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

Exploitations minières de fluorine, houille et schistes bitumineux sur les titres miniers du district de Garrot-Fontsante et du Reyran (83)

Phase informative et évaluation des aléas miniers de type mouvements de terrain

Synthèse

RAPPORT S 2016/018DE - 16PAC22010

Date : 12/05/2016

Exploitations minières de fluorine, houille et schistes bitumineux sur les titres miniers du district de Garrot-Fontsante et du Reyran (83)

Phase informative et évaluation des aléas miniers de type mouvements de terrain

Synthèse

RAPPORT S 2016/018DE - 16PAC22010

Diffusion :

DREAL Provence, Alpes, Côte d'Azur *9 ex. papier (2 DREAL, 6 communes, 1 DDT)* *10 CD (2 DREAL, 6 communes, 1 DDT, 1 Préfecture)*	Hubert FOMBONNE
Pôle Après Mine Sud	Jehan GIROUD
GEODERIS	Rafik HADADOU

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	O. LEFEBVRE	C. VACHETTE	C. VACHETTE
Visa			

SOMMAIRE

1 Introduction 3
2 Cadre et objectif 5
3 Travaux effectués 9
3.1 Déroulement de l'étude 9
3.2 Risque et aléa 10
4 Phase informative 11
4.1 Contexte géologique et hydrogéologique 11
4.2 Exploitation minière 15
4.2.1 Ouvrages débouchant au jour 15
4.2.2 Ouvrages de dépôts 17
4.2.3 Exploitations à ciel ouvert 19
4.2.4 Méthodes d'exploitation 21
4.2.5 Désordres 26
5 Aléas résiduels 29
5.1 Incertitude et marges d'affichage 29
5.2 Nature des aléas résiduels évalués 29
5.2.1 L'effondrement généralisé - Non retenu 30
5.2.2 L'affaissement - Non retenu 30
5.2.3 L'effondrement localisé 32
5.2.4 Tassement lié aux travaux souterrains et aux dépôts 38
5.2.5 Instabilités de pente 39
6 Conclusions 43

Mots clés : **Garrot-Fontsante, Reyran, fluorine, houille, schistes bitumineux, Var, aléas miniers, mouvements de terrain, phase informative, évaluation des aléas, synthèse**

1 INTRODUCTION

Le programme du GIP GEODERIS a prévu en 2016 la finalisation de l'évaluation des aléas miniers de type « mouvements de terrain » sur le district minier de Garrot-Fontsante et du Reyran (fiche n° PAC 2.2.010 du programme 2016).

Le présent rapport synthétise les différentes conclusions de l'évaluation réalisée. L'étude détaillée de ces titres miniers constitue l'annexe A du présent document. Elle est fournie sur support papier ou numérique (DVD joint). La présente synthèse expose en particulier la liste des communes concernées. Chaque commune est destinataire des cartes qui concernent son territoire ; l'administration a quant à elle l'ensemble des cartes.

L'intégralité des documents est fournie sur support informatique en JPEG ou PDF, ainsi que le Système d'Information Géographique (SIG) correspondant, sous forme de tables MAPINFO® géoréférencées en système Lambert RGF93.



Figure 1 : Localisation des titres miniers étudiés (fond IGN)

En noir : Concessions,

En Bleu : Permis d'exploitation,

En Jaune : Permis de recherche.

2 CADRE ET OBJECTIF

La présente étude porte sur les titres miniers du bassin du Reyran et de sa périphérie, situés dans le département du Var, à une dizaine de kilomètres au Nord de Fréjus. Si ce bassin houiller a été exploité pour la houille depuis 1780, l'histoire minière du district s'est poursuivie jusque très récemment pour la fluorine, avec l'arrêt de l'exploitation de Fontsante en 1986.

Dans le cadre de l'inventaire des risques miniers (IRM, ou scanning) réalisé à l'échelon national, une étude de phase 2 a été menée sur la concession de Garrot (rapport BRGM/RP-54424-FR). Cette dernière avait abouti au classement en Priorité 3 (P3) de ces travaux.

Compte tenu du niveau de priorité du site, l'étude détaillée des aléas a été lancée fin 2011 et finalisée en 2013.

Afin de traiter la problématique dans sa globalité à l'échelle du bassin minier et des communes concernées, l'étude détaillée n'a pas été restreinte aux seuls travaux de la concession de Garrot, mais a été étendu au périmètre des communes de Frejus, Bagnols-en Forêt, Les Adrets de l'Esterel, Tanneron, Callian et Montauroux. Au total 16 titres miniers ont ainsi été étudiés (voir figure 2). Le tableau 1 présente les principales caractéristiques des titres (Concessions, Permis d'exploitation (PEX) ou Permis de recherche (PER). Quatre sites non liés aux titres miniers ont également été intégrés.

Titres miniers	Type	Substances principales	Date d'octroi	Date d'échéance	Début d'exploitation	Fin d'exploitation	Production	Communes concernées	Remarque
Boson	Concession	Houille, schistes bitumineux	16/03/1859	?	1859	1944	200 000 t de schistes bitumineux	Fréjus	
Auriasque	Concession	Houille, schistes bitumineux	25/08/1867	31/05/1945	1867	1915	?	Fréjus	Réunie avec les concessions de Boson et de la Magdelaine en 1910
La Magdelaine	Concession	Houille, schistes bitumineux	29/03/1865	12/01/1945	1865	1918	?	Bagnols-en-Foret, Les Adrets-de-l'Estérel, Frejus	Réunie avec les concessions de Boson et d'Auriasque en 1910
Fréjus Nord	Concession	Houille	30/04/1823	14/08/1985	?	1926	?	Bagnols-en-Forêt, Montauroux, Callian,Les Adrets-de-l'Esterel	
les Vaux	Concession	Anthracite	20/12/1840	14/08/1985	1840	1922	?	Montauroux, Tanneron, Les Adrets-de-l'Esterel	
Biançon	Concession	Anthracite	17/03/1872	24/03/1939	1869	?	?	Montauroux, Tanneron	
les Vernatelles	Concession	Anthracite	17/03/1872	?	?	1874	insignifiante	Montauroux, Tanneron	
Fontsante	Concession	Fluorine	25/07/1963	06/05/2008	1923	1986	1 000 000 t de fluorine	Tanneron, Les Adrets-de-l'Esterel	Début d'exploitation sous le régime des carrières
Garrot	PEX	Fluorine	23/02/1963	1975	1906	1975	>100 000 t de fluorine	Callian, Montauroux, Bagnols-en-Forêt	Début d'exploitation sous le régime des carrières
l'Avellan	PEX	Fluorine	23/02/1963	1980	1960	1971	35 900 t de fluorine	Frejus	Début d'exploitation sous le régime des carrières
Les Trois Vallons	PEX	Fluorine	20/05/1976	expiré	1926	1977	40 000 t de fluorine	Les Adrets-de-l'Esterel, Frejus	Début d'exploitation sous le régime des carrières
Saint-Jean-de-l'Estérel	PEX	Fluorine	23/02/1963	expiré	1928	1973	22 000 t de fluorine environ	Fréjus	Début d'exploitation sous le régime des carrières
La Berle	PER	Fluorine	05/12/1964	1967	?	?	?	Fréjus, les Adrets-de-l'Esterel	
Baisse-Violette	PER	Fluorine	1963	?	?	?	?	Fréjus	
Planestel	PER	Fluorine, plomb, zinc	12/06/1963	1966	1920	?	?	Fréjus, les Adrets-de-l'Esterel	Début d'exploitation sous le régime des carrières
La Favière	PEX	Tungstène	13/03/1980	27/03/1985	1978	1986	845 t de WO_3	Les Adrets-de-l'Esterel	Début d'exploitation sous un PER
Charbonnier	site minier	Uranium et fluorine	-	-	?	1968	pas de réelle exploitation	Fréjus	
Madeleine	site minier	Fluorine	-	-	?	1942	?	Bagnols-en-Forêt	Exploitation sous le régime des carrières
Gaudon	site minier	inconnue	-	-	?	?	?	Montauroux	
Filon Paulette	site minier	Fluorine	-	-	?	?	?	Les Adrets-de-l'Esterel	Exploitation sous le régime des carrières

Tableau 1 : Principales caractéristiques des titres étudiés

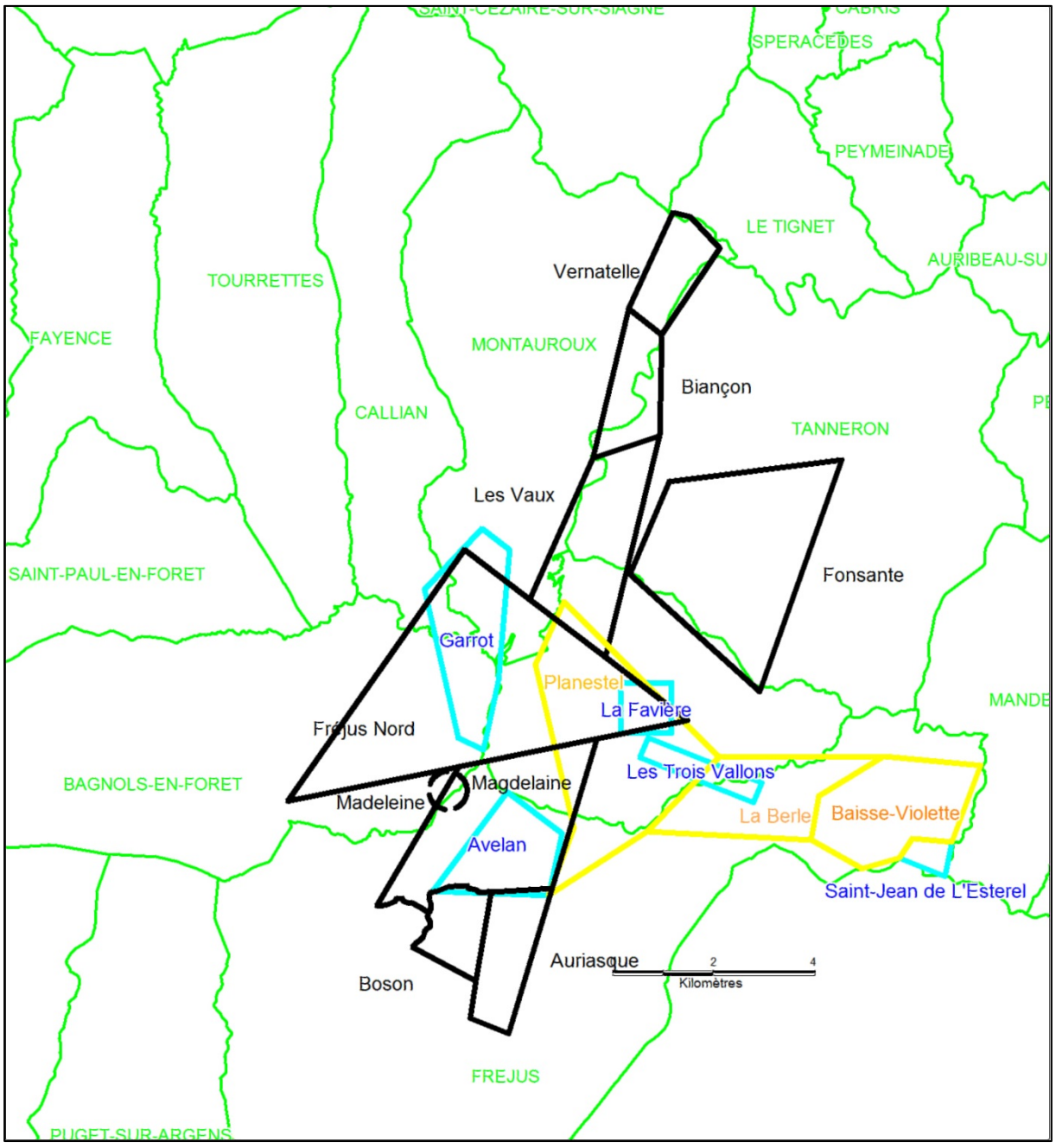


Figure 2 : Titres miniers étudiés - Localisation par rapport aux territoires communaux

En noir : Concessions,

En Bleu : Permis d'exploitation,

En Jaune : Permis de recherche.

