit ainsi aux résultats complets souhaités qui sont ensuite comparés avec le travail réalisé antérieurement par HBCM.

En ce qui concerne les travaux polymétalliques seule la concession de fer de Saint-Gervais-sur-Mare dispose d'un plan des travaux à l'échelle du 1/1 000 qui a été géoréférencé. Pour toutes les autres exploitations polymétalliques aucun plan ne répertorie les travaux. Lorsqu'un plan existe, il s'agit au mieux de schémas dépourvus d'échelle et/ou d'orientation réalisés à main levée. C'est notamment pour cette raison qu'une étude spécifique a été réalisée en 2012 sur les mines de Pradal et Taussac (concession de Villecelle). En effet, l'examen des schémas disponibles montrait des cavités très volumineuses à très faible profondeur sous des enjeux bâtis nécessitant ainsi la réalisation d'une cartographie précise de ces deux mines.

Le géoréférencement des plans s'est basé sur les ouvrages débouchant au jour matérialisés en surface et levés au DGPS ainsi que les carroyages en coordonnées Lambert III Sud. Certains relevés de vestiges miniers ou d'ouvrages encore visibles, effectués au DGPS, ont constitué des points de contrôle des calages.

Les plans ont été géoréférencés sous ArcGIS® avant d'être exploités sous MAPINFO 8.5®. Le système de projection retenu est le référentiel France Lambert 93 (ou RGF 93).

4.4.2 Emprise des travaux miniers et incertitudes de localisation

L'emprise des travaux miniers souterrains a été tracée en utilisant toutes les couches numérisées auxquelles sont ajoutées en tampon les incertitudes globales de positionnement retenues pour chaque secteur.

Sur le bassin houiller, des zones de travaux souterrains supposés ont été tracées d'après les indications reportées dans les archives ou plus ponctuellement sur les plans miniers. En particulier, sur six secteurs du bassin houiller, une emprise de travaux supposés dite « zone potentiellement affectée par des travaux miniers » a été définie pour tenir compte des travaux aux affleurements (non exploités à ciel ouvert) très anciens et très mal localisés. L'incertitude sur la position de ces zones est évaluée à 20 m ce qui correspond à celle retenue pour les affleurements HBCM.

Concernant, les découvertes, les dépôts résiduels de surface (verses, terrils, déblais etc.), les données proviennent des restitutions numériques de HBCM, complétées par les observations de terrain (consolidées sur la BD ORTHO® de l'IGN).

Tel que défini au paragraphe 2.2, quatre types d'incertitudes cartographiques sont définis :

- Incertitude de localisation de l'ouvrage minier ;
- Incertitude liée à la reproduction du plan ;
- Incertitude liée à l'opération de géoréférencement du plan ;
- Incertitude lié au support cartographique (ici 3 m pour la BD ORTHO® de l'IGN).

Le tableau suivant synthétise par titres miniers les incertitudes retenues dans le cadre de cette étude.

Bassin	Nom Titre	Type d'archives	Incertitudes sur les ODJ (m)	Incertitudes sur les TMS (m)	Incertitudes sur les verses, dépôts ou MCO (m)	Ecart des ODJ et TMS avec HBCM
Bassin houiller de Graissessac	Plaisance	Plans 1/1000 ou 1/2500	5 à 15 m	15 m	10 m	2 à 10 m, exceptionnellement 20 m sur la partie sud-ouest de la mine de Pegras
	Saint-Gervais	Plans 1/1 000 à 1/5 000	5 à 15 m	15 m	10 m	0 à 10 m
	Devois-de-Graissessac					5 m exceptionnellement 15 à 20 m pour les 3 entrées de la mine des Pommiers
	Boussagues	Plans 1/1 000 à 1/5 000	5 à 20 m	10 à 20 m	10 m	0 à 10 m exceptionnellement 20 m sur la mine de Bamboche
	Ruffas					0 à 10 m Et jusqu'à 30 m sur toute la partie ouest de la concession en limite de celle de Boussagues
District polymétallique de Villecelle	St-Gervais-sur-Mare	Plan 1/1000	5 à 25 m	20 à 25 m	5 m	Sans objet
	Notre Dame de Maurian	ODJ	5 à 25 m	25 m	Sans objet	Sans objet
	Rongas	ODJ + plan schématique	5 à 15 m	15 m	5 m	Sans objet
	Bousquet d'Orb	1 ODJ	40 m	Sans objet	Sans objet	Sans objet
	Bousquet de la Balme	Levés terrain + BD ORTHO	Sans objet		5 à 10 m	Sans objet
	Villecelle	ODJ	5 à 40 m	10 à 40 m	5 m	Sans objet
	Levés topo des mines du Pradal et Taussac	Sans objet	3 m			

Tableau 6 : Incertitudes cartographiques sur les titres miniers

4.4.3 Cartes informatives

Afin d'obtenir un rendu suffisamment synthétique mais précis des informations, l'échelle de restitution cartographique choisie est le 1/5 000 sur fond BD ORTHO[®] de l'IGN (PVA DE 2005) avec des zooms sur les secteurs bâtis (1/2 500). Ces échelles, conformes à celles des plans disponibles, permettent de rendre compte de façon lisible les informations les plus complètes (plans d'exploitation, ouvrages débouchant en surface, désordres de surface, etc.) et référençables sur la BD ORTHO[®]. Les cartographies tiennent compte des incertitudes définies précédemment. Le report sur d'autres supports que la BD ORTHO[®] (scan 25, cadastre, etc.) nécessite d'adapter ces incertitudes en fonction de la précision du nouveau support utilisé.

Par ailleurs, l'ensemble des données informatives (et des aléas) est également restituée sous forme de Système d'Information Géographique (SIG) qui se compose des couches cartographiques suivantes :

- la BD-Ortho[®] de l'IGN et le Scan100[®] de l'IGN ;
- les limites des communes et des concessions minières ;
- les emprises des travaux miniers souterrains et à ciel ouverts ;
- les ouvrages miniers positionnables en surface (puits et entrées de galerie) ;
- les désordres en surface relevés sur le terrain et/ou positionnés sur plan ;
- les dépôts miniers ou haldes retrouvés sur le terrain ;

Remarque : les définitions des ouvrages débouchant au jour matérialisés et localisés sont issues de la circulaire ministérielle du 6 janvier 2012 (NOR : DEVP1134619C) relative à la prévention des risques miniers résiduels, à savoir :

- un ouvrage « matérialisé » : *ouvrage qui a effectivement été retrouvé en surface et dont les coordonnées ont pu être relevées au GPS ou dGPS ;*
- un ouvrage « localisé » : *ouvrage qui n'a pas été retrouvé sur le terrain mais dont les coordonnées sont connues (archives ou exploitant) et comportant une incertitude de positionnement.*

5 SYNTHÈSE DE L'ÉVALUATION DES ALÉAS

L'étude détaillée des aléas est réalisée selon le guide méthodologique validé par l'administration et est conforme aux textes réglementaires qui précisent notamment la nature des aléas et risques pris en compte :

Les risques pris en compte (...) 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 la réglementation, de l'adverbe « notamment » implique que la liste, quoique largement représentative des risques miniers, n'est pas strictement exhaustive et peut éventuellement être complétée.

Les informations rassemblées lors de la phase informative permettent d'identifier les différents aléas qui sont retenus 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.

5.1 Aléas écartés

5.1.1 Parmi les aléas « mouvements de terrain »

D'une manière générale, les phénomènes **d'effondrement généralisé** ou **l'affaissement** concernent des exploitations partielles (chambres et piliers abandonnés) menées à grande profondeur et sur des extensions horizontales importantes. Ce type d'exploitation ne figure ni sur le bassin houiller de Graissessac, ni sur le district polymétallique de Villecelle. Pour les exploitations totales (foudroyage ou chantiers remblayés) des phénomènes de reprises d'affaissement sont envisageables mais sont assimilés à du tassement (cf. § 5.3.1).

Les aléas « effondrement généralisé » et « affaissement » ne sont pas retenus sur le secteur d'étude.

5.1.2 Parmi les phénomènes autres que « mouvements de terrain »

Les éléments décrits au paragraphe relatif à l'hydrogéologie permettent de conclure à la stabilité des eaux suite à l'ennoyage des travaux (parties profondes, l'essentiel des travaux étant hors d'eau).

L'aléa « inondation » est donc écarté sur l'ensemble des sites étudiés.

Remarque : Toutefois, des résurgences temporaires sont susceptibles d'apparaître à la sortie des galeries constituant des drians privilégiés en période de forte pluviométrie.

5.2 Aléas non évalués

5.2.1 Pollution des eaux et sols

Pour le bassin houiller de Graissessac, si pendant des décennies durant l'exploitation, des incidents de type « eaux noires » sur les principaux cours d'eaux (Grande Mare, Espaze, et Orb) du bassin sont signalés jusque dans les années 1980 (liés à des coulées de terril ou de verses ou dysfonctionnement de bassins), la situation s'est ensuite bien améliorée, ceci bien avant les travaux finaux de réaménagement des découvertes, verses et terrils. Il reste par contre plus difficile de garantir si, même durant les crises paroxysmales de type cévenole, ces phénomènes appartiennent définitivement au passé ou restent à envisager de manière exceptionnelle.

Il a été mis en évidence, lors du DADT de la concession de Boussagues, la présence de pics ponctuels des teneurs en arsenic dans les eaux émergentes du travers banc de Frangouille, dépassant épisodiquement les normes autorisées. Ces pics ne sont pas observés ailleurs sur les autres émergences minières du bassin. Un suivi régulier est depuis assuré par le DPSM (secteur Sud basé à Gardanne). Aucune tendance d'évolution sur le long terme n'a été mise en évidence ; les pics sont plus erratiques que réguliers. On a noté aussi le caractère très ferrugineux des eaux d'émergence des mines de charbon, et souvent les teneurs élevées en sulfates.

Il convient aussi de signaler qu'il n'existe pas à proximité de l'ensemble des sites minier et de leurs avals hydrologiques et hydrogéologiques proches, de points de captage AEP.

En ce qui concerne les sols, une pollution métallique significative des sols à hauteur du carreau Debay a été signalée. Après de longs travaux d'investigation, de réaménagement et de traitement, l'origine de cette pollution a été corrélée aux activités métallurgiques du site (datant de la fin XIXème- début XXème siècle) antérieures à la mise en place du carreau minier.

Au final, des possibilités d'atteinte plutôt à la marge des eaux et des sols du bassin houiller restent à envisager et l'aléa en tant que tel ne peut être écarté. Il ne sera néanmoins pas davantage évalué dans le cadre de la présente étude. Selon la Directive sur les Déchets de l'Industrie Extractive (DDIE) réalisée par Géodéris en 2011-2012, il est noté l'absence d'impact environnemental majeur sur l'ensemble des dépôts houillers.

Pour le district polymétallique de Villecelle, le retour d'expérience sur ce type de gisement (mines de plomb/zinc/cuivre) peut faire redouter la présence éventuelle d'éléments indésirables tels des métaux lourds dans les eaux et les sols à proximité immédiate des ouvrages miniers, des dépôts, des haldes observés et/ou recensés. Cependant, la hiérarchisation nationale, réalisée dans le cadre de la DDIE, a conduit au classement des dépôts du district polymétallique de Villecelle comme « *ne présentant pas de risque pour l'environnement. Certains dépôts pouvant être proches d'habitations, il est alors nécessaire d'afficher un aléa pour la gestion du risque à long terme* ». A ce jour, aucune étude environnementale particulière n'est programmée.

5.2.2 Emission rayonnements ionisants

L'aléa lié aux **émissions de rayonnements ionisants** n'a pas été évalué mais est à garder en mémoire notamment suite aux mesures faites dans les mines de Pradal et Taussac. On notera que cet aléa n'est pas spécifiquement minier compte tenu des substances exploitées (pas d'exploitation de minerai d'uranium). Le cadre de la prise en compte de cet aléa n'est pas encore défini.

5.2.3 Gaz de mine

Les données recueillies dans les archives montrent que le **gaz de mine**, et en particulier le grisou, a généré des difficultés lors de l'exploitation du gisement houiller de Graissessac.

Le caractère plus ou moins grisouteux de l'ensemble des travaux houillers a été regardé et pris en compte lors de l'élaboration des DADT. De telles émanations se sont encore produites dans un passé plus ou moins proche (de l'ordre de 3 décennies). Des mises en sécurité d'ouvrages ont inclus des dispositifs (cloisons siphonides) pour éviter des dégagements de méthane. On notera cependant que les travaux souterrains doivent être envoyés pour l'essentiel d'entre eux.

Sur le bassin houiller de Graissessac, une évaluation de l'aléa « gaz de mine » serait pertinente. Néanmoins, un manque de retour d'expérience sur les anciennes exploitations minières a amené GEODERIS à engager une réflexion sur le sujet. Ainsi, l'évaluation de l'aléa « gaz de mine » n'a pas été réalisée.

5.3 Aléas retenus

5.3.1 Parmi les aléas « mouvements de terrain »

L'exploitation et l'expertise des documents d'archives couplées aux observations sur sites ont conduit à retenir sur les titres miniers étudiés quatre types d'aléas « mouvements de terrain » : **l'effondrement localisé, le tassement** (sur travaux miniers souterrains et sur les dépôts et MCO de surface), **les mouvements de pente (les glissements superficiels et profonds, l'écroutement rocheux et les coulées)**.

5.3.1.1 Aléas mouvements de terrain liés aux travaux miniers souterrains

Les deux types d'aléa mouvements de terrain liés aux travaux souterrains retenus sont l'effondrement localisé et le tassement. Les niveaux retenus varient de **faible à fort** pour ce qui concerne le premier phénomène (cf. tableaux 7, 8 et 9) et **faible** pour le second (cf. tableau 10).

Configuration des galeries	Prédisposition		Intensité		Niveau d'aléa
	Critère	Niveau	Critère	Niveau	
Galeries anciennes (houiller)	Profondeur < 15 m	Peu sensible	Rocher affleurant	Limitée à Modérée	Faible
			Formations colluviales	Modérée	Faible
Galeries polymétalliques hors Saint-Gervais-sur-Mare	Profondeur < 15 m	Peu sensible	Rocher affleurant (pas de formations colluviales)	Limitée	Faible
Galeries modernes (houiller)	Profondeur < 15 m	Sensible	Rocher affleurant	Limitée à Modérée	Moyen
			Formations colluviales	Modérée	Moyen
Galeries modernes (houiller)	Profondeur < 35 m	Peu sensible	Rocher affleurant	Limitée à Modérée	Faible
			Formations colluviales	Modérée	Faible
Galeries mine de fer de Saint-Gervais-sur-Mare	Profondeur < 30 m	Sensible	Rocher affleurant (pas de formations colluviales)	Limitée à Modérée	Moyen

Tableau 7 : Niveaux d'aléa effondrement localisé lié aux galeries isolées retenus sur le secteur étudié

Mécanisme	Exploitations	Critère	Prédisposition	Critère	Niveau	Niveau d'aléa
Bassin houiller	Toutes exploitations	Epaisseur recouvrement < 20 m	Peu sensible	Rocher affleurant	Limitée	Faible
				Formations colluviales	Modérée	Faible
District polymétallique	Stratiforme	Epaisseur recouvrement < 30 m	Sensible	Rocher affleurant	Limitée à Modérée	Faible
	Filonien	Sans amas	Peu Sensible	Rocher affleurant	Limitée	Faible
		Avec amas	Sensible	Rocher affleurant	Modérée	Moyen
	Amas karstiques	Mines de Pradal et Taussac	Sensible à Très sensible	Rocher affleurant	Modérée	Fort
Mine de Bas Leuzas		Peu sensible	Rocher affleurant	Limitée à modérée	Faible	

Tableau 8 : Niveaux d'aléa effondrement localisé lié aux exploitations souterraines retenus sur le secteur étudié

Bassin	Puits	Prédisposition		Intensité		Niveau d'aléa
		Critère	Niveau	Critère	Niveau	
Houiller	Groupe 1	Cheminée d'aération ouverte	Très Sensible	sur seul rocher affleurant	Limité à modéré	Fort
	Groupe 2	Puits d'extraction	Sensible	sur seul Rocher affleurant	Modéré	Moyen
	Groupe 3	Puits de recherche ou cheminée d'aération	Peu sensible	Rocher affleurant	Limité à modéré	Faible
Sous formations colluviales				Modéré	Faible	
Polymétallique	Puits Pradal (PRA1)	Vide	Très Sensible	Rocher affleurant	Limité à modéré	Fort
	Autres puits	Ennoyé	Sensible	Rocher affleurant	Limité à modéré	Moyen
		Sec	Peu sensible	Rocher affleurant	Limité à modéré	Faible

Tableau 9 : Niveaux d'aléas effondrement localisé lié aux puits retenus sur le secteur étudié

Bassin	Configuration	Prédisposition	Intensité	Aléa
Houiller	Travaux d'exploitation < 50 m de profondeur non repris en MCO ou non situés sous des verses	Peu sensible	Limitée	Faible

Tableau 10 : Niveau d'aléa tassement lié aux travaux miniers souterrains

5.3.1.2 Aléas mouvements de terrain liés aux dépôts et MCO

Quatre types d'aléa ont été retenus sur les travaux à ciel ouvert et les dépôts miniers du secteur étudié. Il s'agit des aléas relatifs au phénomène de **glissement superficiel, glissement profond, écoulement rocheux, coulée et tassement**. Les niveaux retenus varient de **faibles à moyens** pour ce qui concerne les quatre premiers phénomènes (cf. tableau 11). Il est retenu à faible pour le dernier (cf. tableau 12).

Néanmoins, nous attirons l'attention sur le fait que les évaluations d'aléa pour ce qui concerne le glissement profond et l'éroulement rocheux reposent sur des hypothèses. Or, pour ces phénomènes, un diagnostic précis de la stabilité en grand d'un dépôt nécessite des études spécifiques comprenant des mesures in situ (levés topographiques), des reconnaissances (sondages, niveaux piézométriques, granulométrie, fracturation) et des calculs de stabilité par modélisation.

Bassin	Phénomène	Configuration	Prédisposition	Intensité	Aléa
Houiller et polymétallique	Glissement superficiel	Suivant hauteur, granulométrie et degré de végétalisation du dépôt	Peu sensible à sensible	Limitée	Faible
Houiller	Glissement profond	Dépôt de grande hauteur et pente raide, avec glissements anciens réaménagés	Peu sensible à sensible	Modérée	Faible
		Dépôt de grande hauteur et pente raide, avec glissements anciens non réaménagés	Sensible		Moyen
Houiller et PEX du Bousquet de la Balme	Eroulement rocheux	Paroi verticale $H \leq 10$ m	Peu sensible	Modérée (chutes de blocs)	Faible
		Paroi verticale $10 \text{ m} < H < 20$ m	Sensible		Moyen
		Paroi verticale $H > 20$ m	Très sensible		Fort
Houiller	Coulées boueuses	Dépôt de grande hauteur, pente moyenne, granulométrie très fine, et partiellement végétalisé	Peu sensible	Modérée	Faible
		Dépôt de grande hauteur, forte pente, granulométrie très fine, et non végétalisé	Sensible	Modérée	Moyen

Tableau 11 : Niveaux d'aléas mouvements de pente lié aux dépôts et MCO

Bassin	Configuration	Prédisposition	Intensité	Aléa
Houiller et polymétallique	Tous dépôts ou toutes zones exploitées à ciel ouvert avec remblais	Peu sensible à sensible	Limitée	Faible

Tableau 12 : Niveau d'aléa tassement lié aux dépôts et MCO

5.3.2 Parmi les aléas autres que « mouvements de terrain »

5.3.2.1 L'échauffement

Pour les dépôts houillers présentant une proportion importante de matériaux carbonneux susceptibles d'être affectés par le phénomène d'échauffement (combustion), deux niveaux d'aléa variant de faible à moyen ont été retenus (cf. tableau 13).

Bassin	Critère	Prédisposition	Critère	Intensité	Dépôt	Aléa
Houiller	Dépôt à haute proportion charbonneuse et granulométrie fine	Sensible	Volume du dépôt très important	Modérée	<ul style="list-style-type: none"> • Terril du chantier Vendredi • Partie supérieure du terril de Plaisance • Terril des Maronniers 	Moyen
			Volume du dépôt faible	Limitée		Faible
	Dépôt à proportion charbonneuse importante	Peu sensible	Volume du dépôt important	Modérée	10 terrils et 2 plateformes à remblais	Faible
			Volume du dépôt faible	Limitée		Faible

Tableau 13 : Niveaux d'aléa échauffement retenus sur certains dépôts houillers

6 CARTOGRAPHIE DES ALEAS

Le fond utilisé pour le report cartographique est la BDORTHO® de l'IGN, correspondant à la photographie aérienne informatisée (ici prise de vue de 2008), orthorectifiée et géoréférencée de la zone d'étude. On considère généralement une incertitude de 3 m pour l'utilisation de la BDORTHO® de l'IGN comme fond topographique.

Les marges d'influence et d'incertitude liées à l'extension de l'aléa, et à la précision des levés et des reports cartographiques tels que définies dans les paragraphes respectifs de chaque aléa sont intégrées aux zonages figurés sur la carte.

Il est important de noter que la marge d'incertitude peut-être tronquée ou variable selon la direction cardinale impactant de fait la cartographie des aléas. En effet, la présence d'un repère topographique précis permet parfois d'estimer sans ambiguïté la position de l'ouvrage (par exemple, certitude que l'ouvrage se situe en rive droite d'une rivière ou de tel côté d'une route, d'après les documents d'archives, mais position incertaine par ailleurs). Par ailleurs, certains ouvrages repérés sur plans ou mentionnés dans les archives peuvent présenter une cote « z » ou altimétrique. Cette donnée confère à ces ouvrages, lorsqu'ils ne sont pas retrouvés sur le terrain, une incertitude de localisation plus faible dans la direction de la ligne de plus grande pente et une incertitude plus élevée dans la direction de la ligne de niveau correspondant à la cote connue de l'ouvrage.

6.1 Cartographie de l'aléa effondrement localisé

Pour les puits, la zone d'aléa est circulaire. Le rayon de la zone d'aléa est défini à partir du centre du puits de la façon suivante (cf. figure 8) :

$$R = R_{\text{puits}} + R_{\text{influence}} + R_{\text{incertitude globale de localisation}}$$

Avec :

- R_{puits} pris, selon les informations, de 1 à 2 m ;
- $R_{\text{influence}}$, relatif à l'extension latérale du cône d'effondrement, pris égal à l'épaisseur des terrains très peu cohésifs de surface :
 - 1 m pour le recouvrement naturel rocheux ;
 - 5 m en présence de colluvions.
- $R_{\text{incertitude globale de localisation}}$ est estimée de 4 à 40 m, selon :
 - Ouvrages relevés au GPS : 1 m, dus à l'incertitude du levé DPGS et à celle de localisation du report sur la BDORTHO® de l'IGN (3 m) ;
 - Ouvrages identifiés sur plan : compris dans les 40 m, dus à la qualité et au calage du plan et à l'incertitude du report sur la BD ORTHO® de l'IGN.

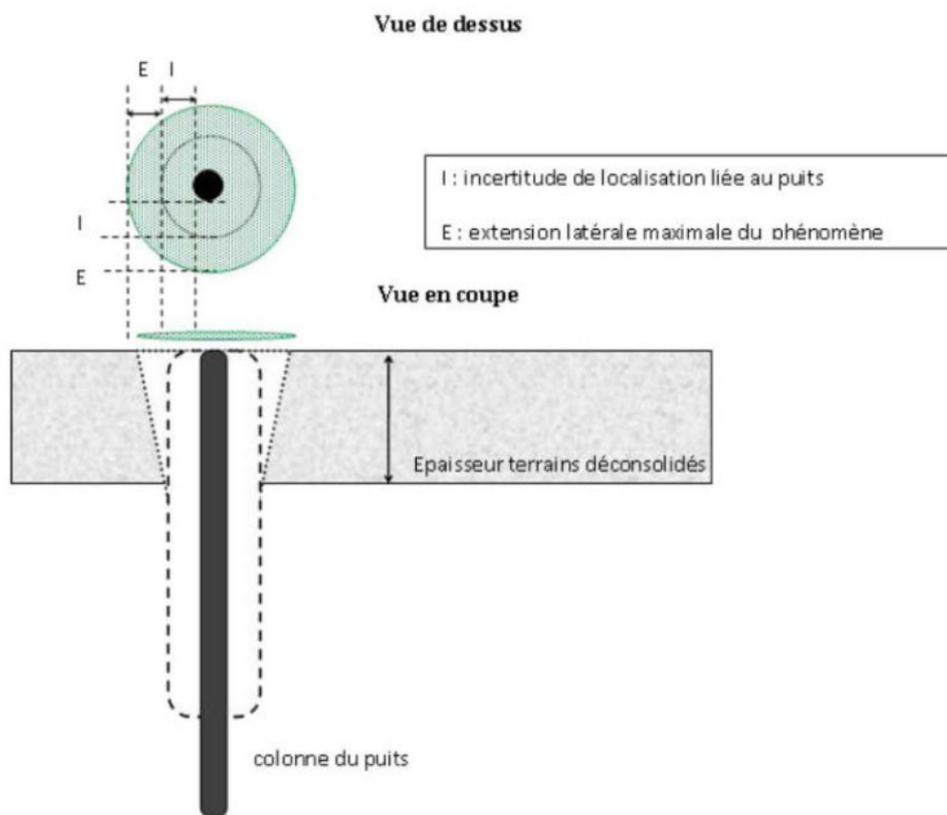


Figure 8 : Zonage de l'aléa effondrement localisé lié aux puits

Pour les galeries isolées, l'extension de la zone d'aléa est définie à partir de la localisation et de l'extension de ces ouvrages. La marge retenue pour cartographier l'aléa se décompose comme suit (cf. figure 24) :

- une marge d'incertitude globale de localisation des galeries et de celle du fond BD ORTHO®. La valeur de cette marge est prise à 4 m, pour les entrées de galeries matérialisées (DGPS + report sur BD ORTHO® IGN), et de 10 à 40 m pour les entrées non visibles et positionnées d'après les plans (incertitude calage + report sur BD ORTHO® IGN) ;
- une marge d'influence correspondant à l'extension latérale maximale d'un fontis en surface prise égale à l'épaisseur des terrains très peu cohésifs de surface. La valeur de cette marge dans le cas présent est estimée à :
 - 1 m pour le recouvrement naturel rocheux ;
 - 5 m en présence de colluvions.

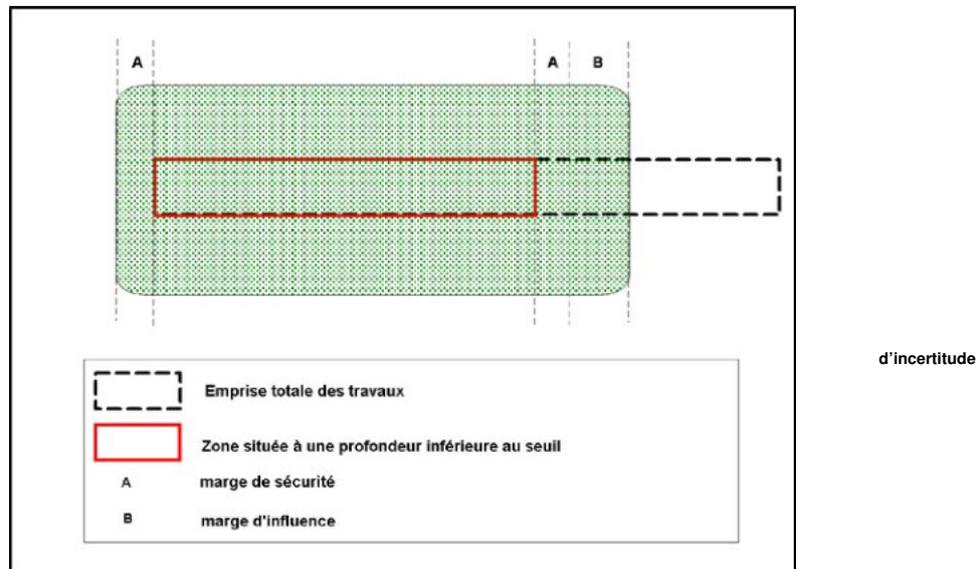


Figure 9 : Zonage de l'aléa effondrement localisé lié à la présence d'une galerie ou d'une descenderie souterraine (vue en plan)

Pour les travaux souterrains, l'extension de la zone d'aléa est définie selon l'emprise des travaux d'exploitations cartographiée à partir des plans d'archives et de leur interprétation. Les emprises tiennent compte des marges d'incertitudes de localisation :

- comprises entre 10 et 40 m (incertitude calage + report sur BD ORTHO® IGN) pour les chantiers et les zones de travaux aux affleurements ;

La marge d'influence, correspondant à l'extension latérale maximale d'un fontis en surface prise égale à l'épaisseur des terrains très peu cohésifs de surface, est ajoutée pour le tracé de l'aléa. La valeur de cette marge dans le cas présent est estimée à :

- 1 m pour le recouvrement naturel rocheux ;
- 5 m en présence de colluvions.

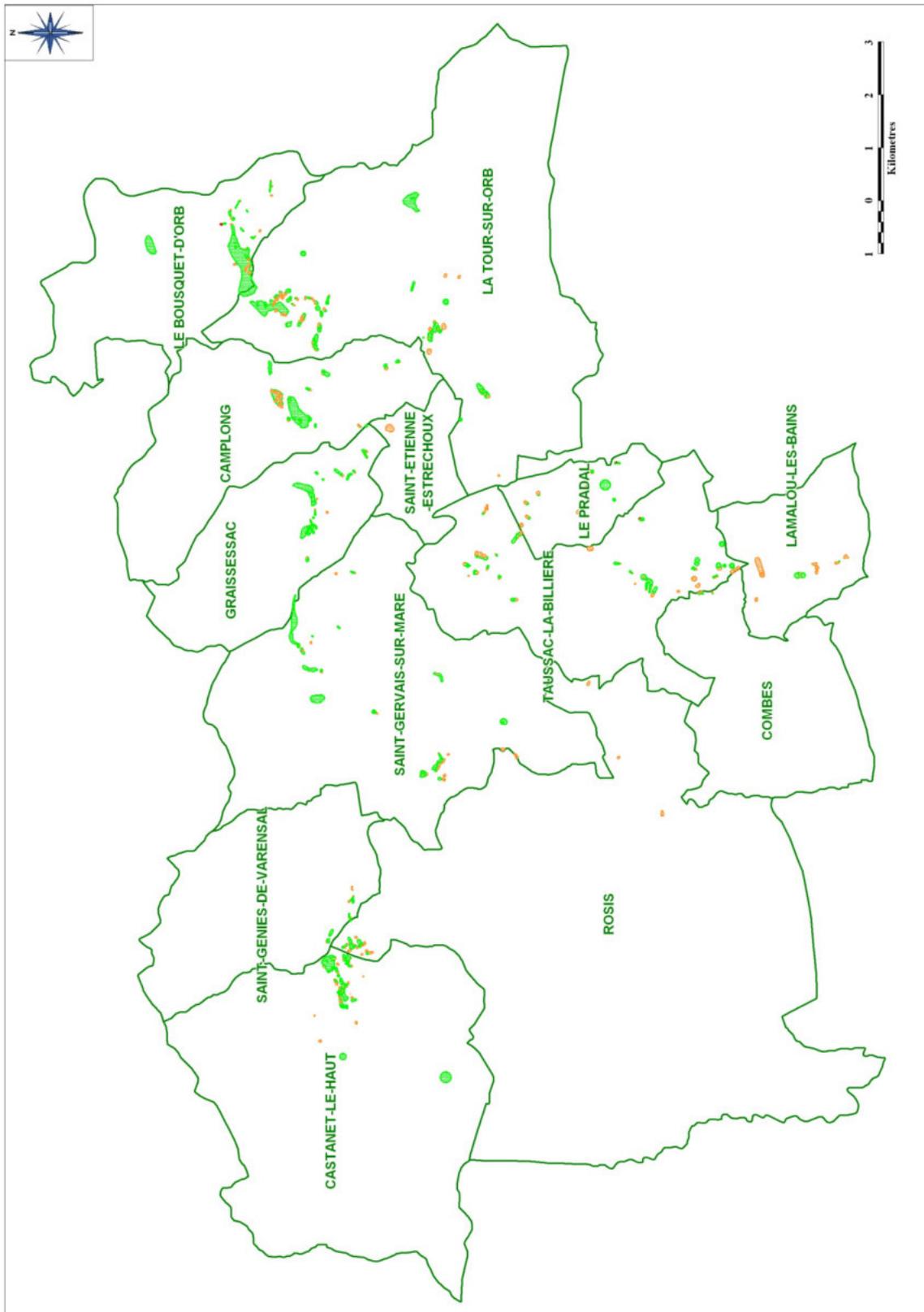


Figure 10 : Répartition de l'aléa effondrement localisé sur le secteur d'étude
 (en vert foncé les communes, en rouge l'aléa de niveau fort, en orange l'aléa de niveau moyen et en vert clair l'aléa de niveau faible).

6.2 Cartographie de l'aléa tassement

Pour l'aléa tassement lié aux travaux souterrains, la cartographie s'applique aux zones de travaux d'exploitations souterrains à moins de 50 m de profondeur identifiées sur le bassin houiller de Graissessac. Ces emprises de travaux tiennent compte des incertitudes relatives au géoréférencement des plans. En revanche, aucune marge d'influence n'est ajoutée à celles-ci, considérant que l'influence latérale du phénomène est négligeable. Pour faciliter la lecture des cartes d'aléas, les zones d'aléa résultantes ont été découpées par celles construites pour l'aléa effondrement localisé (phénomène prépondérant).

Pour l'aléa tassement sur dépôts et MCO, il n'a pas été considéré de rayon d'influence, le phénomène étant circonscrit aux découvertes remblayées ou aux dépôts.

Une incertitude de positionnement des objets a été prise en compte. Cette incertitude est généralement de 10 m pour les dépôts de surface. Elle est localement réduite à 5 m pour les dépôts bien circonscrits, notamment en territoire périurbain ou parfois majorée à 15 m dans des versants boisés raides où la localisation est plus délicate.

Pour les découvertes où des têtes de flancs verticaux rocheux sont bien visibles sur le terrain et/ou sur la BD ORTHO[®], l'incertitude de positionnement est de 5 m¹⁴. La bordure des découvertes non matérialisées par des fronts rocheux est estimée précise à 10 m près.

Sur l'essentiel de l'emprise des travaux de houille sur la Rive Droite du Clédou (concessions de Saint-Gervais et de Devois-de-Graissessac), où se superposent de manière imbriquée les dépôts de surface, les chantiers de découverte peu profonds et les fosses plus profondes, laissés en l'état ou comblés, une seule zone globale d'aléa tassement a été tracée, plutôt qu'une approche objet après objet.

¹⁴ Portés jusqu'à 10 m pour le flanc sud de la fosse n°1 de verrière, dont la ligne de crête quasi inaccessible est en partie masquée dans la végétation dense, et mal discernable sur la BD ORTHO[®].

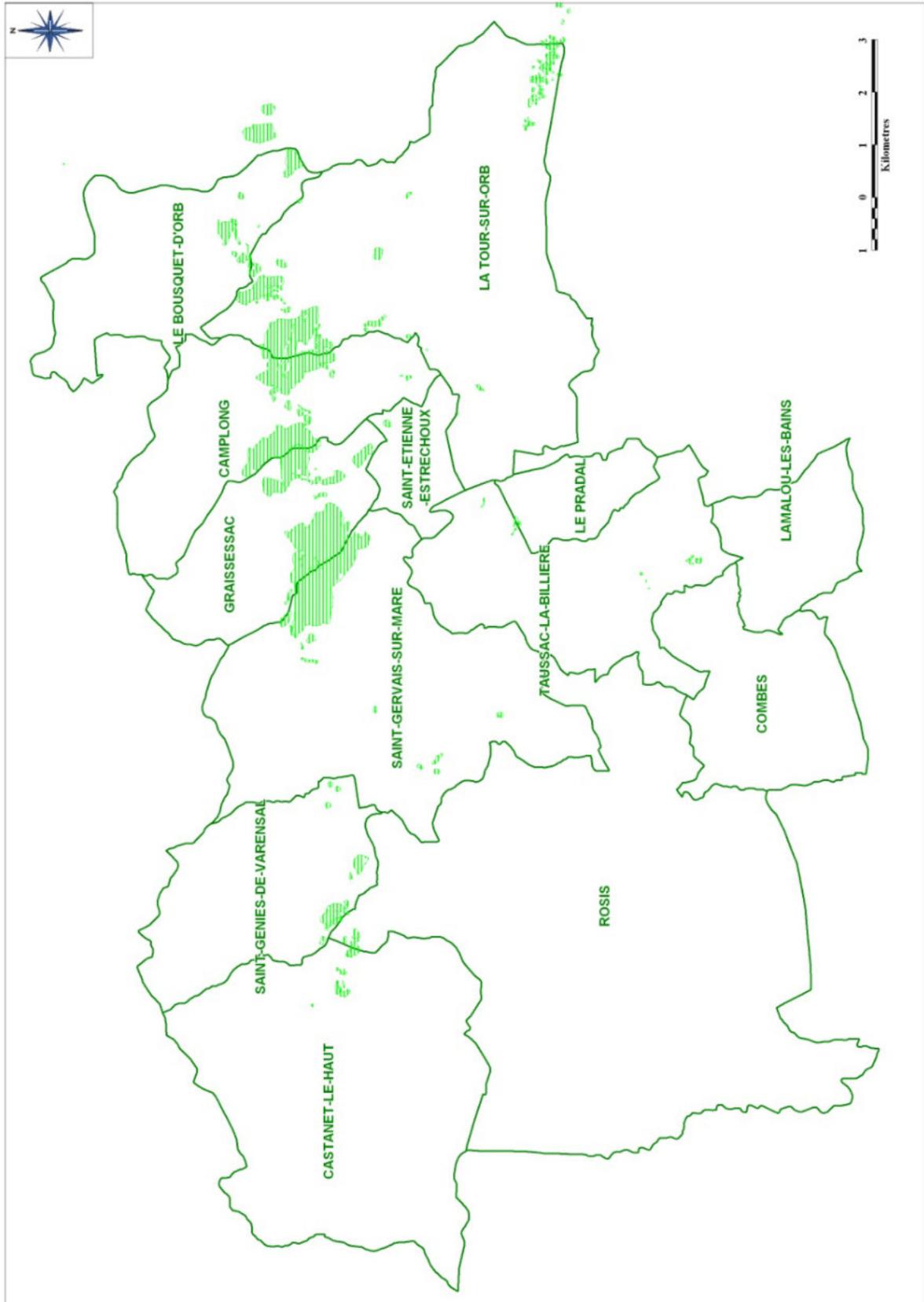


Figure 11 : Répartition de l'aléa tassement
 (en vert foncé les communes, en vert clair l'aléa faible)

6.3 Cartographie des aléas mouvements de pente

Pour les glissements, le rayon d'influence amont a été prise à 5 m en tête des zones considérées instables sur les zones de dépôts. Une bande tampon liée à l'incertitude de positionnement des objets a été prise en compte.

Le rayon aval d'influence est limité au plus à la hauteur du dépôt. Si cette hauteur de dépôt est importante, le rayon aval d'influence est limité à 10 m pour les dépôts situés dans des versants boisés et à 20 m pour les pieds de flancs de remblais ou de MCO non végétalisés.

Pour l'éroulement rocheux, il a tout d'abord été considéré une bande d'incertitude liée au positionnement des fronts. Un rayon d'influence de 5 m est pris en compte en arrière de paroi rocheuse. Il est porté à 10 m pour les 2 grandes fosses de Bousquet sur Balme où des corniches en surplomb situées en têtes de falaises ont pu être observées par endroit.

Côté aval, la zone d'éroulement s'étend sur une distance prise à partir du pied de falaise et égale à sa hauteur. Pour les fosses étroites en gouttière la zone d'écoulement est prise jusqu'aux fonds des découvertes.

Pour les coulées, le rayon d'influence amont a été pris à 5 m. Seule une bande tampon liée à l'incertitude de positionnement des objets a été prise en compte.

Le rayon aval d'influence est limité à une vingtaine de mètres pour les dépôts peu volumineux situés dans des versants boisés, ainsi que pour les pieds de flancs de remblais ou de MCO dans la zone de replat. L'extension aval de la coulée sur les grands dépôts peut se poursuivre davantage en aval suivant les ravines préexistantes jusqu'à atteindre les cours d'eau pérennes, en particulier le Clédou pour ce qui concerne la verse de Padène (cas de la coulée de 1998).

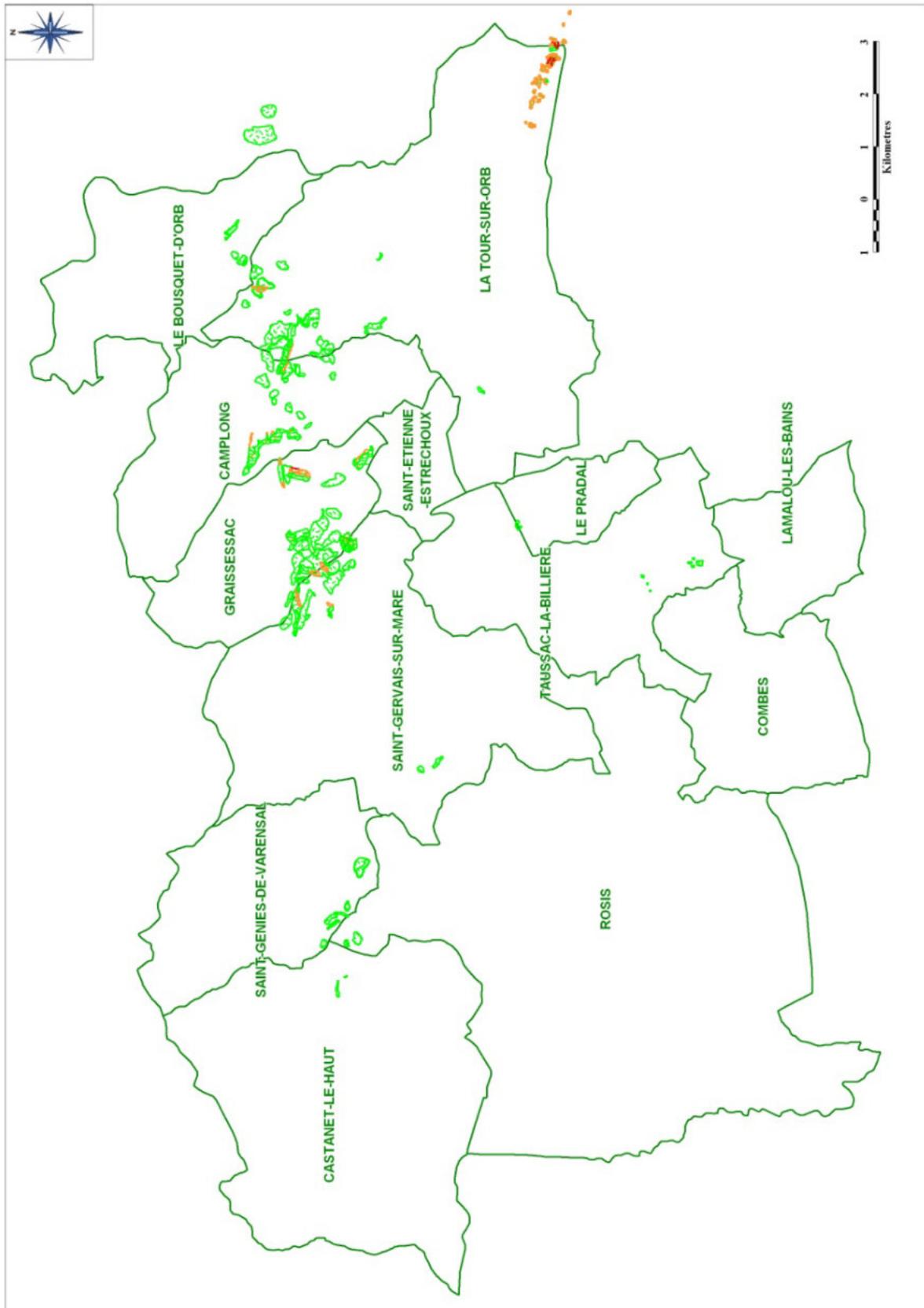
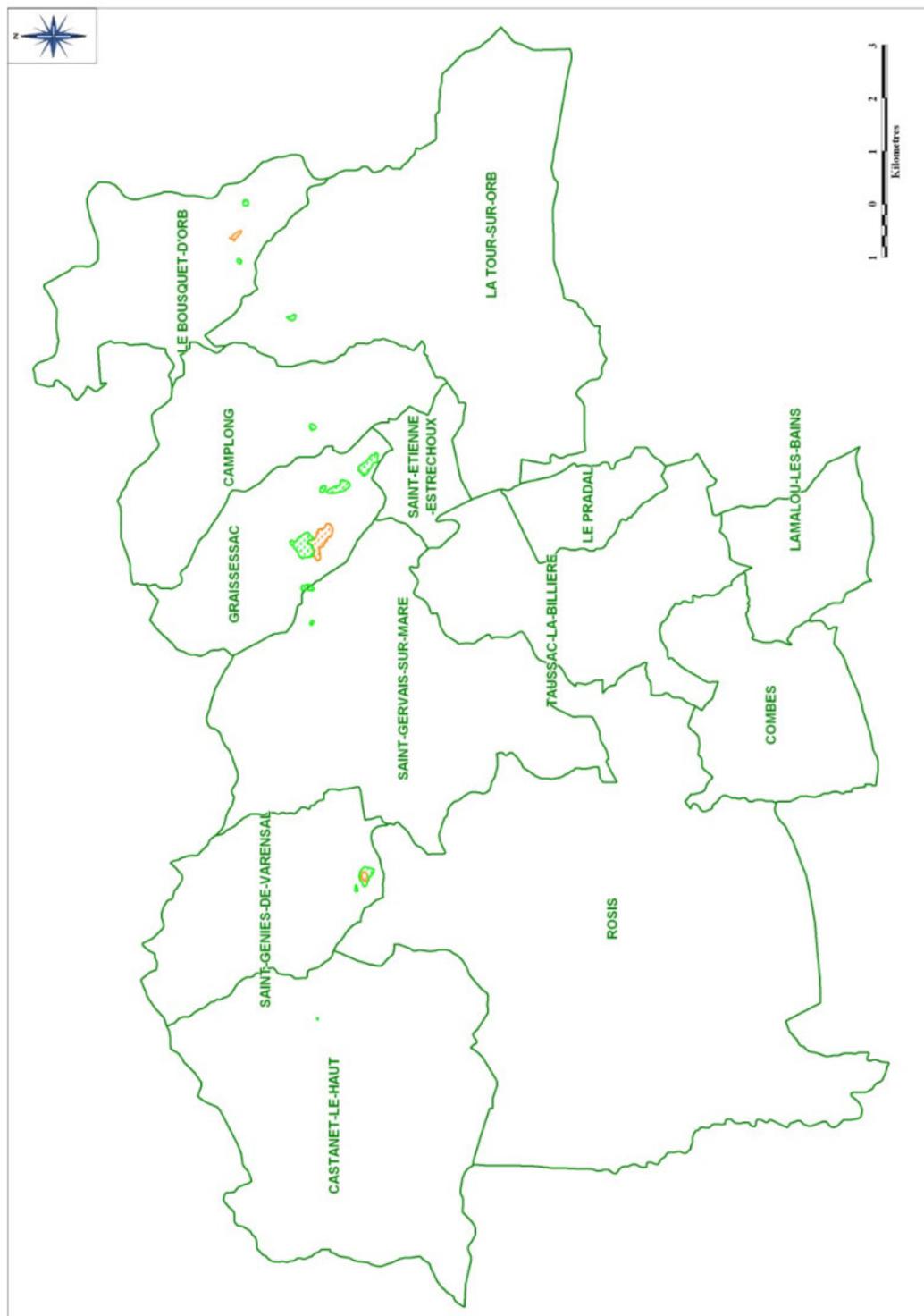


Figure 12 : Répartition des aléas mouvements de pente (glissements superficiels et profonds, écoulement rocheux et coulée)
 (en vert foncé les communes, en rouge l'aléa fort, en orange l'aléa moyen et en vert clair l'aléa faible)

6.4 Cartographie de l'aléa échauffement

L'emprise de l'aléa est circonscrite au dépôts. Il n'a pas été considéré de rayon d'influence. L'incertitude de positionnement des objets a néanmoins été prise en compte.



7 CONCLUSION ET ENJEUX EN ZONES D'ALEA

L'examen des cartes d'aléas (sur fond BD ORTHO® de l'IGN – prises de vue 2005) permet de constater qu'à l'échelle des treize communes étudiées et impliquées par de l'aléa, l'emprise des zones d'aléas retenues est relativement de faible superficie.

Une **zone à risque** « mouvements de terrain » est définie comme la partie de la zone d'aléa dans laquelle se trouvent des enjeux de surface (habitation, infrastructure, bâtiment recevant du public, etc.). Parmi les aléas « mouvements de terrain » retenus, celui qui apparaît le plus préoccupant est l'« effondrement localisé » ou fontis. En effet, ce phénomène peut constituer un risque pour la sécurité publique, dans la mesure où il peut présenter une intensité dommageable et qu'il se produit le plus de manière soudaine (sans signe précurseur). Pour ces raisons, il est proposé de lister les enjeux bâtis recensés en aléa effondrement localisé qui concerne onze communes (cf. tableau 14).

Communes	Nom titre minier	Enjeux	Secteur / Lieu-dit	Configuration travaux	Niveaux d'aléa
Castanet-le-Haut	Plaisance	2 habitations (hab.)	Hameau de Moulières	Travaux Miniers Souterrains (TMS)	Moyen
		1 hab.		TMS	Faible
Saint-Geniès-de-Varensal	Plaisance	2 hab.	Bourg	Tunnel de Plaisance	Moyen
		1 bâti forestier	-	TMS	Faible
Saint-Gervais-sur-Mare	Saint-Gervais	2 bâtis forestiers	-	TMS	Faible
	Saint-Gervais-sur-Mare	1 bâti industriel	Ancienne mine	TMS	Faible
	Notre-Dame-de-Maurian	1 bâti forestier	-	TMS	Faible
Camplong	Boussagues	3 bâtis agricoles ?	-	TMS	Faible
		1 hab.	Hameau de Vigne Cave	TMS	Faible
		1 bâti forestier	Lieu-dit Le Moulin	TMS	Moyen
La Tour-sur-Orb	Ruffas	1 bâti forestier	-	TMS	Faible
		1 bâti agricole	-	TMS	Faible
Le Bousquet-d'Orb	Ruffas	1 à 2 hab.	Hameau des Fontenilles	TMS	Moyen
		1 hab. + 1 bâti agricole	Bourg	TMS	Moyen
		2 hab.		TMS	Faible
		1 bâti industriel	Lieu-dit Les Courtials	TMS	Faible
Rosis	Hors-Titre	1 bâti forestier	-	TMS	Faible
Graissessac	Devois de Graissessac	1 hab. ?	-	Puits	Faible
	Boussagues	1 bâti agricole	-	TMS	Faible
		2 à 5 hab.	Bourg	TMS	Moyen
		Environ 30 hab.	-	TMS	Faible
		1 bâti agricole ?	-	Puits	Faible
		2 bâtis industriels	Hameau Estréchoux-le-Vieux	TMS	Faible
1 bâti agricole ?	-	TMS	Moyen		
Taussac-la-Billière	Notre-Dame-de-Maurian	3 hab.	Hameau de Maurian	TMS	Faible
	Villecelle	1 hab.	Hameau de l'Horte	TMS	Faible
Le Pradal	Hors-Titre	1 à 2 hab. + dépendances	Village de Taussac	TMS	Fort
		10 à 15 hab.	Village du Pradal	TMS	Fort
		1 à 2 hab.		TMS	Moyen
Lamalou-les-Bains	Hors-Titre	10 à 15 hab.	Bourg	TMS	Faible
		4 hab.		Puits	Moyen
		Environ 15 hab. + bâtis industriels	TMS	Faible	
		1 hab.	TMS	Faible	
Saint-Etienne-d'Estrechoux	-	1 à 2 bâtis Industriels ?	Etablissement Thermal	TMS	Faible
			Aucun enjeu en aléa	-	-

Tableau 14 : Répartition des enjeux bâtis en aléa « effondrement localisé » par commune

Bibliographie

Élaboration des Plans de Prévention des Risques Miniers : guide méthodologique – Volet technique relatif à l'évaluation de l'aléa. *Ouvrage collectif BRGM-INNERIS. Rapport DRS-06-51198/R01 (mai 2006).*

Base de Données des Sites et Titres Miniers (BDSTM) *GEODERIS.*

Carte géologique de la France à 1/50 000 ; carte de Bédarieux (*BRGM, 1984*).

Fiches BRGM de la Banque du Sous-Sol (*BSS*).

Aime Y (1984) - Concession (Vieille Montagne) de Villecelle (Hérault). Mise au point sur les connaissances géologiques et sur les minéralisations. Perspectives de recherche pour le Plomb-Zinc-(Argent) *Rapport Confidentiel BRGM 84RDM034 FE (Division Minière Sud Ouest). 44 pp., 28 pl. h.t.*

Albrecht J. (2012). - Inventaire des dépôts issus des exploitations minières selon l'article 20 de la directive 2006/21/CE – Synthèse des résultats. *Rapport GEODERIS N2012/009DE-12NAT2120. 28p., 7 ann.*

Avias J., Gonord H., Lemperière P (1965) - Note préliminaire sur quelques données nouvelles concernant l'histoire tectonique et métallogénique de la zone occidentale S du fossé de Bédarieux (région de Lamalou-les-Bains (34)) ? *C.R. soc. Géol. Fr., f6, p.201*

Ayme Y. (1984) - (Confidentiel) - Concession S.M.F.Z.V.M. (Vieille Montagne) de Villecelle (Hérault). *BRGM-84-RDM-034-Fe. 44 p., 28 pl.*

Béziat P. (1978).- Prospect des Schistes "X" Pb, Zn, W du Pujol- Saint-Gervais (Hérault). *Rapport BRGM 78RDM034 FE (Division Minière Sud Ouest) 7 pp., 10 fig.*

Broch L (1997) - DADT du Massif de Rive Droite (concessions de Devois-de-Graissessac et de Saint-Gervais)..Etude hydrologique. *Rapport SIRAS 97.3065, 43 pp., 5 pl .h.t.*

Bugeco (1998) - Union Minière. Concession de Villecelle (Hérault). Etat des lieux et travaux d'aménagement. *Mars 1998, 64pp.*

Cabric J. (1965) - Les minerais uranifères français, l'uranium dans le Carbonifère et le Permien de l'Hérault. *Presses universitaires de France, Paris.*

Crepel G. (1995) - Le Haut Pays Minier. *Histoire et technique, 322 pp. Editions Espace Sud.*

Daupley X., Cante T. (1999) - HBCM UGSA. Bassin houiller de Graissessac. Concession de Plaisance (département de l'Hérault). Analyse des effets en surface des travaux miniers souterrains. *Rapport INNERIS DRS-99-21279/R01. 17 pp, 16 fig.; 1 ann.*

Delfour J. (1957) - Etude géologique et métallogénique des Monts de Saint-Gervais (Hérault). *Mémoire de D.E.S, Université de Paris. 82 p., 1 annexe illustrations 25 pl.*

Deschamps, Terree (1980) - SNEAP Contrôle Géologique des chapeaux de fer et anomalies de la géophysique héliportée du secteur de Saint Gervais (Hérault) *16 pp, 5 pl. h.t.*

Desneulin J., Francin B. (1981) - SNEAP Synthèse des travaux réalisés sur le secteur de Saint Gervais-sur-Mare (Hérault) *12 pp, 13 pl. h.t.*

Dommanget A. (2008) - Région Corse : identification rapide des zones de risques miniers liés à l'instabilité des terrains – Rapport de synthèse. *Rapport GEODERIS N2008/025DE-08NAT2100, 62 p., 21 ann.*

Donnadieu J. P. (1997) - Synthèse hydrogéologique des concessions de Devois-de-Graissessac et de Saint-Gervais (Hérault). Massif de Rive Droite. *Rapport SIRAS 97.2601, 29 pp.*

Donnadieu J. P., Vincent A. (1997) - HBCM UGSA. Hérault Concessions de Devois-de-Graissessac et de Saint-Gervais. Projet de réaménagement et de mise en sécurité des sites des découvertes. *Rapport SIRAS 97.1860, 99 pp.*

Donnadieu J. P. (1998) - Synthèse hydrologique des concessions de Boussagues et de Ruffas (Hérault). Massif de Rive Gauche Cap Nègre et Orb. *Rapport MICA Environnement 98.183, 58 pp.*

Donnadieu J. P. (1998) - HBCM UGSA Synthèse hydrogéologique des concessions de Boussagues et de Ruffas (Hérault). Massif de Rive Gauche Cap Nègre et Orb. *Rapport SIRAS 98.159, 36 pp.*

Donnadieu J. P. (1998) - HBCM UGSA Synthèse sur les principes de réaménagement. Découvertes – Verses – Terrils concessions de Boussagues et de Ruffas (Hérault).. *Rapport SIRAS 98.240, 37 pp.*

Donnadieu J. P. (1999) - HBCM UGSA. Anciennes découvertes. Etat des Lieux. *Rapport MICA Environnement n°99.331. 15 pp.*

Donnadieu J. P. (1999) - HBCM UGSA. Réaménagement des sites de découvertes. Ensemble du massif de rive gauche. *Rapport MICA Environnement n°99-030. 123 pp.*

Donnadieu J. P. (1999) - HBCM UGSA. Réaménagement des sites. Les terrils rive gauche. *Rapport MICA Environnement n°99-037. 39 pp.*

Donnadieu J. P. (1999) - HBCM UGSA. Réaménagement des sites de découvertes. Terril Padène Ensemble du massif de rive gauche. *Rapport MICA Environnement n°99-038. 39 pp.*

Donnadieu J. P. (1999) - HBCM UGSA. Etude hydrogéologique de la concession de Plaisance. *Rapport MICA Environnement n°99.249. 51pp, 19 fig.*

Galant Ph. (juillet 2000) - Extrait du compte rendu de visite concernant la recherche d'ouvrages miniers souterrains pour servir un stage sur la réglementation et la sécurité des fouilles archéologiques en milieu minier.

Gilly R., Vincent G. (1962) - Cuivre du bassin de Lodève Dio et Valquièrre. Programme de recherche. *Rapport BRGM DRMM62.B15*

Glaçon H. (1964) - Les mines du Languedoc. *Ann. Soc. Hors Hist. Nat. Hérault*, 104, n°3, pp. 171-180.

Gonord H. (1966) - Contribution à l'étude des gîtes Minéraux des régions est de la Montagne Noire. *Thèse 3^{ème} cycle, Université de Montpellier*. 148 p.

Gouillon G. (2012) - Cartographie des mines de Pradal et Tausac (concession de Villecelle, 34). *Rapport INERIS DRS-12-127863-04231A*, 21p., 9 fig, 2 pl. h. t

Gouillon G. (2014) - Note relative à l'observation d'une salle à l'extrémité sud de la mine de Predal (34). *Note INERIS DRS-14-10182-09387A*, 4 p.

Hadadou R. (2004) - Concession de Boussagues (Hérault). Avis sur la stabilité de la verse des Brouttes. *Note Géoderis 04-LRO-5100 –R01/RH*, 10 p.

HBCM (1994) - Unité de Gestion des Sites Arrêtés. Bassin houiller des Cévennes. Dossiers d'Arrêt des Travaux partiel des travaux de découverte du Cap Nègre (Hérault), *Groupe Charbonnages de France*.

HBCM (1994) - Unité de Gestion des Sites Arrêtés Etablissement Hérault. Groupe Charbonnages de France. Réaménagement des Sites du Massif du Cap Nègre, 49 pp.

HBCM (1994) - Unité de Gestion des Sites Arrêtés Etablissement Hérault. Groupe Charbonnages de France. Réaménagements des chantiers couche X, Verses Sud, Zélia, Verses Vignières, Verses Verrières et Fosse Verrières, 162 pp.

HBCM (1999-2006) - Unité de Gestion des Sites Arrêtés. Bassin houiller des Cévennes. Dossiers d'Arrêt des travaux et Dossier de Renonciation pour les concessions de Plaisance, Saint-Gervais, Devois-de-Graissessac, Boussagues et Ruffas (Hérault) . *Groupe Charbonnages de France*.

Kouniali S. (1998) - HBCM UGSA Hérault. Bassin houiller de Graissessac. Analyse des effets en surface des travaux miniers souterrains dans les concessions de Boussagues et de Ruffas. *Rapport INERIS SSE-98-26EG97/R01*. 18 pp, 8 fig.; 2 pl. h. t

Kouniali S. (1998) - HBCM UGSA Hérault. Bassin houiller de Graissessac. Concession de Plaisance (département de l'Hérault). Analyse des effets en surface des travaux miniers souterrains dans les concessions de Saint-Gervais et Devois-de-Graissessac. *Rapport INERIS SE-SKo/CS-98-26EF03/R01*. 21 pp, 10 fig.; 1 ann.

Lambert C. (2005) - Contribution au développement d'outils d'aide à l'évaluation des aléas dans le cadre des PPRM Aléas « mouvements de terrain » pour les gisements pentés et filoniens – Partie 2 : Typologie des évènements redoutés au droit d'exploitations pentées et/ou filoniennes. *Rapport INERIS DRS-05-55102/R02*. 77 p., 5 ann.

Lambert C, Salmon, R (2007) - Evaluation et traitement du risque de fontis lié à l'exploitation minière. *Rapport INERIS DRS-07-86090-05803A*. 67 p., 7 ann.

Louis J (1954) - Tectonique des bassins houillers de la bordure orientale du Massif Central. 163 pp + Atlas. Editions A LEMERY 1 fils.

Martin R. (1975) - Le Trias et ses minéralisations dans le bassin de Bédarieux (34). *Thèse 3^{ème} cycle. Montpellier*.

Marroncle J.L (2006) - Etat des dépôts résiduels (terrils, verses et autres remblais) issus de l'exploitation de la houille dans les départements du Gard et de l'Hérault. Rapport final (phase 1), *BRGM/RP-54497-FR*, 39p., 2 fig., 3 tabl., 3 ann.

Michard A.G. (1990) - Synthèse Montagne Noire. *Rapport BRGM-30-358-DEX-DAM-90*, 325 p., 38 fig., 5 ann.

Nicolini P., Vincent G. (1962) - Les minéralisations en Cu-Pb-Zn des bassins de Lodève et de Gabian (Hérault). *Rapport BRGM DT.62.A16*

Paquette Y. (1994) - HBCM UGSA Hérault. Projet de réaménagement de la fosse de Padène. Analyse géotechnique pour la mise en sécurité. *Rapport INERIS SSE6YPa/CS - 26EA58/R01*, 15 pp., 22 fig, 13 photos, 1 ann

Paquette Y. (2008) - *Rapport GEODERIS S 2008/43DE – 08LR01110. 03/04/08*. Inventaire et analyse des risques résiduels liés aux dépôts houillers du Gard.

Pouget J.J. (1976) - Inventaire gîtologique et étude du contexte métallogénique des Monts de Saint-Gervais (34). *DES Montpellier*.

Poujet J (1978) - Etude géologique et gîtologique des Mont de Saint Gervais. *thèse 3^{ème} cycle. Université de Montpellier*.

Roche J. (1963) - Résultats de la campagne de sondage de Dio et Valquières (Hérault). *Rapport BRGM DRMM 63.B17*

Saint-Martin M. (1993) - Evolution du bassin Stéphanien de Graissessac en relation avec les tectoniques hercyniennes et tardi-hercyniennes de la Montagne Noire. *Thèse, université Montpellier H*, 235 p.

Tauziède C. (1997) - HBCM UGSA. Synthèse des connaissances relatives au gaz de mine sur le bassin Houiller de Graissessac. *Rapport INERIS SSE-CTz/CS-97-26EF01/R01*, 16 pp., 7 ann.

U.M. (Union Minière France S.A) & BUGECO (1998) - Renonciation à la Concession de Villecelle (dossier consulté à la DREAL d'Alès).

Vadala P. (2007) - Etude préliminaire de l'aléa mouvement de terrain de la concession de Villecelle (Hérault). Rapport final. *BRGM/RP-55947-FR*. 39p., 10fig., 6tabl., 2ann..

Vadala P. (2007) - Évaluation préliminaire de l'aléa mouvement de terrain du bassin houiller de Graissessac, sur les concessions de Boussagues, Devois-de-Graissessac, Saint-Gervais et Ruffas (Hérault). *Rapport final. BRGM/RP-55495-FR*, 77 p., 17 fig., 3 tabl., 3 ann., 1 pl. h.t.

Valois J.P (1983) - SNEAP Campagne géochimique tactique pour W de Bagatelle (Hérault). Résultats de l'extension

Vincent A. (1994) - HBCM UGSA. Hérault. Réaménagement des sites miniers. Etude hydrologique du massif du Cap Nègre. *Rapport SIRAS 94.2325*, 35 pp.

Vincent A. (1997) - HBCM UGSA. Hérault Massif Rive Droite. Etude de stabilité du projet de réaménagement des chantiers 8 et Bascoul. Projet de réaménagement et de mise en sécurité des sites des découvertes. *Rapport SIRAS 97.2863*, 99 pp.

Vincent A. (1999) - HBCM UGSA. Hérault. Réaménagement des sites de découvertes. Fosse et Verses. *Rapport MICA Environnement 99-044, 60 pp.*

Vincent A. (1999) - HBCM UGSA. Hérault. Réaménagement des sites miniers. Etude hydrologique du massif de Rive gauche. *Rapport MICA Environnement 99-044, 32 pp.*

Vuidart I. (2012) - Guide pratique pour l'homogénéisation des études détaillées des aléas miniers – volet « effondrement localisé ». *Rapport GEODERIS N2012/010DE-12NAT2210. 34p., 5 ann.*

Wojtkowiak F, Cante T (1997) - Bassin houiller de Graissessac. Site de l'Hérault. Etude de mise en sécurité du terril de Padène. *Rapport INERIS INERIS SSE-FWo/BS-97-26EF29/R01, 16 pp, 4 fig. 5 ann ? 4 pl .h.t.*

ANNEXE A

Phase informative - Bassin houiller de Graissessac

(hors texte)

ANNEXE B

Phase informative - District polymétallique de Villecelle

(hors texte)

ANNEXE C

Evaluation des aléas liés aux travaux souterrains

(hors texte)

ANNEXE D

Evaluation des aléas « mouvements de terrain » liés aux travaux à ciel ouvert et aux dépôts de surface

(hors texte)

ANNEXE E

Carte informative

(hors texte)

ANNEXE F
Cartes d'aléas
(hors texte)

ANNEXE A

Phase informative - Bassin houiller de Graissessac

(hors texte)

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

**Bassin houiller de Graissessac et
district polymétallique de Villecelle
(Hérault - 34)
Evaluation et cartographie
des aléas liés à l'activité minière**

ANNEXE A

**Phase informative
Bassin houiller de Graissessac**

RAPPORT S 2015/034DE - 15LRO36040

SOMMAIRE

1	Situation géographique et administrative du bassin	7
2	Contexte general du bassin	9
2.1	Contexte géologique du bassin	9
2.2	Géologie et structure.....	10
3	Hydrogéologie	15
4	Historique	17
5	Méthode d'exploitation	23
5.1	Les exploitations par foudroyage	23
5.2	Les exploitations par remblayage.....	24
5.3	Les exploitations par chambres et piliers abandonnés	25
6	Production	27
7	Les ouvrages miniers	29
7.1	Les ouvrages débouchant au jour	29
7.2	Les découvertes (Mine à Ciel Ouvert, MCO).....	31
7.2.1	<i>Chantiers à flancs de versant</i>	31
7.2.2	<i>Chantiers par grandes fosses</i>	32
7.2.3	<i>Murs inclinés</i>	32
7.2.4	<i>Fronts rocheux verticalisés</i>	33
7.3	Les Dépôts.....	34
7.3.1	<i>Les haldes</i>	34
7.3.2	<i>Les verses</i>	34
7.3.3	<i>Les terrils</i>	37
7.4	Les plateformes et remblais	39
8	Les installations de surface	41
9	Les désordres	43
9.1	Mouvements de terrain	43
9.1.1	<i>Désordres liés aux travaux souterrains</i>	43
9.1.2	<i>Désordres liés aux verses et terrils</i>	46
9.2	Incidents environnementaux	47
9.3	Aérage et gaz de mine	48
9.4	Incendies	51
9.4.1	<i>En souterrain</i>	51
9.4.2	<i>En surface</i>	52

Préambule

Cette annexe reprend la partie informative du rapport intitulé :

« Exploitations minières de houille et d'autres substances métalliques sur le bassin houiller de Graissessac (34) - Phase informative et évaluation des aléas mouvements de terrain. Rapport BRGM/RP-58892 version provisoire de février 2013 »

Par ailleurs, l'historique administratif des titres miniers synthétisé dans cette annexe à partir des documents d'archives à disposition est donné à titre indicatif. Cet historique relève de la compétence de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL).

