

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

**Concessions minières de manganèse
du Bois-de-la-Garde et de Valmasque
(Alpes-Maritimes)
Phase informative et évaluation des aléas
mouvements de terrain**

RAPPORT S 2012/106DE - 12PAC2210

Date : 27/11/2012

**Concessions minières de manganèse
du Bois-de-la-Garde et de Valmasque
(Alpes-Maritimes)
Phase informative et évaluation des aléas
mouvements de terrain**

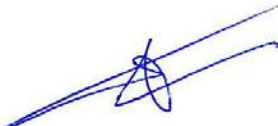
RAPPORT S 2012/106DE - 12PAC2210

Diffusion :

DREAL Provence, Alpes, Côte d'Azur Hubert FOMBONNE
7 ex. (2 Dreal, 4 communes, 1 DDT)
8 CD (2 Dreal, 4 communes, 1 DDT, 1 Préfecture)

DREAL Languedoc-Roussillon Jehan GIROUD

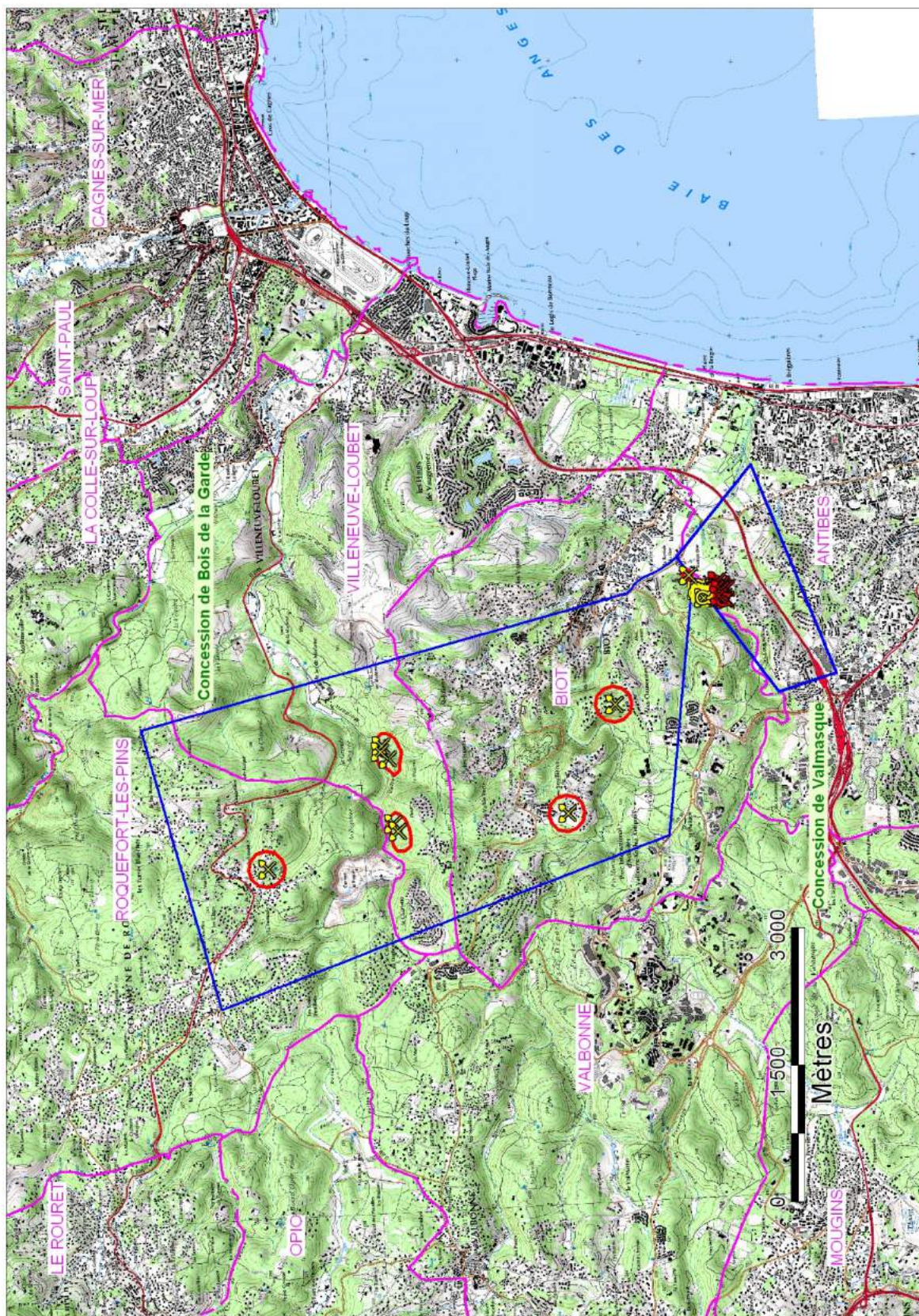
GEODERIS D Hafid BAROUDI

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	Y. Paquette	O. Lefebvre	C. Vachette
Visa			

SOMMAIRE

1	Cadre et objectif	3
2	Définition et méthodologie.....	5
2.1	Définitions : risque et aléa.....	5
2.2	Méthodologie	5
3	Résultats de l'étude	7
3.1	Phase informative.....	7
3.1.1	<i>Contexte géologique</i>	<i>7</i>
3.1.2	<i>Contexte minier, historique</i>	<i>9</i>
3.1.3	<i>Etat des lieux</i>	<i>11</i>
3.1.3.1	Concession de BOIS-DE-LA-GARDE.....	11
3.1.3.2	Concession de VALMASQUE.....	15
3.1.3.3	Recherches hors concession.....	18
3.2	Carte informative.....	19
3.3	Carte d'aléas mouvement de terrains	20
4	Conclusions	21
5	Bibliographie.....	23

Mots clés : Concession, manganèse, Bois-de-la-Garde, Valmasque, Antibes, Biot, Roquefort-les-Pins, Villeneuve-Loubet, Alpes-Maritimes, aléas miniers, mouvement de terrain.



Concessions de Bois de la Garde et de Valmasque
Situation des sites identifiés de recherche et d'exploitation de manganèse

1 CADRE ET OBJECTIF

L'étude détaillée des aléas miniers de type mouvement de terrain des concessions de BOIS DE LA GARDE et de VALMASQUE, au Nord-Ouest d'ANTIBES (Alpes-Maritimes), fait suite à l'étude préalable d'Inventaire des Risques Miniers de novembre 2005 (rapport BRGM référence RP-54350-FR).

Celle-ci a classé en priorité 3 la réalisation d'une étude détaillée du secteur, en raison du caractère peu significatif des aléas retenus, dans un contexte collinaire et forestier soumis à la pression foncière.

Cette étude détaillée, pilotée par GEODERIS, objet du présent rapport de synthèse, a été confiée au BRGM.

Titre (concession / permis) Numéro base Géoderis	Date d'octroi (extension)	Sup. (ha)	Périodes exploitation	Abandon	Annulation
Cn VALMASQUE 06SM0018	23/11/1875	179	1875-1877 1917-1920		11/08/1935
Cn BOIS-DE-LA-GARDE 06SM0001	24/05/1859 (4 déc. 1864)	1690	1860-1891 1917-1920		18/03/1941

Caractéristiques des titres miniers de VALMASQUE et du BOIS-DE-LA-GARDE

2 DEFINITION ET METHODOLOGIE

2.1 Définitions : risque et aléa

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.

L'aléa est hiérarchisé. On utilise les termes « **aléa fort** », « **aléa moyen** » et « **aléa faible** ».

Cette hiérarchisation signifie :

- 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'une intensité plus élevée 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 vulnérable en surface (habitation, infrastructure...).

2.2 Méthodologie

Conformément à la méthodologie élaborée pour l'étude détaillée des aléas liés aux mouvements de terrains (voir le guide méthodologique collectif sous la direction de l'INERIS, téléchargeable sur le site internet de l'INERIS : Elaboration des Plans de Prévention des Risques miniers, réf. DRS-06-51198/R01 du 4 mai 2006), ce travail est basé sur une analyse documentaire des archives, complétée par une enquête sur le terrain afin de rechercher ou recueillir les informations sur les désordres miniers survenus, localiser les anciens ouvrages, rencontrer les personnes « sachantes »...

L'étude est axée sur l'évaluation et la cartographie des aléas « mouvements de terrain ».

Elle est structurée en deux volets :

- **une phase informative** : elle présente la synthèse documentaire réalisée à partir de l'analyse de l'ensemble des données disponibles identifiées sur ces sites miniers, l'inventaire et l'examen des plans disponibles, le repositionnement des travaux connus ou suspectés dans leur environnement et les éléments utiles et nécessaires à l'évaluation des aléas résiduels (géologie, hydrogéologie, indices de désordres...). Les résultats de cette phase sont reportés sur une carte informative, positionnant les différents éléments sur fond cartographique, dans le cas présent, la BD ortho de l'IGN ;
- **une phase d'évaluation et de cartographie de l'aléa** : sur la base des données recueillies 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 du site. Enfin, l'enveloppe des zones affectées par les différents aléas est reportée sur le fond de BD ortho de l'IGN.

3 RESULTATS DE L'ETUDE

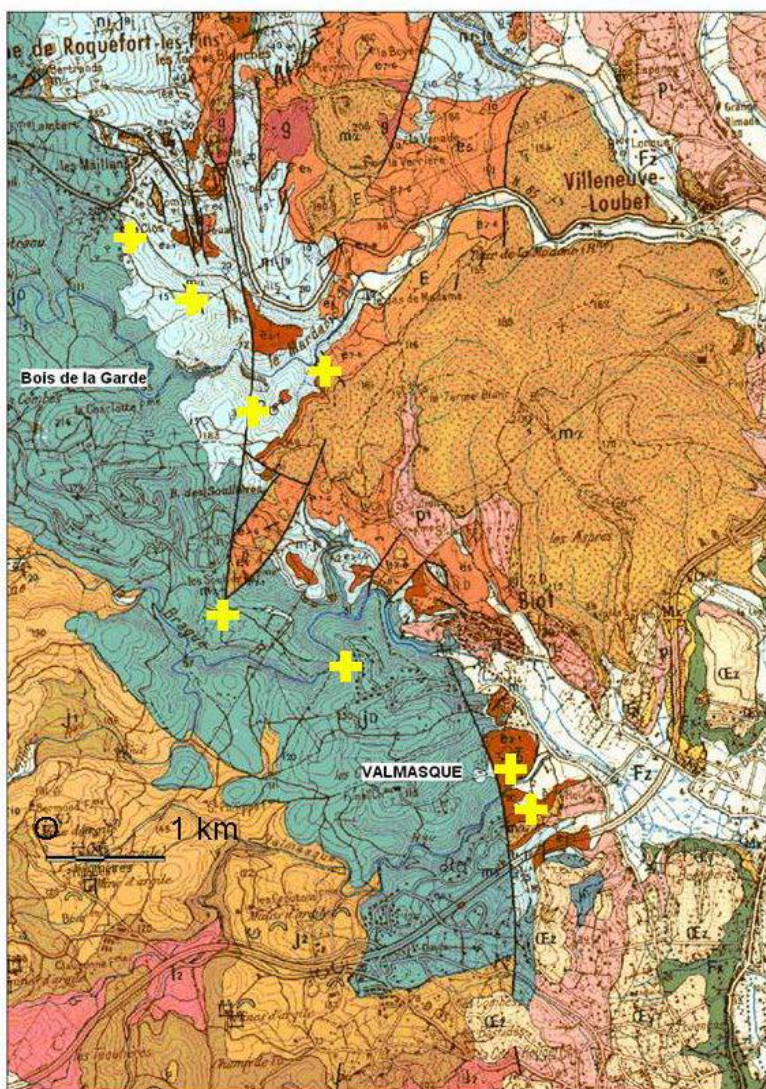
3.1 Phase informative

3.1.1 Contexte géologique

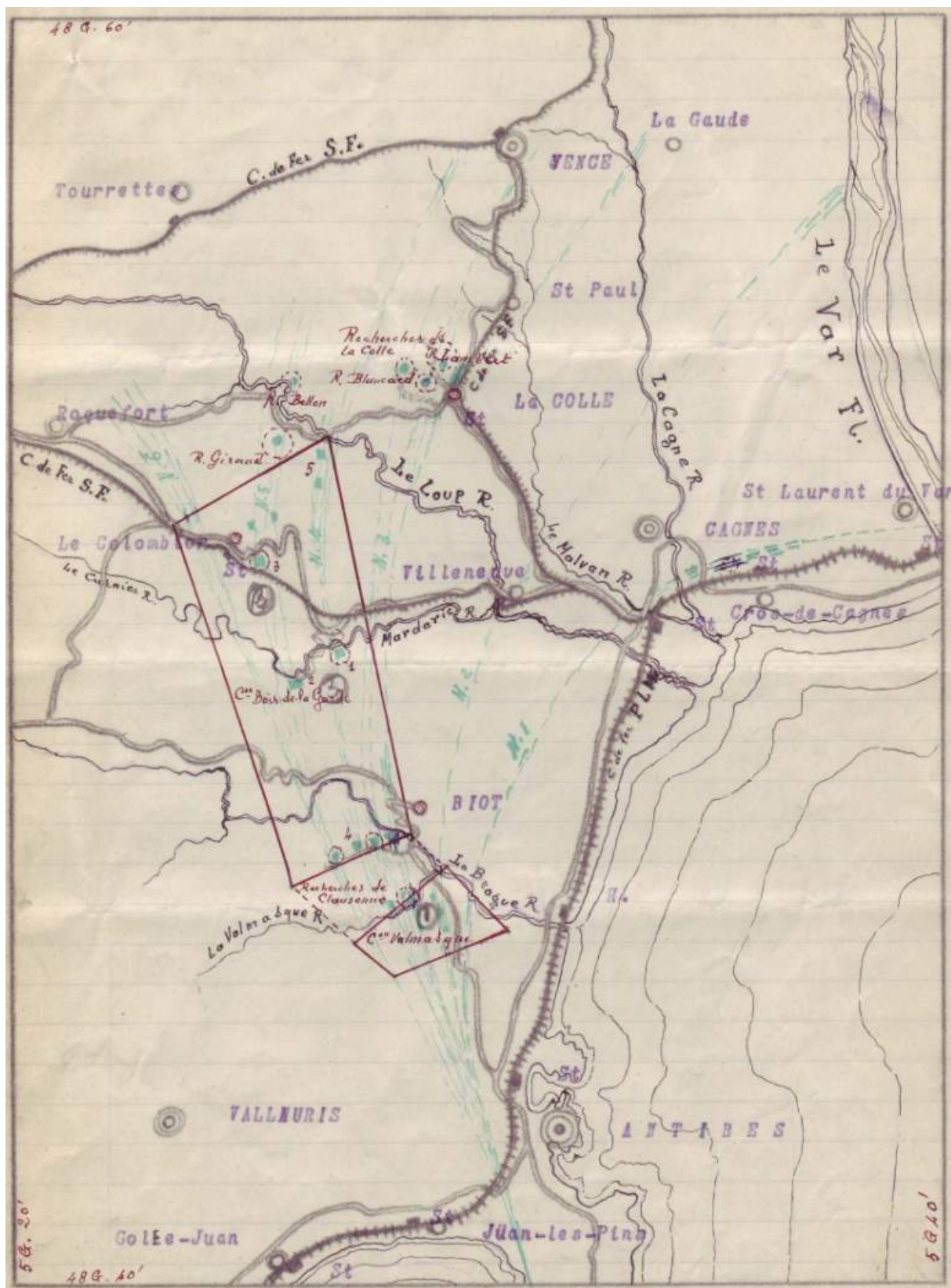
Les indices miniers de manganèse sont associés aux sables et argiles bariolés de l'Eocène inférieur continental (sables, grès et argiles de la GAUDE exploités à BIOT pour la poterie). Les minéralisations se rencontrent au contact des calcaires jurassiques moyen et supérieur (dolomies grises) ou des calcaires berriasiens et portlandiens (anciennes surfaces d'émersion provençale karstifiées).

Les oxydes de manganèse exploités se présentent :

- sous forme de rognons, nodules, grains concrétionnés, imprégnation (stockwerks) dans les formations sableuses ou gréseuses ;
- sous forme de gîtes de remplissage karstiques éocènes dans des fissures ou poches de dissolutions karstiques au toit des calcaires.



Extrait de la carte géologique BRGM au 1/50 000, principaux indices de manganèse



Indices miniers des concessions de BOIS-DE-LA-GARDE et de VALMASQUE (PELLEGRIN, 1917)

3.1.2 Contexte minier, historique

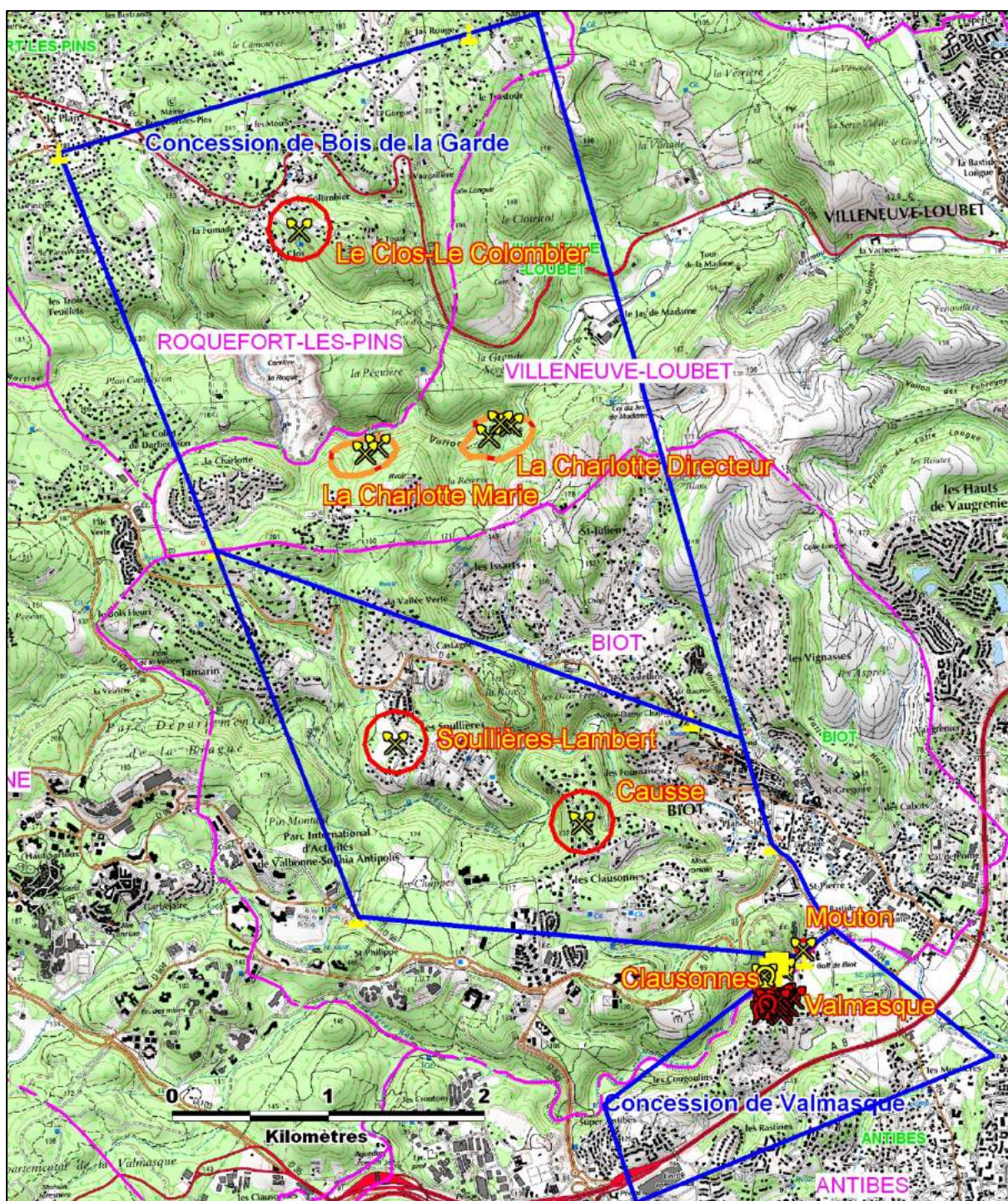
Les sites exploités de manière artisanale sont éparés, peu renseignés et ont rarement fait l'objet de relevés de plans détaillés des travaux. Ils sont généralement simplement décrits par des schémas de localisation ou des croquis d'exploitation.