Pour le périmètre des communes concernées, **l'objectif de l'étude** est de :

- déterminer l'existence, la nature et le niveau des aléas résiduels après l'arrêt de l'exploitation,
- délimiter les zones concernées par ces aléas.

Les données acquises doivent permettre de décider de la pertinence de la mise en œuvre d'un PPRM (Plan de Prévention des Risques Miniers), de définir le cas échéant le périmètre d'instruction et d'établir les cartes réglementaires prescrivant les restrictions d'urbanisme et les modalités de construction.

Elles permettent également d'identifier, à partir des fonds topographiques utilisés les zones à risques potentiels : présence d'aléas significatifs au droit des enjeux existants (habitations, voiries…).

La présente note a pour objectif de présenter le contexte de la réalisation de cette étude et d'en rappeler l'essentiel des résultats.

3 TRAVAUX EFFECTUES

3.1 Déroulement de l'étude

Les données de base de cette étude, conformément au guide méthodologique pour l'élaboration des Plans de Prévention des Risques Miniers (rapport INERIS DRS-06-51198/R01), sont essentiellement documentaires.

En plus de la base de données des sites et titres miniers de GEODERIS, différentes sources d'informations ont été exploitées :

- Archives Nationales de Paris,
- Archives départementales du Var,
- Archives nationales du travail de Roubaix,
- DREAL de Marseille,
- DREAL de Toulon,
- SGR Marseille,
- Mairie de Fréjus,
- Mairie de Bagnols-en-forêt,
- Mairie de Callian,
- Mairie de Montauroux,
- SOGEREM de Montroc (archives Fontsante),
- Centre de documentation du BRGM Orléans,
- Service DPSM du BRGM,
- Banque de données du Sous-Sol (BSS) du BRGM à Orléans.

Ces sources officielles de documentation ont été complétées grâce à différentes personnes sachantes, dont d'anciens géologues du BRGM ayant une connaissance particulière du secteur.

Ces recherches ont eu pour objectif de compléter la phase informative, première étape dans la réalisation de l'étude d'aléas, classiquement structurée en deux volets :

1. **Une phase informative**, présentant la synthèse des données minières, le repositionnement des travaux dans leur environnement et les éléments utiles et nécessaires à l'évaluation des aléas résiduels (géologie, hydrogéologie, indices de désordres…). Le produit de cette phase est une carte informative, positionnant les différents éléments sur support cartographique (ici orthophotoplan IGN).

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

3.2 Risque et aléa

L'aléa est un concept spécifique qui correspond à l'éventualité qu'un phénomène se produise sur un site donné en atteignant une intensité ou une gravité qualifiable ou quantifiable. Dans le domaine du risque minier comme celui du risque naturel, l'aléa résulte du croisement de l'intensité d'un phénomène redouté et de l'éventualité de sa survenance. La figure 3 présente la grille de croisement issue du guide méthodologique INERIS-DRS-06-51198/R01 (rapport téléchargeable sur le site internet de l'INERIS).

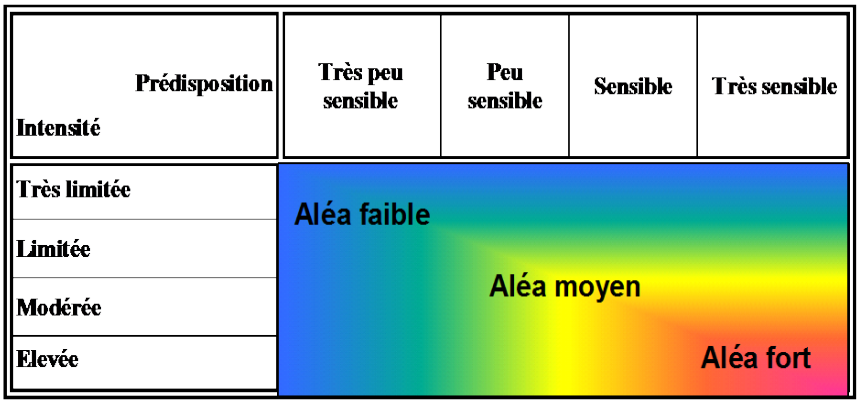


Figure 3 : Grille d'évaluation du niveau d'aléa

L'aléa est hiérarchisé en l'appliquant à différentes configurations. Le terme « aléa fort » signifie que les zones concernées sont plus 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 cette zone sont d'une intensité plus élevée.

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

Dans la suite de cette synthèse, nous présenterons de manière sommaire les principaux éléments informatifs ainsi que le résultat de l'évaluation des aléas étudiés.

Pour plus de détail on se reportera au rapport détaillé en annexe A.

4 PHASE INFORMATIVE

Les cartes informatives sont consultables en annexe B. Elles sont également fournies dans leur intégralité sur support informatique au format JPEG.

4.1 Contexte géologique et hydrogéologique

Le bassin principal exploité pour la houille et les schistes bitumineux est le bassin houiller du Reyran, ou du Var (figure 4). Il est constitué de formations sédimentaires datées du Westphalien-Stéphanien, déposées dans un sillon subsident dont le substratum est essentiellement constitué de gneiss recoupés par un granite filonien à grains fins.

Les horizons carbonés, exploités pour la houille, l'anthracite et les schistes bitumineux se présentent sous forme de couches sédimentaires plus ou moins plissées regroupées en deux séries principales : la série de Boson et la série d'Auriasque, séparées par un conglomérat intermédiaire stérile de 2 à 80 m d'épaisseur (figure 5).

Ces formations se caractérisent topographiquement par une position basse par rapport au socle cristallin avoisinant, avec un écart de l'ordre d'une centaine de mètres.

La fluorine se trouve quant à elle essentiellement sous forme de structures filoniennes encaissées dans les gneiss du socle, localement au niveau de contact par faille entre les grès et les conglomérats du permien (site des 3 vallons), ou dans des rhyolithes (PEX de Saint Jean de l'Esterel. Les figures 6 et 7 permettent d'appréhender la structure du gisement exploité à Fontsante.

La barytine ($BaSO_4$) est également plus ou moins abondante mais n'apparaît pas avoir fait l'objet d'une exploitation spécifique.

Le tungstène exploité dans le PEX de la Favière se trouve quant à lui sous forme de scheelite ($CaWO_4$) disséminée dans des bancs minces et discontinus de gneiss calciques.

Quant à l'uranium du site de Charbonnier, il est associé à une brèche avec fragments de rhyolite cimentée par de la fluorine violette qui recoupe le socle cristallin et les conglomérats et rhyolites du permien.

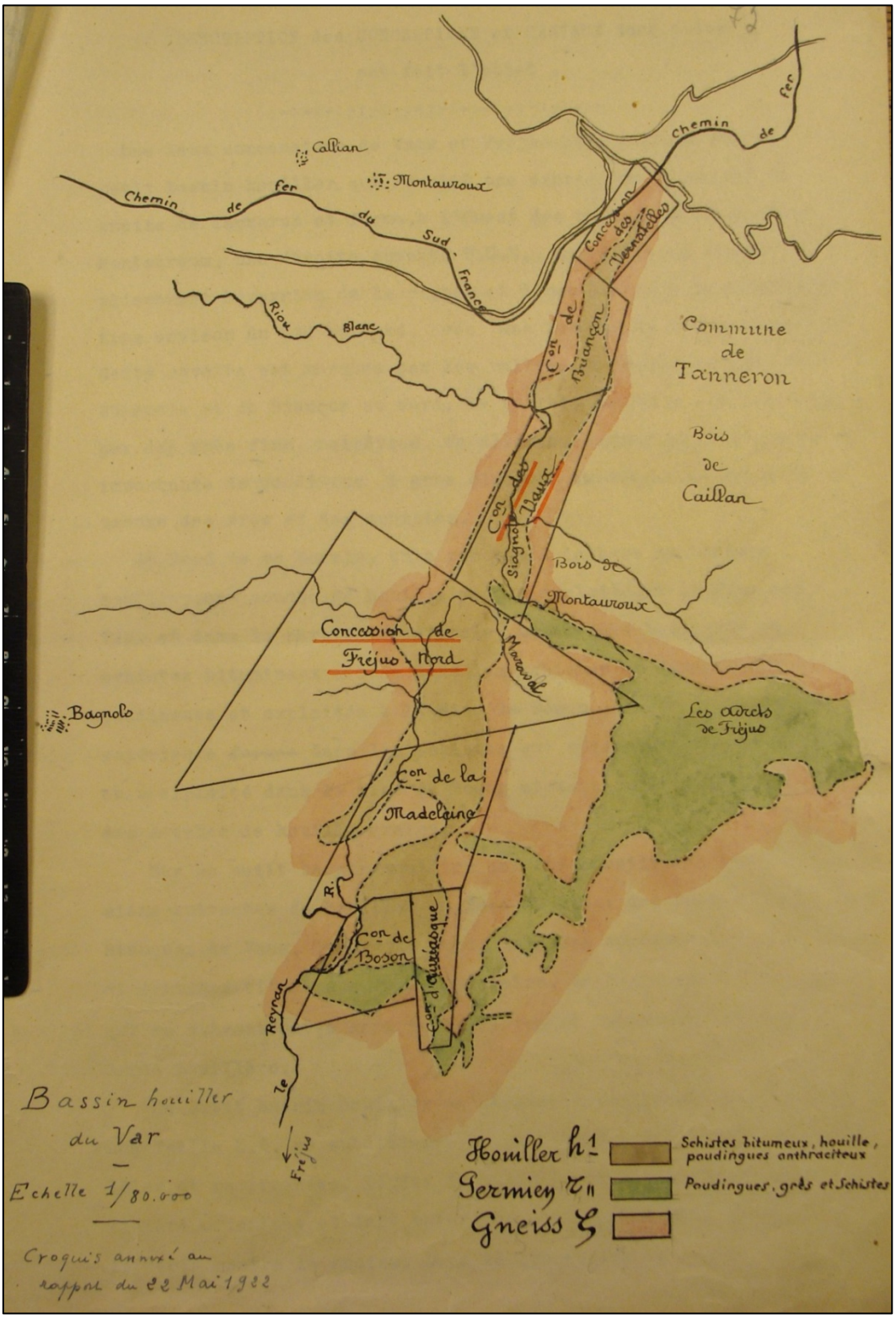


Figure 4 : Contexte géologique général
(Extrait rapport BRGM/RP-60724-FR)

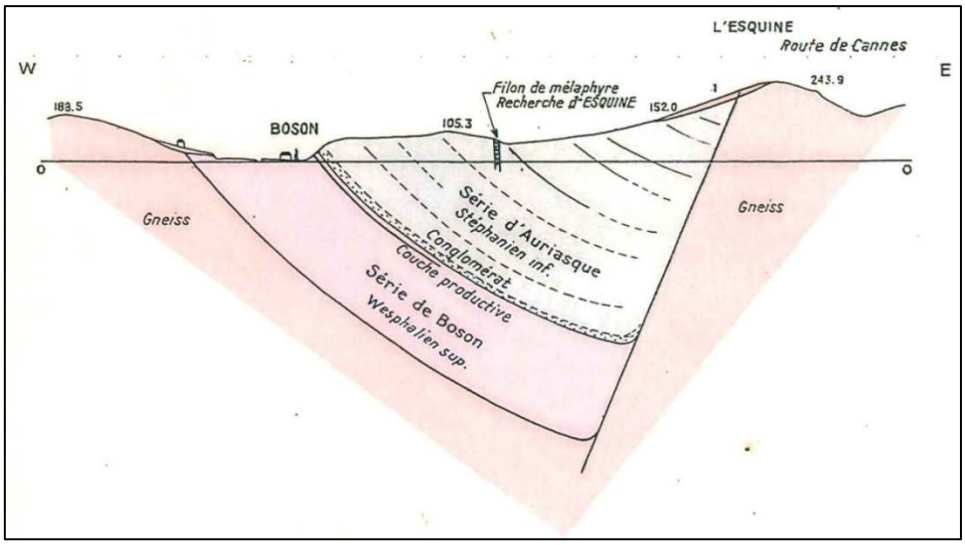


Figure 5 : Coupe Ouest-Est au droit du bassin carbonifère de Boson
(Extrait rapport BRGM/RP-60724-FR)