INTRODUCTION

Cette annexe reprend la partie informative du rapport cité en préambule.

Les données informatives sont présentées à l'échelle du bassin puis par titre ou site minier.

Sur le bassin houiller, les travaux se répartissent sur 3 enveloppes principales.

- à l'ouest, les travaux de la concession de Plaisance ;
- au centre, les travaux contigus (ensemble Rive Droite du Clédou) des concessions de Saint Gervais et de Devois de Graissessac ;
- à l'est, les travaux contigus (ensemble Rive Gauche du Clédou) des concessions de Boussagues et de Ruffas. S'ajoute à l'ensemble Rive Gauche du Clédou, les quelques anciens travaux isolés au sud, de la concession de Ruffas, issus de l'ancienne concession de la Tour.

Devant l'importance des travaux miniers sur ce bassin houiller, il a été décidé pour plus de clarté de faire une présentation à l'échelle du bassin.

1 SITUATION GEOGRAPHIQUE ET ADMINISTRATIVE DU BASSIN

Sur la limite nord du département de l'Hérault (avec les départements du Tarn et de l'Aveyron), le bassin houiller de Saint-Gervais, renommé ensuite bassin de Graissessac présente la forme d'une bande linéaire de direction W-E, située sur la bordure sud-ouest du Parc Régional Naturel des Grands Causses, avec la Montagne de l'Espinouse au sud et le bassin de Lodève à l'est (cf. figure 1).

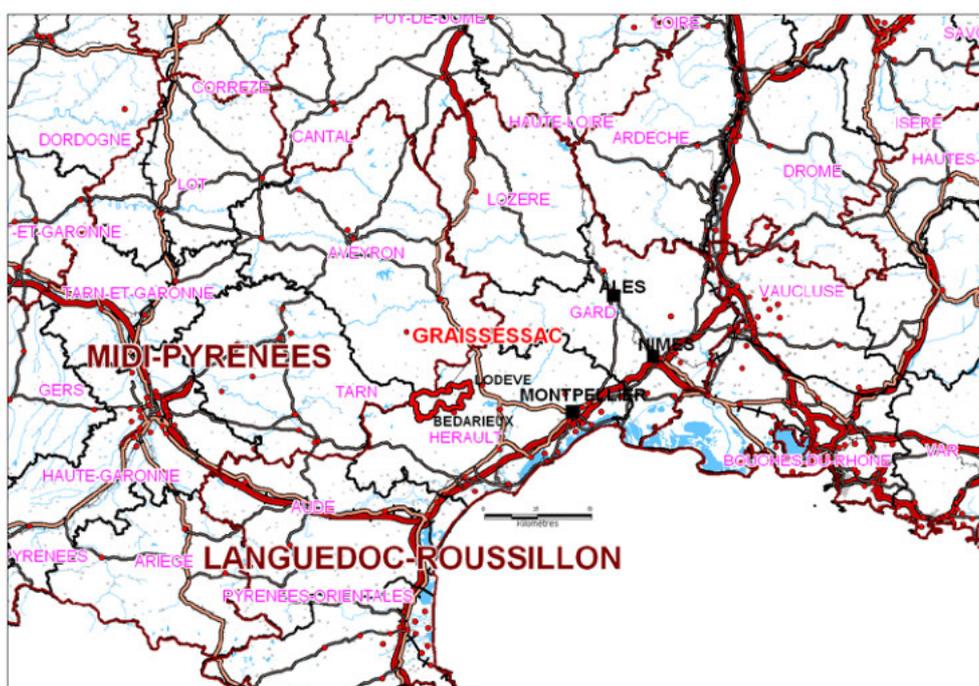


Figure 1 : Situation géographique régionale du bassin de Graissessac (34)

Onze communes sont concernées par les emprises des 5 concessions du bassin houiller de Graissessac (cf. figure 2) : Castanet-Le-Haut, Rosis, Saint Génies-de-Varensal, Saint-Gervais-sur-Mare, Graissessac, Camplong, Bousquet-d'Orb, La Tour-sur-Orb, Dio-et-Valquières, Saint-Etienne-d'Estrechoux et Lunas.

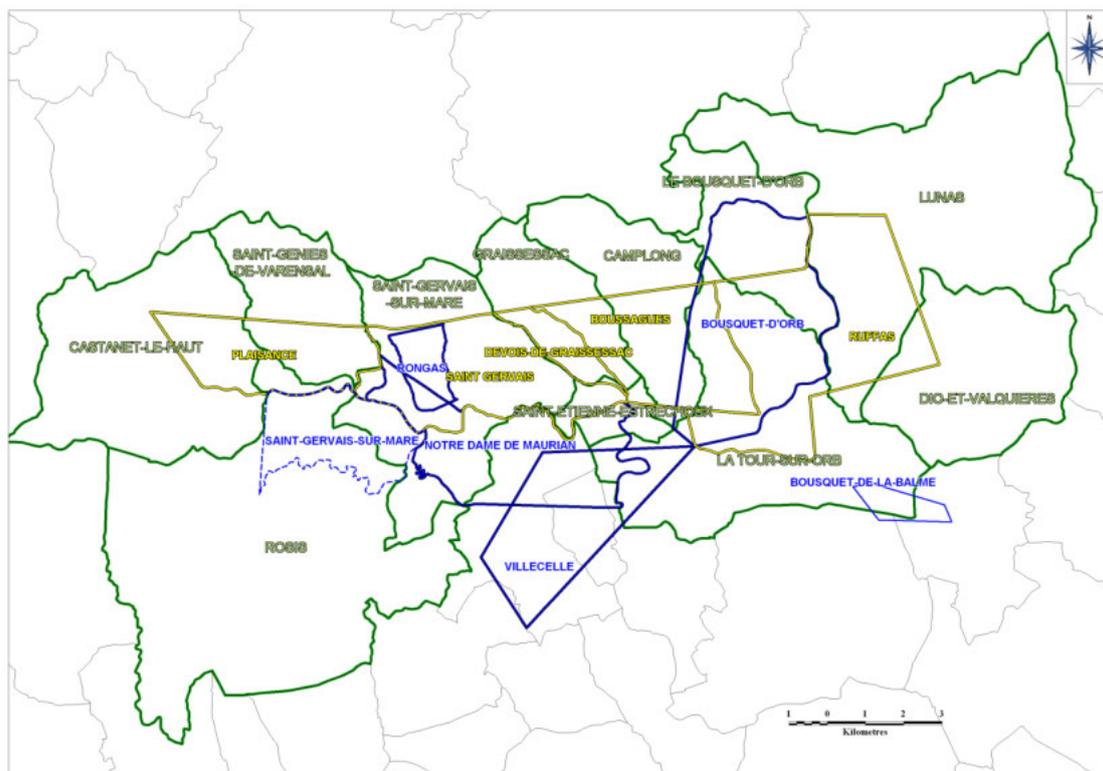


Figure 2 : Communes concernées par le bassin houiller de Graissessac
 (en vert les communes, en jaune les concessions pour houille,
 en bleu les titres ou sites polymétalliques)

Les concessions houillères du bassin de Graissessac couvrent une superficie totale de 5975 ha. Elles forment une bande E-W de 20 kilomètre de long et 2 à 5 km de large depuis Castanet-Le-Haut à l'ouest jusqu'à Lunas et La-Tour-sur-Orb à l'est.

Le tracé des 5 concessions actuelles de houille résulte de créations, fusions et modifications qui s'étalent de 1769 à 1934, date à partir de laquelle les périmètres des concessions houillères deviennent définitifs. L'arrêt définitif des travaux s'étale par arrêté préfectoral selon ces concessions entre mai 2003 et février 2006.

La région du bassin minier présente un relief assez accentué et tourmenté de basse montagne, d'altitude variant entre 200 et 1150 m NGF. A l'aplomb des emprises minières, les altitudes ne dépassent cependant jamais plus de 700 m NGF. Les points bas sont situés sur le sud du bassin dans les plaines alluviales de l'Orb et de La Mare. Les points hauts sont situés aussi bien au nord (Mont Agut et Montagne du Marcou), qu'à l'ouest et surtout au sud-ouest avec le sommet de L'Espinouse.

On notera que les villages sont implantés dans les parties basses dans les vallées tandis que les emprises minières sont situées en très grande majorité au droit des premiers reliefs qui les surplombent.

2 CONTEXTE GENERAL DU BASSIN

Le gisement est relativement bien renseigné et a fait l'objet de nombreux écrits (Louis, 1951 et 1954. VanDen Driessche, 1993...) et thèses géologiques (Becq-Giraudon, 1972 ; Saint Martin ,1993). Le descriptif ci-dessus reprend pour l'essentiel la synthèse qui a en en a été faite dans le DADT.

2.1 Contexte géologique du bassin

L'ensemble des bassins houillers des Cévennes est constitué par :

- les sous-bassins d'Alès et de Bessèges dans le département du Gard ;
- le bassin méridional de Graissessac dans le nord de département de l'Hérault.

A 80 km au nord-ouest de Montpellier, le bassin houiller de Graissessac est situé dans la zone axiale de la Montagne noire et les monts de l'est de Lacaune. Il constitue un grand synclinal paléozoïque dissymétrique d'axe ouest-est, long d'environ 30 km sur une largeur de 2 km, le flanc nord étant plus incliné que le flanc sud (cf. figure 3).

Le bassin de Graissessac tire son origine dans le jeu en décrochement dextre d'un grand accident qui longe le flanc nord du dôme de l'Espinouse. Ce décrochement s'est développé à la fin de l'orogénèse hercynienne, induit par un régime compressif de direction NW-SE. Il présente à son contact une zone de cuvettes où se sont déposés les sédiments stéphanien.

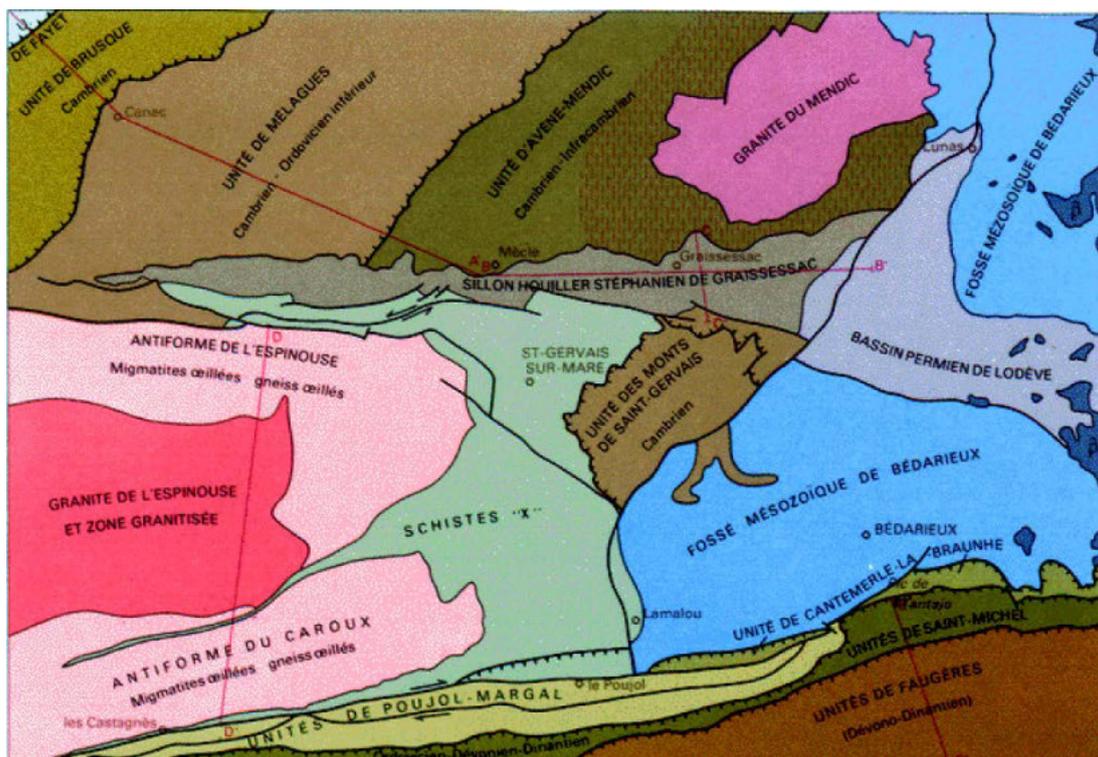


Figure 3 : Cadre structural du bassin de Graissessac

Deux cuvettes principales résultent de cette tectonique :

- la zone occidentale (Plaisance – Pabo) ;
- la zone orientale où la sédimentation est sous contrôle de décrochements N100, des structures N140 (vallées de l'Espace et du Clédou), des failles et diaclases N0 à N20, définissant des sous cuvettes (Nières et les Sales, Graissessac, Padène, Camplong, Bousquet d'Orb, etc.)

Vers l'est, le bassin de Graissessac s'ennoie sous les terrains permien du bassin de Lodève. Au nord, il repose en discordance sur les unités structurales de Mélagues-Marcou et d'Avène-Mendic. Au sud, il est en contact anormal ou discordant sur le massif granito-gneissique de l'Espinouse-Caroux et des formations schisteuses précambriennes puis cambriennes. Le flanc ouest du bassin n'est constitué que de dépôts détritiques grossiers. Le bassin est ainsi géologiquement limité par les bords des cuvettes.

2.2 Géologie et structure

Le bassin houiller de Graissessac appartient aux bassins stéphanien du Massif central, d'âge Stéphanien B.

Série géologique :

La série géologique du bassin de Graissessac se résume comme suit (cf. figure 4) :

- le substratum du bassin est constitué de formations antécambriennes de gneiss œillés et de schistes ;
- les formations sédimentaires cambriennes reposent sur le socle par l'intermédiaire d'alternances gréso-carbonatées, de dolomies et de calcaires massifs ;
- le Stéphanien repose directement en discordance sur le Cambrien. La série houillère a une épaisseur maximum de 500 à 600 m, présentant un large éventail de dépôts continentaux constitués de conglomérats, grès fluviatiles, des faciès fins de plaine d'inondation et des charbons. Le bassin houiller renferme 7 faisceaux différents et 50 couches distinctes pour une puissance totale des charbons atteignant au maximum 50 m. Mais, très peu de couches ont pu être suivies d'une sous cuvette à l'autre ;
- la couverture permienne repose en discordance de 10 à 20° sur le Stéphanien, elle débute par un conglomérat surmonté de dépôts lacustres détritiques rouges fins.

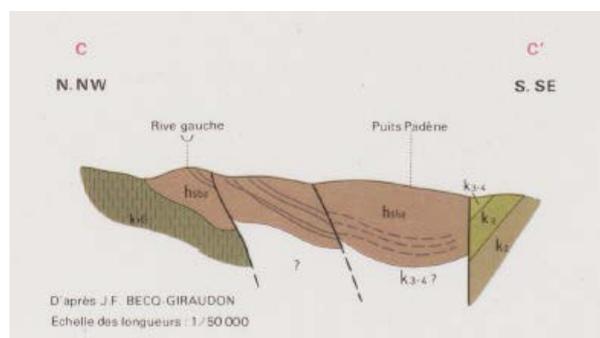
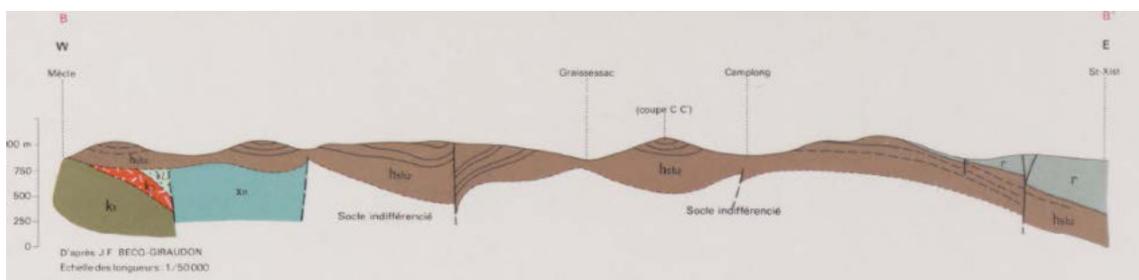


Figure 4 : Coupes géologiques (longitudinale et transversale) du bassin de Graissessac (d'après J.F.Becq Giraudon, 1978).

Le pendage des couches est de 20 à 30° en moyenne. Les couches se redressent sur les bords sud et nord du bassin. C'est surtout le cas côté Nord, où des zones en dressant peuvent atteindre localement jusqu'à 70° de pendage.

Socle :

Les formations antécambriennes

La série constituant la bordure sud du bassin de Graissessac comprend :

- des gneiss ocellés de la bordure nord de la zone axiale de la Montagne noire ;
- des granites porphyroïdes déformés ;
- l'enveloppe schisteuse de la zone également appelée schistes "χ" constituée d'une épaisse série (probablement près de 1000 m) schisto-gréseuse finement détritique.

Les formations sédimentaires cambriennes

Le Cambrien inférieur est caractérisé de bas en haut par:

- une formation détritique grés-schisteuse rythmique très monotone, apparentée au "grès de Marcory" du versant sud de la Montagne Noire, épaisse de 1000 m environ mais dont la base n'est pas connue.
- dans sa partie supérieure, des passées de schistes ainsi que des roches volcaniques acides ("blaviérites"). Cette formation passe à une alternance grés-carbonatée puis à des dolomies et calcaires massifs.

Le Cambrien moyen à supérieur est caractérisé par une puissante série monotone de schistes verts contenant des niveaux à nodules carbonatés.

Houiller Stéphanien :

Après l'orogénèse hercynienne, la sédimentation houillère stéphanienne du bassin commence côté ouest par des formations conglomératiques. Cette série conglomératique (conglomérat de la Croix de Mounis à matrice rouge lit de vin) s'étend de Saint-Gervais-La-Mare à l'est jusqu'à Murat/Vebre à l'ouest.

La sédimentation houillère démarre ensuite avec la série de Pabo et continue ensuite vers l'est (plus les faisceaux sont récents plus ils sont situés vers l'est).

Le faisceau de Plaisance (série de Pabo¹) dans le secteur de Plaisance est constitué de dépôts grés-pélimitiques et charbonneux puissants de 140 à 240 m. Les six horizons exploités de charbon ont une épaisseur cumulée de l'ordre de 19 à 23 m.

Les 6 autres faisceaux (d'ouest en est) comportent 50 autres couches distinctes (cf. figure 5) :

- **Faisceau Rive Droite**, puissant de 340 m environ, et constitué de 13 couches, d'épaisseur utile totale de l'ordre de 23 m en moyenne et pour un maximum de 30 m ;
- **Faisceau Rive Gauche**, puissant de 300 m environ, constitué de 13 couches, d'épaisseur utile totale de l'ordre de 28 m en moyenne ;
- **Faisceau Castelnau**, constitué de 7 couches, et d'épaisseur utile totale de l'ordre de 11 m en moyenne ;
- **Faisceau Cap Nègre**, constitué aussi de 7 couches, et d'épaisseur utile totale de l'ordre de 11 m en moyenne ;

¹ ou de Pabau, les deux orthographes sont rencontrées à parts égales ;

- **Faisceau du Bousquet**, puissant de 95 m environ, constitué aussi de 7 couches d'épaisseur utile totale de l'ordre de 10-11 m en moyenne ;
- **Faisceau du Marronnier** ; puissant de 95 m environ, constitué de 6 couches d'épaisseur utile totale de l'ordre de 6-7 m en moyenne ;

La cuvette de Nières et des Salles est bordé au nord par les formations rhyolitiques cambriennes et au sud par un contact anomal avec les schistes antécambriens de Castanet-Le-Bas. Les couches sédimentaires sont disposées en amphithéâtre en relation sans doute avec les resserrements du synclinal houiller. Au nord, les couches sont déformées par des "voissures" anticlinales N20 à N40. Les couches sont affectées par de nombreux plis syn-sédimentaires de direction EW au nord et SSW-NNE au sud.

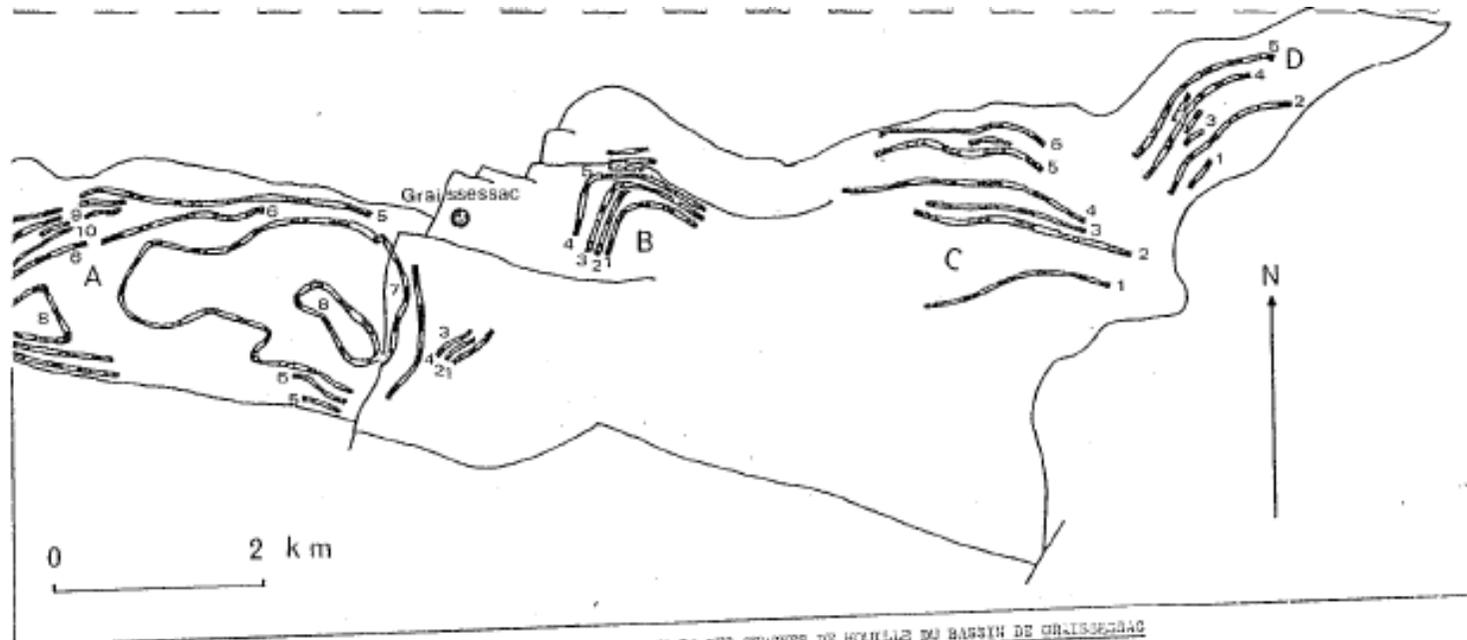


FIG. 5: CARTE DES FAISCEAUX ET DES COUCHES DE HOUILLE DU BASSIN DE GRAISSESSAC

(d'après les documents des Houillères de Graissesac)

A: FAISCEAU DE RIVE DROITE		B: FAISCEAU DE RIVE GAUCHE		C: FAISCEAU DE VERTICÈRE		D: FAISCEAU DE L'ORB	
1: BARCOUL	6: BURELLE	1: ST. ETIENNE		1: COUCHE 1 ^{ère} DE VERHIERES		1: COUCHE N°8 DE L'ORB	
2: THOMAS	7: BROCHIN	2: INCONNUE		2: XELIA		2: N°7 DE L'ORB	
3: UBERTINO	8: ST. ETIENNE	3: BROCHIN		3: FELICIE		3: N°4,5 ET 6 DE L'ORB	
4: INCONNUE	9: PASSET & PAS-GRAS	4: CIRAL		4: SABATIER		4: N°3 DE L'ORB	
5: GRAND PAS	10: DAME	5: COUCHE AU MUR		5: N° 2 DES VIGIERES		5: N°1 DE L'ORB	
				6: N° 4 DES VIGIERES		6: N°0 DE L'ORB	

Figure 5 : Localisation des principaux faisceaux du centre du bassin de Graissesac (HBCM, extrait d'un document original non retrouvé)

Situé autour du Col de Pradinas, la cuvette **du SW de Graissessac** se singularise par un changement de la direction générale des couches tournées vers le SSW (ce changement est un argument supplémentaire de l'existence d'un accident majeur dans la vallée de Graissessac). Les couches stéphanienne enregistrent d'importants plissements syn-sédimentaires avec des plis en fourreaux de type "slump" et un grand pli déversé vers le sud (présence de "dressant" au centre de la cuvette). Des "voissures" synclinales et anticlinales de direction N40 à N70 affectent les couches de part et d'autre de ce pli.

La cuvette de **Padène-Graissessac** a des caractéristiques structurales semblables à celle de Camplong. À grande échelle, une "voissure" synclinale affecte les séries houillères et des plis synsédimentaires déforment les couches de houille. Toutefois, au nord de Graissessac, on a un contact anormal faillé en marches d'escaliers avec les schistes et grès cambriens et au sud un accident de direction E-W.

La cuvette de **Camplong** est limitée au sud par un accident majeur N110°E mettant en contact les séries houillères et les séries schisteuses du Cambrien moyen. Les séries houillères et permienne sont affectées de plis anticlinaux et de "voissures" anticlinales et synclinales de faible amplitude d'axe W-E. Cette cuvette est caractérisée par des failles N140 à N160°E dans sa partie septentrionale et N120° dans sa partie méridionale.

La cuvette du **Bousquet d'Orb** est limitée au sud-est par les failles de l'Orb et repose au nord sur les schistes et grès cambriens. Tout le secteur est affecté par des failles N140° à N160° dans les séries stéphanienne et permienne.

Recouvrement minier

C'est la série houillère stéphanienne elle-même qui constitue la zone de recouvrement, sauf à l'est sur Lunas où le recouvrement minier est assuré par les terrains permien.

A l'ouest du bassin, le recouvrement minier est constitué de couches grésopélitiques et de couches résiduelles de charbon.

Sur la majeure partie du bassin, le recouvrement minier est constitué des niveaux carbonifères à faciès conglomératiques, gréseux ou schisteux prédominants.

A l'est du bassin, le recouvrement minier est surmonté par des dépôts lacustres détritiques fins rouges de l'Autunien (avec brefs passées conglomératiques et faciès bitumineux) voire aussi chapeauté par un puissant niveau grés-conglomératique fluviatile rouge brique du Saxonien (surtout développé sur la commune de La-Tour-sur-Orb).

3 HYDROGEOLOGIE

Le contexte hydrogéologique et l'hydrogéologie des travaux miniers souterrains a fait l'objet de 3 rapports d'études détaillées, réalisées par le bureau d'études Mica Environnement pour la concession de Plaisance et par le bureau d'études Siras pour les autres concessions houillères². Les principaux résultats de ces rapports sont synthétisés ici.

L'inventaire hydrologique (sources, captages d'eau) effectué dans la région montre que les principales venues d'eau se localisent dans le conglomérat de base du Permien (en position latérale à l'est de l'accident de l'Orb) et surtout dans le Cambrien dolomitique.

C'est ce dernier ensemble qui constitue l'aquifère majeur du secteur.

Aquifère cambrien :

Ce niveau aquifère d'envergure régionale est constitué par des bandes de dolomies plus ou moins karstifiées du Cambrien moyen situées au nord du bassin houiller. Elles donnent lieu à une série de résurgences à hauteur de la concession de Plaisance³ :

- la source AEP de Fontcaude qui dépasse 1000 m³/h (située au nord de concession) ;
- 3 autres émergences proches de la source avec un débit total de 150 à 200 m³/h ;

Ces émergences naturelles sont à des cotes inférieures (autour de 400 m NGF) à celles des principales émergences minières de la concession de Plaisance (autour de 440/450 m NGF).

L'aquifère cambrien reste sans connexion hydrogéologique avec les terrains houillers car :

- en contact latéral avec les terrains carbonifères discordants constitués sur le flanc nord par des niveaux de conglomérat de base imperméables ;
- séparé de plus par une crête piézométrique.

Sous le bassin, le substratum est probablement constitué aussi par l'unité d'Avène-Menzic, avec présence donc de l'aquifère cambrien. Là encore, les terrains imperméables à la base du Carbonifère et autres terrains peu perméables cambriens isolent les terrains houillers de l'aquifère cambrien. On notera également en ce qui concerne le socle que la base du puits Padène a atteint un niveau de dolomies de l'unité cambrienne de Saint-Gervais, niveau sans écoulement constaté, en aval hydrogéologique du bassin houiller et localement drainé par la rivière de la Grand Mare.

Niveaux aquifères miniers du Carbonifère :

Les formations essentiellement schisto-gréseuses carbonifères du bassin houiller sont peu perméables dans leur état naturel (perméabilité limitée tout au plus liée au jeu de diaclases ou de l'altération) et ne sont pas à l'origine aquifères (rares sources de très faibles débits). Ce sont donc les vides miniers qui vont être à l'origine des principaux réservoirs aquifères sur le bassin.

² Rapports cités en bibliographie

³ plus à l'est du bassin, on ne retrouve plus ces niveaux aquifères dans les terrains cambriens de l'unité Avène-Menzic sur la limite discordante nord du bassin

Sur chacune des 3 zones d'emprises de travaux miniers, va ainsi se mettre en place un système de réservoirs constitué d'un réseau principal et de réseaux secondaires perchés :

- système de réservoirs de la concession de Plaisance ;
- système de réservoirs de la Rive Droite du Clédou (concessions de Saint-Gervais et de Devois-de-Graissessac) ;
- système de réservoirs de la Rive Gauche du Clédou (concessions de Boussagues et de Ruffas).

Entre Rive Droite et Rive Gauche presque contigües, la vallée de Clédou constitue néanmoins une barrière hydrogéologique pour plusieurs raisons :

- l'absence de connexion entre les travaux miniers ;
- la vallée constitue l'axe drainant de base ;
- la vallée est axée sur un accident géologique indéniable, bien que très mal caractérisé.

Alimentés par les infiltrations (eaux de surface, eaux des bassins de découverte), ce sont des réservoirs à niveaux constants fixés à la cote des différentes émergences minières actives (exutoires des réseaux). Ces eaux d'émergence rejoignent ensuite les réseaux hydrologiques de surface. Le réseau principal correspond aux travaux ennoyés de manière pérenne tandis que les réseaux secondaires perchés correspondent aux couches les plus en amont dans les versants, non ennoyées en permanence mais alimentées par les eaux de surface (mines hautes).

Les principales données spécifiques de chacun des systèmes de réservoirs seront décrites dans les sous chapitres dédiés à chacune des 3 zones d'emprises différentes.

Le dénoyage pendant l'exploitation étant déjà assuré en grande partie par cet ensemble de galeries minières d'écoulement, l'arrêt de l'exploitation reste sans grandes conséquences, surtout que la fermeture des travaux souterrains va être progressive. L'ennoyage final des travaux n'a pas induit de résurgences franches ou diffuses et date de plusieurs décennies. Pour cet important bassin minier situé en position perchée par rapport aux vallées drainantes, aucune installation hydraulique de sécurité n'a été au final nécessaire.

En terme de désordres passés, il est à noter que :

- les inondations au fond vont être rares : le principal événement concerne le puits de Nières (concession de Saint Gervais) qui va être brutalement inondé en 1930. Les eaux en débordement du puits rejoignent désormais et définitivement, via un réseau de galeries souterraines, l'émergence de Grand Camp sur le flanc droit de la vallée du Clédou à Graissessac. A cette date, les travaux miniers déjà tous abandonnés sous ce niveau de débordement, ont été définitivement ennoyés ;
- des tarissements de sources ou baisses de débit apparaissent tout au long de la période d'extension des travaux miniers (10 événements de ce type sont signalés dans les archives du concessionnaire, 7 liés aux travaux miniers souterrains et 1 liés aux découvertes). Il est signalé également des baisses de niveaux d'eau dans des puits privés.

D'un point de vue hydrogéochimique, l'eau dans les réservoirs se minéralise principalement en fer, manganèse et sulfates mais sans jamais atteindre des teneurs pouvant être problématiques, à une exception près : la présence d'une teneur notable en arsenic (quoique avec des fluctuations en dent de scie) dans les eaux d'émergence minière du travers banc de la Frangouille est à l'origine d'un suivi régulier de la qualité chimique de ce point assuré par le DPSM.

4 HISTORIQUE

L'extraction de la houille sur le bassin commence dès le Moyen-âge par des extractions artisanales à ciel ouvert, appelées baumes (balme au singulier, signifiant cavité, excavation). Des attaques par ouvrages souterrains (puits et galeries) sont également fréquemment citées dans les actes de louages des mines de l'époque, mais en absence de vrais dispositifs de drainage ou d'exhaure, les volumes souterrains sont très réduits et ces travaux rudimentaires n'ont pas laissé de traces résiduelles visibles lorsque l'exploitation redémarre timidement dans la seconde moitié du XVIII^{ème} siècle.

Outre les besoins en charbon pour l'artisanat local (clouterie), c'est le développement industriel naissant (création de verreries conditionnée à l'usage de charbon de terre) qui donne essor à l'exploitation minière.

C'est sous l'impulsion de quelques entrepreneurs, MM. Giral, Moulinier et Deleuze que se concrétisent les débuts de l'exploitation minière à la fin de l'Ancien Régime (fin du XVIII^{ème} siècle) :

- le Sieur Etienne Giral obtient le droit sur les mines du seigneur Tesan sur la baronnie de Boussagues et la paroisse des Nières et des Salles. Cette concession dite des mines de houille de Boussagues est légalement confirmée pour 30 ans par un arrêt du conseil d'Etat en date du 4 Novembre 1769, premier acte minier administratif sur le bassin ;
- le sieur Louis Delzeuse obtient la concession de Saint Gervais par le conseil d'Etat du roi d'abord pour un an (permission provisoire) le 4 mars 1788, puis pour 30 ans par un arrêté du 31 Janvier 1789. C'est la plus active à cette époque.

Une troisième concession, celle de Bousquet de l'Orb, est accordée à la même époque au Sieur de Brémont le 9 avril 1778 qui la rétrocède à l'Abbé Martel, professeur de théologie à Béziers. Cette dernière concession s'est limitée à une seule mine (mine n°1 des Marronniers ou percement Brémont).

Les troubles révolutionnaires vont perturber l'activité minière naissante :

- avec des moyens limités et des travaux encore de faible envergure, les premières mines se trouvent souvent à l'arrêt et ne permettent même plus aux concessionnaires de pouvoir livrer aux riverains les quantités coutumières de charbon ;
- les extractions illicites se multiplient tant par grattage à ciel ouvert, que par reprise des anciens travaux miniers et donnent lieu à de nombreuses plaintes des concessionnaires, procès-verbaux et échanges entre les mairies et la sous-préfecture de Béziers. Ces extractions illicites sont même à l'origine de l'arrêt de la première mine exploitée par concessionnaire, la mine Sainte-Marguerite ;
- de plus, les propriétaires des sols sont autorisés un temps à exploiter pour leur compte propre, jusqu'à 33 m de profondeur, ajoutant à la confusion et à l'irrégularité des travaux alors menés ;
- le mauvais état des routes va limiter pendant longtemps toute extraction importante en sortie.

Les concessionnaires se doivent alors de fournir aux riverains pour leur usages coutumiers (séchage des châtaignes, artisans cloutiers) une quantité donnée qui cumulée atteint de l'ordre de 30 à 40 tonnes par an, ce qui a obligé parfois, dans les années difficiles des débuts de ces exploitations, à exploiter certaines couches sans grande rationalité et beaucoup de pertes. C'est enfin aussi un manque de débouchés qui explique le développement encore timide des mines. La production assure les besoins locaux de quelques verreries et s'exporte avec plus de difficultés vers Bedarieux, Lodève, Béziers et Sète, compte tenu du transport difficile et onéreux à cette époque.

Les derniers temps de la Première République voient se réorganiser la reprise de l'activité minière :

- la concession de Bousagues est renouvelée pour 50 ans aux sieurs Giral et Moulinier le 7 Fructidor de l'an XII ;
- le renouvellement de la concession de Bousquet d'Orb date également du 7 Fructidor de l'an XII accordée au Sieur Germain Pellet puis à la Compagnie Usquin ;
- les concessions de Saint Gervais et de Bousagues n'étant pas contigües⁴, la portion de bassin donne lieu à la concession de Devois-de-Graissessac accordée le 7 Fructidor de l'An XII d'abord aux sieurs Azema, Donnadieu et Arribat puis rapidement à la même compagnie Usquin.

Les quatre premières concessions ont été rapidement exploitées en commun par les concessionnaires réunis en société de 1807 et qui malgré une certaine mésentente perdure jusqu'à juin 1826, date où il y a eu rupture.

Entre 1826 et 1832, une intense concurrence va alors opposer la société Usquin qui exploite les mines du Bousquet-d'Orb et de Devois-de-Graissessac aux concessionnaires de Bousagues associés aux héritiers Delzeuse pour la concession de Saint-Gervais. En 1848, la Compagnie Générale des Mines de Graissessac ou du bassin de Graissessac est fondée marquant le retour de l'entente entre les 4 concessionnaires, ceci bien avant qu'une direction unique soit officialisée par décret du 7 octobre 1863 à la Société des Quatre Mines Réunies de Graissessac, nouvellement créée.

Il faudra aussi attendre le 12 février 1833 pour que la délimitation précise de la concession de Saint Gervais soit précisée aux héritiers Delzeuse.

Peu de temps après, sur l'ouest du bassin où existaient déjà des mines actives⁵, sont alors dans la foulée accordées le 6 août 1836 les concessions de Saint-Génies et de Castanet-Le-Haut respectivement aux sieurs Bayle et Fanjaud, d'une part, et aux sieurs Jourfier et Combescure, d'autre part (demandes datant de 1827 et restées en suspens dans l'intervalle). Dès 1851, les deux nouveaux concessionnaires comprennent qu'il est de leur intérêt d'exploiter de manière unique leurs mines (création de voies de desserte pour le transport jusqu'à aux rares axes routiers ou ferroviaires existants). Après avoir posé la demande en 1856, l'union des sociétés des Mines de Saint-Génies-de-Varensal et des mines de Castanet-le-Haut est officiellement reconnue le 2 juillet 1861. La propriété passe ensuite dans les mains de la Compagnie du bassin Ouest de Graissessac puis à la Compagnie Houillère de l'Hérault en 1896.

Enfin, il restait dans un coin sud-est du bassin houiller hors périmètre concédé (au sud de la concession de Bousagues) quelques affleurements sur la commune de La Tour-sur-Orb, qui fut l'objet entre 1847 et 1850 de six différentes demandes en concessions. La concession de la Tour fut accordée au demandeur le plus entreprenant d'entre eux le 27 mars 1852, la Compagnie Chapert, Triadon et Vernazobres et fils, Théron et consorts.

⁴ Les délimitations exactes des baronnies de Bousagues et vicomté de Saint Gervais n'étant pas clairement définies, donnèrent lieu ensuite à de nombreuses discussions sur les périmètres concédés. La première délimitation précisée pour la baronnie est à l'origine de la concession complémentaire de Devois-de-Graissessac. La concession mal délimitée de Saint Gervais explique aussi pendant longtemps l'absence de demande formelle de concession à l'ouest du bassin.

⁵ Notamment la mine du Bois de la Ville, et le début des mines Sainte Barbe, Tissier-Saurus, mine dite du ravin (Ste Marie et Chabaud).

Sur cette concession de La Tour, le gisement exploré entre 1848 et 1875 s'est montré très limitée. La production ne dépasse guère 1800 tonnes entre 1852 et 1866 et après une dernière tentative (fonçage de 2 puits d'une centaine de mètres de profondeur chacun en 1874-1875) toute activité minière cesse définitivement dès 1878. Cette concession est rattachée à la Société des Quatre Mines Réunies le 7 Octobre 1903.

L'extraction du bassin menée de manière cohérente et rationnelle par la "Société des 4 mines Réunies de Graissessac" s'organise dans la vallée du Clédou, avec l'arrivée du chemin de fer et la gare ferroviaire d'Estrechoux en aval immédiat de Graissessac. La production globale sur le bassin, encore assez limitée avant 1850 (de moins de 10 000 à 35 000 tonnes annuelles), prend alors rapidement de l'ampleur pour atteindre les 300 000 t annuelles dès 1873, témoignant de l'intensification de l'exploitation menée sur le bassin. Avec l'épuisement des couches les plus accessibles, la production décline ensuite à 185 000 tonnes annuelles dans les années 1890 puis remonte un peu vers 225 000 tonnes à la fin du XIX^{ème} siècle.

TABLEAU RECAPITULATIF DES CONCESSIONS											
Concession	Acte de Concession	Décret de Concession	Décret de délimitation	Décret union des deux concessions	Décret création de la Cie des 4 mines	Rattachement de la concession Latour/Orb à la Cie des 4 mines	Nouvelles délimitations	Création de la concession de Plaisance	Création de la concession du RUFFAS	Surfaces	Surface concession du RUFFAS
BOUSQUET D'ORB	9/4/1778 au Sieur de Bermont 13/1/1784 à l'abbé Martel Prof de théologie à BEZIERS	7 Fructidor an XII (50 ans) Renouvellement au Sieur Germain Pellet puis Cie Usquin								2.036 ha (3)	2.381 ha (3+4)
BOUSSAGES	4 Novembre 1769 30 ans au Sieur Etienne GIRAL Architecte à Montpellier	Renouvellement 7 Fructidor an XII (50 ans) modifié le 13 ventôse an XIII aux Sieurs Giral et Moulinier			Décret du 7/10/1863		Décret du 26/7/1913		1.185 ha		
DEVOIS DE GRAISSESAC		Nouvelle concession 7 Fructidor an XII aux Sieurs Azerna, Donnadiou et Arribat modifié le 13 ventôse an XIII (2) Cie Usquin				Décret du 4/8/1903		Décret du 12/7/1934	271 ha		
ST-GERVAIS	Permission provisoire du Conseil d'Etat du Roi en date du 4/3/1788 pour un an au Sieur Louis Delzeuze	Arrêt du Conseil d'Etat du Roi 31/1/1789 à Louis Delzeuze (30 ans)	Ordonnance Royale du 12/2/1833 1.682 ha						1.302 ha		
LA TOUR SUR ORB		Décret du 27/3/1852 (345 ha) Cie Chappert, Triadon et Vernazobres et Fils Théron							345 ha (4)		
CASTANET-LE-HAUT		Ordonnance Royale du 6/8/1836 (674 ha) aux Sieurs Jourfier et Combescure						Décret du 26/3/1934 qui réduit également les surfaces			
ST-GENIES		Ordonnance Royale du 6/8/1836 (1318 ha) aux Sieurs Bayle et Fanjaud		2/7/1861 (1)					836 ha		

Tableau 1 : Tableau synthétique des concessions houillères du bassin (d'après Crépel, 1995)

En 1913, toutes les concessions (sauf celle de la Tour), dont leurs périmètres débordaient largement du bassin houiller côté nord, voient leur superficie réduite le 2 juillet 1913.

En mars 1920, la compagnie des Houillères de Plaisance reçoit en apport les deux concessions de Saint-Génies-de-Varensal et de Castanet-le-Haut et les apporte à son tour à la compagnie des mines de Graissessac, mutation autorisée par décret du 29 juin 1927.

Le 26 mars 1934, les concessions de Castanet-Le-Haut et celle de Saint Génies-de-Varensal sont fusionnées et donne ainsi naissance à la concession dite de Plaisance. Le 12 juillet 1934, sont fusionnées à leur tour les deux concessions de Bousquet d'Orb et de La Tour pour donner naissance à la concession de Ruffas. L'ensemble des concessions de houille du bassin de Graissessac acquière alors leurs emprises définitives.

Après la réquisition des mines à la fin de la dernière guerre mondiale, la Loi de nationalisation des houillères est promulguée le 17 mai 1946 (n° 46-1562 JO du 18 mai).

Le 28 juin 1946 a été créée la société nationale des Houillères du Bassin houiller des Cévennes (HBC), regroupant les biens, droits et obligations des différentes sociétés minières, qui devient propriétaire des 5 concessions de houille du bassin.

Dès la fin des années 50, la production des mines souterraines du bassin stagne puis décroît régulièrement. La chute des effectifs est un peu plus brutale avec 1600 mineurs de fond en 1954 et plus que 311 mineurs en 1964. En effet, les conditions d'exploitations des mines des Cévennes sont plus difficiles que dans les autres bassins, entraînant un cout de production très élevé. L'arrivée sur le marché d'énergies nouvelles (pétrole, gaz puis plus tard nucléaire), la mise en exploitation d'immenses gisements de houille étrangers à ciel ouvert à bas prix sont les principales causes de ce déclin.

Dès 1951, les travaux souterrains s'arrêtent sur la concession de Plaisance, puis en Rive Droite du Clédou (concessions de Saint-Gervais et de Devois-de-Graissessac) en 1956. Les travaux souterrains perdurent mais de manière de plus en plus marginale autour de l'Alzou jusqu'en avril 1967. De plus, le siège principal de l'exploitation situé dans la vallée de Clédou est progressivement et définitivement transféré à la même époque sur le carreau du Debay au Bousquet d'Orb.

En 1956, l'exploitation est relancée sur le bassin par exploitation de découvertes à ciel ouvert.

Après s'être maintenue durant la 1^{ère} moitié du XX^{ème} siècle entre 200 000 et 300 000 tonnes, la production du bassin de Graissessac a connu son apogée en 1958 avec 518 300 tonnes. Ce niveau de production exceptionnel pour ce bassin n'a été atteint que pour deux années consécutives de 1956 à 1958, alors que la production des découvertes s'ajoutait à la production certes en déclin mais non négligeables encore des travaux souterrains.

En 1959, les houillères de Bassins et Charbonnages de France sont fusionnés dans un même ensemble.

Sur la concession de Plaisance, la relance est de courte durée : avec seulement deux zones de découvertes exploitées, les travaux s'arrêtent définitivement dès l'année 1960.

Le 16 avril 1968, est créé un établissement public, les Houillères de Bassin du Centre et du Midi (HBCM) dont le siège est à Saint-Etienne.

Après la fin des travaux souterrains, l'exploitation par découvertes va ensuite permettre d'assurer pendant 20 ans une production régulière de 180 000 tonnes jusqu'en 1986. La baisse de production devient alors inéluctable avec l'arrêt des découvertes en Rive Droite dès 1990, puis jusqu'à fin 1993 en Rive Gauche où la production se limite alors à 13 000 tonnes pour 72 personnes autour d'Alzou.

Dès 1990, un dossier de déclaration d'arrêt partiel de travaux est demandé pour l'ensemble des découvertes du Cap Nègre.

Les dossiers DADT pour les 5 concessions houillères sont validés par arrêtés préfectoraux entre mai 2003 et 2006. L'arrêt définitif des travaux s'étale par arrêté préfectoral selon les concessions entre mai 2003 et février 2006.

5 METHODE D'EXPLOITATION

Les premiers extractions se marquèrent par leur caractère épars, sans régularité, d'extension limitée car menées sans grands moyens et vite confrontées aux problèmes de mauvaise tenue des terrains superficiels, d'aéragé et d'exhaure.

Aux premières exploitations à ciel ouvert déjà évoquées ("baumes"), vont s'ajouter les premières exploitations souterraines, surtout au XVIII^{ème} siècle :

- par des courtes galeries à flanc de versant depuis les affleurements;
- à partir de puits forés de quelques dizaines de mètres de profondeur : il s'agit alors de simples trous pratiqués parallèlement au pendage des veines de charbon, appelés Creux ou "Croses".

A la fin du XVIII^{ème} siècle et au début du XIX^{ème} siècle apparaît le terme de « mine » qui signifie, pour le bassin de Graissessac, une galerie tracée au charbon ou au rocher à partir du flanc de la montagne. Cette galerie permettait de reconnaître le gisement et servait de structure principale à l'exploitation de la couche reconnue. Le point de rencontre avec la couche de charbon était pour le mineur le point de départ des travaux d'extraction proprement dits qui consistaient à tracer horizontalement dans la couche, de chaque côté, une ou plusieurs galeries parallèles dite « d'allongement » puis à partir de celle-ci, des galeries montantes qui pouvaient aller jusqu'en surface (aéragé). Ces montants délimitaient le panneau à exploiter. C'est la première méthode d'exploitation structurée mise en œuvre.

Dans un premier temps, des galeries descendantes depuis la galerie d'allongement étaient également réalisées pour exploiter l'aval pendage mais furent vite abandonnées car problématiques (aéragé insuffisant, exhaure à prévoir). L'aval pendage de la mine a été ensuite davantage exploité à partir d'une nouvelle galerie tracée en contrebas qui s'appelait alors "mine basse" par opposition à la première mine dite "mine haute".

Compte tenu de la géologie très tourmentée du bassin, une multitude de méthodes d'exploitation sur les concessions de houille de Graissessac a été ensuite utilisée :

- méthode dites « totales »
 - abattage par foudroyage ;
 - tranches horizontales ;
 - tranches montantes remblayées ;
 - méthode par sous-niveaux ;
 - méthode par soutirages ;
- méthode dite « partielle » ou par chambres et piliers (sur des secteurs très réduits).

5.1 Les exploitations par foudroyage

Ces méthodes consistent à laisser s'effondrer les terrains après avoir exploité la totalité du minerai. Elles ont été appliquées sur toutes les concessions. Elles étaient notamment utilisées pour les couches pas trop épaisses (abattage par foudroyage). Dans le cas de couches peu épaisses très redressées, c'est même par sous tirage que le foudroyage du toit était atteint.

Lorsque les couches étaient trop épaisses, il était possible de travailler par sous niveaux, notamment par tranches horizontales successives ou en mixant les méthodes selon les niveaux (déhouillement et boisage par étançonnage de la partie inférieure puis après déboisement des étançons les plus éloignées du front de taille, sous-tirage presque complet de la partie de couche supérieure qui ne restait plus qu'à ramasser).

Dans le cadre du bassin de Graissessac, le toit de la couche s'effondrait généralement rapidement après le passage de l'exploitation.

Des consignes générales pour la conduite de ces « tailles sans remblai » sont évoquées dès 1936, vite confirmées par un arrêté ministériel du 27 février 1937 qui fixe les dispositions d'exploitation à adopter. Lorsque le défilage est ancien et mené sans mécanisation, il s'avère possiblement incomplet localement, avec présence de vides résiduels dans ces ilots restés non foudroyés : ces défilages incomplets sont d'autant plus à craindre pour les méthodes d'exploitation où pour retarder le foudroyage, on laissait des piliers en place (avec la méthode par piliers recoupés suivi du déhouillement rétrograde utilisé dans les années 1800-1825, 1 piliers sur 8 était laissée en place, puis on a laissé ensuite des piliers en bois espacés de 3 m).

Outre le déhouillement complet du massif, l'intérêt du foudroyage était aussi de lutter contre les dégagements instantanés de grisou.

5.2 Les exploitations par remblayage

Ces méthodes consistent à exploiter la totalité du minerai et à maintenir la stabilité de l'ensemble en comblant les vides par des remblais. Ces méthodes étaient particulièrement adaptées pour les couches épaisses en général, ou quand le foudroyage n'était pas adapté. Ces méthodes ont été employées un peu plus tard à partir des années 1826. Le remblayage pouvait être total ou partiel : quand mentionné, le remblayage des couches est souvent qualifié comme étant à 50 % ou à 100 %. Le remblayage était conduit manuellement au XIX^{ème} siècle jusqu'au début du XX^{ème} siècle : le remblaiement complet devait être parfois difficile à mettre en œuvre.

En général, l'exploitation était conduite par des tranches remblayées de 2 m de hauteur environ. Plusieurs techniques peuvent être employées. La méthode générale d'exploitation était celle des tranches montantes remblayées. Celle des tranches montantes et tailles chassantes consistaient à exploiter des massifs entre deux galeries horizontales, écartées d'une centaine de mètres : la galerie inférieure, appelée galerie de sortage, d'où était évacué le minerai vers un puits d'extraction et la galerie supérieure, appelée galerie d'introduction, d'où était introduit les remblais à partir de cheminée à remblai. Les tailles restaient généralement peu larges, entre 6 et 12 m de largeur.

Pour les couches les plus puissantes (4 m environ), la méthode du double remblayage a été utilisée. La couche était partagée en deux tranches dans son épaisseur sur la base du principe du sub-level. Les deux tranches étaient exploitées simultanément. Cependant, la tranche supérieure était abattue en premier. Le remblayage suivait la progression des deux tranches.

Le remblayage partiel ou total permet aussi d'effectuer des tailles de plus grandes dimensions que précédemment.

Dans le cas des instructions des dossiers de dégâts miniers, l'état de remblayage d'une couche est parfois indiqué par le concessionnaire : il est souvent qualifié comme remblayé à 50 % avant défilage, plus rarement à 100% (pour les dernières décennies d'exploitation) ou à 0 % (premières décennies d'exploitation).

5.3 Les exploitations par chambres et piliers abandonnés

Cette méthode, dite partielle, consiste à laisser des massifs de houille rectangulaire (dit piliers) pour maintenir la stabilité de l'ensemble. La dimension géométrique et la répartition spatiale de ces piliers conditionnent d'une part la récupération du gisement (taux de défrètement) et d'autre part, la stabilité à long terme.

Pour ce bassin de Graissessac, seul un secteur en plateure est mentionné par l'INERIS (Kouniali, 1998) dans un des DADT comme suspecté d'avoir été laissé intact en chambres et piliers abandonnés (bien que les plans miniers ne discriminent pas cartographiquement cette zone), sur la concession de Saint Gervais-sur Mare au sud du hameau des Salles (secteur des Branques). Pour ce panneau suspect, "à la profondeur de 60 m, la sollicitation estimée sur les piliers atteint voire dépasse la résistance à terme du minerai : la rupture des piliers a vraisemblablement déjà eu lieu".

Sur les plans miniers, aucune zone significative de chambre et piliers abandonnés n'est individualisée cartographiquement. Il n'a pas été non plus répertorié dans les archives consultées de secteurs laissées en chambres et piliers abandonnés (la référence au secteur de Branques liée vraisemblablement à un document d'origine HBCM n'a pas été retrouvée). Le recensement des désordres récents et anciens ne permet pas davantage d'identifier de telles zones.

Parfois, d'anciens travaux miniers de faible envergure et peu étendue ont été recoupés. Ces zones, lorsqu'elles ont fait l'objet d'un levé sur plusieurs carrefours consécutifs, suggèrent, du fait d'une bonne accessibilité, des méthodes d'exploitation irrégulière, méthodes que l'on peut rattacher aux méthodes d'exploitation partielles. Pour ces travaux les plus anciens très mal renseignés mais qui auraient le plus souvent été menés de manière irrégulière, on pourrait s'attendre, d'un point de vue statistique, à rencontrer sensiblement au même niveau d'ordre des zones de chantiers essentiellement éboulés (ne présentant plus de vides résiduels significatifs) et des zones présentant des vides résiduels significatifs localement. Ces zones d'exploitation ancienne sont situées à hauteur des affleurements des couches.

6 PRODUCTION

D'après les divers DADT de HBCM (chiffres ci-dessous, complétés par les données fournies par Gilles Crepel), il est précisé qu'il aurait été extrait de l'ensemble des 5 concessions minières un total estimé à près de 30 Millions de tonnes, répartis comme suit :

Concessions	Travaux souterrains	Ciel ouvert	Total
Plaisance	1,7 Mtonnes	0,03 Mtonnes	1,73 Mtonnes
Rive Droite : Saint-Gervais et Devois-de-Graissessac	5,7 Mtonnes	1,71 Mtonnes	7,41 Mtonnes
Rive Gauche : Boussagues et Ruffas	18 Mtonnes	2,92 Mtonnes	20,92 Mtonnes
Total bassin	25,1 Mtonnes	4,66 Mtonnes	29,76 Mtonnes

Tableau 2: Production houillère du bassin de Graissessac

C'est la Rive Gauche du Clédou où sont situés 5 des 7 faisceaux qui a naturellement fourni les 2/3 de la production. 80 % de la production viennent ainsi des travaux miniers souterrains.

7 LES OUVRAGES MINIERS

7.1 Les ouvrages débouchant au jour

La liste des tous les Ouvrages Débouchant au Jour recensés est donnée en annexe 1. Le nom et la numérotation employée reprend celle de Charbonnages de France, en l'actualisant et la complétant autant que de besoin. On peut distinguer deux grands types d'ouvrages miniers débouchant au jour :

- les entrées de galerie ;
- les puits et cheminées d'aérage.

Les **entrées de galerie** sont de loin les plus nombreuses identifiées : 436 ont été dénombrés par HBCM . Elles correspondent aux entrées des mines, aux fendues, aux descenderies, aux travers bancs, montants d'aérage et galeries d'écoulement⁶. Les entrées de mine sont les ouvrages les plus anciens et les plus nombreux. Ces ouvrages permettaient une exploitation proche de la surface par des galeries horizontales ou des descenderies creusées en couche (fendues, montant d'aérage) ou pas (travers banc). Ces ouvrages avaient une extension généralement limitée pour des raisons techniques liées au drainage des eaux, à l'évacuation des produits, à la ventilation et à l'irrégularité du gisement. Le plus souvent, les orifices se sont effondrés. Les mises en sécurité n'ont concerné que ceux d'entre eux qui restaient visibles sur le terrain lors des études pour le DADT. La grande majorité d'entre elles étaient déjà non visibles sur le terrain car éboulées naturellement.

Les ouvrages majeurs pour l'exploitation (galerie de roulage pour l'extraction, galerie principale d'écoulement) étaient le plus souvent maçonnés pour en garantir la stabilité. En général, leurs entrées sont ornées d'un fronton qui est restée bien visible de nos jours. Leur pente est généralement très faible vers la sortie, de façon à permettre l'écoulement gravitaire des eaux d'émergence ou un bon roulage des trains de berlines. Ces ouvrages étant repérables sur le terrain, une mise en sécurité a systématiquement été préconisée. D'après les DADT de HBCM, 49 ouvrages ont ainsi fait l'objet de récents travaux de mise en sécurité.

Les mises en sécurité faites ont consisté soit en un talutage ou le foudroyage de l'entrée, soit en la mise en place d'un bouchon béton ou/et de cendres entre deux murs intrados et extradados (bouchon d'une longueur de quelques mètres à plus de 100 m de linéaire). Un drain a été installé ou restauré pour conserver l'écoulement de l'eau des galeries d'émergence minière. Enfin, certaines de ces entrées de mine ont été également équipées d'un système de cloisons syphoïdes pour éviter toute accumulation préjudiciable de gaz de mine.

Les **puits** sont en nombre bien plus réduit : on ne compte que seulement 16 puits, auxquels se rajoutent 40 cheminées d'aérage.

D'après les DADT de HBCM, 9 des 16 puits ont fait l'objet de travaux de mise en sécurité récents. Ces travaux ont consisté en un bouchon autoportant en tête de puits quand les terrains étaient suffisamment résistants ou sinon une consolidation de la colonne de remblais en tête de puits remblayé, par injection gravitaire de coulis spéciaux.

Les autres ouvrages, n'ont pas été traités :

- 2 sont effondrés ;
- 5 n'ont pas été retrouvés (dont 4 sous verse, remblayé ou pas) ;
- 1 a été recoupé par une découverte.

⁶ Appelée communément et à tort galerie d'exhaure, alors qu'il s'agit d'émergence simple (ouvrage de drainage gravitaire sans pompage).

HBCM avait recensé un total 436 ouvrages sur le bassin houiller, porté ci-dessous au final à 516 après examen de l'ensemble des ouvrages identifiés sur plans ou sur le terrain.

En effet, la lecture des plans miniers, des autres documents miniers (PV de visite) et le terrain ont permis d'identifier 80 ouvrages complémentaires.

A contrario, il a été éliminé de l'inventaire initial de HBCM 1 entrée de galerie sur la concession de Plaisance et 2 autres sur celle de Ruffas, mal localisées.

Parmi ces 516 ouvrages débouchant au jour, il est à noter qu'environ 200 ont disparus dans les travaux de découverte ou ont leurs débouchés situés sous les remblais des imposants verses et terrils.

Inventaire exhaustif des ouvrages débouchant au jour

Tous les ouvrages (de l'ordre de 300) non disparus dans les découvertes ou enfouis sous les verses ont été tous recherchés sur le terrain (les plus accessibles en 2010 et les autres en 2012). Pour 15 d'entre eux, il n'a pas été possible d'accéder aux orifices :

- 5 ODJ situés dans une propriété privée close (1^{ère} et 2^{ème} entrée chez Valette (BOU47 et BOU48), Exhaure et Extraction TB250 (RUF1 et RUF2) et montant d'aérage de Moulière (PLA616)) ;
- 1 ODJ avec présence de ruches sur le chemin d'accès (Ventilateur du TB250 (RUF4)) ;
- 9 ODJ situés dans des pentes très raides et/ou très végétalisés, sans plus de chemin d'accès praticable identifié (entrée couche Zélia (BOU183), entrée couche Félicie (BOU184), Autre couche Zélia (BOU185), Reconnaissance Mine Sabatier (BOU224), Entrée Mine Sabatier (BOU263), entrée n°523 (RUF523) et retour d'air couche n° 1 (RUF524)).

L'examen exhaustif sur le terrain de tous les ODJ a permis de conclure que les galeries pour houille ne sont pas ouvertes et pénétrables à leur débouché, y compris pour les ouvrages qui n'avaient pas été recensés lors du DADT par HBCM, à l'exception de :

- l'entrée du Percement Eugène (RUF16) sur la concession de Ruffas dont le mur extradados en briques agglomérés a été percé et dont le mur partiel intrados en maçonnerie est éboulé ;
- la Galerie Cernin (PLA555) sur la concession de Plaisance qui s'est réouverte ;
- l'entrée de la galerie d'émergence de Plan Baptiste La Source (PLA558) sur la concession de Plaisance qui reste pénétrable sur une bonne dizaine de mètres⁷.

On note aussi plusieurs orifices ouverts visibles résiduels de quelques décimètres maximum (Retour d'Air au Rocher (RUF11), Retour d'air Grand Pas n° 60 (DDG60) et Entrée n° 352 (BOU352)) et autres ouvrages soufflants masqués sous les feuilles, racines ou blocs (Entrée galerie n° 59 (DDG59), Entrée Reconnaissance (BOU333), Entrée de la Mine Brochin (BOU350) et Entrée n° 351 (BOU351)).

De manière plus générale, en dehors des ouvrages débouchant au jour présentant des vestiges visibles, il a souvent été identifié des traces plus ou moins visibles des anciens débouchés au jour (haldes ou tranchée linéaire en aval, dépression ponctuelle...) qui ne permettent pas de positionner au mètre près l'orifice minier mais confirme néanmoins la proximité de l'orifice recherché.

⁷ L'orifice reste en partie "cachée" par les eaux minières qui chutent en cascade devant l'entrée.

7.2 Les découvertes (Mine à Ciel Ouvert, MCO)

Comme la quasi-totalité des exploitations minières, l'extraction a démarré à l'affleurement des couches de houille sous forme de grattages de surface ou petites fosses, zones appelées anciennement balmes ou baumes. Menés sans grands moyens (notamment vis-à-vis de l'exhaure), ces travaux anciens sont restés d'envergure limitée et n'ont guère laissé de traces. Les plus prometteurs ont été ensuite repris et poursuivis en souterrains pour les premières mines (Mine des Pommiers, Mine du Bois de la Ville, différents Mines des Marronniers...) avant d'être à leur tour abandonnés (à quelques galeries de roulage près) au profit d'une exploitation souterraine plus rationnelle et régulière organisée par les concessionnaires.

Bien que les reconnaissances menées sur le terrain n'aient pas formellement identifiés de telles zones, on peut citer :

- le secteur du ravin de Pabo (concession de Plaisance), notamment sur ses flancs sud et surtout nord où le versant en forme de cuvette ne présente pas de pentes excessivement raides, mais avec un fort dénivelé ;
- deux secteurs de versant au profil perturbé, avec de nombreuses formes en creux irrégulièrement réparties. Il est difficile de dire si ces cicatrices correspondent à des excavations de surface, ou encore à d'anciens effondrement localisés de travaux souterrains très superficiels. L'un de ces sites est situé, au sud de la mine de Peyras et au nord de celle de Pierelongue, dans la zone présumée de la mine du Bois de la Ville. L'autre correspond à la zone de la mine de Pommiers ;
- une dernière zone d'excavation à ciel ouvert a été repérée en amont du terail des Marronniers dans le talus amont de la piste forestière : on ignore si elle correspond à une période ancienne très ancienne ou au contraire très moderne.

Les découvertes modernes ont été menées à partir de 1956, lorsque l'apparition des moyens mécaniques de terrassement plus performants coïncida avec le déclin des couches exploitées en souterrain. Le principe de l'exploitation est de deux types :

- les extractions à flancs de versant.
- les extractions par grandes fosses

7.2.1 Chantiers à flancs de versant

Dans cette catégorie, se retrouvent les découvertes de Caudasse (inf. et sup.), la découverte de Verrière, la Découverte d'Alzou et celles de Fontenille.

Un ou plusieurs fronts rocheux verticaux étagés successifs sont mis en place avec attaque progressive des couches dans l'amont du versant. Le flanc amont de la découverte se retrouve au final atteindre des dénivellés de 5 à plus de 30 m de hauteur pour des pentes intégratrices moyennes de 45° et plus.

Après exploitation, seule une découverte a été comblée (découverte de Verrière) par des ordures méangères. Ailleurs et sauf exception (découverte d'Alzou), les fronts rocheux laissés en l'état pendant des décennies se sont plus ou moins ré-équilibrés, stabilisés et ont fait l'objet d'une reprise de la végétalisation (exemples de la découverte du Cadausse inf. et du front inférieur de Fontenille). La découverte d'Alzou, exploitée jusqu'en 1993, présente quant à elle encore des fronts de taille quasiment intacts.

7.2.2 Chantiers par grandes fosses

L'extraction est menée en suivant coté amont les couches redressées de houille exploitées jusqu'à l'affleurement. L'extraction coté amont met à jour les murs inclinés rocheux à la base des couches de houille. Avec le redressement des couches au niveau de leur affleurement coté nord du bassin, la pente de ces murs est toujours marquée, variant de 35° à 60°. Coté aval, un front verticalisé rocheux marque l'arrêt de l'exploitation des couches plongeantes. La hauteur de ce front (plus ou moins étagé selon les cas) progresse rapidement au fur et à mesure de l'extension et de l'approfondissement de la découverte : le dénivelé atteint plusieurs dizaines de mètre voire dépasse dans les fosses les plus importantes la centaine de mètre (fosse de Padène).

Lorsque l'exploitation est peu marquée par les effets de relief (chantier Zelia) ou de coalescence des découvertes entre elles (chantier 5, chantier 8, chantier du Vendredi amont), elle prend une forme en gouttière (chantier 6, découverte n°1 de Verrière, fosse de Padène).

A l'exception du chantier Felicie entièrement comblé par des verses (bordure sud ouest du chantier X), les fosses n'ont pas été remblayées, ou que de manière partielle (fond de fosse) ou ponctuelle (certains flancs).

7.2.3 Murs inclinés

Les murs inclinés de flanc de découverte sont de nature gréseuse à schisto-gréseuse. Ces murs présentent une surface nettement plane, débarrassé de toutes traces résiduelles de houille, sauf dans un cas : Sur la fosse (découverte n°1 de Verrière), il reste des lambeaux significatifs de schistes charbonneux non extraits (cf. figure 6).