Les secteurs de travaux demeurent peu étendus et ont été réalisés soit par tranchées soit par puits et galeries superficielles dont la profondeur n'excède pas la trentaine de mètres.

Les petites exploitations du XIX^e siècle, sommaires et artisanales, rapidement abandonnées, ont fait l'objet d'une tentative de relance pendant la première guerre mondiale par la société Transmission Transport Traction dirigée par C. PELLEGRIN. Ce dernier effectua, de 1917 à 1920, des travaux de recherches et d'exploitation en vue d'obtenir l'amodiation et la réunion des 2 concessions. Ces travaux demeureront sans lendemain et les titres seront finalement annulés en 1935 et 1941.

Les travaux de la concession de BOIS-DE-LA-GARDE ont été effectués pendant de courtes périodes entre 1869 et 1920 (1869, 1871-1875, 1891, 1917-1920). La production marchande pendant la première guerre a été de 375 tonnes en 1918 (avec 11 ouvriers), 400 tonnes en 1919 et 134 tonnes en 1920.

Les travaux de la concession de VALMASQUE, ont démarré en 1877 avec un travers-banc creusé en rive droite du ruisseau de VALMASQUE qui sera abandonné fin 1878 faute de gîte économiquement exploitable. Cette ancienne exploitation sera brièvement reprise pendant la première guerre mondiale, en octobre 1917. Elle a produit 569 tonnes en 1918 avec 10 ouvriers, 210 tonnes en 1919 avec 12 ouvriers, 72 tonnes en 1920 avec 2 ouvriers.



Secteur de travaux des concessions de BOIS-DE-LA-GARDE et de VALMASQUE

3.1.3 Etat des lieux

3.1.3.1 Concession de Bois-de-la-Garde

Six secteurs de recherche ou d'exploitation ont été identifiés.

1. Le secteur de LE CLOS - COLOMBIER, limité à des fouilles superficielles (puits et excavations de 2 à 14 m de profondeur) et une tranchée, réalisées vers 1860. Les traces de ces anciens travaux, déjà imperceptibles en 1929 car comblés par le propriétaire pour la remise en culture des terrains, sont aujourd'hui effacées par l'urbanisation.
2. Le secteur de LA CHARLOTTE - MARIE, sur le versant du massif forestier surplombant la rive droite du ruisseau du MERDARIC.

Il a été exploité à diverses périodes entre 1869 et 1891 puis brièvement en 1917 dans un gisement au contact des sables éocènes et terrains calcaires jurassiques crevassés.

Une profonde crevasse karstique dans le calcaire jurassique, de 100 m de diamètre à son orifice, profonde de 50 m, a délivré dans les grès des amas et rognons de minerai et des imprégnations ainsi que des fissures remplies de minerai pulvérulent (rapport JARLIER, 1921).

Les travaux souterrains du XIX^e siècle comportent 3 puits dans les terrains sablonneux, mentionnés éboulés en 1917 (puits MARIE, 26 m de profondeur, puits EUGENE, 33 m de profondeur, puits CAROLINE, profondeur et localisation précise inconnue, sur le flanc Sud de la colline) ainsi que des galeries superficielles creusées à partir de petits puits (MADELEINE, MARIE-LOUISE).

Lors de la tentative de reprise des travaux en 1917, une tranchée à ciel ouvert longue de 120 m sur le flanc de montagne a été réalisée dans les terrains sablonneux.

En 1929, lors de l'évaluation des coûts des travaux de mise en sécurité pour la procédure de déchéance de la concession :

- les emplacements des puits MARIE et EUGENE étaient repérables par 2 excavations peu profondes à leur endroit (80 à 100 m² pour 4 à 6 m de profondeur). Celles-ci devaient être comblées préalablement à l'annulation de la concession, vu la nature friable des terrains,
- les galeries superficielles étaient éboulées et les dépressions linéaires à leur aplomb (forme de tranchées de 7 et 15 m de longueur, 6 m de largeur moyenne pour 3 à 4 m de profondeur aux parois verticales) devaient être comblées,
- l'orifice de la galerie EUGENE devait également être obturé par un mur de pierres sèches,
- les talus de la grande tranchée de 120 m dans des terrains sablonneux avec des parties verticales devaient être écrêtés et comblés.

Ces ouvrages n'ont pu être repérés sur le terrain vu les difficultés de pénétration de ce versant forestier accidenté.

3. Le secteur CHARLOTTE - DIRECTEUR, à la confluence des vallons de la RESERVE et du MERDARIC en zone forestière, 1 500 m à l'Est du chantier MARIE. Un amas interstratifié dans les grès quartzeux éocènes au contact des calcaires magnésiens a été exploité de 1871 à 1875 à partir d'une fouille en tranchée de 60 m de longueur et 6 m de profondeur dans des terrains d'éboulis, d'un puits profond de 35 m et de galeries souterraines. Les travaux souterrains étaient notés éboulés en 1917. On n'y perçoit aujourd'hui que des sols remaniés dans les sables ferrugineux éocènes.
4. Le secteur SOULLIERES (ancienne propriété LAMBERT) a fait l'objet de 1860 à 1865 de fouilles superficielles qui ont extrait quelques centaines de tonnes de minerai dans un amas. Le site est aujourd'hui urbanisé et les traces des fouilles sont imperceptibles.
5. Le secteur de l'ancienne propriété CAUSSE a fait l'objet en 1921 d'une petite excavation. Le site est aujourd'hui urbanisé et les traces de la fouille sont imperceptibles.
6. Le secteur de MOUTON, près du site des CLAUSONNES, a fait l'objet vers 1874 de recherches par fouilles superficielles et galerie en travers-banc (longue de 132 m jusqu'à la rencontre d'un amas) dans le calcaire dolomitique. En 1929 une excavation de 10 m sur 8 m et 3 m de profondeur dans laquelle se trouvaient 3 entrées de galeries éboulées devait être comblée. Aucun indice franc d'exploitation n'est aujourd'hui perceptible (sols remaniés).
7. Le secteur des CLAUSONNES en limite Sud de la concession du BOIS-DE-LA-GARDE (voir hors concession selon les limites retenues) a fait l'objet en 1919 - 1920 d'exploitations en tranchées (2 tranchées profondes d'une dizaine de mètres) qui ont recoupé les anciennes galeries superficielles de 1877. Cinq puits de 10 à 20 m de profondeur (P1 à P5) ont été réalisés avec de courtes galeries (G6 à G10). En 1929 une excavation de 12 m sur 8 m et 4 m de profondeur, à la place d'anciens travaux et au voisinage de la tranchée n°1 de CLAUSONNES devait être comblée. Ces ouvrages réalisés en grande partie dans les sables éocènes bouillants sont aujourd'hui devenus invisibles ou détruits : les terrains de ce site ont été profondément remaniés par les installations et travaux de la carrière de sables de VALMASQUE.



Carrière de sables de VALMASQUE. Ancien site minier des CLAUSONNES



Schéma de travaux miniers du secteur « LA CHARLOTTE- MARIE » (1921)

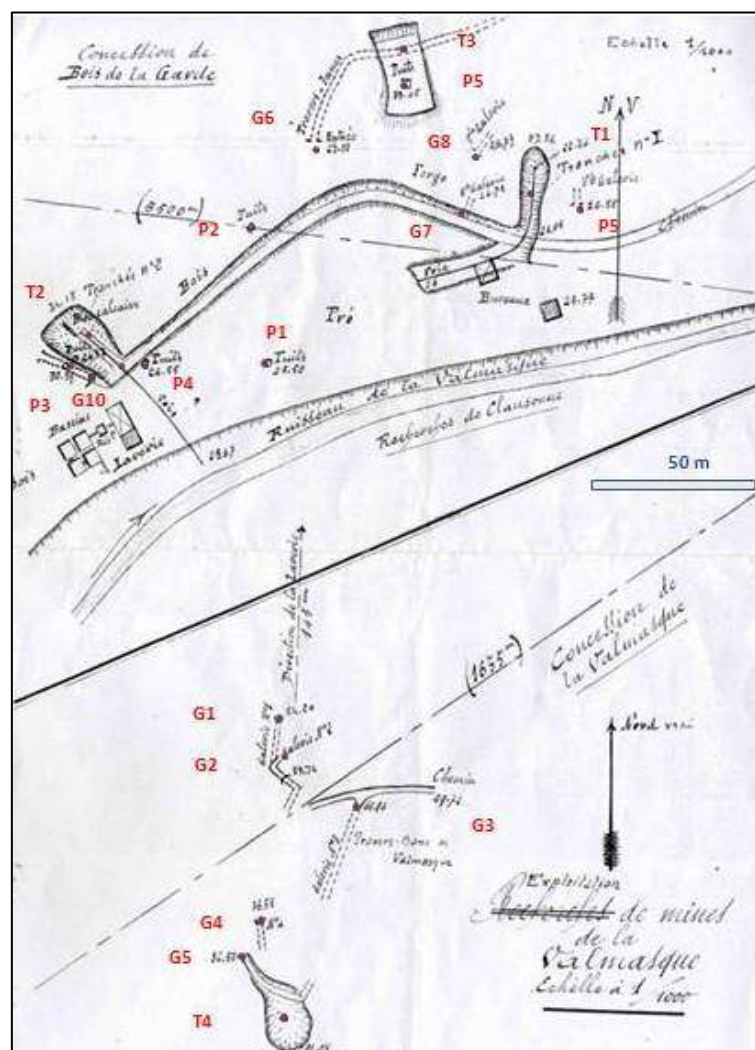
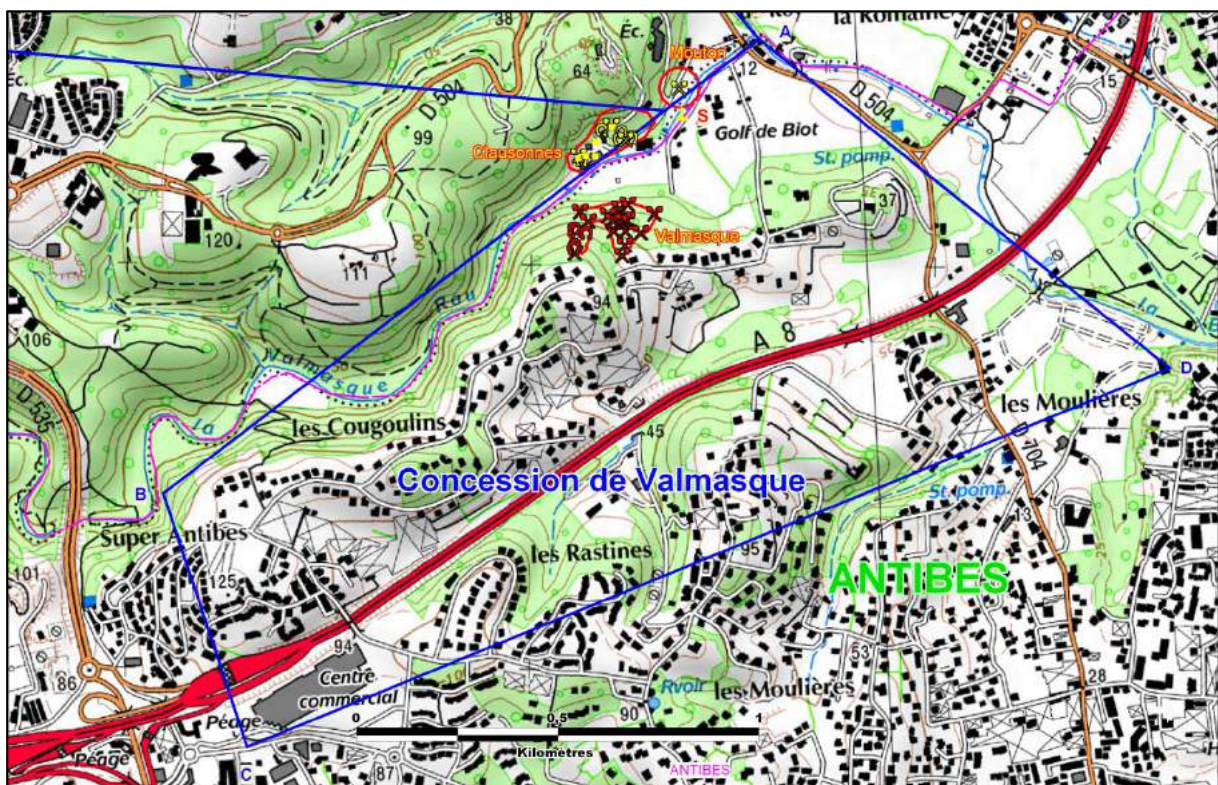


Schéma des secteurs de travaux miniers des « CLAUSONNES » et de VALMASQUE (1921)



3.1.3.2 Concession de VALMASQUE

La colline du site de VALMASQUE au Nord-Est de la concession entre le vallon des RASTINES et le vallon de VALMASQUE a été exploitée par fouilles superficielles et galeries souterraines.

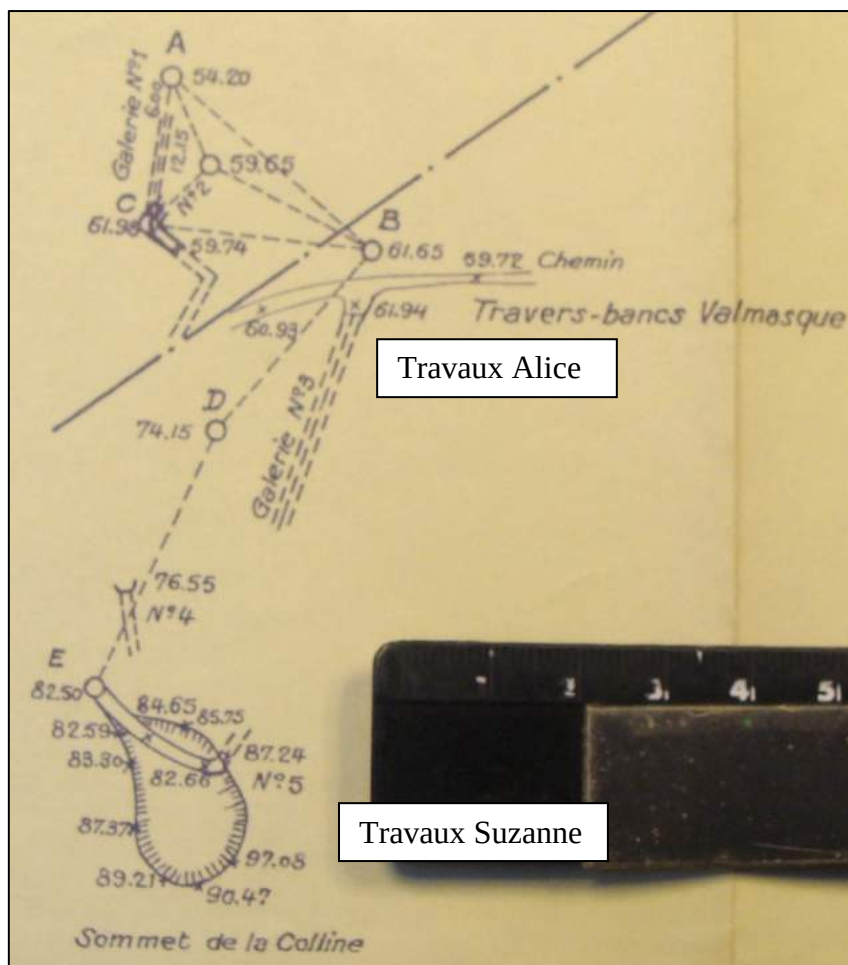
La minéralisation concernait des amas de bioxydes purs dans les sables éocènes au contact des calcaires et des roches volcaniques (labradorite).

Les premiers travaux (1877-1878) comprenaient un travers-banc Nord-Sud de 76 m de longueur au contact des sables et de la labradorite et un puits de 12 m. Ils ont permis d'exploiter des petites poches de minerais à partir de puits intérieurs.

Ce site sera remis en exploitation de 1917 à 1920 par de nombreuses fouilles en tranchées et par travaux souterrains.

Deux anciennes galeries ont été relevées (G1 et G3), complétées par le fonçage d'une galerie de retour d'air (G2) de 25 m de longueur (travaux Alice).

Deux petites galeries d'exploitation (G4, G5) ont été foncées au Sud-Ouest du travers-banc G3 (travaux Suzanne), aux abords d'une fouille à ciel ouvert (T4).



Plan des travaux de VALMASQUE (1921)



VALMASQUE – Anciennes tranchées d'exploitation



VALMASQUE - Fontis F1 et F4



VALMASQUE - Fontis F2



VALMASQUE - Tranchée T4 et fontis F3

En 1929, lors de l'évaluation des coûts des travaux de mise en sécurité pour la procédure de déchéance de la concession il fut constaté :

- trois galeries en travers-banc de longueur indéterminée dans des terrains peu consistants, éboulés sur certains points. Il a été recommandé de fermer ces galeries par des murs en maçonnerie ;
- deux excavations (15 m x 6 m pour 4 m de profondeur et 5 x 3 m pour 3 m de profondeur) qui devaient être comblées par les déblais pris sur place.

Ce secteur d'exploitation de VALMASQUE demeure finalement le seul site où les traces des anciens travaux sont perceptibles dans le massif forestier, tant à ciel ouvert qu'en souterrain.

Dans la partie Est, les traces des nombreuses tranchées linéaires d'exploitation ou de recherches (T9 à T23) sont observables dans les terrains sablonneux (quelques dizaines de mètres de longueur, quelques mètres de largeur, quelques mètres de profondeur). La morphologie de ces terrains est particulièrement chahutée mais on n'y décèle plus d'excavation profonde, l'érosion ayant auto-comblé les tranchées et adouci les pentes de talus.

Dans la partie Ouest, les indices des travaux souterrains sont repérables par la présence de 4 fontis auto-comblés au droit d'anciennes galeries souterraines (F1 à F4) et d'une galerie demeurée ouverte dans les terrains sablo-gréseux sur une dizaine de mètres de longueur (G1, section de 1,5 x 1,5 m). Les fontis F1 et F4 sont sur le tracé de la galerie G1, éboulée en profondeur.

Les emplacements des autres galeries, obturées par éboulement, sont encore observables dans la morphologie (G2 à G5).