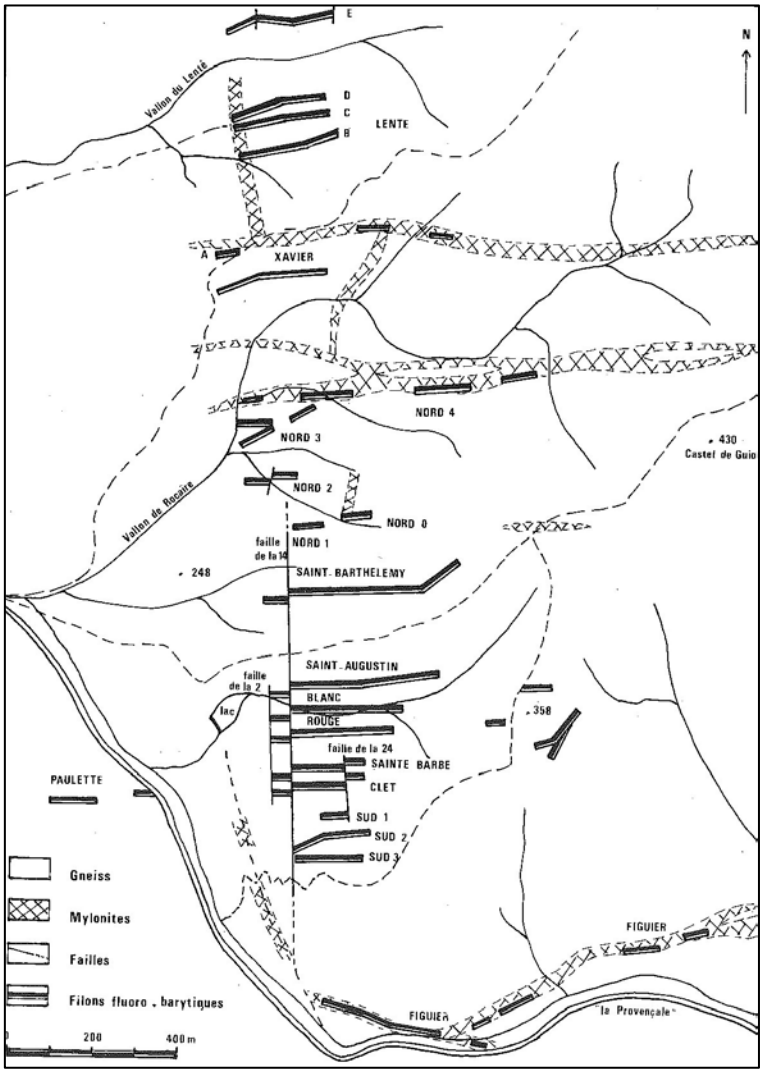


Figure 6 : Allure des filons de fluorine de Fontsante
(Extrait rapport BRGM/RP-60724-FR)

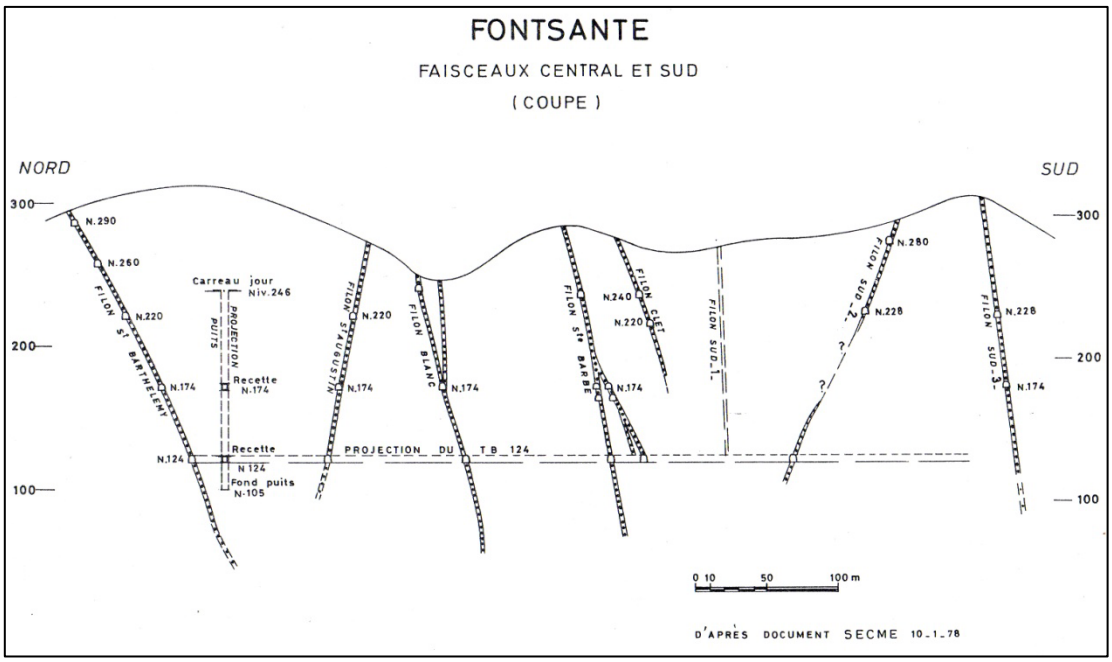


Figure 7 : Site de Fontsante - Coupe Nord Sud
(Extrait rapport BRGM/RP-60724-FR)

Le contexte hydrogéologique du houiller et du socle environnant se caractérise par des formations considérées comme naturellement imperméables. Des aquifères de milieu poreux peuvent malgré tout se retrouver dans les horizons superficiels d'altération et dans les matériaux de remplissage des vallées, et quelques écoulements à faible débit peuvent être rencontrés en liaison avec le réseau de fracturation. Les écoulements sont drainés par les cours d'eau qui recoupent le secteur :

- Au Sud-Ouest, le Reyran, qui draine la cuvette houillère depuis le Sud du barrage de Saint-Catien en direction de Fréjus,
- Au Nord, le Biançon, qui draine les concessions de Fontsante, les Vaux, Biançon et Vernatelle vers l'Est en direction de Mandelieu la Napoule. C'est sur ce cours d'eau qu'est édifié le barrage de Saint-Cassien (60 millions de m^3).
- A l'Est, Le riou de l'Argentière, qui draine les titres de la Berle, Baisse-violette, les 3 vallons et une partie du Planestel en direction de la mer, à hauteur de la Napoule.

Les travaux miniers souterrains génèrent de nombreux vides et fractures, qui créent un aquifère propre à la mine, plus ou moins compartimenté en fonction de l'exploitation. Pendant l'exploitation, les travaux souterrains étaient drainés par des galeries d'écoulement ou maintenus hors d'eau par pompage. Ces aquifères, essentiellement alimentés par l'infiltration de l'impluvium à l'aplomb des travaux, sont stabilisés, après arrêt de l'exhaure, par des émergences minières débouchant généralement dans les points bas topographiques situés à l'aplomb des travaux miniers (voir schéma de la figure 8).

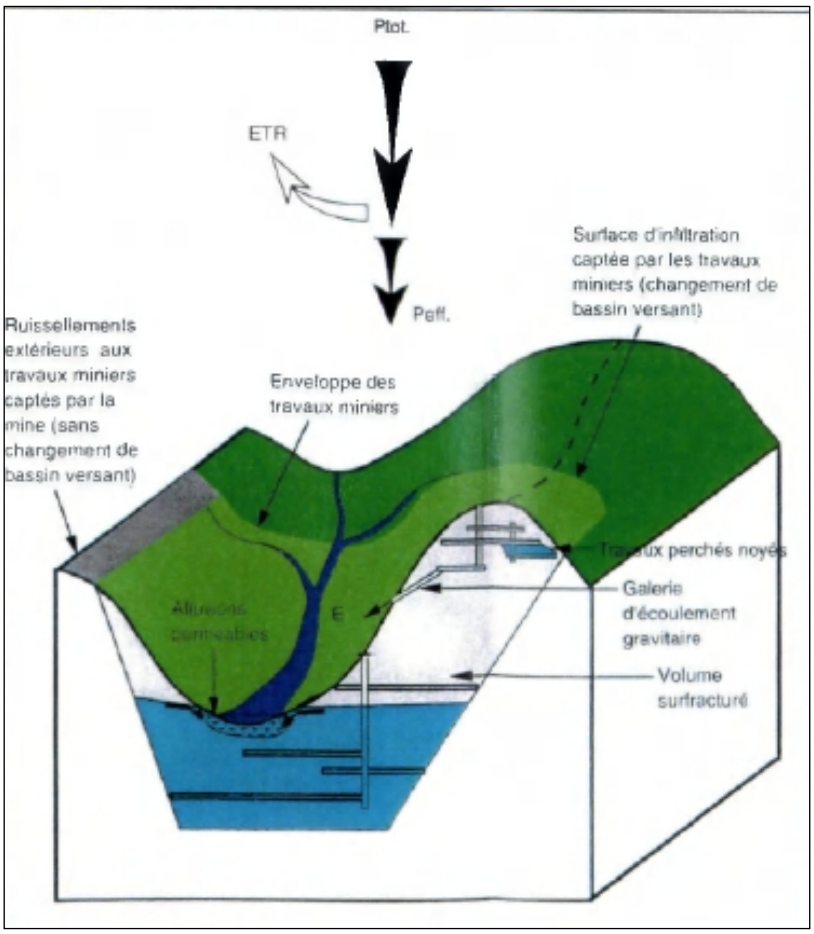


Figure 8 : Schéma hydrogéologique de principe

Des « unités hydrogéologiques » indépendantes peuvent ainsi être associées aux principaux ensembles de travaux individualisés par la géologie (failles) ou l'exploitation. L'exception ici est constituée par la mine de Fontsante, dont l'émergence a volontairement été déviée en direction du Riou de l'Argentière par crainte d'un impact qualitatif sur le barrage de Saint-Cassien.

4.2 Exploitation minière

4.2.1 Ouvrages débouchant au jour

L'exploitation souterraine nécessitait le creusement de liaisons entre le fond et le jour. Pour simplifier, les liaisons verticales sont les puits ; les autres les galeries.

Au total, 368 ouvrages débouchant au jour ont été recensés. On regroupe sous cette appellation les puits, cheminées et galeries. Par analogie et compte tenu du contexte spécifique des exploitations filoniennes, les têtes de dépilage débouchant au jour ont été intégrées à cet inventaire. La figure 9 présente la répartition des ouvrages débouchant au jour.

Sur l'ensemble des ouvrages, qui ont tous été recherchés, 101 ont été déclarés comme visibles sur le terrain, soit 28 % du total. Les autres sont non visibles du fait de la remise en état des terrains, et pour une petite partie du fait du caractère impénétrable de la végétation.

Pour l'essentiel, les ouvrages sont aujourd'hui obturés, soit suite à leur écroulement naturel, soit après leur obturation par les anciens exploitants. Les recherches de terrain font état de 30 ouvrages ouverts (8,3 %), soit par absence de mesures de mise en sécurité, soit par évolution défavorable de celles-ci.