Figure 6 : Lambeaux schisteux de couche sur un mur incliné également assez schisteux (fosse n° 1 de Verrière)

Les parois de ces murs inclinés semblent de très bonne tenue mécanique, sans signes apparents des instabilités rocheuses classiquement rencontrées (pas à très peu de fissuration (sinon discrète), d'indice de délitement...). Par contre, la plupart de ces murs présentent des signes de ravinement certain. On révèle aussi en pied la présence réduite sinon éparse d'éboulis, majoritairement sous forme de petits éléments (< 1 dm³) et en plaques (pas de trace évidente d'éboulis récents). Les têtes de murs sont saines, sans élément instable.

Seul le mur du flanc nord du chantier 6, le mur nord de la fosse de Padène, et la partie nord du mur ouest de la fosse de Padène sont exempts de tout signe de ravinement. Ces mêmes murs ne présentent que peu ou pas d'éboulis récents. Les quelques éboulis constatés sont de dimension réduite.

Sur les deux murs les plus importants, il y a eu des petits aménagements faits :

- la partie centrale du mur de flanc nord du chantier 6 (à pente marquée de 50- 60°, pour un dénivelé important de plus de 40 m) a été renforcée par pose de nombreux clous, selon un maillage rapproché : l'allure de la paroi y semblant cependant saine (pas de décollement, de fissure ou autres, etc), on ignore exactement ce qui a motivé cette protection active (stabilisation préventive faite durant la phase d'exploitation) ;
- sur le même mur mais côté est, un filet de protection anti-chutes a été plaqué sur la paroi toute aussi saine en apparence sur une bande de 30 – 40 m de large (pas d'élément visible dans ce filet, a priori car masqué en pied par la végétation⁸) ;
- sur le mur nord de la fosse de Padène, un merlon de protection (piège anti blocs) a été mise en place en pied de mur, lors des travaux de réaménagement final. Le chemin de terre carrossable longeant le mur et les promeneurs sont ainsi mis à l'abri. Les éboulis en pied de mur sont présents en nombre significatifs mais semblent tous antérieurs au merlon.

Par contre les prolongements de versant est et ouest du même mur nord de la fosse de Padène semblent avoir été, après excavation initiale, laissées en l'état et sont dans un état relativement dégradé, avec risque de chute de blocs ou sinon de coulées/glisement de matériaux meubles mélangés à des pierres. Côté est, le merlon fait office de protection. Côté ouest, le merlon est absent et cette zone de replat en arrière d'un coude de chemin carrossable reste exposée.

7.2.4 Fronts rocheux verticalisés

En vis à vis des murs, on retrouve des fronts rocheux verticalisés, constitués généralement d'une série de corniches étagées et rapprochées le long du flanc. Les parois massives et verticales, sont irrégulières, marquées par la fissuration préexistante et la présence d'éléments en surplomb plus ou moins instables. Aucun indice d'instabilité en grand n'a été observé, ces derniers éléments favorisant plutôt une découpe des fronts sous forme de blocs.

En pied, on retrouve sauf exception (fosse Padène) un cône d'éboulis qui témoigne du travail de dégradation déjà subi de ces fronts. L'absence de cône d'éboulis en pic du flanc est de la Fosse de Padène témoigne d'une induration plus marquée des terrains gréseux qui ont permis d'atteindre une telle hauteur de front.

Certains fronts ont été protégés par déverses de remblais (pierreux sur le flanc sud de la fosse de Padène, pierreux et terrains meubles sur le flanc sud du chantier X). Certains fronts ont été parfois démantelés ou recouverts de remblais (par exemple, une partie du flanc sud du chantier 6).

⁸ Le restant du mur coté ouest, moins accessible en pied, a été laissé en l'état.

7.3 Les Dépôts

Il existe de très nombreux terrils et verses soit à proximité immédiate des découvertes, soit à la sortie des galeries et des puits d'exploitation. Les matériaux résiduels en sortie des installations de traitement (dépôts de schlamm, scories...) étaient renvoyés sur les dépôts de terril ou verses les plus proches, à savoir ceux de la vallée du Clédou avant 1951 (notamment les terrils de Garella et de Padène) puis après 1951 ceux voisins du carreau de Debay.

Plus de cinquante dépôts résiduels liés aux travaux miniers houillers ont été répertoriés : terrils, verses, bassins ou autres plateformes de stockage. Les données des DADT ayant été numérisées depuis 2006, il a été possible de confronter et compléter ce travail (ajout de zones, avec la verse de Debay, de Fontenille et de Franco, le petit terril du ruisseau de Pegras, et les plateformes de Plaisance Centre et de Mine Vigne Cave et d'une série de 4 petites haldes au débouché de galeries).

On retrouve toutes les variétés de type de dépôts sur les exploitations :

- haldes ;
- verses ;
- terrils ;
- plateformes et remblais.

7.3.1 Les haldes

De nombreuses petites haldes aux débouchés de galerie ont été repérées. Elles sont toutes de faible épaisseur et épanchées dans la pente raide des versants. Les plus significatives en étendue ont pu être cartographiées. Elles sont de nature pierreuse, la fraction fine ayant déjà été mobilisée par le passé et ne restant qu'en proportion très réduite.

7.3.2 Les verses

Elles constituent la classe de dépôts houillers à considérer la plus nombreuse, la plus variée, celles pouvant atteindre les volumes les plus élevés.

Trois types ont été distingués :

- verses pierreuses anciennes (non réaménagées) ;
- verses réaménagées en banquettes ;
- autres verses.

Verses pierreuses anciennes

Ce sont plutôt des verses à volume intermédiaire, situées dans des versants boisés à pentes généralement raides. Les flancs sont stabilisés depuis longtemps, mais juste à la pente d'équilibre limite, ce qui n'exclut pas dans les conditions pluviométriques les plus extrêmes et exceptionnelles une reprise à la marge de mouvements de type ravinement ou glissement superficiels.

Dans cette catégorie, on peut citer la verse de Cadausse et la verse des découvertes supérieure et inférieure de Cadausse sur la concession de Plaisance, la verse du Roc de Campréau, les verses est et ouest de la D163 (cf. figure 7) et la verse du chantier 2 sur les concessions en Rive Droite du Clédou, les petites verses sur le flanc ouest du Cap Nègre, les verses du ruisseau de Fialhomme (dont la principale verse qui est encore peu à pas boisée) et la verse du Plo de Montauris sur la concession de Boussagues.



Figure 7 : Verse pierreuse ancienne de la D163 est, en équilibre limite dans le versant

Les verses des découvertes supérieure et inférieure de Cadausse, les verses du ruisseau de Fialhomme et du Plo de Montauris sont en partie sur des pentes faibles voire sur des surfaces planes.

Verses réaménagées en banquettes

Ce sont notamment les verses de grande volume et/ou les plus récentes qui ont fait l'objet de réaménagement du profil du versant par banquettes. Elles permettent de régulariser les pentes moyennes et extrêmes des flancs de verse et empêchent aux eaux de ruissellement d'acquies une vitesse d'écoulement trop élevée lorsque les dénivelés deviennent importants. Ces banquettes permettent de stabiliser de manière pérenne les flancs de verses, à quelques exceptions près (ravinement observé sur la verse de Basoul ponctuellement, ou plus largement quoique moins marqué sur les verses de Vignières, partie (nord-est) des verses du Cap Nègre). En revanche, des parties en pied voire sur les flancs (généralement peu ou pas végétalisés) demeurent à l'équilibre limite avec des signes d'instabilité (ravinement, coulées.....).

Une couverture végétale s'est presque partout déjà développée sur les flancs et accompagné souvent de reboisement intentionnel (plantations homogènes de conifère) ou spontané (reprise naturelle, plus hétérogène en densité et en espèces arborées). Cette couverture végétale voire boisée pourrait avoir par contre dissimulé des instabilités persistantes locales aujourd'hui réduites mais susceptibles de prendre de l'ampleur.

Les verses ainsi réaménagées par banquette sont les suivantes : Verses de Basoul (sauf en partie nord), Verse du Clédou, Verse de Padène, Verses de l'Espaze - Les Brouttes (cf. figure 8), Verse du Claux Mary (partie sud-ouest), Verses du Cap Nègre (sur chantiers X, Félicie et Zélia), flanc ouest des verses d'Alzou⁹ (lié au dernier chantier en activité en 1993 : la découverte d'Alzou).

⁹ Une partie des verses d'Alzou avait été déjà précédemment reprofilé pour former des terrasses viticoles.



Figure 8 : Réaménagement en banquettes de la verse d'Espaze – Les Brouttes

Autres verses

La verse de la D163 ne se distingue des verses pierreuses anciennes (dont celles de la D163 est et de la D163 ouest notamment) que par les aménagements de fascines mises en œuvre pour prévenir des instabilités de pente naissantes : elle est stabilisée mais reste peu éloignée de l'équilibre limite.

La verse pierreuse de Pradinas à pente raide, est en train de se reboiser peu à peu, tout en restant dans un profil du versant tout juste stabilisé, à l'équilibre limite.

La verse des Nières est un peu plus hétérogène. Son flanc ouest présente une unique banquette. La partie ouest et centre est constituée par une verse pierreuse à pente raide, avec une amorce assez timide de couverture végétale, avec un flanc nettement en équilibre limite. La moitié est ne présente plus que des pentes modérées (sauf en pied), avec des flancs largement stabilisées et revégétalisées (bien que pas encore reboisés). Dans cette moitié est, on a observé régulièrement des éléments plus charbonneux mais en quantité limitée.

Les verses du chantier amont Vendredi sont constituées côté nord d'une série discontinue de petits dépôts linéaires à flanc de versant. La pente reste raide surtout en amont, amont où le reboisement gagne peu à peu du terrain. Côté sud, adossé à la colline de Pradinas, le flanc de verse présente une pente globale moyenne, mais avec une zone médiane peu pentée à plane dans la boucle de la piste d'accès au sommet, se raidissant ailleurs, surtout en aval où le ravinement a nettement joué dans une zone tout juste couverte d'herbacées.

La verse du puits Sainte Barbe située en plein centre-ville de Graissessac est sur des pentes faibles à nulles, sauf sur son flanc aval, le long du ruisseau du Clédou où un haut mur maçonné sert de soutènement (entretien du mur à la charge du syndicat de rivière).

Enfin, les verses de Franco et de Fontenille¹⁰ sont relativement de faible dimension.

7.3.3 Les terrils

Ces dépôts se distinguent des verses, du fait de la présence significative de produits charbonneux (présence significative parfois locale seulement et non étendue au final à l'ensemble du dépôt).

Pour certains, il ne s'agit plus que de traces de produits charbonneux au milieu de déblais stériles de mine (exemples des terrils de Couyrou et de Frangouille) qui restent fondamentalement peu éloignés des verses, en terme de stabilité des flancs et même de combustion.

Pour d'autres au contraire, les matériaux sont principalement charbonneux et même constitués de produits argileux noirs très fins (schlammes et cendres), qui peuvent être bien plus problématiques en terme de tenue (coulées...) et/ou de combustion (exemples des terrils de Plaisance et des Marronniers).

Terrils sans caractère de combustibilité élevée :

Le terril de Frangouille est situé en contexte périurbain plat. Le gradin inférieur (schistes de lavoir revégétalisés) mis en place dans les années 1970 présente une hauteur importante (jusqu'à une quinzaine de mètre).

Le terril de Couyrou peut être assimilé à une verse pierreuse ancienne. Localement, il présente des pentes raides (versant boisé et flanc aval de talus). Il en est de même pour le terril de Camprédon constitué de schistes charbonneux stériles.

Le terril assez pelliculaire du puits Durand de nature très hétérogène (pierres de mine, schistes charbonneux noirs et un peu de cendre) repose sur des pentes marquées et présente un flanc tout aussi raide. Il présente en partie une couverture végétale.

Les volumineux terrils revégétalisés de Lunas et du Conique (dit encore du Téléphérique ou pointu) sont tous deux constitués presque exclusivement de schistes de lavages assez fins. Le premier, plus récent (alimenté jusqu'en 1993) a fait l'objet de réaménagement en banquettes suite aux ravinements constatés. Le second, bien plus ancien et en partie boisé, n'a pas fait par contre l'objet de réaménagement. Si sa stabilité globale a été au préalable vérifiée, il reste sensible au ravinement voire au glissement pelliculaire en tête, là où les pentes sont plus marquées.

Le terril de Cathala présente en aval de la RD922 (propriété privée) des cicatrices de ravinement marqué. En amont de la RD922, le flanc amont de terril en surplomb du talus routier est particulièrement redressé.

¹⁰ Il existe aussi une petite verse pierreuse, supposée non houillère (verse aval de Fontenilles), en relation probable avec une reconnaissance pour cuivre (concession de Bousquet d'Orb)

L'imporante verse de Garella (pierres de mines et cendres), a été monté en deux temps, avec une plateforme inférieure et supérieure. Une partie du dépôt a, sur le tard, dans les années 1970-1980 a fait l'objet d'emprunts pour aménager d'autres dépôts voisins, notamment le terril du chantier Vendredi (qui a récupéré une partie importante des produits les plus charbonneux). La plateforme supérieure a été aménagée en banquettes mais les très importantes venues d'eaux en tête du dépôt (eaux routières venant de la RD163 et de la piste du chantier vendredi) y occasionne une importante entaille de ravinement actif. Ce ravinement ne remet pas en l'état actuel en cause la stabilité de la plateforme supérieure. Par contre les venues d'eaux ont déjà déstabilisé la plateforme inférieure qui a déjà connu un glissement très significatif mais sans embauche du ruisseau du Clédou en contre-bas.

Terrils avec caractère de combustibilité potentielle :

Le terril de Bousquet d'Orb est situé en pleine zone devenue urbanisée. De nouvelles constructions viennent empiéter le bas du dépôt au contact de produits à la combustibilité avérée.

Le terril des Bâtisses est situé à proximité d'habitations. Il présente une faible hauteur et est constitué de schistes charbonneux noirs.

Le terril de Camprédon apparaît à l'équilibre limite dans une pente marquée d'un versant boisé. Il serait constitué de stériles de mines (schistes charbonneux) mais les conditions d'observation non aisées n'a pas permis de confirmer les matériaux de ce dépôt.

Le terril du chantier 2 présente une pente modérée et est constitué de produits noirs charbonneux fins particulièrement sensibles à l'érosion et mobiles.

Le terril du ruisseau de Peyras est de très petit volume mais il a été largement sapé en pied et les volumes résiduels présents à nu et sensibles à l'érosion sont particulièrement charbonneux.

Le terril d'Alzou (déblais de mine de type schistes très charbonneux) situé en fond de vallon sur des pentes tout au plus modérées est en pied à proximité immédiate du ruisseau d'Alzou. C'est plus une imbibition saisonnière persistante des terrains d'assises et l'entraînement des éléments fins du terril qui sont à l'origine de la sape érosive franche.

Le terril du puits Sainte-Barbe situé dans la vallée du Clédou non loin des enjeux bâtis n'a pas fait l'objet de travaux de réaménagement spécifique, n'ayant connu que des problèmes de ravinement. Proche de l'ancien carreau du Clédou et surtout de plusieurs débouchés au jour, l'historique de sa constitution reste mal connu : il serait surtout constitué de déblais de mine en aval et plutôt de schistes charbonneux en amont.

Le terril du chantier 5, très accessible depuis la RD163, est fréquenté ; traces de motocross et emprunts de matériaux qui ont localement recréé un petit front de taille. Ce petit front de 5 à 6 m de haut s'est depuis naturellement en partie rééquilibré.

Le terril de Plaisance est constitué de deux plateformes. La plateforme inférieure relativement stable et compacte ne serait constituée en base que de déblais de mine. En montant ensuite le dépôt (notamment dans la plateforme supérieur), on va avoir affaire à des matériaux de plus en plus fins : schistes de lavoir et produits charbonneux et cendres au sommet. La plateforme supérieure reste peu à pas végétalisée, avec des ravines bien visibles.

Le terril des Marronniers est un important dépôt constitué entre 1860 et 1932 de matériaux issus du tri de mine, dont 86 % de stériles de mine et 14 % de schlamms déposés plus récemment sur le flanc sud. Il a connu ensuite un fort ravinement, des dépôts de coulées. Ces schlamms sont entrés en combustion lente qui aurait perduré jusque dans les années 1980 (voire 1990 selon le DADT). Le réaménagement de ce terril a consisté à la réalisation de banquettes et remettre la plus grande partie de ces schlamms, en partie brûlés dans une plateforme sommitale (compactée en surface pour éliminer tout risque de remise en combustion).

Le terril de Padène est l'un des plus volumineux (1 Million de m³ environ¹¹). Il est constitué de pierre de mine, de schistes de lavoirs, de produits charbonneux et de cendres. Sa combustibilité semble faible mais néanmoins avérée. Par contre, ce terril a connu des phénomènes de coulée et de ravinements profonds. Dans les années 1999 des ravines ont été traitées mais qui compte tenu de la revégétalisation lente du flanc aval, pourraient à nouveau se manifester. De nouveaux signes d'instabilités pelliculaires probables (de type glissements superficiels) ont été observés en 2010. L'érosion du pied par la rivière Clédou accentue l'effet de ces mouvements pelliculaires de pente passées ou potentiels qui sont susceptibles de finir dans la rivière et de barrer son lit comme cela a été le cas avec la coulée de boue en 1998 (non suivi de rupture brutale de d'embâcle). Pour réduire à palier ce phénomène, des enrochements dans la berge ont été mis en place.

7.4 Les plateformes et remblais

Trois zones de dépôts en plateforme ont été observées.

Le seul dépôt d'importance est la verse de Debay à hauteur de l'ancien carreau de Debay qui est à pente nulle à faible. Elle est recouverte d'herbes, dans une zone clôturée non accessible.

La plateforme de Plaisance Centre servait d'assises aux installations de traitement de la mine de Plaisance. Le talus aval à pente modérée et situé en amont de la route principale du hameau ne dépassant pas 3 à 4 m de hauteur. On y observe la présence de matériaux charbonneux en quantité limitée.

La plateforme de Mine Vigne Cave correspond à la zone de carreau associée à la mine du même nom. Là encore, les pentes sont nulles et aucun désordre de terrain n'a été observé. Par contre, à la faveur de l'entaille faite sur le dépôt au niveau de la berge gauche du ruisseau de l'Espace, on observe des matériaux charbonneux en quantité non négligeable.

Certaines fosses de découvertes ont fait l'objet de remblaiement partiel et localisé en fond ou flanc de fosse (chantier 5 et chantier 8 en rive droite du Clédou, fosse de Padène et fosse n° 1 de Verrière sur la concession de Boussagues). Le flanc aval de ces zones récentes de remblais est à pente marquée, nettement en équilibre limite, et sans encore de vraie couverture végétale.

A deux cas près, ces remblais sont constitués de tout venant, avec une importante fraction plus fine (« sableuse ») et comportent localement des traces de ravinement. Pour les deux autres cas (flanc sud de la fosse de Padène, et flanc amont ouest de la fosse n° 1 de Verrière), les remblais sont uniquement constitués de produits pierreux.

¹¹ Avec celui de Garella, de Lunas et du Conique

8 LES INSTALLATIONS DE SURFACE

Les plus grandes installations de surface présentes autrefois sur le bassin, notamment dans la vallée du Clédou puis sur le carreau Debay, ont été démantelées. Les installations résiduelles de surface n'ayant pas d'incidence majeure sur l'aléa mouvement de terrain, elles ne sont pas traitées dans le cadre de cette étude.

On notera toutefois le grand nombre de ces vestiges miniers, liés notamment aux nombreux plans inclinés de surface utilisées pour le transport du charbon jusqu'au carreau du Clédou puis ensuite sur celui de Debay, ainsi que des installations d'aérage (vestiges des ventilateurs comme celui de la mine Simon....).

9 LES DESORDRES

Les désordres d'origine minière liés à l'extraction du charbon du bassin houiller de Graissessac sont nombreux et de nature variée. Des désordres se sont produits tout au long de l'exploitation, et dans une bien moindre mesure également après l'arrêt des travaux. Leur ampleur est également variable.

Les désordres survenus en surface les plus nombreux recensés sont des mouvements de terrain anciens (survenus durant l'exploitation). Il peut s'agir d'un événement unique mais plus souvent de plusieurs phénomènes ponctuels survenus dans la même zone, phénomène de même nature ou au contraire relatifs à des mécanismes variés. Lorsqu'il s'agit d'une zone à désordres multiples, toutes recensées par l'ancien exploitant HBCM, la localisation est indiquée (dans un système de coordonnées locales, basé sur la trame du carroyage des plans miniers du bassin) souvent de manière sommaire avec une imprécision sur chacune des coordonnées pouvant atteindre une fourchette de 100 m ou plus (la zone cartographiée correspond au final à un rectangle de dimensions pluri-décamétriques à pluri-hectométriques).

Parmi les désordres de surface en rapport avec les travaux miniers souterrains, ce sont les effondrements localisés et les crevasses au sol qui sont les plus fréquemment rencontrés. Bien que rarement corrélé à de tels désordres aussi caractéristiques, de nombreuses façades de maisons se sont fissurées pendant l'exploitation souterraine sur les hameaux de Salles, de Sénégro et de Fontenilles. Mais les dommages les plus fréquemment mentionnés comme (possibles) dégâts miniers concernent des écroulements ponctuels de nombreux murets de pierre à flanc de versant.

Les nombreuses verses, découvertes et ouvrages de surface (bassin de rétention ...) sont aussi à l'origine de quelques instabilités (glissements superficiels ou profonds, coulées) et autres nuisances (vols de poussières, eaux noires).

Il sera évoqué également les désordres de fond, notamment les coups de grisous et les incendies du fond et pour finir les incendies de surface.

Vu l'ampleur des travaux miniers réalisés sur ce secteur, assez peu de désordres se sont produits ces dernières années, postérieurement aux derniers travaux de réaménagement. Ce sont principalement des mouvements de terrain de surface de type ravinements, glissements superficiels ou coulées boueuses impactant les flancs de certains dépôts.

D'un point de vue cartographique, ont été distingués les désordres miniers référencés HBCM (dégâts miniers) de ceux qui ont été répertoriés et/ou observés durant la phase informative (archives et terrain).

9.1 Mouvements de terrain

Parmi les mouvements de terrain, on distingue les désordres liés aux travaux souterrains de ceux liés aux dépôts de surface.

9.1.1 Désordres liés aux travaux souterrains

Il n'a pas été recensé de désordres de surface de grande envergure liés aux travaux miniers souterrains. Par contre, des petits désordres de surface, généralement mal renseignés et mal localisés sont listés en nombre conséquent pendant l'exploitation par le concessionnaire, qu'ils soient qualifiés d'effondrements localisés ou de (très petites) cuvettes qualifiées d'affaissement, des crevasses et de fissurations sur bâti.

Les événements recensés se répartissent en :

- 15 effondrements localisés individuels la plupart concernant des ouvrages débouchant au jour (entrées de galerie et plus rarement des puits) ;
- 6 zones présentant des crevasses ou des lézardes au sol ;
- 5 zones d'indice de mouvement de terrain (fissurations) affectant le bâti ou la chaussée (sans autres indices d'instabilités) ;
- 22 avec multiples désordres dans la même zone.

Les zones avec multiples désordres peuvent associer effondrements localisés (voire même une petite cuvette d'affaissement), crevasses, fissurations sur bâti mais aussi (et ce sont les plus nombreux) des écroulements de murs ou murets. Ces zones datent de l'année 1916 à l'année 1941 et sont contemporaines des exploitations souterraines. Pour la plupart d'entre elles, elles pourraient être liées aux effets en surface du foudroyage des couches du houiller lors de la progression du front d'exploitation au fond.

A l'exception des désordres sur galerie dont certains pourraient être récents, tous ces désordres recensés sont anciens, survenus pendant ou peu après exploitation. Les derniers cas de fissuration de façade sur bâti datent de 1969 sur des bâtiments situés au sud (D32) et à l'est (D33) de Fontenilles (concession de Ruffas et commune de Bousquet de l'Orb). Le premier événement est situé au niveau d'une zone de désordres multiples datant de 1932 (D53 ; zone réactivée ponctuellement en 1969 ?). Le second événement est localisé non loin d'un carrefour d'un travers-banc (sans travaux d'exploitation connus).

Cas des écroulements de murs

Les indices de désordres de surface les plus fréquemment mentionnés concernent des écroulements ponctuels (partiels ou totaux) de nombreux murets de pierre à flanc de versant (80 cas recensés environ). Ces chutes de murs sont accompagnées sur la même zone à d'autres désordres de type effondrements localisés, crevasses, bâtiment fissuré, etc. Parmi les 22 zones inventoriées à indices de désordres multiples, il n'est recensé comme unique type de désordre rencontré des chutes de murs que sur seulement 5 de ces zones (zones non retenues au final comme étant minier).

Fissurations sur bâti

24 maisons ou bâtiments annexes (bergerie, autre bâtiment agricole, séchoir) présentent des fissurations ou lézardes de façade. 1 bassin minier (non localisé) a dû être réparé.

Les maisons d'habitations concernées se concentrent sur les hameaux des Salles (Saint Gervais), de Sénégro et de Fontenilles (Ruffas). Ces dommages sont survenus peu après le passage d'un front d'exploitation et sont liés aux foudroyages de travaux à l'aplomb des enjeux. Néanmoins, les deux dernières occurrences (D32 et D33) semblent plus tardives et moins aisées à corréler aux foudroyages des couches exploitées.

Effondrements localisés

22 effondrements localisés survenus en surface sont décrits en tant que tels, tandis que pour 3 autres désordres, ils sont simplement qualifiés de « trou en surface ».

Pour les désordres décrits, 11 sont des fontis d'intensité limitée (< 3 m de diamètre), peu profonds (< 1,5 m de profondeur), généralement associés à d'autres désordres (cuvette, murs éboulés...). Un seul effondrement (D15) est clairement d'intensité élevée, lié à la rupture en tête du Puits Sans Nom, qui a laissé un cratère de 16 m par 14 m encore visible aujourd'hui, quoique presque entièrement comblé.

11 de ces désordres en surface sont formellement liés à un ouvrage débouchant au jour :

- le désordre D15 est lié à la rupture en tête du puits Sans Nom ;
- la galerie d'émergence minière Plan Baptiste la Source s'est éboulée 15 m en amont de son débouché, avec émergence par le toit des eaux en surface (D13) ;
- des venues d'eaux via des crevasses au toit situées à 310 m du débouché de la galerie d'émergence minière de la Gare ont été constatées (D14) ;
- un effondrement localisé a affecté la galerie Mine Haute d'Alzou à 15 m de son débouché (D30). De même, un effondrement localisé a affecté la galerie Burelle à 20 m de son débouché (D56) et la galerie Simon à 25 m environ (D57) ;
- les orifices des galeries suivantes se sont effondrées (désordres D58 à D63) correspondant aux galeries Mine Vigne Cave Percement Block, Mine Vignères n° 2, 3^{ème} entrée Sabatier, entrée n° 520, galerie des bureaux n° 4 (n° 353) et travers-banc n° 1 de la Tour (n° 355).

Un petit nombre des entrées de galerie mises en sécurité dans les années 2000 présentaient aussi déjà avant sécurisation des orifices une amorce de cloche de fontis au fond bouchant la galerie entre 5 et 180 m de leurs débouchés (mine Joséphine, Sainte Barbe, Descendant Vigne Cave, Goupine et n° 169). Il est à noter qu'une grande partie des entrées de galerie de surface non retrouvées pourrait s'être aussi naturellement éboulée.

Affaissements

Parmi les désordres décrits comme "affaissements" ou "cuvettes d'affaissement", 11 des 12 cas signalés restent de dimensions très réduites en surface, infra-décamétriques. Quand l'amplitude verticale du mouvement est donnée, on ne connaît alors pas la superficie : les amplitudes d'affaissements signalées sont au plus pluridécimétriques (< 0,7 m). il s'agit là encore de mouvements anciens toujours de faible ampleur, rarement observés seuls, mais presque toujours associés à d'autres effondrements localisés (fontis), murs éboulés, crevasses ou autres fissurations ou lézardes sur le bâti. Ces 11 cas sommairement décrits relèveraient plus vraisemblablement par leur envergure d'un mouvement de type effondrement localisé plus que d'un mécanisme typique d'affaissement. Seul un des 12 désordres miniers qualifiés d'affaissement ou de cuvette d'affaissement atteint en 1921 des dimensions un peu plus significatives avec 20 m par 19 m (mais on ne connaît pas alors l'amplitude verticale associée) : il concernait la zone de désordre D18 située sur le chantier Amont Vendredi (ancienne découverte recouverte depuis par une verse) au lieu dit Roc Fajole de la commune de Graissessac.

Crevasses

Des crevasses au sol sont souvent mentionnées dans les écrits à 13 reprises, parfois observées seules (4 cas sur 13) et toutes contemporaines de l'exploitation.

Des crevasses ouvertes puis un peu plus loin fermées (mais avec compartiment central abaissé) apparemment toutes aussi anciennes (datant a priori des premières phases de l'exploitation) ont été aussi observées sur le terrain sur le secteur exploité de Pabo à la fois à ciel ouvert et en souterrain à Plaisance. Ces crevasses sont à relier au phénomène d'affaissement consécutif à l'exploitation souterraine par foudroyage.

9.1.2 Désordres liés aux versées et terrils

On recense 18 désordres liés aux zones de dépôts (versées et stériles).

9 de ces désordres correspondent à des coulées boueuses de versées et terrils associées éventuellement à des atteintes des eaux de rivière ou de puits (eaux noires). Ces désordres¹² s'échelonnent entre 1892 pour le plus ancien cas connu et 1979 pour le plus récent. Le caractère récurrent de ces désordres ne permet pas d'identifier tous les épisodes ayant réellement eu lieu.

Parmi les 9 autres désordres, il s'agit de désordres de type glissement superficiel (ravinement) ou profond, essentiellement récents, contemporains ou postérieurs même aux travaux de réaménagement finaux réalisés en vue des renonciations.

Le principal désordre récent signalé concerne la versée des Brouttes (D1) sur la commune de Camplong. Un glissement de terrain (de type profond) a eu lieu en 1995 sur le flanc est de la versée sur une distance de 90 à 130 m (pour une masse en jeu de l'ordre de 500 000 m³). À ce niveau, la pente est de 30 à 35°. Des mesures de confortement pour stabiliser les mouvements, dont un enrochement servant de butée de pied au niveau du ruisseau et une surveillance par levés topographiques ont été mises en place. Une expertise de Géoderis en 2004 a conclu que la versée restait alors en 2003 en mouvement lent, mais permanent et régulier. Depuis, les mesures régulières de suivi par l'Etat tendent à indiquer que l'amplitude du mouvement s'est peu à peu réduit jusqu'à devenir presque insignifiant et qu'un état au moins provisoire quasi stabilisé semble avoir été atteint. Lors de la visite sur site de 2007, il avait été observé que l'enrochement en pied de versée n'était pas suffisamment enraciné et que celui-ci était légèrement affouillé par le ruisseau (sans évolution notable depuis 2007).

Un autre glissement beaucoup plus ponctuel et limité s'est produit sur la versée de Padène (D2). Il a été stabilisé par un enrochement et un drainage. Par contre, au nord de cette zone, une bande de 50 m de large du versant (D28) présente en 2010 des indices d'instabilité de type glissement superficiel (moutonnement, arbustes inclinés)¹³ vraisemblablement toujours en cours d'évolution.

Il y a plusieurs années, à quelques mètres au NW du cimetière de Graissessac, le terril Garella avait glissé sur plusieurs dizaines de mètres (D3), obstruant le cours du ruisseau. Le lit a ensuite été dégagé, mais on peut encore observer du pont la masse de déblais sur la rive gauche du ruisseau. Après enquête de terrain notamment auprès de la mairie, il n'y a pas eu d'évolution significative récente sur le terril de Garella (désordres D3 et D4) qui reste une zone pour laquelle la vigilance reste de mise.

¹² Ayant entraîné des dommages et indemnités : 1892-1893, 1896-1897, 1906, 1920, 1936, 1940, 1963-1964, 1976 et 1979.

¹³ Pas de signe d'arrachement en tête ou de bourrelet de pied indicateurs d'un mouvement rotationnel plus profond.

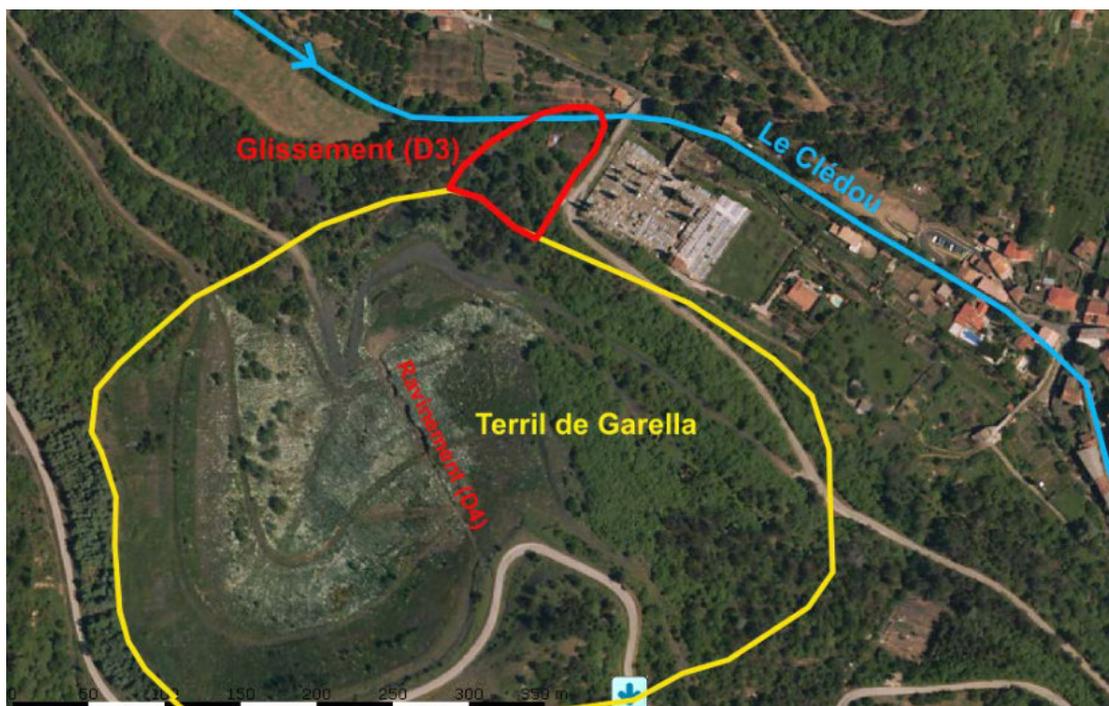


Figure 9 - Désordres sur le terril de Garella (en amont du village de Graissessac)

Par ailleurs, bien que la plupart des verses aient été réaménagées, plusieurs d'entre elles présentent des ravinements plus ou moins importants liés notamment aux pluies cévenoles. L'une des ravines les plus spectaculaires est celle du terril de Garella situé (cf. figure 9) sur la rive droite du Clédou à proximité du village de Graissessac (D4). Le ruissellement météorique, notamment de l'accotement routier de la RD163, est renvoyé dans cette ravine qui se déverse dans une dépression créée à cet effet lors du réaménagement. Cet afflux localisé d'eaux serait d'ailleurs pour grande partie à l'origine du glissement D3 juste en aval du désordre D4.

Enfin, il est à signaler le glissement du chantier Riben (D9) qui a déstabilisé grandement le versant de l'actuelle berge est du lac Riben : il a détruit à deux reprises la piste de circulation en phase d'exploitation, imposant alors au concessionnaire de retracer un nouveau cheminement. Une grande partie du versant, très raide par ailleurs, est ainsi déstabilisé par un glissement profond. Du fait de cette instabilité restant sensible, l'accès à ce lieu très isolé et particulièrement loin de tout enjeu a été rendu difficile pour y limiter les allers et venues malgré ses attraits potentiellement patrimonial et touristique. Aucune évolution récente sur la zone n'a été signalée par le maire ni repéré lors des reconnaissances terrain.

9.2 Incidents environnementaux

Il est mentionné pendant presque toute la période d'exploitation, des atteintes régulières et répétées¹⁴ des principaux cours d'eaux du bassin (Grand Mare, Clédou, Espaze et Orb) par des résidus miniers qualifiés d'"eaux noires". Ces atteintes résulteraient à l'érosion des dépôts lors des épisodes pluvieux cévenoles, mais aussi du débordement de bassins de traitement ou de décantations, parfois mal conçus et/ou mal entretenus.

¹⁴ Soit au moins 11 événements de ce type sur la période récente (1920 à 1976).

En aval de la mine de fer de Saint Gervais de la Mare, les horizons noirs sombres observés à l’affleurement dans la vallée alluviale de la rivière de la Grande Mare pourraient bien correspondre à des résidus de dépôts liés à ces épisodes d’eaux noires.

3 événements de type empoussiérage ou fumée de terril (dont 1 associé à une combustion résiduelle du tas) sont aussi signalés sur la concession de Ruffas, mais sans localisation précise.

Sur les principales émergences minières actives visitées (cf. quelques exemples dans les sous-chapitres 3.5 à .3.7), il a été constaté que les eaux en sortie restent nettement de teinte orange (due aux hydroxydes de fer). Les analyses faites sur les émergences confirment que ces eaux minéralisées en sortie de réservoir minier sont partout avec des teneurs relativement significatives pour les éléments majeurs comme le fer, le manganèse et les sulfates et pour les éléments mineurs la présence notamment de l’arsenic (bruit de fond + pics erratiques).

Il a été découvert lors des études préalables au DADT une pollution des sols de surface à hauteur du carreau Debay. Les investigations menées par ailleurs ont montré que cette pollution, liée au zinc notamment, résultait des activités de traitement du minerai de zinc fait antérieurement par la Compagnie des Zinc Français sur le site.

9.3 Aérage et gaz de mine

En début d’exploitation moderne, il est signalé dès 1804 les dégagements de grisou des couches de charbon exploitées (les “soufflards”).

Très tôt, l’aérage naturel des ouvrages souterrains fut généralement insuffisant dès que les travaux prirent de l’ampleur. Les montants d’aérage furent très vite une première réponse d’amélioration de l’aérage. Des mesures de ventilations manuelles furent également employées dans les chantiers avant que ne soit mise en place la ventilation mécanique sur les principaux puits du bassin. Des vestiges de ces ventilateurs mécaniques sont encore visibles (exemple de la mine Simon).

Ce sont les mines directement en rive droite et en rive gauche du Clédou au centre du bassin qui sont les plus grisouteuses.

Sur les mines de la Rive Droite, ce sont les couches Dame et Grand Pas où sont enregistrées les plus fortes teneurs en grisou. Sur les mines de la Rive Gauche, ce sont les couches Poupon, Loubat, Giral et Moulinier qui sont les plus grisouteuses, et dans une moindre mesure, les couches Burette et Brochin.

Sur les mines du cap Nègre, le grisou n’a été détecté qu’une fois. Une seule flambée a été rencontrée sur la mine Verrière. Sur les mines de Leenhardt, Campredon et de l’Orb, il n’y pas de cas recensé de grisou. Outre le grisou, les mines à poussières inflammables dite poussiéreuses, font également l’objet de mesures réglementaires spécifiques.

Toutes les mines du bassin ont été classées, au moins à un moment ou un autre, comme faiblement grisouteuses. Par contre, certaines mines ont été classées temporairement comme mines franchement grisouteuses :

- mine de Plaisance pour les couches 3 et 4 ;
- mine de Devois-de-Graissessac sur le flanc sud ;
- et surtout les mines de Boussagues (Pts Ste Barbe, Pts Kühnholtz, Pts Padène, Pts Durand, Mine Saint Joseph).

Le nombre d'incidents liés au grisou fut d'abord relativement limité en nombre et en victimes durant la première moitié du XIX^{ème} siècle (1 seul brûlé recensé¹⁵ par inflammation du grisou).

Durant la seconde moitié du XIX^{ème} siècle, avec le net développement des travaux souterrains, les accidents liés au grisou se multiplient en fréquence et gravité, surtout dans la première moitié de cette période : 16 coups de grisou vont occasionner 77 morts et 23 blessés. C'est sur le puits Sainte Barbe que se produit le plus d'accidents mortels et le plus grave d'entre eux, avec la catastrophe du 14 février 1877 qui fit 45 morts (coup de grisou parti des couches Giral et Moulinier). Pour faire face, un règlement intérieur définit, dès 1874, les premières mesures réglementaires d'exploitation du bassin de Graissessac. Ces mesures se durcissent ensuite et touchent plus spécifiquement la prévention du grisou, en 1890 puis 1892 : dispositifs de mise à feu des tirs de mine adaptés, apparition progressive des lampes de sureté de plus en plus efficaces, mesures régulières du grisou, apparition des ventilateurs mécaniques installées sur les puits d'extraction. Grâce à cela, on ne note ensuite plus d'accident mortel jusqu'à la fin du XIX^{ème} siècle. Un dernier coup de grisou mortel est enregistré au début du XX^{ème} siècle en juin 1917 au puits Kühnholtz (18 décédés) en couche Giral.

Avec la mise en place de l'électricité dans l'exploitation à ses débuts, la foudre provoque à deux reprises en 1932, en profitant d'un isolement insuffisant à la terre, une explosion de grisou dans les travaux souterrains de la R.D de Clédou.

¹⁵ On reste néanmoins mal renseigné sur le nombre effectif d'incidents avant 1835.

Liste (la plus exhaustive possible) des accidents dus au grisou dans le Bassin de Graissessac

date	concession	lieu	veine	victimes	
				tués	blessés
avant 1805	Boussagues	Mine de la Fournaque	?	?	?
28 février 1856	Boussagues	Mine Ste-Barbe	Poupon	4	-
1865	Boussagues	Mine Ste-Barbe	?	1	-
7 avril 1868	Boussagues	Puits Ste-Barbe	?	2 (**)	2 (**)
13 mai 1869	Boussagues	Puits Ste-Barbe	?	-	5
23 septembre 1869	Boussagues	Puits Ste-Barbe	?	3	-
25 septembre 1869	Boussagues	Mine St-Joseph	Poupon	-	1
10 ou 17 septembre 1872	Boussagues	Puits Ste-Barbe	Poupon	1	1
5 octobre 1872	Boussagues	Puits Ste-Barbe	Poupon	-	1
17 janvier 1873	Boussagues	Mine Joséphine	Poupon	5	4
2 juin 1873	Boussagues	Mine Joséphine	Giral et Moulinier	2 (**)	2 (**)
12 février 1875	Boussagues	Mine Joséphine	Loubat	1	-
13 novembre 1876	Boussagues	Puits Ste-Barbe	?	2	-
14 février 1877	Boussagues	Puits Ste-Barbe	Giral et Moulinier	45	-
17 mai 1884	Boussagues	Puits Köhnholtz	Saint-Etienne	-	1
18 janvier 1890	Boussagues	Mine Verrière	?	-	1
16 juin 1917	Boussagues	Puits Köhnholtz	Giral	18	8
28 avril 1959	Boussagues	Puits de la Padène	Brochin	1	-
1895	Le Devois de Graissessac	?	?	?	?
1847	Le Devois de Graissessac	?	?	4	-
1866	Le Devois de Graissessac	?	?	-	1
24 mars 1868	Le Devois de Graissessac	Mine Simon	?	5	1
10 septembre 1868	Le Devois de Graissessac	Mine Simon ou Basouf	?	1 (*)	1 (*)
16 janvier 1870	Le Devois de Graissessac	?	?	?	?
1847	Plaisance (Castanet-le-Haut)	?	?	-	1
1865	Plaisance (Castanet-le-Haut)	?	?	-	1
29 février 1872	Plaisance (Castanet-le-Haut)	Mine Chabaud	galerie d'étage	2	1
10 décembre 1873	Plaisance (Castanet-le-Haut)	Mine Chabaud	?	1	1
15 novembre 1876	Plaisance (Castanet-le-Haut)	Mine Chabaud	?	1	1
16 juin 1880	Plaisance (Castanet-le-Haut)	Mine Chabaud	?	1	1
15 mai 1885	Plaisance (Castanet-le-Haut)	Mine Chabaud	?	-	2
24 avril 1902	Plaisance (Saint-Genès)	Mine Tisé-Sarnus	?	-	1

2 octobre 1903	Plaisance (Saint-Geniès)	Mine Tissié-Sarrus	?	-	1
16 juin 1934	Plaisance	Quartier du Ravin	Couches 3-4	?	?
27 mar 1943	Plaisance	Mine Cathala	Couche 1	1	3
9 avril 1905	Ruffas (Le Bousquet d'Orb)	Mine n°5 ou Balayé	?	?	?
26 avril 1907	Ruffas (Le Bousquet d'Orb)	Mine n°5	Couche 1	-	1
6 juin 1919	Ruffas (Le Bousquet d'Orb)	Mine n°5	Couche 1	-	1
25 mars 1926	Ruffas (Le Bousquet d'Orb)	Mine n°5	Couche 0	?	?
29 décembre 1945	Ruffas (Le Bousquet d'Orb)	Puits Debay	?	0	2
19 juillet 1886	Saint-Gervais	Puits des Nières	Passet	-	1
1er juin 1898	Saint-Gervais	Puits des Nières	percement au rocher	-	3
20 septembre 1932	Saint-Gervais	Mine Simon supérieure quartier du Puits des Nières	Passet	0	0
3 juillet 1939	?	"Graissessac"	?	?	?
15 juillet 1939	?	"Graissessac"	?	?	?

) 1 mort ou 1 blessé
(**) 2 morts ou 2 blessés

Figure 10 : Inventaire des coups de grisou sur le bassin de Graissessac et des dégâts humains associés (rapport INERIS, SSE-CTz/CS-97-26EF01/R01, 1997)

Depuis l'arrêt d'exploitation, du gaz méthane s'est parfois localement accumulé dans les vides résiduels, ainsi qu'en témoignent deux inflammations produites à hauteur d'entrées de mine (Bamboche, 1978 et Galerie Mine Vigne Cave).

En parade, des cloisons syphoïdes ont été ainsi installés sur les orifices miniers encore visibles et les plus sensibles à ce problème lors de leurs mises en sécurité.

9.4 Incendies

9.4.1 En souterrain

En début d'exploitation moderne, il est signalé dès 1795 des feux de mine.

Le nombre d'incendies reste relativement restreint. L'origine principale des incendies est liée à des pratiques d'exploitation minière initiales peu sécuritaires (usage de la poudre noire, lampe à flamme nue, étincelles des systèmes de freinage...) qui vont peu à peu se durcir avec le temps, mais elles sont aussi parfois liées à l'échauffement naturel des couches à prendre feu (oxydation des pyrites, réaction fortement exothermique) sans compter la migration en profondeur d'incendies de surface par des ouvrages débouchant au jour insuffisamment isolés. Les incendies étaient maîtrisés par étouffement avec mise en place de muraillement (il n'a jamais été fait d'inondations volontaires).

Il est noté ainsi un incendie en 1848 sur un plan incliné de la mine de Garella (Devois-de-Graissessac). La mine de Verrière connut des échauffements non maîtrisés puis des incendies entre 1890 et 1895, obligeant alors à abandonner définitivement son exploitation : la mine Coustière, qui évitait la zone échauffée de la mine Verrière, fut pour cette raison ouverte puis exploitée jusqu'en 1907. La mine Verrière fut ré-ouverte ensuite en 1907 mais sans recouplement direct avec la zone autrefois échauffée et partiellement incendiée.

En 1916, un écobuage met le feu à la galerie maîtresse de la mine Félicie qui sert d'aéragé à la mine Verrière. En 1947, à nouveau, un incendie touche la 1^{ère} couche Verrière.

Enfin, les incendies furent plutôt fréquents sur les mines du Castanet-Le-Haut et de Saint-Géniès-de-Varensal (sur la dernière période d'exploitation événements survenus en 1925, 1928, 1929, 1935, 1943,1947 et enfin1951). A chaque fois, le panneau atteint par la combustion lente persistante après l'isolement de la zone incendiée doit être en totalité ou partiellement abandonné (80 000 tonnes ainsi perdus pour l'exploitation liés à ces incendies). On rappellera que c'est un incendie survenant sur un percement qui met définitivement fin, ceci de manière un peu prématuré, aux travaux d'exploitation souterraine sur la concession de Plaisance en 1951.

9.4.2 En surface

Le seul cas d'entrée en combustion récente d'un terril concerne celui des Marronniers en partie basale, combustion interne résiduelle qui se serait ensuite arrêté dans les années 1980 (voire 1990 d'après le DADT).

ANNEXE B

Phase informative - District polymétallique de Villecelle

(hors texte)

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

**Bassin houiller de Graissessac et
district polymétallique de Villecelle
(Hérault - 34)
Evaluation et cartographie
des aléas liés à l'activité minière**

ANNEXE B

**Phase informative
District polymétallique de Villecelle**

RAPPORT S 2015/034DE - 15LRO36040

SOMMAIRE

1	Contexte général du district	3
2	Géologie régionale	9
2.1	Les grands ensembles lithologiques	9
2.2	Organisation structurale des trois unités	11
2.3	La faille de l'Horte-Boussagues	12
2.4	Paléoreliefs du Trias et minéralisations au SE de la faille	13
2.5	Typologie des minéralisations	13
3	Hydrogéologie	15
4	Concession de Notre Dame de Maurian (Fer)	17
4.1	Historique	17
4.2	Contexte gîtologique	18
4.3	Méthode d'exploitation	18
4.4	Production	18
4.5	Connaissance et état actuels des sites	19
5	La concession de Saint Gervais de Mare (Fer)	27
5.1	Historique de la concession	27
5.2	Contexte gîtologique	28
5.3	Méthode d'exploitation	28
5.4	Production	29
5.5	Connaissance et état actuels des sites	29
6	Concession de Rongas (Plomb)	33
7	Concession du Bousquet d'Orb (Cuivre)	35
7.1	Historique de la concession	35
7.2	Contexte gîtologique	35
7.3	Méthode d'exploitation	35
7.4	Etat actuel du site	36
8	Concession de Villecelle (Pb, Zn , Ag)	37
8.1	Historique	37
8.2	Méthode d'exploitation	39
8.3	Production	40
8.4	Connaissance et états actuels des sites	40
8.4.1	Font-Moulieu {FML1}	40
8.4.2	Lacan – Lagrunas {LACx}	40

8.4.3	<i>Les Prades – La Cresse {CRSx}</i>	43
8.4.4	<i>La Fontête {FONx}</i>	45
8.4.5	<i>Le Roc du Planals {PLA1}</i>	46
8.4.6	<i>L’Horte et Rouquette {HRTx}</i>	47
8.4.7	<i>La Veyrasse {VEYx}</i>	52
8.4.8	<i>Combous {COMx}, Moto-cross {MTCx}, Petit Vichy {PVYx}</i>	56
8.4.9	<i>Taussac {TSCx}</i>	58
8.4.10	<i>Birec {BIT1} et Bitoulet {BIT2}</i>	62
8.4.11	<i>Saint-François ou la Ginée {GINx}</i>	63
8.4.12	<i>Bas Leuzas {LEU1}</i>	65
8.4.13	<i>Rouyre et/ou St-Georges {STGx}</i>	66
8.4.14	<i>La décharge du Pradal {DECx}</i>	68
8.4.15	<i>Bourdelles {BOU1} - Pourcasse Haute {POUx}</i>	69
8.4.16	<i>Puits des Chasseurs {CHA1}</i>	70
8.4.17	<i>La mine du Pradal {PRAx}</i>	70
8.4.18	<i>Exploitation Saint James {STJX}, Mine Bourgès {BRG} et galerie de Combes {CMBx}</i>	76
8.4.19	<i>Usclade, Rhèdes, {USCx}, {RHDx}</i>	78
8.4.20	<i>Exploitation de Boussagues {VILx}</i>	80
9	Permis d’exploitation du Bousquet de la Balme (Bauxite)	83
9.1	Historique.....	83
9.2	Contexte géologique	83
9.3	Travaux miniers	83
9.4	Production.....	84
10	Autres travaux miniers	85
10.1	Commune de Castanet-Le Haut.....	85
10.2	Commune de Saint-Gervais Sur-Mare	85
10.3	Commune de Rosis	87
10.4	Commune de Saint-Etienne-d’Estrechoux.....	88
10.5	Commune de Graissessac	89
10.6	Commune de Camplong	89
10.7	Commune de La-Tour-sur-Orb.....	91
11	Autres Explorations minières (1962-1983)	93

Préambule

Cette annexe reprend les parties informatives des rapports intitulés :

« Exploitations minières de houille et d'autres substances métalliques sur le bassin houiller de Graissessac (34) - Phase informative et évaluation des aléas mouvements de terrain. Rapport BRGM/RP-58892 version provisoire de février 2013 »

« Les concessions de Notre Dame de Maurian (fer et de Villecelle (polymétallique) (Hérault) - Phase informative et cartographie des aléas associés. Rapport BRGM/RP-59951 version provisoire de décembre 2012 ».

Par ailleurs, l'historique administratif des titres miniers synthétisé dans cette annexe à partir des documents d'archives à disposition est donné à titre indicatif. Cet historique relève de la compétence de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL).

INTRODUCTION

Cette annexe reprend les parties informatives des rapports cités en préambule.

Les données informatives sont présentées à l'échelle du bassin puis par titre ou site minier.

1 CONTEXTE GENERAL DU DISTRICT

Le secteur étudié se trouve à l'extrémité orientale de l'axe métamorphique de la Montagne Noire, à l'est des Monts de l'Espinouse. Il forme la transition entre les hauts plateaux du Caroux et la région déprimée de Bédarioux. C'est un pays au relief accidenté dont les altitudes sont comprises entre 700 à 200 mètres. La Mare y a un cours encaissé et sinueux en direction du sud, recoupant les différents termes du Cambrien au nord, puis des terrains jurassiques au sud. Ses affluents, au régime intermittent, creusent des vallons où le régime est parfois d'allure torrentiel. Cette région, bien arrosée, développe une végétation abondante de châtaigniers, de chênes verts et de buis ainsi que de nombreuses zones à ronciers (abandon de la culture et de l'élevage autrefois très actifs) ne facilitant pas la recherche des anciens travaux.

Les six titres du district sont les concessions de Rongas, Notre-Dame-de-Maurian, Villecelle, Saint-Gervais-sur-Mare (passée ensuite sous régime des minières) et Bousquet d'Orb et le Permis d'Exploitation (PEX) du Bousquet de la Balme. Ils concernent douze communes (cf. figure 1) : Rosis, Saint-Gervais-sur-Mare, Camplong, Bousquet-d'Orb, La Tour-sur-Orb, Carlencas-et-Levas, Bédarioux, Villemagne, Le Pradal, Taussac-la-Billière, Combes et Saint-Etienne-d'Estrechoux.

Les nombreux indices minéralisés connus du secteur ont fait, depuis l'Antiquité pour certains, et notamment pour les métaux de base, l'objet de travaux de surface et souterrains en quantité, dispersés, peu d'entre eux ayant conduit à une exploitation durable. Les études historiques mentionnent nombre de travaux souvent intenses dont il ne reste rien actuellement de visible hormis parfois des traces résiduelles d'anthropisation du sol.

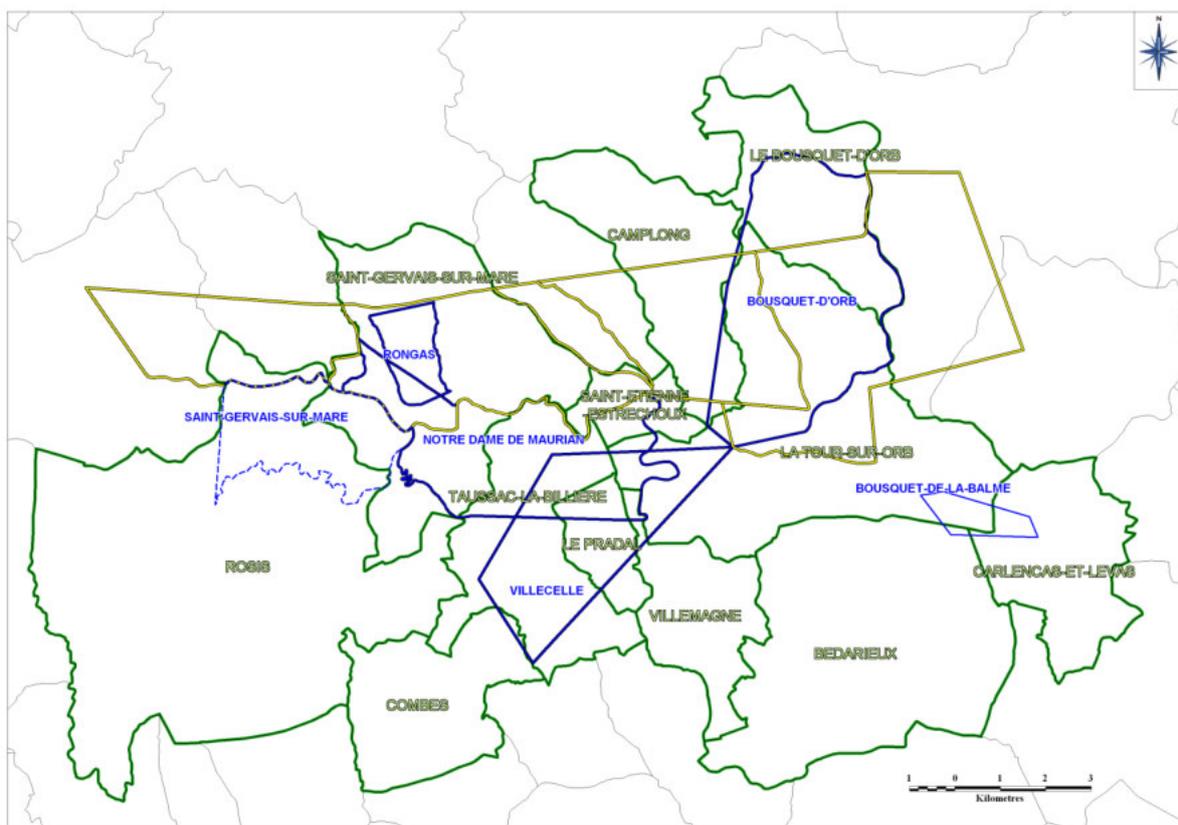


Figure 1 : Communes concernées par le district polymétallique de Villecelle
(en vert les communes, en jaune les concessions pour houille, en bleu foncé les concessions polymétallique, en bleu roi le PEX du Bousquet-de-la-Balme, en bleu pointillé le site de Saint-Gervais-sur-Mare)

2 GEOLOGIE REGIONALE

2.1 Les grands ensembles lithologiques

Pour simplifier, le secteur d'étude comporte trois domaines géologiques distincts avec chronologiquement des terrains les plus anciens aux plus récents :

Un substrat métamorphique, **paléo-protérozoïque** (mais une hypothèse cambrienne serait plausible), occupant les deux flancs de la vallée de La Billière et composé :

- des micaschistes dits de Senas le Cros [X7] de la Formation de Combes dans les reliefs de l'extrême sud-est (pied du Roc de Bessède) ;
- de métacrinérites [X8] ; des schistes (du Barry) à passées de dolomies et lydiennes [X9] de la Formation de Lamalou, occupant le cœur de la vallée de La-Billièrè ;
- des schistes siliceux ou subardoisiers, à métadolérites et dolomies [X10] de la Formation de Saint-Gervais en limite ouest du secteur, se développant largement au-delà.

L'unité tectonique non métamorphique et **cambrienne inférieure** (Géorgien) des Monts de Saint-Gervais, comportant de la base de l'unité vers son sommet et du sud vers le nord :

- une série schisto-gréseuse [k1] à passées de tufs et intercalation de cipolins à épidote, largement représentée et monotone (faciès Marcory des monts de Pardailhan) ;
- des dolomies massives à Stromatolithes [k2] pouvant atteindre 400 à 500 mètres de puissance dans la partie nord-centrale et est de l'unité ;
- des schistes calcaireux, gréseux, et des schistes versicolores à nodules calcaires [k3-4] dans l'angle nord-est du secteur.

La couverture **mésozoïque** affaissée dans le fossé de Bédarieux et basculée vers l'est, essentiellement triasique au sud, à dominante liasique vers le nord :

- Trias inférieur [t2] (grès massifs parfois carbonatés), Trias supérieur avec marnes irisées [t6-9] et Rhétien [t10] à marnes vertes, dolomies micritiques et grès ;
- Hettangien inférieur [l1] à calcaires et dolomies saccharoïdes, Sinémurien [l3-4] à calcaires oolithiques varvés et chailles, Pliensbachien [l5-6] à calcaires oolithiques et marnes, Lias moyen à supérieur indifférencié [l7_8] à marno-calcaires.

Les vallées larges sont occupées par des alluvions anciennes et des terrasses [Fy] ré-entaillées par des alluvions récentes [Fz], le Mésozoïque, affaissé au pied des grandes failles, est localement couvert d'éboulis du Cambrien, de quartz et d'éléments mésozoïques.

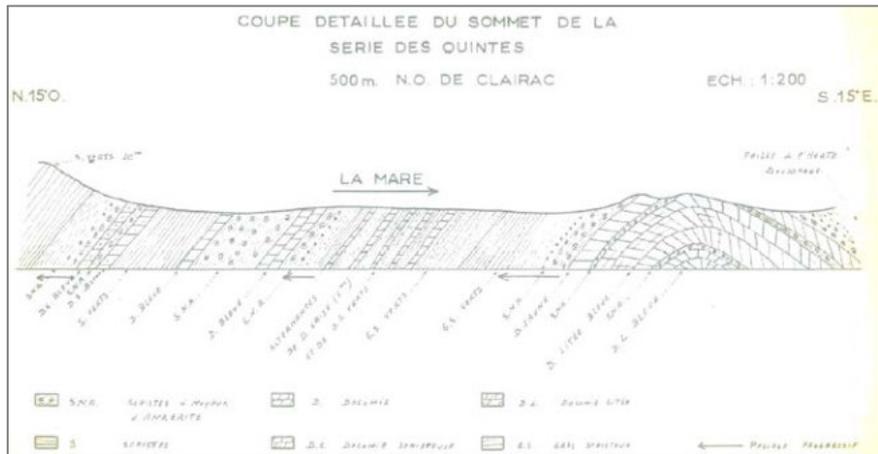


Figure 2 : Coupe du cambrien inférieur au niveau de Clairac nord (d'après Delfour, 1957)

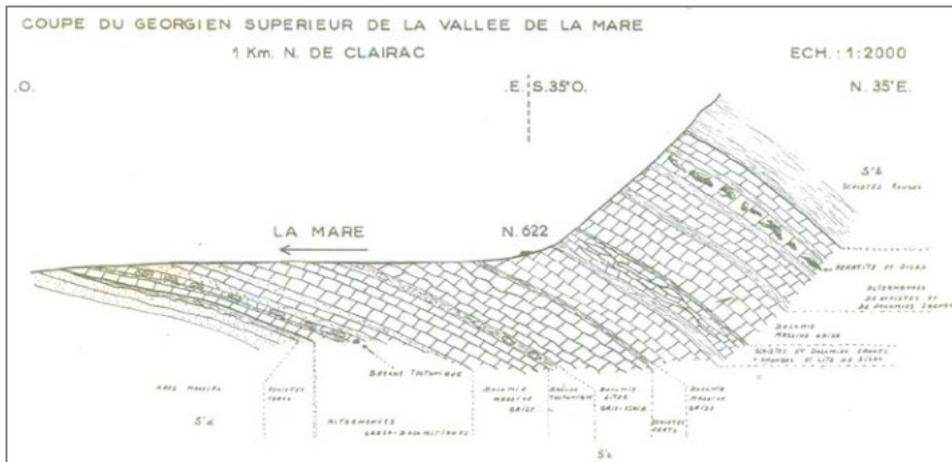


Figure 3 : Coupe du cambrien dolomitique de la vallée de La-Mare (d'après Delfour, 1957)

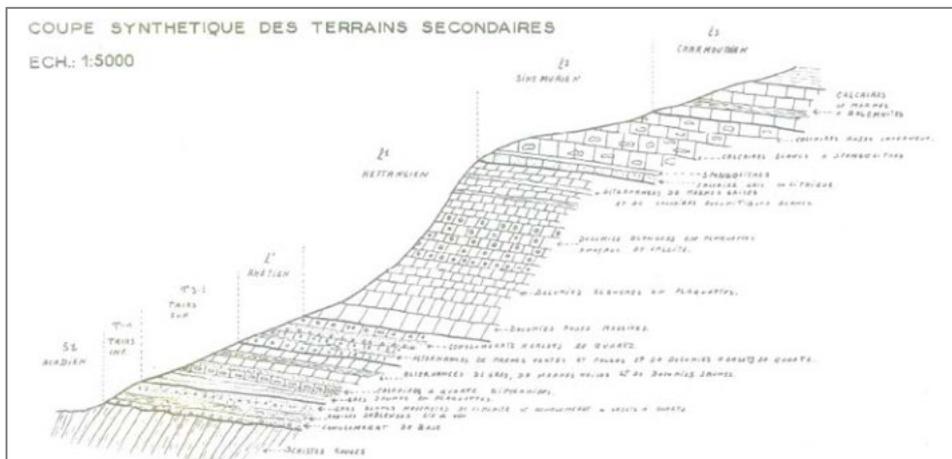


Figure 4 : Coupe synthétique du mésozoïque du bassin de Bédarieux (d'après Delfour, 1957)

2.2 Organisation structurale des trois unités

Les terrains métamorphiques dessinent une enveloppe concentrique autour de la terminaison est de la zone axiale de la Montagne Noire.

Le Cambrien des Monts de Saint-Gervais est allochtone sur les terrains X9 à X10 (Paléoprotérozoïque probable) métamorphiques, avec un déplacement supposé du nord vers le sud, mouvement qui serait tardi-hercynien (anté-houiller ?).

La grande faille de l'Horte-Boussagues orientée NE-SO est responsable au Crétacé/Tertiaire de l'affaissement des terrains secondaires de Bédarioux en contact franc et quartzeux avec les terrains du Cambrien. La présence de Permien dans le secteur mésozoïque du Pradal serait le résultat d'une remontée relative du socle à la faveur d'un horst (?), les contacts avec les terrains secondaires étant fréquemment tectonisés.