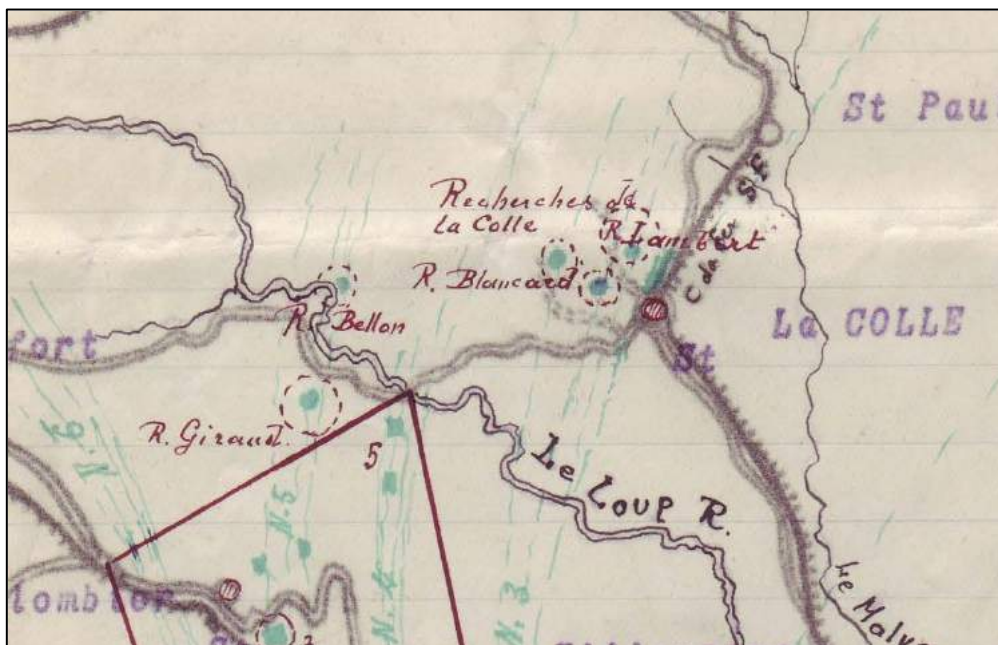


VALMASQUE - Galerie pénétrable G1 dans des terrains sablo-gréseux boullants

3.1.3.3 Recherches hors concession

Des recherches par tranchées superficielles et galeries sont par ailleurs mentionnées (rapport PELLEGRIN, 1917) :

- sur la commune de ROQUEFORT (travaux de GIRAUD en rive droite de la rivière LE LOUP, entre ROQUEFORT et LA COLLE) ;
- sur la commune de LA COLLE-SUR-LOUP : travaux de BELLON, ROUBERT, BLANCARD et LAMBERT. Deux courtes galeries de recherche sont mentionnées dans les anciennes propriétés LAMBERT et BLANCARD (absence de plan de localisation).



Situation des travaux de recherche hors concession (PELLEGRIN, 1917)

3.2 Carte informative

La carte informative obtenue à l'issue de la démarche dresse la cartographie géoréférencée des enveloppes de travaux identifiés des 2 concessions, au 1/12 500^{ème}, avec un zoom au 1/2000^e sur le seul secteur suffisamment informé des travaux de la concession de BOIS-DE-LA-GARDE (CLAUSONNES) et de ceux de VALMASQUE.

Elle positionne les ouvrages débouchant au jour localisables, visibles et non visibles, les enveloppes des travaux connues et suspectés, les secteurs où des désordres (effondrements de terrains au droit de travaux peu profonds, désordres sur orifices) ont été repérés.

Les secteurs de travaux de la concession de BOIS-DE-LA-GARDE, sont localisés pour l'essentiel par des enveloppes de travaux supposés indiquant de manière élargie (précision d'une centaine de mètre) les zones de recherches (par tranchées, parfois par galeries), en l'absence de plans précis et d'indices repérables sur le terrain.

Les seuls travaux souterrains géoréférençables d'après l'unique plan des travaux au 1/1000^{ème} disponible sont ceux du secteur des CLAUSONNES (site de la sablière de VALMASQUE), reportés avec une incertitude d'une trentaine de mètres en l'absence d'indices de terrain (site remanié, travaux partiellement détruits par l'implantation de la sablière), et ceux de VALMASQUE, repérés sur le terrain et relevés au GPS avec une incertitude de 5 m.

3.3 Carte d'aléas mouvement de terrains

Compte-tenu des données issues de la phase informative, le principal aléa retenu au terme de cette étude concerne essentiellement la probabilité d'occurrence d'événements de type « mouvements de terrain » au droit des secteurs de travaux identifiés :

- de type « effondrement localisé » au droit des travaux souterrains et des ouvrages débouchant au jour. Compte-tenu de la nature bouillante des terrains et des désordres observés, la prédisposition à voir se développer un fontis à l'aplomb des galeries superficielles de faible section et non remblayées a été évaluée avec un niveau sensible et une intensité limitée ; pour les puits, de faible section, peu profonds et a priori remblayés, la prédisposition a été évaluée avec un niveau peu sensible et une intensité limitée ;
- de type « tassement » au droit des terrains remaniés par les fouilles à ciel ouvert.

Les secteurs concernés par l'aléa « effondrement localisé » sont :

- les travaux souterrains des CLAUSONNES (Sud de la concession de BOIS-DE-LA-GARDE) avec un aléa évalué de niveau faible sur une enveloppe de travaux supposés (une partie des galeries, de petite section, et des puits, de faible profondeur et a priori remblayés, a été détruite soit par la reprise des travaux en tranchées soit par l'implantation du site de la carrière de sables) ;
- les travaux souterrains de VALMASQUE (réseau de galerie localisé et fontis associés dans des terrains sablo-gréseux bouillants), avec un aléa évalué de niveau faible sur une enveloppe de travaux avérés.

Le secteur concerné par l'aléa « tassement », de niveau faible est la partie des exploitations de VALMASQUE réalisée par tranchées (secteur forestier).

Il n'a pas été retenu d'enveloppe d'aléa pour les secteurs de travaux de recherches non localisables du reste de la concession de BOIS-DE-LA-GARDE. Les plus importants (secteur CHARLOTTE-MARIE ET CHARLOTTE-DIRECTEUR) sont difficilement repérables au cœur du massif forestier peu pénétrable, les autres sont d'anciennes fouilles superficielles sur des sites aujourd'hui urbanisés et où toute trace de l'ancienne activité minière a été effacée.

Le zonage de l'aléa prend en compte l'enveloppe d'incertitude de positionnement des travaux ou orifices et l'influence latérale du phénomène, compte-tenu d'une épaisseur de terrains altérés de surface évaluée à 2 m.

4 CONCLUSIONS

La phase informative sur l'historique des travaux miniers des concessions de manganèse de BOIS-DE-LA-GARDE et de VALMASQUE indique d'anciens travaux de recherche et d'exploitation, par tranchées à ciel ouvert ou petit réseau superficiel de galeries et de puits, dans des terrains essentiellement sablonneux.

Ceux-ci ont été réalisés sur différents petits secteurs et de manière artisanale vers 1870- 1890 puis de 1917 à 1920.

La production de minerai est demeurée modique (quelques milliers de tonnes marchandes expédiées vers les aciéries de MARSEILLE).

Les différents secteurs de recherches n'ont pas fait l'objet de relevés sur plans miniers détaillés et ne sont mentionnés que sur des schémas de localisation, à l'exception d'un petit secteur de travaux souterrains relevé au 1/1000^{ème} (travaux souterrains de VALMASQUE / CLAUSSONNES pendant la première guerre mondiale).

Les secteurs de travaux souterrains ou à ciel ouvert les plus importants sont en secteur forestier peu vulnérable ou ont été remaniés sur le site de la carrière de sable de VALMASQUE.

Quelques secteurs de travaux de recherche superficiels limités (tranchée et courtes galeries) sont dans des zones aujourd'hui urbanisée et ne sont pas localisables précisément, tout indice ayant été effacé.

La cartographie des aléas « mouvements de terrain » à l'issue de l'étude détaillée des aléas miniers retient :

- un aléa « effondrement localisé » de niveau « faible » sur les enveloppes de travaux souterrains avérés ou supposés de VALMASQUE et des CLAUSSONNES ;
- un aléa « tassement » de niveau « faible » sur le secteur du bois de VALMASQUE intensément exploité par tranchées à ciel ouvert et où les sols sablonneux ont été particulièrement remaniés.

Au final, peu d'enjeux sont concernés par les aléas de niveau « faible » sur les sites d'exploitation identifiés, si ce n'est le site industriel de la carrière de sable de VALMASQUE (travaux des CLAUSSONNES).

5 BIBLIOGRAPHIE

PELLEGRIN Ch, 1917

Gisements de manganèse des Alpes-Maritimes
Etude technique générale
Rapport, 17 p. dactylo.

JARLIER, 1921

Concessions de Valmasque et de Bois-de-la-Garde.
Service des Mines. Rapport sur la demande d'amodiation et de réunion présentée par la Société Transmission Transport et Traction. *18 p dactylo.;*

Service des mines, 1929

Procédure de déchéance de la concession des mines de manganèse de Bois-de-la-Garde (Alpes-Maritimes).

Rapport de l'ingénieur des mines sur l'évaluation des dépenses à engager pour garantir la sécurité publique en cas d'adjudication infructueuse. *16 février 1929. 4 p. dactylo.*

Service des mines, 1929

Procédure de déchéance de la concession des mines de manganèse de Valmasque (Alpes-Maritimes).

Rapport de l'ingénieur des mines sur l'évaluation des dépenses à engager pour garantir la sécurité publique en cas d'adjudication infructueuse. *16 février 1929. 5 p. dactylo.*

MANGAN Christian, 1985

Indices karstiques et fondations en terrain carbonaté

Annales de la SG de Belgique, t.108, pp. 99-104

(4 exemples sur l'aménagement du parc international d'activités de Valdonne - Sophia-Antipolis)

BRGM, 1995

Inventaire de 12 concessions minières orphelines. Département des Alpes de Haute-Provence, Alpes-Maritimes, Bouches-du-Rhône et Var.

Rapport R 38674, novembre 1995

BRGM, 2005

Evaluation préliminaire de l'aléa mouvement de terrain. Concessions de Valmasque et Bois-de-la-Garde (Alpes-Maritimes).

Rapport final RP-54350-FR, novembre 2005

ANNEXE 1

Rapport BRGM/RP59625-FR de Décembre 2011

***Exploitations minières de manganèse
sur les concessions du Bois-de-la-Garde
et de Valmasque (06)***

(hors texte)

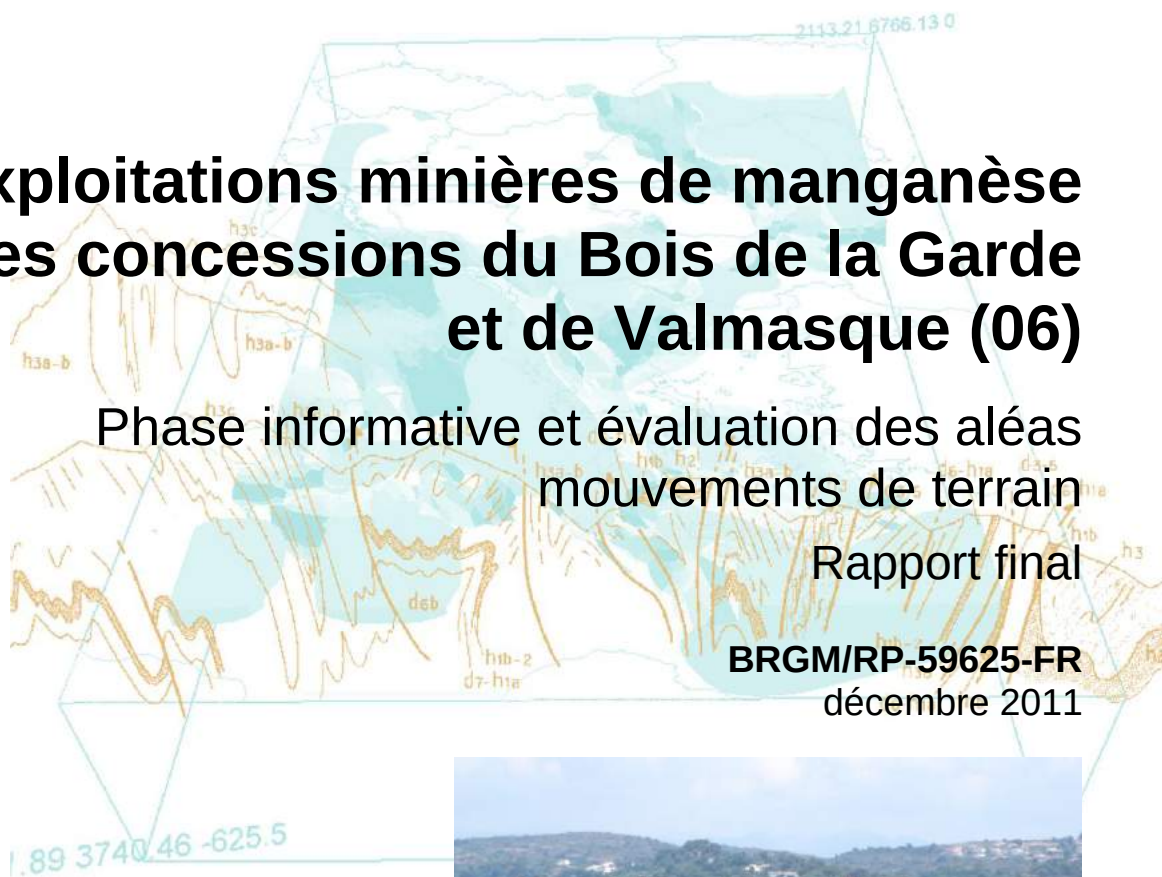


Exploitations minières de manganèse sur les concessions du Bois de la Garde et de Valmasque (06)

Phase informative et évaluation des aléas
mouvements de terrain

Rapport final

BRGM/RP-59625-FR
décembre 2011



Exploitations minières de manganèse sur les concessions du Bois de la Garde et de Valmasque (06)

Phase informative et évaluation des aléas
mouvements de terrain

Rapport final

BRGM/RP- 59625-FR
décembre 2011

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 2011 DEPD-04

D. Artignan, R. Vandromme

Vérificateur :
Nom : E. Equilbey
Date : <i>Décembre 2011</i>
Signature : <i>[Signature]</i>

Approbateur :
Nom : C. Braux
Date : <i>Décembre 2011</i>
Signature : <i>[Signature]</i>

En l'absence de signature, notamment pour les rapports diffusés en version numérique,
l'original signé est disponible aux Archives du BRGM.

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2008.

Avertissement

*Ce rapport est adressé en communication exclusive au demandeur : **GIP-Géodéris**, en 5 exemplaires conformément aux termes de la convention.*

Le demandeur assure lui-même la diffusion des exemplaires de ce tirage initial.

Le BRGM ne saurait être tenu comme responsable de la divulgation du contenu de ce rapport à un tiers qui ne soit pas de son fait, et, des éventuelles conséquences pouvant en résulter.

Mots-clés : Aléa, Mouvements de terrain, Géodéris, Après-mine, Mn, Manganèse, Effondrement localisé, Fontis, Verses, Glissement, Tassement, Bois de la Garde, Valmasque, Alpes Maritimes, région PACA.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Artignan D., Vandromme R. (2011) - Exploitations minières de manganèse sur les concessions du Bois de la Garde et de Valmasque (06). Phase informative et évaluation des aléas mouvements de terrain. Rapport BRGM/RP-59625-FR, 55 p., 13 fig., 8 tabl., 5 photos, 2 pl. hors texte.

Synthèse

Un ensemble de petits gîtes de manganèse a été exploité sur les concessions de Bois de la Garde et de Valmasque situées dans le département des Alpes-Maritimes au nord d'Antibes.

À ce jour, toutes les exploitations sont arrêtées et les renonciations des concessions ont été actées respectivement en 1941 et 1935.

Dans cette région très urbanisée, l'objectif de cette étude a été de réaliser une carte des aléas mouvements de terrain. Dans le cadre de la réalisation des programmes annuels 2011 de la DREAL-PACA, le BRGM a été sollicité par le GIP-Géodéris pour la réalisation de ces travaux qui comprennent deux phases principales sur les deux concessions considérées à savoir la réalisation d'une phase informative et d'une phase d'évaluation des aléas Mouvements de Terrain.

La phase informative a démontré que ces travaux ont été entrepris sur de nombreux sites et qu'ils restent de petites tailles : ils consistent en des fosses d'exploitation et quelques puits de faible profondeur, la plupart creusés dans du sable Eocène peu consolidé. Compte tenu de la nature de cette lithologie, la majorité de ces ouvrages ont du s'autocomblent. Aucun plan minier n'a été retrouvé, seulement des croquis de localisation des sites miniers et un croquis d'exploitation sur des fonds topographiques incorrects difficile à valoriser précisément.

La nature de la minéralisation, constituée d'oxydes de manganèse chimiquement stables dans le contexte superficiel naturel, n'implique pas de risque pour l'environnement et la santé. L'enrichissement du minerai se faisait par simple débouillage dans une petite laverie, et n'implique lui non plus aucun risque pour l'environnement.

Par contre une galerie facilement accessible est ouverte et pénétrable sur une dizaine de mètres. Creusée dans le sable éocène, elle représente un risque pour la sécurité des personnes.

Dans l'état actuel des connaissances, deux types d'aléa mouvement de terrain, ont été retenus sur les concessions de Bois de la Garde et de Valmasque : l'effondrement localisé et le tassement.

L'aléa effondrement localisé est attendu sur les ouvrages débouchant en surface. Un aléa faible sur travaux supposés a été attribué aux puits et galeries du secteur des Clausonnes. Un aléa faible sur travaux avérés a été attribué aux galeries peu profondes et débouchant au jour de la concession de Valmasque.

Un aléa tassement de niveau faible est attribué aux tranchées de recherche du secteur de Valmasque.

Avertissement

*Ce rapport est adressé en communication exclusive au demandeur : **GIP-Géodéris**, en 5 exemplaires conformément aux termes de la convention.*

Le demandeur assure lui-même la diffusion des exemplaires de ce tirage initial.

Le BRGM ne saurait être tenu comme responsable de la divulgation du contenu de ce rapport à un tiers qui ne soit pas de son fait, et, des éventuelles conséquences pouvant en résulter.

Mots-clés : Aléa, Mouvements de terrain, Géodéris, Après-mine, Mn, Manganèse, Effondrement localisé, Fontis, Verses, Glissement, Tassement, Bois de la Garde, Valmasque, Alpes Maritimes, région PACA.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Artignan D., Vandromme R. (2011) - Exploitations minières de manganèse sur les concessions du Bois de la Garde et de Valmasque (06). Phase informative et évaluation des aléas mouvements de terrain. Rapport BRGM/RP-59625-FR, 55 p., 13 fig., 8 tabl., 5 photos, 2 pl. hors texte.

Synthèse

Un ensemble de petits gîtes de manganèse a été exploité sur les concessions de Bois de la Garde et de Valmasque situées dans le département des Alpes-Maritimes au nord d'Antibes.

À ce jour, toutes les exploitations sont arrêtées et les renonciations des concessions ont été actées respectivement en 1941 et 1935.

Dans cette région très urbanisée, l'objectif de cette étude a été de réaliser une carte des aléas mouvements de terrain. Dans le cadre de la réalisation des programmes annuels 2011 de la DREAL-PACA, le BRGM a été sollicité par le GIP-Géodéris pour la réalisation de ces travaux qui comprennent deux phases principales sur les deux concessions considérées à savoir la réalisation d'une phase informative et d'une phase d'évaluation des aléas Mouvements de Terrain.

La phase informative a démontré que ces travaux ont été entrepris sur de nombreux sites et qu'ils restent de petites tailles : ils consistent en des fosses d'exploitation et quelques puits de faible profondeur, la plupart creusés dans du sable Eocène peu consolidé. Compte tenu de la nature de cette lithologie, la majorité de ces ouvrages ont du s'autocomblent. Aucun plan minier n'a été retrouvé, seulement des croquis de localisation des sites miniers et un croquis d'exploitation sur des fonds topographiques incorrects difficile à valoriser précisément.

La nature de la minéralisation, constituée d'oxydes de manganèse chimiquement stables dans le contexte superficiel naturel, n'implique pas de risque pour l'environnement et la santé. L'enrichissement du minerai se faisait par simple débouillage dans une petite laverie, et n'implique lui non plus aucun risque pour l'environnement.

Par contre une galerie facilement accessible est ouverte et pénétrable sur une dizaine de mètres. Creusée dans le sable éocène, elle représente un risque pour la sécurité des personnes.