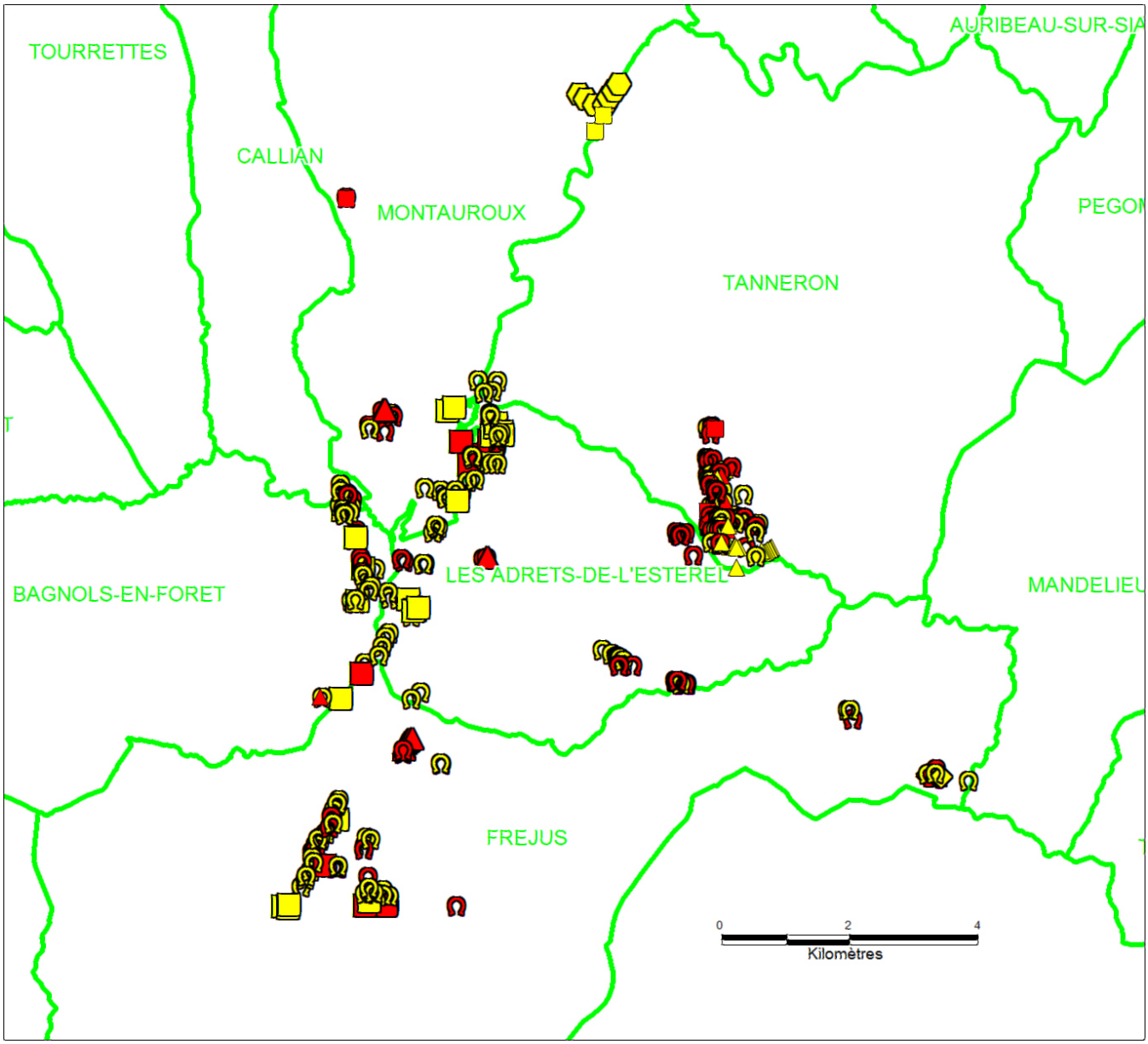


Figure 9 : Répartition des 368 ouvrages débouchant au jour
Les carrés correspondent aux puits, les fers à cheval aux galeries,
les triangles aux cheminée, les hexagones à des ouvrages indéterminés
En rouge, ouvrages visibles ; en jaune non visibles



Figure 10 : Quelques exemples d'ouvrages débouchant au jour

4.2.2 Ouvrages de dépôts

Les ouvrages de dépôts miniers regroupent principalement les verses, réalisées à partir des produits de creusement des galeries et puits, et les terrils, issus du traitement du minerai (tri, lavage…). Nous avons intégré dans cet inventaire les bassins de décantation, digues, etc… liés à l'activité minière.

91 dépôts ont ainsi été identifiés à partir des données d'archives, des plans et des observations de terrain. Cet inventaire n'est probablement pas exhaustif car les galeries ont été à l'origine de haldes de petite taille qu'il est aujourd'hui impossible de distinguer de leur environnement.

La figure 11 matérialise la répartition des dépôts recensés à l'échelle du bassin. Seuls les 2 dispositifs de dépôt de la mine de Fontsante (bassins du Lenté et de Saint-Barthélémy) sont d'une taille réellement importante (plus de 2 ha). Ces stockages de produits de décantation ont fait l'objet de travaux d'aménagement et sont suivis par le Département Prévention et Sécurité Minière (DPSM) du BRGM.

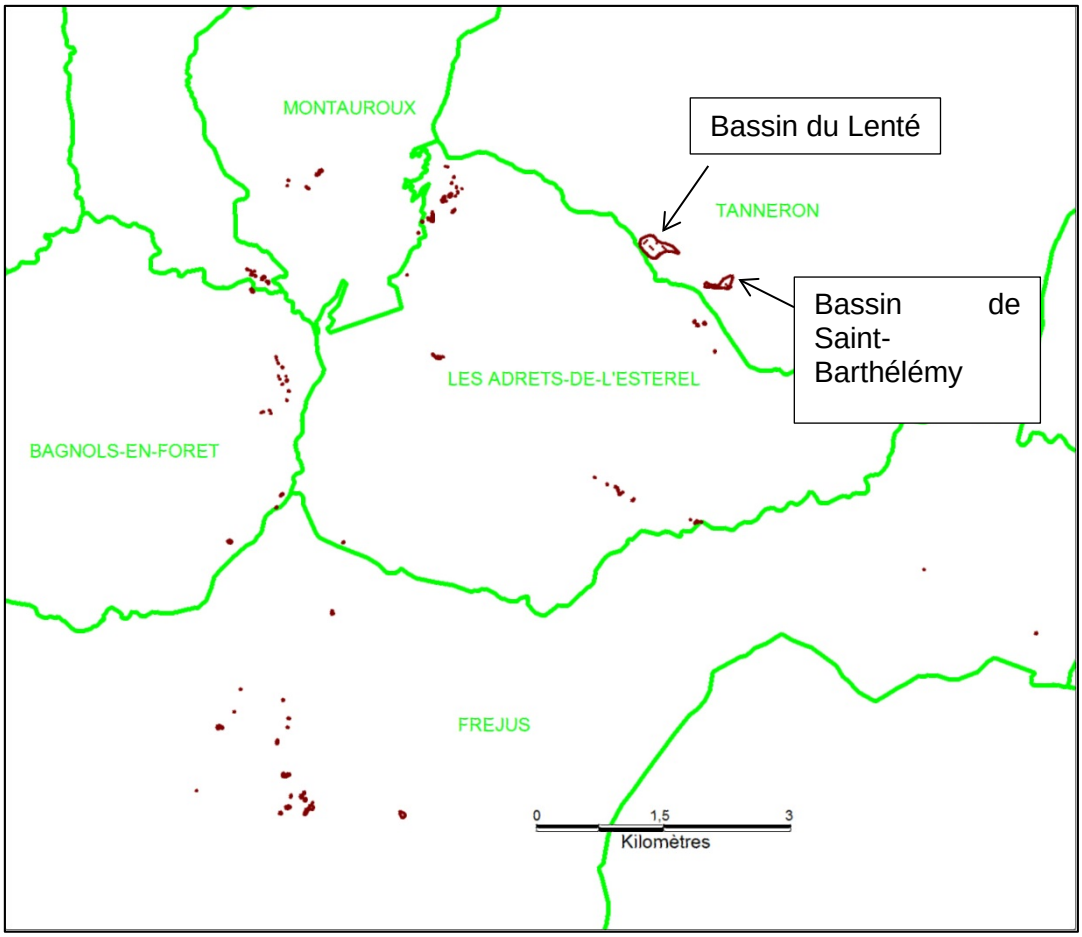


Figure 11 : Répartition des 91 ouvrages de dépôts



Figure 12 : Dépôt en sortie de la mine de fluorine de Maraval (Les Adrets de l'Esterel)

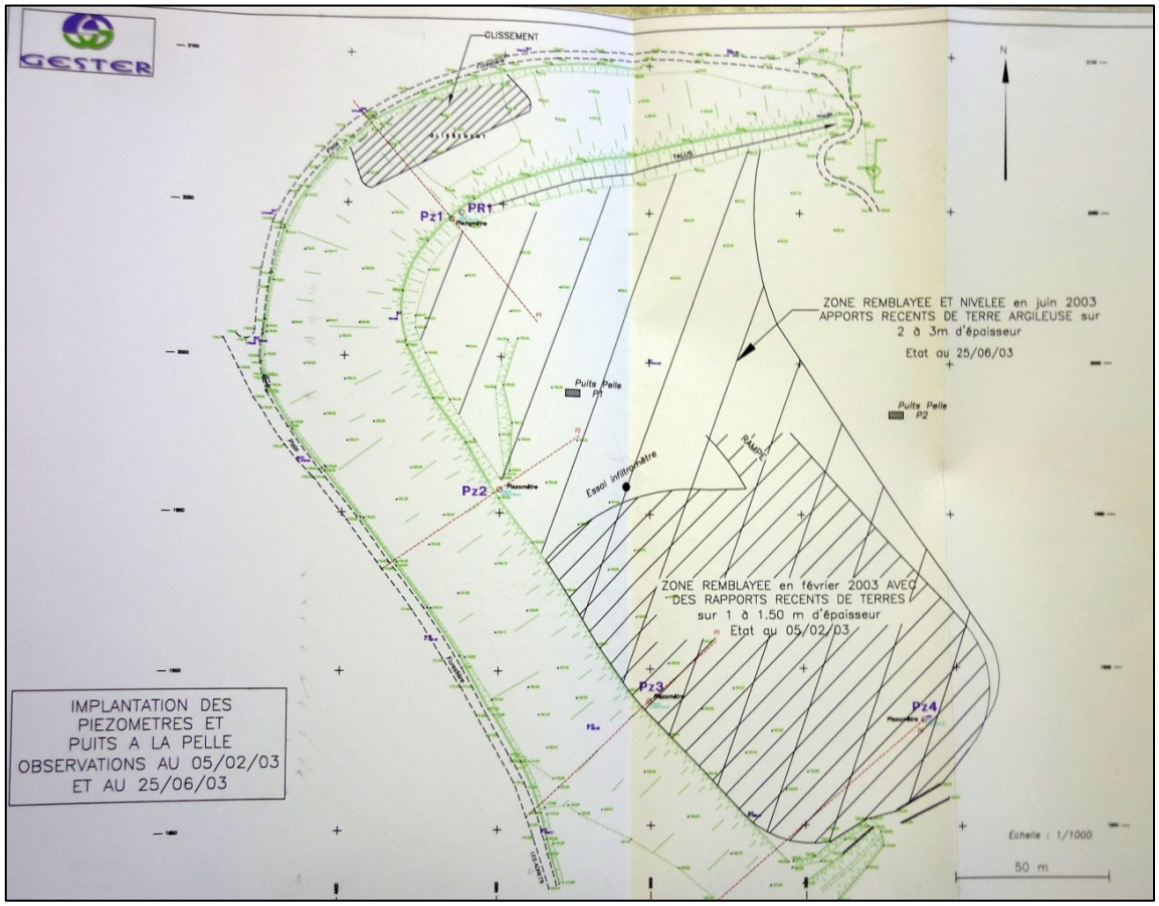


Figure 13 : Plan du site du Lenté (2003)
(Extrait rapport BRGM/RP-60724-FR)

4.2.3 Exploitations à ciel ouvert

L'exploitation est bien souvent pratiquée à ciel ouvert avant de débuter en souterrain, lorsque les gisements sont présents à l'affleurement. Ces travaux anciens sont souvent de faible extension, et on parle alors de grattages, de fosses, de tranchées, qui ne sont généralement pas toujours référencés.

En plus de cette phase d'exploitation à ciel ouvert archaïque, les gisements peu profonds ont pu être exploités à plus grande échelle à ciel ouvert à la fin de l'histoire minière, avec des moyens mécaniques permettant des découvertures importantes à des coûts raisonnables. Sur le site, les exploitations à ciel ouvert correspondent essentiellement à des tranchées sur les filons de fluorine (plus de 35 objets de ce type recensés sur le site de Fontsante), plus ou moins dans la continuité de l'exploitation souterraine. Ces tranchées peuvent localement présenter des dimensions assez importantes (site des 3 termes par exemple (figure 14)).



Figure 14 : Front de la MCO des 3 Termes (fluorine) (Fréjus)

La seule exploitation à ciel ouvert moderne qui ait été mise en évidence est la mine à ciel ouvert (MCO) de Tungstène du PEX de la Favière, exploitée entre 1984 et 1985. Aujourd'hui, elle n'est plus visible en surface du fait du remblayage intégral du site.