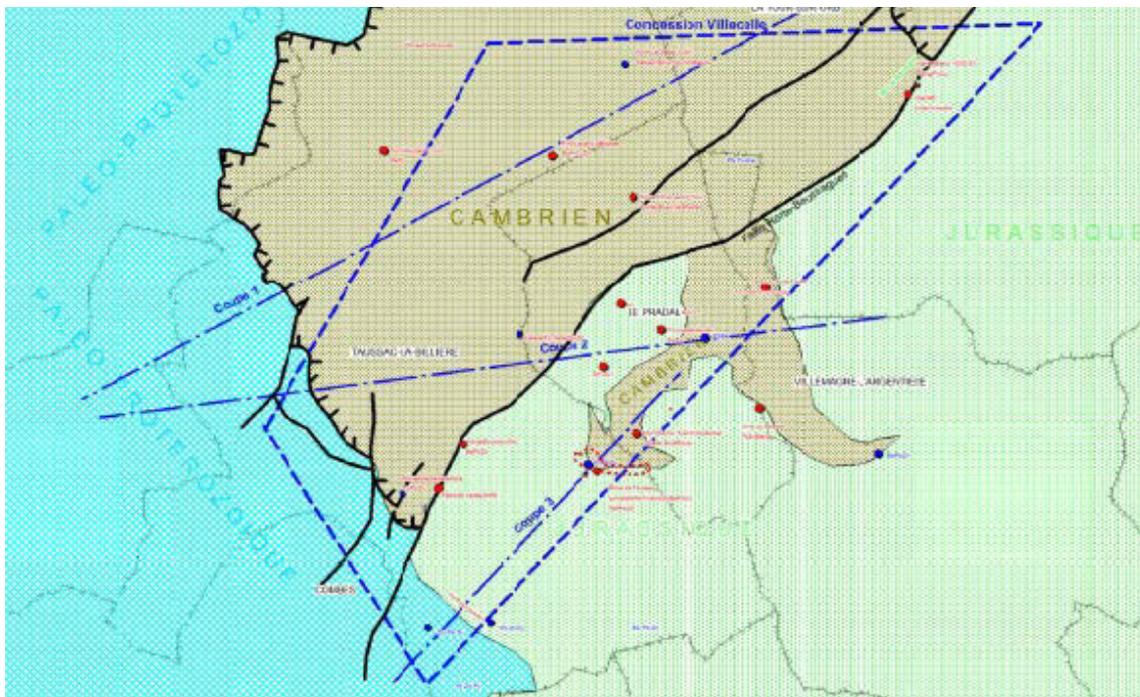


Figure 5 : Schéma géologique du secteur d'étude et traces des coupes

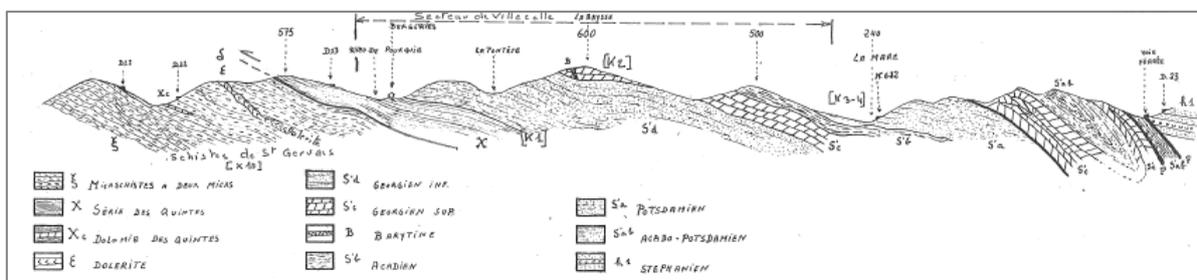


Figure 6 : Coupe n° 1, S0-NE Paléo-Protérozoïque Permien allochtone (Delfour révisé)

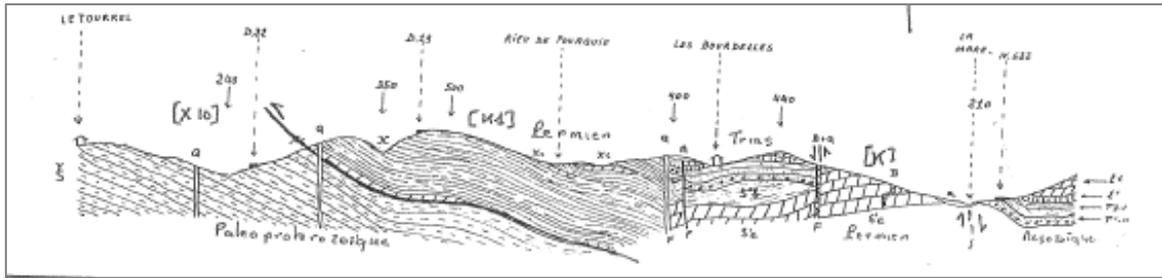


Figure 7 : Coupe n°2, SSW- ENE, Paléo-Protérozoïque-Permien-Mésozoïque (Delfour révisé)

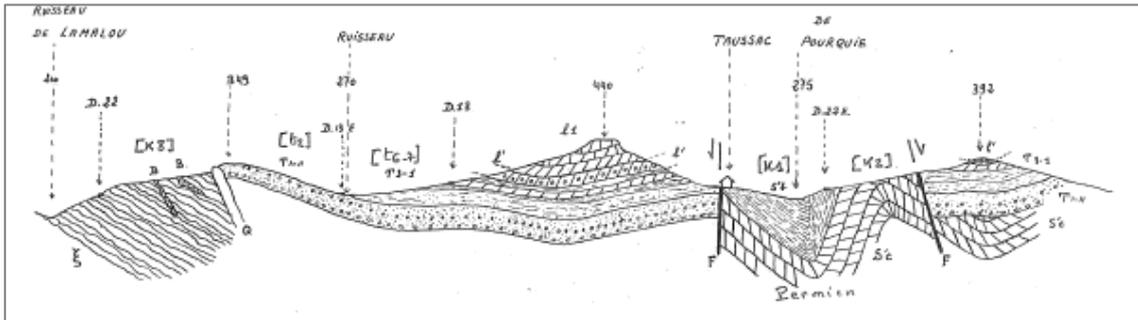


Figure 8 : Coupe n°3, SO-NE, Paléo-Protérozoïque-Permien-Mésozoïque (Delfour révisé)

2.3 La faille de l'Horte-Boussagues

Cette fracture majeure met en contact les formations cambriennes, à l'ouest avec le Mésozoïque du bassin effondré de Bédarieux, à l'est. Elle est subverticale ou pend fortement vers le SE, avec une direction grossièrement NE-SO. C'est une faille normale au sud du secteur mais qui s'inverse localement au nord. Son rejet augmente vers le NE. Facilement repérable dans le paysage, elle se traduit par un dyke quartzeux épais de 2 à 5 m. et localement en relief d'une dizaine de mètres (Photo 1). Dans une brèche d'éléments de quartz et de grès, cimentés par du quartz et de la barytine, se développent des amas et des soleils (50 cm) de barytine lamellaire. Aucune autre minéralisation n'y est visible en surface; seuls des enduits limonitiques et des chapeaux de fer peuvent laisser supposer la présence d'une minéralisation conservée en profondeur. Le filon de quartz plongerait de 75° vers le NO à la mine de Boussagues.



Figure 9 : Faille de l'Horte-Boussagues, relief silicifié (N de l'Horte et au NE de Taussac) (prises de vue 2011)

2.4 Paléoreliefs du Trias et minéralisations au SE de la faille

R. Martin (1975), puis A.G. Michard (1990), décrivent la présence d'une transgression triasique dans l'est de la faille de l'Horte-Boussagues. Les trois sites miniers de La Veyrasse, Taussac et du Pradal ont développés paléosols et rubéfaction sur haut fond triasique avec dépôt métalliques. On y observe la formation de carapaces siliceuses de nature variée, mais offrant toujours une forte porosité dans les formations transgressives (grès triasiques). L'essentiel de la minéralisation est constitué par une imprégnation plus ou moins forte de galène (+ blende) très fine dans la silice grise des faciès cherteux avec des teneurs qui, sauf exception, n'excèdent pas 5 % Pb.

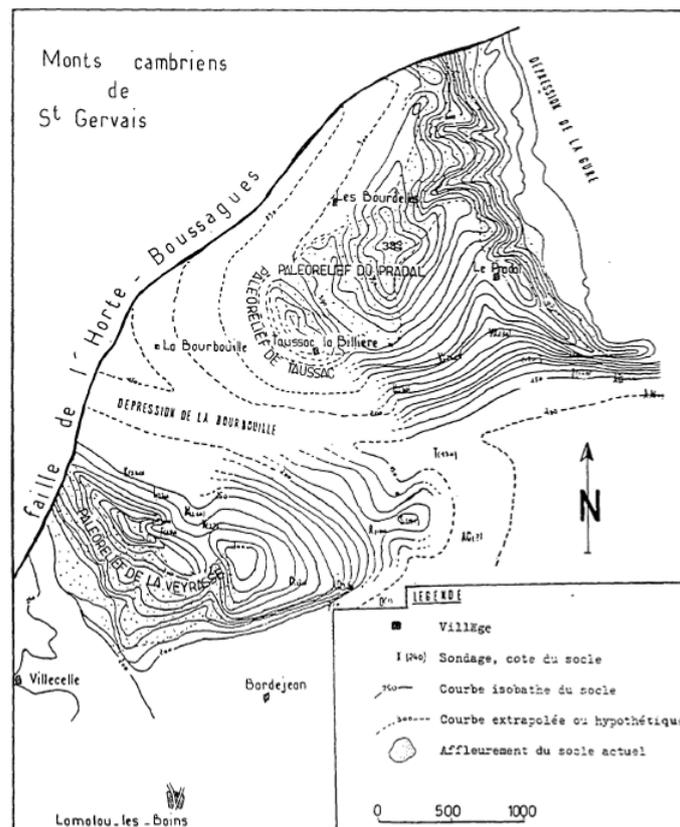


Figure 10 : Carte des isobathes du socle et paléoreliefs de La Veyrasse, de Taussac et du Pradal (d'après Martin, 1975).

2.5 Typologie des minéralisations

Du point de vue de la typologie, on peut regrouper les minéralisations selon trois ensembles ceci permettant de souligner l'allure, le contenu et l'importance de ces dépôts :

- M_{FH} : les minéralisations en liaison avec la structure cassante de la faille de l'Horte-Boussagues et accidents similaires : Horte, Boussagues, Bourbouille et vallon de Lamalou (filon des Cambous, du Moto-Cross, Moïse, Petit Vichy, Saint James, Source Carrière, Mine de Lamalou, Ancienne Source, Arènes : filons encaissés dans le Cambrien à Pb, Zn, Ag et parfois Cu) ;

- M_T : Les minéralisations en liaison avec la transgression triasique sur les paléoreliefs cambriens (au SE de la faille de l'Horte-Boussagues) :
 - M_{Ts} : Minéralisations siliceuses : La Veyrasse, Indice de Sesquièrre, etc. ;
 - M_{Tk} : Minéralisations fissurales et amas karstiques : Leuzas, le Pradal, Taussac, etc. ;
- M_F : Les minéralisations fissurales sans relation nette avec le Trias (au NW de la faille de l'Horte-Boussagues) : Maurian (sous réserves), Lacan, Lagrunas, la Cresse, La Rouyre, Saint François-la Ginée, etc.

Ces trois processus ont pu interférer rendant délicate l'interprétation géométrique des dépôts miniers et l'estimation de l'extension des travaux. Il est dans ces conditions bien difficile d'anticiper une géométrie probable des anciens travaux miniers suspectés ou méconnus.

3 HYDROGEOLOGIE

La partie traitée ici de la concession de Notre Dame de Maurian se limite aux travaux miniers réalisés autour du hameau de Maurian, point haut du réseau hydrographique producteur de sources et simplement drainé par de modestes ruisseaux à fort dénivelé.

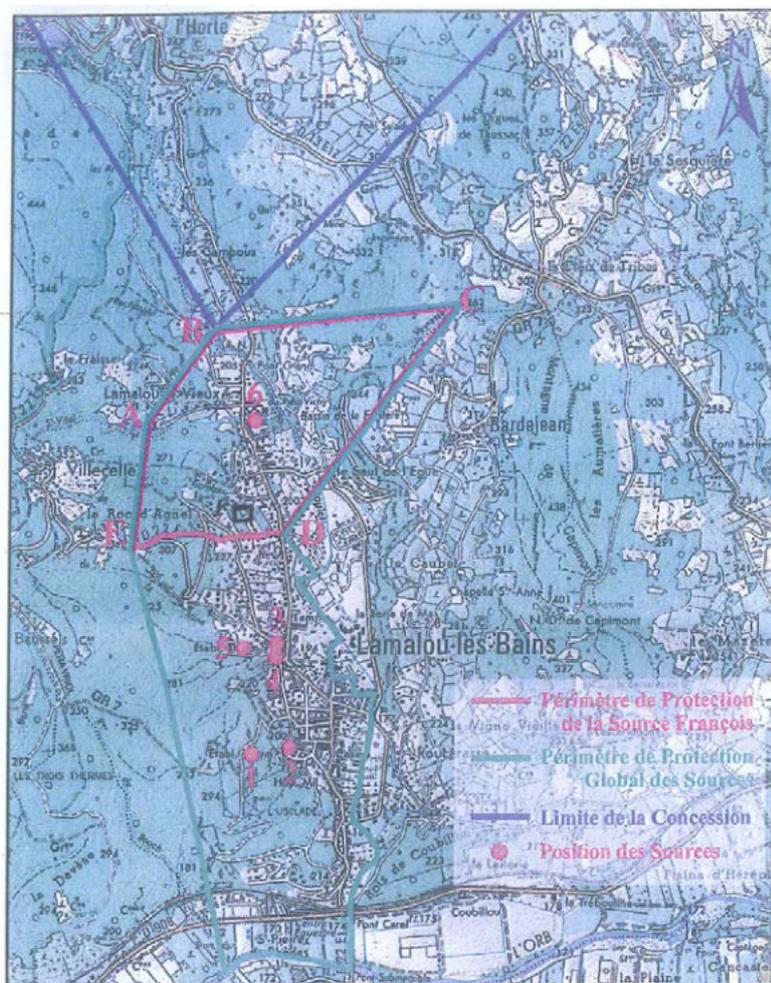
La concession de Villecelle occupe les bassins versants de la Mare (à l'est et au nord) et de l'Orb (au sud). Au niveau de la concession, la Mare s'écoule à une altitude moyenne de 200 m et l'Orb à une altitude moyenne de 170 m. Si les cours d'eau séparant les collines dans la concession sont pérennes, les flancs de ces collines sont entaillés par les ravins de ruisseaux au régime plus irrégulier.

L'hydrogéologie est dominée par la présence d'aquifères karstiques très compartimentés. La complexité de ces aquifères est à l'origine des problèmes d'approvisionnement en eau potable pour les communes de ce secteur. Certaines zones sont en effet totalement sèches, tandis que d'autres voient se superposer plusieurs nappes dont la qualité des eaux varie fortement.

La faille de l'Horte-Boussagues joue le rôle de drain souterrain (broyage), les travaux miniers qui l'ont recoupé ont été souvent le siège de venues d'eau considérables, ayant parfois conduit à l'abandon de l'exploitation.

La difficulté d'approvisionnement en eau potable a poussé les habitants à pomper de tous temps les eaux des galeries et des puits. Les différents propriétaires fonciers qui avaient manifesté le désir de garder un accès à une de ces prises d'eau ont reçu une copie des analyses des métaux lourds effectuées à l'époque sur les eaux qu'ils désiraient utiliser. Ils ont donc été mis en garde contre l'usage de ces eaux pour la consommation humaine.

Au sud de la concession de Villecelle, se situent les eaux thermales de Lamalou les Bains dont l'exploitation est une activité traditionnelle depuis le XVIII^e siècle. Lors de la demande de la concession minière de Villecelle, le puits Saint James (non retrouvé) a été foncé, mais les travaux ont dû être rapidement abandonnés suite à d'importantes venues d'eau. En effet, le pompage de ces eaux (1864) avait conduit à une baisse significative de débit des eaux thermales, rendant immédiatement les mineurs responsables de ce tarissement. Un périmètre de protection des sources a ainsi été instauré en 1867-1868, s'étendant vers le nord jusqu'en bordure du site de la Veyrasse, interdisant définitivement l'exhaure du puits Saint-James. Les exploitants miniers ont alors reporté leurs travaux vers le nord.



Carte n°6 : Extrait scanné de la carte IGN 2543 Est au 1/25.000^{ème} avec les périmètres de protection des eaux thermales de Lamalou-les-Bains
 1. Usclade - 2. Ancienne - 3. Bourges - 4. Capus - 5. Claude - 6. Petit Vichy et François
 □ E : localisation approximative du Puits ST James

Figure 11 – Lamalou les Bains – Périmètres de protection des eaux thermales et localisation approximative du Puits St James (d’après Union Minière, 1998, modifié)

4 CONCESSION DE NOTRE DAME DE MAURIAN (FER)

4.1 Historique

La concession de Notre Dame de Maurian a été instituée par Ordonnance Royale du 10 août 1825 au bénéfice de la Compagnie **Usquin** (Société civile dont le siège est à Montpellier) sur un dépôt estimé entre 2 et 5 millions de tonnes de minerai de fer (hypothèse stratiforme sédimentaire). Cette concession couvrait 1467 ha.

La concession a été vendue par la Société Usquin le 27 septembre 1894 à **Mme Lambert et Mme Simon**, puis transmise par héritage en 1909 à **M. Pierre de Bostmembrun de Boismontbrun** qui y avait antérieurement pratiqué (1906) un essai minéralurgique à partir de l'extraction d'une centaine de tonnes. M. de Boismontbrun suspendit ses recherches par manque de capitaux. La concession n'ayant pas été héritée à la mort de M. de Boismontbrun en 1916, elle a été mise par deux fois en adjudication.

Une évaluation du gisement réalisée par un Ingénieur de Mines en 1925 à 4,131 millions de tonnes de minerai semble contestable car le calcul se fondait sur l'hypothèse d'un gisement de type stratiforme relativement continu, ce que les avis ultérieurs et la composition du minerai ne confortent pas, le tonnage devrait être bien inférieur si l'on applique une hypothèse de réserves géométriquement discontinue (succession de poches).

La mutation de propriété résultant de l'adjudication a été prononcée le 30 avril 1925 en faveur de la **Compagnie Minière du Sud de la France** qui reprenait les travaux souterrains en 1927, pour les abandonner en 1930, laissant une importante dette conduisant en 1933 à sa mise en faillite déclarée.

La concession demeura ensuite sans acquéreur et le propriétaire du terrain, **M. Evesque**, avait obtenu le droit d'exploiter les minerais de surface, sous forme de minières, contrairement aux préconisations du cahier de charges. A cette époque l'extraction ne comptait au total que quelques dizaines de tonnes de minerai.

La déchéance du concessionnaire, la Compagnie Minière du Sud de la France, fut prononcée le 15 mai 1942.

Une première adjudication de la concession le 31 août 1943 au bénéfice de **M. Jean Dusfour** (Saint Gervais sur Mare) avait été dénoncée.

La concession fut attribuée le 26 juillet 1947 (J.O. du 30/07/1947) à la **Société des Hauts Fourneaux de la Chiers**, repliée partiellement à Toulouse, qui recherchait des sources locales de minerai. Quelques dizaines de tonnes de minerai ont été envoyées pour essai de traitement en four Martin à Toulouse (test qui n'ont en fait pas été réalisés). L'usine de Longwy souhaitant récupérer du minerai siliceux pour obtenir un mélange favorisant la fusion de la minette Lorraine, rouvre en 1957 les galeries en vue de l'évaluation d'un dépôt compris à présent comme plus discontinu (poches) que stratiforme. La discontinuité du dépôt, la variabilité du minerai et de sa teneur en barytine (séparation coûteuse) furent jugés comme des éléments défavorables. L'ingénieur des Mines constatait l'existence de nouvelles galeries (lesquels ?, allant de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres et de deux puits de 7 et 12 m de profondeur (?)). Les obturations auraient été effectuées par M. Elie Loubet et M ; René Senaux, habitants de Maurian, sur commande de H.F.C.

Lors de la demande de renonciation formulée par la Société des Hauts Fourneaux de la Chiers en 1974, l'avis de terrain de l'Ingénieur des Mines stipulait que si les galeries les plus anciennes étaient obstruées (ou effondrées à l'entrée), il restait 4 galeries non sécurisées : la Borthe B, la Borthe K, la Barrière (Châtaignier) et Castan-Bejo (Vestoure Sud).

Ces ouvrages ont par la suite été fermés par remblayage de l'entrée, suffisamment pour que le Services des Mines (constat de juin 1975) prononce la renonciation le 9 octobre 1975.

4.2 Contexte géologique

Le gisement est discontinu, organisé suivant une surface affectant la forme d'un synclinal peu marqué qui disparaît au sud de Maurian (allure de terminaison périclinale). Vers le nord, il s'enfonce sous des schistes gréseux verts, souvent silicifiés, eux-mêmes recouverts par les bancs de dolomies du Géorgien supérieur. Il se coince au nord de Maurian. A l'est du hameau, les grès imprégnés d'hématite sont horizontaux ou pendent légèrement vers le NE de 10°.

Le minerai de fer est constitué d'hématite brune et de limonite, de jaspéroïdes gris ou jaunes, compacts et durs, ou pulvérulents quand ils se chargent de limonite, d'hématite et de fines paillettes d'oligiste. Une analyse relevée dans un rapport minier de 1938 et portant sur un échantillon pris en place dans une galerie nous donne : 45,11 % Fe, 21,32 % SiO₂, 1,98 % MnO₂, des traces de phosphore, d'alumine, une perte au feu de 9,94 %. Gonord H. (1966) pense que l'on se trouve en présence de deux types de minerai, l'un à hématite en contexte détritique grossier ou fin (La Borthe), l'autre à sidérose primaire oxydée en hématite-limonite en milieu carbonaté.

L'épaisseur moyenne de la couche très discontinue (succession d'amas aux contours irréguliers) de goethite est de 2 m, elle atteint parfois 5 m, mais disparaît en de nombreux points. La minéralisation s'étend approximativement sur 20 hectares. Il semble que le niveau minéralisé, discontinu, soit interstratifié dans les assises cambriennes, et se soit mis en place par substitution dans le premier banc de dolomies des alternances gréso-dolomitiques de la base du Cambrien inférieur-Géorgien supérieur.

4.3 Méthode d'exploitation

Nous sommes en présence de galeries ouvertes à partir d'affleurements minéralisés. Compte tenu du caractère discontinu d'une minéralisation organisée en poches métriques successives, la forme des galeries s'est adaptée au dépôt minéral. Il ne semble cependant pas y avoir eu d'ouvertures en vastes chambres, les traçages correspondant plutôt à des reconnaissances d'exploration plus qu'à des pratiques d'exploitation.

4.4 Production

En 1938, l'Ingénieur des Mines Estival estime le tonnage extrait à 600.000 t. de minerai à partir des mines de La Borthe, du Châtaignier, du Noyer, probablement à des fins d'essais métallurgique. Ce chiffre semble exagéré. La Société des Hauts Fourneaux de la Chiers déclare, dans sa demande de renonciation, n'avoir commercialisé aucun produit extrait. De fait, l'essentiel des travaux semblent ne correspondre qu'à des recherches sans production significative.

4.5 Connaissance et état actuels des sites

Ouvrages débouchant au jour

Le hameau de Maurian se trouve à peu près au centre d'un gisement d'hématite brune en poches dans les dolomies cambriennes.

La recherche de ces travaux a été rendue difficile par la fréquence d'une végétation très dense. Les quatre galeries sécurisées par Union Minière (1997) portent des noms qui sont sans relation avec les appellations historiquement connues de la concession. Un rapprochement a pu être fait par concordance géographique, mais des incertitudes subsistent.

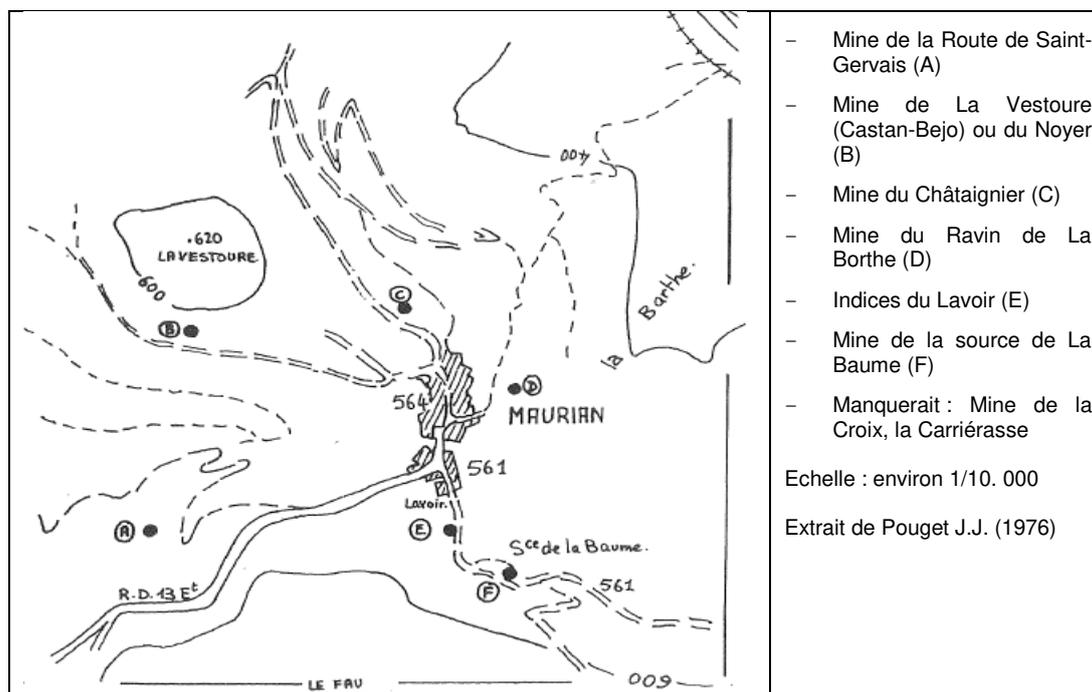


Figure 12 : Travaux miniers des environs de N.D. de Maurian (d'après Pouget, 1976).

D'après Pouget J.J. (1976), toutes les entrées de galerie auraient été fermées depuis 1973. Nous n'avons, lors de nos visites, constaté la présence d'aucun ouvrage ouvert. Tous semblent avoir été obturés et le site surfacé ou recouvert de colluvions.

- **Ouvrage de la Route de Saint-Gervais**

Signalé comme étant situé à une centaine de mètres au NO de la Croix (Gonord, 1966), il ne s'agirait en fait que d'une modeste carrière entaillant un complexe filonien à l'affleurement, disposé dans une zone de failles orientées NNO-SSE.

Cette entaille n'a pas été retrouvée du fait d'un recouvrement végétal dense. L'objet ne figure pas sur la carte, ni sur les tableaux d'inventaires.

- **Galerie de La Croix {NDM1}**

Galerie située au sud de Maurian, sur le flanc NO de la Montagne de Fau (point coté 552, modifié depuis), quelques mètres à droite (en allant vers Maurian) de la D13, au croisement de la piste forestière menant à Lacan. La galerie décrite en 1957 comme éboulée à son entrée, a été obturée ensuite. La visite de terrain n'a pas permis de localiser avec précision cette ancienne entrée, le terrain ayant été remodelé par la création de terrasses de plantations forestières et sans doute l'ouverture de la piste. Un modeste cône peu épais de produits miniers hétérogènes à barytine et quartz, étendu jusqu'à la route, donne une idée de l'emplacement de l'entrée. La galerie présentait une longueur de 45 m, se terminant en une fourche à 4 branches (cf. figure 13).

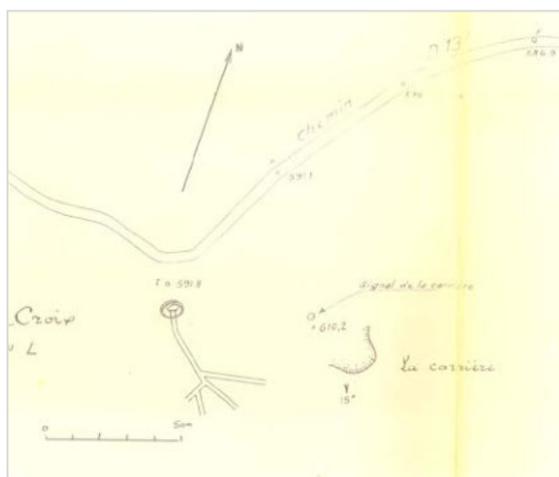


Figure 13 : Maurian-La Croix, schéma de localisation (d'après H.F.C., 1957)

- **Galerie de la Carrièreasse {NDM2}**

Les archives consultées ne mentionnent pas d'informations utiles sur cet ouvrage réalisé en fond de vallon, la galerie ouverte en direction du SE, sinueuse, serait longue de 75 m, passant sous l'actuelle route de Maurian à environ 15 m de profondeur. Il ne subsiste aucune trace de l'entrée réputée bouchée, dont on devine l'emplacement malgré les mouvements naturels du terrain fortement penté à cet endroit. Le vallon est un site de dépôt de matériaux inertes recouvrant partiellement ce site. Une mesure DGPS a été effectuée au niveau de l'emplacement supposé de l'entrée.

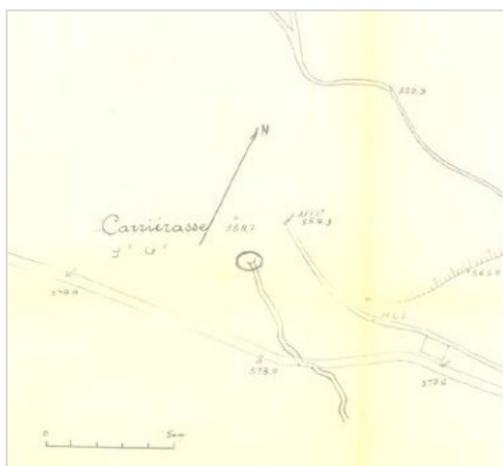


Figure 14 : Maurian-Carrièreasse, plan sommaire de la galerie (d'après H.F.C., 1957)

- **Puits de Vestoure {NDM3}**

Simplement signalé sur le document cartographique H.F.C de 1957, il a servi de repère de calage. Sa trace a été retrouvée sur le chemin de crête conduisant à la Vestoure sous la forme d'une légère cuvette de 6 mètres de diamètre, avec un creux d'environ 1 mètre, et bordé de déblais ferrugineux et barytique.

- **Galerie de Vestoure-Sud {NDM4}**

Egalement connue comme galerie de Castan-Bejo, du Noyer ou du Cerisier, la galerie de Vestoure-Sud, longue de 40 m (avec section perpendiculaire de 15 m + ?), est tracée dans la direction d'une flexure présentant un pendage de 60° vers le SE dans un minerai à barytine-hématite brune et un encaissant schisteux avec zones broyées, riches en fer. Une dolomie gréseuse blanche en constituerait le mur. Des fractures à barytine ont été observées (Gonord, 1976) suivant trois orientations N20°E-90°, N105°E-90°, N35°E-70°SE, visibles également dans la tranchée précédant la galerie.

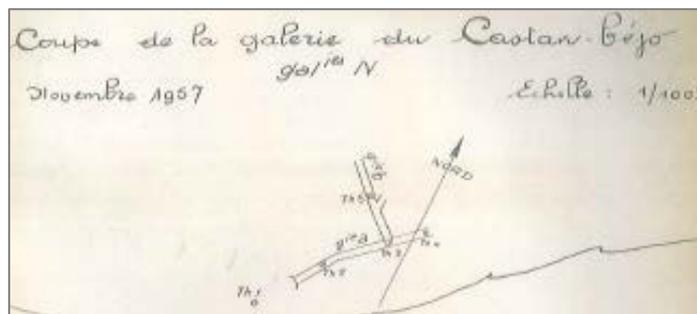


Figure 15 : Maurian-Vestoure Sud, plan sommaire de la galerie (d'après H.F.C., 1957)

A.H. Boulanger (fiche BSS de 1973) y décrit une exploitation par pic, compresseur, explosif, barre à mine et donne le plan des travaux souterrains et son accès (cf. figure 16).

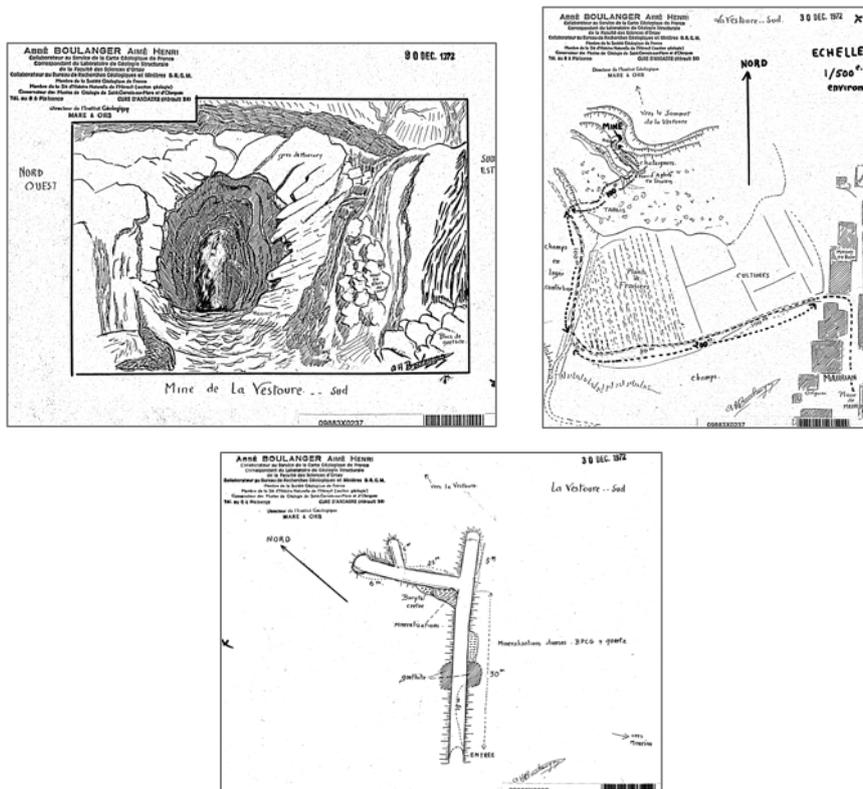


Figure 16 : Maurian-Vestoure Sud, accès et plan de la galerie (d'après A.H. Boulanger, 1972)

Union Minière, lors de ses travaux de sécurisation (1998), désigne cette galerie sous le nom de "Galerie des Cerisiers" (alors accessible sur 20 m), et signale la présence d'une descenderie en pente douce vers la gauche à 15 m de l'entrée. Il semble donc que cette galerie supposée bouchée en 1976 se serait réouverte. Pour Union Minière, le toit n'est pas de bonne qualité et de nombreux éboulements sont visibles au niveau de la descenderie qui s'est remblayée naturellement après 5 m. La sécurisation par Union Minière a consisté en un effondrement de l'entrée de la galerie, puis en un remblaiement sur 10 m avec reconstitution des terrasses.



Photo n°26 : Galerie des Cerisiers avant Travaux

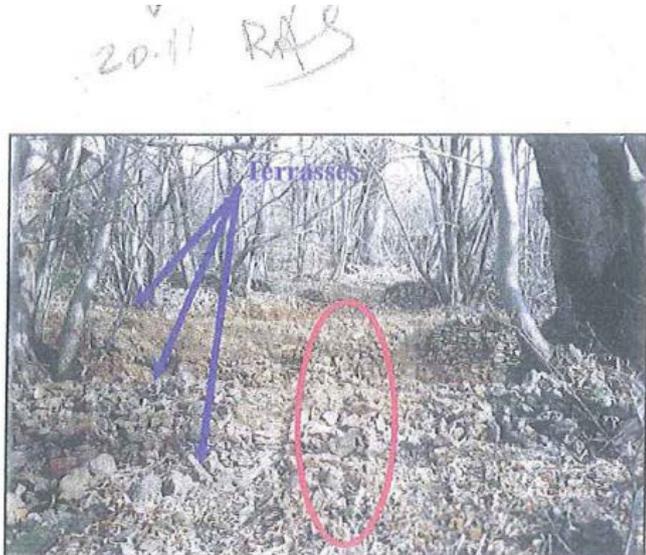


Photo n°27 : Galerie des Cerisiers après Travaux

Figure 17 : Maurian-Vestoure Sud, état de l'entrée avant et après traitement (d'après Union Minière, 1997)

On ne peut actuellement plus identifier aucune trace visible du site entièrement remodelé et sous une végétalisation naturelle envahissante. Une enquête auprès des habitants du hameau pour guider cette recherche n'a pas pu aboutir.

- **Galerie du Châtaignier {NDM5}**

Egalement désignée galerie du Renard, du Vieil Arbre, elle pourrait aussi correspondre à la galerie de la Barrière décrite par Gonord (1966). La galerie est de longue 30 m, avec 20 m de tracé perpendiculaire pour une hauteur de 1,80 m. Le minerai est constitué de barytine-hématite brune en amas avec oligiste en paillettes, pyrite et quartz. Les haldes sont actuellement masquées. Le toit schisteux et le minerai montraient d'évidentes traces d'étirement, la galerie butant sur une faille (Gonord, 1966).

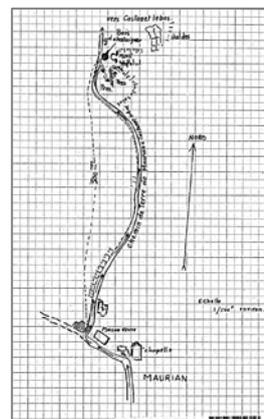
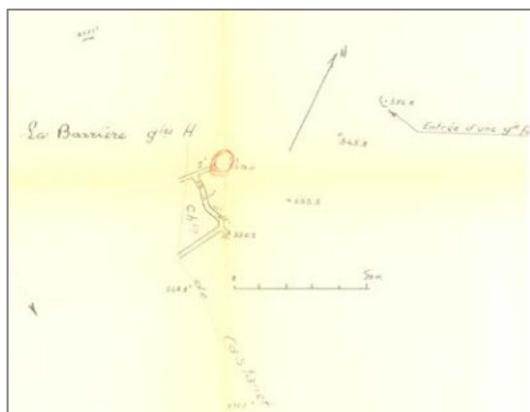


Figure 18 : Maurian-Châtaignier, plan sommaire et accès au site (d'après H.F.C., 1957 ; BSS)

Selon Union Minière (1998), l'entrée de cette galerie ("galerie du Vieil Arbre"), s'ouvrait 5 m en contrebas du sentier. Elle avait une structure identique à celle de la Galerie des Cerisiers, mais n'aurait fait que 7 m de long (éboulement ?) avec un embranchement se situant à 5 m de l'entrée (amorce de la galerie de 30 m). Union Minière a fait excaver la terre qui recouvrait la galerie, effondrer son toit, remblayer la partie effondrée et rétablir le profil initial du terrain avec des matériaux trouvés sur place.



Figure 19 : Maurian-Châtaignier, état de l'entrée galerie avant et après traitement (d'après Union Minière, 1997)

- **Mine du Ravin de La Borthe K {NDM6}**

La galerie de La Borthe K, ou "galerie du Pré" (Union Minière, site n°3), était, selon Union Minière, encore visible dans une zone boisée en contrebas d'un jardin et d'un pré, avec deux courtes recoupes partant d'un conduit rectiligne de 25 m de long. Un éboulement était visible à 10 m de l'entrée. Union Minière, compte tenu de l'accès difficile et de l'absence de matériau sur place, avait opté en faveur d'une fermeture par foudroyage à partir d'un pan rocheux en surplomb.

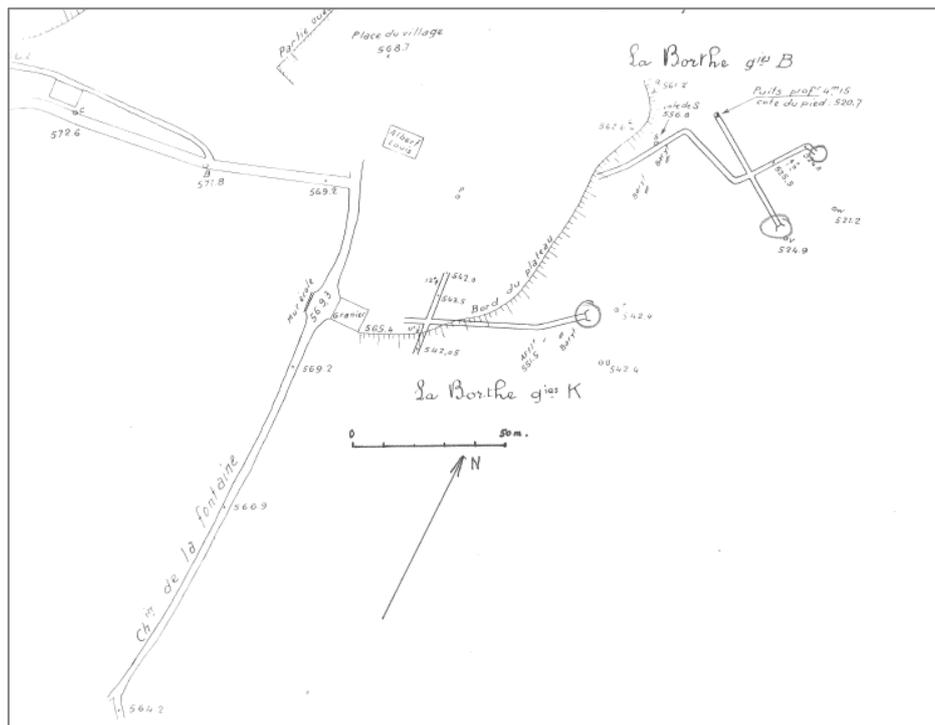


Figure 20 : Maurian-La Borthe, plan des travaux B & K (H.F.C., 1957)

Le plan H.F.C. de 1957 donne pour la galerie une longueur de 55 m, se terminant sur une croix (15 et 11 m), ces travaux atteignant nettement les propriétés de la bordure sud du hameau, environ 22 m. en dessous, domaine de jardins sans constructions. Il convient cependant de tempérer le risque en considérant qu'il ne s'agit ici que d'une galerie d'exploration dont la section, régulière, est très certainement inférieure à 2 x 2 m, sans qu'aient été développées des cavités de gros volumes (aucune chambre signalée). Malgré d'intenses recherches et enquêtes, il n'a pas été possible de localiser l'entrée de ces travaux dont il ne reste aucune trace suspectée en surface.



Figure 21 : Maurian-La Borthe K, état de la galerie avant et après traitement (d'après Union Minière, 1997)

- **Galeries de la Borthe B nord {NDM7} et sud {NDM8}**

Egalement connu comme les galeries des Crapauds, ces galeries sécantes ont été ouvertes en suivant deux « filons » minéralisés sur quelques dizaines de mètres au NE de la galerie de La Borthe K, sur le même flanc du vallon et en direction du hameau. Un plan fourni par Delfour (1957, figure 22) (BSS 09883X0236) montre bien ces deux galeries sécantes (hautes de 1,75 m. à 1,85 m.) aboutissant au jour. De l'entrée à l'extrémité de la galerie principale, l'ouvrage atteint environ 75 m. en direction du SO.

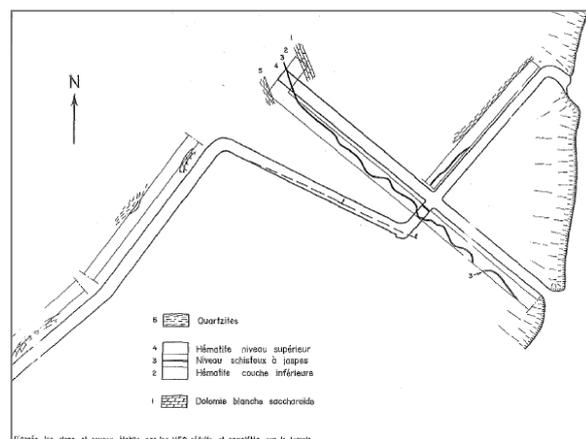


Figure 22 : Maurian-La Borthe B, plan des galeries (d'après Delfour, 1957)

Selon Pouget (1976), la puissance de la couche minéralisée à hématite massive et barytine, sensiblement horizontale, varie de 0 à 5 m. irrégulièrement (dépôt karstique). Une tranchée d'une quinzaine de mètres précédait une galerie de 40 m. ouverte dans son prolongement (diffère du plan donné par Gonord, 1966).

Le plan H.F.C. de 1957 signale l'entrée sud comme ouverte et celle du nord obstruée. A.H. Boulanger constate en 1973 que l'ensemble a été sécurisé et rendu inaccessible. Lors de notre visite de terrain, aucune ouverture n'a pu être observée à cet endroit où la pente est forte et le sol colluvionné. Plus aucune trace d'activité minière n'est donc visible à l'endroit supposé de la tranchée engageant la galerie.

Galeries de la Borthe D {NDM9} et du Châtaignier NE {NDM10}

Sites mal décrits dans les archives et qui n'ont pas été retrouvés sur le terrain.

Galerie de la source de La Baume {NDM11}

Egalement désignée galerie des Hortensias, la fiche BSS (A.H. Boulanger, 1973) décrit la présence d'un petit barrage retenant l'eau d'exhaure, ce qui justifiait le nom de source donné à cet ancien ouvrage minier.

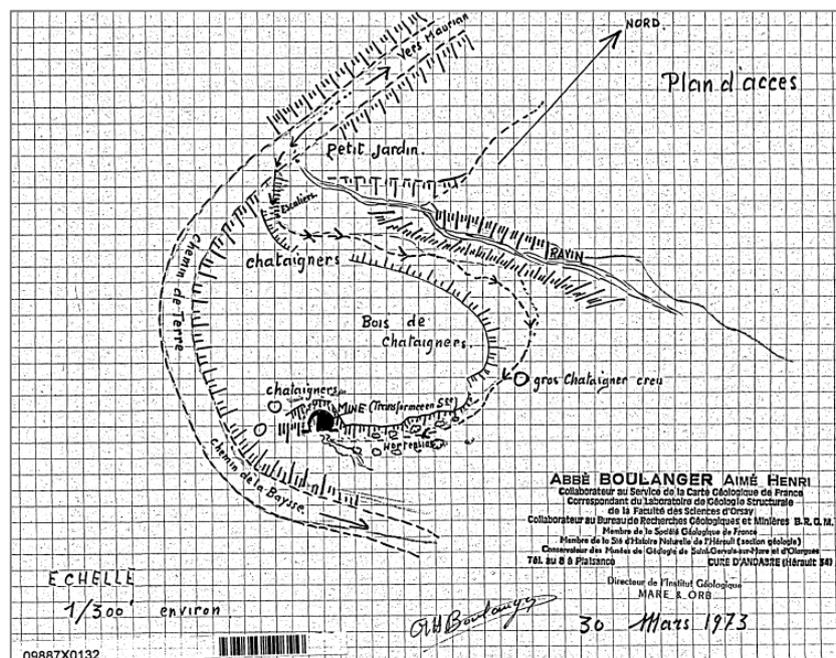


Figure 23 : Maurian-La Baume, accès à la galerie (BSS, A.H. Boulanger, 1973)

D'après Pouget (1976), il s'agirait d'une galerie de 69 m ouverte dans les assises schisto-dolomitiques, stratigraphiquement situées sous la dolomie massive jaune et gris-bleu, mais n'en donne par la direction. Les archives ne mentionnent pas l'importance de l'extraction et il n'existe pas de déblais significatifs en sortie. La mine serait en fait antérieure à l'époque moderne.

Le propriétaire (M. Mas) désirant conserver la source (à l'origine de la superbe coloration bleue des hortensias de son jardin), la galerie a été obturée par Union Minière (1998, site n° 4) à l'aide d'un mur en béton armé de 1 m d'épaisseur, en ménageant une sortie par tuyau en PVC de manière à ce que l'eau continue à s'écouler librement. Ce mur a été construit en retrait, au niveau de la retenue ancienne, de manière à conserver au propriétaire le petit abri dont le sol a été bétonné. La visite des lieux confirme la bonne tenue de la fermeture et des terrains environnants.

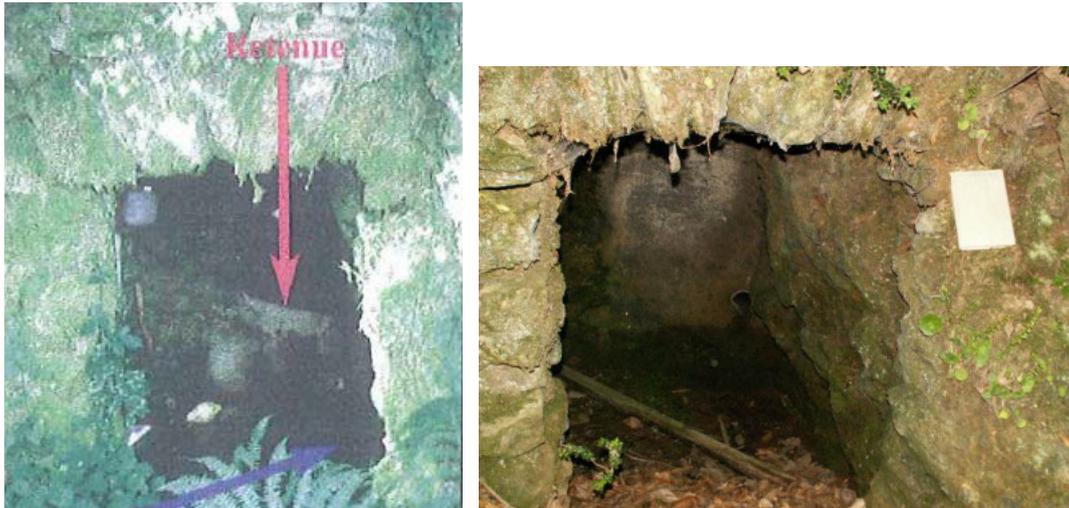


Figure 24 : Maurian-La Baume, l'entrée avant traitement (UM, 1997) et état actuel (J.L.N., 2011)

Dépôts de surface

Il n'a pas été identifié de dépôt de surface.

Désordres

Aucun désordre n'est signalé. La population actuelle est à dominante saisonnière et les anciens s'y font rares. La seule personne ayant mémoire d'une partie des travaux, M. Scuzak, n'a pas connaissance de désordres.

5 LA CONCESSION DE SAINT GERVAIS DE MARE (FER)

La concession de fer de Saint Gervais-sur-Mare est une des concessions pour substances métalliques qui a engendré les travaux miniers les plus conséquents.

5.1 Historique de la concession

L'exploitation a démarré à des temps anciens sur les affleurements d'hématite et poursuivie en souterrain par de courts puits, galeries et descenderies. Certains de ces vestiges non retravaillés ensuite ont été repérés sur le terrain.

Sur la seule base de 4 zones avérées d'affleurement, il est accordé le 10 août 1825 à la société Usquin, déjà concessionnaire des concessions pour houille de Devois-de-Graissessac et de Boussagues, la concession de fer de Saint Gervais-sur Mare. Devant son incapacité financière à convertir la houille sous forme de coke sur ces deux concessions, elle renonce par ailleurs à exploiter le minerai de fer de Saint-Gervais-sur-Mare.

Après constat répété de l'absence de tous travaux miniers, la concession finit par être annulée le 12 mai 1894. Il ne reste pas de document minier technique de ces premiers travaux pendant ou avant la concession.

Hors contexte concessif, l'exploitation moderne démarre vers 1908-1909 avec une série de galeries de recherches qui ont recoupé les vestiges plus ou moins éboulés de vieux travaux et qui délimitent grossièrement le gisement de limonite (100 tonnes extraites) au nord du ruisseau du Navet. Après cette phase exploratoire préliminaire menée par les sieurs Hay, Prangey et Grobert, leur demande en concession faite en 1912 va leur être refusée le 30 juillet 1915 (insuffisance des recherches, minerai considéré comme siliceux, transport onéreux). Suite à ce refus, les droits sont cédés en 1915 à MM. Descamp Cie, qui exécutèrent quelques travaux de décapage et des fouilles souterraines de faible importance, avant de céder à son tour les droits de recherches à M Castelnau.

Les travaux menés par M Castelnau reprennent alors sous forme d'une minière exploitée essentiellement à ciel ouvert depuis les affleurements dans le fonds du ravin du Navet. Les besoins pour la guerre vont permettre de faire glisser insensiblement cette petite exploitation à ciel ouvert en une véritable mine souterraine : un travers banc long de 130 m relie la mine à l'actuelle RD 922 et y facilite l'évacuation du minerai. Le travers banc est doublé en surface par un plan incliné pour l'exploitation à ciel ouvert. La Compagnie Minière du Sud de la France qu'il crée alors, va se voir enfin accorder par arrêté préfectoral le 9 août 1924 le droit de disposer pour la vente des produits des recherches souterraines, droit renouvelé annuellement. Cette situation d'exploitation sous prétexte de recherches va perdurer ainsi sans être remise en cause jusqu'en 1927.

La Compagnie Minière du Sud de la France pose le 11 mai 1927 une demande de concession pour Fer, Plomb, Manganèse et autres métaux connexes, ceci en vain. En s'approfondissant, le niveau hydrostatique devient proche là où le minerai est reconnu sous forme de pyrite. Avant de passer à l'exploitation de cette dernière, les travaux s'interrompent en 1931. Une seconde demande cette fois-ci pour pyrite de fer faite par la compagnie Minière du Sud de la France et déposée le 31 octobre 1929 est également rejetée le 22 avril 1932.

En 1931, une société concurrente, la Compagnie des Produits chimiques, électrométallurgiques d'Alais, Forges et Camargues réalise même un sondage pour recouper la couche de pyrite mais sans succès.

En 1935, M. Dufour, après avoir racheté le matériel d'exploitation en 1934, demande en 1935 à exploiter le site en minière : il obtient le droit à son tour de disposer des produits de recherches le 22 février 1935. Dès 1938, les travaux sont provisoirement arrêtés. En 1939, les travaux reprennent un temps mais le service local des mines demande l'arrêt de l'exploitation irrégulière. La partie exploitable à ciel ouvert arrive à épuisement et M Dufour continue l'extraction en souterrain, obtenant le 12 septembre 1941 le droit de poursuivre l'exploitation en cours en minière pour un an, en attendant qu'une demande de permis d'exploitation soit déposée et instruite. M Dufour fait une demande de concession pour pyrite déposée dès 1941. Pour insuffisance des recherches sur la partie du gisement en pyrite, la demande sera également refusée.

Entre temps, M Dufour cède son affaire à un groupe qui se borna à glaner en surface sans effectuer un travail sérieux. Il récupère son affaire en fin 1945 et redemande à nouveau l'exploitation souterraine en minière du site, demande qui sera accordée seulement en 1946 et pour un an. Après 1947, l'exploitation se poursuit néanmoins, mais de manière de plus en plus sporadique, jusqu'à l'abandon définitif du site par son exploitant en 1953.

5.2 Contexte géologique

Ce gisement est lié à une couche interstratifiée de minerai de fer présente dans la formation antécambrienne des schistes "X" de Saint-Gervais (fig. 70). Ce filon couche est à pendage SE moyen (35 à 45°) pour une puissance très variable de moins d'un mètre à plus de 5 m mais en moyenne de 3,5 m. A l'affleurement, le minerai du filon-couche est d'abord sous forme d'hématite, puis très vite dès les premières mètres de profondeur évolue à de la limonite. En s'approfondissant, le minerai passe sous le niveau hydrostatique sous forme de pyrite.

Un filon croiseur incliné à 45° de direction SSW-NNE, dit filon du Rocher de Pons, rejoint le filon couche exploitée et a été interprété comme le prolongement sud du gisement précédent. A 1 km de la mine de fer, il a été reconnu superficiellement par tranchée (hématite) mais sans investigation plus profonde. Sa position exacte n'est plus connue.

Des dykes ferrugineux de direction NW-SE visibles à l'affleurement prolongent aussi la minéralisation jusqu'au-delà du ruisseau de Cosselouvre jusque dans la concession voisine de Notre-Dame-de-Maurian mais ils n'ont jamais été ni reconnus, ni exploités.

5.3 Méthode d'exploitation

Des premières exploitations, il ne reste que les traces mises à jour lors des recherches puis lors de l'exploitation en minière : ce sont essentiellement des grattages en surface, des tranchées qui ont été retrouvées, poursuivies ou non par de courts puits de 2 à 6 m de profondeur et de courtes galeries ou descenderies ne dépassant pas les 10 m de longueur.

L'exploitation souterraine récente a été menée par un quadrillage plus ou moins réguliers de galeries horizontales recoupées perpendiculairement par des montages, donnant au plan minier l'allure d'un secteur en chambres et piliers abandonnés.

L'exploitation s'est faite avec peu de moyens, hors d'eau et n'a rencontré que peu de difficultés : tout au plus, il est mentionné l'inondation ponctuelle par orages des travaux à ciel ouvert en mars 1925 puis en septembre 1926. A la moindre difficulté (exemple d'une venue d'eau de débit limité dans une galerie de recherche basse dans des horizons plus pyriteux en 1926), l'ouvrage était rapidement abandonné.

5.4 Production

La limonite, utilisée principalement comme matière épurante dans les usines de gaz, était de médiocre qualité, car de composition irrégulière, trop sèche, trop lourde, trop compacte et réagissant lentement. Elle a surtout profité de la pénurie de la guerre : la production de 180 tonnes en 1916 atteint dès 1917 un maximum de 1980 tonnes pour se maintenir à plus de 900 - 1 000 tonnes/an jusqu'en 1921 et chute brutalement à 250 tonnes/an dès 1922. Grâce à une amélioration de la production et de la diversification de la clientèle, la production remonte progressivement et atteint dès 1925 un niveau de 2 000 tonnes/an. Les productions ultérieures restent mal connues mais on peut estimer que la production totale est comprise entre 30 000 et 50 000 tonnes.

5.5 Connaissance et état actuels des sites

Ouvrages débouchant au jour

L'entrée principale de la mine constitue aussi après exploitation la principale émergence minière. Ce travers banc est envahi par la boue qui s'étale aussi à son débouché sur plusieurs m².



Figure 25 : Entrée principale en travers banc de Saint-Gervais-Sur-Mare (eaux minéralisées en hydroxyde de fer)

Au vu du plan minier à 1/1 000 le plus récent (bien que non daté), on accédait aussi à la mine souterraine par un travers banc en descenderie côté sud et 3 autres galeries horizontales tracées dans le versant depuis l'affleurement côté ouest. Ces entrées ont été retrouvées sur le site très partiellement obturées (seule la galerie horizontale la plus amont numérotée n° 5 sur le plan (SGM 674) serait effectivement fermée)

Mais après reprise de l'exploitation à ciel ouvert côté ouest à l'affleurement, plusieurs galeries souterraines ont été recoupées et se retrouvent ainsi débouchant au jour à leur tour. Aujourd'hui, on relève ainsi 7 nouveaux orifices miniers ouverts sur la mine souterraine sur la ligne d'affleurement et un peu au-dessus de ces entrées un puits ouvert de faible diamètre et de profondeur inconnue. Un neuvième nouvel orifice minier ouvert sur galerie (montant d'aérage ou fontis ouvert sur la galerie ??) se trouve un peu plus à l'est dans le prolongement amont d'une longue dépression linéaire parallèle à la ligne d'affleurement. (tranchée sans doute, sinon zone linéaire d'affaissement). Ces entrées ouvertes sont quasiment toutes pénétrables (généralement un petit mètre de haut sur 1 à 2 m large, mais jusqu'à 2 m de haut et 3,5 m de larges). Une majorité d'entre elles (surtout pour celles à l'altimétrie les plus élevées) sont nettement descendantes, avec des pendages marquées entre 20 et 75°.



Figure 26 : 5 exemples d'entrée de galerie ouvertes à l'affleurement après exploitation à ciel ouvert (les 4 premières étant à pendage marqué de 50 à 75 °)

Dans la mine à ciel ouvert, il ne reste plus de front marqué (jamais plus de 3 à 4 m de dénivelé).

On compte par ailleurs reportées sur le même plan minier à 1 /2 000, 6 galeries modernes de recherche dites de « Bagatelle » (dont 2 encore visibles) au nord de la mine, plus 2 autres situées au sud de la mine et au sud du ruisseau du Navet (dont une encore visible).

Sur le secteur de Bagatelle au Nord, les entrées les plus basses (entrées Bagatelle n°5 (SGM291) et n° 6 (SGM292)) pourraient même avoir disparu du fait d'extraction à ciel ouvert (3 larges zones en dépression topographique dans le bas du versant semblent correspondre vraisemblablement à des travaux miniers à ciel ouvert).



Figure 27 : Orifices miniers sur le secteur de Bagatelle et galerie de recherche au sud du ruisseau de Navet encore visible et partiellement ennoyée

Par ailleurs, deux autres galeries sont signalées par la DRAC de LRO au nord du ruisseau de Navet, plus d'un kilomètre plus à l'ouest (ainsi qu'une série de travaux à ciel ouvert). Des dépôts ferrugineux associés à des écoulements miniers émergents plus ou moins temporaires confirment la présence de ces 2 galeries fermées en pied de versant. Dans un alignement de travaux de grattage de surface et d'une des deux galeries, une autre troisième galerie courte et ouverte au rocher a été découverte : tous ces travaux nettement à l'ouest de la mine principale sont sans doute tous contemporains et pourraient dater de la période concessive comme les deux autres ouvrages situés au sud du Navet, ou sinon d'une période antérieure.



Figure 28 : Plateforme inondée au débouché d'une galerie (DRAC LRO) et entrée d'une galerie jusque-là jamais signalée (toutes deux situées au nord du ruisseau de Navet)

Le gisement minier, reconnu et exploité en partie, comprend ainsi un total de 24 ouvrages débouchant au jour.

Dépôts de surface

Il n'a pas été identifié de dépôt de surface.

Les désordres

Aucun désordre de surface d'origine minière n'est mentionné tant dans les écrits qu'après enquête orale. Il n'a pas davantage été identifié sur le terrain de désordres malgré les nombreux accès ouverts à la mine (dont un au moins, l'ODJ SGM681, pourrait être due à un désordre minier déjà ancien) et les nombreux vides miniers en position superficielle.

Les plans miniers

L'unique plan minier fourni par le dernier exploitant, M Dufour est un plan non daté à 1/1 000, doté d'un carroyage. Le géoréférencement s'est basé sur les ouvrages visibles : travers banc principal (SGM280), la descenderie au sud n°2 (SGM281), la galerie n°3 (SGM282), la galerie de Navet n°1 (SGM285) et les entrées Bagatelle n°3 et n°4 (SGM288 et SGM 289). On constate sur le terrain que l'exploitation à ciel ouvert à l'ouest de la mine s'est élargie par rapport au plan : une partie de la galerie n°4 du plan proche du débouché a été ainsi reprise à ciel ouvert, reportant plus au nord l'orifice d'entrée (galerie n°4 (SGM 283)).

Avec ce géoréférencement, tous les nouveaux orifices miniers ouverts constatés sur le terrain, correspondraient bien à des recoupes de galeries souterraines après reprise des travaux à ciel ouvert du côté de l'affleurement (ouvrages SGM674 à SGM679). Seul le puits ouvert à l'amont de l'affleurement (SGM680) n'est pas reporté (dernier ODJ réalisé ? ouvrage de reconnaissance sans suite). Quant à l'entrée ouverte plus à l'est (SGM681) au droit d'une galerie superficielle, il pourrait s'agir, soit d'une ouverture d'aérage, soit d'un fontis ouvert, ou soit d'une recoupe en tête de tranchée. Compte tenu de l'incertitude des points de référence (GPS), de l'incertitude géométrique du calage, l'incertitude de positionnement lié à ce plan est de l'ordre de 15 m environ. Compte tenu des quelques écarts constatés entre le plan et le terrain en terme d'avancement des ouvrages miniers, on retient au final une incertitude de **20 m** pour le positionnement des travaux miniers (incertitude réduite au niveau des orifices miniers connus). Pour le groupe de galeries de recherches de Bagatelle (au recollement fond/jour plus incertain tant sur le plan que sur le terrain), l'incertitude a été portée à **25 m**.

6 CONCESSION DE RONGAS (PLOMB)

La concession a été instituée le 26 octobre 1834 au profit de MM. J.B Seray, A Laparenterie, M. Chauvet et A. Giraud.

Cette concession fait suite à la découverte d'une veine schisteuse noirâtre à galène encaissée dans des schistes anciens de la formation cambrienne de Saint Gervais. Les travaux de recherche entrepris en 1832 et 1833 ont consisté en :

- une tranchée à ciel ouvert sur la crête du filon de 10 m de long pour 3 à 4 m de profondeur ;
- un puits vertical ayant recoupé la minéralisation à 13 m de profondeur ;
- un travers-banc, attaqué 6 m en dessous du puits qu'il rejoint. Il est long au total de 35 m dont 19 m dans le gisement, reconnu comme à minéralisation pauvre et dispersée (sous forme de rognons de galène).

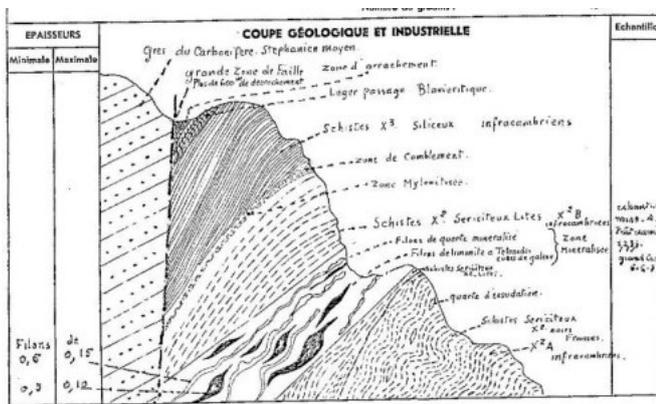
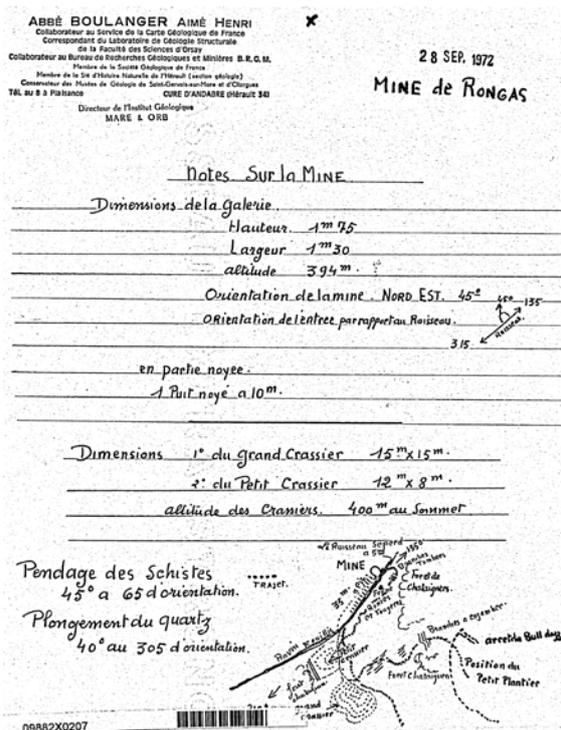
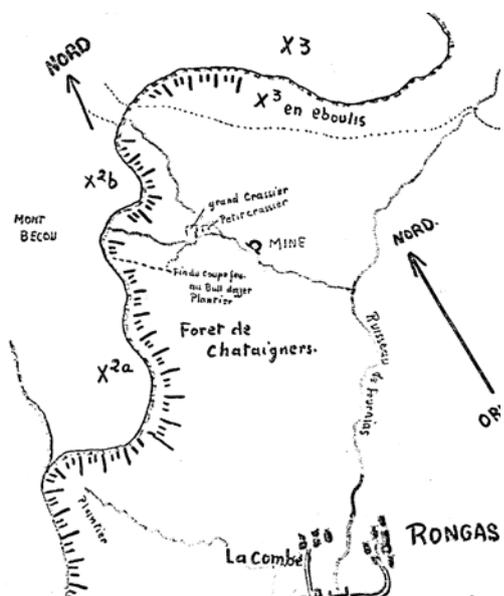


Figure 29 : Mine de Rongas-Localisation, coupe géologique et notes de l'Abbé Boulanger

Ces travaux de recherches ont produit 8 tonnes de galène.

Suite aux injonctions du service local des mines, les travaux reprennent en 1843 avec la réalisation d'un second travers banc en contrebas du premier, sur lequel a été démarré une descenderie fortement inclinée (pour suivre le filon de quartz renfermant quelques rognons de galène). Ces travaux ne donnèrent aucun résultat probant et le site fut définitivement abandonné.

La déchéance de la concession est déclarée définitivement le 16 octobre 1926.

Les visites faites sur le site ont montré :

- une entrée de galerie ouverte (TB inférieur), de direction N45°E et très partiellement ennoyée. Au bout de 45 m, un éboulement partiel bloque l'accès au reste de la galerie qui se poursuit sur une distance indéterminée. A 12 m de l'entrée, un départ de galerie borgne long de 5 à 8 m revient côté surface. A hauteur du carrefour en Y des deux galeries, il a été aussi relevé un bure ennoyé de profondeur inconnue (probable descenderie effectuée en 1843). Les parois schisteuses à sérécite sont peu altérées et pour ce qui concerne les premiers mètres de l'entrée, sans menace visible d'éboulement. Aucune trace de présence de chiroptères n'a été observée ;
- des traces d'anciens travaux peu profonds (grattages ?), dans le thalweg, ont laissé sur place de fins débris rocheux de moins d'un mètre de puissance ;
- les deux tas de résidus miniers (crassiers) signalés par l'Abbé Boulanger en 1972 (fiche BSS: 09882X0207) sur l'autre versant du thalweg totalisant quelques centaines de m² difficilement identifiables en surface.