Dans l'état actuel des connaissances, deux types d'aléa mouvement de terrain, ont été retenus sur les concessions de Bois de la Garde et de Valmasque : l'effondrement localisé et le tassement.

L'aléa effondrement localisé est attendu sur les ouvrages débouchant en surface. Un aléa faible sur travaux supposés a été attribué aux puits et galeries du secteur des Clausonnes. Un aléa faible sur travaux avérés a été attribué aux galeries peu profondes et débouchant au jour de la concession de Valmasque.

Un aléa tassement de niveau faible est attribué aux tranchées de recherche du secteur de Valmasque.

Sommaire

1. Introduction.....	9
2. Documents consultés et travaux réalisés.....	11
3. Contexte général des concessions	13
3.1. LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE	13
3.1.1. Généralités.....	13
3.1.2. Les concessions, sites miniers et communes.....	13
3.2. HISTORIQUE ET STATUT DES TITRES MINIERES	16
3.3. CONTEXTES DES EXPLOITATIONS	18
3.3.1. Géographie	18
3.3.2. Géologie.....	18
3.3.3. Hydrogéologie.....	21
3.3.4. Géotechnique.....	21
4. Données informatives	23
4.1. PRODUCTION TOTALE DE LA MINE.....	23
4.2. MÉTHODE D'EXPLOITATION	23
4.3. CONCESSION DE BOIS DE LA GARDE	23
4.4. CONCESSION DE VALMASQUE	31
4.5. SITES HORS CONCESSIONS.....	33
4.6. DÉSORDRES.....	34
5. Carte informative	37
6. Identification des aléas « mouvements de terrain » retenus sur les concessions du Bois de la Garde et de Valmasque	39
6.1. LES ALÉAS « MOUVEMENTS DE TERRAIN »	39
6.1.1. Le phénomène d'effondrement localisé.....	39
6.1.2. Le phénomène d'effondrement généralisé	41
6.1.3. Le phénomène d'affaissement	42
6.1.4. Le phénomène de tassement.....	42
6.1.5. Le phénomène d'instabilité de pente	43

6.2. LES ALÉAS AUTRES QUE « MOUVEMENTS DE TERRAIN ».....	43
6.2.1. Émission de gaz de mine	43
6.2.2. Échauffement	44
6.2.3. Inondation	44
6.2.4. Pollution des eaux et des sols	44
7. Évaluation des aléas mouvements de terrain	45
7.1. RÉTRO-ANALYSE SUR LES DÉSORDRES RECENSÉS.....	45
7.2. ALÉA EFFONDREMENT LOCALISÉ.....	45
7.2.1. Zone d'altération superficielle	45
7.2.2. Aléa effondrement localisé lié aux puits.....	45
7.2.3. Aléa effondrement localisé lié aux travaux.....	46
7.3. ALÉA TASSEMENT.....	47
7.4. PRÉSENTATION DE LA CARTE D'ALÉAS	47
8. Les enjeux	49
9. Risques identifiés	51
10. Conclusions	53
11. Bibliographie.....	55

Liste des figures

Figure 1 Situation régionale de la zone d'étude (ellipse rouge)	13
Figure 2 – Situation des concessions, sites BDSTM et communes concernées (légende dans le texte).....	16
Figure 3 – Extrait de la carte géologique au 1 / 50 000, report des principaux indices de Mn ...	19
Figure 4 – Schéma géologique du niveau minéralisé (ingénieur des mines 29 sept 1874).....	20
Figure 5 - Schéma géologique du niveau minéralisé (ingénieur des mines 29 sept 1874)	21
Figure 6 – Carte d'affleurement des zones exploitées autour de Biot (hachuré noir)	24
Figure 7 – Carte d'affleurement des zones exploitées autour de Biot (hachuré rouge).....	25
Figure 8 – Schéma de travaux miniers du secteur « La Charlotte »	27
Figure 9 – Plan de localisation des travaux de Clausonnes.....	28
Figure 10 – Détail des travaux du site de Clausonnes (carte décalée au sud)	29

Figure 11 – Ouvrages des Clausonnes et carrière « Sablière de la Valmasque »	30
Figure 12 – Indices de Mn hors concessions	34
Figure 13 - Schéma de principe d'évolution d'un effondrement localisé (d'après Évaluation des Aléas liés aux Cavités Souterraines - LCPC - 2002)	39

Liste des tableaux

Tableau 1 – Calendrier de travail	11
Tableau 2 – Surface des concessions	15
Tableau 3 – Relation des concessions et des communes	15
Tableau 4 – Identifiant des sites de la base Géodéris (BDSTM)	15
Tableau 5 - Les principaux ouvrages de la concession de Bois de la Garde	26
Tableau 6 – Principaux ouvrages de la concession de Valmasque	31
Tableau 7 – Fontis du site de Valmasque	35
Tableau 8 – Densités de population des communes pour les deux concessions	49

Liste des photos

Photo 1 – Carrière dans les grès sableux de l'Eocène (rive droite de la Valmasque).	19
Photo 2 – Galerie G1 de Valmasque (à gauche ouverture, à droite intérieur).	32
Photo 3 – Tranchées du site de Valmasque.	32
Photo 4 – Fouille T4 (à gauche) et tranchée (en haut à gauche) en aval du fontis F3 (à droite).	33
Photo 5 – Fontis 2 et 4 du site de Valmasque.	35

Liste des planches hors texte, échelle 1/12 500

Annexe 1 - Carte informative

Annexe 2 - Carte des aléas mouvement de terrain

1. Introduction

Le département des Alpes-Maritimes est soumis à une pression immobilière très forte. Les concessions pour manganèse du Bois de la Garde et de Valmasque, situées immédiatement au nord d'Antibes et à proximité de la technopole de Sophia-Antipolis, définissent un territoire où la densité d'occupation du sol est importante et particulièrement soumis à cette pression.

L'étude préliminaire des aléas sur l'ensemble des deux concessions a été réalisée dans le cadre de l'opération « Scanning phase 2 » en 2008 et a été consignée dans le rapport BRGM/RP-54350-FR. La présente étude vise à confirmer ou infirmer cette évaluation préliminaire rapide, en s'appuyant sur des données informatives plus détaillées et une expertise plus conséquente.

Dans cet objectif, la DREAL-PACA a confié au GIP-Géodéris l'évaluation des aléas mouvements de terrain telle que décrite, et accepté par le B3S, dans la fiche n° PAC2.2.1 du programme technique annuel de Géodéris : « Étude d'aléas mouvements de terrain Bois de la Garde-Valmasque ».

Le BRGM a été sollicité par Géodéris pour la réalisation de ces travaux qui comprennent deux phases principales :

- la phase informative ;
- l'évaluation des aléas et leur cartographie.

2. Documents consultés et travaux réalisés

L'étude a débuté par la recherche et la compilation des documents d'archives, complétées par des levés de terrain, ces travaux étant synthétisés par la réalisation d'une carte informative. À la fin de cette phase, une présentation du terrain a été organisée avec un représentant de Géodéris-Sud (Alès) et un expert géotechnicien du BRGM. Ce dernier, à ce stade de l'étude, a évalué à Orléans les aléas et les a cartographiés. La dernière phase a consisté en la réalisation du rapport final qui est le résultat d'une concertation entre le BRGM et Géodéris.

Archives visitées	
Archives de la Dreal à Marseille	8 avril 2011
Centre de Documentation du BRGM à Orléans, cartothèque du BRGM, archives du service des Ressources Minérales	Février 2011
Archives du DPSM à Gardanne	Consultation téléphonique du DPSM Gardanne et Orléans le 07/02/2011
Archives nationales	Février 2011
Archives départementales Nice	Consultation le 15/02/2011
Archives départementales Draguignan	Consultation le 14/02/2011
Travaux de terrain	
Lever de terrain	Semaine 25 (mois de juin) 2011
Visite de la mairie de Biot	17/02/2011
Visite de la mairie de Villeneuve Loubet	17/02/2011
Visite de la mairie d'Antibes	17/02/2011
Contact téléphonique avec la mairie de Roquefort les pins	Semaine 25
Visite du site avec Géodéris	24 juin 2011
Visite du site avec le géotechnicien	28 juin 2011

Tableau 1 – Calendrier de travail.

Les levés de terrain ont été réalisés en couplant les levés GPS à la carte topographique IGN au 1/25 000 et à l'Orthophoto de l'IGN fournies par Géodéris géoréférencées au 1/25 000 au format « tif ».

- Archives de la DREAL de Marseille**

La DREAL de Marseille possède une documentation que nous savons peu abondante mais qui était non accessible lors de la réalisation de l'étude. Les archives de la DREAL étant en cours de déménagement, nous n'avons pu consulter que les cartons 2H1 et 2H4.

- **Archives départementales**

À Draguignan, les séries 8S et 16M ont été regardées. Rien de notable n'a été retenu sinon l'existence des manuels de Danielle et Gilbert MARI (1982).

À Nice, il existe un ensemble intéressant d'archives sur nos concessions. Nous avons consulté les dossiers 8S15 / 8S31 / 8S17 / 8S20 / 8S45 / 8S23 / 8S29 / 8S19 / 8S42 / 8S21 / 8S22 / 8S24. Un seul plan sur toile cirée a été retrouvé et photographié sans que l'on soit autorisé à le sortir pour la scanner ou le faire scanner. Pour le reste ce sont essentiellement des dossiers administratifs avec quelques plus rares rapports de visite d'ingénieur des mines.

- **Archives nationales**

Là aussi, il n'a pas été retrouvé de vrai plan d'exploitation ou de situation. Par contre, ici, nombreux sont les rapports d'ingénieur des mines.

3. Contexte général des concessions

3.1. LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE

3.1.1. Généralités

Les sites d'exploitation de manganèse sont localisés (Figure 1) à 10 km au nord de Cannes/Antibes et 12 km à l'ouest de Nice à cheval sur quatre communes.

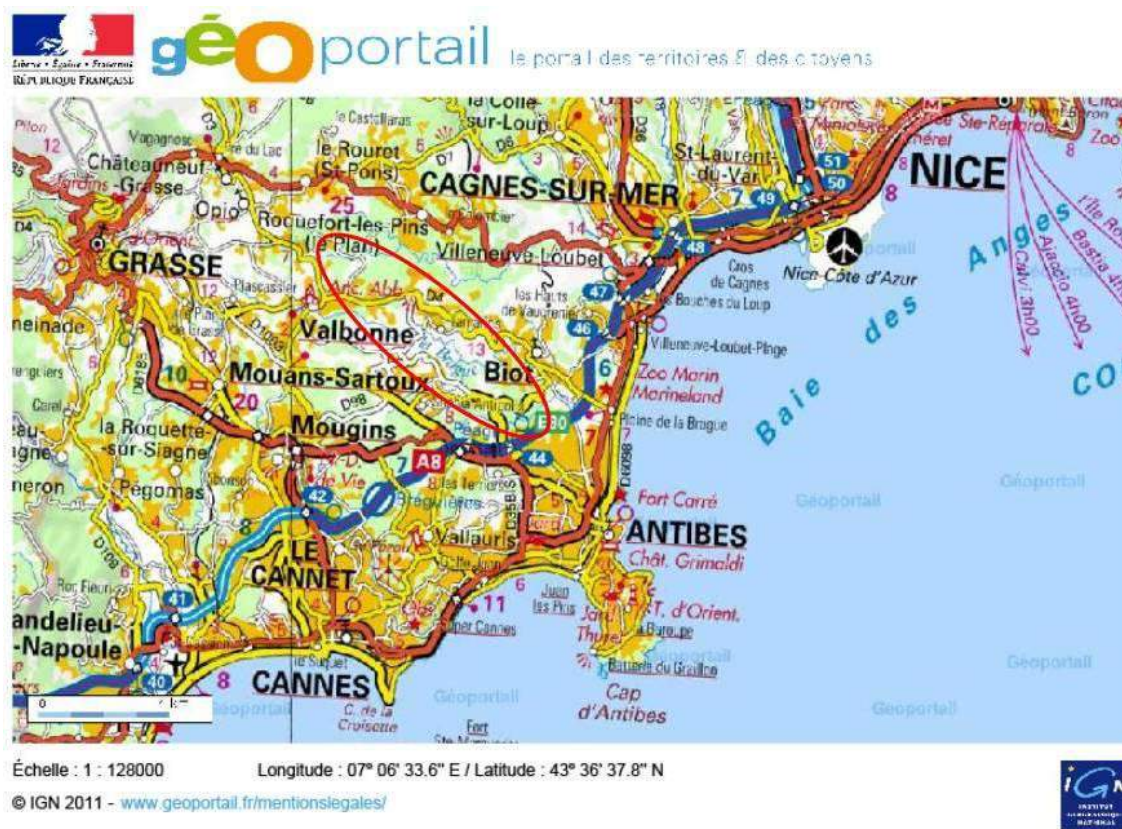


Figure 1 – Situation régionale de la zone d'étude (ellipse rouge).

3.1.2. Les concessions, sites miniers et communes

Il doit être apporté des précisions sur les concessions décrites dans la bibliographie et les bases de données, dont la BDSTM. En effet si la concession de Valmasque existe bien, la concession de Bois de la Garde doit être décrite, en respectant les actes administratifs, en une concession nord et son extension vers le sud. Par ailleurs le dessin qui en est proposé a été modifié ici en prenant en compte ces mêmes actes et leurs représentations proposées à l'époque par l'administration sur des fonds topographiques schématiques et très distordus. Ces périmètres redessinés l'ont été à

partir de la description des sommets des polygones extraits des décrets constitutifs que nous reportons ci-dessous. A noter que les repères pris à l'époque sont difficiles à resituer, et ne l'ont été que par recoupements. Le dessin des concessions considérées n'est pas d'une grande précision, et quand on recoupe différents documents on note des écarts dans ces tracés sans savoir quel est au final le bon tracé.

Polygone de la concession du Bois de la Garde nord (voir annexe 1)

- au nord par une droite MN de direction est-ouest partant du point M (intersection du chemin de Bar à Antibes et de Grasse à Nice), et terminée au point N, point où elle rencontre la droite qui joint le point C (intersection du chemin de Bar à La Colle avec la rivière du Loup) au point B (intersection du chemin de Biot à Antibes avec la rivière de la Brague) ;
- à l'est par la portion de la droite CB définie ci-dessus comprise entre le point N précité et le point P où la même droite CB est rencontrée par le prolongement vers l'est de la droite joignant la chapelle de Notre Dame à la chapelle du Calvaire ;
- au sud par ladite droite joignant la chapelle Notre Dame à la chapelle du Calvaire, depuis le point P défini ci-dessus jusqu'au point Q où la même droite prolongée vers l'ouest rencontre la droite MA joignant le point M de départ au point A (embouchure du ruisseau de Figuiet dans la rivière de la Bullide) ;
- à l'ouest par la portion de la droite MA comprise entre le point M de départ au point Q déjà défini.

Polygone de la concession du Bois de la Garde Extension sud

- au nord par la droite joignant la chapelle de Notre Dame à la chapelle du Calvaire, cette droite étant prolongée d'une part vers l'ouest jusqu'au point Q où elle coupe la ligne tirée du point M (intersection des chemins du Bar à Antibes et de Grasse à Nice) sur le point A (embouchure du ruisseau de Figuiet à la rivière de la Bullide (ou autrement dit des Bouillides)) ; d'autre part vers l'est jusqu'au point P où elle rencontre la droite allant du point C (intersection du chemin du Bar à la colle avec la rivière du Loup), au point B (intersection du chemin de Biot à Antibes avec la rivière de la Drague (ou de la Brague)) ;
- à l'est : (1) par cette dernière droite, depuis le point P jusqu'au point B ; (2) par la rivière de la Brague, depuis le point B jusqu'au point R (confluent de cette rivière avec le ruisseau Valmasque) ; (3) par ledit ruisseau depuis le point R jusqu'à sa rencontre en S avec le prolongement de la droite CB ci-dessus définie ;
- au sud par une droite joignant le point S au point A ;
- à l'ouest par la droite AM depuis le point A jusqu'au point Q.

Polygone de la concession de Valmasque

- au nord est par la droite AD à partir du point A (confluent du ruisseau de Valmasque avec la rivière de la Brague) jusqu'au point D (angle nord ouest du Moulin du Roi) ;

- au sud est par la droite DC comprise entre ledit point D et le point C angle nord est de la chapelle de St Claude ;
- au sud ouest par la droite CB menée du point C normalement (perpendiculairement) par la droite CD et coupant au point B la rive droite du ruisseau de Valmasque ;
- au nord ouest par la droite BA joignant le point B au point de départ A.

Le Tableau 2 présente les surfaces définies par ces trois polygones définies par l'administration et dans le cadre de ce rapport. On constate que si les surfaces des deux concessions du Bois de la Garde sont identiques, par contre il y a une différence pour la concession de Valmasque que nous n'expliquons pas. Entre autres, *une incertitude majeure reste quant au positionnement du point B* ; ce problème est déjà noté dans une note sur le décret d'institution de la concession par l'ingénieur des mines établi à Nice le 29 septembre 1874. Un procès-verbal du 18 juillet 1876 sur le bornage de cette concession confirme le contenu du décret constitutif sans pour autant apporter plus de précision sur la définition de terrain du polygone, en particulier du point B ; la carte jointe à ce PV est un dessin qui ressemble en tous points à notre tracé sur la carte IGN...

Concession	surface du décret	surface calculée MapInfo	Différence
Bois de la Garde nord	11 km ² 52 ha	11 km ² 45 ha	-7 ha
Bois de la Garde extension	5 km ² 38 ha	5 km ² 45 ha	+7 ha
Bois de le Garde étendue	16 km ² 90 ha	16 km ² 90 ha	0 ha
Valmasque	1 km ² 79 ha	1 km ² 98 ha	20 ha

Tableau 2 – Surface des concessions.

Dans les deux tableaux ci-dessous sont décrites les concessions, communes et les sites miniers de la Base de Données des Sites et Titres Miniers de Géodérès (BDSTM). Leur situation géographique est visualisée (Figure 2) par un trait bleu pour les concessions, et vert pour les communes.

Concession	Communes
Valmasque	Antibes, Biot
Bois de la Garde nord	Biot, Villeneuve Loubet, Var, Roquefort les pins
Bois de la Garde extension	Biot, Villeneuve Loubet, Var, Roquefort les pins

Tableau 3 – Relation des concessions et des communes.

Concession (référence BDD Geoderis)	Identifiant du site	Nom du site
Bois de la Garde (06SM0001)	06_025	Le Clos, Le Colombier
	06_026	La Charlotte
	06_027	Chantier Marie
	06_028	Les Clausonnes
	06_028b	Les Soullières
Hors concession	06_029	Le Terme Blanc
Valmasque (06SM0018)	06_030 (Zenveloppes)	Valmasque

Tableau 4 – Identifiant des sites de la base Géodérès (BDSTM).