Au total, 64 objets de type tranchée ou exploitations à ciel ouvert ont été recensés, essentiellement en liaison avec l'exploitation des filons de fluorine (figure 15).

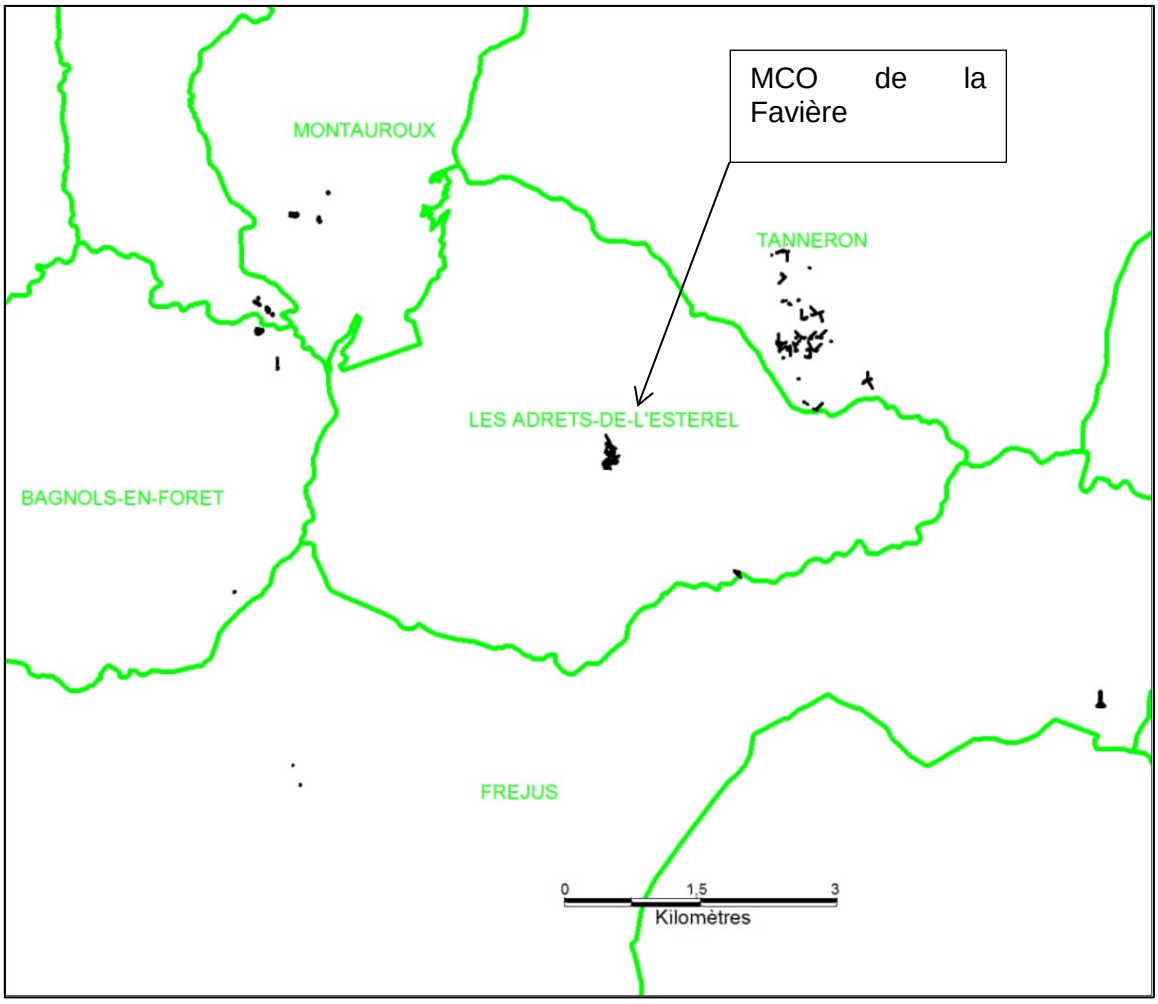


Figure 15 : Répartition des 64 exploitations à ciel ouvert

4.2.4 Méthodes d'exploitation

Les méthodes d'exploitation ont largement varié compte tenu de la longue histoire de l'exploitation et de la variabilité des gisements exploités. **Pour les substances énergétiques (houille, schistes bitumineux)**, les dépôts sédimentaires sont organisés en couches plus ou moins pentues, dont l'exploitation a historiquement débuté sur les affleurements. Les couches visibles étaient exploitées par grattages, tranchées, puis galeries ou puits courts. L'exploitation se poursuivait jusqu'à ce qu'une venue d'eau ou une rupture des terrains viennent empêcher sa poursuite. La figure 16 présente quelques illustrations permettant de visualiser ce type d'exploitation artisanale.

Dès l'époque moderne, et en particulier à partir de la fin du 18ème siècle, l'exploitation s'étend en profondeur et se structure. Les puits s'approfondissent et le minerai est extrait par tailles, le massif est découpé en panneaux plus ou moins réguliers, avec foudroyage des terrains (le toit de la couche s'effondre alors) ou encore remblayage des vides. Ce type d'exploitation est matérialisé sur la figure 17. Dans ce type d'exploitation, les vides résiduels sont essentiellement liés aux galeries et puits desservant les travaux aux ouvrages d'infrastructure (travers banc par exemple, voie de tête et de base des tailles), mais ils peuvent également subsister dans les tailles mal remblayées ou au foudroyage incomplet. La profondeur maximale d'exploitation sur le bassin est relativement faible pour ces substances (150 m à la mine de Boson).

Figure 16 : Quelques illustrations des méthodes d'exploitation anciennes de houille et substances équivalentes

Figure 17 : Illustrations d'une exploitation par taille

Pour les structures filoniennes, une exploitation des affleurements a pu localement être menée sur certains sites, comme en témoignent les différentes exploitations à ciel ouvert recensées. En souterrain, l'exploitation a été menée par différentes techniques visant toute au prélèvement du filon minéralisé :

- Chambres magasins pour la mine de Fontsante (figure 18), avec découpage du filon par des voies de base et de tête, reliées par des doubles cheminées à chaque extrémité du panneau découpé. Le dépilage du panneau est menée à partir de la voie de base par succession de sous-niveaux remontants. Le volume du panneau ainsi abattu est soutiré en fonction des besoins par l'intermédiaire des fourneaux (trémies) percés au toit de la voie de base, stocké dans l'attente en « chambres magasins ». Les chambres magasins étaient ensuite comblées par du remblai lorsque la surface était sensible (cas de l'autoroute à proximité des travaux de Fontsante). Ailleurs, les chambres demeuraient vides. Un stot (filon inexploité) minimal de 5 à 6 m était préservé avant le terrain naturel pour se prémunir des ruptures de tête de filon.

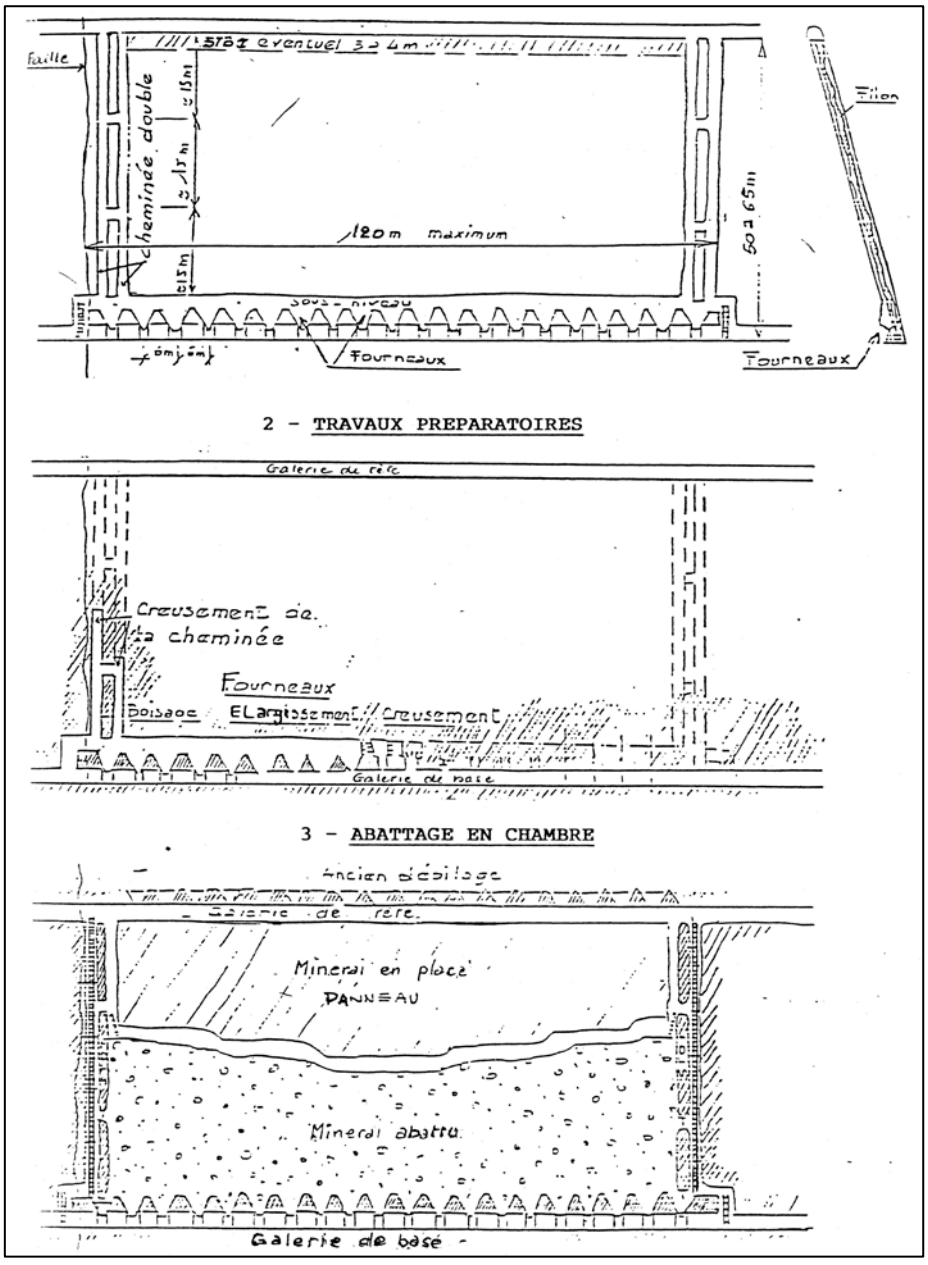


Figure 18 : Schéma d'exploitation par chambres-magasins
(Extrait rapport BRGM/RP-60724-FR)

- Pour les filons isolés de taille restreinte, le principe d'exploitation reste le même, soutirage du panneau abattu entre 2 cheminée par une voie de base (figure 19). L'exploitation peut même se restreindre à un dépilage local du filon par traçage de galerie dans la caisse filonienne.

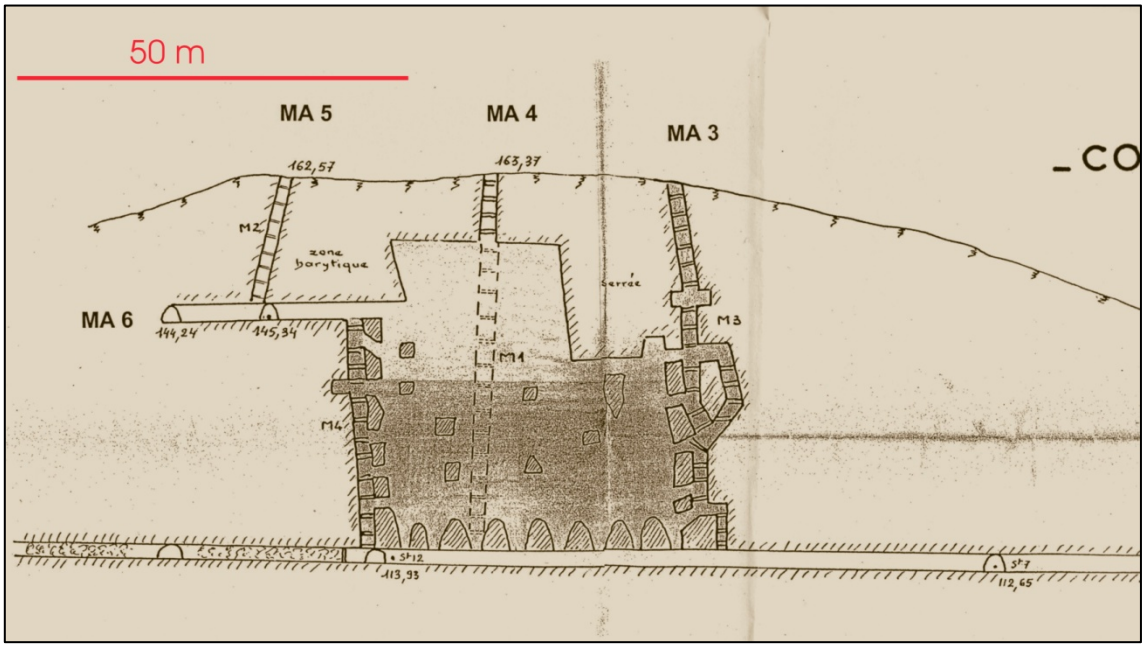


Figure 19 : Coupe du filon max (PEX de Garrot)
(Extrait rapport BRGM/RP-60724-FR)

Dans ce type d'exploitation, les vides résiduels sont liés aux galeries d'infrastructure, aux cheminées et puits, mais également à la caisse filonienne dépilée.