Figure 30 : Travers bancs inférieur de la mine de Rongas retrouvé ouvert

7 CONCESSION DU BOUSQUET D'ORB (CUIVRE)

7.1 Historique de la concession

La concession a été instituée par ordonnance royale le 18 mars 1832 en faveur de la Compagnie Usquin (propriétaire entre autres de 2 des 5 concessions de houille du bassin de Graissessac et de la concession de fer de Notre Dame de Maurian). La concession est ensuite revendue le 27 septembre 1894 à MM. Louis René, Mossa et Mme Lambert. Elle est vendue à nouveau le 30 juin 1903 à M Bostmembrun de Boismontbrun. A sa mort en 1916, les héritiers demandent la renonciation sans lancer une véritable démarche à cette fin. La déchéance aboutit le 16 novembre 1931.

Une adjudication est lancée mais elle va s'avérer infructueuse le 1 septembre 1932. La Société Minière et Métallurgique de Peñarroya s'intéresse en 1953 à cette concession, plus en fait pour l'uranium que pour le cuivre : elle réalisait en effet alors pour le compte du CEA des sondages de recherche (recherches qui n'aboutiront pas au final). Mais, ne s'accordant pas sur le prix demandé par l'administration, et du fait que les deux substances n'étant en rien connexes, cet intérêt resta sans suite. La concession est finalement définitivement annulée le 18 octobre 1956.

7.2 Contexte géologique

En 1776, on atteste de la présence d'exploitations de cuivre sur la montagne de Saint-Sauveur du Puy (à la limite conjointe des communes de Camplong et du Bousquet d'Orb), que détenaient les seigneurs de Boussagues : ces exploitations se trouvent en périphérie extérieure de la future concession du Bousquet d'Orb.

La concession du Bousquet d'Orb fait suite à la découverte de plusieurs indices de minéralisation cuprifère dans les années 1830 :

- l'indice le plus important concerne plusieurs filons d'argiles blanches de 1,2 à 1,3 m de puissance dans les schistes siluriens situé dans la vallée du ruisseau de Combafère (actuellement ruisseau de la Serre) au nord du hameau de Séguinerie, qui renfermait quelques mouches de cuivre gris et de carbonate de cuivre ;
- un filon de pyrite de cuivre à gangue quartzreuse dans les schistes autuniens du Permien avait été repéré aux abords est du village de Sénégro (mais non reconnu par travaux de recherches) ;
- plusieurs filonnets de quartz moucheté de cuivre gris de puissance réduite (10 cm) reconnus aux abords du hameau de Fontenilles.

7.3 Méthode d'exploitation

L'indice principal est le seul qui avait été reconnu en 1830 par excavation à ciel ouvert d'un des filons de la vallée du ruisseau de Combafère. Au nord du hameau de Séguinerie, cet indice le plus important correspond à un affleurement schisteux imprégné de cuivre (azurite, malachite et chalcopryrite). La minéralisation s'arrête rapidement avant de réapparaître sur une puissance de 40 cm à 4 m de profondeur. Un autre filon moins puissant y a été aussi reconnu sur 200 m.

En 1906, M de Bostmembrun de Boismontbrun entreprend de reconnaître la richesse de l'indice de Sénégra situé à 500 m environ à l'est du hameau de Sénégra : il fait réaliser un puits de 5 mètres de profondeur pour reconnaître la richesse du gisement sous l'affleurement calcaro-schisteux faiblement minéralisé (travaux non retrouvés).

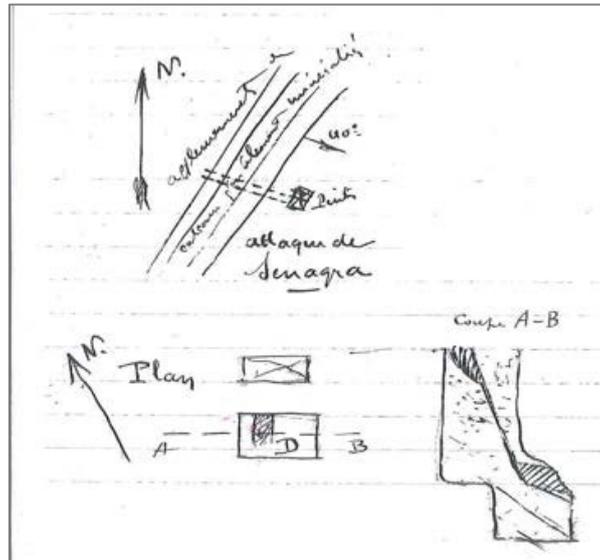


Figure 31 : Indice de Sénégra

Plus aucune activité minière de recherche et d'exploitation n'aura ensuite lieu jusqu'à l'annulation de la concession en 1956.

7.4 Etat actuel du site

Une reconnaissance des secteurs n'a pas permis en 2010 de retrouver d'ouvrages débouchant au jour. Une tranchée de reconnaissance a été matérialisée dans le ravin de Serre au lieu dit Séguinière sur la commune du Bousquet d'Orb. Orientée N-S et taillée dans des schistes gréseux altérés, cette tranchée présente une profondeur de 1 à 2 m, une largeur de 1 m environ et un allongement d'environ 30 m.



Figure 32 : Tranchée d'exploration de gisement polymétallique du Bousquet d'Orb

8 CONCESSION DE VILLECELLE (PB, ZN , AG)

8.1 Historique

Les premiers travaux remontent de l'Antiquité au Moyen-Age. Ces anciens travaux ont été recoupés plusieurs fois par les travaux modernes témoignant de ce passé sans doute très actif.

D'après la tradition, les mines de Villemagne (en réalité du Pradal) furent activement exploitées entre le X^{ème} et le XV^{ème} siècle. Villemagne l'Argentière était célèbre à l'époque pour ses mines d'argent, et on y aurait battu la monnaie à l'effigie des Comtes de Toulouse (ancienne Fabrique Royale de monnaie à Villemagne " l'Argentière"). Les mines du Pradal ont été abandonnées, sans doute épuisées, ou contraintes par les venues d'eau dans les niveaux profonds, à la fin de cette période.

20 juin 1855 : Messieurs Bories, Théron et Tessonnier introduisent une demande d'instauration de concession pour des mines de plomb argentifère dans les communes de Camplong et de Boussagues.

2 septembre 1856 : Monsieur Mazarin du Pont de Camarés introduit une demande d'instauration de concession pour des mines de plomb argentifère dans les communes de Camplong, Boussagues, Taussac, Villemagne et le Pradal. Les gîtes objets de la demande se situent dans la montagne longeant la rive droite de la Mare, en face de Clairac (Mine Saint François et mine Saint Georges ?).

6 août 1865 : Messieurs John Robin Harris et Vincent Wanostrocht obtiennent une concession pour les mines de plomb, zinc et cuivre argentifères et autres métaux connexes de Villemagne (excluant le fer). La concession qui prendra le nom de « Villecelle », occupe une partie des communes de Villecelle, Poujol, Combes, Taussac, Rosis, Camplong, Boussagues, Villemagne, Hérépian, et St Gervais (et de la future commune de Lamalou). Dans les annexes de ces demandes, un plan de travail est établi qui stipule qu'une reconnaissance préalable sera effectuée sur chaque filon reconnu et qu'une galerie sera creusée dans chaque filon de manière à extraire de 50 à 100 t pour essai en grand dans les usines.

12 juin 1867 et 18 novembre 1868 : décrets définissant les limites des périmètres de protection des sources d'eaux minérales qui alimentent les différents établissements thermaux de Lamalou les Bains (déport des travaux vers le nord).

10 août 1868 : arrêté préfectoral imposant à M. Corbières, représentant des concessionnaires, le comblement du puits St James dont l'exhaure affectait la production des sources thermales.

7 juillet 1870 : poursuites en saisie immobilière dans le bénéfice des condamnations prononcées contre Messieurs Harris et Wanostrocht.

19 avril 1884 : adjudication de la concession de Villecelle au profit de la Société Anonyme des Mines et Fonderies de Zinc de la Vieille Montagne, suite à la faillite de la Société des Zincs Français.

11 septembre 1884 : mutation (?) de la concession en faveur de la Société de la Vieille Montagne. Cette date a plusieurs fois été reprise dans des courriers, mais aucun document officiel actant cette mutation n'a été retrouvé.

11 décembre 1890 : décret réunissant la concession de Villecelle aux autres concessions de la Société de la Vieille Montagne.

Février 1901 : introduction d'une demande de renonciation de la concession de Villecelle.

Novembre 1901 : introduction d'une requête de suspension de la demande de renonciation.
1921 : accord entre la Société de la Vieille Montagne et un entrepreneur privé. Celui-ci extrait la baryte de la concession et abandonne à la Société de la Vieille Montagne la calamine produite à titre de location. Au total, 42 t de calamine à 36% de Zn sont extraites. L'administration considère cela comme une reprise de l'exploitation et impose une redevance de 1 F/ha.

10 mars 1924 : la Société de la Vieille Montagne introduit une demande de réduction du périmètre de la concession de Villecelle (absence de minéralisations intéressantes dans la partie ouest de la concession, interdiction de tous travaux miniers aux abords immédiats de Lamalou-les-Bains suite à l'instauration de périmètres de protection des sources d'eaux minérales alimentant la station, décision gouvernementale de multiplier par cinq la redevance minière par hectare de concession).

21 août 1925 : décret présidentiel réduisant le périmètre de la concession de Villecelle.

29 mai 1936 : arrêté Préfectoral d'abandon des travaux avec maintien des droits des tiers dans la concession des mines de Villecelle suite à la déclaration introduite par la Société de la Vieille Montagne le 8 janvier de la même année.

1944 : M. Cassan introduit une demande de permis de recherche pour une zone de 150 ha à cheval sur la concession de la Société de la Vieille Montagne.

1959 : une somme de 100.000 FF est versée rétroactivement à la commune de Taussac la Billière pour l'occupation des sols par les déblais de l'Horte jusqu'au 24/06/59. A partir de cette date, 15.000 FF seront versés chaque année tant que des travaux d'exploration ou d'exploitation auront lieu.

18 juin 1960 : convention d'occupation temporaire des terrains de la Veyrasse établie entre la Société de la Vieille Montagne et la commune de Taussac la Billière.

24 avril 1961 : accident mortel survenu lors du fonçage par la Société de la Vieille Montagne du puits de l'Horte (63 m de profondeur, explosion prématurée des charges).

31 décembre 1962 : fin de la convention d'occupation temporaire des terrains de la Veyrasse établie entre la Société de la Vieille Montagne et la commune de Taussac la Billière.

Mars 1984 : le BRGM détient de la Société de la Vieille Montagne une option sur la concession et débute des recherches qui sont rapidement abandonnées.

1er janvier 1992 : demande par la mairie de la Tour sur Orb de la fermeture des trois galeries du quartier de Boussagues (danger) ; travaux achevés en février 1993.

9 mars 1998, demande de renonciation déposée par la Société de la Vieille Montagne, devenue entre-temps Union Minière, rectifiée le 27 août 2001. Après réalisation des travaux de mise en sécurité acceptés, la renonciation est prononcée le 11 septembre 2001.

8.2 Méthode d'exploitation

Dès l'Antiquité et au Moyen-âge, les travaux miniers étaient souterrains, organisés pour l'exploitation de poches karstiques minéralisées contenant de l'argent, du cuivre et du plomb. L'exploitation consistait en un véritable « curetage » du gisement, ce qui a d'ailleurs interdit la reprise ultérieure des travaux.

Les exploitants, de la fin du XIX^{ème} et du début du XX^{ème} siècle, s'intéressent aux mêmes types de gisements que leurs prédécesseurs, se focalisant sur la recherche de zinc et de plomb au moyen de puits et galeries. Si tous ces travaux sont signalés dans les archives, aucun plan d'époque n'est malheureusement joint aux descriptions. Il aura fallu attendre les études de Delfour J. (1957), Gonord H. (1966), Martin R. (1975), Pouget J.J. (1976), BRGM (1984) Michard A.G. (1990) pour disposer de plans pour une partie de ces travaux.

De 1862 à 1865, M. Harris et M. Wanostrocht effectuèrent diverses recherches souterraines aux alentours de l'agglomération actuelle de Lamalou. Ils y exploitèrent quelques filons (dont la mine St James) riches en cuivre gris et galène argentifère jusqu'à l'instauration des périmètres de protection des eaux thermales de Lamalou-les-Bains, les contraignant à déplacer leur activité de recherche vers le nord (mines Saint-Georges et Saint-François). Les indices étant peu encourageants, les recherches furent abandonnés.

Avec la Société de la Vieille Montagne, l'exploration redémarre dès 1890 par la réouverture d'anciens travaux et le creusement de nouveaux puits et galeries de recherche sur les sites de Lacan, La Cresse, l'Horte, Boussagues, Leuzas, La Veyrasse. Les galeries sont laissées a priori sans remblayage. La seule trace visible d'une forme d'exploitation concerne le secteur de Lacan-Lagrunas (par tranchées et galeries sur filon). En 1930, un travers banc vers la faille de l'Horte-Boussagues, au SE de Boussagues, rencontre une colonne minéralisée en blende et galène. Celle-ci est exploitée jusqu'en 1933, date à laquelle les travaux sont définitivement arrêtés.

A l'époque ancienne, le traitement du minerai (bocardage et lavage) se pratiquait sur place. Le minerai était cassé à la main avec des marteaux, puis trié au crible et lavé dans des caissons allemands.

Toutes les installations et baraquements se trouvant sur le carreau de la mine d'Horte, par exemple, ont été démontés lors de la fermeture en juillet 1962. D'une manière générale, Il ne reste aucune trace des anciennes usines, ni des superstructures sur la concession de Villecelle.

Certaines entrées des galeries de recherche (ou d'exploitation) sont signalées par la présence de déblais constitués d'éléments de granulométrie très grossière (quelques cm à plusieurs dm). Il existe de nombreuses petites verses à proximité immédiate des galeries d'accès qui ne représentent chacune que des surfaces de quelques centaines de m², peu aptes à générer des mouvements pelliculaires conséquents. Ces stériles provenant des travaux de recherche ou d'exploitation ont un volume restreint et leur stabilité semble assurée. Ils représentent un intérêt pour les archéologues miniers car on peut retrouver dans ces stériles des débris de céramiques. Le site de la Veyrasse est marqué par des déblais plus fins (granulométrie centimétrique) provenant des travaux de la Vieille Montagne ; ils ont été utilisés pour le remblayage du puits.

Pour leur grande majorité, les ouvrages correspondent à des prospections. Les galeries sont en effet de section minimale (1,5 x 1,8 m). Elles sont généralement restées sans remblayage, les entrées la plupart du temps obturées plus ou moins sommairement en fin des travaux. C'est plus généralement dans les travaux anciens, productifs, que l'on trouve une succession de galeries et de chambres, tracées aux minerais (filons et poches karstiques) et réalisées sur plusieurs niveaux (plus de 3 au Pradal).

8.3 Production

La production polymétallique antérieure à la création de la concession de **Villecelle** n'est pas connue. Il convient de prendre en compte l'installation à Villemagne l'Argentière d'une frappe de monnaie réalisée avec l'argent produit localement, notamment à partir des mines du Pradal, de la Guinée, de la Veyrasse, et sans doute des diverses galeries de Lamalou les Bains. Les textes anciens font mention d'intenses travaux dans ce secteur, citant par exemple, ceux du Mont Coudour où aucun ouvrage n'est plus actuellement repérable (quelques tranchées signalées par la DRAC Languedoc-Roussillon). A l'époque moderne, les concessionnaires de Villecelle ont sans doute très modestement exploité le domaine, la production correspondant surtout à la somme de l'extraction des nombreux ouvrages d'exploration ayant conduit ou non au minerai.

Les données d'archives sur la production sont rares. A titre d'exception, on apprend que les divers travaux modernes effectués à l'Abbaïsse (quartiers de Lacan, Lagrunas et La Cresse) entre 1897 et 1900, portant sur des filons de galène, blende et de barytine enrichis superficiellement en smithsonite, auraient permis l'extraction de 4.000 à 5.000 tonnes de minerai (surtout smithsonite), d'autres archives évaluent la production de smithsonite à 570 tonnes.

8.4 Connaissance et états actuels des sites

8.4.1 Font-Mouliou {FML1}

Ce site est situé sur la commune de Taussac-la-Billière.

Les archives décrivent pour ce site des boxworks à limonite, témoins de la présence de galène (Ayme Y., 1984). L'encaissant serait constitué par les schistes de la série des Quintes. La galerie d'environ 200 m est probablement subhorizontale avec des puits de 2 à 3 m de profondeur au plancher.

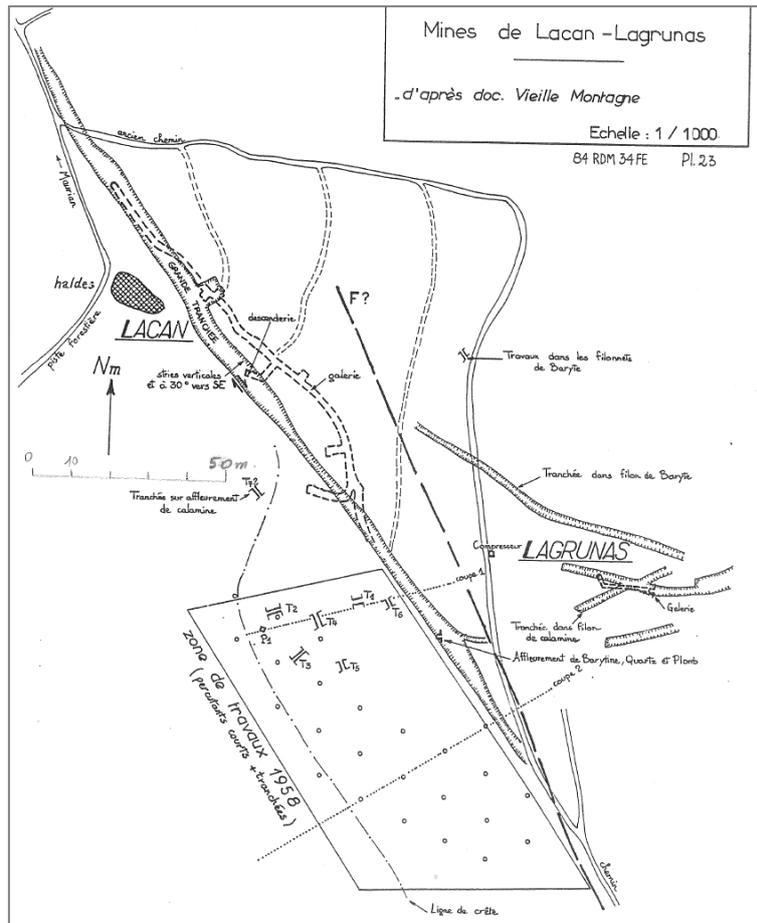
Une seule entrée de galerie est répertoriée (galerie de Font Mouliou {FML1}). Elle n'avait pas été retrouvée par Pouget en 1976. La seule indication connue la situe dans l'étroit vallon de Font Mouliou. Il s'agit vraisemblablement du ruisseau de Canaroux selon la dénomination actuelle et sur confirmation d'un chasseur qui déclare l'avoir visitée, enfant, mais ne saurait plus en retrouver l'accès.

Située dans une vallée accidentée peu accessible à la végétation dense, les recherches n'ont pas permis de retrouver cette galerie.

8.4.2 Lacan – Lagrunas {LACx}

Ce site est situé sur les communes de Taussac-la-Billière et Le Pradal.

Le secteur minier occupe le sommet de la colline l'Abbaïsse traversé par un filon minéralisé. Il correspondrait à l'ancienne exploitation « Saint Marc » des concessionnaires Harris et Wanostrocht. Une route forestière ouverte pour le reboisement mène de la Croix (Maurian) au pied des travaux qui sont très visibles depuis les Quintes. Les minéralisations filoniennes de l'Abbaïsse ont été exploitées par une tranchée principale orientée N130°E de plus de 300 m et plusieurs tranchées orientées N75-80°E plus courtes. A ces tranchées ont été associées des descenderies débouchant sur une galerie tracée dans le filon minéralisé.



**Figure 33 : Lacan-Lagrunas, plan des travaux (Ayme, 1984) –
Ne tenir compte que de l'échelle graphique**

La minéralisation est similaire à celle de La Cresse (cf. chapitre suivant) avec constitution d'un filon majeur barytique avec poches karstiques contrôlées par la tectonique et les joints stratigraphiques. L'exploitation a essentiellement porté sur la smithsonite présente dans la tranche d'altération du filon en premier lieu en surface (vers 1865) puis en souterrain. L'exploitation s'est ensuite intéressée à de petits filons riches en blende. Des traces de galènes étaient signalées en surface. La barytine de la gangue aurait été également exploitée.

La Vieille Montagne y a effectué en 1958 une campagne de reconnaissances par 23 sondages courts, 7 tranchées et 1 puits.

Au total sont répertoriés :

- une tranchée principale {LAC1} longue de 300 m, parfaitement visible,
- les tranchées de Lagrunas {LAC2}, situées au SE et totalisant environ 150 m, partiellement et naturellement rebouchées,
- la descenderie NO {LAC4}, ou bien s'agit-il d'un puits (?), non retrouvée,
- la descenderie centrale {LAC5}, non retrouvée,
- la galerie Lagrunas E {LAC6}, non retrouvée,
- la galerie l'Abaisse O {LAC7}, non retrouvée,
- la galerie l'Abaisse E {LAC8}, non retrouvée.

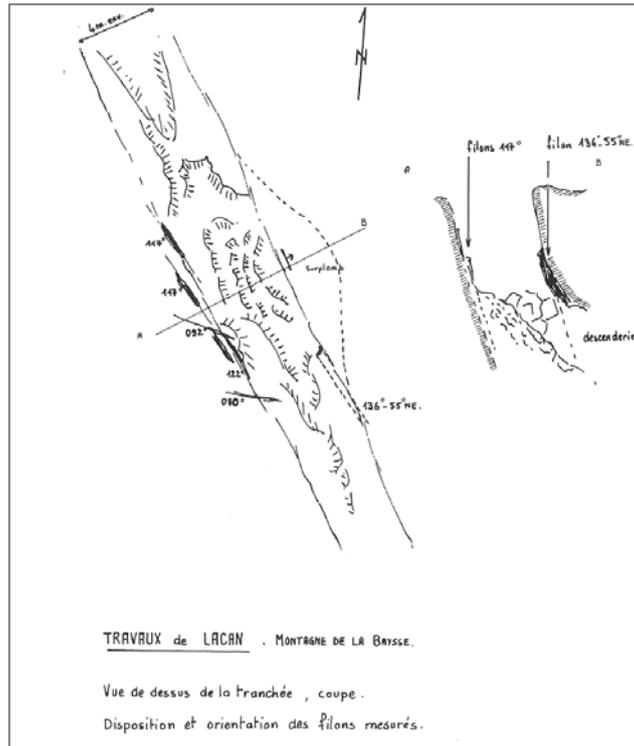


Figure 34 : Lacan-Lagrunas, plan partiel et coupe des travaux de surface (Pouget, 1976)

Remarque : un doute subsiste quant à la description de Delfour (1957) qui décrit des travaux ne correspondant pas géométriquement avec ceux qui ont été décrits ultérieurement et encore visibles sur le terrain.

De 1890 à 1897, 570 tonnes de smithsonite, 20 tonnes de blende triée auraient été produits, d'autres sources donnent 4000 à 5000 tonnes de smithsonite. Pas de tonnage notoire signalé pour la galène. La production de barytine, très présente, n'est pas connue, mais certainement notable.

La mise en sécurité du secteur par Union Minière (1997) n'a surtout concerné que la grande tranchée {LAC1}. Union Minière désigne comme dangereuse une section de 30 m de tranchée profonde d'une dizaine de mètres pour une largeur de 4 m, avec des parois abruptes et instables. C'est du fond de cette section que partaient une descenderie à forte déclivité {LAC4}. Cette section a donc été sécurisée par foudroyage des parois, le site résiduel se présentant à présent en pentes douces.



Figure 35 : Lacan-Lagrunas, la descenderie NO (?) avant et après traitement (d'après Union Minière, 1997)



Figure 36 : Lacan-Lagrunas, état actuel de la tranchée principale, section NO (prise de vue 2011)

8.4.3 Les Prades - La Cresse {CRSx}

Ce site est situé sur la commune de Taussac-la-Billière. L'ancien chemin de Maurian à Saint André, qui suit le ravin du Vallat, longe par la droite les tranchées menant à quatre galeries.

Les quatre galeries et leur tranchée d'accès se situent dans les assises supérieures de la dolomie géorgienne massive jaune à beige. Selon Pouget (1976), on observe dans la tranchée menant à la galerie la plus basse la disposition suivante : *longeant la paroi droite, un large filon de barytine plonge vers le NE avec un pendage en apparence identique à celui de l'encaissant. Au plafond de l'entrée de la galerie, une zone broyée bréchique (origine tectonique) contient de petits filons de quelques centimètres bien individualisés. Ces filons et poches karstiques sont minéralisés en blende, objet de l'exploitation. Les travaux portaient à l'origine sur l'exploitation de smithsonite de la tranche oxydée, étendue ensuite à la minéralisation primaire à blende et barytine, vers la profondeur.*

La période de d'activité est comprise entre 1887 et juillet 1899 avec exploitations sur 3 niveaux par tranchées, prolongées de galeries espacées de 40 m en altitude et sur environ 200 m de longueur totale. Les travaux ont consisté en :

- Travaux inférieurs : 2 galeries superposées débutant par des tranchées, la plus basse galerie {CRS2}, longue de 30 m, la plus haute {CRS3}, longue de 60 m. Au sud de cette galerie, un puits mal décrit apparait sur le plan {CRS1}. L'exploitation concernait la calamine, et plus en profondeur, la blende, la bournonite et la chalcopryrite dans une gangue barytine-quartz.
- Travaux supérieurs : tranchée et galerie supérieure {CRS5}, longue de 50 m environ, avec descenderie externe de 20 m {CRS4} sur veine de quartz minéralisé en tétraédrite (cuivre gris) altérée en covellite et malachite, parfois sur support barytique au sud de la galerie.

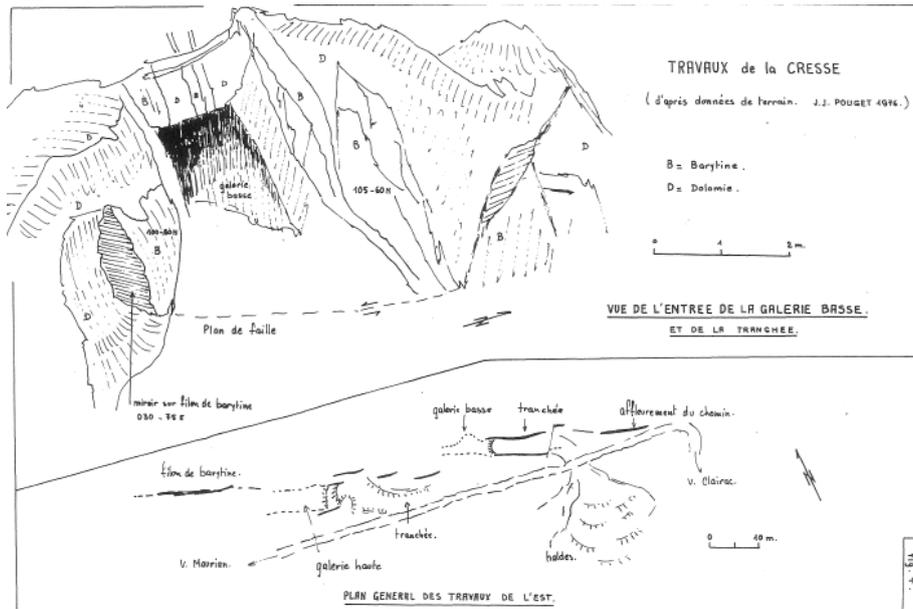


Figure 37 : La Cresse, tranchée et plan de la galerie inférieure (d'après Pouget, 1976)

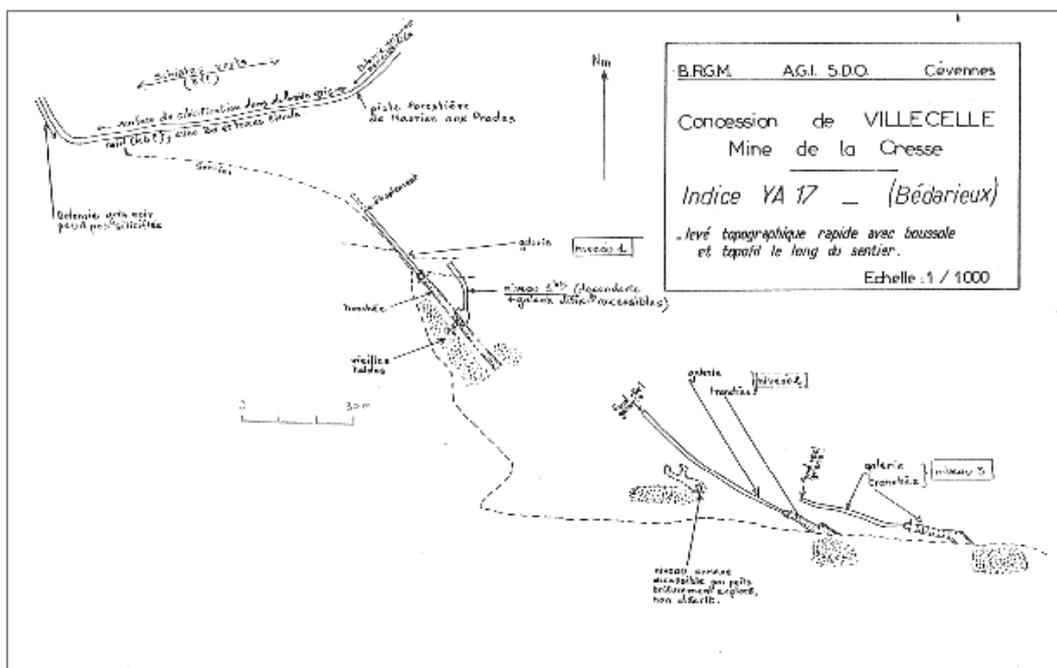


Figure 38 : La Cresse, plan des travaux miniers (Ayme, 1984) – Ne tenir compte que de l'échelle graphique

De l'ordre de 114 tonnes de calamine auraient été extraites (archives du Service des Mines). Ces mêmes archives y indiquent une exploitation artisanale de barytine vers 1930 par la Société des Barytes de Lamy (exploitant de la galerie Saint André-La Papeterie, en aval ruisseau du Vallat).

Le site visité est actuellement relativement dégagé et laisse deviner les traces des anciens travaux. Les galeries sont obturées. On note, à l'aplomb de l'extrémité présumée de la galerie supérieure, la présence d'un petit fontis (bord frais, Diam. : 1,5 m ; Prof. : 0,70 m). Aucun dépôt n'est à signaler.

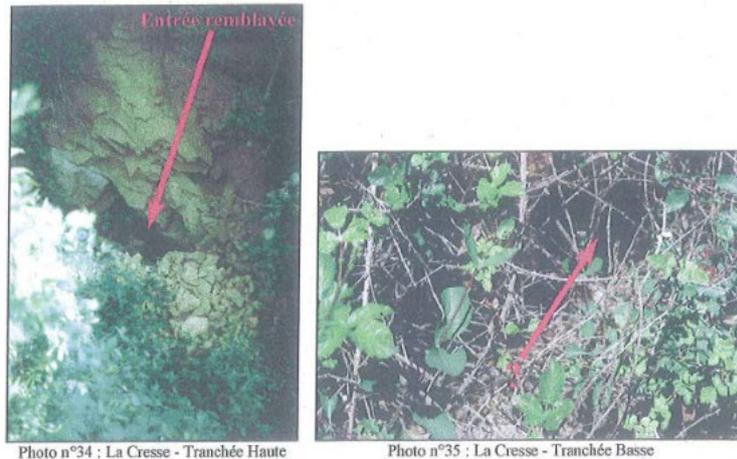


Figure 39 : La Cresse, les deux galeries laissées ouvertes lors de la renonciation (d'après Union Minière, 1997)



Figure 40 : La Cresse, fontis à l'aplomb probable de la galerie supérieure (prise de vue 2011)

8.4.4 La Fontête {FONx}

Ce site est situé sur la commune de Taussac-la-Billière.

Union Minière (1997) situe cette galerie à mi pente de la rive droite du ruisseau de la Fontête, à 200 m en amont du pont. BSS : 09887X0137 & 09887X4012 (positions approximatives).

Selon les auteurs, l'indice de la Fontête, situé à 300 m environ de la grande faille de l'Horte-Boussagues présente une affinité génétique avec celle-ci. La minéralisation à blende est disposée dans deux filons de quartz de 20 cm d'épaisseur, orientés N40°E-40°NO et N70°E-vertical, visibles dans le ruisseau. Des fissures apparaissent également avec des orientations N50°E, N90°E et N130°E. Selon Pouget (1976), ces deux directions hercyniennes sont compatibles avec la fracture de l'Horte-Boussagues. La blende, abondante, pouvait représenter 100% du filon, tout en remplissant les fissures et les interstrates avec développement local de géodes minéralisées. Une faible minéralisation à chalcopryrite était signalée dans l'encaissant schisto-dolomitique de la série des Quintes.

Deux entrées galeries sont répertoriées :

- La galerie de Fontête nord {FON1} : galerie de recherche de 15 m qui suit un filon de quartz.
- La galerie de Fontête sud {FON2} : amorce d'une autre galerie rapidement abandonnée.

La galerie (Nord ?) était accessible et pénétrable en entier en 1976 (Pouget).

Les travaux de sécurisation entrepris en 1997 par Union Minière se sont intéressés à ce qui doit correspondre à cette galerie rebaptisée alors galerie des Bambous. Il s'agit selon la description d'U.M. d'une galerie sinueuse de 13 m de long possédant un toit d'assez bonne tenue. Compte tenu du peu de passage à cet endroit, il a été décidé de pratiquer un simple foudroyage de son entrée.

Il n'est plus question de la galerie basse qui devait déjà avoir disparu par foudroyage antérieur à 1976 ou par éboulement naturel.



Figure 41 : La Fontête, galerie nord avant et après traitement (UM, 1997)

8.4.5 Le Roc du Planals {PLA1}

Ce site est situé sur la commune de Taussac-la-Billière.

La descenderie {PLA1} débute à la base de l'un des rochers siliceux, marqueur en relief de la faille de l'Horte-Boussagues au lieu-dit les Planals. Elle s'ouvre dans un bois et son entrée est masquée par un rocher. Au-delà de la descenderie, les travaux ont consisté en un système de chambres en réseau complexe antérieur au Moyen âge (?).

L'entrée se fait par une descenderie suivie d'une succession de puits subverticaux visant les minéralisations bréchiques de la faille de l'Horte-Boussagues. Après une petite plate-forme à l'entrée, un dénivelé de 10 m avec une pente de 80° aboutit à une petite chambre de laquelle partent plusieurs galeries étroites et tortueuses. Il s'agit sans doute d'un ouvrage très ancien qui aurait servi au Moyen-âge de grenier à céréales (étagères visibles).

Cet ouvrage présentait un intérêt à la fois archéologique et spéléologique. En 1997, un accord de transfert de responsabilité est passé entre Union Minière et la Fédération Française de Spéléologie (Spéleo-club de l'Hérault). U.M. sécurise l'accès par la pose d'une grille à serrure. Le site est acquis en 2001 par la Fédération Française de Spéléologie.



Figure 42 : Les Planals, état de l'accès avant et après aménagement (U.M.,1997)

8.4.6 L'Horte et Rouquette {HRTx}

Ce site est situé sur la commune de Taussac-la-Billière. Les travaux sont situés dans le vallon du NE de l'Horte, au NO du dyke affleurant matérialisant la faille de l'Horte-Boussagues.

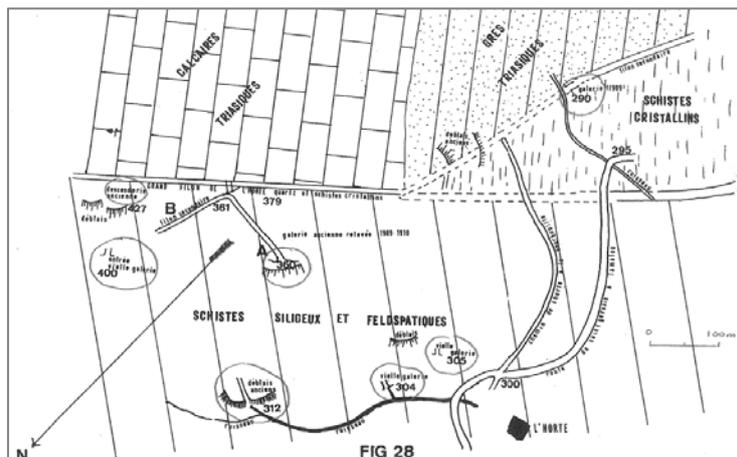


Figure 43 : L'Horte, plan de localisation des travaux (Martin, 1975)

Les travaux développés dans ce secteur ont tous eu pour objectif d'atteindre la minéralisation contenue dans les caisses filoniennes générées par la faille de l'Horte-Boussagues. Nous avons identifié :

- la galerie Horte 360 {HRT1}, non trouvée,
- la galerie des Abeilles {HRT2}, trouvée,
- le puits Robin et ses galeries {HRT3}, trouvé
- la galerie 304 {HRT4}, non trouvée,
- la galerie 306 {HRT5}, localisation suspectée,
- le Puits de la Rouquette {HRT6}, localisation suspectée,
- la galerie de la Rouquette {HRT7}, trouvée,
- L'entrée de la Grange de l'Horte (BSS : 09887X0130) {HRT10} : 1 m, non trouvée.

De plus, lors de nos recherches de terrain, nous avons découvert :

- un déblai conique isolé, traduisant probablement la présence d'une entrée de galerie bouchée en amont : la Rouquette nord {HRT8} ;
- une entrée étroite à forte déclivité : la Rouquette O {HRT9}.

La minéralisation est à blende et galène avec un peu de chalcopryrite et bournonite. Le compartiment au NO de la faille est constitué de schistes cambriens disloqués, le compartiment SE de grès et d'évaporites du Trias.

Les premiers travaux dateraient du Moyen-Âge avec fonçage d'importantes galeries d'exploitation, réutilisées ensuite par la Société de la Vieille Montagne (1906 à 1971) qui y a été gênée par les anciens dépilages (éboulements) et d'importantes venues d'eau (supérieures à 100 m³/h).

1906 – 1909 : reprise de la **galerie 360** (cote 317 actuelle) pour atteindre 60 m. Selon la description de l'Abbé Boulanger en 1973, cette galerie avait à cette date une longueur résiduelle de 40 m, largeur de 1,40 m et une hauteur au début de 0,90 m, au milieu de 2,00 m et au fond de 1,50 m.

1910 – 1911 : relevage et continuation de la galerie **des Abeilles** étendue à 190 m.

1958 – 1959 : reprise de la galerie **des Abeilles** jusqu'à 215 m plus un traçage de 90 m ; 3 recoupes (total 45 m), 2 descenderies (30 et 12 m de long), 2 sondages intérieurs de 15 et 42 m (horizontal et oblique). A noter que le plan dont nous disposons montre des distances supérieures.

1960 : fonçage du puits **Robin** et traçage au niveau 260 (cote 210 actuelle) sur 215 m avec amorce de recoupe (pas d'informations).

1970 – 1971 : sondages extérieurs carottés verticaux (SA5 à SA7).

Nous ne disposons d'aucune information sur les travaux de la Rouquette (nord et ouest) et les galeries 304 (HRT4) et 306 (HRT6) . Il s'agit sans doute de travaux antérieurs laissés en l'état lors de la reprise par la Société de la Vieille Montagne.

Travaux souterrains

Nous rapportons ici un historique (vers 1910) du surcreusement de la galerie des Abeilles et de l'ouverture du puits-galerie Robin. Il peut guider l'appréciation géotechnique des ouvrages abandonnés à l'inondation.

La galerie inférieure dite des **Abeilles** fait alors 190 m de long, mais un éboulement bloque le passage à 70 m. Il sera contourné par un embranchement démarrant à 64 m. Un second éboulement, alimenté par une cheminée dont s'écoule des déblais fort liquides, est contourné à 95 m. Vu les problèmes rencontrés, probablement liés à la présence d'anciens travaux, une descenderie est entamée afin de recouper la zone de faille dans des terrains vierges. Lorsqu'elle a une longueur de 38 m, une venue d'eau de 30 m³/h empêche la suite des travaux. Une seconde descenderie, parallèle à la première, est creusée à 37 m de celle-ci et stoppée à 12 m de profondeur (éboulement de schistes). Le dénoyage de la première descenderie est entamé et après vidange des anciennes cavités, le débit se stabilise à 20 m³/h. Chaque tir augmente malheureusement ce débit de +/- 2 m³/h. Malgré les efforts, la poursuite des travaux devient impossible.

Afin d'atteindre la faille en zone non exploitée, le puits Robin (HRT3) est alors foncé à la cote + 316,60 m à l'aide d'une grue placée sur massif dépassant de 1,10 m l'orifice du puits. De 3,10 m x 1,70 m de section, il sera bétonné sur toute sa hauteur soit 63,50 m. La zone comprise entre 57 m et le fond sert de puisard avec installation d'une salle de pompe. Un travers-banc de 1,8 x 1,8 m de section et de plus de 200 m de long démarre à 57 m.

L'extraction des déblais se fait par roulage dans des cuffats de 250 litres à fond ouvrant. Ceux-ci déchargent leur contenu dans un dumper. Des venues d'eau à l'avancement allant jusqu'à 60 à 70 m³/h ont conduit au creusement d'une galerie de direction NO, parallèle à la faille. L'avancement dans cette galerie se fait au marteau piqueur et non plus à l'explosif vu l'instabilité du parement. Les venues d'eau étaient de l'ordre de 35 m³/h. Une rupture du parement du puits Robin (D71) a alors été suivie d'une remontée de l'eau dans le puits jusqu'à 20 m du sommet. Malgré un essai de dénoyage de la zone, la poursuite des travaux s'est avérée impossible car les fortes pressions au front présentaient un grand risque pour les mineurs.

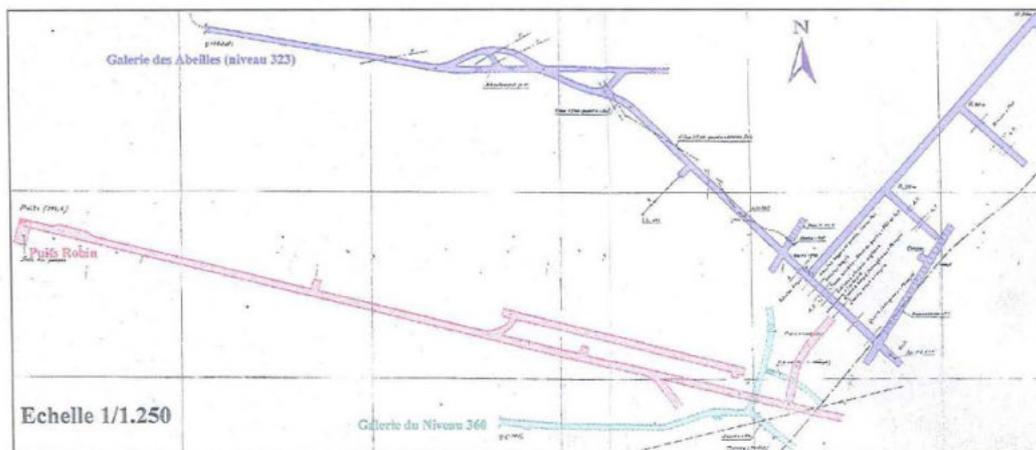


Figure 44 : l'Horte, plan des travaux souterrains (360, Abeilles, Robin)(extrait V.M. 1959)

Actions de mise en sécurité réalisées par Vieille Montagne (1962)

La Société de la Vieille Montagne a sécurisé ses travaux en juillet 1962 avec :

- un déséquipement complet des galeries et du puits ;
- la fermeture de l'orifice du puits Robin par une dalle en béton ferrailé de 3,10 m x 1,90 m x 0,20 m de section ;
- le murage de la galerie 360 ;
- la fermeture de la galerie des Abeilles par une porte métallique, un tuyau de 50 m amenant l'eau de cette galerie jusqu'au jardin de Mr. Poujol.

Actions de mise en sécurité réalisées par Union Minière (1997)

La galerie 360 (cote 317 actuelle) {HRT1} : 80 m + 2 recoupes au minerai de 15 m chacune dont une remblayée et un puits interne. Union Minière en 1997 la décrivait comme débutant de manière rectiligne sur 30 m et s'arrêtant sur un éboulement au sommet duquel subsistait une ouverture permettant le passage d'un enfant. La galerie a été donc foudroyée en 1997 avec remblaiement de la zone affaissée.



Figure 45 : Horte-Galerie 360, avant et après traitement (d'après Union Minière, 1997)

La galerie des Abeilles {HRT2} : 250 m + un traçage de 90 m + 3 recoupes (total 45 m) + 2 descenderies (30 et 12 m de long). Un mur jouait le rôle de barrage et l'accès en était fermé par une porte métallique. Cette galerie était inondée. Le propriétaire du terrain, Mr. POUJOL, a souhaité garder un accès à la source (autorisation acquise) par écoulement du trop-plein. Les travaux U.M. de 1997 ont consisté en l'édification d'un mur en béton armé de 1 m d'épaisseur, équipé d'un tuyau PVC pour laisser passage à l'eau d'exhaure (analyses réalisées satisfaisante) pour arroser des jardins. Nous avons pu constater que le dispositif est à ce jour en état, par contre le mur apparent est en parpaings et non en béton (?).



Figure 46 : Horte-Les Abeilles, entrée avant et après traitement (d'après U.M., 1997)

Le Puits Robin {HRT3} (-63,5 m) et traçage (-57 m) de 215 m avec recoupes. La mise en sécurité imposait (Article 3 de l'arrêté préfectoral n° 98-1-3254) à Union Minière le remblayage du puits, mais suite à de nombreuses démarches par la mairie, le puits fut conservé au titre d'un captage d'eau (réserve d'eau pour incendie), charge à Union Minière de nettoyer le périmètre immédiat et d'en assurer la clôture. Un transfert de responsabilité de l'ouvrage a été porté à la charge de la mairie sur sa demande. Le site comporte une nouvelle tête de puits, équipée d'une dalle en béton de 0,2 m d'épaisseur et d'une chambre de visite. Le périmètre du puits est entouré d'une clôture de 2 m de hauteur.



Figure 47 : Horte-Robin, Puits Robin (prise de vue 2011)

Le Puits de la Rouquette {HRT6} : ce puits de 1 m de diamètre et de 5 m apparent de profondeur était surplombé par le mur siliceux de la faille de l'Horte-Boussagues. Une légère dépression est visible aujourd'hui à son emplacement. Le puits, nommé Bourbouille par Union Minière, avait été traité par foudroyage en 1997.



Figure 48 : Rouquette, état du puits avant et après traitement (d'après UM, 1997)

La galerie de la Rouquette {HRT7} : cette entrée de galerie a été mise en sécurité par Union Minière en 1997. Elle se situe dans l'éperon quartzeux du côté du village de l'Horte.



Figure 49 : Rouquette, état de la galerie avant et après traitement (d'après UM, 1997)

Les galeries 304 (HRT4) et 306 (HRT5) n'ont pas été retrouvées sur le terrain. L'emplacement présumé de la seconde a été pris en amont d'un petit cône de déblais.

Les ouvrages de la **Rouquette nord** {HRT8} et **Rouquette ouest** {HRT9} n'ont jamais été signalés, leur nature et extension ne sont pas connues. La descenderie-puits de la Rouquette ouest a sans doute été dégagée lors de l'ouverture ou de l'élargissement de la piste. L'ouvrage de la Rouquette nord (galerie, puits, ou les deux ?) a sans doute été implanté en reconnaissance ou exploitation de la caisse filonienne de la faille de l'Horte-Boussagues située à 15 m de là. Les travaux souterrains ont donc pu suivre cette minéralisation et éventuellement se poursuivre sous la RD13 située à 90 m.

Quatre dépôts miniers ont été cartographiés sur ces sites. Il s'agit de déblais de faible volume (entre 200 et 700 m³) et à granulométrie fine (mm – cm). Ils sont non végétalisés.



Figure 50 : Rouquette, vue sur les haldes (J.L.N., 2011)

8.4.7 La Veyrasse {VEYx}

Ce site est situé sur la commune de Taussac-la-Billière.

Ces travaux attribués initialement aux Gallo-Romains se seraient poursuivis au Moyen-âge sur les deux flancs de la colline de La Veyrasse, comprise entre la RD13 et la RD22.

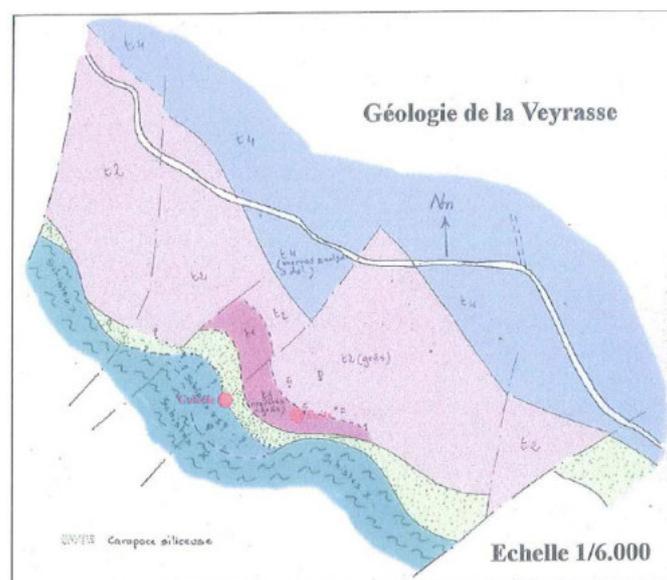


Figure 51 : La Veyrasse, esquisse géologique (d'après Ayme, 1984)

La minéralisation de la Veyrasse est en relation avec la transgression triasique. Il s'agit à l'origine d'une concentration sur carapace siliceuse à blende et galène (teneur moyenne des haldes anciennes à 8 % Pb et sur schistes cambriens encaissant de 2 à 15 %) remobilisée par la suite pour occuper les vides de fractures et de cavités karstiques. Des filons et filonnets quartzo-barytiques (N60°E à N30°E) subverticaux recoupent cette structure.

Les travaux réalisés par la Société de la Vieille Montagne ont recoupé en profondeur d'anciens travaux non datés (Gallo-Romains ou Moyen-Âge) et dont l'ampleur et les départs de surface ne sont pas connus. Elle a réalisé la reconnaissance profonde comme suit :

- 1958 – 1960 : 6 sondages de 50 à 80 m, verticaux et obliques, **une galerie** de 48 m avec 3 recoupes et un bure, à l'ouest (niveau 333), 1 **puits** de 42 m avec galeries aux niveaux 301 et 289 et un bure à l'est.
- 1965 : 5 sondages verticaux de 55 à 100 m.

Les nombreux travaux parfois mal situés ou sans description, dont une partie serait à attribuer à l'époque médiévale sont :

- une tranchée à la cote 340 (presqu'au sommet, versant sud) se poursuivant par une galerie {VEY1} longue de 48 m avec 3 recoupes et un puits de 5 m. à l'ouest (niveau 333), murée selon Ayme (1984), localisation supposée ;
- un puits {VEY2} profond de 42 m (1,8 x 2,2 m.) depuis la cote 310 (330 actuelle) avec 2 galeries de 20 et 30 m environ (aux niveaux -30m et -42m), trouvé ;
- trois galeries {VEY3} auraient été ouvertes en partant de l'une des tranchées sur le flanc SE (U.M.), elles sont probablement antérieures à l'époque moderne et n'ont pas pu être localisées ;
- une galerie réputée éboulée dans le secteur de la Veyrasse est {VEY4}, localisation supposée ;
- une galerie réputée éboulée dans le secteur de la Veyrasse ouest {VEY5}, non trouvée, sans doute masquée par les éboulis.

Remarque : L'interprétation du document d'Union Minière de 1997 a été délicate, car il situe très mal les travaux réalisés qui y sont de plus renommés.

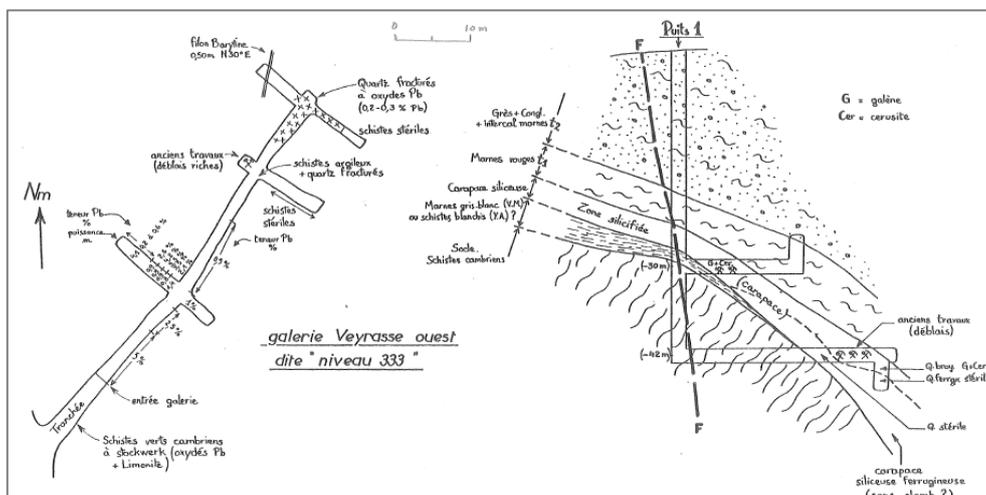


Figure 52 : La Veyrasse, plan de galerie Veyrasse O et coupe du puits (Ayme, 1984)

Les exploitations gallo-romaines et médiévales semblent partout présentes. Elles ont été recoupées à plusieurs reprises par les travaux de Vieille Montagne. Y sont sans doute associés les deux tranchées parallèles N150°E reprises lors des prospections par la Vieille Montagne, ainsi que probablement les ouvrages X et Y mal localisés et signalés par Union Minière (voir plus loin).

Entaille d'amorce de la galerie de la cote 340 (VEY1) dans la tranchée ouest et tranchée de la crête, toutes deux orientées N150°E et profondes de 2-4 m. Les déblais plutôt fins (granulométrie centimétrique) au niveau du puits de la Veyrasse ont été utilisés pour le remblayage et la mise en sécurité de ce puits.

La production ancienne n'est pas connue. La Société de la Vieille Montagne aurait extrait 550 kg de galène à 9% de Pb pour essais de flottation.

Le traitement de la **galerie 340** {VEY1} a été réalisé en 1997 par Union Minière. Le toit était décrit comme de mauvaise qualité, éboulé à plusieurs endroits. Les bords de la courte tranchée d'accès présentaient également des instabilités. Un foudroyage a donc été pratiqué obturant ainsi l'accès à la galerie.



Figure 53 : La Veyrasse-Galerie 340, avant et après traitement (d'après U.M., 1997)

Le **puits de la Veyrasse** {VEY2} a été fermé par une dalle en béton de 20 cm en fin de travaux. Il était en 1997 effectivement couvert par une dalle de béton de mauvaise qualité de 15 cm d'épaisseur dans laquelle un trou de 20 x 20 cm avait été découpé. Union Minière a détruit cette dalle en 1997 et procédé au remblayage du puits sur toute sa hauteur à l'aide des stériles environnants. Les 15 premiers mètres ont d'abord été comblés par des matériaux plus grossiers de manière à éviter l'écoulement des remblais dans les galeries du fond. Le remblayage a été terminé par un dôme destiné à compenser les tassements. La visite de terrain de 2011 confirme le dôme de couverture. Il semble moins élevé du fait d'un léger tassement naturel, mais également du fait de l'érosion engendré par l'activité motocycliste intensément pratiquée sur cette butte.



Figure 54 : La Veyrasse, le puits avant et après traitement (d'après U.M., 1997)

Une **tranchée** inclinée avec départ de galerie était signalée par Union Minière, l'ouvrage comportant également un puits (?) partant du bord supérieur de la tranchée. U.M. a procédé en 1997 au foudroyage en interdisant ainsi l'entrée, et condamnant le puits pour obtenir en fin de travaux une cuvette en pente douce. Non localisés, ces ouvrages ont été nommés « ouvrages X » dans le cadre de cette étude.

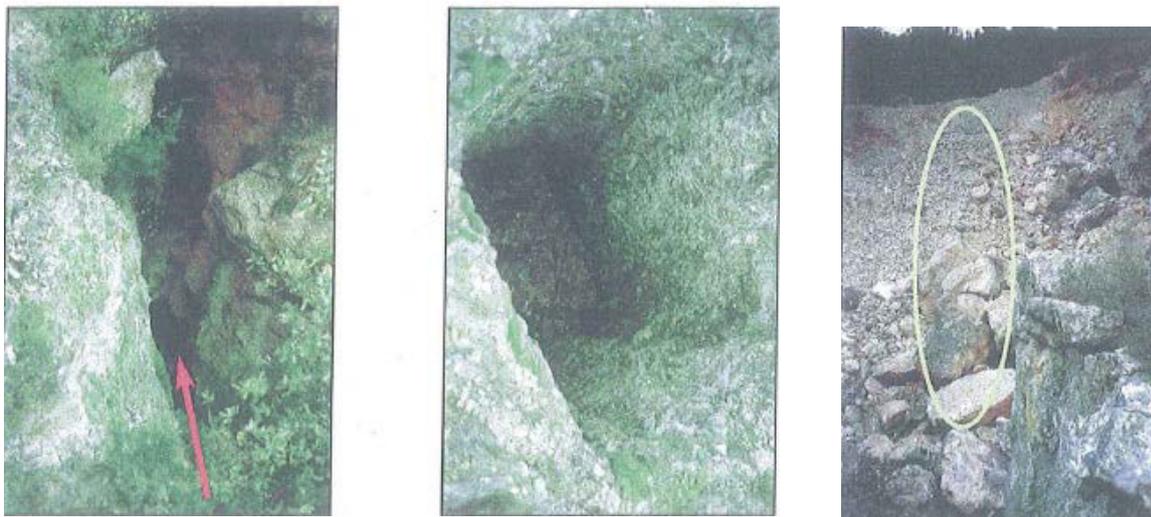


Figure 55 : La Veyrasse, tranchée-galerie et puits (ouvrages X) avant et après traitement (d'après Union Minière, 1997)

Une **tranchée** inclinée signalée par Union Minière dans le secteur SE donnait accès au départ de **trois galeries** {VEY3}, deux inaccessibles, partant du milieu de la paroi, la troisième, accessible, de 30 m de long. Par ailleurs à cet endroit, un **puits ou une cheminée d'aéragé** (?) de 10 m de profondeur aurait rejoint l'une des galeries. Le foudroyage de ces ouvrages a été pratiqué par U.M. Ces ouvrages signalés en archives ne font pas partie de l'inventaire des travaux de sécurisation de la Vieille Montagne (plus anciens ?). Ils ont été regroupés sous l'appellation « ouvrages Y ».

Quatre dépôts miniers ont été cartographiés sur ce site. Il s'agit de déblais de faible volume à granulométrie fine (mm – cm) pour 3 d'entre eux et plus grossière (stériles cm – dm) pour le quatrième (V71). Les volumes des 3 dépôts de résidus sont relativement faibles (400 à 700 m³) avec des hauteurs de 5 à 10 m maximum. Le volume estimé du dépôt de stériles est d'environ 7000 m³.

8.4.8 Combous {COMx}, Moto-cross {MTCx}, Petit Vichy {PVYx}

Les site de Combous est situé sur la commune de Combes. Les sites de Moto-cross et Petit-Vichy sont situés sur la commune de Taussac-la-Billière.

Les trois galeries de Combous se situent dans le talus est de la D22. En outre le plan de Gonord 1966 signale une galerie au nord du hameau le long de la D22 également ainsi qu'un puits dans le versant.

Dans le secteur dit du « Moto-cross », les travaux souterrains pourraient éventuellement correspondre aux légères dépressions du sol. Des haldes sont visibles sur les lèvres de la tranchée principale bien repérable.

Trois entrées sont signalées au SSE du Pont Grand, en rive gauche haute du Bitoulet, secteur de la source dite du Petit Vichy. Deux de ces ouvrages de Petit Vichy avaient été localisés par A.H. Boulanger (fiche BSS 1973, 09887X0122), actuellement plus aucun ouvrage n'y est repérable.

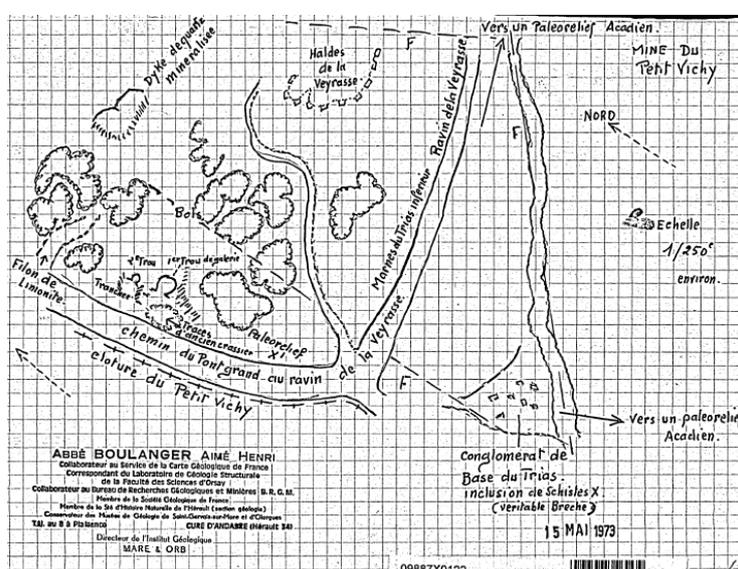


Figure 56 : Petit Vichy, plan de localisation (A.H. Boulanger, 1973)

Les haldes du parcours du moto-cross montrent la présence d'oxydes de plomb et zinc dans une gangue quartzo-barytique. Le dépôt minéralisé à blende, galène, pyrite a été rencontré en profondeur par les sondages réalisés la Société de la Vieille Montagne (1960).

A Petit Vichy et Combous, les premiers travaux ont été réalisés par la Cepromine de 1926 à 1931, puis par la Société de la Vieille Montagne après sa fusion avec Cepromine, de 1940 à 1960. La Société de la Vieille Montagne a effectué 2 sondages peu encourageant sur le secteur du Moto-cross conduisant à l'abandon du site.

Les recherches sur le terrain montrent à :

- **Combous** : nous n'avons que très peu d'information relatant les travaux de Combous, hormis la présence signalée d'une mine en bordure de la D22 figurant la fiche BSS (09887X0129 ; A.H. Boulanger en 1972). Union Minière dans son dossier de renonciation fait mention de ces 3 entrées de galerie, étagées le long de la D22 (est), au nord de Lamalou les Bains, entre le pont et le hameau des Cambous. Seule la galerie sud a été sécurisée à cette période. La galerie et le puits au nord du hameau ne font l'objet d'aucune description.

- **Moto-cross** : la localisation des ouvrages n'est pas facile, le terrain ayant été largement perturbé par le circuit du moto-cross. Plus aucune entrée n'y est visible, et seul le puits aurait été sécurisé (U.M). Gonord en 1966, dans le cadre d'une esquisse géologique de la cuvette de Lamalou (cf. figure 79 § 8.4.18) fait figurer 2 autres puits dans le périmètre.
- **Petit Vichy** : très peu d'informations d'archives sur ces travaux qui ne figurent pas dans les projets de sécurisation d'Union Minière. Aucune entrée n'est actuellement identifiable.

Etat actuel des ouvrages débouchant au jour

Galerie Combous nord {COM1} : d'une hauteur de 0,80 m, la galerie se fermait naturellement au bout de 10 m. Ne présentant selon Union Minière aucun danger et par ailleurs bien cachée dans la végétation, elle aurait été laissée en l'état. Nous n'avons pu retrouver cette entrée, sans doute obturée lors des travaux d'élargissement de la D22.

Galerie Combous médiane {COM2} : ne mesurant que 1 m de long, elle a donc été négligée par Union Minière qui l'a laissée en l'état. Nous avons pu localiser cette entrée le long de la RD22.



Photo n°48 : Galerie Haute des Cambous

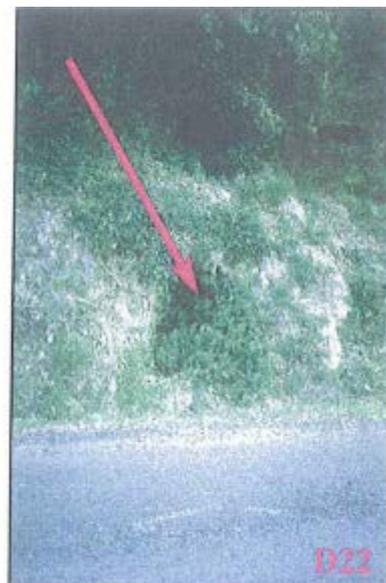


Photo n°49 : Galerie Moyenne des Cambous

Figure 57 : Les Cambous Nord et Médian, entrées laissées en l'état (UM, 1997)

Galerie Combous sud {COM3} : elle présentait une ouverture de 2 m de hauteur, réduit à 1 m par la mise en place d'un mur de barrage pour l'eau récupérée autrefois par un particulier pour irrigation. Le propriétaire du terrain, Mr. Mas, estimait à l'époque des mises en sécurité de la concession (1997) que l'accès à la galerie et à l'eau était un privilège acquis et désirait maintenir le lieu en l'état. Un accord a été conclu en sa faveur. La « plaque » en béton armé qui recouvrait la galerie a été détruite et a été remplacée par un mur de béton armé d'un mètre d'épaisseur, traversé par deux tuyaux, le plus bas étant équipé d'une vanne en cas de besoin important. L'ouvrage est encore facilement repérable.

Galerie Combous {COM4} et le **Puits Combous** {COM5} : les travaux de Gonord (1966) schématisent les positionnements de ces ouvrages, au nord du hameau. Cependant aucune précision sur la description de ces ouvrages n'est associée. Ces ouvrages n'ont pas été retrouvés lors de notre visite. En outre ce même plan signale sur la même zone filonienne (filon des Harts) une autre entrée de **galerie en rive gauche** du Bitoulet {COM6}.

Galerie du Moto-cross {MTC1} : l'ouvrage pourrait correspondre à la descenderie signalée ouverte et traitée par Union Minière en 1997 dans ce secteur. La sécurisation a été réalisée par foudroyage de l'éperon rocheux qui dominait l'entrée. Le site n'a pu être retrouvé lors de notre visite.

Puits du Moto-cross {MTC2}, {MTC3}, {MTC4} : les travaux de Gonord (1966) schématisent les positionnements de ces ouvrages sans toutefois apporter de description associée. Nous n'avons pas retrouvé ces ouvrages lors de notre visite.

Galeries Petit Vichy nord {PVY1}, - médian {PVY2} et - sud {PVY3} : il semble que les entrées de ces trois ouvrages aient été obturées car le terrain à leurs endroits présumés montre d'évidentes traces de modelage du sol. Les recherches sur la position exacte des débouchés se sont révélées infructueuses dans un paysage pourtant relativement dégagé.

8.4.9 Taussac {TSCx}

Ce site est situé sur la commune de Taussac-la-Billière.

Outre la consultation des archives également présentée ci-après, ce site a fait l'objet, compte tenu de sa sensibilité, de reconnaissances détaillées des géométries des ouvrages en souterrain. La mine s'étend sous le village de Taussac. Tout comme pour le Pradal, les travaux initiaux sont ici très anciens (Moyen-âge datation DRAC Languedoc-Roussillon). Le seul accès actuellement possible à l'ensemble des **galeries médiévales** de Taussac se fait par un boyaux-galerie {TSC1} partant du fond du jardin de M. Vacher, juste derrière sa maison située en bordure ouest du hameau. Ce jardin est clos et fermé par une grille. Au fond, dans une cavité sous roche, instable au plafond), qui sert d'entrepôt au propriétaire, s'ouvre un boyau à parois lisses et au cheminement tortueux, débouchant après un coude sur une salle de grand volume donnant accès à un réseau de galeries d'orientation NE-SO (réseau fracturant minéralisé).