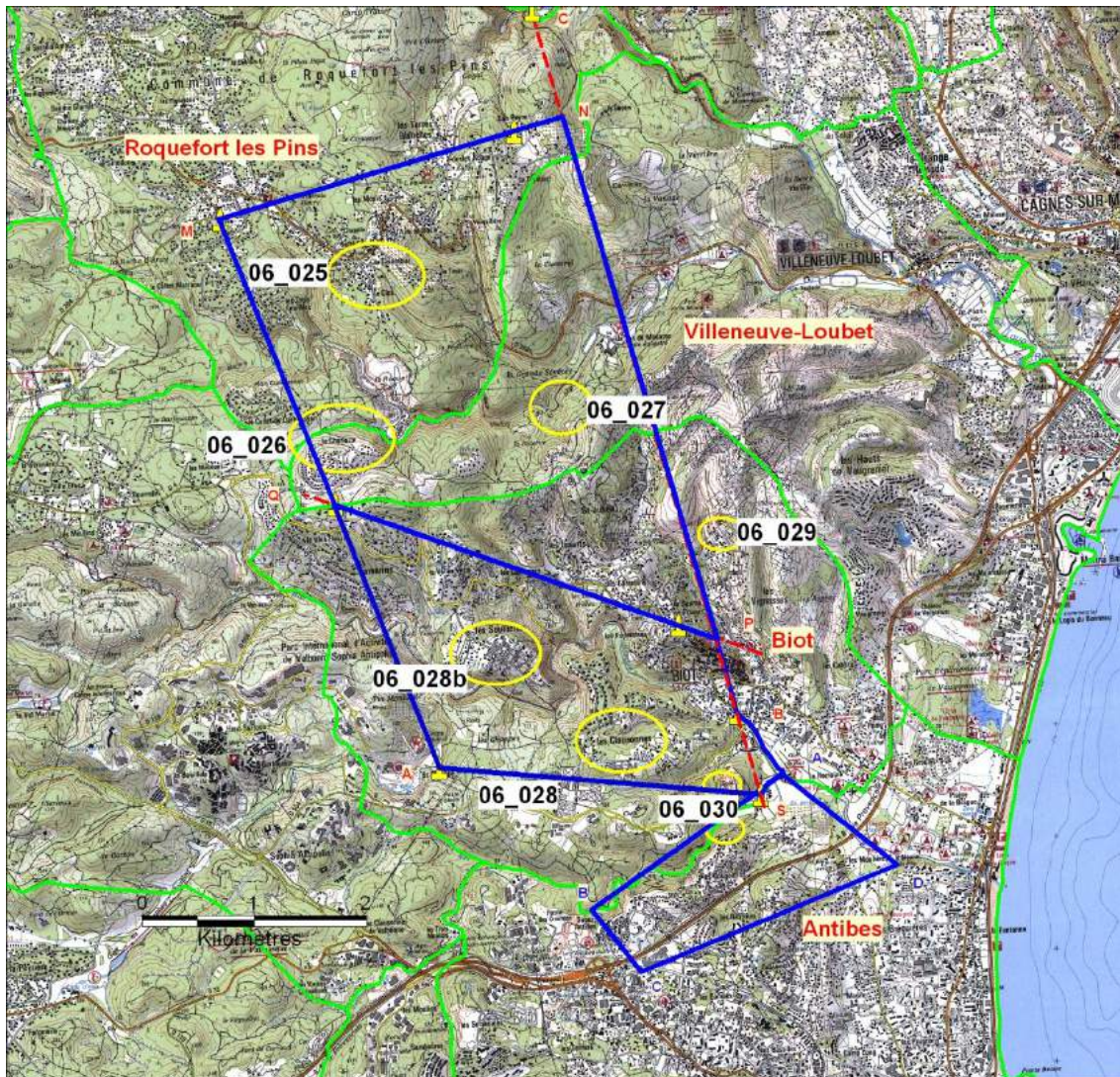


Figure 2 – Situation des concessions, sites BDSTM et communes concernées (légende dans le texte).

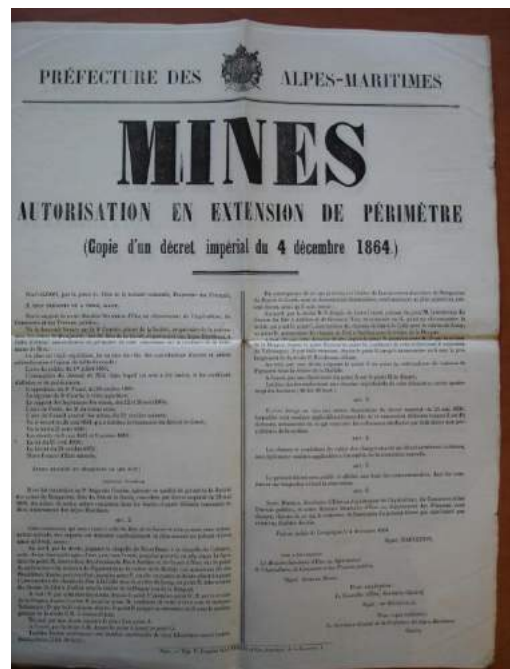
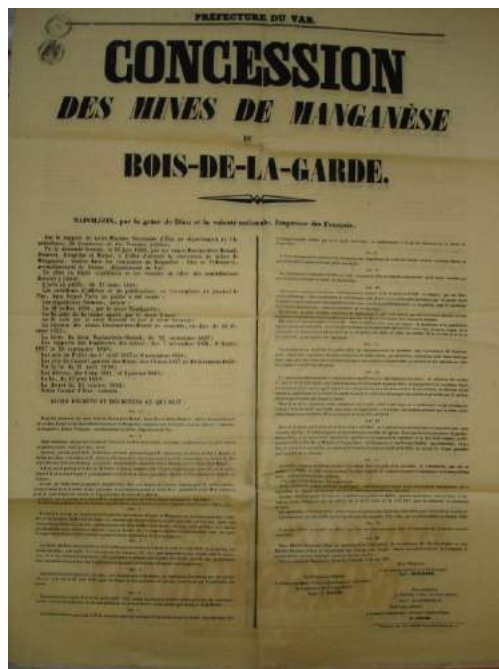
3.2. HISTORIQUE ET STATUT DES TITRES MINIERS

Nous ne retiendrons que les actes majeurs en ne rentrant pas dans le détail sans intérêt des nombreux changements de concessionnaires sur ces titres miniers au cours de leur existence administrative.

On notera que pour ces trois concessions des Alpes maritimes, tous les actes datés d'avant 1860 année de rattachement à la France du comté de Nice, ont été établis par la préfecture du Var et rattachés au département du Var.

Concession de Bois de la Garde nord

date	Observations
24 mai 1859	Décret impérial n° 338 instituant la concession instituée en faveur de MM. Ducimetiere-Monot, Dumont.
4 décembre 1864	Concession amodiée en faveur de M. Crepier
1891	Concession amodiée en faveur de M. Gailhard et Calder
1911	Concession amodiée en faveur de M. Arthur Redier
23 juillet 1921	Décret ministériel autorisant l'amodiation à la société « Transport, Transmission et Traction » et à la réunion des concessions de Bois de la Garde et de Valmasque
25 mars 1930	Renonciation de la concession (Mme Louise Redier, héritière)
18 mars 1941	Annulation de la concession



Concession de Bois de la Garde extension

Cette concession est considérée comme une extension de la concession du nord à laquelle elle est rattachée par le décret de 1864.

date	Observations
04 déc. 1864	Décret impérial n° 934 d'autorisation en extension de périmètre.
	Idem concession nord
18 mars 1941	Annulation de la concession

Concession de Valmasque

Date	Observations
23 nov. 1875	Décret ministériel signé par le Maréchal de Mac-Mahon président de la République. La concession est instituée aux Sieurs Paul Bruery et Laurent Bel.
03 mars 1902	Arrêté ministériel de déchéance
19 mai 1917, décret du 01 aout 1917	Par une procédure de déchéance, la société des Usines Métallurgiques de la Basse Loire représentée par Mathieu Goudchaux devient concessionnaire. L'exploitation est reprise par la Société Transmission, Transport et Traction.
15 Juillet 1920	Amodiation à la société anonyme Transmission, Transport et Traction pour une durée de 50 ans.
4 Janvier 1934	Décret de mutation de la concession détenue par Usines Métallurgiques de la Basse Loire à la Société Anonyme des Forges et Aciéries du Nord et de l'Est
??	 La société Anonyme Des Forges et Aciéries du Nord et de l'Est est concessionnaire
11 aout 1935	Décret de renonciation

3.3. CONTEXTES DES EXPLOITATIONS

3.3.1. Géographie

Les sites d'exploitation sont situés dans un contexte collinéen se développant entre 100 et 200 m d'altitude. Il est recoupé par un réseau hydrographique encaissé d'une centaine de mètres. Le couvert végétal est dense, total, méditerranéen, arbustif avec une population très abondante de pins maritimes et parasols.

3.3.2. Géologie

Pour une description détaillée de la lithologie, de la minéralisation on se reportera à la carte géologique du Brgm à 1/50 000 dont un extrait est présenté Figure 3 (Cannes – Grasse) ainsi qu'à la publication de Mari D. et G. (1982). Elle montre au centre en vert une large bande nord-ouest – sud-est de Jurassique et en orange les formations Tertiaire qui représente tout le coin nord-est. Les principaux indices exploités sont visualisés par des croix jaunes qui sont normalement au contact, ou à proximité immédiate du Tertiaire et du Jurassique.

Contexte géologie

Les concessions se situent dans une bande de dolomies grises du Jurassique moyen et supérieur surmontée par des calcaires marmoréens berriasiens et portlandiens recouverts en discordance par les sables et argiles bigarrées de la Gaude (Éocène inférieur Photo 1). Ces derniers exploités pour les poteries régionales (Biot...) peuvent remplir des poches de dissolution d'échelle hectométrique formées à la surface du Jurassique.

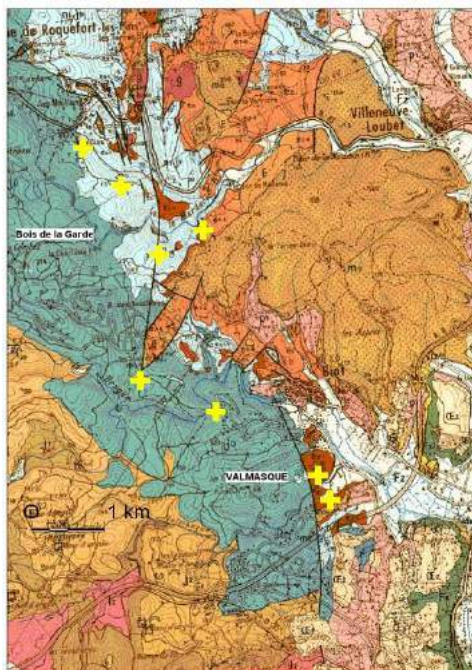


Figure 3 – Extrait de la carte géologique au 1/50 000, report des principaux indices de Mn.

La minéralisation, substance exploitée

Les oxydes de manganèse se mettent en place dans les dépressions sableuses sous forme de concrétions formant des rognons et blocs pouvant atteindre 50 cm de diamètre. Le manganèse peut aussi occuper des fissures dans les calcaires et les brèches du mur des formations sableuses, et des imprégnations dans les grès.



Photo 1 – Carrière dans les grès sableux de l'Eocène (rive droite de la Valmasque).

D'après S. Cailleres et E.A. Perseil (1968), le minerai était constitué essentiellement de la cryptomélane, avec des gerbes de todorokite, des aiguilles de polianite, des plages de braunite et de hollandite. Localement le manganèse est associé à des

oxydes de fer exprimé sous forme d'hématite et goethite. Les teneurs moyennes de la minéralisation sont de l'ordre de 20 à 30 %.

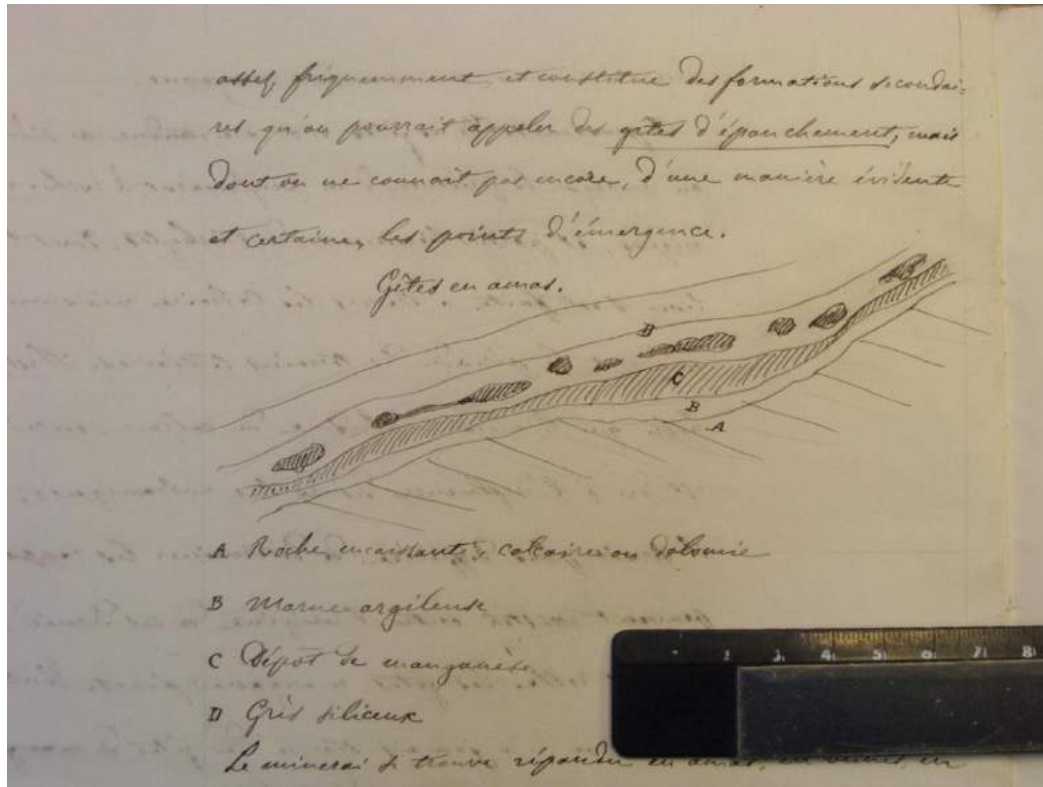


Figure 4 – Schéma géologique du niveau minéralisé (ingénieur des mines 29 sept 1874).

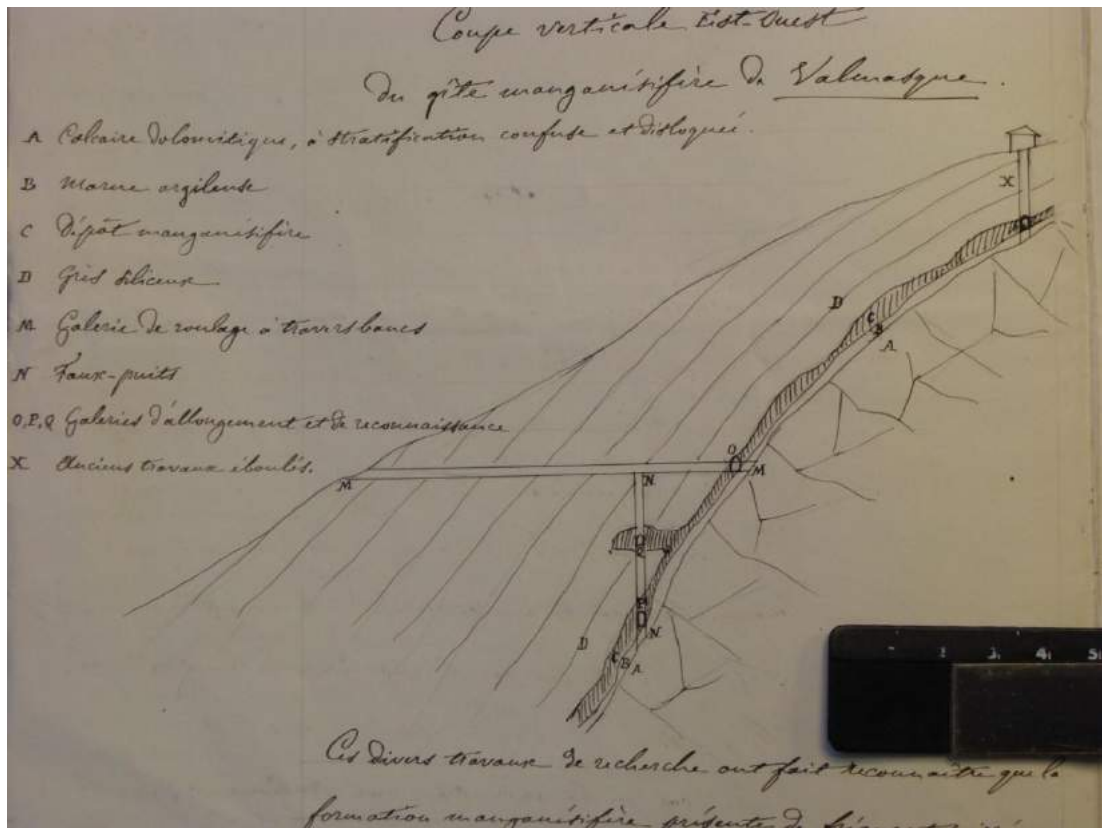


Figure 5 - Schéma géologique du niveau minéralisé (ingénieur des mines 29 sept 1874).

3.3.3. Hydrogéologie

Les sols étant peu épais, les nappes sont liées à la fracturation et les circulations principales sont karstiques. Il n'a été vu aucune émergence directement liée aux ouvrages débouchant au jour.

3.3.4. Géotechnique

Nous n'avons pas de données géotechniques sur cette région, mais on notera que les grès et sables Eocène sont peu consolidés. Leur tenue est mauvaise, les ingénieurs des mines ne manquent pas de le signaler dans leurs PV de visite. Bien que nous n'ayons que peu d'informations sur les travaux miniers et leur lithologie on peut imaginer que les quelques galeries réalisées hors des dolomies jurassiques ont dues être très instables et se sont effondrées depuis.

4. Données informatives

Les sites exploités sont nombreux sur chacune des concessions. Ils sont toujours mal renseignés et n'ont que rarement fait l'objet de véritable plan. Au mieux, ils sont décrits par des schémas d'exploitation. Les ingénieurs des mines en charge de la surveillance des sites le notaient déjà à l'époque. D'une façon générale, chacune de ces exploitations a été très limitée et a consisté en la réalisation de tranchées dans les formations sableuses, de puits et courtes galeries.

4.1. PRODUCTION TOTALE DE LA MINE

Les deux concessions auraient produit 8 000 tonnes de minerai à 25 % enrichi à 30 % par scheidage et débourage, dont la moitié entre 1850 et 1877 et la moitié entre 1914 et 1920.

Ce minerai était principalement acheminé vers les industries métallurgiques de la région marseillaise.

4.2. MÉTHODE D'EXPLOITATION

Les méthodes d'exploitation ne sont jamais décrites. Ce qu'on peut retenir de la production totale et des rapports des ingénieurs des mines, c'est que ces exploitations ont toujours été artisanales, ces derniers rapportant l'absence de plans, de plans de mine, et de documents faisant le point des exploitations.

Sans organisation ni guide géologique les divers exploitants ont réalisé, au cœur des zones d'affleurement du minerai de manganèse, de larges tranchées d'exploitation, ou bien des puits de quelques dizaines de mètres de profondeur avec de courtes fouilles au fond, et exceptionnellement sur Valmasque un travers banc pour essayer de retrouver la minéralisation en profondeur.

4.3. CONCESSION DE BOIS DE LA GARDE

La documentation retrouvée porte essentiellement sur des rapports d'ingénieurs des mines qui ne comportent que quelques schémas géologiques et d'exploitation très généraux. Par ailleurs la mémoire locale des exploitations est totalement perdue dans l'ensemble des municipalités consultées. Les visites de terrain n'ont pas apporté beaucoup plus d'informations sinon que de constater localement des terrains remaniés pouvant correspondre à d'anciens secteurs d'exploitation.



Figure 6 – Carte d’affleurement des zones exploitées autour de Biot (hachuré noir).

Les plans miniers

Les plans retrouvés ne sont pas des plans miniers mais de vagues délimitations de zones exploitées sur des fonds topographiques à la fois sommaires et très incorrects. Les distorsions sont telles que nous n’avons pas jugé qu’une version « redressée » soit présentable. Ces plans ont guidé nos travaux de recherche sur le terrain (Figure 6 et Figure 7).