Pour être complet, nous rappellerons que le tungstène du PEX de la Favière n'a été exploité qu'à ciel ouvert, tandis que les recherches d'uranium du site de Charbonnier n'ont donné lieu qu'au développement d'un petit réseau de galeries.

L'emprise des travaux miniers souterrains connus atteint au total 131,38 ha, essentiellement répartis sur les communes de Tanneron, Fréjus et les Adrets-de-l'Esterel (figure 20). A cette enveloppe de travaux souterrains connus a été ajoutée une enveloppe de travaux suspectés en liaison avec des affleurements, des ouvrages isolés, des désordres de surface et des reports peu fiables ou des mentions imprécises. Au total, 153,5 ha sont ainsi concernés (dont un peu plus de 22 ha de travaux suspectés).

Les aléas étant liés à la profondeur des travaux miniers souterrains, des cartes d'iso épaisseur de recouvrement ont également été élaborées. Elles se trouvent en annexe C.

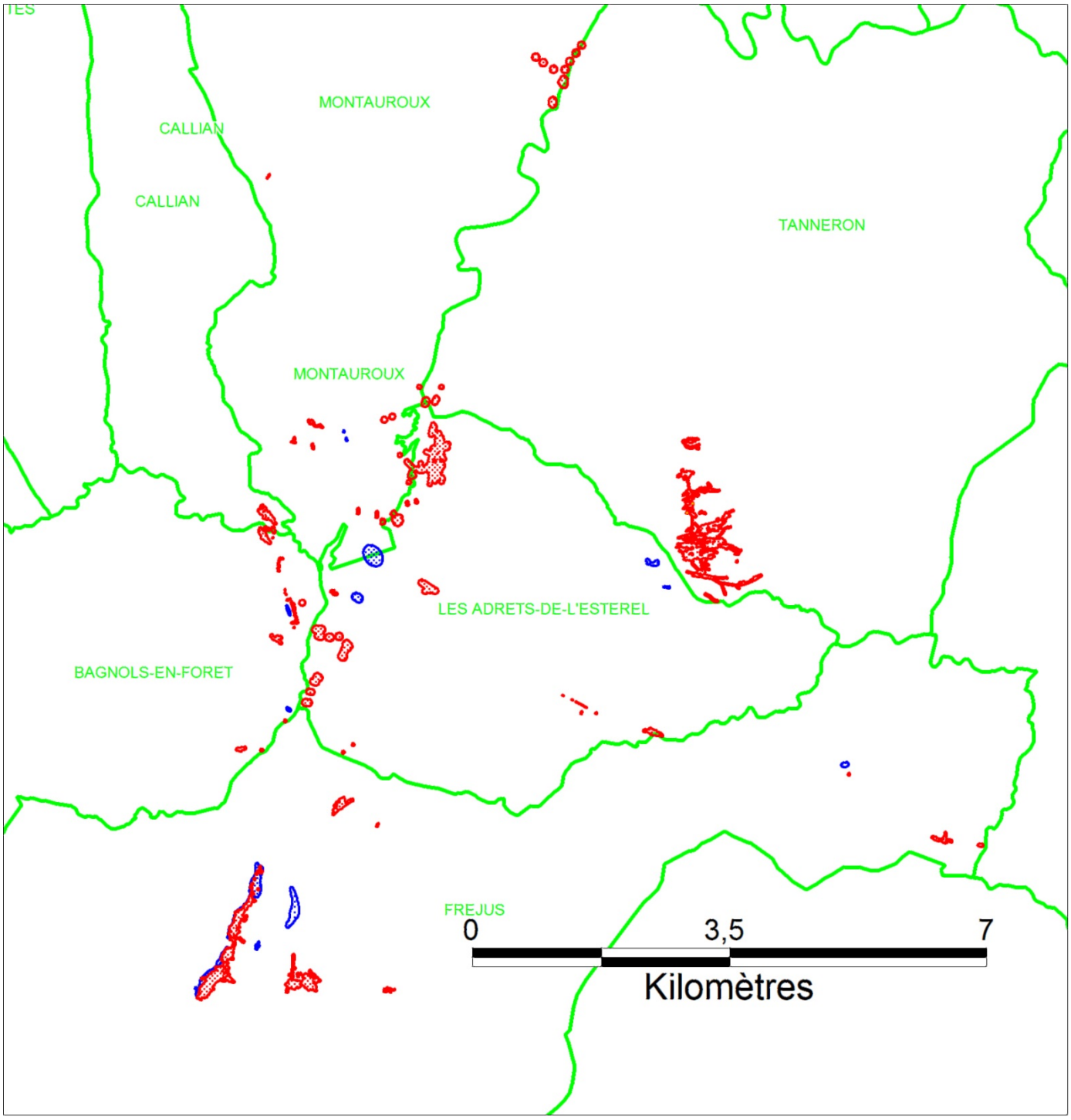


Figure 20 : Report de l'enveloppe des travaux miniers souterrains connus (en rouge) et suspectés (en bleu)

4.2.5 Désordres

Soixante neuf désordres ont été inventoriés à l'occasion de l'étude. Pour la majorité d'entre eux (59), il s'agit d'effondrements localisés, avec une forte concentration sur la mine de fluorine de Fontsante (35 effondrements recensés). Quelques traces de ravinement et de glissement ont également été observées. Certains désordres sont récents (a priori 2012), y compris sur des ouvrages déjà traités. Pour beaucoup de désordres, la date d'apparition n'est pas connue. La figure 21 illustre quelques exemples sur Fontsante.

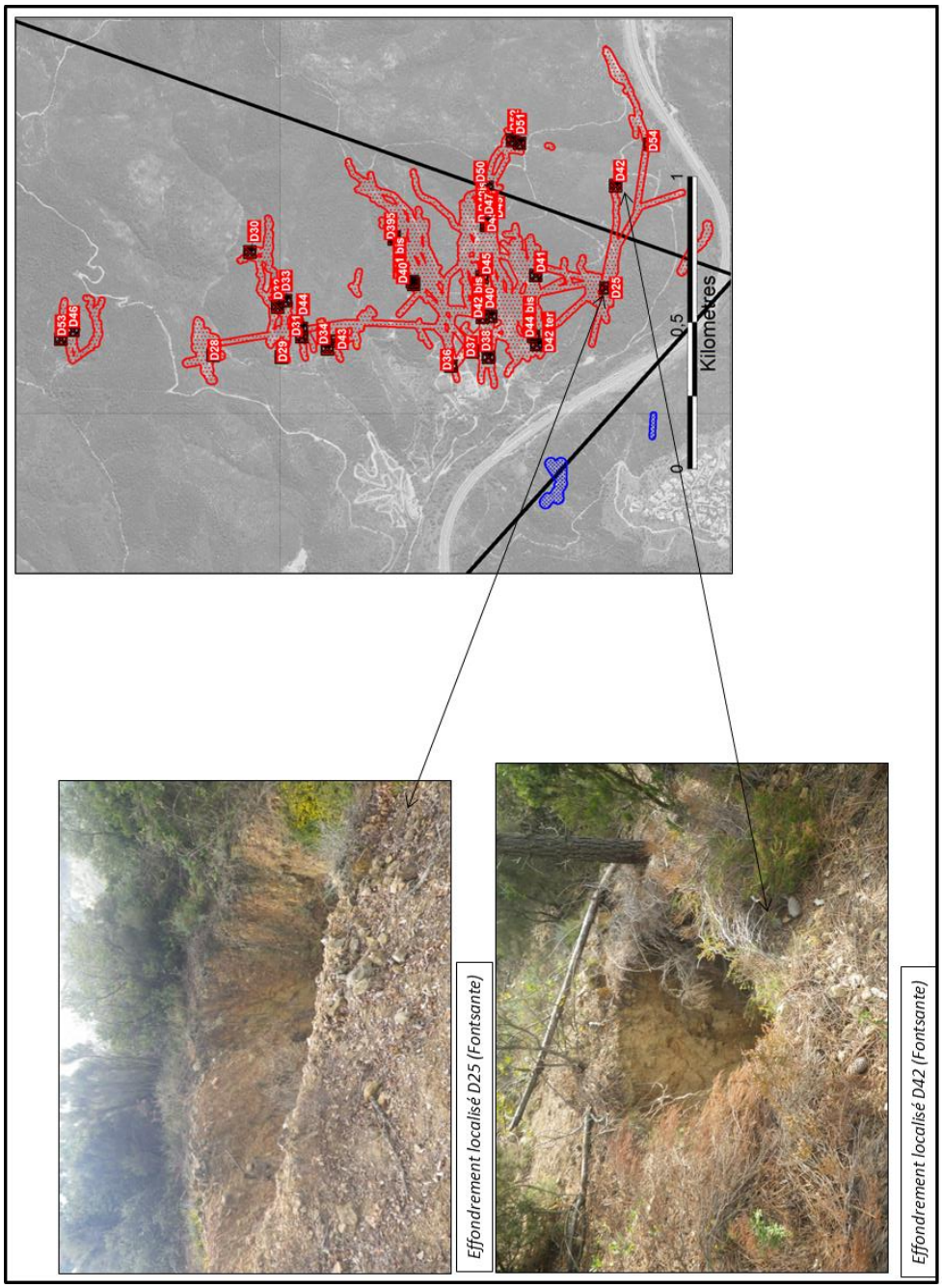


Figure 21 : Quelques exemples de désordres

5 ALEAS RESIDUELS

5.1 Incertitude et marges d'affichage

L'affichage de l'aléa lié à un élément minier intègre l'extension du phénomène, l'incertitude de localisation intrinsèque de l'ouvrage ou du secteur de travaux concerné et une incertitude propre au support cartographique.

L'incertitude de localisation relative à l'ouvrage minier dépend des éléments ayant mené à son positionnement. Si les ouvrages relevés sur le terrain au DGPS se voient attribuer une très faible incertitude (de quelques décimètres à quelques mètres), ceux dont la position est tirée d'anciens croquis portant peu de points de repère se voient attribuer l'incertitude du plan dont ils sont issus.

Le support cartographique (SCAN 25, photogrammétrie, orthophotoplan), par sa précision, est lui-même vecteur d'une erreur de positionnement indépendante des ouvrages miniers. Elle est de l'ordre de 20 m environ pour le SCAN 25, et de moins de 5 m pour l'orthophotoplan.

Ces incertitudes apparaissent en cartographie de phase informative dans l'enveloppe des travaux miniers, et sont incluses dans les marges prises en compte pour l'affichage des aléas.

Dans le cas présent, l'incertitude globale (localisation + cartographique) a été adaptée en fonction de l'origine des données. Elle varie de 5 à 10 m environ pour les ouvrages visibles levés au dGPS à 50 m pour les reports issus des plans les moins précis.