L'essentiel de la minéralisation aurait été extrait, resteraient néanmoins quelques filonnets quartzeux minéralisés en galène et montrant des encroûtements de malachite. L'exploitation aurait suivi une fracture limitant le horst cambrien (schistes et dolomies). Gonord H. (1966) conteste ce point de vue, justifiant une minéralisation déposée au contact d'un paléorelief rude plutôt que d'évoquer une faille. Tenant compte de l'architecture du réseau d'exploitation, il nous semble que l'essentiel de la minéralisation, initialement sédimentaire, aurait été remobilisée en poches (karst) et filons complexes contrôlés par la fracturation majeure et secondaire.

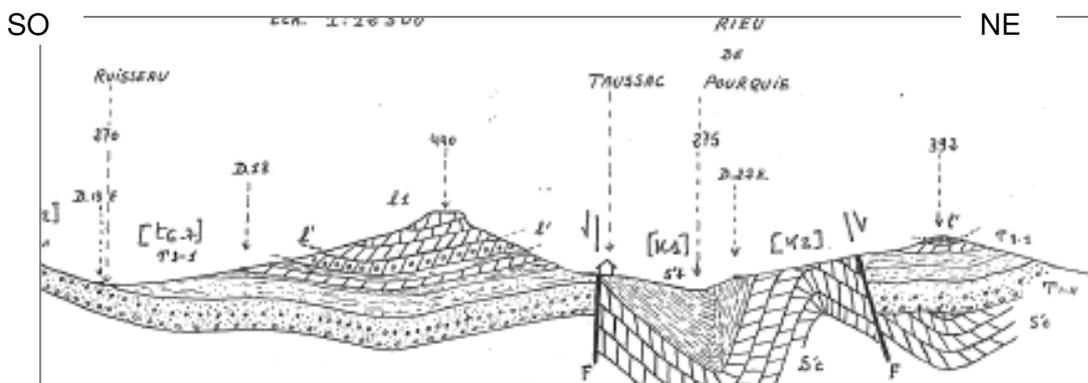


Figure 58 : Coupe n°3, SO-NE montrant le contact minéralisé complexe Trias-Cambrien de Taussac, sédimentaire repris par faille (?) (d'après Delfour, révisé)

Delfour (1957) signale, dans les galeries, d'importants dépilages orientés NE-SO. Le type d'exploitation est fort semblable à celui observé au Pradal avec suivi et épuisement des minéralisations avec les méthodes d'extractions rudimentaires propres à cette époque médiévale. Le plan souligne la présence de déblais dans la chambre, indiquant que les mineurs auraient effectué un tri manuel sur place. Les deux plans dont nous disposons (Gonord et al, 1972 et Ayme, 1984), bien que d'allure générale relativement semblable, révèlent des différences géométriques non négligeables. Les profondeurs mentionnées sont de plus très imprécises. Les levés réalisés en entre avril et mai 2012 lèvent ces incertitudes (cf. figures 61 et 62).

En 1910, la Société de la Vieille Montagne aurait réalisé un puits {TSC2} (actuellement comblé, emplacement inconnu, y compris des natifs du village) sur un affleurement de barytine cuivreux, proche de la limite SE du village ; à 7 m le puits aurait rencontré d'anciennes galeries (extension inconnue des travaux médiévaux ?). Deux recherches en galerie (3,5 m vers le nord, 1 m vers le sud) auraient été réalisées à cette occasion (Gonord, 1966).

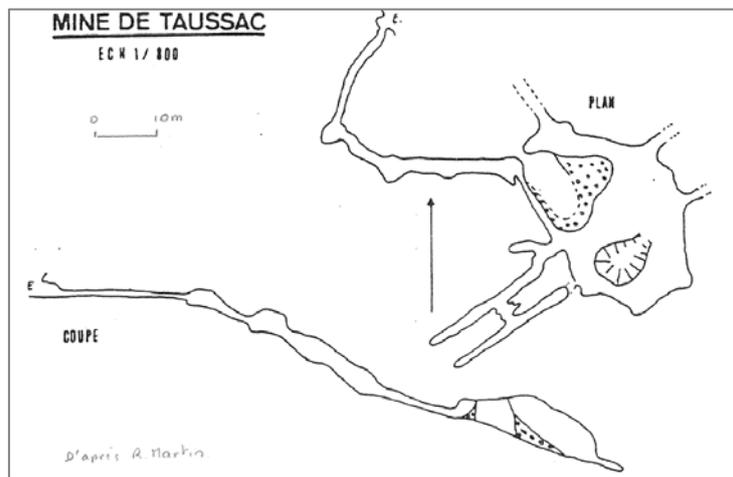


Figure 59 : Taussac, plan et coupe de la mine (d'après Ayme, 1984) – Ne tenir compte que de l'échelle graphique

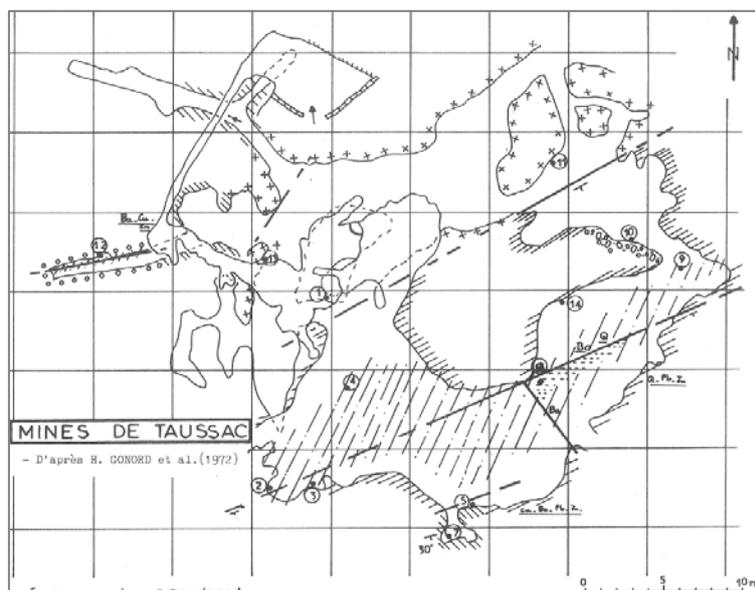


Figure 60 : Taussac, plan d'anciens travaux miniers (d'après Gonord et al, 1972)

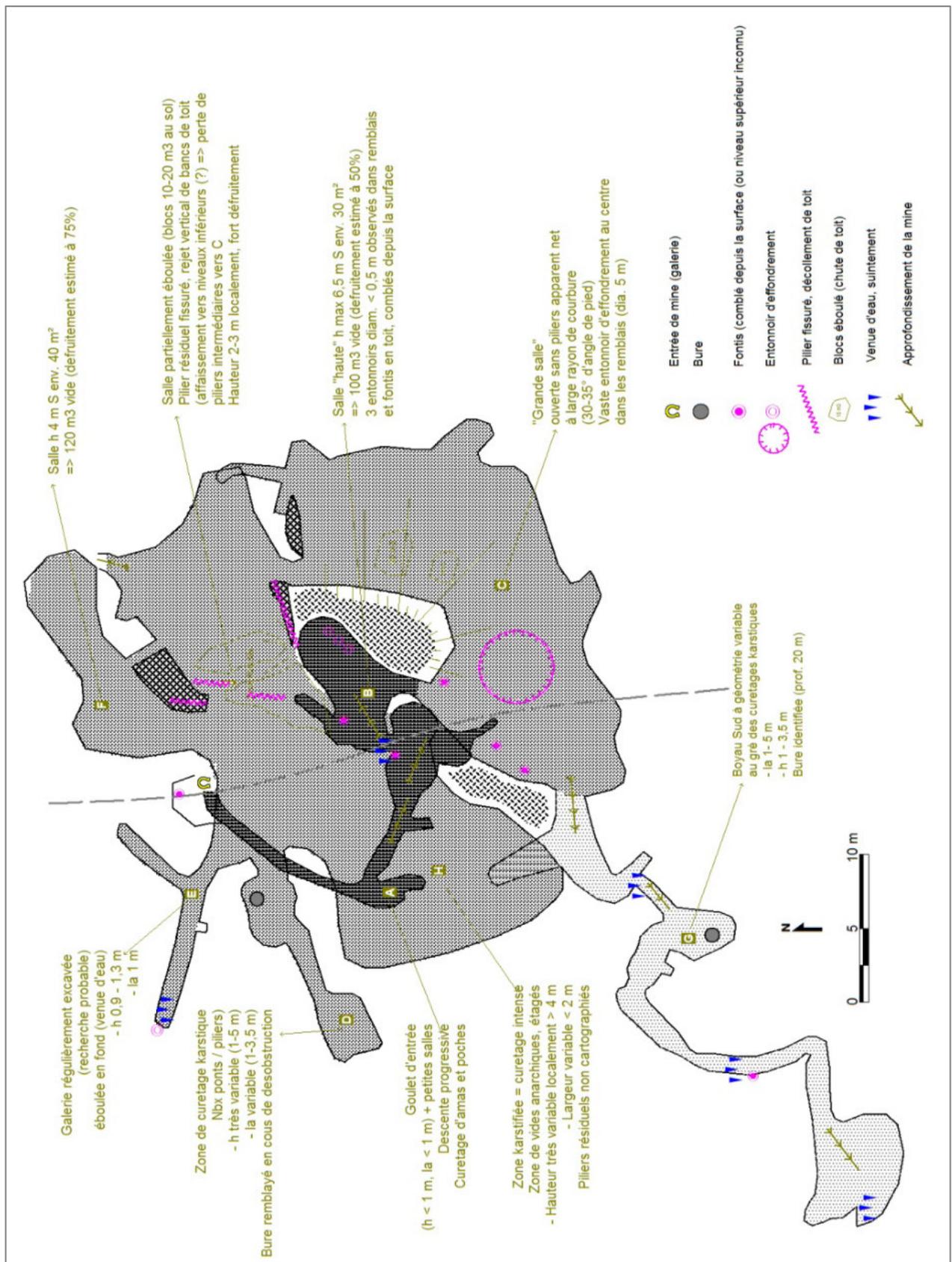


Figure 61 : Cartographie informative de la mine de Taussac

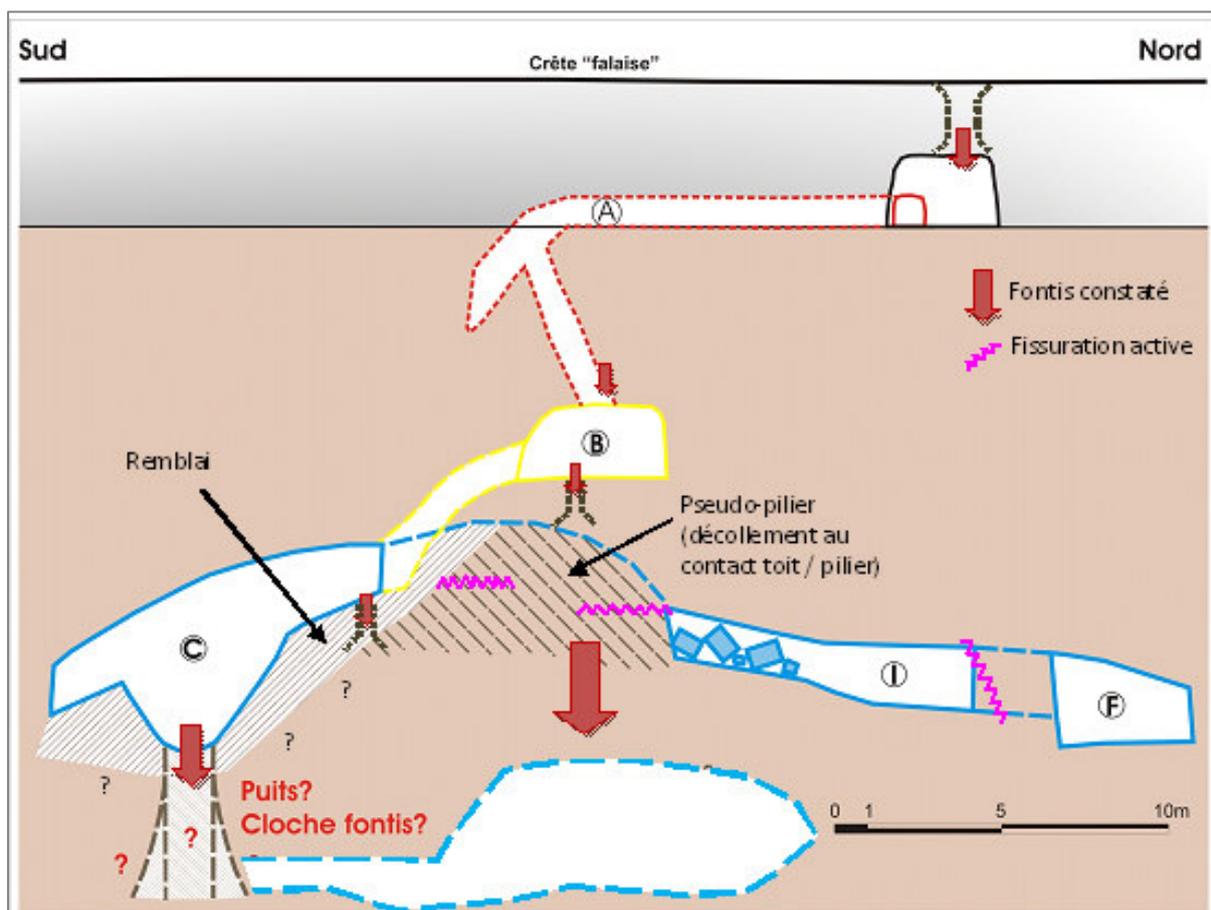


Figure 62 : Coupe schématique de l'exploitation de Taussac

Etat actuel des ouvrages débouchant au jour et dépôts résiduels

Selon H. Gonord, M. Soulié et al, (document inconnu) rapporté par Y. Ayme (1984), on accède aux travaux par un boyau étroit (observé) tournant à 90°, avant de déboucher sur une salle de 25 x 20 x 7 m, allongée et pentée vers le SE (15°), conformément à la stratification cambrienne. Cette salle est prolongée au SO et au nord par des galeries éboulées et un puits central comblé existe en son centre. L'extension latérale et en profondeur de la mine reste inconnue. Un pilier aurait été ménagé à l'entrée de la salle, bordé de déblais (stériles ?), facteur à prendre en compte dans l'évaluation de la tenue du toit à cet endroit. Rien n'exclut la présence d'autres accès aujourd'hui oubliés, notamment depuis l'est du hameau. Les Anciens ont visiblement suivi et épuisé les minéralisations (filons et poches karstiques) qu'ils rencontraient. Le toit de la salle principale aurait une bonne tenue.

L'ancien propriétaire, Mr. Wooley avait souhaité maintenir un accès à cette mine et ne pas la condamner à tout jamais. Il n'était techniquement pas possible de placer une grille dans le goulot d'accès aux chambres. Il a donc accepté de prendre en charge la responsabilité de l'entretien de la grille posée par Union Minière et de gérer le passage sous sa propre responsabilité ultérieure. Le transfert de responsabilité à l'actuel propriétaire, M. Vacher, ne semble pas connu de ce dernier.

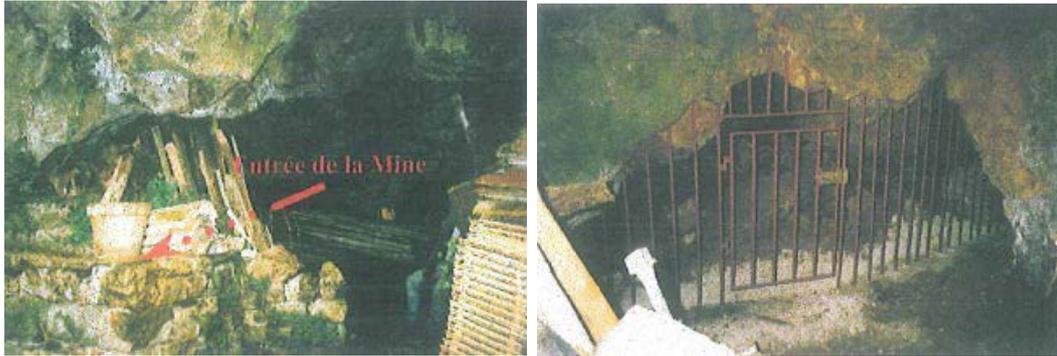


Figure 63 : Taussac, accès galerie état avant et après clôture (UM, 1997)

8.4.10 Birec {BIT1} et Bitoulet {BIT2}

Ces sites sont situés sur la commune de Combes. La galerie Birec {BIT1} est ouverte en rive droite, abrupte, du Bitoulet, à l'amont du Pont Grand. Le secteur est difficilement pénétrable (pente et végétation) et ne nous a pas permis de retrouver l'ouvrage. Les travaux ont consisté en des recherches effectuées en 1921 par M. Hessler sur d'anciens indices plomb, zinc, cuivre mis en évidence par la Société Cepromine. La galerie creusée est sans doute courte, haute de 1,50 m et suit un filon quartzeux.

La galerie Bitoulet {BIT2} s'ouvre en rive droite du ruisseau du Bitoulet, à cet endroit encaissé, dans une gorge peu accessible et broussailleuse. Le parcours d'accès proposé par la fiche BSS (A.H. Boulanger) est toujours utilisable pour rejoindre le lit du Bitoulet, mais il n'a pas été possible de retrouver le site, réputé sécurisé par Union Minière.

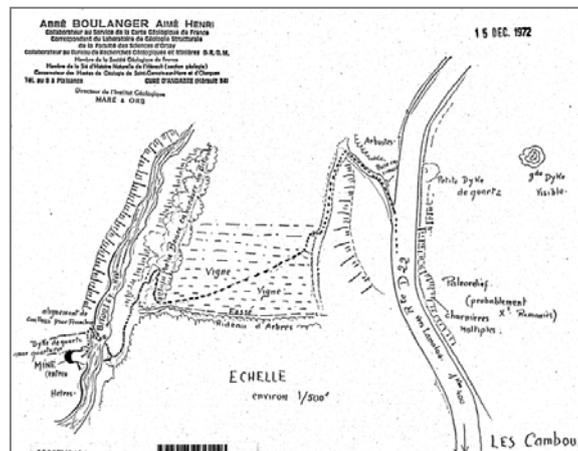


Figure 64 : Bitoulet, plan d'accès à la galerie (A.H. Boulanger, BSS)

D'après les archives, La galerie {BIT2} est rectiligne, haute de 1,8 m, longue d'une vingtaine de mètres, avec un toit de bonne tenue. Elle est creusée dans un filon quartzique minéralisé en zinc et cuivre dans des schistes feldspathiques à biotite. L'eau qui en sort est de bonne qualité, mais avec une teneur en zinc de 4,68 mg/l. Un dépôt argileux orange recouvre le sol de la galerie. Les travaux sont anciens (Harris & Wanostrocht ?) repris par Cepromine de 1920 à 1932, puis par la Société de la Vieille Montagne de 1945 à 1950.

Cette galerie a été foudroyée par Union Minière quelques mètres en retrait par rapport à l'entrée de manière à conserver une cavité qui semble naturelle. L'eau a rapidement trouvé son chemin au travers de ces déblais drainants dont la granulométrie et l'épaisseur étaient supposés garantir une stabilité dans le temps.

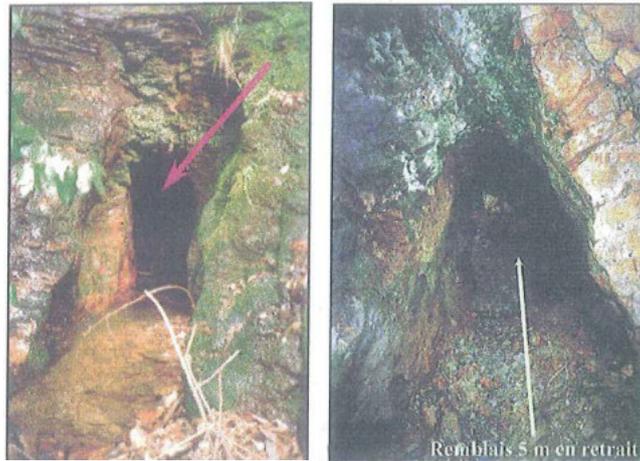


Figure 65 : Bitoulet, la galerie avant et après foudroyage en retrait (d'après U.M., 1997)

8.4.11 Saint-François ou la Ginée {GINx}

Ce site est situé sur la commune du Pradal. Le doublet de galeries se situe sur le flanc est de la montagne de l'Abbaïsse, environ 300 m à l'est de la cote 628 (actuellement 632). La galerie supérieure {GIN1} est dès les années 1960 réputée fermée et non localisable. La galerie inférieure {GIN2} correspond à la source captée de la Ginée, qui a servi un temps à l'alimentation communale. L'entrée de cette galerie, bâtie et fermée par une porte métallique, se situe sur le bord d'un sentier. Le site n'a pas pu être visité dans le cadre de cette étude.

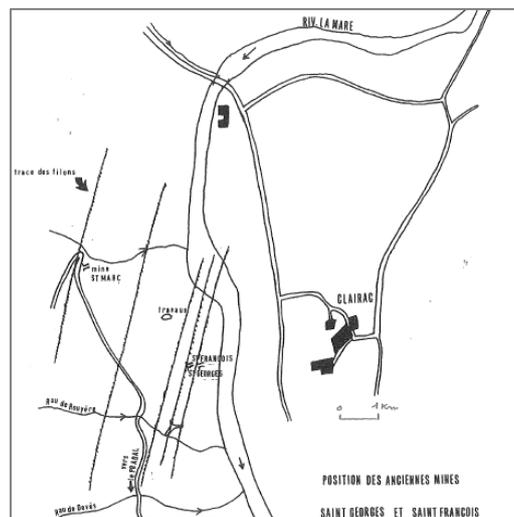


Figure 66 : Saint François & Saint Georges, localisation des ouvrages (d'après Martin, 1975)
Document très imprécis en termes de localisation et d'échelle, position Saint François douteuse.

Il semble que la minéralisation soit concentrée dans les dolomies ou à leur contact par faille avec les formations schisteuses assimilées à la série des Quintes. Les épontes sont dolomitiques et la minéralisation est à quartz, galène, argent et cuivre.

En 1870, Harris et Wanostrocht reprennent deux galeries superposées (3 niveaux ?) datant du Moyen-âge (note archéologique non datée) pour y exploiter blende et calamine. La plus basse de ces galeries est la seule actuellement repérable, connue sous le nom de Mine Saint François ou source de la Ginée.

Selon Gonord (1966) et Martin (1975), ces travaux ont consisté en deux galeries superposées jointes par un puits de 12 m et/ou par 3 cheminées. Une note archéologique non datée, non signée, y voit une exploitation aux techniques et vestiges médiévaux.

La galerie supérieure {GIN1} a été arrêtée au bout de 100 m environ. A 10 m de l'entrée, elle aurait touché un filon minéralisé en blende et calamine. D'après Gonord, cette galerie ne montrait déjà plus d'accès repérable en 1966.

La galerie inférieure {GIN2}, une dizaine de mètres plus bas, tracée sur plus de 200 m (Gonord, 1966), recoupe une faille de direction N55°E. L'extrémité de cette galerie aurait rencontré d'anciens travaux (médiévaux ?) dans la dolomie. Elle était fermée par une porte métallique et aménagée en captage d'eau pour l'alimentation du village du Pradal. Union Minière en 1997 a définitivement condamné son accès en construisant, au-delà de la porte métallique préservée, un mur en béton armé de 1 m d'épaisseur, traversé par deux tuyaux PVC alimentaire de 110 mm de diamètre, l'un à la base du mur, l'autre à 50 cm au-dessus. Un troisième tuyau de 150 mm de diamètre, grillagé, équipe le haut du mur pour assurer un aérage de la galerie. La responsabilité de l'ouvrage a, sur sa demande, été transféré à la mairie du Pradal. La commune n'utiliserait plus cette ressource actuellement.

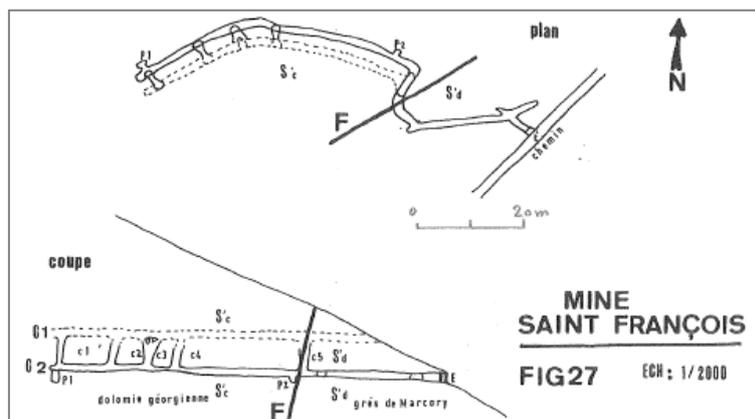


Figure 67 : Saint François – Ginée supérieure et inférieure, coupe et plan (d'après Martin, 1975)

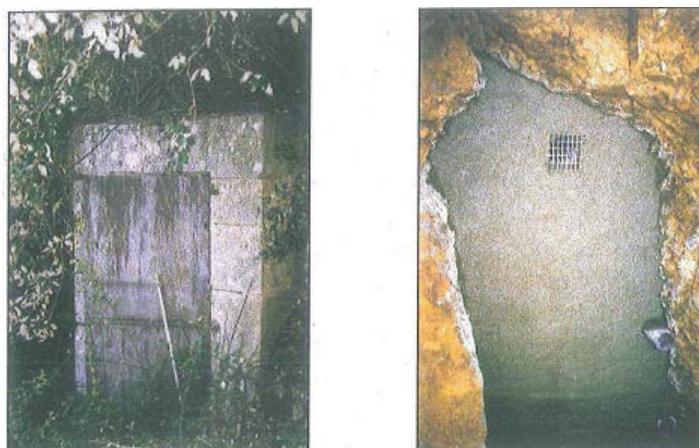


Figure 68 : Saint-François-Ginée, état avant et après traitement (d'après Union Minière, 1997)

8.4.12 Bas Leuzas {LEU1}

Ce site est situé sur la commune de Pradal. La localisation donnée par Union Minière est imprécise. Un plan d'ensemble issu du rapport BRGM (Ayme et Coumoul, 1986) permet de mieux situer une partie des divers travaux localisés sur le flanc est du Cabanis. L'accès au site est facile en suivant la piste au nord du Pradal.

Reprenant une activité initiée au Moyen-âge, des travaux de recherche et d'exploitation ont été réalisés en 1899. Il s'agit de petites poches karstiques de faible volume (10 à 80 m³) qui auraient été exploitées artisanalement jusque vers 1930. Selon R. Martin (1975), la plus grande {LEU1} et la plus accessible de ces poches (80 m³; 10 m x 4 m x 2 m), a permis aux visiteurs de faire les observations suivantes : elle se situe dans la dolomie cambrienne à quelques mètres au-dessus du contact avec le Trias supérieur, lequel est marqué par des encroûtements siliceux à belles plages de galène et de barytine.

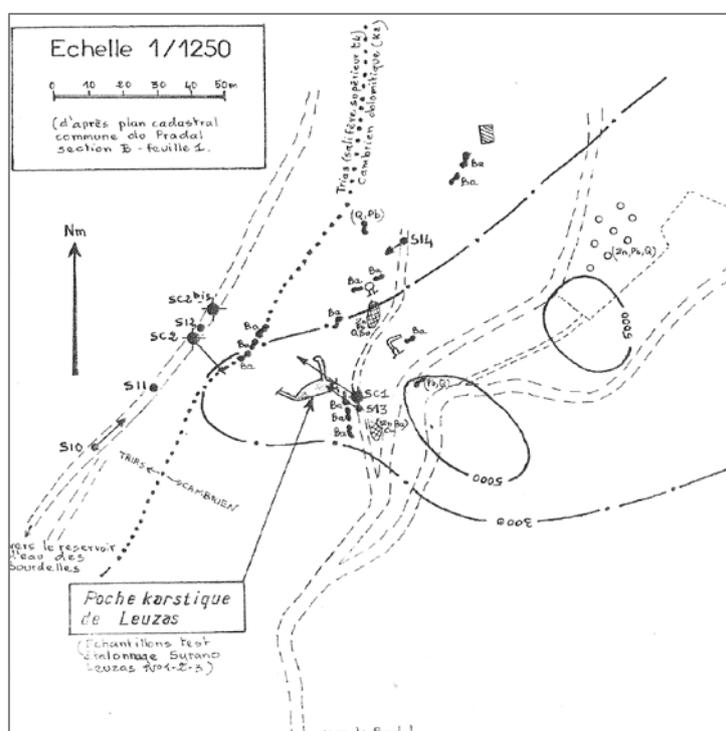
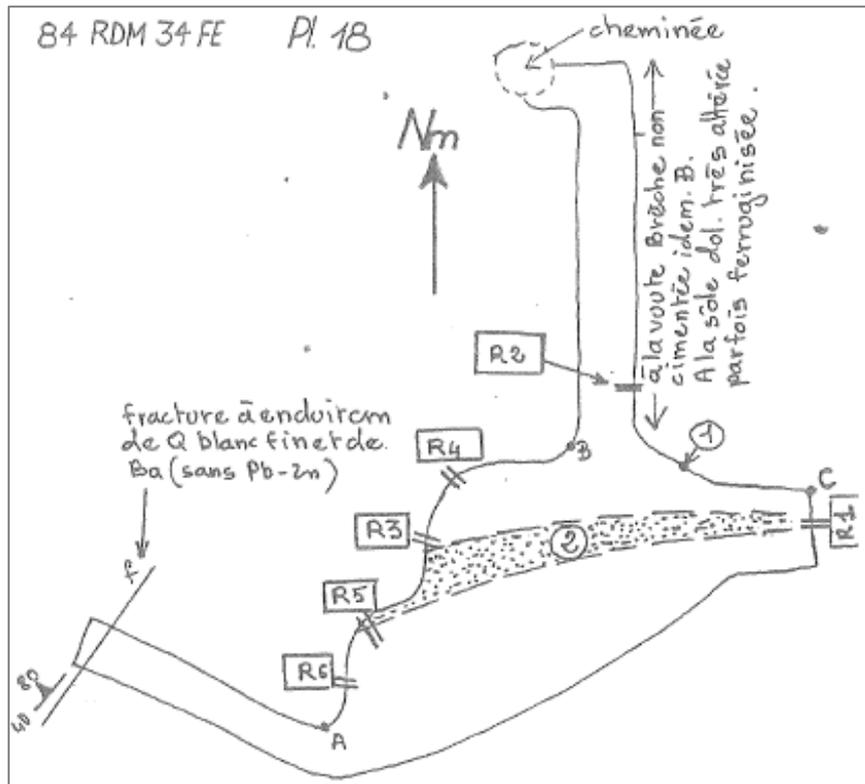


Figure 69 : Bas Leuzas, plan général des travaux (BRGM, rapport Ayme & Coumoul)

La dolomie de la poche est pulvérulente, rubéfiée ou silicifiée. De cette cavité partiraient une galerie en direction du nord de 10 m de long et une galerie vers le NO de 6 m de long. L'essentiel de la minéralisation se situe dans une brèche d'effondrement contenant sulfures et d'oxydes (galène, calamine, smithsonite, cérusite, traces de cuivre, barytine). D'autres poches moins volumineuses auraient été exploitées plus vers le NE, mais leur localisation n'est pas certaine. Plusieurs grattages moins importants existent sur plus de 100 m au nord de la poche principale.



2 : run siliceux dans la voûte. R : rainurage pour analyses, profondeur de la cheminée inconnue

Figure 70 : Leuzas, plan de la poche karstique principale exploitée (Ayme, 1984)

Union minière aurait traité uniquement le site de la grande poche {LEU1}. La profondeur de la cheminée d'accès n'est pas connue, mais la coupe permet de l'estimer à 3 ou 4 m. Les archéologues y ayant trouvé des vestiges anciens (table de broyage). Il a été convenu de procéder à un foudroyage de l'entrée en veillant à ne pas endommager la cavité et les galeries à préserver pour une réouverture éventuelle. Toute la zone de broussailles situées au sud de la cerisaie, en bordure ouest du chemin, devrait correspondre aux abords du domaine des travaux.

La petite poche karstique située au nord (3 m de long) présenterait également des vestiges (table de broyage). Compte tenu de sa faible longueur et son toit de bonne qualité, le site aurait été laissé ouvert en l'état (non retrouvé).

8.4.13 Rouyre et/ou St-Georges {STGx}

Deux galeries superposées sont identifiées en rive gauche du ruisseau de la Rouyre et portent le nom de mine Saint Georges. La galerie basse (la plus longue) correspondrait au site n° 4 d'Union Minière.

La minéralisation filonienne quartzo-barytique ou quartzreuse à galène et covellite traverse le ravin de la Rouyre en direction N50°E. Une zone scorifère d'âge inconnu y est signalée par la DRAC.

La Société de la Vieille Montagne en 1898-1899 (après reprise des travaux de 1885) aurait ouvert ou réutilisé à cet endroit 2 galeries anciennes (traces archéologiques non datées). Selon Ayme (1984) ces ouvrages seraient effondrés. La galerie basse (longue) {STG2} de Saint George accédait à un puissant filon quartzo-barytique au contact entre le relief dolomitique primaire et le Trias. Le plan d'Ayme (1984) montre un travers banc de 150 m stérile. Nous ne disposons d'aucune donnée descriptive de la galerie haute.

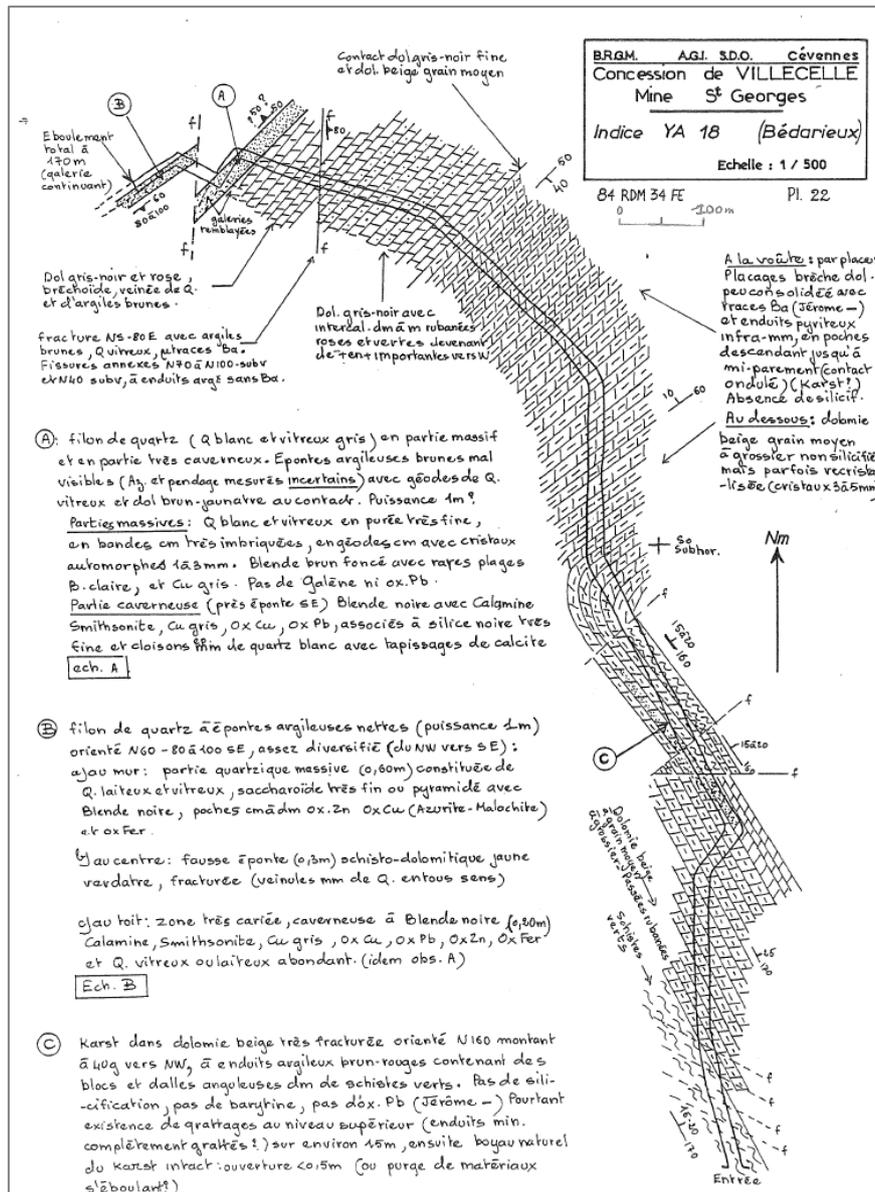


Figure 71 : Saint Georges, plan de la galerie basse (Ayme, 1984) – Ne tenir compte que de l'échelle graphique

Union Minière (1997) a sécurisé à cet endroit les deux galeries. Aucune des deux entrées n'a pu être retrouvée lors de notre visite. Les archéologues y ont découvert des tessons anciens, aussi, à la demande du SRA et en accord avec la DRIRE, l'accès en a été condamné par un mur, construit à partir des roches locales cimentées. L'objectif était de protéger les vestiges de tout vandalisme.

La galerie haute (courte) {STG1}, pourtant réputée obturée d'après Ayme Y. (1984), est retrouvée ouverte par Union Minière (1997). Située à 5 m du sentier, elle n'aurait fait qu'une vingtaine de mètres de long et ne représenterait pas de danger, son toit étant de bonne qualité et sa longueur limitée (?).

La galerie basse {STG2} s'ouvrirait presque dans le fond de la vallée. Longue de 170 m jusqu'à un éboulement, la galerie est haute de 2 m par endroit. Le toit est d'assez bonne qualité. De forts rétrécissements en boyaux sont signalés (raréfaction en oxygène). L'accès en a été interdit par foudroyage de la sole et des parois.

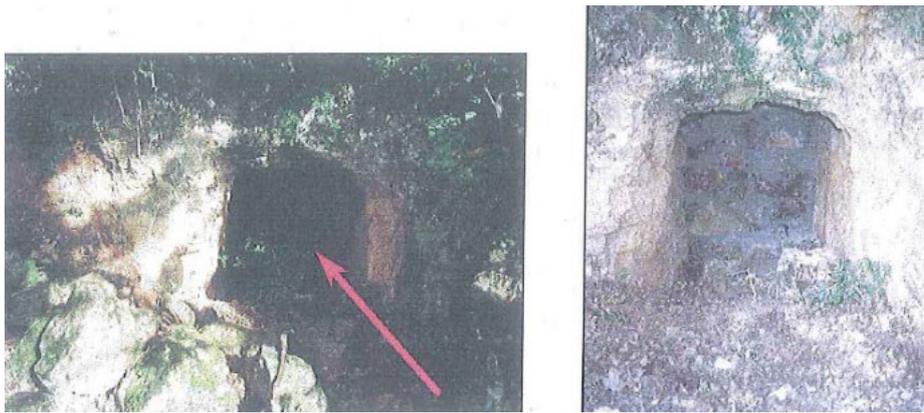


Figure 72 : Saint Georges, galerie haute, avant et après sécurisation (d'après U.M., 1997)

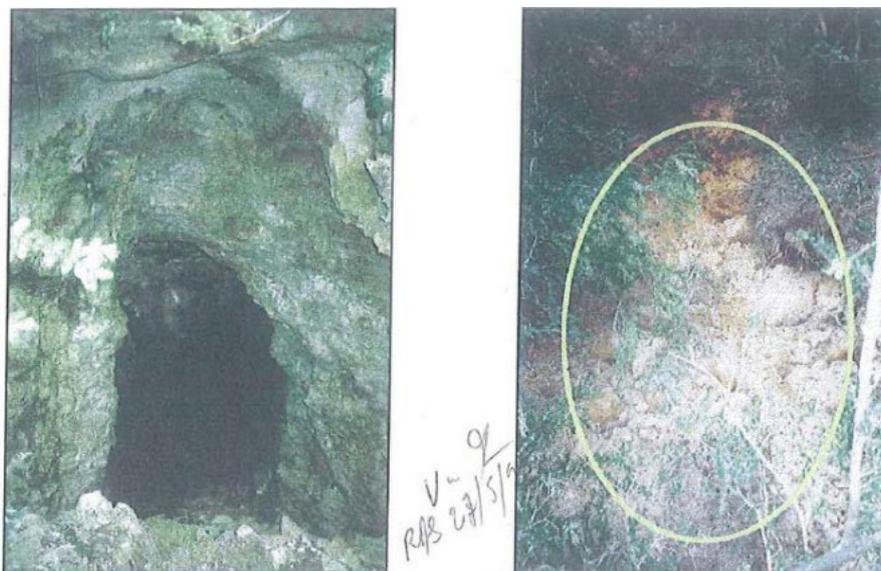


Figure 73 : Saint Georges, galerie basse, avant et après sécurisation (d'après U.M., 1997)

8.4.14 La décharge du Pradal {DECx}

Ce site se situe sur la commune de Pradal. Union Minière, lors de ses travaux de sécurisation (1997), a signalé, dans le bas de la décharge du Pradal, 8 puits inconnus des archives disponibles et une « grotte » peu profonde correspondant probablement à un grattage (U.M., site N°3). L'ensemble des ouvrages se regroupe sur une faible surface dans un bois situé en dessous de la décharge (difficile d'accès).

Les huit puits de 5 à 10 m de profondeur d'aspect identique {DEC1} et foncés dans le même secteur ont tous été remblayés par foudroyage par Union Minière. Aucune trace de ces travaux de recherche n'a pu être retrouvée, le site ayant probablement disparu sous la décharge.

La grotte {DEC2}, peu profonde (grattage infructueux ?) et au toit robuste, ne présentant aucun danger, a été conservée en l'état. Elle n'a pas été retrouvée lors de notre visite, probablement enfouie sous la végétation dense ou naturellement recouverte par les mouvements gravitaires de la décharge (matériaux inertes).

8.4.15 Bourdelles {BOU1} - Pourcasse Haute {POUx}

Ces sites se situent sur la commune de Pradal. La galerie des Bourdelles {BOU1}, que Pouget (1976) situe à 500 m au nord du hameau des Bourdelles, n'avait cependant pas été retrouvée par l'auteur sur le terrain. Nous n'avons pu retrouver cet ouvrage signalé comme sécurisé par Union Minière en 1997. L'objectif du fonçage de la galerie des Bourdelles {BOU1} n'est pas connu, sans doute visait-il la caisse filonienne de la faille minéralisée de l'Horte-Boussagues ou de ses tributaires. Le filon de Pourcasse montrait une gangue barytique et quartzeuse contenant de la blende. L'exploitation (?) aurait porté surtout sur la barytine.

Les travaux sur le filon des Pourcasse Haute ont donné lieu à l'ouverture d'une tranchée peu profonde et a priori de 2 galeries {POU1} et {POU2}.

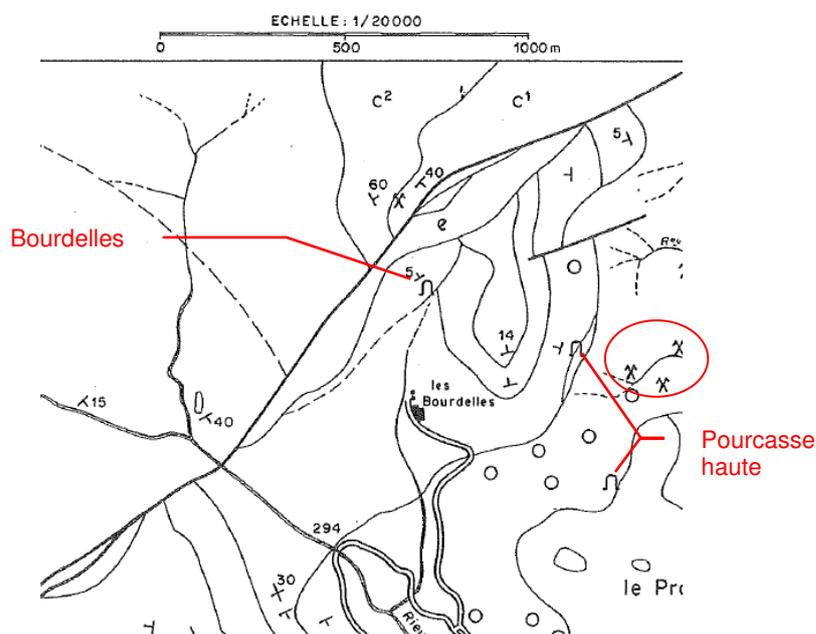


Figure 74 : Bourdelles-Pourcasse Haute, localisation des travaux (Gonord, 1966)

Les travaux souterrains

Nous ne disposons d'aucune information sur les travaux souterrains des Bourdelles Nord. Union Minière décrit une galerie de 15 m de long avec un toit d'assez mauvaise qualité.. Union Minière a obturé la galerie des Bourdelles par un mur de béton armé de 1 m d'épaisseur. Une plantation de cerisiers couvre le terrain qui la surplombe (galerie non retrouvée).

De la galerie {POU 1} de Pourcasse Haute, il ne subsiste qu'une légère dépression du sol à 10 m à l'ouest de la tranchée, sur le chemin qui la traverse (seule trace observable). De longueur inconnue, cette galerie n'est signalée que par Union Minière lors de ses travaux de mise en sécurité de 1997.

Les travaux à ciel ouvert

Selon Pouget J.J. (1976), une tranchée aurait été ouverte récemment (années 1970 ?) non loin à la galerie de Pourcasse Haute sur le même filon pour en extraire la barytine.



Figure 75 : Bourdelles, galerie avant et après traitement (d'après U.M., 1997)

8.4.16 Puits des Chasseurs {CHA1}

Ce site se situe sur la commune de Pradal. Ce puits des Chasseurs {CHA1} est cité dans le dossier de renonciation de l'Union Minière (1997) qui lui a attribué ce nom lors de sa découverte sur le terrain. Il ne correspond à aucun ouvrage connu des archives à cet endroit. Cet ouvrage se situe dans un petit thalweg boisé, peu accessible.

Il présente un diamètre de 1,5 m et une profondeur (résiduelle en 1997) de 4 à 5 m d'après le document de renonciation de 1997. Union Minière a procédé à son foudroyage. Rien n'a pu être retrouvé lors de notre visite.



Figure 76 : Puits des Chasseurs, avant et après remblaiement (U.M., 1997)

8.4.17 La mine du Pradal {PRAx}

Ce site se situe sur la commune de Pradal. Outre la consultation des archives également présentée ci-après, ce site a fait l'objet, compte tenu de sa sensibilité, de reconnaissances détaillées des géométries des ouvrages en souterrain. La mine s'étend en grande partie sous le village du Pradal. L'unique entrée actuellement connue consiste en un puits {PRA1} de 2 m situé Place Blanche et fermé par une plaque métallique amovible.

Il s'agit d'une exploitation ancienne dont l'importance, la distribution et nature de la minéralisation sont difficiles à préciser, toute la minéralisation ayant été épuisée. La minéralisation était principalement localisée dans les poches karstiques affectant la dolomie cambrienne et le long de fractures à éponges silicifiées. Le minerai, oxydé en surface (premier niveau) devenait sulfuré à partir de 30 m de profondeur (niveaux 2 et 3). On en trouvait également dans une brèche de dissolution sous forme oxydée, associée aux argiles rouges du contact de la dolomie avec le Trias. Le minerai profond comportait : blende, galène (argentifère), chalcopryrite, cuivres gris, quartz et barytine en traces.

La mine du Pradal a donné lieu à d'importants travaux d'exploitation entre le 10^{ème} et le 13^{ème} siècle, sans doute poursuivis jusqu'au 15^{ème} siècle. On suspecte l'existence de travaux romains (Daubré, 1881). La frappe de la monnaie à Villemagne serait associée par la tradition à la production de galène argentifère des mines du Pradal, de Taussac et du vallon de Lamalou. La mine aurait été totalement épuisée, les derniers visiteurs (Gonord H., Soulié R., Delfour J., années 1970) déclarant n'avoir perçu aucune trace de minéralisation résiduelle.

Les travaux consistent en des puits permettant l'accès un réseau complexe de galeries sur plusieurs niveaux (au moins 3 dans la partie centrale) et des chambres reliées par des bures. Une sélection sur place du minerai aurait laissé des déblais (utilisés en soutien du toit, comblement de puits, ..). D'après les plans, l'emprise en projection horizontale des travaux miniers serait d'environ 200 x 70 m (Ayme, 1984) rectifiée après levés au fond.

Selon un document de la DRAC LR (extrait d'une note interne de de juillet 2000 préparatoire à un stage sur la réglementation minière et la sécurité), le réseau présente un important développement où l'on peut réaliser un cheminement d'environ 2 heures.

Les travaux s'enfoncent suivant une pente de 20° vers le SO, ce qui place le niveau inférieur connu à environ 70 m de profondeur, au niveau de la Mare. Les travaux se répartissent en trois niveaux principaux. Il pourrait y avoir eu des niveaux plus profonds puisque De Gensanne (1776) signale (selon Gonord, rapporté par Ayme, 1984) que les travaux poussés sous le niveau de la Mare étaient ennoyés. Ayme Y. (1984) signale que les niveaux les plus inférieurs accessibles (niveau 3 ?) n'ont pu être reconnus à cause de la présence de gaz carbonique au 3^{ème} niveau.

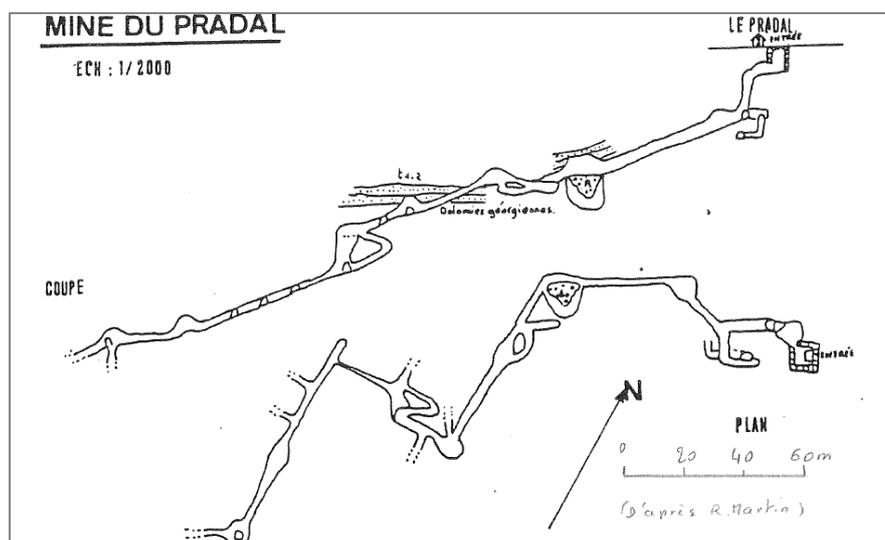


Figure 77 : Le Pradal, coupe et plan de la mine (d'après Ayme, 1984) – Ne tenir compte que de l'échelle graphique.

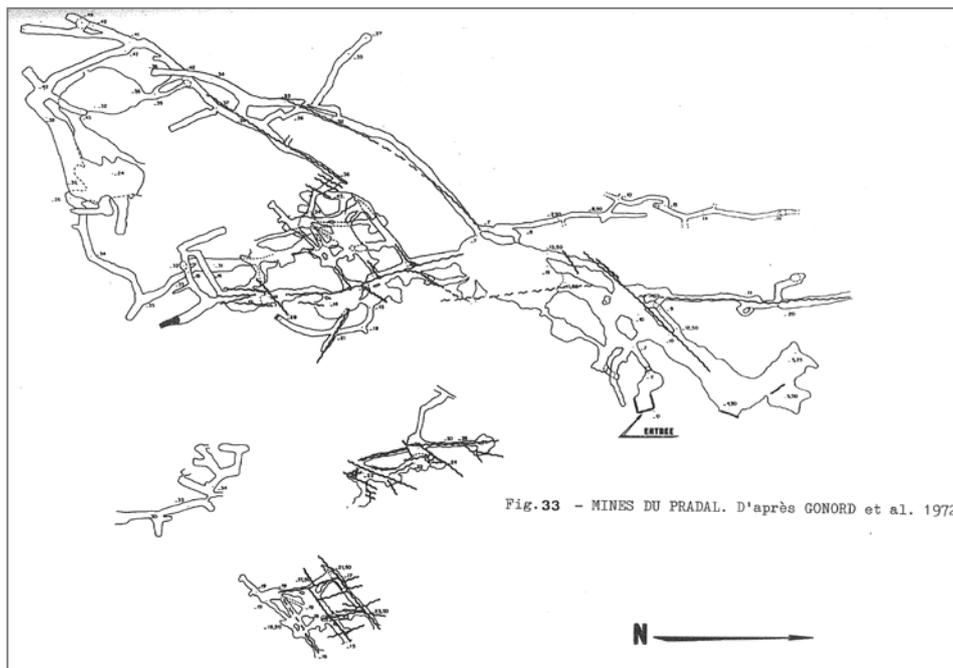


Figure 78 : Le Pradal, plan sans échelle de la mine (d'après Gonord, 1972)

Le plan de la mine fourni par H. Gonord et *al.* (1972) donne une image complexe de boyaux étroits et de chambres de 10 à 50 m de long, 5 à 15 m de large et 5 à 10 m de haut, orientées N-S et E-O, situées en relais sur 3 niveaux principaux difficilement discernables sur l'image. Un puits ouvert (25 m) dans la première chambre communiquerait avec un second étage sous-jacent à partir duquel on accéderait de même à un troisième niveau. On ne sait si ce troisième niveau pourrait correspondre aux travaux signalés comme noyés par De Gensanne. Il se pourrait que ce niveau bas puisse être relié à l'entrée de la galerie bouchée (non localisée), signalée par Canet (1963) près de Pont de la route de Villemagne à Clairac (Saint Men ?, non trouvé). La complexité du plan reflète celle de la géométrie du dépôt commandée à la fois par la stratigraphie et la tectonique et donc difficilement prédictive pour ce qui regarde les prolongements restés inconnus, plus anciens. D'autres ouvrages (débouchants au jour ?) ont existé à l'ouest du Pont du Diable (minéraux cuprifères dans les déblais).

Les travaux le long des fractures (boyaux et chambres) auraient laissé des cavités de volumes très variables, mais aux épontes dolomitiques apparemment indurées par silicification sur plusieurs dm. Le document DRAC souligne cependant la présence de zones instables.

Il y aurait eu 9 accès, dont celui de la Place Blanche. Ces entrées seraient disséminées et totalement oubliées des mémoires et archives (entrées du Pont du Diable ?). On remarque la présence de deux galeries ouvertes vers le nord à un niveau relatif permettant d'envisager leur interception avec la topographie dans le vallon du nord du village. Un cas semblable pourrait concerner le prolongement de la chambre (-5m) au nord de l'entrée connue. La cote du plancher de la grande salle est noté à -10 m ; lors de sa visite en 2000, la DRAC avait été impressionnée par la hauteur de plafond de cette salle (plus de 5 m, communication orale M. Ph. Galant), ce qui ne laisserait alors que moins de 5 m de voûte sous les constructions du Pradal.

Par ailleurs, et apportant des éléments complémentaires d'inquiétudes sur la stabilité du site, le document DRAC de compte-rendu de visite (2000) signale :

« Des colmatages soutirés ou instables, déblais de comblement non stabilisés, ...en plusieurs points on peut observer des zones de fragilisation de la voûte (broyages très localisés de la dolomie, fontis, détente de l'encaissant, ...arrivées de réseaux pluviaux qui s'écoulent directement dans la mine,on note des traces de fracturation sur les piliers latéraux, la voûte dolomitique est par endroits posée sur des joints marneux ce qui entraîne des problèmes d'éboulement ».

Les levés réalisés en entre avril et mai 2012 lèvent ces incertitudes au moins sur les parties reconnues non envoyées (cf. figures 79 et 80).

Une nouvelle visite menée du 09 au 11 septembre 2014 par l'INERIS dans le cadre d'un programme d'appui au Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE) a permis d'accéder à la première salle du niveau inférieur (zone P en figure 80). Le compte rendu de visite (Gouillon, 2014) signale les observations suivantes :

- « la représentation de la salle sur le plan de Gonord et al. est globalement bonne (forme reconnue et direction principale contrôlée à la boussole) ;
- la dénivellation du sol est conforme à celle que l'on peut interpréter à partir des cotes figurant sur le plan de Gonord et al., et les profondeurs indiquées corroborent approximativement avec des mesures faites par un altimètre ;
- du point de vue stabilité, la salle est très dégradée (largement plus que toutes les autres zones connues de la mine). Des blocs plurimétriques de roches (paraissant comme des marnes gris/bleues) jonchent le sol et d'autres sont largement décollés sur les parements et au toit de la salle. Ces observations laissent penser à une remontée de cloche de fontis en cours d'évolution. »

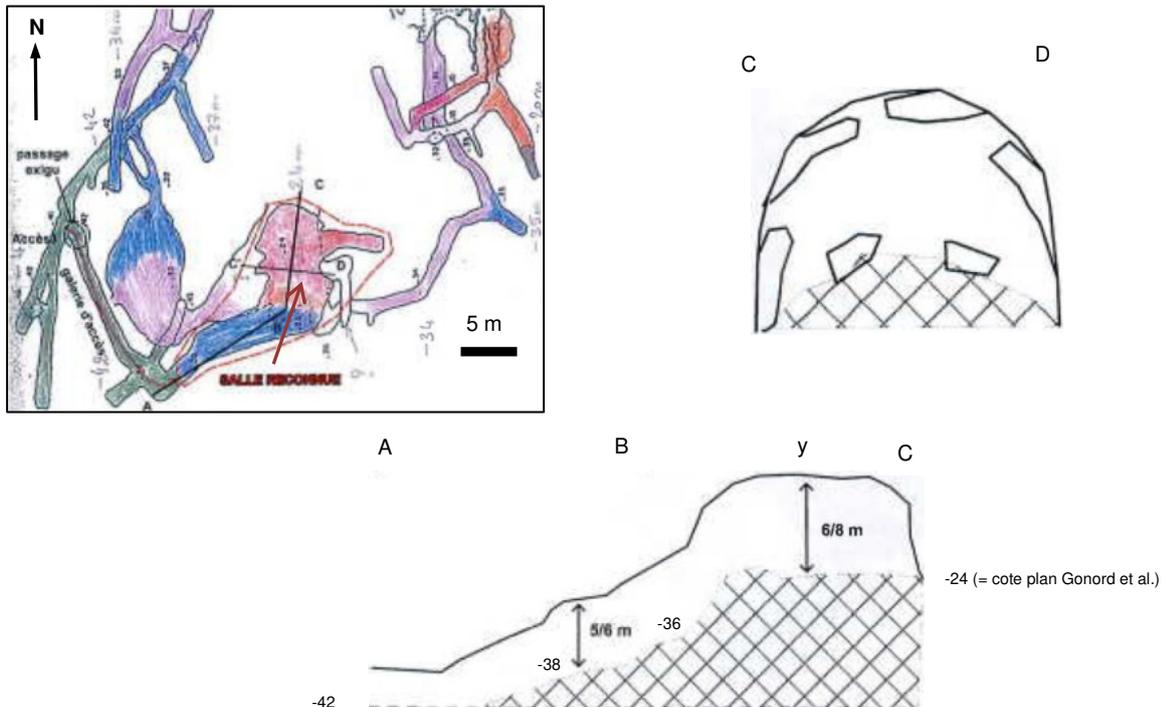


Figure 79 : Localisation et coupes schématiques de la salle à partir des observations visuelles

La cotation du plan de Gonord et *al.* est indicative, mais elle permet d'évaluer assez justement l'allure générale du réseau souterrain. Les valeurs indiquées restent cependant relativement approximatives au vu des levés UGPS réalisés en 2012 (plus ou moins 5 m). L'origine du levé du plan se situe au puits d'accès à la mine, la logique voudrait qu'il corresponde à l'orifice en surface. Des commentaires écrits à la main sur le plan apporte une confusion supplémentaire. « *Le 0 de référence doit correspondre (?) au fond du puits de 12 -15 m* », (le puits d'accès fait environ 1,6 m de profondeur). De plus, cet orifice se situe 5 m plus haut que la route à l'aplomb de la salle (levés de surface avec dGPS). En croisant l'ensemble de ces éléments, l'épaisseur de recouvrement au toit de la cavité, à l'endroit ou elle est le plus proche de la surface (point y sur figure 78a), devrait varier entre 10 et 15 m.

La cartographie de la mine de Pradal a été réalisée en 2012 par les levés UGPS. Même si la partie sud de la mine n'a pu être localisée en surface avec l'UGPS, cette partie a pu être recalée à partir des zones levées avec précision (partie nord). La marge d'incertitude de cette zone recalée est estimée à 10 m.

La mairie ne signale aucun désordre connu pouvant être en relation avec des travaux miniers. Une recherche commune a été effectuée pour retrouver les travaux du filon Saint James, sans succès. La mairie s'inquiète cependant des mouvements de terrain apparus au toit de l'ancienne exploitation de gypse de l'Escandoune (carrière souterraine hors concession polymétallique). M. Luchère, après enquête, a trouvé une entrée de galerie non signalée dans la littérature d'archives, dans le ravin des Combes, ouverte et pénétrable en direction du nord (passage de la route de Villecelle).

M. Salles André dit avoir entendu des anciens évoquer la présence d'autres entrées de galeries qu'il n'est pas en mesure de localiser. Un fontis brutal avait emporté un cheval de son père, dans la partie est du bas du village (hors de la zone des travaux connus, doute sur l'origine minière ou naturelle de ce désordre compte tenu de la géologie locale aux formations karstiques).

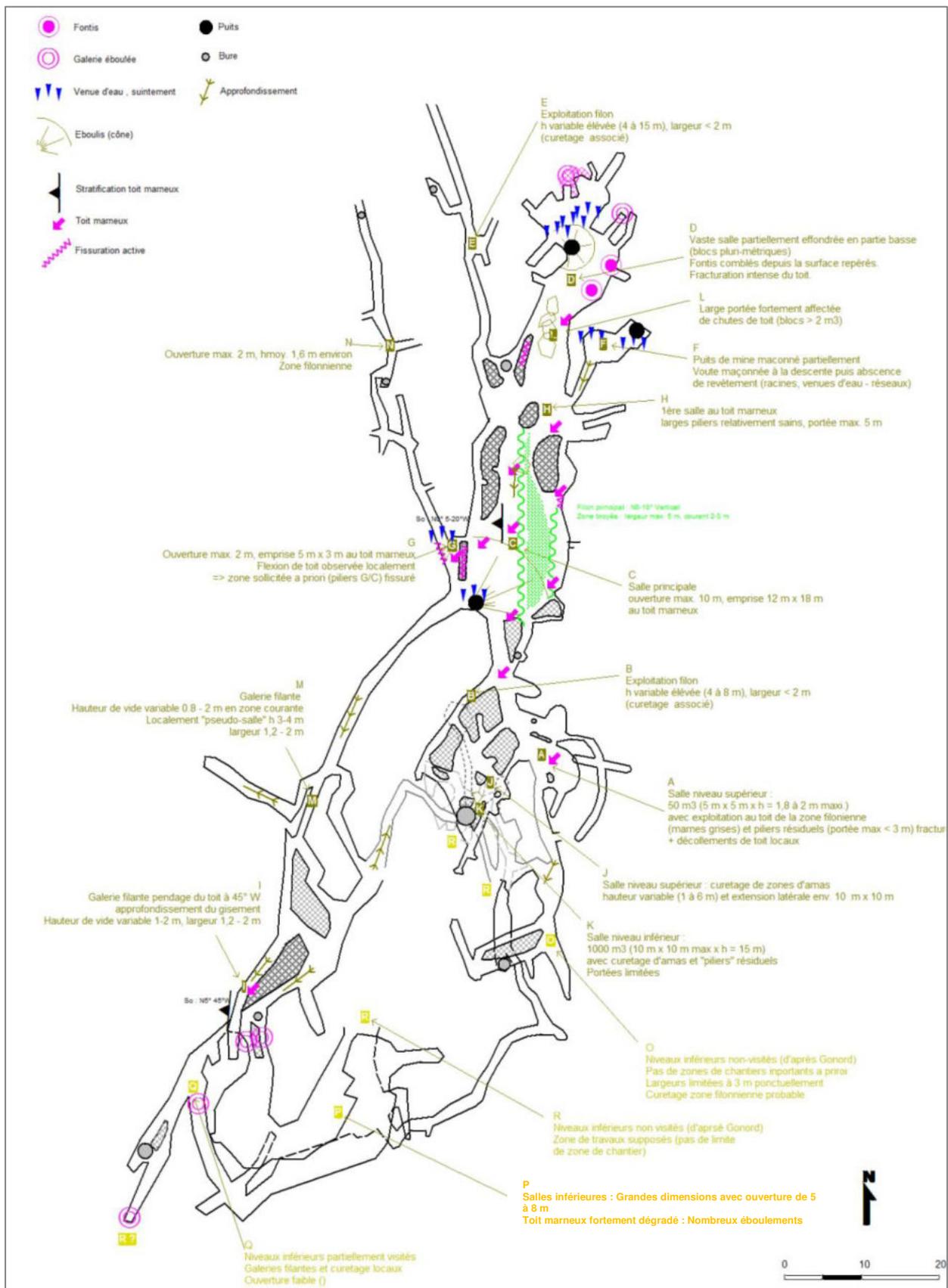


Figure 80 : Cartographie informative de la mine du Pradal

8.4.18 Exploitation Saint James {STJX}, Mine Bourgès { BRG } et galerie de Combes {CMBx}

Ces sites se situent sur la commune de Lamalou-les-Bains.

Cet ensemble de travaux, probablement majoritairement antérieurs pour l'essentiel à l'époque moderne, occupe toute une partie de Lamalou les Bains Nord-Ouest, secteur compris entre l'ancien établissement thermal Bourgès, l'actuel (géré actuellement par la Chaîne Thermale du Soleil) et Lamalou le Vieux.

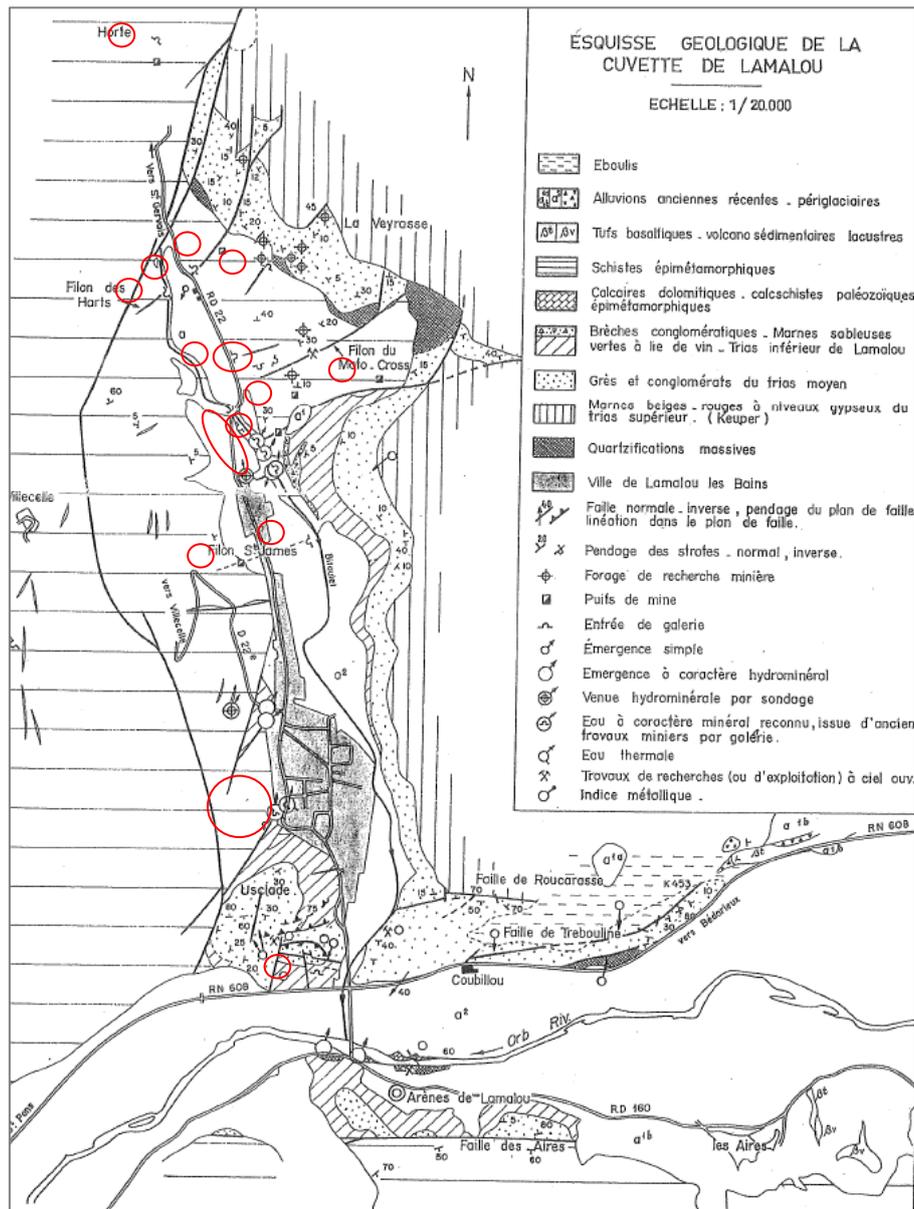


Figure 81 : Lamalou, localisation des travaux de la cuvette (d'après Gonord, 1966)

Filon Saint James

D'après Gonord (1966) le « *Filon Saint-James est d'orientation N 60° E. Il est situé en rive droite du Bitoulet, sous Lamalou Le Haut. Sa position exacte est encore repérable malgré l'extension des constructions, par la conservation du puits principal et de l'entrée de la galerie de base (proche du Bitoulet dans le ravin de la Combe). Le filon affleure même au niveau de la maison ; il occupe une position à part dans le contexte local car sa minéralisation est surtout formée de minéraux de cuivre.* ». La notice de la carte géologique de Bédarieux signale 2 galeries de 100 m ({STJ1} et {STJ3} et un puits {STJ2} de 25 m de profondeur en 1907.