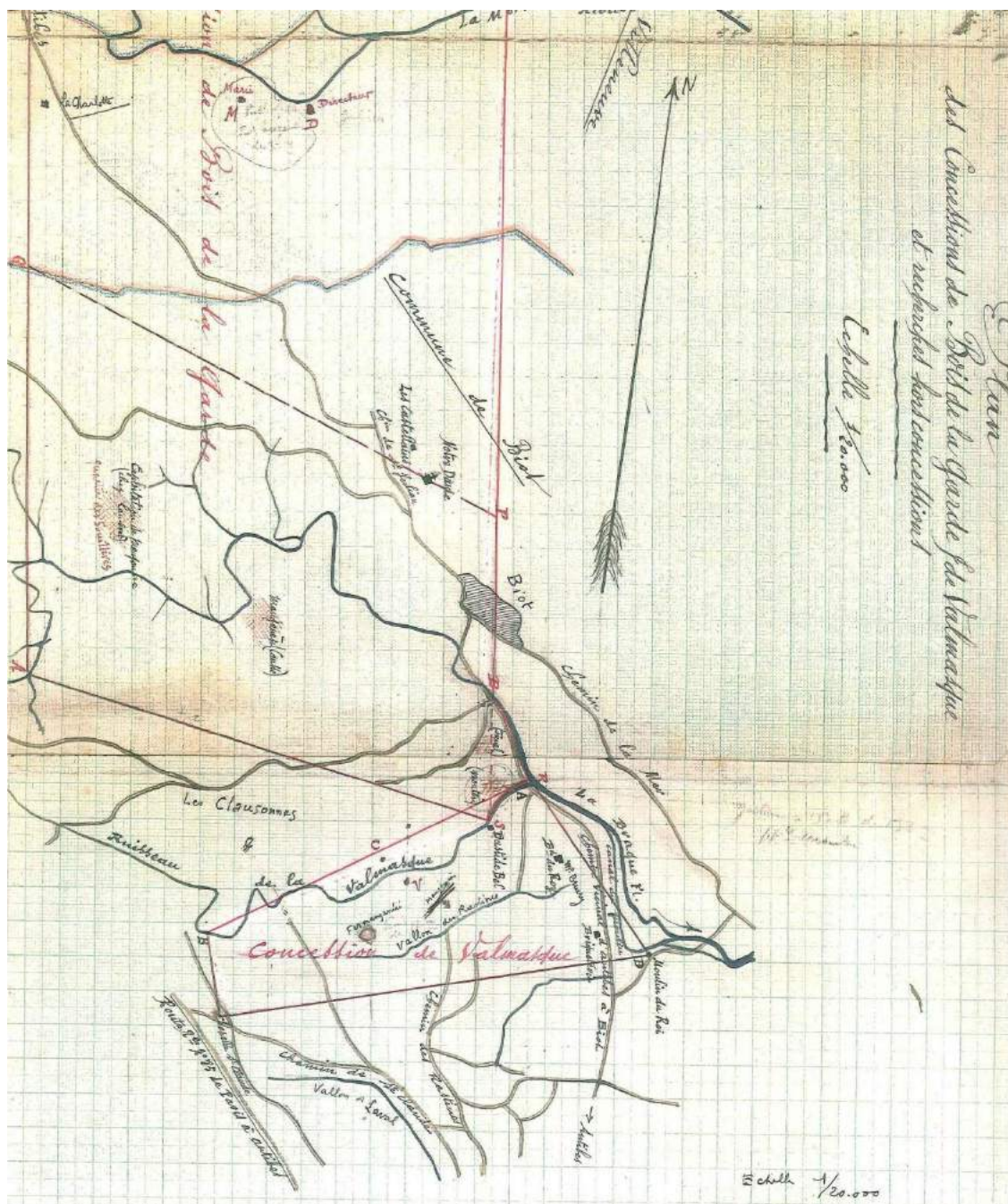


Figure 7 – Carte d’affleurement des zones exploitées autour de Biot (hachuré rouge).

Description des zones exploitées

Compte tenu de la qualité des documents retrouvés nous définissons six secteurs d’exploitation et/ou de recherche décrits dans le Tableau 5 parmi lesquels :

- cinq sont définis par un point représentant la position retenue des travaux et un polygone qui englobe les localisations possibles de ces travaux ;
- un secteur situé en bordure sud de la concession dans lequel sont positionnés des ouvrages miniers avec une incertitude qui reste importante.

Conc	Nom	X_LAMB_93	Y_LAMB_93	X_WGS84_32	Y_WGS84_32	Alt	Sources	Visible	Incertitude	Type ODJ	Prof	Longueur	Accesible	Penetrable
Clausonne														
BdG	G6	1030818	6288245	346594	4830976	0		non	30	galerie	15	130	oui	non
BdG	G7	1030863	6288222	346637	4830950	0		non	30	galerie	15	10	oui	non
BdG	G8	1030868	6288241	346643	4830968	0		non	30	galerie	15	10	oui	non
BdG	G9	1030892	6288226	346666	4830951	0		non	30	tranchée	15	10	oui	non
BdG	G10	1030768	6288171	346539	4830906			non	30	galerie	15	10	oui	non
BdG	P1	1030803	6288179	346574	4830911	0		non	30	puits	15	10	oui	non
BdG	P2	1030805	6288215	346579	4830947	0		non	30	puits	15	10	oui	non
BdG	P3	1030761	6288175	346532	4830910	0		non	30	galerie	15	10	oui	non
BdG	P4	1030780	6288180	346551	4830914	0		non	30	puits	15	10	oui	non
BdG	P5	1030844	6288253	346620	4830982	0		non	30	puits	15	10	oui	non
BdG	T1	1030878	6288223	346652	4830950	0		non	30	tranchée	5	10	oui	non
BdG	T2	1030761	6288183	346532	4830919	0		non	30	tranchée	5	10	oui	non
BdG	T3	1030843	6288258	346619	4830987	0		non	30	tranchée	5	10	oui	non
Autres sites														
BdG	T24	1029136	6291716	345176	4834562	42	GPS	OUI	5	tranchée	5	10	oui	non
BdG	T25	1028997	6291641	345032	4834497	75	GPS	OUI	5	tranchée	5	10	oui	non
BdG	T26	1029070	6291731	345112	4834581	43	GPS	OUI	5	tranchée	5	10	oui	non
BdG	T27	1028281	6291582	344314	4834492	139	GPS	OUI	5	tranchée	5	10	oui	non
BdG	T28	1028201	6291536	344231	4834452	153	GPS	OUI	5	tranchée	5	10	oui	non
BdG	T30	1027778	6292963	343916	4835906	200	GPS	OUI	5	tranchée	5	10	oui	non
BdG	T31	1028396	6289672	344286	4832579	110	GPS	OUI	5	tranchée	5	10	oui	non
BdG	T32	1029592	6289158	345440	4831978	100	GPS	OUI	5	tranchée	5	10	oui	non

Tableau 5 - Les principaux ouvrages de la concession de Bois de la Garde.

• Le Clos – Le Colombier (T30)

Le chantier s'est limité à des fouilles et une tranchée dont il n'existait plus trace en 1929. Actuellement ce secteur est urbanisé et rien n'est plus visible sur le terrain.

• La Charlotte – Marie (T27-T28)

Le Chantier de La Charlotte exploité jusqu'en 1917 est situé en rive droite à une hauteur de presque 100 m du ruisseau encaissé du Merdaric. Les travaux consistaient en une tranchée de 120 m de long et de deux puits tous éboulés en 1929 repérables alors en surface par des excavations peu profondes (5x10 m et 4 m de profondeur) :

- le puits Marie topographiquement le plus élevé avait une profondeur de 26 mètres ;
- le puits Eugène de 33 m de profondeur était en contrebas et relié au puits Mary par une petite galerie ;
- dans le même secteur, et plus au sud un puits dit Caroline a été foncé. Nous n'en savons pas plus.

Des galeries sans extension auraient été creusées dans ce secteur autour de petits puits (puits Madeleine, Marie Louise ?) dont la localisation par rapport aux trois précédents n'est pas connue. La Figure 8 est le seul document graphique retrouvé. Globalement on retiendra la faible dimension de tous ces travaux.

Par ailleurs, il est décrit en 1929 dans une note une excavation de 100 m de diamètre et de 50 m de profondeur. Mais ici encore, la localisation exacte n'est pas donnée et rien n'a été vu sur le terrain.

Le secteur est situé en zone forestière et penté, et n'est visité que par les chasseurs. La visite de terrain n'a pas permis de retrouver ces ouvrages. On a noté de petites plateformes sur la pente dont le lien avec l'activité d'exploitation n'est pas évidente.



Figure 8 – Schéma de travaux miniers du secteur « La Charlotte ».

- **La Charlotte – Directeur (T24_T26-T27)**

Ce chantier se situe à la confluence des vallons de la Réserve et du Merdaric à proximité immédiate d'un bâtiment abritant un transformateur électrique. Il était constitué d'une fouille et de galeries de 60 m de longueur et 6 m de profondeur. Actuellement on peut voir des sols remaniés dans les sables ferrugineux éocènes et peut être des plateformes correspondant à des puits remblayés de faibles diamètres.

Le secteur est situé en zone forestière et penté, et n'est visité que par les chasseurs.

- **Soulières – Lambert (T31)**

De ce secteur aurait été extrait 80 t de minerais sur une exploitation constituée de simples fouilles et arrêtée en 1865. La zone est urbanisée, rien n'est visible (ni visitable) sur le terrain.

- **Causse (T32)**

Sur ce secteur, correspondant à une zone de recherche datant de 1921, il n'est décrit qu'une excavation de 12 x 8m et 4 m de profondeur. Le secteur est aujourd'hui entièrement urbanisé, rien n'est visitable, et sans doute tout a été remanié.

- **Funel et Mouton (T18)**

Il s'agit sans doute de travaux de recherche en bordure du site des Clausonnes. Une zone aux sols remaniés pourrait correspondre à ces travaux mais rien n'est sûr.

- **Les Clausonnes**

Ce site, désigné comme « chantier n° 1 » est localisé en rive gauche du ruisseau de La Valmasque en limite sud de la concession de Bois de la Garde. Il fait l'objet d'un zoom au 1/2000 sur la carte informative. Compte tenu de l'imprécision du dessin des concessions on peut considérer que ce site est hors concession en partie au moins ou en totalité... Ce problème avait été noté par un ingénieur des mines dans un de ses rapports en 1920. Par simplification, nous rattacherons ce site en totalité à la concession du Bois de la Garde.

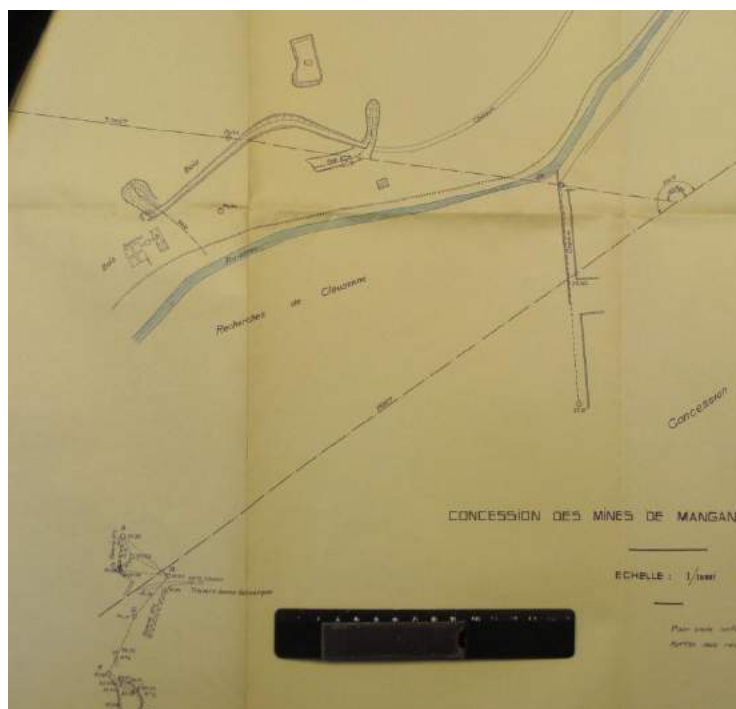


Figure 9 – Plan de localisation des travaux de Clausonnes.

Ce site est décrit par les plans présentés :

- Figure 9 : c'est apparemment un plan de géomètre qui permet de situer les travaux par rapport à un dessin du ruisseau et du chemin ;

- Figure 10 : il s'agit d'un croquis qui donne les détails de l'exploitation avec ses différents ouvrages. A noter que sur ce croquis la moitié sud est décalée par un glissement le long de la ligne oblique centrale vers l'est pour permettre un dessin de l'ensemble des deux sites sur une même page.... Ainsi on voit que les travaux les plus au sud sur la concession de la Valmasque ne se trouvent plus au sud de la laverie mais au sud-est.

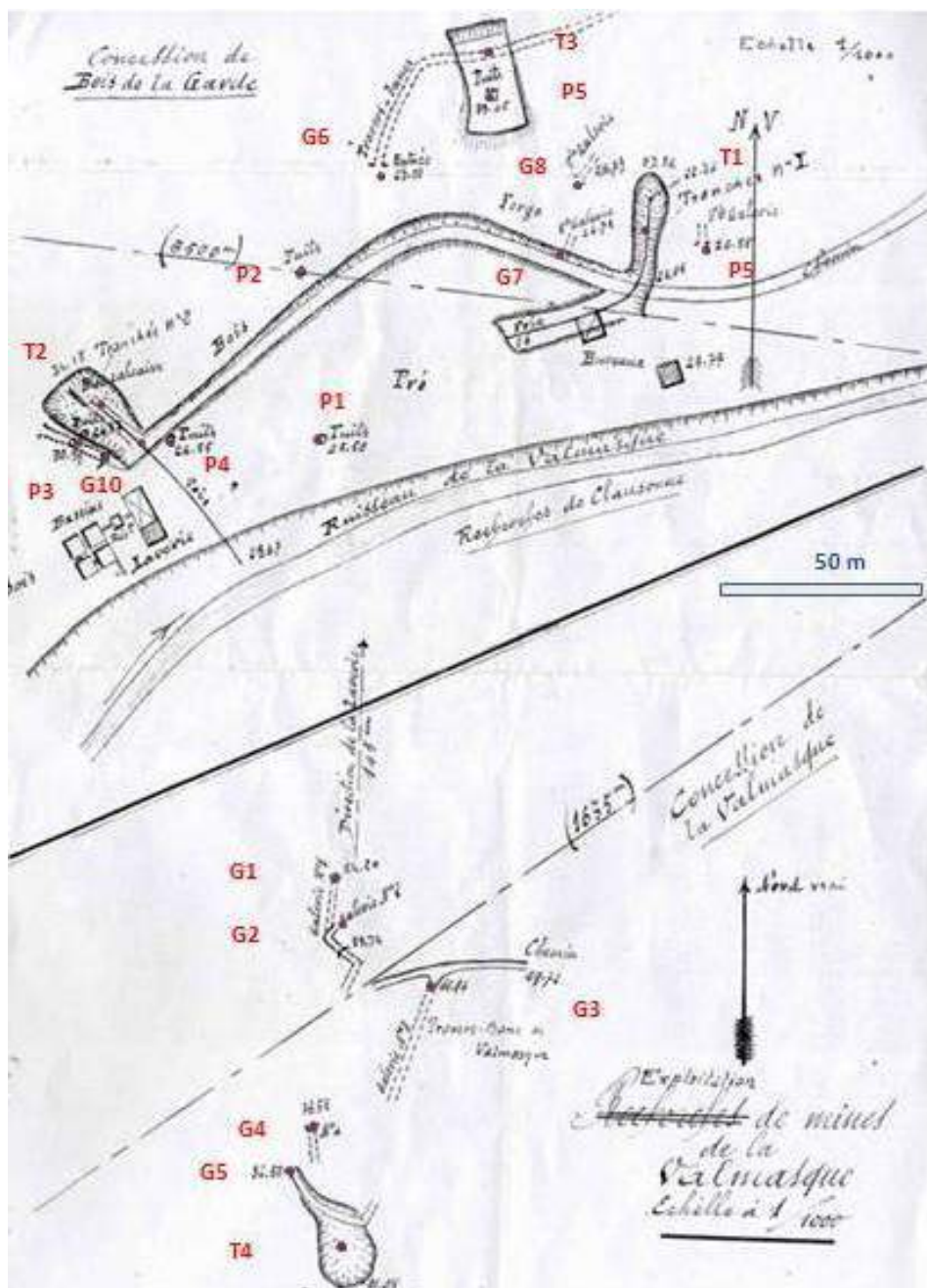


Figure 10 – Détail des travaux du site de Clausonnes (carte décalée au sud).

À partir de ces deux documents, en l'absence d'observation de terrain sur le site des Clausonnes, nous avons :

- géoréférencé la figure 9 en prenant comme référence les mesures GPS faites sur la partie sud du site dite de Valmasque décrite avec la concession de Valmasque, et en déformant le plan manuellement sur la photo satellite pour mettre en superposition, au mieux, les deux éléments topographiques disponibles, à savoir le dessin approximatif du ruisseau et de la route ;
- reporté manuellement sur la carte informative les ouvrages miniers, dessinés sur la Figure 10.

Le résultat de ces opérations permet d'avoir une approximation de la localisation géographique des ouvrages d'exploitation sur la carte informative, dont la cohérence avec la configuration morphologique actuelle du site apparaît satisfaisante.

Les travaux réalisés définis sur la Figure 10 et localisés sur la carte informative sont constitués :

- de puits notés P1-P2-P3-P4-P5 de 10 à 20 mètres de profondeur ;
- de tranchées notées T1-T2-T3 d'exploitation représentant des volumes de 20 x 10 m et de 5 m de profondeur ;
- enfin de galeries courtes, de l'ordre de 10 mètres, notées G7-G8-G9-G10 dont un travers banc noté G6, dont la longueur est de l'ordre d'une centaine de mètres.

Ces ouvrages réalisés en grande partie dans les sables éocènes sont depuis les années 1920 décrits comme autocomblés. À ce jour, l'ensemble du site a été profondément remanié (Figure 11) par la « Sablière de la Valmasque », carrière qui est la propriété de « Silices et Réfractaires de la Méditerranée ». Plus rien n'est visible de l'ancienne exploitation.



Figure 11 – Ouvrages des Clausonnes et carrière « Sablière de la Valmasque ».

4.4. CONCESSION DE VALMASQUE

L'exploitation principale de cette concession est située en rive droite du ruisseau de la Valmasque. Elle est le symétrique du site des Clausonnes dont elle est contemporaine et se caractérise par le même type d'ouvrages.

Les plans miniers

Il n'a été retrouvé aucun document particulier sur cette concession que ceux décrits précédemment. Les remarques notées dans les PV de visite permettent de penser que rien de plus précis ne semble pouvoir avoir été dessiné.