5.2 Nature des aléas résiduels évalués

Le décret en conseil d'Etat n° 2000-547 du 16 juin 2000 relatif à l'application des articles 94 et 95 du code minier stipule que les PPRM sont élaborés et mis en œuvre dans les conditions prévues par la loi du 22 juillet 1987 ainsi que par le décret du 5 octobre 1995. Les aléas pris en compte, au titre de l'article 2 du décret du 5 octobre 1995 sont notamment les suivants : affaissements, effondrements, fontis, inondations, émanations de gaz dangereux, pollutions des sols ou des eaux, émissions de rayonnements ionisants.

La cartographie présentée dans le cadre de cette étude concerne uniquement les aléas liés aux mouvements de terrain générés par les travaux souterrains ou les dépôts de surface.

Les aléas sont évalués conformément au guide méthodologique *INERIS DRS 06-51198/R01. Ce rapport est téléchargeable sur le site internet de l'INERIS et le lecteur pourra s'y reporter pour plus de détails sur les phénomènes évoqués.*

On pourra par ailleurs se reporter au rapport en annexe A, pour le détail des phénomènes et de l'évaluation des aléas.

Nous présenterons ci-après la synthèse de cette évaluation

Les cartes d'aléas se trouvent en annexe D. Comme pour les cartes informatives, les cartes d'aléas sont fournies avec le présent rapport sur support informatique.

Les aléas étudiés dans le périmètre considérés sont présentés ci-après.

5.2.1 L'effondrement généralisé - Non retenu

L'occurrence de ce phénomène est l'évènement potentiellement le plus dommageable à l'aplomb des exploitations souterraines. Les effondrements généralisés, également appelés effondrements en masse, se manifestent par la rupture, souvent dynamique (quelques secondes), de tout ou partie d'une exploitation, affectant ainsi la stabilité des terrains de surface sur des étendues pouvant atteindre plusieurs hectares. La hauteur d'effondrement affectant la partie centrale peut atteindre plusieurs mètres et même plusieurs dizaines de mètres quand c'est une cavité de dissolution du sel qui s'effondre. Cette zone centrale est bordée par des fractures ouvertes, sub-verticales, délimitant des « marches d'escalier » dont les conséquences peuvent, elles aussi, s'avérer très dommageables pour les personnes et les biens situés en surface. Il suppose la persistance de vides importants en souterrain. C'est un des aléas typiquement étudiés sur les exploitations partielles (ou tout le minerai n'est pas extrait) de type chambres et piliers abandonnés. Il implique des configurations de travaux spécifiques, dans des gisements en plateure ou faiblement pentés, avec un taux de défruitement (pourcentage de minerai enlevé) suffisant, une profondeur assez importante pour entraîner la rupture des piliers, la présence d'un banc raide etc…

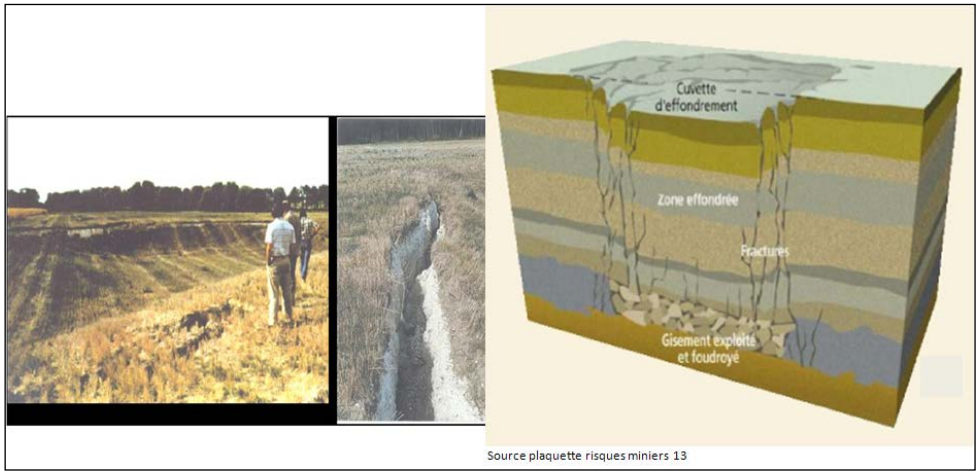


Figure 22 : Exemple d'effondrement généralisé

Aucune configuration favorable au déclenchement de ce type d'aléa n'a été mise en évidence au sein du périmètre d'étude et **cet aléa a donc été écarté**.

5.2.2 L'affaissement - Non retenu

Il correspond classiquement à un mouvement souple et progressif des terrains de surface induit par l'éboulement des travaux souterrains, selon un mécanisme initial proche de celui de l'effondrement généralisé (rupture d'un pilier entraînant par report de charge la rupture des piliers voisins). Il se manifeste par l'apparition de dépressions sous forme de cuvettes débordant souvent de l'emprise stricte des travaux miniers (notion d'angle d'influence γ). La grande différence tient dans la cinétique plus lente du phénomène et surtout dans le caractère souple des déformations.

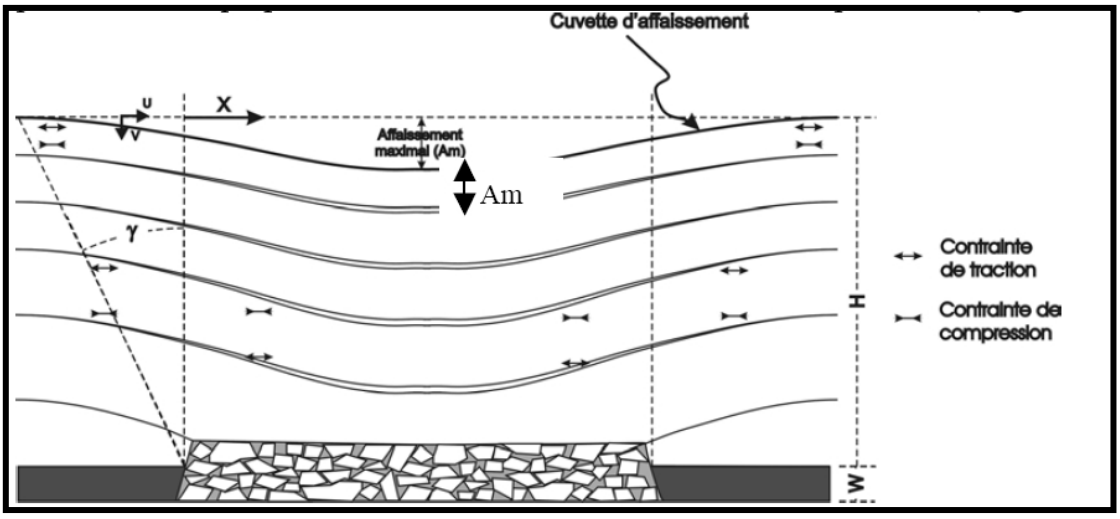


Figure 23 : Schématisation d'une cuvette d'affaissement

Plusieurs configurations peuvent être à l'origine de ce phénomène :

- les exploitations totales (tout le minerai est enlevé dans les tailles), menées à moyenne ou grande profondeur et présentant des extensions horizontales importantes. L'affaissement se produit alors immédiatement après l'exploitation.

- Les exploitations partielles (chambres et piliers) présentant des configurations de profondeur, d'exploitation et de pendage favorables au déclenchement de ce type de phénomène (gisements d'extension suffisante avec possibilité de débourrages de remblai, ou suffisamment profonds pour menacer la stabilité des piliers).

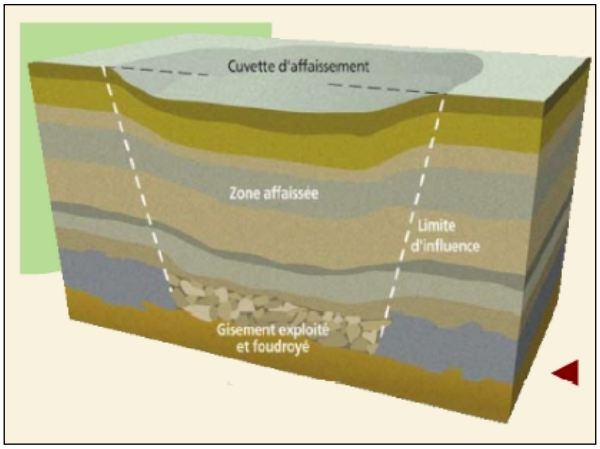


Figure 24 : Cuvette d'affaissement (source DGPR)

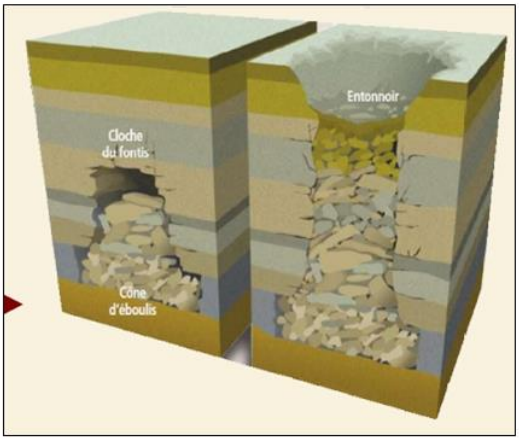
Il n'y a pas de configuration favorable sur le bassin susceptible d'engendrer ce type de phénomène.

L'aléa affaissement n'a donc pas été retenu.

5.2.3 L'effondrement localisé

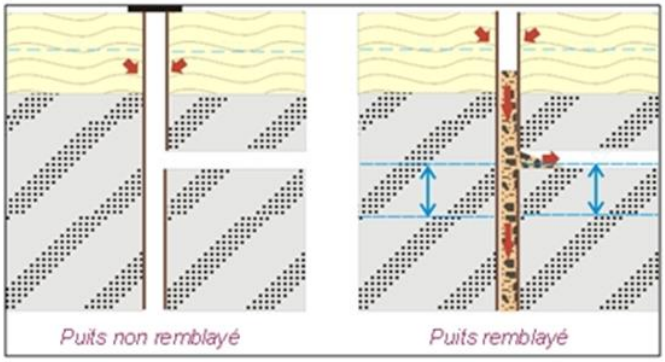
Il s'agit de l'apparition soudaine en surface d'un cratère d'effondrement dont les caractéristiques géométriques dépendent du phénomène initiateur et du comportement des terrains sus-jacents.

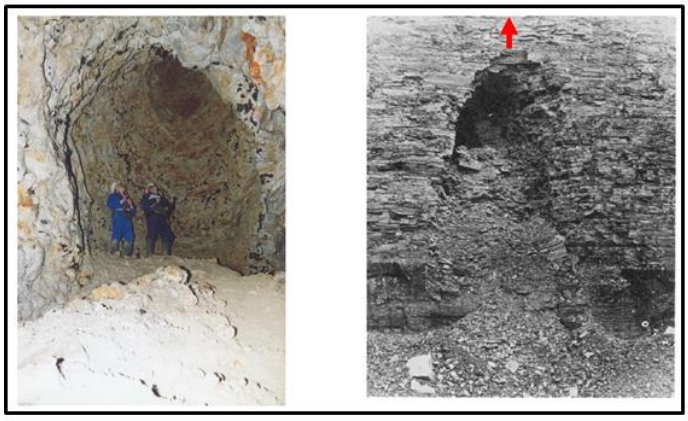
L'effondrement localisé peut être la conséquence soit de la remontée au jour d'un vide initié en profondeur (fontis sur une galerie par exemple) ou encore de la rupture d'une colonne de puits ou d'une tête de galerie mal obturée (voir figure 25).



Terminologie du fontis (source DGPR)

Effondrement localisésur puits, par rupture de colonne (gauche) ou débourrage (droite)





Fontis réels



Effondrement localisé (puits de Pacalon (42))

Figure 25 : Schématisations des deux processus à l'origine des effondrements localisés

La figure 26 présente des exemples réels de fontis « vus du fond ». On pourra se reporter à la figure 21 pour visualiser deux exemples d'effondrement localisé en surface sur le bassin.

Cet aléa est envisageable ici en liaison avec le mécanisme de fontis sur galeries ou travaux peu profonds et au droit des orifices d'ouvrages débouchant au jour (débourrage de remblais, rupture de colonne de puits ou de cheminées). Son intensité est évaluée suivant le diamètre attendu (voir tableau ci-après).