Ainsi, une galerie basse {STJ1} (proche du Bitoulet, dans le ravin de la Combe) et un puits principal {STJ2} (de 25 m de profondeur selon la BSS) sont situés dans le domaine construit du nord de Lamalou le Bains. Aucun de ces deux ouvrages n'a pu être retrouvé. En outre, la carte géologique de Bédarieux précise comme associés à ce filon : « *2 galeries de 100 m, puits de 25 m en 1907. Anciens travaux au moyen âge* ». Le puits semble bien correspondre à celui signalé en BSS, pour les galeries, si une peut correspondre à la galerie basse, on peut tout à fait supposer une deuxième entrée dans le versant sur l'emprise du filon {STJ3}, non retrouvée également.

L'exploitation du cuivre a porté de 1862 à 1865 (John Robin Harris et Vincent Wanostrocht). En 1865, le filon Saint James a fourni à partir de travaux d'une cinquantaine de mètres, 100 tonnes de minerai à 25 % (cuivre gris et chalcopryrite)(Gonord, 1966). Les travaux sur le filon principal recoupaient des filons croiseurs N-S par où progressaient les venues hydrothermales actives alimentant la station de Lamalou le Haut. Les exhaures affectant la production thermique, l'extraction minière fut arrêtée avec la création d'un périmètre de protection des eaux.

Mine Bourgès

Les anciennes mines du vallon de la source Bourgès ont été exploitées par la société de la Vieille Montagne jusqu'en 1868, date de renonciation pour protection du périmètre de la source. Le secteur de Bourgès est décrit comme exploitation de plomb-zinc au contact de la zone faillée ouest de Lamalou (effondrement du fossé de Bédarieux).

Les 3 galeries évoquées en BSS se situent au niveau du ruisseau à une centaine de mètre de l'établissement thermal. Deux sont situées en rive gauche et une en rive droite. En outre deux entailles de recherche sont signalées du secteur, toujours sur les parois du vallon, en aval du ruisseau et en rive droite : leur hauteur varie entre 1 m et 2,5 m.

La mine de Bourgès est ancienne (origine médiévale ?), exploitée par la société de la Vieille Montagne jusqu'en 1868, date de renonciation pour protection du périmètre de la source Bourgès. La hauteur des ouvrages varie entre 1,5 m et 1,8 m. La galerie la plus en aval rive gauche est décrite comme murée {BRG1}.

Galerie des Combes

Une galerie de recherche des Combes {CMB1}, indépendante du filon Saint James, ouverte, accessible et non répertoriée, a été découverte en rive gauche du ravin des Combes (direction du tronçon visible de l'entrée : N280°E°). Cette galerie vise, quant à elle, une autre structure minéralisée. Elle n'est pas connue des archives. Son existence nous a été signalée par la mairie. Elle est orientée N280°E, est horizontale sur une dizaine de mètres, puis évolue en descenderie partiellement obturée après environ 10 m.

8.4.19 Usclade, Rhèdes, {USCx}, {RHDx}

Ces sites se situent sur la commune de Lamalou-les-Bains.

Cet ensemble de travaux, probablement antérieurs pour l'essentiel à l'époque moderne, occupe toute une partie de Lamalou les Bains sud, secteur compris entre les anciennes mines de l'Usclade (établissement thermal actuel géré par la Chaîne Thermale du Soleil) et la gare de Lamalou (secteur de Rhèdes).

Ce secteur est géologiquement complexe, constitué de terrains du Trias plissés et fracturés, affecté par le grand décrochement Le Poujol-Hérépien, et porteur de nombreux filons minéralisés polymétalliques.

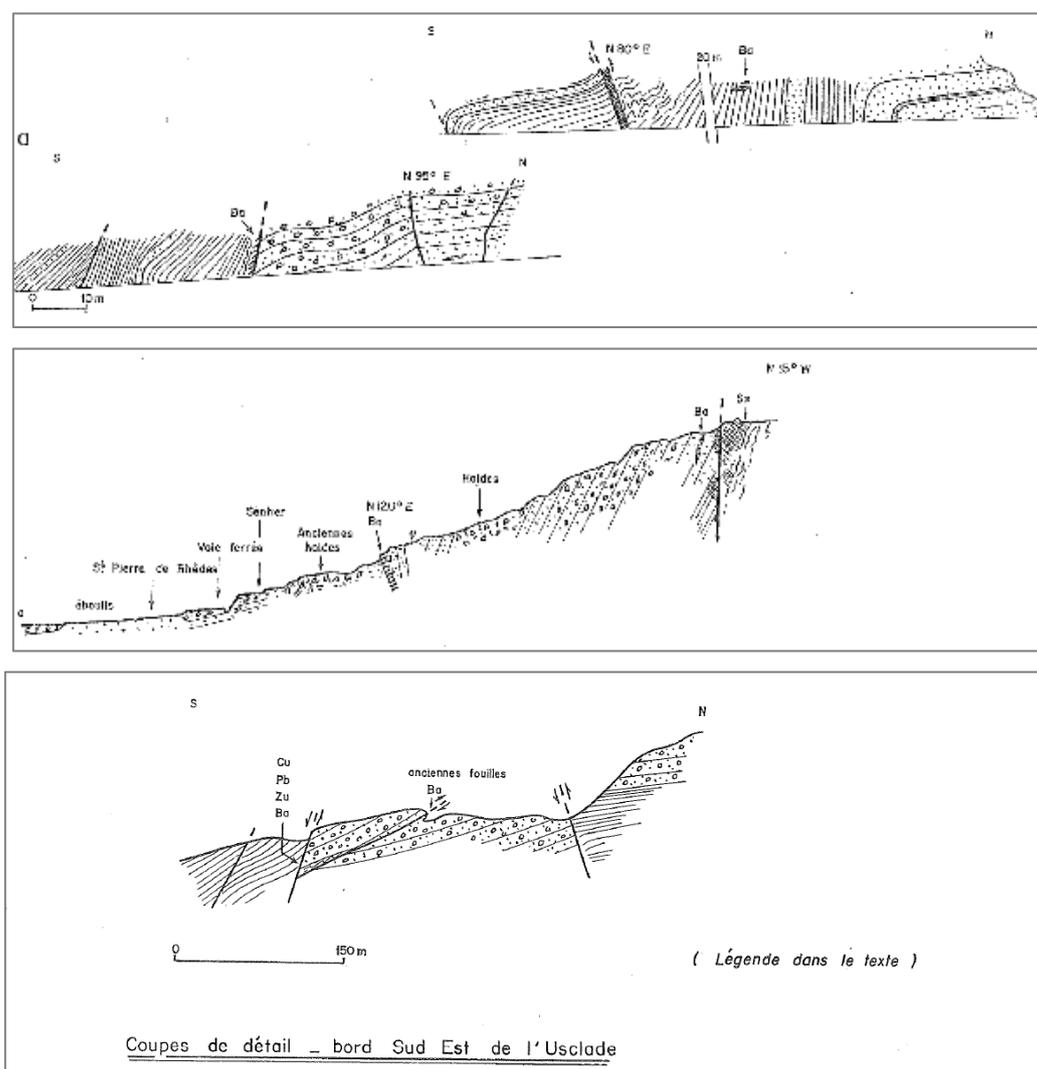


Figure 82 : Usclade, coupe du bord SE, haldes et minéralisations (Gonord, 1966)

Secteur de l'Usclade

Galerie de l'Usclade {USC1} : l'accès au réseau des galeries de l'Usclade et de l'ancienne Mine peut aisément se faire par l'entrée située au pied des réservoirs et fermée par une grille. La visite peut se faire sur demande exprimée auprès de la Direction locale de la Chaîne Thermale du Soleil.

Galerie de la Mine ancienne {USC2} : ancien débouché, muré, de la seconde galerie subparallèle à celle de l'Usclade. Le mur situé en face de la buvette-kiosque de l'établissement thermal laisse bien voir l'obturation de deux entrées proches. Accès possible par la Galerie de l'Usclade.

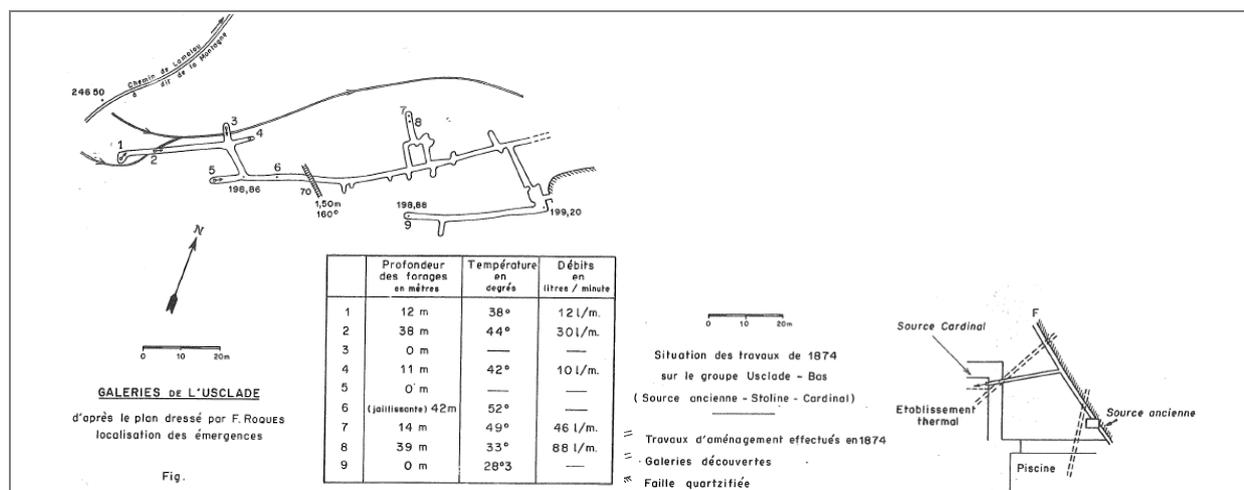


Figure 83 : Usclade, plan des galeries (Gonord, 1966)

L'eau chaude abondante et canalisée en sortie de la galerie de l'Usclade, est fortement chargée en oxydes, générant un encroûtement important dans le canal et sur les parois des deux galeries. Ces galeries sont partiellement maçonnées.

Plusieurs puits d'aérage ont été foncés dont celui qui rejoint la Mine ancienne {USC3} (positionné par GPS) ainsi qu'une autre cheminée d'aérage du système Usclade-Mine ancienne, non visitée {USC4}.

Secteur de Rhèdes (Lamalou les Bains sud)

De nombreuses traces d'activités minières (depuis l'époque médiévales ?) subsistent dans la colline du sud de Lamalou les Bains, entre les thermes et la gare (gite 09887X0013). Peu de document d'archives décrivent ces travaux, il ne nous a donc pas toujours été possible de reporter sur plan les travaux souterrains correspondants. Ces ouvrages sont tous situés en forêt de Rhèdes sillonnée par un réseau dense de chemins de promenade en limite de l'urbanisation. On peut penser que les travaux souterrains ont eu un développement important (possible recoupe par les travaux de l'Usclade, notamment). Sont dénombrés :

- Le puits de Rhèdes {RHD1} actuellement bouché ;
- La galerie de Rhèdes {RHD2} obturée

- La galerie-tranchée de Rhèdes {RHD3} bien visible, accessible, mais étroite, sous un surplomb rocheux de la tranchée qui y conduit. Elle pourrait correspondre à un tunnel débouchant plus loin dans cette même tranchée, 20 à 50 m vers l'est. En outre d'anciennes tranchées (au moins deux) sont signalées dans ce secteur (BSS 09887X0125) pour exploration de la minéralisation des grès triasiques (doc. Abbé Boulanger, BSS). Ces travaux réalisés par la Cepromine entre 1920 et 1931 furent suspendus après la fusion avec la Vieille Montagne car situés dans le périmètre de protection des sources :
- La galerie Saint-Pierre ou de la gare {RHD4} correspondrait à l'archive BSS classée 09887X0092. Cette galerie, percée au XVIIème siècle, aurait été reprise en 1875 par la société de la Vieille Montagne pour extraction de cuivre et plomb (cuivres gris, chalcopryrite, malachite, azurite et cérusite dans une gangue barytique) à partir d'un dépôt minéral lenticulaire dans des grès conglomératiques du Trias moyen (Gonord, 1966). Située ne bord de route au hameau de Saint-Pierre de Rhèdes, cette galerie est partiellement ouverte.

8.4.20 Exploitation de Boussagues {VILx}

Ce site se situe sur la commune de La Tour-sur-Orb. L'exploitation souterraine sur le secteur de Boussagues (plus précisément au lieu-dit Montcoudor sur la commune de La Tour-sur-Orb) démarre à partir de 1930 : trois galeries seront foncées en 1930 et 1931 à proximité d'une ancienne tranchée réalisée à l'affleurement. La minéralisation est recoupée par la galerie n° 1 et manquée par la galerie n° 2. C'est la galerie n° 3 qui va pouvoir suivre un premier filon minéralisé sur 150 ml environ. Un bure est foré pour mettre en relation la galerie n° 1 et n° 3 afin d'assurer l'aéragé. Parallèlement à la galerie n° 3 mais située entre 15 à 40 m plus au sud, une quatrième galerie est ensuite ouverte plus bas sur le filon (à la cote de 299 m NGF au lieu de 430 m NGF pour la galerie n° 3) qu'elle suit sur près de 122 ml. Les traçages s'arrêtent en 1933 et les orifices ont même déjà été obturés en 1936.

En 1958, la galerie n° 3 est poursuivie sur 50 ml de plus (197 ml en tout) tandis que le développement de la galerie n° 4 atteint un linéaire total de 292 m.

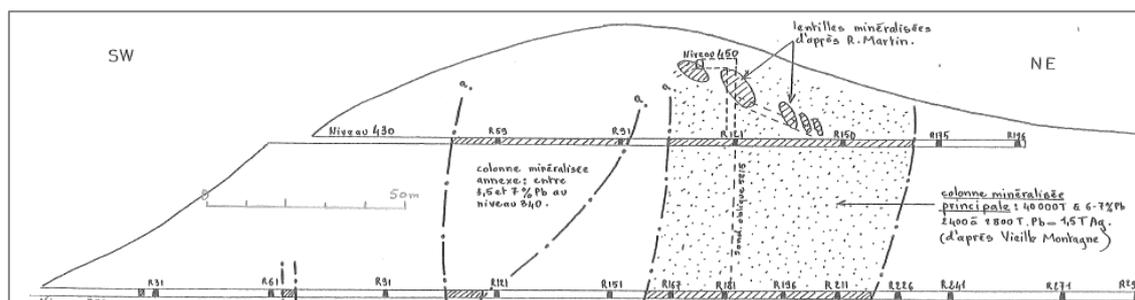


Figure 84 : Mine de Boussagues, coupe des galeries (Ayme, 1984)

5 longs forages de reconnaissance d'une éventuelle extension du gisement sont réalisés en 1968-1970 mais concluent à l'absence d'autres réserves intéressantes.

Il aurait été extrait de l'ordre de 50 tonnes de plomb du secteur de Boussagues entre 1931 et 1968.

Mr. Coli, alors maire de La Tour sur Orb, a introduit en 1992 une demande de mise en sécurité du site à laquelle le concessionnaire a accordé une suite favorable. Les travaux de fermeture ont été effectués par la Société Florian Lopez et se sont achevés en février 1993. Les galeries ouvertes (1, 3 et 4) ont été foudroyées à leur entrée et les "affaissements" résultants du foudroyage ont été remblayés. Les chemins d'accès ont été effacés après travaux. La bonne réalisation du travail avait été supervisée par M. Leenhardt, Ing. Géologue.

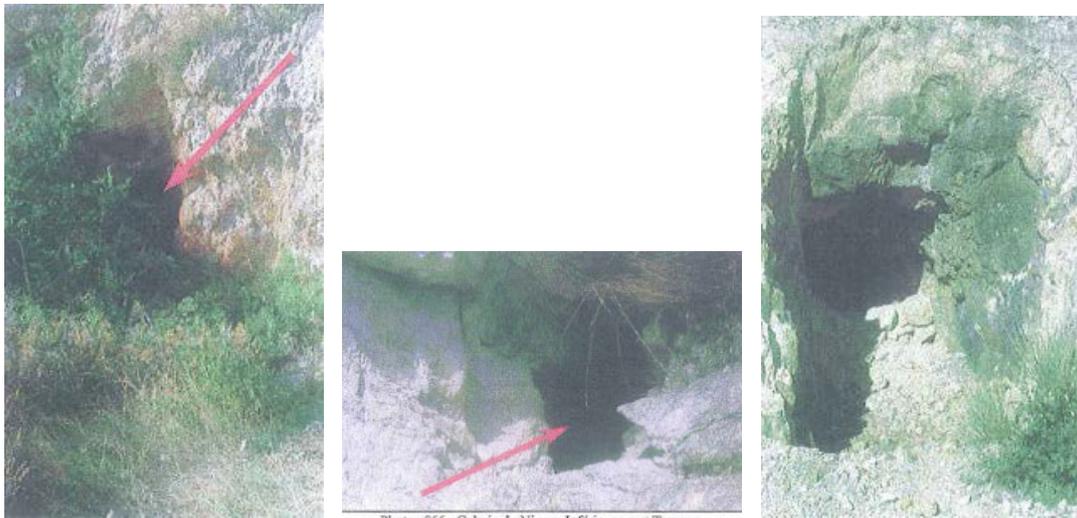


Figure 85 : Boussagues, les galeries sup (1), moyenne (3) et inférieure (4) avant travaux (d'après UM, 1997)

Les investigations sur le terrain indiquent aussi de rares et discrets grattages à l'amont des travaux souterrains modernes, correspondant aux exploitations passées antérieures à 1930. Ces grattages ne se sont pour autant pas limités à des excavations à ciel ouvert et au moins localement ont été poursuivis en souterrain ainsi qu'en témoigne deux orifices miniers retrouvés.

Des dépôts de haldes sont bien visibles dans le paysage. 3 zones de dépôts ont été cartographiées. De hauteur comprise entre 5 et 20 m et de volume compris entre 1000 et 1600 m³, ces dépôts sont essentiellement constitués de résidus fins (mm – cm) et ne sont pas végétalisés.



Figure 86 : Boussagues, haldes en aval de la galerie moyenne n° 3 (2012)

9 PERMIS D'EXPLOITATION DU BOUSQUET DE LA BALME (BAUXITE)

9.1 Historique

Les premiers travaux d'exploitation significatifs ont été réalisés dans les années 1900 pour le compte de l'entreprise E. Muller sous le régime des carrières. Dans les années 1950-1960, l'exploitation se poursuivait sous l'égide de la société du Comptoir d'Extraction et de Vente des Bauxites. Suite au passage de l'exploitation des bauxites au régime du code minier, un Permis d'Exploitation lui est accordé pour 5 ans le 16 juillet 1962. Le permis est renouvelé le 17 juillet 1967 puis une troisième et dernière fois le 22/07/1972 (expiration définitive du permis le 22 Juillet 1977). Face à l'épuisement des poches de minerai les plus riches, une demande d'extension de la surface du permis est faite le 14 août 1970 mais non accordée le 09 Octobre 1970. Alors que les travaux d'exploitation sur le PEX sont déjà abandonnés depuis plus de 2 ans, une seconde demande d'extension est refusée le 14 Novembre 1975 mettant alors un terme définitif à l'exploitation du site.

9.2 Contexte géologique

Les gisements sont situés dans des poches karstiques de quelques mètres à près de 60 m de puissance, présentes dans la formation des calcaires et dolomies du Bathonien. Elles sont recouvertes par les roches détritiques du Campanien. Les bauxites étaient essentiellement rouges à pisolites ferrugineuses et plus rarement blanches.

Les teneurs en alumine étaient extrêmement variables d'une poche à l'autre et même au sein des poches. Le minerai brut extrait pouvait renfermer jusqu'à 47,5 % d'alumine.

9.3 Travaux miniers

L'exploitation s'est faite entièrement à ciel ouvert. L'évidage des poches karstiques a laissé des fronts de taille de hauteur très importante pouvant dépasser par endroits 25 m de hauteur de paroi verticale pour les deux fosses les plus profondes.

Les fosses les plus anciennes ont été remblayées plus ou moins intégralement par les stériles tandis que les fosses les plus récentes ont été laissées évidées en l'état avec d'importants fronts de taille verticaux résiduels. C'est au total une quarantaine de poches de toutes tailles qui ont été ainsi exploitées dont un tiers de fosses remblayés. Huit d'entre elles débordent pour partie ou intégralement des limites du permis.

En principe, il était interdit de travailler en période de gel/dégel ou après de fortes pluies et de laisser des fronts de taille de plus de 15 m sans réaliser de gradin. Dans les faits, il était souvent constaté des fronts de taille qui dépassaient ces limites du fait de la bonne tenue mécanique générale des parois : en septembre 1962, un front de taille de 20 m de haut avec bloc menaçant est constaté lors d'une visite de contrôle, ainsi qu'un front laissé de 25 à 30 m de haut sans bloc menaçant.

Il avait été constaté par l'exploitant que le risque d'éboulement des dolomies bordant le gradin est annoncé par l'apparition d'une faille en crête : avant chaque mise en poste, un contrôle, suivi si nécessaire d'une purge, était réalisé comme gage de sécurité.



Figure 87 : Fosse de la Salette avec parois subverticales des poches karstiques évidées au centre du PER de Bousquet de Balme

On dénombre au total 2 grandes fosses profondes (parois verticales dépassant encore les 10 m de hauteur), 20 fosses moyennes (de 4 à près de 10 m de dénivelé) et 18 petites fosses (de moins de 4 m de dénivelé).

La reconnaissance sur le terrain a pu être menée de manière complète : non seulement les zones avérées d'exploitation des poches karstiques sur les plans miniers récents ont été reconnues mais aussi toutes les zones montrant de la bauxite à l'affleurement visibles sur les orthophotographies aériennes situées sur le permis ou ces abords immédiats (certaines fosses ont été ainsi redécouvertes grâce à cette large couverture du terrain). L'incertitude cartographique des fronts de fosses est évaluée à **10 m**.

9.4 Production

La production pour la période 1952-1965 est de 250 000 tonnes puis de 320 000 tonnes de 1965 à 1972 (34 000 tonnes la dernière année).

10 AUTRES TRAVAUX MINIERES

De nombreux indices miniers métalliques plus ou moins ponctuels ont fait l'objet de recherches et/ ou d'exploitations anciennes. Ils ont été généralement inventoriés dans le cadre de la Banque du Sous Sol (BSS) du BRGM et/ou par la DRAC LRO. Ils restent souvent mal renseignés et sommairement décrits.

Les communes concernées par ces indices miniers ponctuels sont Castanet-Le -Haut, Saint-Gervais-sur-Mare, Rosis, Saint-Etienne-d'Estrechoux, Graissessac, Camplong et La-Tour-sur-Orb.

10.1 Commune de Castanet-Le Haut

Les deux indices miniers connus (indice de Capial et indice de Lauze) sont isolés et loin de tous enjeux.

Sur l'indice BSS 09881X0201 de la mine de Capial (filons cambriens à quartzite à minéralisation cuprifère diffuse de malachite et/ou d'azurite), il est signalé la présence d'une galerie au rocher située à l'ouest du ruisseau de Capial et qui attaque le versant selon une direction globalement SW. Elle est haute de 1,8 m et de longueur indéterminée (signalée comme abandonnée en 1972).

L'indice BSS 09881X0209 de la mine de Lauze correspond à une galerie située dans les migmatites du massif granitique de l'Espinouse signalée mais sans plus de précisions (rôle ? longueur ? direction ?).

Ils n'ont pas été retrouvés sur le terrain.

10.2 Commune de Saint-Gervais Sur-Mare

C'est sur cette commune qu'on relève le plus d'indices miniers ayant été travaillé, tant pour le fer que pour d'autres substances métalliques.

Deux indices de fer ont été exploités en mine, dans les derniers temps, par le même exploitant (M. Dufour) que celui ayant exploité la mine de fer de Saint-Gervais-sur-Mare et la mine de Camps déjà décrites :

- l'indice BSS 09886X0033 correspond à la mine du Pont de Compère, exploitation très ancienne, remontant à la période médiévale et qui alimentait en minerai les cloutiers de Saint-Gervais-sur-Mare. La goethite était utilisée pour cet usage tandis que la limonite plus récemment était traitée sur place et broyée pour faire de la peinture. L'exploitation a été en effet reprise ensuite entre 1910 et 1950 d'abord par la société minière de fer, puis prospectées par M Haessler et enfin par la société Dufour. Il restait en 1973 deux entrées de galerie : la galerie supérieure exploitait un banc de limonite de 1,5 à 1,7 m de haut, tandis que la galerie inférieure exploitait un banc de limonite de 0,4 à 1,3 m de haut. Aucune de ces deux galeries n'est signalée comme étant toujours ouverte et aucune n'a été retrouvée sur le terrain ;

- l'indice BSS 09886X0042 correspond à la mine du Moulin de Cours. Les premières recherches ont été menées par la société minière de fer en 1910. Elle a été prospectée en 1924 par M Hessler. Elle a été fermée en 1950. Là encore, les rognons de goethite étaient utilisés comme minerai de fer tandis que la limonite broyée sur place servait ensuite pour la peinture. Il restait en 1973 une entrée de galerie haute de 3,5 m, qui n'est pas indiquée comme restée ouverte. Il a été retrouvé en novembre 2012 sur le terrain une entrée supposée de galerie entièrement ennoyée avec présence d'écoulement émergent (et dépôts ferrugineux associés). Cette entrée est néanmoins située 80 m plus en aval que sur le schéma ci-dessous¹.

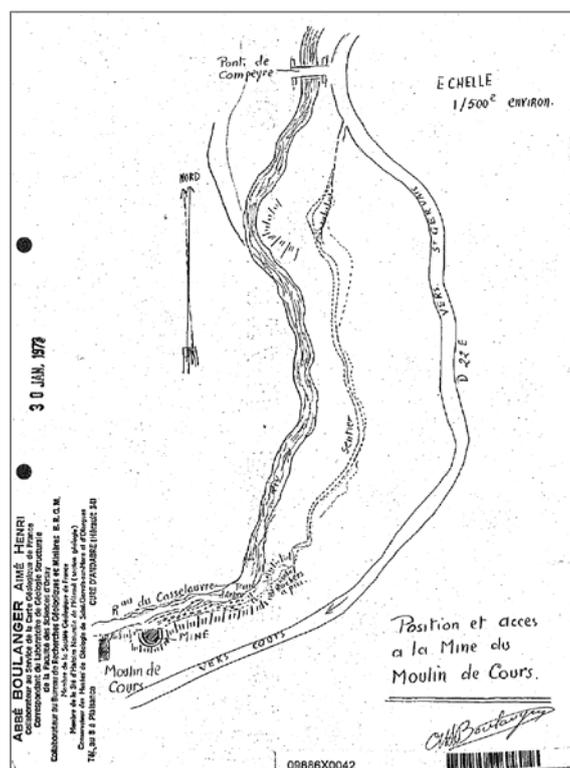


Figure 88 : Plan de localisation des travaux de la Minière du Moulin de Cours (d'après Abbé Boulanger) et entrée supposée de galerie d'écoulement ennoyée retrouvée sur le terrain

Pour les autres substances métalliques, l'indice BSS 09882X0230 de la minière de Roche correspond à des filons quartzifères dans les schistes précambriens, à minéralisation de galène. Découverts dans les années 1800, les recherches auraient été réalisées avant 1840, date à laquelle les travaux auraient été abandonnés. On dispose d'un petit croquis des premiers travaux non ennoyés et encore accessibles en 1973, dressé par l'Abbé Boulanger.

Il a été retrouvé une galerie ouverte sur environ 3 mètres. L'ouvrage semble correspondre à une prospection n'ayant pas abouti : il n'est pas du tout sûr qu'il s'agisse bien des mêmes travaux miniers décrits en 1973 par l'Abbé Boulanger.

¹ L'emplacement indiqué sur le plan de localisation n'est plus accessible.

Les 2 autres sites miniers ont été inventoriés et reconnus par la DRAC Languedoc-Rousillon. Il s'agit à chaque fois d'une galerie de reconnaissance isolée, tracée sur des minéralisations quartzieuses filoniennes à plomb, zinc voire cuivre dans un encaissant micaschisteux précambrien. Ces galeries ouvertes sont déjà reportées sur un plan de 1865 établi par deux prospecteurs anglais, John Harris et Vincent Wanostrocht, et lié à une demande en concession restée sans suite².

Après un court travers banc d'axe nord sud, une grande galerie de direction ouest-est est recoupée près de son extrémité est. Cette **galerie, dite du ruisseau du Cros**, est accessible sur 67 m (en 2001) avant de finir côté ouest sur des éboulis concrétionnés. Le travers banc recoupe par ailleurs la source du ruisseau du Cros, captée par la commune de Rosis. Les gonds du petit passage dans la grille de protection sont cassés et l'entrée reste pénétrable.



Figure 91 : Mine du ruisseau du Cros (prise de vue 2012)

A 1,3 km de là suivant une direction N50, **la mine de Lau** s'ouvre en rive gauche du ruisseau de la Lau (appelée aussi galerie de Sénas, du nom du hameau le plus proche). Haute de 2 m pour 1,5 m de large, la galerie reconnue en 2001 est d'axe linéaire sur ces 20 m de développement.

10.4 Commune de Saint-Etienne-d'Estrechoux

Un premier gîte minier est signalé au lieu-dit Vérénoix sur le bas de versant nord de la vallée de la Mare, à 100-150 m au nord du hameau (indice BSS 09883X0212). Il s'agit d'un gisement de limonite renfermant de rares cubes clairsemés de galène. **Cette minière ade Vérénoix** été prospectée par Harris et Wanostrocht entre 1876 et 1880. Le dernier exploitant connu est la société Dufour qui aurait exploité le site avant 1953. La galerie d'entrée restait en 1972 accessible sur 11 m de long, pour une hauteur de 0,65 à 1,75 m de haut et pour une largeur de 1,1 à 1,6 m. Bien que masquée par la végétation dans le talus amont de la route, la galerie a été retrouvée sur le terrain, avec remblayage partiel vers l'orifice mais restée néanmoins ouverte.

² Reconnaissances effectuées entre 1863 et 1865.

Le second gîte métallique minier inventorié sur la commune correspond à la **minière du Col de Lieux** (anciennement col de Liache ; indice BSS 09883X0228). Cette mine aurait fait l'objet d'exploitation notable (mais indéterminée) à la période du Moyen Age (mine dite alors "des Anglais"³). A la période moderne, la société de la Vieille Montagne relance une activité minière sur le site entre 1800 et 1840 (zinc et blende) sans qu'on en sache la réelle ampleur et étendue (recherches seulement ? un peu d'exploitation ?). Ces travaux ont été repris temporairement en 1933 par les houillères du bassin de Graissessac, sans davantage de succès et arrêtés probablement sous brève échéance ensuite. De cette activité minière passée, il ne restait plus de connu en 1973 qu'une seule entrée visible de galerie (haute de 1, 8 m) située dans un ravin assez éloigné du col même. Cette entrée n'a pas été retrouvée.

10.5 Commune de Graissessac

A cheval sur les communes de Graissessac et Camplong, de nombreuses mentions d'exploitation de cuivre et de plomb depuis le Moyen Age existent au niveau du Puech Saint Sauveur proche de la chapelle Saint Sauveur. Les prospections effectuées par la DRAC ont permis d'identifier deux zones à scories ainsi qu'un puits remblayé. La première zone à scories, contient des scories rougeâtres légères, mélangées à des argiles réfractaires (parois d'un ancien four). La deuxième zone à scories contient de petits bouts de laitiers de fer. Le puits remblayé signalé n'a pas été retrouvé. La présence de laitiers fait plutôt penser à une reprise de l'activité minière à partir du XVIII^{ème} siècle.

10.6 Commune de Camplong

Des recherches pour uranium ont été entreprises au lieu-dit Moulines entre 1953 et 1977 (indice BSS 09883X0231). Elles sont dues à la présence d'horizons quartzifères (minéralisation dans des diaclases de quartzite, sur 7 m de puissance) au sud immédiat de la zone faillée délimitant au nord les terrains carbonifères des terrains cambriens au sud. Les premières recherches furent réalisées entre 1953 et 1957 par la Compagnie Française des Mines d'Uranium (CFMU) et ont consisté notamment en la réalisation de 2 galeries d'exploration proches dans la vallée de Fialhomme. Séparées de 15 m, leur longueur est respectivement de 30 m et 6 m. Un puits de recherches de 4 m est également cité (mais non localisé). En 1976-1977, la COGEMA complète ces premières explorations en réalisant une série de 8 sondages pour moitié en amont (accotement amont de l'actuelle RD23) et pour moitié en aval sur la berge du ruisseau de Fialhomme, qui confirmeront le peu d'intérêt économique du gisement, (les fortes teneurs ne restant que trop localisées). Les orifices fermés de ces entrées ont été retrouvés sur le terrain.

³ On ignore si la mine médiévale est située dans la même zone que la galerie moderne

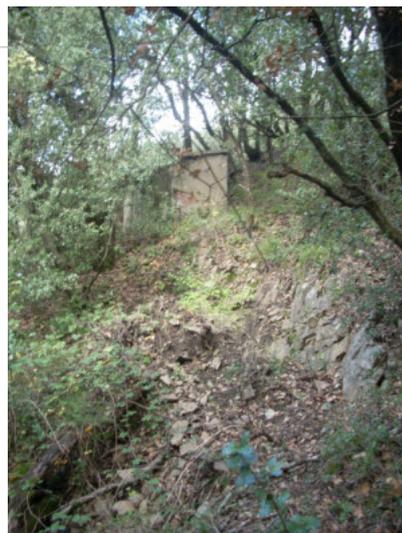
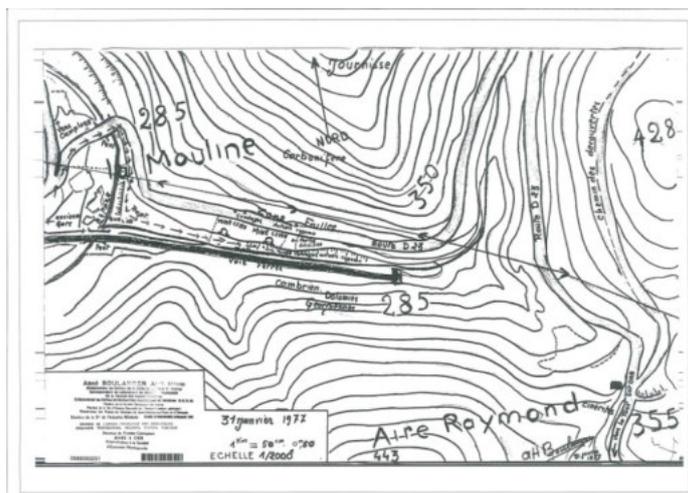


Figure 92 : Localisation des travaux de recherches modernes pour uranium et aperçu de l'orifice de la galerie est

Plus en aval, mais sur la même rive gauche de l'Espace, il est signalé par la DRAC la présence :

- d'une poudrière (poudrière de l'Espace) située dans une paroi rocheuse bordant le lit majeur de l'Espace ;
- de deux haldes (haldes du Communal) en montant dans le versant ;
- d'une troisième halde, en se rapprochant vers l'est du col de l'Aire Raymond (grande halde de l'Aire Raymond⁴).

La minéralisation filonienne métallique précise⁵ et le type d'exploitation (ciel ouvert et/ou souterrain ?) ne sont pas connus. Une activité minière existante dès le XIII^{ème} siècle est en tout cas mentionnée de part et d'autre de la voie menant à l'Aire Raymond.



Figure 93 : poudrière de l'Espace et halde inférieure du Communal

⁴ Sur la commune de la Tour-sur-Orb

⁵ Prépondérance attendue en plomb, cuivre, zinc et en barytine.

Un peu en amont du ruisseau et en amont dans le versant, une première halde inférieure de stériles (gangue de barytine) reste de taille modeste, de 19 m de long par 15 m de large. A partir de la tête de celle-ci, 100 m plus haut direction 220°, commence la halde supérieure, longue de 70 m par 35 m de large. 32 m au-dessus de cette dernière, une petite falaise marque une petite exploitation de quelques filons.

10.7 Commune de La-Tour-sur-Orb

Mentionnée ci-dessus, **la grande halde de l'Aire Raymond**, longue de 35 m de large en moyenne et sur 65 m de long est constituée pour partie inférieure côté ouest d'une série de tas de 2 m de haut recouverts de mousse et sous futaie côté ouest et pour le reste de versants non végétalisés à flanc de pente, notamment côté est.



Figure 94 : Partie en versant côté est de la grande Halde de l'Aire Raymond

Le rapport 6J13 de 1830 des archives départementales de l'Hérault relève 6 galeries ouvertes par les anciens à l'Aire Raymond. Sur la carte de 1865 jointe à la demande en concession de John Harris et Vincent Wanostrocht, elles ne sont pas localisées individuellement mais sous le terme générique de "vieilles galeries" au nord-ouest du col.

De l'autre côté du col (à 115 m au SSW), un puits est également signalé par la DRAC LRO. Effectivement, un orifice ouvert en surface de 1 à 1,5 m de diamètre (mais éboulée moins de 2 m en dessous) matérialise un ouvrage de reconnaissance minière sans doute pour houille (car situé dans le panneau houiller reconnu par l'ancienne concession de la-Tour-sur-Orb). Cet ouvrage n'est en tout cas pas repéré sur les plans miniers de houille de la-Tour-sur-Orb.

Sur le mont Coudor (situé au nord de la concession de Villecelle), quelques traces de travaux miniers ont été repérés par la DRAC LRO en 1980. Il s'agit de 2 fosses de diamètre de 6 m, d'une tranchée de 15 m de long, d'un court puits de 3 m de profondeur et de haldes. A l'emplacement indiqué, ces ouvrages typiques d'une exploitation antique mentionnée fréquemment dans les écrits n'ont pas été retrouvés sur le terrain.

Il est aussi inventorié sur la commune de La-Tour-sur-Orb **la minière de Boubals** (indice BSS 09884X0040), correspondant à des niveaux conglomératiques du Permien à petits filons minéralisés (Au, Cu, Pb).

La mine de Boubals a été prospectée en 1898 et puis aurait fait l'objet d'un peu d'exploitation en 1904-1905. Il ne reste de cette période que la présence avérée d'une galerie en aval de laquelle se trouve un petit crassier (galerie de 2 m de haut déjà éboulée à l'entrée dans les années 1970). Le propriétaire des terrains de la mine dans ces années 1970 avait relancé à titre individuel la prospection pour or mais en vain.

Une entrée toujours visible de galerie, en grande partie obstruée (non pénétrable en l'état), a été retrouvée du côté du crassier. De l'autre côté du vallon (rive gauche), une courte amorce de galerie de moins de 4m de développement ainsi qu'une possible entrée de galerie obturée par un rocher (ouvrages des années 1970 ?) ont également été repérées sur le terrain.

Enfin, la « mine » de **Papeterie ou Mine Saint André** (indice BSS n°09887X0136) est située dans le ravin du Vallat, en bordure d'un filon de barytine. La Société des Barytes Lamy l'a exploitée vers 1887 – 1914 à usage de charge pour peintures. Elle consiste en une galerie ouverte et visible en bordure immédiate du chemin rive droite du ruisseau du Vallat. Haute de 1,8 m, la galerie a une longueur inconnue de direction N20. On y observe des traces de malachite.

11 AUTRES EXPLORATIONS MINIERES (1962-1983)

Des travaux miniers exploratoires ont également été entrepris sans que ne soient réalisés d'ouvrages miniers devant être pris en compte pour l'aléa. Ces recherches sont rappelées ici pour mémoire.

En 1962-1963, une série de sondages est réalisé par le BRGM entre les hameaux de Dio et Valquières (commune de Dio-et-Valquières concernée par la concession de Ruffas). Ces recherches pour cuivre s'avéreront décevantes et n'auront pas de suite.

En 1978, les schistes sériciteux précambriens font l'objet par le BRGM d'une campagne géochimique tactique pour Pb-Zn et W. Les anomalies Pb-Zn sont fortement corrélées aux chapeaux de fer, notamment à ceux exploitées en minières sur la concession de Saint-Gervais.

Ces recherches pour Pb-Zn, W et pyrite sur le communes de Saint-Gervais-sur Mare et de Rosis se poursuivent sous l'égide de la SNEAP entre 1979 et 1983, avec campagne hélicoptérée, échantillonnages, sondages et campagne tactique géochimique. En 1983, les derniers travaux de recherche (géochimie tactique pour scheelite infructueuse sur le secteur de Bagatelle, au Nord et Ouest de la mine de Fer de-Saint-Gervais) restent sans suite.

ANNEXE C

Evaluation des aléas liés aux travaux souterrains

(hors texte)

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

**Bassin houiller de Graissessac et
district polymétallique de Villecelle
(Hérault - 34)
Evaluation et cartographie
des aléas liés à l'activité minière**

ANNEXE C

**Evaluation des aléas
liés aux travaux souterrains**

RAPPORT S 2015/034DE - 15LRO36040

SOMMAIRE

1	Liste des phénomènes	3
2	Aléas écartés	5
2.1.1	L'effondrement généralisé	5
2.1.2	L'affaissement	6
3	Aléas retenus	7
3.1.1	L'effondrement localisé	7
3.1.2	Le tassement	7
4	Evaluation de l'aléa effondrement localisé	9
4.1	Description du phénomène	9
4.2	Zone d'altération superficielle	11
4.3	Effondrement localisé lié aux puits	11
4.3.1	Evaluation de l'intensité	12
4.3.2	Evaluation de la prédisposition	13
4.3.2.1	Analyse sur le bassin houiller de Graissessac	14
4.3.2.2	Analyse sur le district polymétallique de Villecelle	16
4.3.2.3	Evaluation du niveau de l'aléa	16
4.4	Effondrement localisé lié aux galeries isolées	17
4.4.1	Evaluation de l'intensité	17
4.4.2	Evaluation de la prédisposition	18
4.4.3	Evaluation du niveau de l'aléa	19
4.5	Effondrement localisé lié aux travaux d'exploitation souterraine	20
4.5.1	Intensité de l'aléa	20
4.5.2	Prédisposition	20
4.5.2.1	Bassin houiller de Graissessac	21
4.5.2.2	District polymétallique de Graissessac	22
4.5.3	Évaluation de l'aléa	24
5	Evaluation de l'aléa « Tassement sur travaux souterrains »	25

1 LISTE DES PHENOMENES

L'étude détaillée des aléas est réalisée selon le guide méthodologique validé par l'administration et est conforme aux textes réglementaires qui précisent notamment la nature des aléas et risques pris en compte :

Les risques pris en compte (...) 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 la réglementation, de l'adverbe « notamment » implique que la liste, quoique largement représentative des risques miniers, n'est pas strictement exhaustive et peut éventuellement être complétée.

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 des exploitations souterraines, les types de phénomènes de mouvements de terrain à examiner sont communément l'effondrement généralisé, l'affaissement, l'effondrement localisé et le tassement.

Il est rappelé que l'aléa résulte du croisement de la prédisposition d'un site donné à l'apparition du phénomène redouté avec son intensité.

2 ALEAS ECARTES

2.1.1 L'effondrement généralisé

Un effondrement généralisé correspond à un abaissement brutal de la surface qui se traduit par une rupture franche des terrains. On parle d'effondrement en masse ou généralisé lorsqu'il concerne une zone étendue en surface (plusieurs dizaines à plusieurs centaines de mètres d'extension).

Les gisements métalliques ont été exploités sur de trop faible envergure pour pouvoir retenir ce phénomène. Ceci est également valable sur la mine de Fer de Saint Gervais Sur Mare et bien que le schéma d'exploitation peut être assimilé à des chambres et piliers abandonnés. En effet, la profondeur et les taux de défrètement sont trop peu élevés pour générer ce type de phénomène. Dans ces configurations d'exploitations souterraines, le phénomène redouté est l'effondrement localisé ou fontis.

Sur les mines de houille, les quelques secteurs identifiés sur les plans miniers présentant un schéma d'exploitation partielle restent de faibles dimensions (largeur ne dépassant pas 40 m) et sont constitués par les anciennes galeries d'infrastructures (roulage, etc.). Dans ce cas, le taux de défrètement n'y sont pas suffisant, avec des piliers résiduels « massifs » s'apparentant davantage à des piliers barrières. Ces zones ne sont pas en mesure d'engendrer un phénomène d'affaissement ou d'effondrement généralisé.

L'essentiel des couches exploitées de manière intensive l'a été à l'aide de méthodes d'exploitation totale, avec foudroyage ou dépilage des terrains, associées fréquemment à un remblayage préalable partiel sinon total.

Même si, en pratique des vides résiduels sont probables, la possibilité qu'un panneau d'exploitation n'ait pas été au final dépilé (sans mise à jour des plans) reste à envisager. Pour qu'il demeure en place pendant de nombreuses décennies tout en ayant une taille significative, c'est plutôt dans les secteurs en plateure que cette éventualité demeure la plus grande. Compte tenu de la morphologie du gisement sur le bassin de Graissessac, les zones en plateure correspondent davantage aux travaux les plus profonds. Or, à l'instar de la zone suspectée comme non totalement foudroyée par l'INERIS¹ (secteur en plateure des Branques sur la concession de Saint-Gervais à proximité du hameau des Salles), la profondeur y est déjà généralement suffisante pour que la sollicitation sur les piliers y dépasse la résistance à terme du charbon, empêchant tout maintien sur le moyen et long terme de ces vides miniers résiduels significatifs.

Par ailleurs, en pleine période d'exploitation, des désordres de surface concomitants à la progression des fronts d'exploitation sont connus (mais sans survenue de cuvette d'affaissement significative et encore moins de cratère d'effondrement généralisé).

Pour les travaux les plus anciens (pas toujours bien localisés) à partir des affleurement, où les techniques minières étaient moins performantes et plus susceptibles de laisser en place des vides résiduels significatifs, les chantiers sont de moindre envergure et restent à des profondeurs réduites (moins de 50 m de profondeur), ne permettant pas d'envisager des sollicitations très élevées sur les piliers résiduels susceptibles ensuite d'engendrer un effondrement généralisé. Ce type d'instabilité est donc écarté pour des gisements du bassin houiller.

¹ Rapport d'évaluation des aléas associé au DADT de Rive Droite

2.1.2 L'affaissement

L'affaissement se manifeste par un réajustement des terrains de surface induit par la rupture de quartiers miniers 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 importante. Ce phénomène est limité dans le temps (quelques années) lorsqu'il est volontairement provoqué par la méthode d'exploitation. En revanche, les désordres 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).

Aucune cuvette bien caractéristique d'affaissement n'a été signalée à l'aplomb des travaux en phase d'exploitation du bassin houiller et durant les décennies qui ont suivies. Quelques fissures ou fractures de terrain témoignent localement des exploitations totales par foudroyage. Il n'est plus attendu, et qu'à la marge, de possibles phénomènes de réajustements de terrain à l'aplomb de certaines zones d'exploitations totales, assimilés à du tassement.

Il n'existe pas d'exploitation partielle susceptible de générer des phénomènes d'affaissement (conditions similaires à l'effondrement généralisé, mais sans banc raide dans le recouvrement). Ainsi, l'aléa « affaissement » est donc écarté sur les travaux d'exploitation du district polymétallique de Villecelle et du bassin houiller de Graissessac.

3 ALEAS RETENUS

3.1.1 L'effondrement localisé

Un « effondrement localisé » se caractérise par l'apparition soudaine en surface d'un cratère d'effondrement dont l'extension horizontale (diamètre) varie généralement de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres. La profondeur du cratère dépend principalement de la profondeur et des dimensions des travaux souterrains.

Les effondrements localisés peuvent se produire à l'aplomb de deux types de travaux miniers :

Les puits

L'effondrement localisé est généré par le débouffrage des remblais au sein de la colonne du puits et/ou la rupture de la tête de puits. Des phénomènes de ce type se sont produits sur le secteur d'étude, son aléa reste à évaluer.

Les galeries isolées et/ou les zones de travaux situées à faible profondeur

Sur le secteur étudié, des travaux ont été réalisés à faible profondeur. Ces travaux ont été partiellement ou pas remblayés.

Selon l'importance des vides abandonnés, il peut être distingué :

- Les galeries de recherche, fendues, travers-banc et descenderie (houiller et polymétallique) ;
- Les exploitations anciennes par dépilages et remblayages pouvant laisser des vides résiduels plus ou moins importants (houiller et polymétallique) ;
- Les exploitations totales pouvant laisser des vides résiduels parfois importants (houiller) ;
- Les travaux en tête de filons pouvant engendrer des effondrements localisés par la caisse filonienne (rupture de couronne).

Cet aléa est donc retenu pour ces différentes configurations. On notera que sur l'ensemble du secteur d'étude une vingtaine d'effondrements localisés ont été répertoriés.

3.1.2 Le tassement

Le phénomène de tassement correspond à un mécanisme bien connu en géotechnique. Il se manifeste par la réduction de volume d'une couche de matériaux, du fait notamment d'une diminution de sa porosité.

Dans le cadre de l'après-mine, on parle de tassement lorsque les mouvements du sol ne résultent pas de l'extraction du minerai mais s'expliquent par la compaction d'un massif meuble (amas de matériaux granulaires) ou affecté par les travaux souterrains (terrains foudroyés, effondrés...), sous l'action de perturbations extérieures (applications de surcharge en surface, mouvements de nappes au sein des terrains concernés, sollicitations vibratoires...), ou sous l'effet de leur propre poids, les terrains qui présentent une forte porosité peuvent ainsi être amenés à se tasser.

Les terrains de couverture au droit des exploitations souterraines de houille dont la qualité est assez mal connue (foudroyage, chantiers plus ou moins remblayés, etc.) peuvent se remobiliser. De plus, la présence potentielle de décollements entre les bancs au sein du massif déconsolidé par l'exploitation peut être également à l'origine de phénomènes de tassements. Ces types de phénomènes ont été observés et décrits dans des exploitations à moyenne profondeur (jusqu'à 50 m) de gisements houillers similaires (bassin Stéphanois, d'Ahun, etc.).

Pour les exploitations polymétalliques, les configurations d'exploitations ne permettent pas ce type de phénomène. Il y est donc écarté.

4 EVALUATION DE L'ALEA EFFONDREMENT LOCALISE

4.1 Description du phénomène

Un effondrement localisé correspond à une rupture des terrains qui ne concerne qu'une zone d'extension limitée à quelques mètres en surface. L'apparition des effondrements localisés en surface est brutale et n'est généralement pas accompagnée d'indices précurseurs visibles.

Le phénomène d'effondrement localisé est causé par l'instabilité locale d'une cavité souterraine. Cette instabilité peut se propager au travers des couches situées au-dessus et créer de cette manière un cratère en surface. Les matériaux impliqués sont donc déplacés et déstructurés de manière importante. La figure 1 schématise les processus possibles à l'origine de ce type de phénomène.

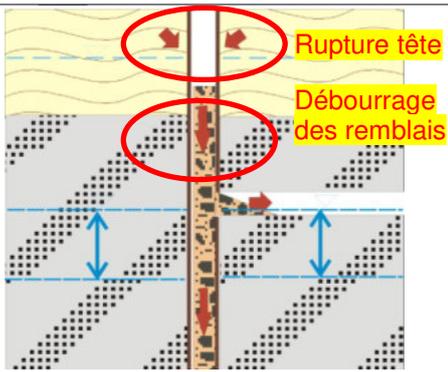
La vitesse de propagation de l'effondrement souterrain peut varier en fonction de plusieurs facteurs. Pour analyser la progression du phénomène et surtout son apparition en surface, deux conditions doivent être analysées :

- la stabilité des cavités qui se créent au cours de la progression du phénomène ;
- la possibilité d'un autocomblement de la cavité du fait de l'augmentation de volume des matériaux entre leur état « en place » et leur état « effondré ». Ce phénomène d'augmentation de volume est aussi appelé foisonnement.

En général, pour la majorité des massifs, l'altération et la fracturation augmentent lorsqu'on se rapproche de la surface. La stabilité d'une excavation de dimension équivalente est donc souvent moindre lorsqu'on se rapproche de la surface. Toutefois, la présence de couches compétentes ou ayant des propriétés spécifiques peut stopper la propagation de l'effondrement.

Le foisonnement des matériaux géologiques est un phénomène connu. Il n'est cependant pas mesuré de manière systématique et il n'existe aucun standard reconnu pour sa détermination. Le phénomène d'auto-comblement est donc difficile à évaluer de manière rigoureuse, mais on admet le plus souvent que la probabilité d'apparition d'un fontis en surface diminue (à cavité de dimension égale) avec la profondeur de la cavité. Pour les galeries isolées de dimensions habituelles (de 4 à 12 m² de section), les retours d'expérience permettent d'affiner la limite d'apparition du fontis en surface, qui se situe autour de 50 m de profondeur pour la cavité initiale. En revanche, des cavités de plus grandes dimensions comme des chantiers non remblayés par exemple, peuvent créer des fontis même si elles sont situées à plus grande profondeur.

S'il existe des approches d'évaluation basées sur l'évaluation naturaliste des coefficients de foisonnement, elles doivent également s'appuyer sur l'observation d'un nombre suffisant d'instabilités, survenues dans les mêmes conditions géomécaniques pour pouvoir être validées.



Mécanismes d'effondrements liés au puits

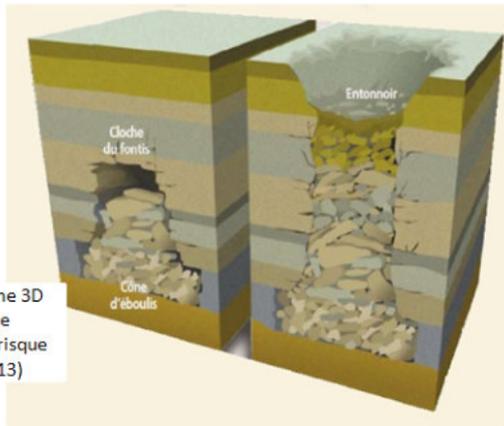
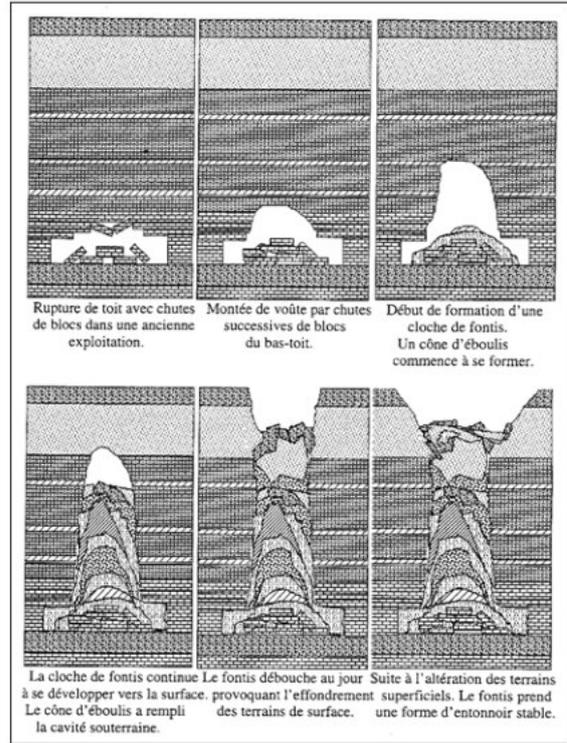


Diagramme 3D (source plaquette risque minier 13)



Processus de remontée de fontis

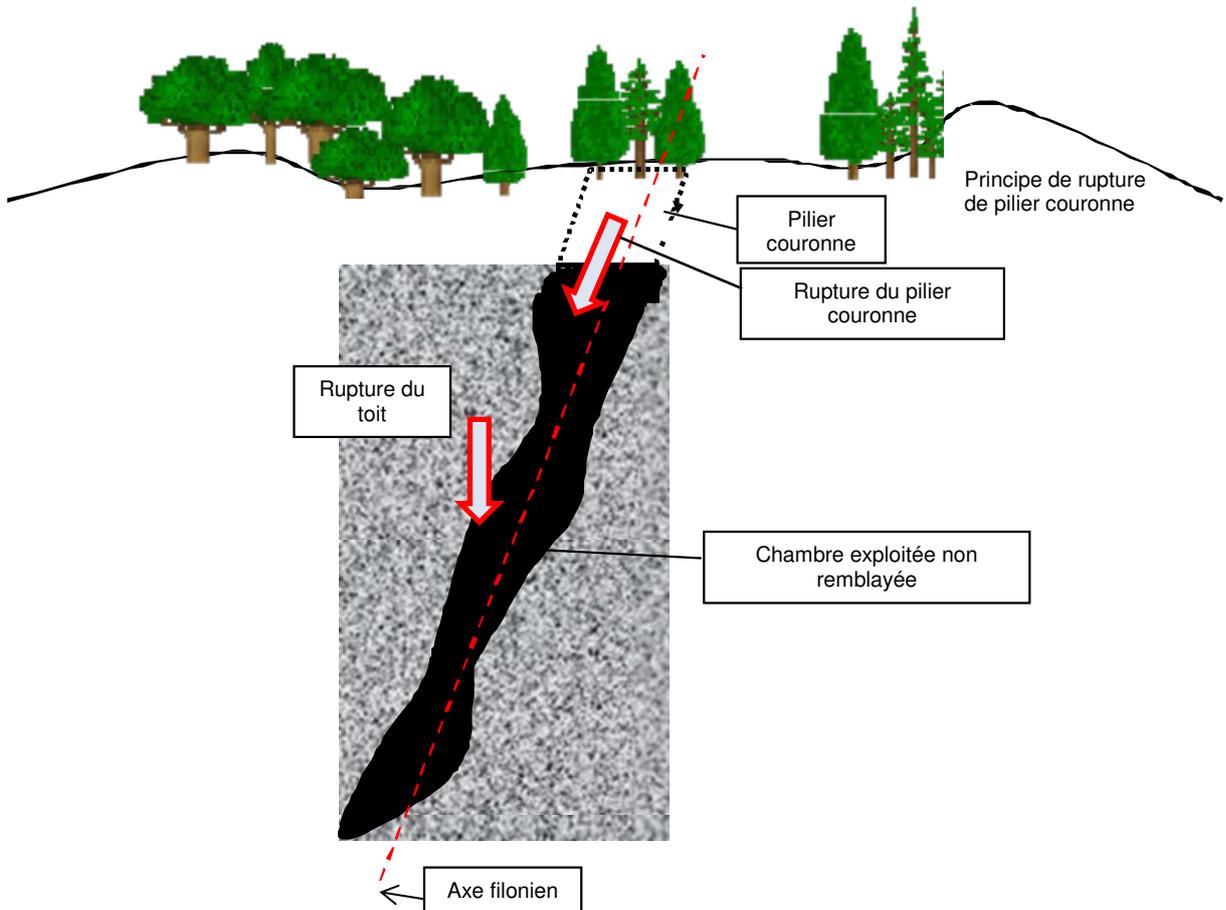


Figure 1 : Schématisations des processus à l'origine des effondrements localisés retenus

Outre le guide méthodologique des aléas, l'évaluation de l'aléa « effondrement localisé » s'appuie également sur des guides techniques réalisés spécifiquement pour ce type de phénomène et sur la base des retours d'expérience.

4.2 Zone d'altération superficielle

La zone d'altération superficielle correspond aux terrains à très faible cohésion et donc facilement mobilisables, susceptibles d'être immédiatement affectés par une instabilité.

L'épaisseur de la zone d'altération superficielle est un paramètre déterminant pour les dimensions des désordres potentiels, elle est donc importante pour l'estimation de l'intensité du phénomène d'effondrement localisé.

Les observations de terrain ont montré que l'environnement de l'ensemble des exploitations minières est montagneux, aux rochers affleurant sans présence significative de sols. Dans les vallées, des colluvions de pente et dépôts quaternaires peuvent être présents sur des épaisseurs localement importantes.

Considérant ces éléments, **deux valeurs maximales** pour l'épaisseur de la zone d'altération sont retenues :

- **1 à 2 m** lorsque l'encaissant rocheux affleure ;
- **5 m** lorsqu'il recouvert de colluvions de pente ou dépôts quaternaires (cas du bourg de Graissessac).

4.3 Effondrement localisé lié aux puits

Les effondrements localisés considérés peuvent être associés à deux mécanismes distincts : le débouillage des remblais au sein de la colonne d'un puits (ou cheminée) et la rupture de la tête.

Le débouillage des remblais au sein de la colonne d'un puits

Le remblai mis au sein de la colonne peut évoluer par compaction naturelle, remaniement en présence d'eau, ou encore comblement des vides résiduels de l'ouvrage. En fonction de la vitesse du mouvement, on peut évoquer les termes de tassement, ou de coulissage. Mais le mécanisme le plus brutal est le débouillage soudain du matériau qui migre dans les recettes ou infrastructures connectées au puits et non obturées. La rupture d'anciens planchers peut également conduire au débouillage brutal de remblais sus-jacents.

Dans ce cas, les variations prévisibles du niveau hydrogéologique (remontée des eaux, battements de nappe), la présence de galeries connectées au puits et non obturées par des serrements, l'ancienneté du remblayage et l'existence de facteurs aggravants (vibrations, surcharges...) contribueront à augmenter la prédisposition du puits à subir un débouillage.

La rupture de la tête d'un puits

Pour les puits miniers dont la partie sommitale n'est pas remblayée (vide, dallée, ou bouchon) ou a subi un mouvement de matériau de remblai, le phénomène qui peut se produire est la rupture du revêtement ou de la structure de maintien ou de fermeture mise en place en partie sommitale de l'ouvrage.

Dans ce cas, les caractéristiques de la structure mise en tête (résistance, dimension), son altérabilité dans le long terme, la nature du revêtement du puits ainsi que la nature et la résistance des terrains encaissants influenceront directement sur la prédisposition du site à la rupture.

4.3.1 Evaluation de l'intensité

Présentation

L'intensité de l'effondrement est principalement tributaire de la géométrie, du volume de l'ouvrage et de la nature des terrains de surface.

D'une manière générale, la rupture de la tête de puits peut conduire à des effondrements conséquents si le volume pouvant accepter le matériau éboulé au sein d'un puits est élevé et si l'épaisseur des terrains meubles ou altérés est importante, permettant une extension latérale du phénomène.

Les facteurs d'intensité retenus sont :

- la section de l'ouvrage, qui intervient directement dans le diamètre de l'effondrement en surface et donc dans l'évaluation de l'intensité ;
- l'intensité des incidents observés ou connus sur le secteur qui permet de donner une idée assez juste des phénomènes en surface auxquels on peut s'attendre ;
- la présence de terrains très peu cohésifs de type sable (dépôts de résidus) qui ont un effet aggravant sur les dimensions d'un effondrement en surface.

Analyse sur le secteur étudié

La géologie du recouvrement est similaire d'un point de vue mécanique à l'échelle du secteur étudié (schistes, grès ou dolomie) et n'apparaît donc pas comme un critère pouvant discriminer les deux bassins d'exploitations (houiller et polymétallique). On retiendra néanmoins, les secteurs en vallée où des colluvions de pente et des dépôts quaternaires sont présentes au-dessus du socle rocheux.

Remarque : Si l'épaisseur et la nature des terrains de sub-surface jouent un rôle important dans les dimensions de l'entonnoir d'effondrement en surface, le diamètre maximal du désordre et donc le niveau de l'intensité, peut être également plafonné par le volume de la cheminée de puits. Ceci n'est valable que pour des puits peu profonds (20 à 25 m au maximum) pour que les terrains éboulés et foisonnés puissent être contenus en grande partie dans la colonne. Il est possible que certains puits de recherches dans les gisements polymétalliques présentent des profondeurs très faibles. Sans certitude sur ces profondeurs cette approche ne sera pas appliquée ici.

Les informations disponibles et les observations concernant des ouvrages des sites étudiés permettent de synthétiser les sections (ou diamètre équivalent) suivantes :

- puits d'extraction (houiller) : 3 à 4 m de diamètre ;
- puits d'exploitation (polymétallique) ou de recherche ou d'aération (polymétallique et houiller) : 2 m de diamètre

Compte tenu de ces éléments, et des épaisseurs de terrains de surface très peu cohésifs retenus les dimensions d'un cône d'effondrement pourraient s'avérer au minimum de **3 m** de diamètre dans le cas de puits de petites sections et au rocher sub-affleurant et jusqu'à **10 m** ou plus pour un puits d'extraction du houiller sous des terrains colluviaux. Ainsi, les niveaux d'intensité retenus sont synthétisés dans le tableau suivant. Ces éléments confirment les dimensions des désordres répertoriés sur le secteur étudié, à l'exception du puits Sans Nom (concession de Boussagues) dont la rupture de la tête (associée à des galeries de services ?) a conduit à un cratère d'effondrement de 14 à 16 m de diamètre en lieu et place du puits laissé ouvert à l'abandon. Ces dimensions sont très exceptionnelles. Sans description précise de l'évènement (soutènement du puits pendant l'exploitation, géologie dans son environnement proche, infiltrations d'eau, etc.), elles peuvent prêter à confusion sur le diagnostic qui permettrait de l'exploiter pour l'évaluation de l'intensité.

Bassin	Puits	Critère	Niveau
Houiller	Extraction	Rocher affleurant	Modéré
		Sous formations colluviales	Modéré à élevé
	Aérage et recherches	Rocher affleurant	Limité à modéré
		Sous formations colluviales	Modéré
Polymétallique	Tous types	Rocher affleurant	Limité à modéré
		Sous formations colluviales	Modéré

Tableau 1 : Niveaux d'intensité retenus pour l'aléa effondrement localisés liés aux puits retenus sur le secteur d'étude

4.3.2 Evaluation de la prédisposition

Facteurs de prédisposition au débouillage

Les facteurs de prédisposition retenus pour le débouillage sont :

- le manque de contrôle lors du remblayage, qui ne permet pas de savoir si la colonne du puits est réellement comblée sur toute la hauteur ;
- la profondeur du puits et par conséquent la capacité à la présence de vide dans la colonne, qu'il soit déjà présent ou consécutif à un débouillage ;
- le nombre de recettes, c'est-à-dire de galeries communiquant avec la colonne de puits et où, potentiellement, les remblais peuvent migrer. Un nombre élevé de recettes (4 ou 5), sans précision de traitement spécial (obturation) avant le remblayage est un facteur pénalisant ;
- le niveau piézométrique, qui est un facteur aggravant s'il n'est pas stabilisé. En effet, la remontée de l'eau dans la colonne de puits peut faciliter les écoulements de matériau dans les recettes et modifier l'organisation des remblais en déstabilisant des voûtes stables avant l'arrivée de l'eau.