Description des zones exploitées

Conc	Nom	X_LAMB_93	Y_LAMB_93	X_WGS84_32	Y_WGS84_32	Alt	Sources	Visible	Incertitude	Type ODJ	Prof	Longueur	Accesible	Penetrable
Val	G1	1030750	6288000	346508	4830737	45	GPS	OUI	5	galerie	15	10	oui	OUI
Val	G2	1030756	6287995	346513	4830731	52	GPS	OUI	5	galerie	15	10	oui	non
Val	G3	1030780	6287990	346537	4830725	67	GPS	OUI	5	galerie	15	10	oui	non
Val	G4	1030752	6287960	346506	4830697	66	GPS	OUI	5	galerie	15	10	oui	non
Val	G5	1030749	6287952	346503	4830689	0	GPS	OUI	5	galerie	15	10	oui	non
Val	T4	1030752	6287942	346505	4830679	92	GPS	OUI	5	tranchée	5	10	oui	non
Val	T5	1030878	6287998	346635	4830725	58	GPS	OUI	5	tranchée	5	10	oui	non
Val	T6	1030846	6288025	346605	4830755	46	GPS	OUI	5	tranchée	5	10	oui	non
Val	T7	1030869	6288016	346628	4830744	40	GPS	OUI	5	tranchée	5	10	oui	non
Val	T8	1030882	6288025	346641	4830752	39	GPS	OUI	5	tranchée	5	10	oui	non
Val	T9	1030883	6288063	346645	4830790	29	GPS	OUI	5	tranchée	5	10	oui	non
Val	T10	1030872	6288025	346631	4830753	38	GPS	OUI	5	tranchée	5	10	oui	non
Val	T11	1030834	6288036	346594	4830766	33	GPS	OUI	5	tranchée	5	10	oui	non
Val	T12	1030765	6288044	346526	4830780	29	GPS	OUI	5	tranchée	5	10	oui	non
Val	T13	1030785	6288022	346544	4830756	38	GPS	OUI	5	tranchée	5	10	oui	non
Val	T14	1030876	6287962	346630	4830690	47	GPS	OUI	5	tranchée	5	10	oui	non
Val	T15	1030869	6287937	346622	4830665	54	GPS	OUI	5	tranchée	5	10	oui	non
Val	T16	1030915	6287993	346672	4830717	40	GPS	OUI	5	tranchée	5	10	oui	non
Val	T17	1030949	6288040	346709	4830762	30	GPS	OUI	5	tranchée	5	10	oui	non
Val	T18	1031011	6288350	346794	4831066	17	GPS	OUI	5	tranchée	5	10	oui	non
Val	T19	1030782	6287886	346531	4830621	88	GPS	OUI	5	tranchée	5	10	oui	non
Val	T20	1030849	6287998	346606	4830727	49	GPS	OUI	5	tranchée	5	10	oui	non
Val	T21	1030862	6288019	346621	4830747	45	GPS	OUI	5	tranchée	5	10	oui	non
Val	T22	1030864	6288053	346625	4830781	40	GPS	OUI	5	tranchée	5	10	oui	non
Val	T23	1030847	6288023	346606	4830752	51	GPS	OUI	5	tranchée	5	10	oui	non

Tableau 6 – Principaux ouvrages de la concession de Valmasque.

- **Le site Valmasque**

Cette exploitation est décrite par les mêmes documents (Figure 9 et Figure 10) et les mêmes PV des ingénieurs des mines de façon imprécise et peu détaillée. Elle comprend cinq galeries et tout un ensemble de tranchées plus ou moins importantes situés en contexte forestier non urbanisé, non remanié sinon par l'érosion et dont un certain nombre restent encore visibles.

Les galeries

À partir des documents cités on peut distinguer 5 galeries (notées G1 à G5) toutes de faible section et d'extension n'excédant pas les 50 mètres.

Seule la galerie G1 est visible et OUVERTE, pénétrable sur 10 mètres environ. Elle est de faible section (environ 1.5x1.5 m), tracée dans l'Eocène sableux clair peu consolidé et donc fragile (Photo 2).

Quant aux autres notées G2 à G5 elles sont comblées (ou éboulées) et leur entrée n'est plus visible mais simplement marquée par une faible dépression qui permet d'en supposer la présence.



Photo 2 – Galerie G1 de Valmasque (à gauche ouverture, à droite intérieur).

Les tranchées d'exploitation et de recherche

Ce site se caractérise par la présence de nombreuses tranchées d'exploitation (ou fouilles) en particulier à l'est des galeries donnant une morphologie mouvementée et remodelée à ce contexte forestier, plus particulièrement sur une surface de 50 mètres par 75 mètres. Des points GPS (T4 à T23) leur appartenant ont été notés au moins pour délimiter ces tranchées et leurs tracés non exhaustifs ont été esquissés.



Photo 3 – Tranchées du site de Valmasque.

Il s'agit (Photo 3 - Photo 4) soit de longues tranchées, sans doute de recherche, étroites, métriques, mais en général très allongées (plusieurs dizaines de mètres) ou de fouilles qui correspondent à des zones exploitées encore bien repérables sous la

forme de dépressions de 2 à 10 mètres de large, et de 5 à 8 mètres de profondeur pour les plus larges. Ces cavités remodelées par l'érosion sont bien visibles mais ont une morphologie très douce ne présentant pas de danger particulier. Elles n'ont pas été comblées à la fin des travaux, mais se sont auto-comblées naturellement en prenant une morphologie douce avec le temps.



Photo 4 – Fouille T4 (à gauche) et tranchée (en haut à gauche) en aval du fontis F3 (à droite).

- **Les sites de recherche des Cougoulins et des Rastines**

On peut lire dans les PV que des travaux de recherche sous la forme de simples décapages ont été réalisés au sud du chantier Valmasque, de part et d'autre de l'autoroute A8 sur les lieux dits « les Cougoulins » et « les Rastines ». Ces secteurs sont aujourd'hui très urbanisés et profondément remodelés. Rien ne peut être retrouvé de ces travaux par ailleurs sans envergure et non localisés sur un plan.

4.5. SITES HORS CONCESSIONS

Il a été noté dans les écrits l'existence de travaux de recherche sous la forme de quelques tranchées. Nous les listons et présentons un plan de localisation (Figure 12) :

- sur la commune de Roquefort : travaux de *Giraud*, en rive droite de la rivière Le Loup entre Roquefort et La Colle ;
- sur la commune de La Colle : travaux de *Ballon*, *Roubert*, *Blancard* et *Lambert* à proximité immédiate du village de La Colle sur Loup.

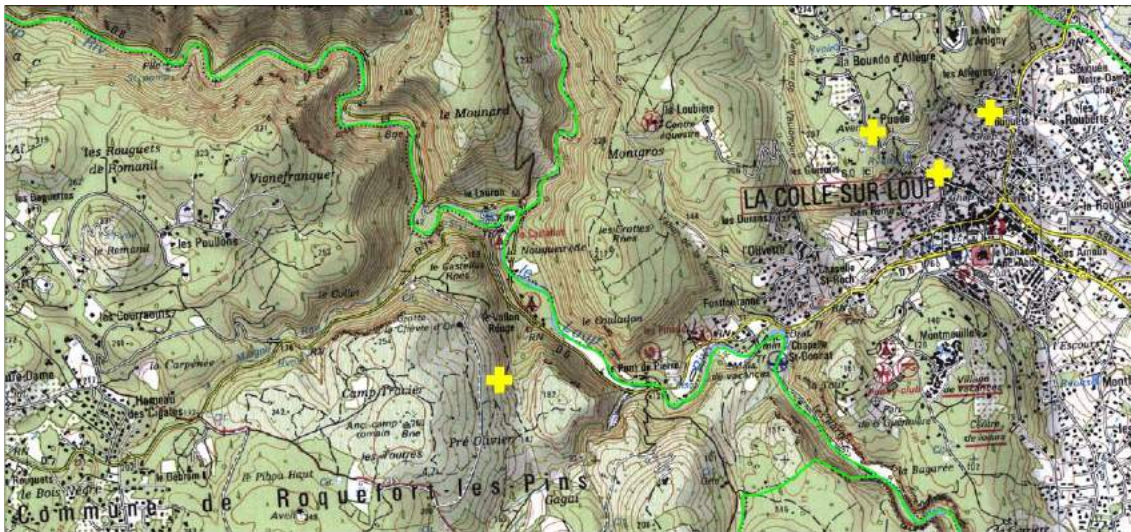


Figure 12 – Indices de Mn hors concessions.

4.6. DÉSORDRES

Quatre effondrements localisés (Photo 4, Photo 5) directement au droit de galeries très proches de la surface et à proximité de leur entrée sur le site de Valmasque ont été observés. Ils sont notés sur la carte informative F1 à F4 et décrits dans le Tableau 7.

Ils sont tous comblés mais bien visibles. On a considéré en F1 et F4 deux fontis car ce sont des zones plus circulaires, plus déprimées, mais en réalité la zone située entre ces deux points est une zone d'effondrement allongée, d'environ 3 mètres de large, 1.5 mètre de profondeur et de 8 mètres d'extension nord sud au droit de la galerie. Cet effondrement est bien visible sur la photo de droite de l'assemblage présenté Photo 5.

F4 correspond au point d'éboulement qui termine la galerie G1.

La galerie dessinée du point G1 au point F1 est donc éboulée sauf entre G1 et F4.

Le fontis en F3 correspond à l'éboulement de la galerie G5 quelques mètres après son entrée.



Photo 5 – Fontis 2 et 4 du site de Valmasque.

Réf.	état	observations	X LAMB 93	Y LAMB 93	X WGS84 32 N	Y WGS8432 N
F2	Comblé	petit fontis chemin diam 1.5 prof 2m	1030781	6287984	346537	4830719
F1	Comblé	petit fontis chemin diam=3 prof=2 m	1030750	6287986	346507	4830723
F3	Comblé	petit fontis comblé	1030752	6287950	346506	4830687
F4	Comblé	fontis formant cavité avec F1	1030750	6287993	346507	4830730

Tableau 7 – Fontis du site de Valmasque.

5. Carte informative

Compte tenu du manque d'intérêt de la quasi-totalité des travaux miniers sur les concessions considérées il a été dessiné une carte informative unique (planche 1) à l'échelle du 1/12 500 commune pour les deux concessions, incluant un cadre qui représente un zoom des secteurs exploités des Clausonnes et de Valmasque à l'échelle du 1/2 000.

Calage et digitalisation des plans miniers

Nous avons présenté sur le site des Clausonnes les opérations de déformation et de calage, peu conventionnelles, que nous avons pu réaliser à partir du seul plan disponible (§ 4.3).

Précision IGN

L'exactitude planimétrique de la BD ORTHO mesure l'écart entre les coordonnées mesurées sur l'image et les coordonnées terrain. Sur la feuille IGN considérée, cette exactitude attendue est < 2 m.

Mesures de terrain

Les mesures et contre-mesures faites au GPS sur le terrain montrent que les mesures GPS et l'orthophoto permettent de situer le point dans un cercle de 5 m de diamètre.

Estimation de l'incertitude

On peut estimer que l'incertitude de report cartographique est de l'ordre de 30 mètres (peut-être plus, ou moins) pour les ouvrages d'exploitation du site des Clausonnes et de 5 mètres pour ceux mesurés au GPS du site d'exploitation de Valmasque.

Présentation de la carte informative

Sur la planche 1 renseignant sur les travaux et leur contexte, sont reportés quatre niveaux d'information :

- la géographie et l'occupation des sols avec les orthophotographies de l'IGN dont l'échelle originale est le 1/25 000 ;
 - les ouvrages en distinguant observés/non observés ;
 - les limites des communes et des concessions ;
- les enveloppes de délimitation des travaux d'exploitation et/ou de recherche probables.

6. Identification des aléas « mouvements de terrain » retenus sur les concessions du Bois de la Garde et de Valmasque

Les caractéristiques dégagées au cours de la phase informative permettent de supposer que certains phénomènes (effondrement localisé) puissent se produire suite à l'évolution des travaux miniers. Le présent chapitre récapitule les aléas envisageables et identifie, à partir des informations recueillies et de l'expérience acquise, les phénomènes potentiellement attendus sur l'emprise des concessions du Bois de la Garde et de Valmasque.

6.1. LES ALÉAS « MOUVEMENTS DE TERRAIN »

6.1.1. Le phénomène d'effondrement localisé

Description du phénomène

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 ainsi un cratère en surface. Les matériaux impliqués sont donc déplacés et déstructurés de manière importante. La Figure 13 présente schématiquement l'évolution de ce type de phénomène.

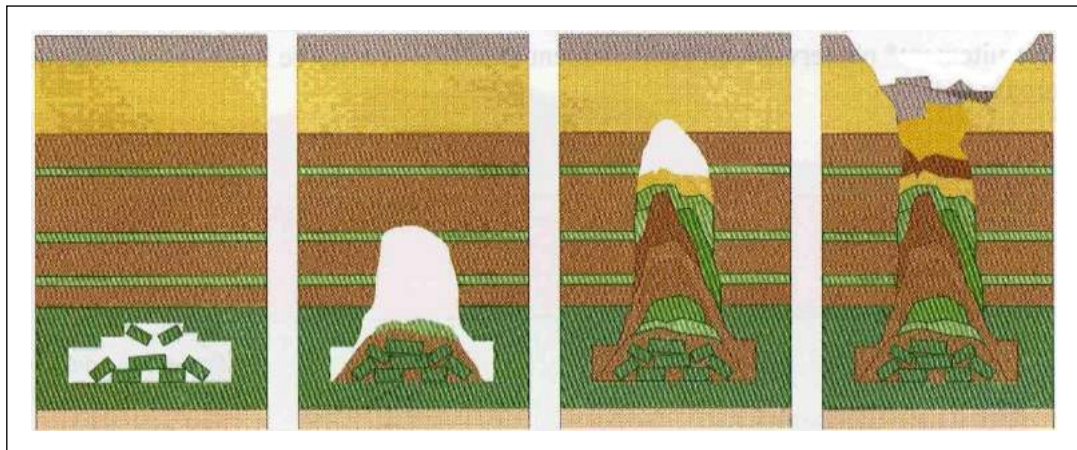


Figure 13 – Schéma de principe d'évolution d'un effondrement localisé
(d'après Évaluation des Aléas liés aux Cavités Souterraines - LCPC - 2002).

La vitesse de progression 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 ;
- 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 couche compétente 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'autocomblement est donc difficile à évaluer de manière rigoureuse, mais on admet le plus souvent que la probabilité d'apparition en surface diminue (à cavités de dimension égale) avec la profondeur de cavité. Pour les galeries isolées de dimensions habituelles (de 6 à 12 m² de section droite), 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'approche naturaliste des coefficients de foisonnement, elles doivent également s'appuyer sur l'observation d'un nombre suffisant d'instabilités souterraines, survenues dans les mêmes conditions géomécaniques pour pouvoir être validées. L'absence d'effondrements documentés ne permet pas d'appliquer ces méthodes dans le cas des travaux des concessions de Bois de la Garde et de Valmasque.

En général, l'intensité des effondrements localisés est définie comme la dimension (diamètre) du cône d'effondrement résultant en surface. Le guide PPRM propose des indications de classe d'intensité :

- intensité limitée pour des diamètres inférieurs à 3 m ;
- intensité modérée pour des diamètres compris entre 3 et 10 m ;
- intensité élevée pour des diamètres supérieur à 10 m.

L'apparition des effondrements localisés en surface est brutale et n'est pas toujours accompagnée d'indices précurseurs visibles (affaissements visibles de la surface du sol, fissures, etc.).

Cavités à l'origine des effondrements localisés

D'une manière générale, les cavités à l'origine des effondrements localisés sont donc représentées par l'ensemble des vides résiduels potentiellement présents dans le sous-sol d'un site minier.

Les effondrements localisés peuvent être ainsi classés en fonction des excavations à l'origine de leur apparition : galerie, intersection de galerie, chantiers, puits, etc. Cette classification peut être d'une aide certaine, lorsque pour des raisons techniques, les différentes excavations à l'origine des événements montrent des stabilités contrastées en fonction des différents types de cavités.

Le tassement des matériaux de remblais, mis en place dans des puits, ou la rupture des matériaux superficiels et/ou d'un soutènement éventuel peuvent provoquer des désordres similaires en surface à des effondrements de galeries ou de chantiers. On parle dans ce cas de débouillage de puits pour les instabilités associées à une évolution des remblais. Cependant, comme indiqué dans le guide PPRM, ce type de phénomène sera également évalué en tant qu'aléa « effondrement localisé ».

Sur les concessions de Bois de la Garde et de Valmasque, les vides résiduels susceptibles d'exister et d'être à l'origine d'effondrement localisé concernent les galeries et les puits.

Le type de l'excavation influence la dimension et la profondeur des vides résiduels et donc les capacités d'« autocomblement » d'une instabilité progressant vers la surface. Il est donc nécessaire de disposer d'indications précises sur les événements historiques, comme les lieux d'initialisation des instabilités ainsi que la dimension et la géométrie des vides résiduels concernés. La qualité des relevés topographiques des excavations, la connaissance précise et détaillée des techniques d'exploitation, remblayage, voire de soutènement et l'accès physique ou visuel aux anciens travaux, sont ensuite souvent nécessaires pour tirer parti de cette analyse.

Ce degré d'information n'est cependant pas disponible sur les ouvrages miniers des concessions de Bois de la Garde et de Valmasque.

Quatre événements de type effondrement localisé ont été repérés lors des investigations de terrain. Aucune information n'est disponible à propos du remblayage des travaux ni du mode de traitement des puits. **L'aléa effondrement localisé est donc retenu sur les concessions de Bois de la Garde et de Valmasque.**

6.1.2. Le phénomène d'effondrement généralisé

Description

Un effondrement généralisé se produit lorsque les piliers de soutènement laissés dans une mine se rompent simultanément et produisent en surface un mouvement du sol brusque.

Ce type d'effondrement se produit dans des exploitations partielles (ayant laissé des vides résiduels conséquents) et dont l'extension latérale est suffisante (plusieurs dizaines à plusieurs centaines de mètres d'extension), dans des gisements en plateaux ou faiblement pentés.

Ce type d'effondrement n'est envisageable que pour des secteurs pour lesquels la présence de vides résiduels est importante et étendue, ce qui n'est pas le cas sur les concessions de Bois de la Garde et de Valmasque où les travaux d'exploitation peu profonds se sont concentrés aux abords des zones d'affleurement de manganèse.

L'aléa effondrement généralisé est donc écarté sur les concessions de Bois de la Garde et de Valmasque.

6.1.3. Le phénomène d'affaissement

Description du phénomène

Le phénomène d'affaissement est à peu près équivalent au phénomène d'effondrement généralisé, mais avec une vitesse de propagation du phénomène jusqu'en surface plus lente. Les terrains de recouvrement suivent une évolution progressive et « plastique » sous l'effet de la modification des contraintes induites par les excavations. Comme pour l'effondrement généralisé, ce mécanisme se produit dans des exploitations ayant laissé des vides résiduels conséquents et dont l'extension latérale est suffisante par rapport à la profondeur. Les cas les plus courants concernent les excavations créées par les tailles foudroyées des mines de charbon. Cependant, les mouvements de la surface du sol peuvent être initiés plusieurs années ou décennies après la fermeture des travaux si les structures souterraines sont suffisamment résistantes pour demeurer stables jusqu'à ce terme.

Aléa non retenu sur les concessions de Bois de la Garde et de Valmasque

Ce type d'effondrement n'est envisageable que pour des secteurs pour lesquels la présence de vides résiduels est importante, ce qui, a priori n'est pas le cas sur les concessions de Bois de la Garde et de Valmasque (petites exploitations peu profondes). De plus, la faible profondeur des travaux n'entraînera pas l'apparition de sollicitations suffisantes sur les piliers pour les rompre.

L'aléa affaissement n'est donc pas retenu à l'aplomb des travaux souterrains des concessions de Bois de la Garde et de Valmasque.

6.1.4. Le phénomène de tassement

Description

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 recompaction d'un massif meuble déjà affecté jusqu'à la surface 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 être amenés à se tasser.

Des tassements de terrain sont possibles au droit de travaux où le recouvrement peut être déconsolidé du fait de la présence d'exploitations minières peu profondes. Ainsi, des phénomènes de tassement des terrains pourraient survenir au droit de ces zones. Des zones de travaux de surface (tranchées, etc.) ont été recensées lors de la phase informative, notamment sur la concession de Valmasque. **Le phénomène de tassement sur travaux miniers est donc retenu sur la concession de Valmasque.**

6.1.5. Le phénomène d'instabilité de pente

Description

Les instabilités de pente regroupent plusieurs phénomènes :

- 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 parlera ainsi de glissements superficiels pour les événements ne concernant que la partie la plus superficielle du sol. À l'opposé, on parlera de glissements profonds pour les événements 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 dans le talus est un phénomène particulièrement aggravant ;
- les coulées boueuses qui sont des glissements superficiels pour lesquels, du fait de leur quasi liquidité, les matériaux peuvent se déplacer sur des très grandes distances ;
- les effondrements, éboulements, écroulements et chutes de blocs associées qui concernent plus spécifiquement les falaises ou talus rocheux.