Facteurs de prédisposition à la rupture de tête

Les facteurs de prédisposition retenus pour la rupture de tête de puits sont :

- la nature du revêtement. Un revêtement en bois sera plus sensible qu'un revêtement maçonné ;
- le traitement de la tête de puits. La pose d'un bouchon de béton autoportant constitue une solution pérenne pour éviter une rupture de tête contrairement à la pose d'une dalle en béton.

4.3.2.1 Analyse sur le bassin houiller de Graissessac

L'inventaire des ouvrages débouchant au jour a permis de recenser une soixantaine puits sur le bassin houiller de Graissessac. Quelques ouvrages de type puits ont été recensés en plus de ceux identifiés dans le DADT : il s'agit de puits de recherche ou d'aérage liés à des travaux de recherche anciens sur la concession de Plaisance, tous a priori de dimensions limitées et situés loin de tous enjeux.

Il n'a été identifié aucun puits laissé ouvert, excepté la cheminée d'aérage de la mine n°1 des Marronniers sur la commune du Bousquet d'Orb (qui a été laissé en place à la demande du propriétaire lors des travaux de mise en sécurité de l'entrée de mine n°1 des Marronniers²).

La plupart des principaux puits de houille situés en contexte urbain et/ou encore localisés lors de l'élaboration des DADT dans les années 1990-2000 ont fait l'objet d'une mise en sécurité par bouchon béton autoportant (ou autofrottant) venant pérenniser les anciens travaux réalisés à la fermeture (remblaiement) : 9 ouvrages ont ainsi été traités. Il s'agit des puits Durand, Padène, Kühnholtz, Sainte-Barbe, d'aérage Sainte-Barbe, Tissier-Sarrus, Debay, des ventilateurs Simon n° 122 et du TB de Plaisance. Tels que décrits dans le DADT (conceptions) et les mémoires des travaux réalisés (comptes rendus d'exécution), la mise en sécurité effectuée peut être considérée sans équivoque comme pérenne et l'aléa effondrement localisé n'est plus retenu pour ces ouvrages.

16 puits et/ou cheminées d'aérage signalés sur les cartes informatives ont été partiellement ou totalement repris lors des travaux d'extraction à ciel ouvert. Néanmoins, les dimensions du puits des Nières (profond de 255 m pour un diamètre de 4 m et partiellement repris en ciel ouvert) sont suffisamment importantes pour que reste évalué un aléa effondrement localisé.

13 têtes de puits sont actuellement situées sous des verses de grande hauteur et 2 autres têtes de puits (Puits de la Tour n°2, puits d'aérage des recherches sud de la concession de Plaisance) sont quant à elles situées au droit d'anciennes zones de décharges d'ordures ménagères.

2 puits ont presque entièrement disparus après rupture partielle ou complète de la cheminée (puits Riben, puits Sans Nom). Pour le puits Riben, situé actuellement au fond d'un profond plan d'eau, et où seul demeure la base de la colonne probablement en très grande partie effondrée, l'évaluation d'un aléa effondrement localisé n'apparaît pas pertinente. Pour le puits Sans Nom, qui serait vraisemblablement totalement effondré depuis longtemps, une réactivation ne peut pas être totalement écartée (aléa maintenu).

² qui s'est engagé par écrit à assurer le bon entretien de l'ouvrage.

Au final, il ne reste parmi l'ensemble des puits et cheminées d'aérage recensés sur le bassin que 22 ouvrages (la plupart non retrouvés et vraisemblablement remblayés), pour lesquels l'aléa effondrement localisé reste pertinent.

Considérant les critères d'évaluation de la prédisposition, 3 groupes type ont été définis pour l'évaluation de la prédisposition à l'effondrement localisé liée aux puits et cheminées :

- Groupe 1 : les ouvrages vides : dans le cas présent, la seule Cheminée d'aérage de la mine n° 1 des Marronniers;
- Groupe 2 : les puits d'extraction de large section (3 à 4 m de diamètre), aux profondeurs élevés (>> 100 m) et comportant plusieurs niveaux de recettes ;
- Groupe 3 : les cheminées d'aérage, aux dimensions et profondeurs plus faibles (2 m de diamètre et moins de 50 m de profondeur) et ne présentant qu'une recette.

Le tableau suivant renseigne l'ensemble des facteurs par groupe. Pour chaque facteur, il est indiqué si celui-ci tend à augmenter (+) ou diminuer (-) le niveau de prédisposition.

Puits		Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	
Mécanisme de débouillage	Facteurs de prédisposition	Contrôle de remblayage	(=) Sans objet	(+) Pas de contrôle connu	(+) Pas de contrôle connu
		Profondeur (m)	(=) Sans objet	(=) >> 100 m	(+) < 100 m
		Nombre recettes	(=) Sans objet	(=) > 1	(+) ≤ 1
		Présence de vides	Colonne vide	(++) Vide potentiellement important lié à la profondeur et au nombre de recettes	(++) Vide limité à la colonne et à une recette
		Niveau piézo (m)	(=) Non connu	(=) Non connu	(=) Non connu
		Niveau prédisposition au débouillage	Sans objet	Sensible	Peu sensible
Mécanisme de rupture de tête		Nature revêtement	(+) Roche nue (tête cuvelée pendant exploitation)	(+) Peu de données quelques cas de puits maçonnés	(+) Peu de données quelques cas de puits maçonnés
		Traitement	(++) Vide	(-) Remblayé	(-) Remblayé
		Niveau de prédisposition à la rupture de tête	Très sensible	Peu sensible	Peu sensible
Désordres		Exemple de la rupture du puits Sans Nom avant traitement	-	-	
Niveau de prédisposition à l'aléa effondrement localisé		Très sensible	Sensible	Peu sensible	

Tableau 2 : Récapitulatif des facteurs de prédisposition pour l'évaluation de l'aléa effondrement localisé sur puits sur le bassin houiller de Graissessac

4.3.2.2 Analyse sur le district polymétallique de Villecelle

22 puits ont été recensés le district polymétallique de Villecelle. La majeure partie de ces ouvrages ont probablement fait l'objet de traitement par remblaiement. Seul le puits Robin (HRT3) a été traité par la mise en place d'une dalle. Le puits amont affleurement de la concession de Saint-Gervais-sur-Mare a été observé ouvert. L'entrée de la mine de Pradal (PRA1) recouverte d'une plaque en fonte est vide.

Compte tenu des exploitations (travaux de recherches ou artisanaux), les puits du district sont étroits (2 m de diamètre maximum) relativement peu profonds (< 50 m) avec 2 niveaux de recettes au maximum et pour la grande majorité secs. A ce titre, selon le guide d'homogénéisation des études d'aléas, la prédisposition au débouillage (présence de vide dans la colonne) est considérée comme peu sensible. La prédisposition au débouillage du puits Robin est également considérée comme peu sensible considérant que la stabilité d'une dalle ne peut être garantie en cas de débouillage et/ou rupture de tête.

Les puits amont affleurement et du Pradal, vides, sont sans revêtement. Des déchaussements des parements ont été observés sur le puits du Pradal. Ainsi, la prédisposition à la rupture est considérée comme très sensible.

Pour les cas particuliers de puits remblayés ennoyés et soumis potentiellement à des variations de niveaux piézométriques (USC3, USC4, STJ2, HRT3³ et HRT6) la prédisposition est qualifiée de sensible (facteur aggravant).

4.3.2.3 Evaluation du niveau de l'aléa

Le niveau d'aléa « effondrement localisé lié aux puits » est qualifié par croisement de la prédisposition et de l'intensité (cf. tableau 3).

Bassin	Puits	Prédisposition		Intensité		Niveau d'aléa
		Critère	Niveau	Critère	Niveau	
Houiller	Groupe 1	Cheminée d'aérage ouverte	Très Sensible	sur seul rocher affleurant	Limité à modéré	Fort
	Groupe 2	Puits d'extraction	Sensible	sur seul rocher affleurant	Modéré	Moyen
	Groupe 3	Puits de recherche ou cheminée d'aérage	Peu sensible	Rocher affleurant	Limité à modéré	Faible
				Sous formations colluviales	Modéré	Faible
Polymétallique	Puits amont affleurement et du Pradal	Vide	Très Sensible	Rocher affleurant	Limité à modéré	Fort
	Autres puits	Ennoyé	Sensible	Rocher affleurant	Limité à modéré	Moyen
		Sec	Peu sensible	Rocher affleurant	Limité à modéré	Faible

Tableau 3 : Niveaux d'aléas effondrement localisé lié aux puits retenus sur le secteur d'étude

³ Le puits Robin (HRT3) a subi une rupture de parement durant l'exploitation provoquant l'arrêt définitif de la mine.

4.4 Effondrement localisé lié aux galeries isolées

Un effondrement localisé en surface lié à une galerie est au départ causé par l'instabilité du toit de celle-ci. En effet, lorsque la voûte, initiée par la rupture du toit, ne se stabilise pas mécaniquement du fait de la présence de bancs massifs au sein du recouvrement, elle se propage progressivement vers la surface. Si l'espace disponible au sein des vieux travaux est suffisant pour que les matériaux éboulés et foisonnés puissent s'y accumuler sans bloquer le phénomène par « auto-comblement », la voûte peut atteindre la surface et engendrer un effondrement localisé (fontis) en surface.

4.4.1 Evaluation de l'intensité

L'intensité du phénomène d'effondrement localisé est définie à partir des dimensions du cratère susceptible d'apparaître au jour. Ce cratère est issu de « l'évasement » d'une colonne vide. La dimension de la section de cette colonne est directement liée au volume de la galerie et la nature des matériaux de surface.

L'intensité du phénomène de fontis est déterminée à partir des paramètres suivants :

- La largeur des galeries au fond. En effet, le diamètre de la cheminée de fontis est au plus égal à la largeur des galeries au fond ;
- Le volume de vide disponible au fond. Un volume de vide faible au fond, est favorable à un autocomblement rapide de la cheminée de fontis ;
- Le comportement des terrains très peu cohésifs de surface. Au passage de la zone altérée, la cheminée de fontis prend la forme d'un cône en surface, les pentes peuvent atteindre 45°.

Pour le bassin houiller de Graissessac, deux dimensions de galeries ont été retenues :

- 1,8 m de haut et 1,2 de largeur (dimensions maximales) pour les ouvrages miniers les plus anciens (galeries de recherche et premiers travaux d'exploitation)
- 3,5 m de haut et 3 à 4 m de largeur pour les galeries d'infrastructures des travaux « modernes ».

Pour le district polymétallique de Villecelle, deux dimensions de galeries ont été retenues, à savoir :

- 1,8 à 2,8 m de haut et 1,8 à 3 m de large pour les exploitations de fer de Saint-Gervais-sur-Mare ;
- 1,5 m de haut et 1,5 de largeur (dimensions maximales) pour les autres exploitations métalliques.

En première approche, pour les valeurs maximales et une épaisseur de terrains déconsolidés de 1 à 2 m (5 m en terrains colluviaux), le diamètre des désordres en surface pourrait atteindre en théorie plus de 10 m.

Néanmoins, la formation du cône d'éboulement foisonné tendant à augmenter le volume de matériaux mobilisés, le développement du cratère en surface peut de fait être bloqué sinon amoindri faute de volume de vide disponible suffisant. De plus, la possibilité de formation d'une cloche de remontée parabolique, probable dans le contexte dolomitique du district polymétallique, tend à diminuer l'intensité en surface.

Ces éléments conduisent à retenir un niveau d'intensité *limité* pour les galeries polymétalliques et *limité à modéré* pour les galeries du houiller. Ceci apparaît cohérent avec les désordres observés mettant en évidence des diamètres d'effondrement de taille relativement réduite (inférieure ou égale à 5 m).

4.4.2 Evaluation de la prédisposition

Pour évaluer la prédisposition d'apparition du phénomène d'effondrement localisé relatif aux galeries isolées, il convient de prendre en compte :

- la présence de vides. Les écrits et les observations ont montré que les galeries dites isolées n'étaient pas remblayées. Sur le bassin houiller, certaines entrées ont fait néanmoins l'objet de mise en sécurité.
- la dimension des galeries. Les galeries du secteur étudié sont creusées au rocher et de section moyenne à grande laissant des vides relativement volumineux (cf. § 4.4.1).
- la nature et l'état géotechnique de l'encaissant. Les galeries ont été creusées dans des formations mécaniquement résistantes (schistes houillers) à très résistantes (grès et dolomies pour le polymétallique). Du fait de la fracturation et des infiltrations d'eau, ces roches, et en particulier les schistes (roches très sensibles à l'eau), évoluent et s'altèrent dans le temps. Dans tous les cas, leur qualité mécanique s'en trouve alors diminuée ne permettant pas de s'opposer à la montée d'une voûte d'éboulement.
- La présence de désordres : Les désordres recensés et/ou observés attribués à des galeries isolées, montre que sur les premiers mètres (linéaires) les galeries sont plus impactées (cas de D30, D59, D60 et D61). Au-delà, des cas d'instabilité ont été répertoriés jusqu'à une distance de 40 à 60 m avant traitement (cas des descenderies Vigne Cave, Mine Sainte-Barbe, Mine de la Goutine, TB de Plaisance, Mine de l'Orb, etc.).

L'ensemble de ces éléments ne permet pas d'écarter le phénomène d'effondrement localisé lié aux galeries isolées.

La remontée d'une cloche de fontis par dégradation des terrains au-dessus d'une galerie peut se poursuivre tant que le foisonnement n'a pas permis de combler le vide disponible dans celle-ci. Sur ce principe, et sans tenir compte d'un éventuel remblayage des galeries, un calcul basé sur une approche volumique déterministe s'attachant à la hauteur de remontée de cloche de fontis est réalisé (cf. annexe 1). En comparant cette hauteur à l'épaisseur du recouvrement, il est possible de déterminer si l'effondrement apparaîtra en surface ou non.

Les résultats des calculs indiquent, qu'au maximum, il est peu probable mais non exclu qu'un fontis initié au sein d'une galerie débouche au jour si le recouvrement est supérieur à 30 m. Exceptionnellement, cette remontée peut être plus importante dans le cas du bassin houiller si la galerie est haute (ou au niveau des carrefours de galeries) et sous des terrains de recouvrement très peu foisonnants (cas très défavorables). Tenant compte de ces éléments et de l'épaisseur des terrains de recouvrement rocheux très altérés et peu cohésifs de surface (2 à 5 m), les limites de remontée de fontis sont définies suivant :

- **Pour le bassin houiller de Graissessac** :
 - 15 m pour les ouvrages miniers les plus anciens (galeries de recherche et premiers travaux d'exploitation)
 - 35 m pour les galeries d'infrastructures des travaux « modernes ».

- **Pour le district polymétallique de Villecelle :**
 - 30 m pour les galeries de fer de Saint-Gervais-sur-Mare ;
 - 15 m pour les autres galeries métalliques.

Sur la base de ces éléments, il est retenu une prédisposition :

- *peu sensible* jusqu'à 15 m de profondeur pour les galeries de petites sections (galeries anciennes pour le houiller et galeries polymétalliques) ;
- *sensible* pour les galeries modernes du houiller jusqu'à 15 m de profondeur ;
- *peu sensible* pour les galeries modernes du houiller jusqu'à 35 m de profondeur ;
- *sensible* pour les galeries de Saint-Gervais-sur-Mare jusqu'à 30 m de profondeur ;

Au-delà, lorsque les galeries s'approfondissent, leur autocomblement permet d'écarter ce phénomène.

4.4.3 Evaluation du niveau de l'aléa

La caractérisation de l'aléa lié aux effondrements localisés sur galeries repose sur le croisement de l'intensité prévisible du phénomène avec la prédisposition d'une configuration donnée à ce que ce type de phénomène se produise. Les niveaux d'aléa retenus sont synthétisés dans le tableau 4 suivant.

Configuration des galeries	Prédisposition		Intensité		Niveau d'aléa
	Critère	Niveau	Critère	Niveau	
Galeries anciennes (houiller)	Profondeur < 15 m	Peu sensible	Rocher affleurant	Limitée à Modérée	Faible
			Formations colluviales	Modérée	Faible
Galeries polymétalliques hors Saint-Gervais-sur-Mare	Profondeur < 15 m	Peu sensible	Rocher affleurant	Limitée	Faible
Galeries modernes (houiller)	Profondeur < 15 m	Sensible	Rocher affleurant	Limitée à Modérée	Moyen
			Formations colluviales	Modérée	Moyen
Galeries modernes (houiller)	Profondeur < 35 m	Peu sensible	Rocher affleurant	Limitée à Modérée	Faible
			Formations colluviales	Modérée	Faible
Galeries mine de fer de Saint-Gervais-sur-Mare	Profondeur < 30 m	Sensible	Rocher affleurant (pas de formations colluviales)	Limitée à Modérée	Moyen

Tableau 4 : Niveaux d'aléa effondrement localisé lié aux galeries isolées retenus sur le secteur étudié

Par ailleurs, des galeries du bassin houiller situées en contexte urbain et/ou encore localisées lors de l'élaboration des DADT dans les années 1990-2000 ont fait l'objet de travaux par bouchon béton, ou coulis cendres ou foudroyage de plusieurs mètres linéaires venant mettre en sécurité ces orifices accessibles et pénétrables. Tels que décrits dans le DADT (conceptions) et les mémoires des travaux réalisés (comptes rendus d'exécution), la mise en sécurité a été réalisée par :

- par coulage de bouchon béton ou cendres sur 10 ml ce qui permet d'écarter l'aléa sur cette partie, ou ;

- par foudroyage sur 10 à 90 ml ce qui permet d'écarter l'aléa sur cette partie, ou ;
- par coulage de bouchon béton ou cendres jusqu'à 30 m de profondeur, travaux pouvant être considérés comme pérennes. L'aléa effondrement localisé n'est plus retenu pour ces ouvrages ;

7 ouvrages traités jusqu'à 30 m de profondeur soit par foudroyage soit par bouchon + coulis ne présentent pas d'aléa. Il s'agit du TB de Plaisance, de la Descenderie Vigne Cave et des galeries de la Gare, de la Mine Saint-Joseph, de la Mine Joséphine, de la Mine Albine, de la Mine Sainte-Barbe.

4.5 Effondrement localisé lié aux travaux d'exploitation souterraine

4.5.1 Intensité de l'aléa

Compte tenu du peu de désordres répertoriés en association avec les travaux d'exploitations, une rétronalyse ne permettrait pas à elle seule de caractériser des niveaux d'intensité. De plus, la distinction sur l'origine des vides associés à ces désordres (galeries ou chantiers) ne peut être déterminée sans ambiguïté, en particulier sur les exploitations polymétalliques où peu de plans sont disponibles. Il est cependant utile de rappeler que dans les deux cas les fontis connus sur l'ensemble du secteur étudié ont des diamètres de petites dimensions relevant d'une intensité limitée, exceptionnellement modérée (> 3 m mais < 5 m).

Le niveau de l'intensité est étroitement contrôlé par le volume des vides miniers résiduels au fond, les hypothèses de géométries de remontée de fontis (type cloche ou cylindre liée à la nature de l'encaissant) et la nature des terrains de surface. L'évaluation des intensités est similaire à celle développée pour les galeries en intégrant :

- les dimensions plus importantes des vides (houille et polymétallique) ;
- la forte possibilité de formation de cloches de remontée paraboliques qui tend à diminuer l'intensité en surface ;
- l'épaisseur des terrains très peu cohésifs de surface qui varie entre les terrains rocheux et les terrains colluvionnaires.

Sur la base de ces considérations, les niveaux d'intensité seront considérés comme majoritairement *limités* à potentiellement *modérés* en contexte polymétallique d'exploitations d'amas / filon ou d'amas karstiques.

4.5.2 Prédisposition

Comme pour les galeries, la prédisposition d'un site à voir se développer un effondrement localisé à l'aplomb d'anciens chantiers dépend de la combinaison de plusieurs facteurs : la présence de vides souterrains, la rupture du toit et la remontée de l'instabilité jusqu'en surface.

Ici, la difficulté d'évaluation tient essentiellement à la connaissance des méthodes d'exploitation et donc de celle des volumes de vides résiduels et de leur géométrie. Ainsi, l'analyse de l'aléa sera conduite par bassins et par typologies d'exploitation.

4.5.2.1 Bassin houiller de Graissessac

Sur l'ensemble du bassin houiller, les méthodes d'exploitation employées restent peu à mal décrites et surtout il est difficile de discriminer leur répartition historique et surtout spatiale au sein des travaux (tout au plus, la date de foudroyage des panneaux après 1880 est généralement indiquée sur les plans).

Les nombreuses méthodes d'exploitation employées au fil des temps sont déclarées au final comme étant complètes (essentiellement par foudroyage ou remblayage), menées si besoin pour les couches les plus épaisses par sous niveaux de l'ordre de 2 m.

A la lecture des plans miniers, on ne relève effectivement pas de panneaux indiqués comme non foudroyés ou d'autres possibilités d'exploitations partielles telles des zones significatives chambres et piliers abandonnés (rares bandes d'infrastructures de taille sous-critique). Sur la seule zone identifiée comme étant suspecte et restante (Daupley, 1997 et Kouniali et al. 1998), la stabilité n'étant pas assurée, la zone s'est déjà effondrée sans qu'on y attende des vides résiduels encore significatifs.

Si ce constat d'absence de zones d'exploitations partielles est valable globalement sur le bassin houiller il doit être nuancé à la marge du fait :

- certains remblayages de couches sont indiqués comme étant bien à 100 % mais parfois aussi qu'à 50 % voire exceptionnellement à 0 % pour les travaux les plus anciens (aucun remblayage sans qu'on sache si un foudroyage a été menée ensuite) ;
- les techniques d'exploitation de l'époque, notamment avant mécanisation (et le gisement se prêtait mal à une mécanisation intensive) n'ont pas toujours permis d'assurer un foudroyage systématiquement complet (idem pour le remblayage). Généralement, plus la zone est ancienne et proche de la surface, moins était efficace l'exploitation totale. C'est ainsi dans ces secteurs très peu profonds qu'il peut demeurer des vides significatifs (avec possibilité de piliers encore en place). On notera néanmoins qu'une grande partie de ces zones peu profondes ont été ensuite reprises dans les découvertes ;
- les diverses zones de très anciens travaux réalisés hors cadre concessif sont généralement proches de l'affleurement. Si la plupart se seraient effondrées, il reste possible d'y trouver des zones d'exploitation partielles (chambres et piliers abandonnés) ou autres zones de dépilages mal menés ;
- le maintien en l'état (sans remblayage) des galeries dites d'infrastructures c'est à dire les galeries de roulage, les voies de tête et base de taille, le réseau d'aérage, etc.

La puissance des couches exploitées étaient de 1 à 2 m maximum. Pour les exploitations « pentées », les dépilages étaient menés par sous niveaux. On considérera tout au plus la possibilité ponctuelle de hauteurs de vide résiduel de 1,5 m à 2 m. Pour des tailles courantes « en plateure » on considérera des chantiers de 6 à 10 m de large. Les résultats des calculs indiquent, qu'au maximum, un fontis initié au sein d'un chantier d'exploitation de houille débouche au jour si le recouvrement est inférieur à 20 m.

En fonction de cette analyse et de la très faible densité des désordres recensés, les secteurs de travaux situés à moins de 20 m de profondeur sont affectés d'une prédisposition qualifiée de peu sensible à l'effondrement localisé. Ceci intègre les zones proches des affleurements dites « zones potentiellement affectées par des travaux miniers », sans travaux connus, mais où l'absence d'anciennes exploitations n'est pas garantie.

4.5.2.2 District polymétallique de Graissessac

La géométrie des chantiers est intimement liée au type de minéralisation : stratiforme, filon, filonnet / amas et filon / karst et amas sans zone filonienne associée. Il n'est pas possible d'associer des géométries aussi précises que pour les galeries en raison de la divagation des exploitations au gré de l'extension de la caisse filonienne ou de la présence de poches minéralisées.

Pour ces raisons, les vides liés à l'exploitation sont très variables de plusieurs dizaines voire centaines de m³ dans le cas de contexte karstique à quelques m³ dans les zones filoniennes. En contexte filonien, des hauteurs de vide importantes (plus de 5 m et jusque 12 à 15 m observé sur le Pradal) sont tout à fait probables compte tenu de l'organisation structurale des minéralisations en filons à très fort pendage (sub-vertical). Par ailleurs, les quelques informations recueillies font état de dépilages sur des largeurs variables faibles, très ponctuellement de l'ordre de 3 m (sites de la Ginée et de la Cresse).

Concernant l'état des vides décrits, les données disponibles ne font pas état de remblaiements conséquent des zones de chantiers. Le peu d'espace disponible a conduit très majoritairement à l'évacuation des déblais (en dehors des sites karstiques où un tri a pu être réalisé au fond).

Sur ces bases, une hiérarchisation à la prédisposition aux vides résiduels peut être proposée :

- contexte stratiforme : concessions de Notre Dame de Maurian et Saint-Gervais-sur-Mare (géométrie d'exploitation assimilée à des chambres et piliers abandonnés)
- contexte filonien : (tous sites de la concession de Villecelle) : hauteur très variable jusque 5 m à plus de 10 m, largeur faible inférieure à 3 m ;
- contexte amas / filon (sites des Usclades, de Rhèdes, de la Décharge du Pradal) : « chambres » variables (et rarement localisées) hauteur inconnue variable, largeur d'au moins 3 à 4 m ;
- contexte karstique : Pour les sites de Pradal et Taussac, les largeurs et hauteurs sont variables (cf. partie informative en annexe B). Pour le site de Bas Leuzas, une poche de 80 m³ (10 m x 4 m x 2 m) est décrite comme exploitée. Les écrits font néanmoins état d'un foudroyage / remblaiement du puits avec conservation de la cavité et des galeries connexes à des fins archéologiques.

Pour les exploitations stratiformes, les schémas d'exploitations en galeries ou en chambres et piliers abandonnés (Saint-Gervais-sur-Mare) relèvent des mêmes conditions de rupture que pour les galeries isolées. Ainsi, les niveaux de prédispositions retenus pour les galeries isolées s'appliquent également ici.

Pour les exploitations filoniennes, est retenue la rupture potentielle de la caisse filonienne (potentiellement pentée) dont la tenue peut s'avérer amoindrie en raison de la fracturation associée. La géométrie des filons exploités varie d'une mine à l'autre, voir au sein même d'une zone exploitée. On retiendra néanmoins, qu'ils sont généralement étroits (1 m) et au pendage sub-verticaux à verticaux. Concernant une remontée de la rupture par la caisse filonienne, peu d'éléments permettent de généraliser le comportement. Il est probable, au regard des observations faites en souterrain sur la mine du Pradal, que les vides se referment en biseau au toit des zones exploitées. Pour ces raisons, la prédisposition à la rupture de la caisse filonienne pourrait être considérée comme peu sensible.

Pour les exploitations en amas, la géométrie en petits « dépilages » relèvent d'un mécanisme de rupture de toit. Tous ces chantiers sont situés à faible profondeur ne permettant pas de discriminer une profondeur limite de remontée de fontis. Tenant compte des portées de toit plus importantes et des volumes de vides plus élevés que les galeries, une prédisposition à la rupture de niveau sensible est retenue.

Pour les exploitations karstiques, aux volumes très importants, l'analyse spécifique menée sur les mines de Pradal et Taussac conclue à des niveaux de prédisposition sensibles à très sensibles selon la géométrie des salles et les mécanismes de rupture mis en jeu (remontée de voûte, rupture de piliers, rupture en « tiroir » de la caisse filonienne, rupture de bancs en porte-à-faux).

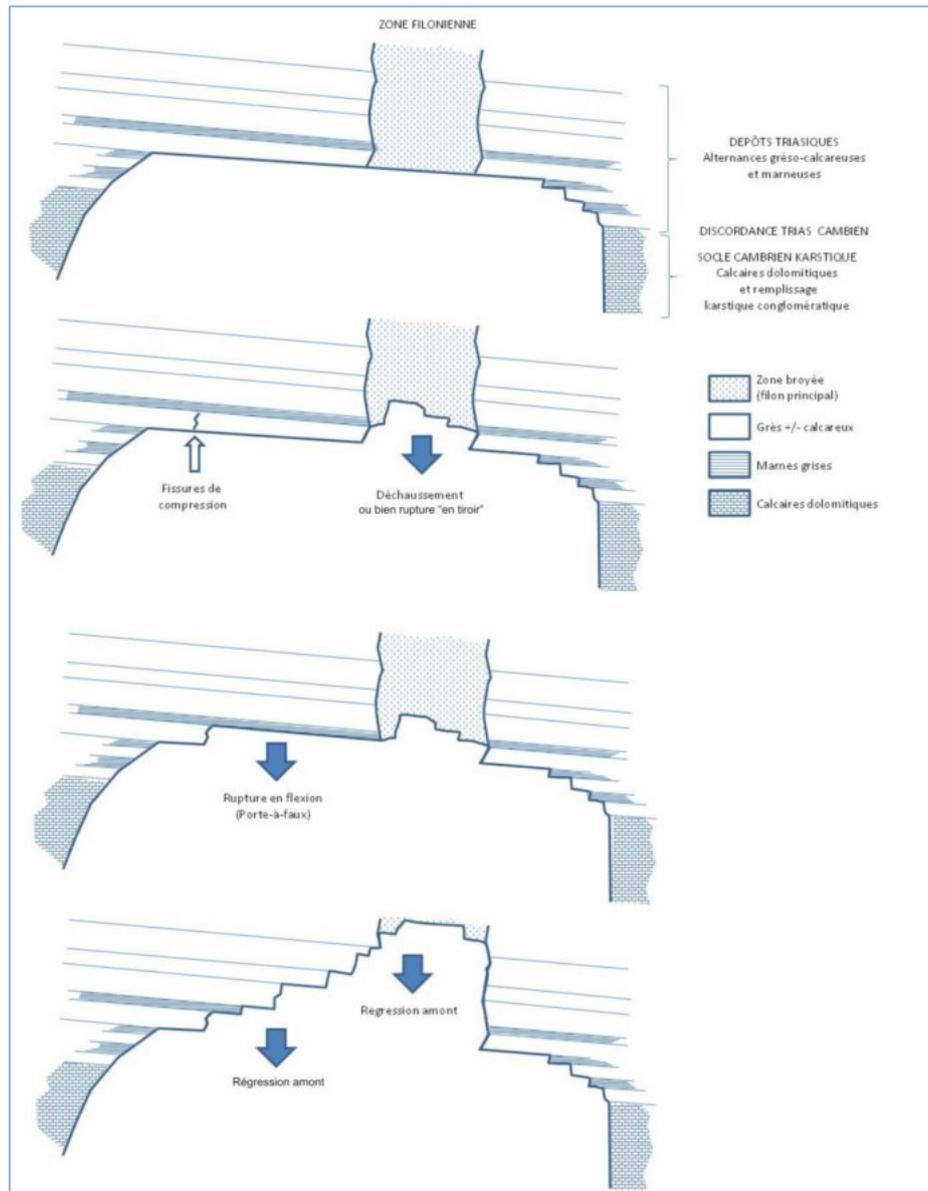


Figure 2 : Schéma des mécanismes de rupture envisagés de la grande salle de la mine de Pradal

Concernant le cas particulier du site de Bas Leuzas, la méconnaissance des géométries de vides (amas karstiques et galeries associées) rend difficile toute interprétation. La grande chambre étant probablement partiellement remblayée, la prédisposition à la remontée de vides sera prise considérée comme peu sensible.

Prédispositions globales

En synthétisant ces différentes considérations, il en résulte que la prédisposition des zones exploitées sur le district polymétallique est évaluée comme :

- sensible pour les sites stratiformes jusqu'à 30 m de profondeur ;
- peu sensible sur l'ensemble des sites filoniens ;
- sensible pour les minéralisations en amas ;
- peu sensible à très sensible pour les exploitations karstiques (peu sensible pour le site de Bas Leuzas et sensible à très sensible pour les sites de Pradal et Taussac).

4.5.3 Évaluation de l'aléa

Par croisement de niveaux de prédisposition et d'intensité, les niveaux d'aléa « effondrement localisé lié aux exploitations souterraines » retenus sont synthétisés dans le tableau 9 suivant.

Mécanisme	Exploitations	Critère	Prédisposition	Critère	Niveau	Niveau d'aléa
Bassin houiller	Toutes exploitations	Epaisseur recouvrement < 20 m	Peu sensible	Rocher affleurant	Limitée	Faible
				Formations colluviales	Modérée	Faible
District polymétallique	Stratiforme	Epaisseur recouvrement < 30 m	Sensible	Rocher affleurant	Limitée à Modérée	Faible
	Filonien	Sans amas	Peu Sensible	Rocher affleurant	Limitée	Faible
		Avec amas	Sensible	Rocher affleurant	Modérée	Moyen
	Amas karstiques	Mines de Pradal et Taussac	Sensible à Très sensible	Rocher affleurant	Modérée	Fort
Mine de Bas Leuzas		Peu sensible	Rocher affleurant	Limitée à modérée	Faible	

Tableau 9 : Niveaux d'aléa effondrement localisé lié aux exploitations retenus sur le secteur d'étude

5 EVALUATION DE L'ALEA « TASSEMENT SUR TRAVAUX SOUTERRAINS »

Remarque préalable : Dans ce chapitre, seul l'aléa « Tassement sur travaux souterrains » est abordé. L'aléa « tassement sur dépôts » est évalué dans l'annexe 4 relatif aux objets miniers de surface.

Le tassement correspond à des mouvements du sol qui ne résultent pas de l'extraction, de la combustion ou de la dissolution d'un minerai mais s'explique par la compaction d'un massif meuble ou affecté par les travaux miniers. De ce fait, il ne concerne que les exploitations totales menées sur le bassin houiller de Graissessac. En effet, la présence potentielle de décollements entre les bancs au sein du recouvrement déconsolidé par l'exploitation peut, en cas de surcharges ou de variations hydrogéologiques importantes, remobiliser les terrains et générer des tassements.

Par définition, les tassements sont des phénomènes d'extension et d'amplitude (ou d'intensité) limitées (quelques centimètres d'amplitude).

En l'absence d'évènements de ce type recensés et bien décrits sur le bassin de Graissessac, la prédisposition est évalué peu sensible sur les travaux d'exploitations totales situés à moins de 50 m de profondeur par similitude à d'autres bassins houillers (Saint-Etienne, Aun, etc.) sur lesquels ce phénomène a été observé.

Par croisement de l'intensité et de la prédisposition, le niveau d'aléa « tassement sur travaux d'exploitations » est retenu à un niveau faible.

La cartographie de l'aléa tassement s'applique aux zones de travaux d'exploitations souterrains à moins de 50 m de profondeur identifiées sur le bassin houiller de Graissessac. Ces emprises de travaux tiennent compte des incertitudes relatives au géoréférencement des plans. En revanche, aucune marge d'influence n'est ajoutée à celles-ci, considérant que l'influence latérale du phénomène est négligeable. Pour faciliter la lecture des cartes d'aléas, les zones d'aléa résultantes ont été découpées par celles construites pour l'aléa effondrement localisé (phénomène prépondérant).

ANNEXE 1

*Approche volumétrique déterministe
de la hauteur de remontée de cloche de fontis*

Nous avons estimé la hauteur maximale de remontée de fontis à partir d'un modèle de calcul prenant en compte en particulier les caractéristiques géométriques des cavités résiduelles (V_g), le coefficient de foisonnement (k) et l'angle de talus naturel des terrains constituant le recouvrement.

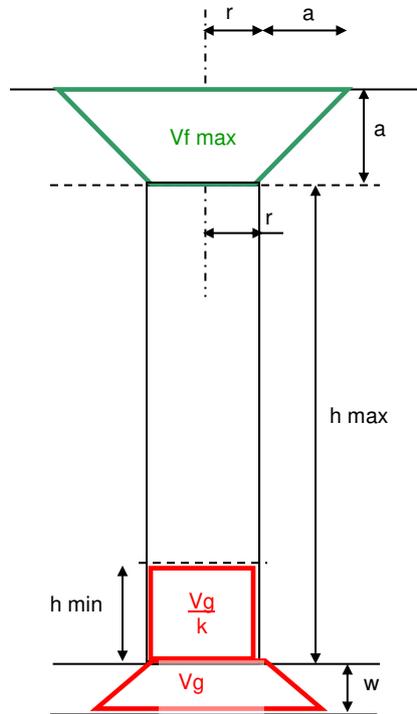


Figure 1 : Modélisation de la formation d'un fontis

Les hypothèses retenues sont les suivantes :

1. Dimensions des vides résiduels

- L'ouverture (W) et la largeur des galeries sont prises selon ;

Pour le bassin houiller de Graissessac, deux dimensions de galeries ont été retenues :

- 1,8 m de haut et 1,2 de largeur (dimensions maximales) pour les ouvrages miniers les plus anciens (galeries de recherche et premiers travaux d'exploitation)
- 3,5 m de haut et 3 à 4 m de largeur pour les galeries d'infrastructures des travaux « modernes ».

Pour le district polymétallique de Villecelle, deux dimensions de galeries ont été retenues, à savoir :

- 1,8 à 2,8 m de haut et 1,8 à 3 m de large pour les exploitations de fer de Saint-Gervais-sur-Mare ;
 - 1,5 m de haut et 1,5 de largeur (dimensions maximales) pour les autres exploitations métalliques.
- L'absence de remblayage pour les galeries et travers-bancs : hypothèse sécuritaire car il est possible qu'une partie du stérile ait été laissée sur place, le minerai étant potentiellement trié au fond.

2. Comportement du matériau éboulé

- Le coefficient de foisonnement (k) est un paramètre qui caractérise l'augmentation du volume des matériaux remaniés ou éboulés. Seul le recouvrement rocheux calcaire présentant une cohérence mécanique sera pris en compte. Nous retenons par expérience et suivant la classification R.T.R (Recommandations pour les Terrassements Routiers⁴) une valeur de foisonnement pour ces roches comprise entre 1,3 et 1,5. Les terrains peu cohésifs et non foisonnants en surface dont l'épaisseur est estimée entre 2 et 5 m ne sont pas pris en compte dans les calculs ;
- Un angle de talus naturel de 35° pour des terrains schisteux. Cela caractérise la mise en place du matériau une fois éboulé dans le vide minier.

L'expérience montre que le fontis s'initie sur une largeur très proche de la largeur totale de la galerie. Pour rester sécuritaire, la largeur prise en compte variera de 80% à 100% de celle du vide.

Le tableau suivant présente les résultats obtenus en faisant varier différents paramètres. Les calculs ont été réalisés à partir d'une feuille de calcul Excel développée par l'INERIS (cf. [5]).

Type d'exploitation	Largeur de galerie (en m)	Hauteur de galerie (ouverture) (en m)	Coefficient de foisonnement (en m)	Rayon du fontis au toit de la cavité (en m)	Hauteur de remontée ou Hmax (en m)
Bassin houiller	1,2	1,8	1,3	0,9	9,4
	1,2	1,8	1,5	0,9	5,7
	4	3,5	1,3	1,8	37,7
	4	3,5	1,5	1,8	22,6
District polymétallique	3	2,8	1,3	1,4	29,7
	3	2,8	1,5	1,4	17,8
	1,5	1,5	1,3	0,8	13,5
	1,5	1,5	1,5	0,8	8,1

Type d'exploitation	Largeur de vide (en m)	Hauteur de vide (ouverture) (en m)	Coefficient de foisonnement (en m)	Rayon du fontis au toit de la cavité (en m)	Hauteur de remontée ou Hmax (en m)
Dépilages « pentés » Bassin houiller	2	2	1,3	1	19,9
	2	2	1,5	1	11,9
	1	1,5	1,3	0,5	19,6
	1	1,5	1,5	0,5	11,7
Chantier « plateure » Bassin houiller	10	1	1,3	Entre 10 et 15 m selon les approches volumétrique et de la montée de côte par rupture de bancs	
	10	2	1,5		
	6	1	1,3		
	6	2	1,5		

⁴ Recommandations pour les Terrassements Routiers (RTR). SETRA et LCPC. 1976. Les coefficients de foisonnement retenus pour les marnes varient de 1,3 à 1,4 et pour les calcaires durs de 1,4 à 1,6. La gamme de 1,3 à 1,4 retenue nous semble en accord avec les valeurs du guide et suffisamment sécuritaire.

ANNEXE D

**Evaluation des aléas « mouvements de terrain »
liés aux travaux à ciel ouvert et aux dépôts de surface**

(hors texte)

**Bassin houiller de Graissessac et
district polymétallique de Villecelle
(Hérault - 34)
Evaluation et cartographie
des aléas liés à l'activité minière**

ANNEXE D

**Evaluation des aléas
« mouvements de terrain »
liés aux travaux à ciel ouvert et
aux dépôts de surface**

RAPPORT S 2015/034DE - 15LRO36040

SOMMAIRE

1	Liste des phénomènes	5
2	Evaluation de l'aléa « mouvements de pente »	7
2.1	Description des phénomènes.....	7
2.2	Les glissements	8
2.2.1	<i>Prédisposition à l'aléa glissement superficiel</i>	8
2.2.2	<i>Prédisposition à l'aléa glissement profond</i>	9
2.2.3	<i>Intensité des aléas glissements</i>	10
2.2.4	<i>Niveaux des aléas glissements</i>	10
2.2.5	<i>Cartographie des aléas glissements</i>	10
2.3	Les coulées.....	10
2.4	L'éroulement rocheux.....	11
3	Evaluation de l'aléa tassement	13
3.1	Description du phénomène	13
3.2	Aléa tassement sur les travaux d'extraction à ciel ouvert	13
3.3	Aléa tassement sur les dépôts miniers de surface	14
3.4	Cartographie de l'aléa tassement.....	14
4	Evaluation de l'aléa échauffement	15

Préambule

Cette annexe reprend le rapport intitulé :

« Exploitations minières de houille et d'autres substances métalliques sur le bassin houiller de Graissessac (34) - Evaluation des aléas liés aux travaux à ciel ouvert et aux dépôts de surface. Rapport BRGM/RP-62089-FR version provisoire de mars 2013 »

1 LISTE DES PHENOMENES

A l'image des aléas liés aux travaux souterrains (cf. annexe B) et selon le guide méthodologique, les phénomènes à examiner liés aux exploitations à ciel ouvert et dépôts de surface sont les mouvements de pente, le tassement et l'échauffement.

Ainsi, à partir des informations recueillies au cours de la phase informative et de l'expérience acquise, sont examinés les phénomènes potentiellement attendus sur le bassin minier et ceux qui ne le sont pas.

Il est rappelé que l'aléa résulte du croisement de la prédisposition d'un site donné à l'apparition du phénomène redouté avec son intensité.

2 EVALUATION DE L'ALEA « MOUVEMENTS DE PENTE »

2.1 Description des phénomènes

Les instabilités de pente regroupent plusieurs phénomènes (cf. figure 1) :

- les glissements de terrain qui concernent principalement les massifs de matériaux meubles ou faiblement cohérents. L'intensité dépend généralement des quantités de matériaux déplacés, mais aussi de la profondeur de la surface de glissement. On parle ici de deux grands type de glissements ;
 - les glissements profonds, qui correspondent à des mouvements rotationnels entaillant profondément (quelquefois plusieurs dizaines de mètres), le versant ou le talus sur lequel ils se produisent. Dans la majorité des cas, la présence d'une nappe favorise ce phénomène. L'érosion en pied (sapage¹) de dépôt par un ruisseau concoure également à la déstabilisation d'un dépôt ;
 - les glissements superficiels où sont regroupés des phénomènes de types ravinements ou mouvements pelliculaire ne concernant que la partie la plus superficielle du sol ;
- les coulées boueuses qui sont des glissements superficiels pour lesquels, du fait de leur quasi liquidité, les matériaux peuvent se propager sur de très grandes distances ;
- les effondrements, éboulements, écroulements et chutes de blocs associées qui concernent spécifiquement les falaises ou fronts rocheux ;

Compte tenu de l'envergure atteinte par les travaux des découvertes et les volumes souvent très élevés des dépôts mis en place dans un relief collinaire marqué, l'ensemble de ces différents types d'instabilité est à envisager au cas par cas sur le **bassin houiller de Graissessac**, et bien que les importants travaux de réaménagement finaux aient permis de limiter en intensité et en étendue les zones affectées.

Sur le district polymétallique, les dimensions des dépôts sont nettement plus faibles. Seuls des phénomènes de glissements superficiels de type ravinement sont envisageables. Par contre, les exploitations à ciel ouvert de bauxite de la concession du Bousquet-de-la-Balme ont laissées des fronts rocheux de plusieurs dizaines de mètres de hauteur. Dans ce cas, c'est le phénomène d'écroulement rocheux qui est retenu pour évaluation.

¹ La sape en pied de dépôt a déjà déstabilisé un flanc du terril du chantier Vendredi qui, même après réaménagement, reste exposé. Sur trois autres terrils (Padène, Garella, Alzou), la base de dépôt demeure également susceptible d'être érodé par le réseau hydrographique en crue. Les désordres survenus sur le terril de Garella (glissement en 1999) ont barré la rivière de Clédou sans occasionner ensuite de rupture d'embâcle.

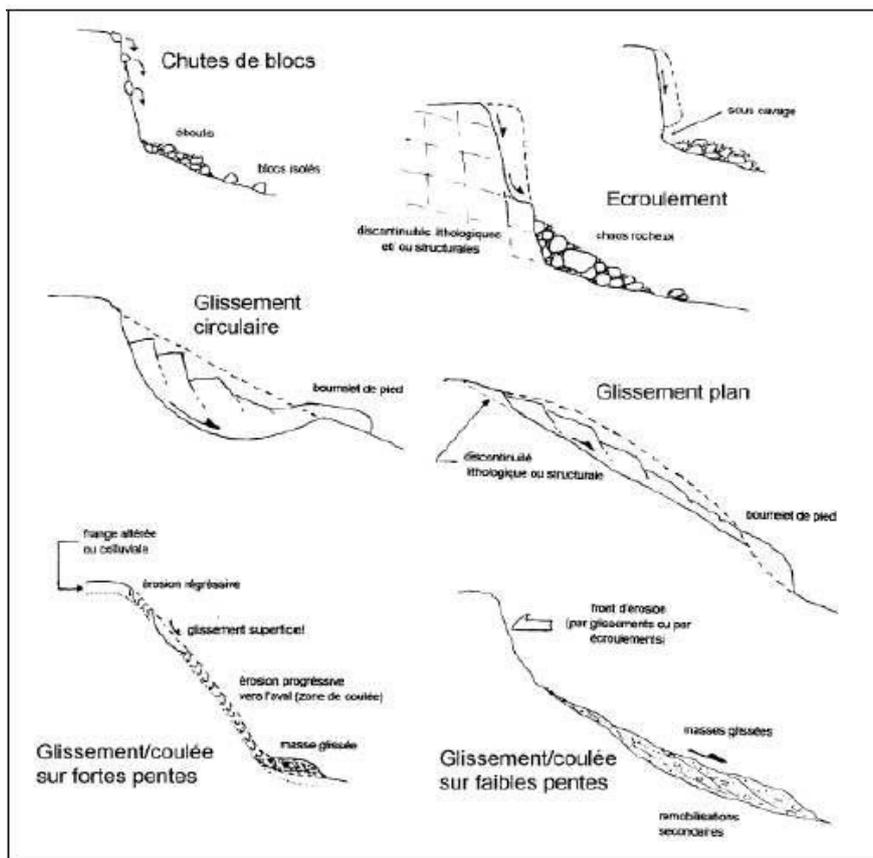


Figure 1 : Phénomènes de mouvements de pente

2.2 Les glissements

2.2.1 Prédiposition à l'aléa glissement superficiel

Les glissements superficiels sont des phénomènes ponctuels et mettent en jeu des volumes de matériau restreints (quelques dizaines de m³). Ils prennent principalement la forme de glissements pelliculaires, de plaques rocheuses le long des murs inclinés² ou encore de rigoles de ravinement, parfois profondes, avec pour conséquence l'épandage de matériau en pied de dépôt.

Sur le bassin houiller de Graissessac, de nombreux désordres de type glissements superficiels ont été recensés. On note une vingtaine de zones de ravinements visibles généralement superficiels et plus rarement profonds sur certains dépôts, y compris localement sur ceux ayant fait l'objet de réaménagement récents dans les années 1990-2000. Dans le contexte cévenol (aux épisodes pluvieux intenses), il demeure néanmoins des possibilités de telles instabilités superficielles de pente sur une majorité des sites.

² La surface particulièrement plane des murs rocheux inclinés permet de privilégier le déplacement plan et de limiter voire empêcher les effets de type rebond (ces départs rocheux ne relèvent pas du type écoulement).

La majorité des travaux à ciel ouverts du bassin houiller ou des flancs des dépôts totalement revégétalisés, idéalement boisés, est considérée comme déjà stabilisée. Il s'agit de la plateforme de Plaisance Centre, la Découverte de Cadausse inférieure, le terril des Bâtisses, la verse et le terril du Puits Sainte Barbe, le terril d'Alzou et le terril de Bousquet d'Orb. Seuls les paroxysmes pluviométriques extrêmes atteints lors des épisodes cévenols sur les pentes raides sont susceptibles de remettre en cause localement cette stabilité. En revanche, d'autres flancs raides de versant résistent encore à une reprise de la végétation, les laissant toujours ainsi exposés de manière sensible aux épisodes paroxysmaux.

Pour les zones de terrils et verses réaménagées par banquettes sans signe de désordre relevé sur les parties visibles des flancs et en cours de revégétalisation, l'aléa n'est pas retenu.

Pour l'ensemble des dépôts considérés, la prédisposition au glissement superficiel est évaluée comme peu sensible à sensible, selon l'importance de la végétalisation, l'inclinaison des pentes plus ou moins marquée, leur hauteur, la granulométrie des dépôts et les amorces de désordres ou signes de ravinements observés,

Dans le cas plus spécifique des murs inclinés, la dégradation des parois est guidée par la schistosité des couches parallèles à la surface. On peut s'attendre surtout à des décollements pelliculaires, avec des départs en plaques de volume réduit. Seul, sur la fosse n°1 de Verrière des départs de blocs liés à des éléments de couche résiduels sont également possibles. La prédisposition est retenue pour ces murs inclinés à peu sensible sauf sur la fosse n°1 de Verrière et les flancs déstabilisés est et ouest du mur nord de la fosse de Padène où elle est retenue à sensible.

Pour le **district polymétallique** aucun désordre n'a été observé. Néanmoins, pour les quelques dépôts qui présentent des hauteurs importantes (entre 10 et 20 m pour certains dépôts des sites de Veyrasse, la Horte, Lacan et Boussagues), une granulométrie fine et qui sont non ou peu végétalisés, une prédisposition peu sensible à sensible est retenue.

2.2.2 Prédisposition à l'aléa glissement profond

Les glissements profonds résultent du mouvement d'une masse de terrain le long d'une surface de rupture (circulaire, plane ou quelconque) et dont la vitesse de déplacement, en phase critique, varie fréquemment de quelques millimètres à quelques mètres par heure. Les volumes concernés peuvent s'avérer importants et se répandent vers l'aval sous forme de cônes d'épandage. Le développement d'instabilités superficielles peut favoriser le déclenchement d'une rupture de plus grande ampleur.

Les glissements profonds ne concernent que les dépôts de dimensions importantes, en l'occurrence ceux liés aux exploitations de houille. Il n'a pas été considéré de glissement profond sur les parois rocheuses verticales du PEX du Bousquet-de-la-Balme où c'est l'éroulement rocheux qui est le phénomène prépondérant.

Les désordres de ce type récents signalés sont rares. Sur le bassin houiller de Graissessac, 5 glissements profonds sont répertoriés : glissement du chantier est Riben, de la verse des Brouttes, du terril de Padène, du terril de Garella et du terril du chantier Vendredi.

Le premier désordre de ce type a affecté le flanc est du chantier Riben, qui a obligé notamment à déplacer à deux reprises la piste d'accès en période d'exploitation. Les travaux de réaménagement de ce site très isolé et reculé se sont concentrés sur l'aspect paysager pour limiter l'accès à la zone. Le problème d'instabilité du versant demeure entier sur la totalité du flanc est du chantier Riben. Une prédisposition sensible y est retenue.

Plus récemment (au cours des années 2000), les terrils de Garella et les verses de Padène et des Brouttes ont subis des glissements importants. Des aménagements ont été réalisés (drainages, enrochement de pied, etc.) et un suivi topographique est en cours sur la verse des Brouttes. Pour ces dépôts et bien qu'aucun indice de désordre n'ait été recensé ou observé, des instabilités locales ne peuvent être à terme totalement exclues. Une prédisposition peu sensible y est retenue.

Néanmoins, nous attirons l'attention sur le fait que ces évaluations de niveaux prédisposition reposent sur des hypothèses. Or, dans le cas des glissements profonds, un diagnostic précis de la stabilité en grand d'un dépôt nécessite une étude spécifique comprenant des mesures in situ (levés topographiques), des reconnaissances (sondages, niveaux piézométriques, granulométrie) et des calculs de stabilité par modélisation.

2.2.3 Intensité des aléas glissements

C'est principalement le volume de matériau mis en mouvement qui influe sur l'intensité des phénomènes de glissement.

Dans le cas de glissements superficiels, le volume n'excède pas 100 m³ (ravinements localisés ou glissements pelliculaires) relevant d'une intensité limitée.

Dans le cas des glissements profonds, les volumes mis en mouvement sont importants (plusieurs milliers de m³) relevant d'une intensité modérée.

2.2.4 Niveaux des aléas glissements

Pour l'aléa glissement superficiel, un aléa de niveau faible a été retenu. Pour l'aléa glissement profond les niveaux d'aléa varient de faible pour la verse des Brouttes, du terril de Padène, du terril de Garella et du terril du chantier Vendredi à moyen pour le chantier est Riben.

2.2.5 Cartographie des aléas glissements

D'un point de vue zonage cartographique, le rayon d'influence amont a été prise à 5 m en tête des zones considérées instables sur les zone de dépôts. Une bande tampon liée à l'incertitude de positionnement des objets a été prise en compte.

Le rayon aval d'influence est limité au plus à la hauteur du dépôt. Si cette hauteur de dépôt est importante, le rayon aval d'influence est minoré à 10 m pour les dépôts situés dans des versants boisés et à 20 m pour les pieds de flancs de remblais ou de MCO non végétalisés.

2.3 Les coulées

Les instabilités de pente, affectant des flancs de versant ou de dépôts qui comportent une fraction fine importante, peuvent évoluer, d'une situation qui ailleurs serait de type ravinement et/ou de glissement superficiel, en coulées boueuses.

Plusieurs coulées boueuses se sont produites dans les années 1990 (flanc du terril du chantier de Vendredi, terril de Padène). La trace de telles coulées dans le versant boisé reste visible sur les orthophotos aériennes en plusieurs endroits du versant en aval des verses de l'Espaze³. Avec l'entraînement des fines les plus accessibles et surtout la reprise de la végétation qui freine l'efficacité de cette entraînement, ces phénomènes devraient devenir plus rares sans pour autant disparaître.

³ Sur le massif du Cap Nègre qui a plus fait l'objet de réaménagement, on n'observe pas de manière aussi systématique de telles traces

Cet aléa n'est pas retenu pour toutes les dépôts à nature pierreuse, ni pour les zones de versées réaménagées en banquettes, les parois verticales rocheuses et les murs inclinés.

Il ne concerne que certains terrils, partie de pied de versées non aménagées et les remblais meubles à pente forte des flancs de fosse. Il concerne également les travaux à ciel ouvert de la mine de fer de Saint Gervais sur Mare (versant de nature limono-sableuse).

De manière générale, la prédisposition peut être considérée comme peu sensible (couverture boisée, pente moins marquée) à sensible (forte fraction en élément fins, absence de végétation, grandes événements passés, zones de ravinement). Selon le guide méthodologique, l'intensité est par définition modérée (hauteur de flux < 50 cm).

C'est au final sur les parties déjà déstabilisées du terril de Garella, du terril de Padène, du terril du chantier Vendredi et des parties érodées en pied de la Versée de l'Espaze et des Brouttes (zone de glissement récente incluse), que les possibilités de coulées associées à des glissements ou des ravinements semblent les plus marquées. Un aléa de niveau moyen y est ainsi retenu.

D'autres dépôts (6 terrils et partie aval de la versée de l'Espaze) et 6 découvertes (ravin de Pabo, remblais meubles des chantiers 6 et 8 et de la fosse de Padène, du chantier X, et la MCO de Saint Gervais-sur-Mare) comportant également des produits fins en quantité ou ayant déjà connu ces phénomènes restent concernés. L'aléa y est retenu à un niveau faible.

D'un point de vue zonage cartographique, le rayon d'influence amont a été pris à 5 m. Seule une bande tampon liée à l'incertitude de positionnement des objets a été prise en compte.

Le rayon aval d'influence est limité à une vingtaine de mètres pour les dépôts peu volumineux situés dans des versants boisés, ainsi que pour les pieds de flancs de remblais ou de MCO dans la zone de replat. L'extension aval de la coulée sur les grands dépôts peut se poursuivre davantage en aval suivant les ravines préexistantes jusqu'à atteindre les cours d'eau pérenne, en particulier le Clédou pour ce qui concerne le terril de Padène (cas de la coulée de 1998).

2.4 L'écroulement rocheux

Sur de nombreuses fosses ou chantiers de découverte, quelques versées et terril, il a été constaté encore récemment des chutes de blocs bien que peu fréquentes et d'ampleur limitée. Même après réaménagement, notamment par réalisation de murs pare-blocs en base de front voire un grillage d'enclos sur les secteurs les plus exposés, le risque de chutes de blocs reste réel sur un certain nombre de ces sites (déjà pour chaque versant en amont de murs pare blocs).

Sur 6 sites houillers où les fronts de falaise restent tout particulièrement développés (chantiers 6 et 8, chantier des Nières, Alzou, fosse N°1 de Verrière et fosse de Padène), la prédisposition à la chute de blocs reste sensible pour les 5 premiers à très sensible pour la fosse de Padène. Le phénomène redouté étant des chutes de blocs, l'intensité relève d'un niveau modéré. Ainsi, l'aléa retenu est pour bonne partie de niveau moyen et fort sur le flanc est de la fosse de Padène. Sur 4 autres sites du bassin houiller où les fronts sont moins développés (découverte de Cadausse supérieure, chantier Riben, découverte des couches Zelia et Felicia et découverte de Fontenille), un aléa faible est retenu.

A côté des conséquents travaux miniers du bassin houiller, un autre des sites miniers étudiés se distingue pour l'intensité possible de chutes de blocs : il s'agit des fosses d'exploitation à ciel ouvert pour bauxite laissées en l'état sur le permis d'exploitation de Bousquet-de-Balme. Les fronts de falaise sont encore verticaux sur de grande hauteur. Si ces parois de chambre karstiques sont relativement bien consolidées, cimentées, elles n'en demeurent pas moins sensibles aux effets de l'altération, notamment sous l'effet des cycles de gel/dégel, avec une possibilité tant d'effritement que de chutes de blocs.

Laissées en l'état sans aucuns travaux de réaménagement finaux spécifiques pour en limiter les conséquences, toutes ces poches karstiques évidées et non comblées présentent une prédisposition à la rupture de sensible à très sensible. Le phénomène redouté à ce stade correspond à des chutes de blocs qui relève d'un niveau d'intensité modéré. Ainsi, l'aléa varie d'un niveau moyen (10 à 15 m de front pour les fosses résiduelles) à fort pour les 2 fosses les plus profondes (atteignant plus de 25 m de hauteur de front).

Néanmoins, à l'image des glissements profonds, nous attirons l'attention sur le fait que ces évaluations d'aléas reposent sur des hypothèses. Or, dans le cas des fronts rocheux de grandes hauteurs tel que ceux rencontrés sur le bassin houiller de Graissessac ou sur le PEX du Bousquet-de-le-Balme, un diagnostic précis de la stabilité en grand nécessite des études spécifiques.

D'un point de vue zonage cartographique, il a tout d'abord été considéré une bande d'incertitude liée au positionnement des fronts. Un rayon d'influence a pris en compte en arrière de paroi rocheuse de 5 m. Elle est portée à 10 m pour les 2 grandes fosses de Bousquet sur Balme où une corniche indurée en tête de falaise a pu être observé par endroit.

Côté aval, la zone d'écroulement s'étend sur une distance au pied de falaise égale à sa hauteur ou atteindre le fond de la découverte pour les fosses étroites en gouttière.

3 EVALUATION DE L'ALEA TASSEMENT

3.1 Description du phénomène

Le phénomène de tassement correspond à un mécanisme bien connu en géotechnique. Il se manifeste par la réduction de volume d'une couche de matériaux, du fait notamment d'une diminution de sa porosité.

Les terrains de surface remaniés (excavations, verses et autres dépôts, tranchées...) sont des secteurs déconsolidés par l'exploitation minière. Ainsi ce phénomène peut affecter ces secteurs. Ils sont très nombreux sur **les concessions de houille** et plus marginaux pour **les exploitations métalliques**.

3.2 Aléa tassement sur les travaux d'extraction à ciel ouvert

Les travaux d'exploitation à ciel ouvert ont engendré d'importants secteurs de terrains remaniés en surface (fosses et excavations +/- ébouloées ou comblées.....). Les zones où se sont concentrés les plus importants de ces mouvements de terres (les grandes fosses, chantiers de découverte) et où les remblais sont potentiellement les plus épais, ont fait l'objet de travaux de réaménagement conséquents (comblement, arasement...) avec emploi d'engins de terrassement lourds et autres réaménagements spécifiques (boulonnages, filets, merlon, fascines) qui devraient limiter au final les mouvements résiduels et différentiels de surface possibles.

Ces travaux d'exploitation à ciel ouvert sont signalés et cartographiés sur les concessions de houille, de la mine de fer de Saint Gervais et du PER de Bousquet de la Balme. Pour ce dernier, les fosses se sont avérées presque toutes évidées sans présence notable de remblais au fond. Pour les rares cas de fosses remblayées entièrement ou partiellement, le remblai apparaît être de type sable appauvri en alumine sans travail de compactage particulier.

L'ensemble des travaux menés sur les autres sites polymétalliques s'est accompagné systématiquement de tranchées et/ou fosses aux dimensions très réduites et aujourd'hui disparues. Les trop faibles volumes extraits permettent d'écarter le phénomène de tassement pour ces vestiges.

Par définition, l'intensité attendue d'un phénomène de tassement est limitée. La prédisposition peut être estimée comme peu sensible à sensible pour les rares excavations comblées de produits sableux du PEX de Bousquet de la Balme. Au final, un aléa tassement de niveau faible est retenu sur les sites concernés décrits précédemment.

L'aléa tassement concerne aussi ici les autres mines sur filons métalliques réalisées hors cadre concessif les plus anciennes (mines médiévales) où une partie des travaux a du très vraisemblablement être réalisés à ciel ouvert (Minière du camps, Mont Coudor et Col des Lieus). Sur ces sites, un aléa tassement faible est également retenu.

3.3 Aléa tassement sur les dépôts miniers de surface

Parmi les principaux facteurs classiques de prédisposition aux tassements de dépôts, sont retenus :

- l'épaisseur du dépôt ;
- la nature et la granulométrie des matériaux déposés ;
- la méthode de mise en place du dépôt (avec ou sans compactage).

Là encore, les très nombreux dépôts de surface constitués par des volumes significatifs de terrains remaniés à granulométrie variée sont susceptibles d'engendrer également des mouvements résiduels et différentiels de surface, notamment pour la houille. Les travaux spécifiques pour les dépôts de surface pour houille (constitution des tas par engins de terrassement avec compactage,...) et des réaménagements spécifiques ultérieurs devraient avoir limité néanmoins l'intensité de tels phénomènes.

Compte de ces éléments, la prédisposition peut être estimée comme peu sensible à sensible. De même que précédemment, l'intensité attendue est limitée. Au final, un aléa tassement de niveau faible est retenu.

3.4 Cartographie de l'aléa tassement

D'un point de vue zonage cartographique, il n'a pas été considéré de rayon d'influence, le phénomène étant circonscrit au découverte remblayée ou au dépôt. Une incertitude de positionnement des objets a été prise en compte.

Cette incertitude est généralement de 10 m pour les dépôts de surface. Elle est localement réduite à 5 m pour les dépôts bien circonscrits, notamment en territoire périurbain ou parfois majorée à 15 m dans des versants boisés raides où la localisation est plus délicate.

Pour les découvertes où des têtes de flancs verticaux rocheux sont bien visibles sur le terrain et/ou sur la BD ORTHO®, l'incertitude de positionnement est de 5 m⁴. La bordure de découvertes non matérialisée par des fronts rocheux est estimée précise à 10 m près.

Sur l'essentiel de l'emprise des travaux de houille sur la Rive Droite du Clédou (concessions de Saint-Gervais et de Devois-de-Graissessac), où se superposent de manière imbriquée les dépôts de surface, les chantiers de découverte peu profonds et les fosses plus profondes, laissés en l'état ou comblés, une seule zone globale d'aléa tassement a été tracée, plutôt qu'une approche objet après objet.

⁴ Portés jusqu'à 10 m pour le flanc sud de la fosse n°1 de verrière, dont la ligne de crête quasi inaccessible est en partie masquée dans la végétation dense, et mal discernable sur la BD ORTHO®.

4 EVALUATION DE L'ALEA ECHAUFFEMENT

L'aléa n'est envisagé que pour les seuls dépôts miniers de type terril houiller. Il s'agit d'évaluer la capacité de combustion de la fraction charbonneuse au sein de ces terrils qui pourrait engendrer des incendies et émanations de gaz.

Un certain nombre de flancs de terrils n'est constitué uniquement de stériles faiblement charbonneux, sans combustibilité suffisante en soi⁵ : terril de Couyrou, terril de Cathala, terril du puits Durand, terril de Lunas, terril Conique (ou du Téléphérique) et terril de Frangouille. Le terril de la D922 est constitué de produits noirs très fins (schlamm et cendres) mais très (trop) argileux, qui ne peuvent donc pas davantage entrer en combustion. Par ailleurs, les découvertes n'ont pas laissé de charbon à l'affleurement, en dehors de certaines parois rocheuses (comme pour la fosse de Padène par exemple) ou sur les murs inclinées de couches (lambeaux non significatifs). Ces couches de houille ne sont pas accessibles aux incendies de surface (parois), sauf pour quelques lambeaux isolés au rôle négligeable.

Pour tous les autres terrils, l'aléa combustion ne peut être écarté. A titre d'exemple, le terril de Garella est constitué avant tout de déblais de mines associés à une faible proportion de cendres mais son volume et son historique n'excluent pas localement des matériaux plus combustibles et par précaution, on maintiendra l'aléa. De plus, la phase informative a révélé un certain nombre de cas d'incendies souterrains durant l'exploitation dont une partie était liée à l'autocombustion des couches de charbon (par oxydation des pyrites, réaction fortement exothermique). On note aussi le cas d'incendie en surface par combustion interne de la base du terril des Marronniers dans les années 1970-1980 (combustion stoppée dans les années 1990).

La prédisposition est ainsi estimée à sensible pour les terrils présentant des teneurs en charbon importants, et/ ou ayant une granulométrie assez fine (terril du chantier Vendredi et la plateforme supérieure du terril de Plaisance). Cela concerne également le terril des Marronniers qui a été longtemps en combustion lente, reste susceptible de l'être de nouveau. Pour les autres terrils où la partie charbonneuse est de moindre importance, un niveau de prédisposition peu sensible est retenu. L'intensité est évaluée à limitée pour les terrils les moins volumineux et modérée pour les plus volumineux.

Au final, le niveau d'aléa échauffement est retenu à un niveau faible pour l'ensemble des dépôts concernés, sauf sur le terril du chantier Vendredi, la plateforme supérieure du terril de Plaisance et le terril des Marronniers, où il est porté à un niveau moyen.

D'un point de vue zonage cartographique, l'aléa est circonscrit aux dépôts. Il n'a pas été considéré de rayon d'influence. L'incertitude de positionnement des objets a néanmoins été prise en compte.

⁵ Pas d'apport significatif en termes de combustibles par rapport à celui de la végétation boisée en place