Aléa non retenu sur les concessions de Bois de la Garde et de Valmasque

Aucun front de taille ni dépôt minier à dénivelé marqué n'a été recensé sur les concessions de Bois de la Garde et de Valmasque. **L'aléa « instabilité de pente » est donc écarté sur les concessions de Bois de la Garde et de Valmasque.**

6.2. LES ALÉAS AUTRES QUE « MOUVEMENTS DE TERRAIN »

6.2.1. Émission de gaz de mine

Aucuns dégagements de gaz de mine ne sont évoqués dans les archives sur les concessions de Bois de la Garde et de Valmasque. Les conditions d'ennoyage des

travaux n'étant pas connues, l'aléa émission de gaz ne peut être écarté sur ces secteurs. Une méthodologie d'évaluation de l'aléa est en cours d'élaboration par GEODERIS à l'échelle nationale.

6.2.2. Échauffement

En raison de la nature du minerai, il n'y a pas eu de feux souterrains. **L'aléa « échauffement » ne sera donc pas retenu sur les concessions de Bois de la Garde et de Valmasque.**

6.2.3. Inondation

Depuis l'abandon de la mine, l'équilibre hydrogéologique est atteint. **L'aléa inondation n'est donc pas retenu sur les concessions de Bois de la Garde et de Valmasque.**

6.2.4. Pollution des eaux et des sols

À notre connaissance, aucunes traces de pollution des eaux et des sols n'ont été signalées dans le secteur des concessions de Bois de la Garde et de Valmasque. L'aléa pollution des eaux et du sol n'est pas abordé dans cette étude. Seule une campagne de mesures des paramètres physico-chimiques des eaux et des sols permettrait d'écarter définitivement cet aléa.

7. Évaluation des aléas mouvements de terrain

7.1. RÉTRO-ANALYSE SUR LES DÉSORDRES RECENSÉS

Les quatre désordres recensés lors de la phase informative se situent uniquement sur la concession de Valmasque ; aucun désordre n'a été reconnu sur la concession de Bois de la Garde. Ces 4 désordres sont des effondrements localisés comblés mais encore bien visibles. Ils se situent au droit de galeries très proches de la surface (cf. 4.6).

7.2. ALÉA EFFONDREMENT LOCALISÉ

7.2.1. Zone d'altération superficielle

La zone d'altération superficielle correspond aux terrains déconsolidés de surface susceptibles d'être immédiatement affectés par un effondrement des secteurs voisins. Sur la concession de Valmasque, la dimension des cônes d'effondrement confirme l'épaisseur significative de la zone d'altération superficielle. En raison du contexte géologique (grès et sables de l'Éocène), l'épaisseur de matériaux non cohésifs de surface est estimée à au moins 2 m. Aucun cône d'effondrement n'est observable sur la concession de Bois de la Garde, cependant, en raison du contexte géologique (calcaires et dolomies), l'épaisseur de matériaux d'altération déconsolidés est estimée à 5 m.

7.2.2. Aléa effondrement localisé lié aux puits

Cinq puits ont été recensés dans le secteur des Clausonnes, mais aucun d'entre eux n'est visible à l'heure actuelle.

Prédisposition de l'aléa

Les effondrements localisés de puits relèvent de deux mécanismes distincts : le débouillage des remblais et/ou la rupture de la tête d'ouvrage. Le type d'effondrement envisageable dépend donc principalement du mode de traitement de chaque ouvrage : pour tous les puits, la rupture de la tête d'ouvrage est susceptible de s'opérer à long terme par altération ou vieillissement des revêtements et/ou des parois du terrain naturel ; pour les ouvrages remblayés s'ajoute la possibilité d'un débouillage de leurs remblais.

Les cinq puits sont a priori comblés. L'aléa est donc guidé par le phénomène de débouillage. Une prédisposition de niveau peu sensible est donc retenue pour ces ouvrages.

Intensité de l'aléa

Le niveau de l'intensité est atténué par la dimension des puits. La section des ouvrages n'est pas connue mais l'ancienneté des travaux nous laisse supposer leur faible diamètre. De plus, l'épaisseur et la nature des terrains de subsurface jouent un rôle important dans les dimensions de l'entonnoir d'effondrement attendu en surface.

L'intensité étant guidée par le diamètre de l'ouvrage, nous retiendrons une intensité limitée pour ces cinq puits.

Évaluation de l'aléa effondrement localisé lié aux puits

À partir de ces informations, il est attribué un aléa faible sur travaux supposés à ces cinq puits.

Compte tenu de la nature du phénomène redouté, le zonage de l'aléa est circulaire, centré sur l'axe présumé du puits. Son rayon englobe :

- un rayon d'incertitude de positionnement ;
- un rayon supplémentaire correspondant à l'influence latérale du cône d'effondrement en surface. Dans la littérature, il est communément admis qu'un angle de 45°, appliqué à la limite des terrains non cohésifs (facilement mobilisables), est suffisamment sécuritaire. Ici, l'épaisseur de ces terrains est estimée à au moins 5 m ; cette valeur entraînera donc une extension horizontale supplémentaire en surface de 5 m de rayon.

7.2.3. Aléa effondrement localisé lié aux travaux

Les désordres recensés dans la phase informative ne sont, à priori, pas reliés à des puits et concernent des travaux souterrains à faible profondeur, notamment des galeries dont la profondeur est inférieure à 25 m.

Intensité de l'aléa

Les dimensions des désordres repérés sur le terrain relèvent d'une intensité limitée.

L'épaisseur et la nature des terrains de sub-surface interviennent dans les dimensions de l'entonnoir d'effondrement attendu en surface. La formation superficielle présente sur le secteur étudié, est susceptible d'avoir une faible cohésion et une mauvaise tenue mécanique. Cependant, si la cavité en profondeur n'est pas volumineuse, l'effondrement ne le sera pas non plus, indépendamment de la tenue de cet horizon superficiel.

Le niveau de l'intensité est donc surtout contrôlé par la dimension des cavités résiduelles en profondeur. D'après le mode d'exploitation artisanale et le faible volume de production, il semble vraisemblable que la dimension des cavités soit limité.

Nous retiendrons un niveau d'intensité limitée sur tous les travaux (galerie, tranchées de recherche et fouilles)

Prédisposition de l'aléa

La prédisposition d'un site à voir se développer un fontis à l'aplomb d'anciens travaux (ou de galeries) dépend de la combinaison de plusieurs facteurs : la présence de vides, la rupture du toit et la remontée de l'instabilité jusqu'en surface.

Les galeries présentes sur la concession de Valmasque se situant à une profondeur inférieure à 25 m et le recouvrement étant constitué essentiellement de sables éocènes, une prédisposition sensible est retenue au droit de ces dernières.

En revanche, une prédisposition peu sensible est retenue pour les tranchées et fouilles se situant en surface.

Évaluation de l'aléa effondrement localisé sur travaux

À partir de ces informations, il est attribué un aléa faible au droit des travaux de Valmasque et un aléa faible sur travaux supposés dans le secteur des Clausonnes.

Le zonage de l'aléa intègre l'incertitude de positionnement de ces galeries et l'influence latérale du cône d'effondrement (dans la littérature, il est communément admis qu'un angle de 45°, appliqué à la limite des terrains déconsolidés, est suffisamment sécuritaire). L'épaisseur mobilisable de ces terrains est estimée à 2 m.

7.3. ALÉA TASSEMENT

Sur la concession de Valmasque, les terrains qui pourraient être amenés à se compacter sous l'effet de nouvelles sollicitations (mécanique de surface, hydraulique...) sont les secteurs où les travaux ont été réalisés en surface par des tranchées.

Par croisement de l'intensité et de la prédisposition, un aléa faible est attribué sur la zone de la concession de Valmasque où sont présentes de nombreuses tranchées.

7.4. PRÉSENTATION DE LA CARTE D'ALÉAS

La carte d'aléa est représentée sur la planche 3 à l'échelle 1/2 500. Les supports géographiques sont le scan 25 et l'orthophotoplan de l'IGN.

Sur ces cartes, sont reportées les informations cartographiques suivantes :

- l'emprise des aléas ;
- l'ortho photographie de l'IGN ;
- les ouvrages débouchant en surface.

8. Les enjeux

En ce qui concerne le réseau routier on notera que la concession de Bois de la Garde est traversée par les D4 et D2085, et que la concession de Valmasque par la D4 et surtout par l'autoroute A8 qui dessert les départements du Var et des Alpes Maritimes.

La densité d'urbanisation est élevée sur l'ensemble des deux concessions. L'habitat est constitué essentiellement par des constructions individuelles avec des résidences secondaires mais aussi en grande partie de résidences principales de personnes qui travaillent sur les agglomérations de Nice, Cannes et Sophia Antipolis.

Commune	Concession	Densité hab. / km ²
Biot	Bois de la Garde	593
Roquefort les Pins	Bois de la Garde	294
Villeneuve-Loubet	Bois de la Garde	712
Antibes	Valmasque	2 860

Tableau 8 – Densités de population des communes pour les deux concessions.

9. Risques identifiés

La dimension des travaux miniers et la nature sableuse peu consolidée de la lithologie n'impliquent pas *a priori* de risques immédiats pour les populations habitant dans les deux concessions. Il n'y a pas non plus de risques environnementaux compte tenu de la nature du minerai constitué d'oxydes stables dans leur contexte naturel et de nature non dangereuse (Mn) en particulier pour la santé.

Par contre, on retiendra l'existence de la petite galerie ouverte notée G1 qui représente un risque pour une personne qui y pénétrerait compte tenu de la nature sableuse du matériau dans lequel elle a été creusée. Elle est située à proximité immédiate d'un chemin d'accès facile reliant le golfe de Biot au quartier très habité des Cougoulins sur le sommet de la colline.

10. Conclusions

Les exploitations des concessions de Valmasque et de Bois de la Garde sont situées dans une zone où l'urbanisation est galopante. Elles sont contemporaines et ont les mêmes caractéristiques, à savoir :

- des travaux de recherche et d'exploitation entre les années 1875 et 1920 qui sont restés artisanaux avec une très faible production d'un minerai titrant 30 % de Mn exporté vers les aciéries de Marseille ;
- pas de traitement de minerai autre qu'un simple débouillage ;
- pas de plans miniers mais simplement des croquis et schémas de localisation des sites d'exploitation. Seul un schéma d'ensemble des travaux miniers des sites des Clausonnes et de Valmasque a été retrouvé ;
- la présence d'une seule petite galerie ouverte creusée dans un sable peu consolidé qui représente un risque pour la sécurité d'une personne qui y pénétrerait.

Dans l'état actuel des connaissances, deux types d'aléa mouvement de terrain ont été retenus sur les concessions de Bois de la Garde et de Valmasque : l'effondrement localisé et le tassement.

L'aléa effondrement localisé est attendu sur les ouvrages débouchant en surface. Un aléa faible sur travaux supposés a été attribué aux puits et galeries du secteur des Clausonnes. Un aléa faible sur travaux avérés a été attribué aux galeries peu profondes et débouchant au jour de la concession de Valmasque.

Un aléa tassement de niveau faible est attribué aux tranchées de recherche du secteur de Valmasque.

11. Bibliographie

Artignan D., Greffié C. et Mathon C. (2005) - Évaluation préliminaire de l'aléa mouvement de terrain -Concessions de Valmasque et Bois de la Garde (Alpes Maritimes). Rapport BRGM/RP-54350-FR

Caillieres S., Perseil E.A. (1968) - Données nouvelles sur les argiles de la Valmasque (06) – C.R. 93ième Congrès Nat. Soc Savantes, Tours, Son.Sciences, t. I, pp. 207-13

Guide méthodologique - L'élaboration des Plans de Prévention des Risques Miniers. Volet technique relatif à l'évaluation de l'aléa. Ouvrage collectif résultant des contributions de divers organismes INERIS, BRGM, GEODERIS, ENSMP, IRSN, CSTB. Sous la direction de l'INERIS. 30 juin 2004.

Lambert C. (2005) - Contribution au développement d'outils d'aide à l'évaluation des aléas dans le cadre des PPRM. Aléa « mouvements de terrain » pour les gisements pentés et filoniens. Partie 2 : Typologie des événements redoutés au droit d'exploitations pentées et/ou filoniennes. Rapport INERIS DRS-05-55102/R02. 22/12/2005.

Mari D., G. (1982) - Mines et minéraux des Alpes Maritimes, Editions Serre.

Meier (1991) - Numerische Abschätzung von Tagesbruchgefährdungen in Altbergbaugebieten. Nationale Tagung für Ingenieurgeologie Sonderband Geotechnik Karlsruhe, Berichte 13, 95-100.

NCB (1965-1975) - Subsidence Engineers Handbook, National Coal Board, London.

Proust A. (1964) - Étude sur les affaissements miniers dans le bassin du Nord et du Pas-de-Calais, *Revue de l'Industrie Minérale*, juin-juillet 1964.

Rapport collectif BRGM - Scanning des sites miniers du territoire métropolitain français, Opération pilote en région PACA (Alpes-de-Haute-Provence, Alpes-Maritimes, Var). Rapport final phase 1. BRGM/RP-54713-FR.

Renaud V., Tritsch J.J., Franck C. (2005) - Modelling and assessment for subsidence hazard in inclined iron mining. Post-Mining 2005, November 16-17, Nancy, France.

Vachat (1982) - Les désordres survenant dans les carrières de la région parisienne. Etude théorique et pratique de l'évolution des fontis, Thèse du CNAM, 115-126.



Centre scientifique et technique
Service ressources minérales

3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009 – 45060 Orléans Cedex 2 – France – Tél. : 02 38 64 34 34

ROQUEFORT LES PINS

VILLENEUVE LOUBET

BIOT

ANTIBES

BOIS DE LA GARDE

VALMASQUE



Géosciences pour une Terre durable



CONCESSIONS du BOIS de la GARDE
et de VALMASQUE (06)

CARTE INFORMATIVE

ECHELLE : 1 / 12 500

Limites administratives

- CONCESSION
- COMMUNE

Ouvrages miniers de surface

- Puits observé
- Puits non observé
- Galerie ou descendrière observée
- Galerie ou descendrière non observée

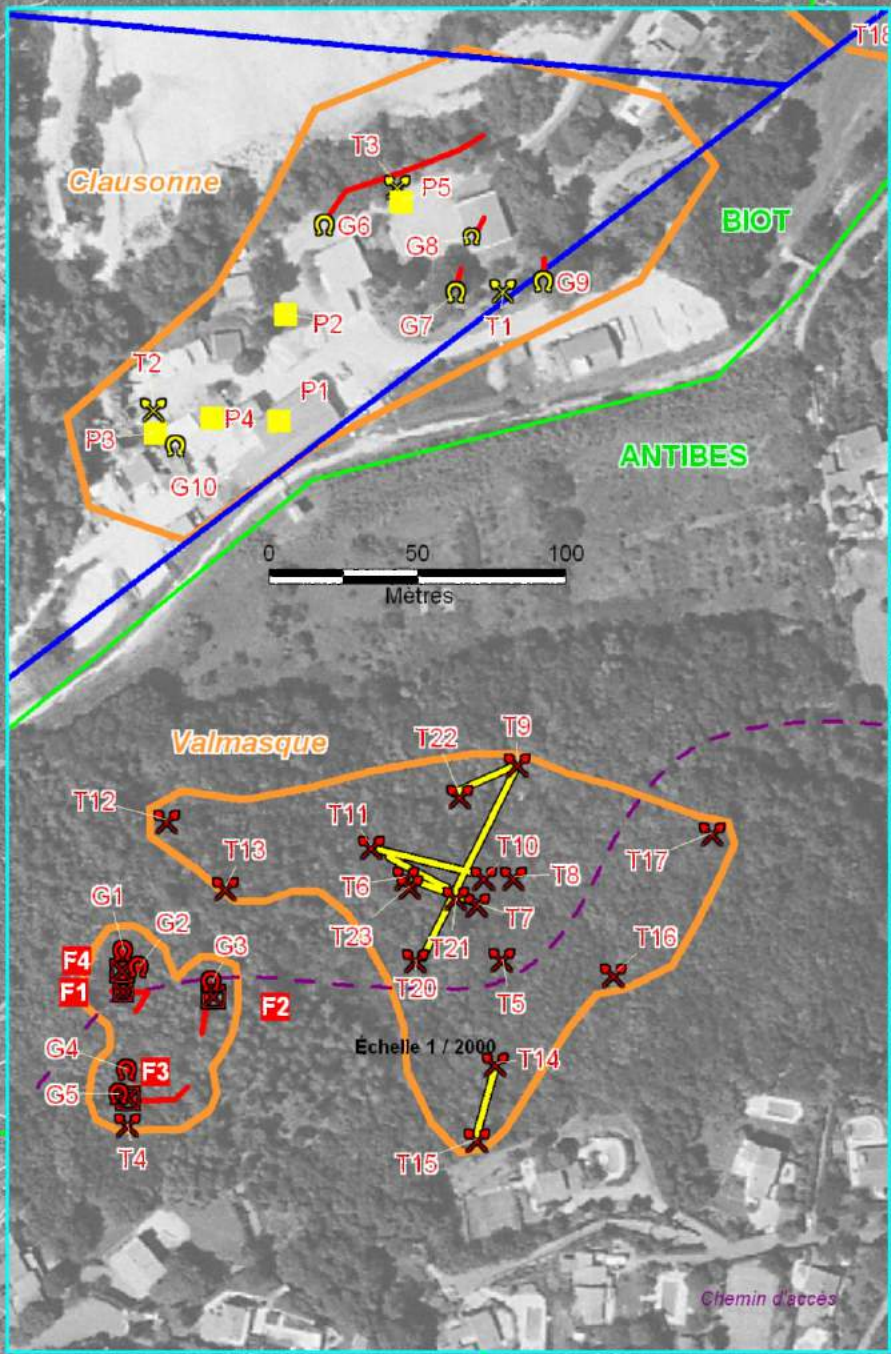
Travaux miniers

- Enveloppe de travaux miniers supposés
- Enveloppe de travaux miniers
- Tranchée d'exploitation observée
- Tranchée d'exploitation non observée
- Tranchée d'exploitation et de recherche
- Galerie à moins 25 mètres de profondeur
- Désordres de surface d'origine minière**
- Effondrement localisé vu sur le terrain
- Effondrement localisé décrit ou indiqué



Rapport BRGM/RP 59625-FR
Décembre 2011

Annexe 1



ROQUEFORT LES PINS

VILLENEUVE LOUBET

BIOT

ANTIBES

VALMASQUE

Le Clos
Le Colombier

La Charlotte
Directeur

La Charlotte
Marie

Souillères
Lambert

Causse

Mouton

Clausonne

Valmasque

BOIS DE LA GARDE

CONCESSIONS du BOIS de la GARDE
et de VALMASQUE (06)

CARTE D'ALEA MOUVEMENT DE TERRAIN

ECHELLE : 1 / 12 500

Limites administratives

CONCESSION
COMMUNE

Travaux miniers

Tranchée d'exploitation observée
Tranchée d'exploitation non observée

Aléa effondrement localisé

Aléa faible sur travaux avérés

Ouvrages miniers de surface

Puits observé
Puits non observé
Galerie ou descendrière observée
Galerie ou descendrière non observée

Aléa tassement

Aléa faible



Rapport BRGM/RP 59625-FR
Décembre 2011

Annexe 2

Échelle 1 / 2000
0 50 100
Mètres