Intensité	Diamètre de l'effondrement
Très limitée	Effondrements auto-remblayés à proximité immédiate de la surface
Limitée	< 3 m
Modérée	3 m < diamètre≤10 m
Elevée	>10 m

Tableau 2 : Grille d'évaluation de l'intensité des effondrements localisés
(source INERIS-DRS-06-06-51198/R01)
Dans la pratique, l'intensité très limitée n'est pas observée

Sur le bassin, les exemples d'effondrement localisés sont nombreux (59 évènements recensés), en particulier sur les exploitations filoniennes, propices à la persistance de vides importants.

Les hauteurs maximales de remontée de fontis ont été évaluées à partir de la formule de Meier et des observations de terrain.

Dans le cas d'une galerie isolée, la formule de Meier (1991) prend la forme :

- $h_{cloche} = \frac{w}{K-1}\left(1+\frac{w}{D.\tan\theta}\right)$ pour une forme cylindrique ;
- $h_{cloche} = 1{,}274\times\frac{w}{K-1}\left(1+\frac{w}{D.\tan\theta}\right)$ pour une forme parabolique.

Remarque : *w r*eprésente la hauteur de la galerie, *D* le diamètre du fontis, *K* le coefficient de foisonnement et θ l'angle de talus.

<u>Pour l'effondrement localisé lié aux têtes de puits :</u>

- **L'intensité** retenue est modérée pour les puits d'exploitation, dont le diamètre est évalué à 3 m au maximum, et limitée pour les ouvrages d'aérage et de recherche (diamètre des ouvrages inférieur à 2 m)
- **La prédisposition** a été évaluée pour chaque ouvrage en fonction :
    - de la nature du revêtement et de l'encaissant (les gneiss sont par exemple moins sensibles que le houiller),
    - du mode de traitement des ouvrages (un bouchon béton correctement dimensionné est un facteur positif par rapport à un simple remblayage),
    - de la profondeur des puits, qui augmente la probabilité de présence de vides,
    - du nombre de recettes, qui en augmentant favorise le départ des remblais dans les travaux,
    - du niveau piézométrique, défavorable en cas de non stabilisation.

Le niveau d'aléa résultant du croisement de l'intensité et de la prédisposition va donc de faible (prédisposition peu sensible et intensité limitée) à fort (prédisposition très sensible et intensité modérée). 10 puits sont classés en fort, 30 en moyen, les autres en faible (voir tableau 3).

Ouvrage	Prédisposition	Intensité	Aléa retenu
315, 365, 388, 292, 293, 294, 295, 169, 565 Puits d'aérage de Fontsante	Peu sensible	Limitée	Faible
179, 258, 19, 85, 265, 266, 271, 172, 264, puits d'exploitation ou indéterminés de Fontsante	Peu sensible	Modérée	Faible
316, 14, 3, 268, 269, 270	Sensible	Limitée	Faible
317, 319, 320, 318, 162, 545, 254, 255, 256, 259, 260, 261, 262, 263, 547, 548, 26, 116, 264, 181	Sensible	Modérée	Moyen
516, 18, 23, 113, 114, 374, 468, 450, 564, 321	Très sensible	Limitée	Moyen
331, 253, 257, 44, 40, 41, 49, 79, 191, 503	Très sensible	Modérée	Fort

Tableau 3 : Niveaux d'aléa des différents puits

Le phénomène d'effondrement localisé sur travaux et galeries est lié à la survenance possible de fontis sur les galeries ou vides résiduels ou à la rupture de pilier couronne sur les filons exploités.

L'intensité retenue est variable suivant le type d'objet et d'exploitation :

- limitée pour les galeries de recherche et quelques secteurs d'exploitation de houille, dont les dimensions des vides résiduels sont restreintes,
- modérée pour les galeries isolées peu profondes (souvent moins de 15 m de profondeur) des travaux de charbon et pour l'essentiel des galeries et caisse filonienne des petits filons de fluorine à moins de 15/20 m de profondeur, voire jusqu'à 60 m de profondeur dans le cas particulier de Fontsante,
- élevée pour la caisse filonienne et les galeries à moins de 15 m de profondeur de Maraval fluorine

La prédisposition a été évaluée en fonction des caractéristiques géologiques des sites, de l'exploitation, de l'historique des désordres existants. Elle intègre les facteurs liés à la probabilité de présence de vides, de rupture de la cavité et de sa remontée jusqu'à la surface.

L'intégration des différents paramètres a permis de distinguer :

- une prédisposition très sensible :
    - pour la caisse filonienne de Maraval fluorine, sur laquelle un effondrement de grande taille s'est déjà produit et dont la couverture semble altérée,
    - Pour la partie centrale de la caisse filonienne de l'Avellan, et pour celle de Garrot à moins de 15 m de profondeur,
    - Pour la caisse filonienne de Fontsante jusqu'à 60 m de profondeur compte tenu du grand nombre de désordres observés et de l'épaisseur assez importante de la caisse filonienne,
- Une prédisposition peu sensible a contrario :
    - pour les secteurs d'Auriasque, de la Bergerie (présence d'un toit résistant),
    - pour les travaux de Frejus Nord (hors Maraval), Biançon et Vernatelles, compte tenu de la faible ampleur des travaux (recherches courtes aux affleurements),
    - pour les galeries secondaires et de recherche de Garrot compte tenu de l'absence de désordre.
    - pour les galeries de recherches isolées et sites hors titres (Charbonnier, Gaudon…), creusées dans le socle résistant.

Pour les autres configurations, la prédisposition retenue est considérée comme sensible, voire sensible à très sensible pour la caisse filonienne des Trois Vallons et des Trois Termes (dépilages très peu profonds).

Le tableau 4 présente la répartition des paramètres d'intensité et de prédisposition ainsi que le niveau d'aléa final retenu en fonction des différentes configurations.

Typologie	Prédisposition	Intensité	Aléa retenu
Boson : galeries isolées à moins de 15 m de profondeur	Sensible	Modérée	Moyen
Boson : galeries de recherche à moins de 15 m de profondeur	Sensible	Limitée	Faible
Boson - Mine de l'Aqueduc et mine du Pont : travaux à moins de 20 m de profondeur	Sensible	Modérée	Moyen
Boson – partie nord : travaux à moins de 20 m de profondeur	Sensible	Limitée	Faible
L'Esquine : travaux de recherche	Sensible	Limitée	Faible
Auriasque et Bergerie : galeries isolées à moins de 15 m de profondeur	Sensible	Modérée	Moyen
Auriasque et Bergerie : travaux à moins de 15 m de profondeur	Peu sensible	Modérée	Faible
La Magdeleine	Sensible	Limitée	Faible
Fréjus nord : Maraval	Sensible	Limitée	Faible
Fréjus nord : autres travaux	Peu sensible	Limitée	Faible
Vaux : travaux et galeries à moins de 20 m de profondeur (dans les faits tous les travaux)	Sensible	Modérée	Moyen
Biançon et Vernatelles	Peu sensible	Limitée	Faible
Fontsante : galeries isolées à moins de 15 m de profondeur	Sensible	Modérée	Moyen
Fontsante : caisse filonienne (profondeur des travaux inférieure à 60 m)	Très sensible	Modérée	Fort
Garrot : galerie secondaire ou de recherche à moins de 15 m de profondeur	Peu sensible	Modérée	Faible
Garrot : galerie sur filon à moins de 15 m de profondeur	Sensible	Modérée	Moyen
Garrot : caisse filonienne, travaux à moins de 20 m de profondeur	Très sensible	Modérée	Fort
L'Avellan : partie sud-ouest de la caisse filonienne	Sensible	Modérée	Moyen
L'Avellan : partie centrale de la caisse filonienne	Très sensible	Modérée	Fort
Les Trois Vallons : galerie isolées à moins de 15 m de profondeur	Sensible	Modérée	Moyen
Les Trois Vallons : caisse filonienne	Sensible à très sensible	Modérée	Moyen à fort
Permis des Trois Termes : caisse filonienne	Sensible à très sensible	Modérée à élevée	Fort
Maraval fluorine : caisse filonienne	Très sensible	Elevée	Fort
Maraval fluorine : Galerie isolée à moins de 15 m de profondeur	Sensible	Elevée	Fort
Panestel	Sensible	Modérée	Moyen
Autres sites et galeries de recherche	Peu sensible	limitée	Faible

Tableau 4 : Critères d'évaluation de l'aléa effondrement localisé

Sur les travaux suspectés, l'aléa est faible du fait de la faible prédisposition à la présence de vides.

En ce qui concerne les modalités cartographiques, l'aléa est construit autour des objets miniers et intègre l'incertitude de localisation (I) et la marge d'extension latérale de l'effondrement (E), prise égale à l'épaisseur des terrains déconsolidés de surface (figure 26), partant de l'hypothèse d'un angle de talus α de 45°. Cette marge a été prise égale à 1 m pour les exploitations dans les gneiss, et 3 m pour le houiller et le Permien.

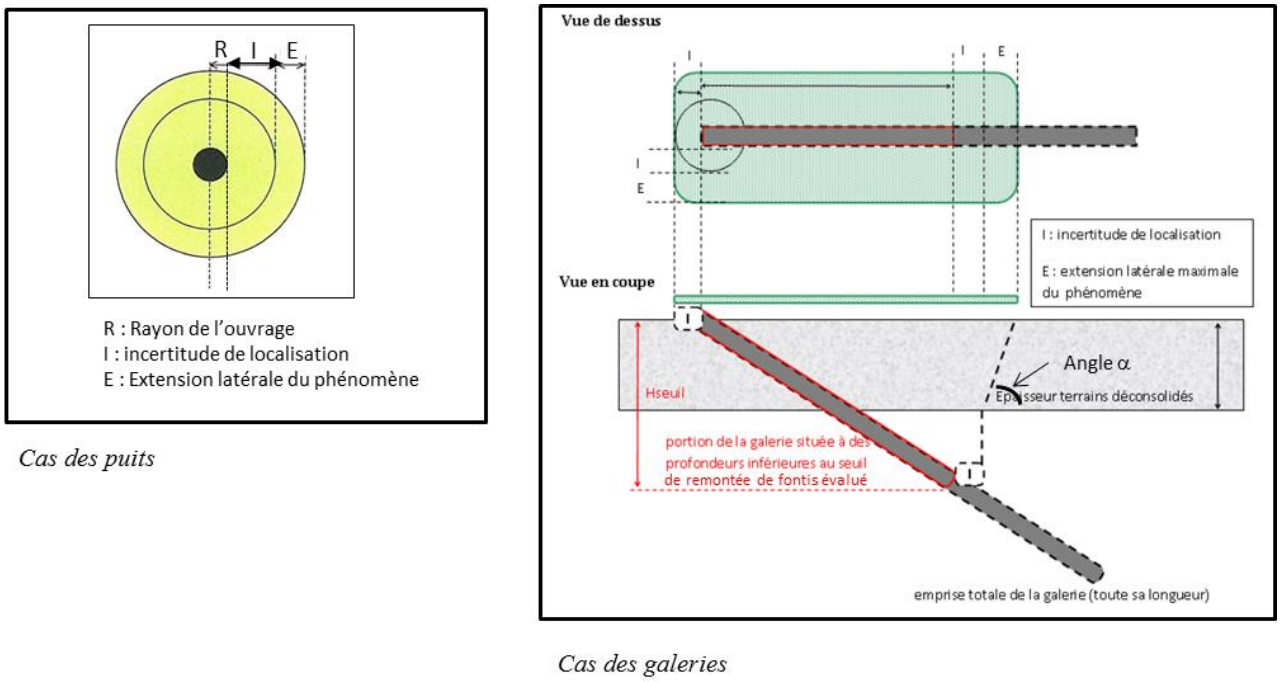


Figure 26 : Principes de cartographie de l'aléa effondrement localisé

La figure 27 permet de visualiser l'emprise de l'aléa effondrement localisé à l'échelle du bassin. Tanneron, les Adrets-de-l'Esterel et Fréjus sont les communes les plus impactées. Si l'aléa fort ne concerne pas de bâtiments, l'aléa moyen concerne un bâtiment sur le site de planestel (commune des Adrets de l'Esterel) et l'aléa faible 4 bâtiments dans le secteur de Maraval houille, sur la commune de Montauroux (voir cartes d'aléas en annexe D).

Au total, l'aléa fort représente environ 26 ha, l'aléa moyen 37 ha et l'aléa faible 52 ha, soit au total 125 ha.

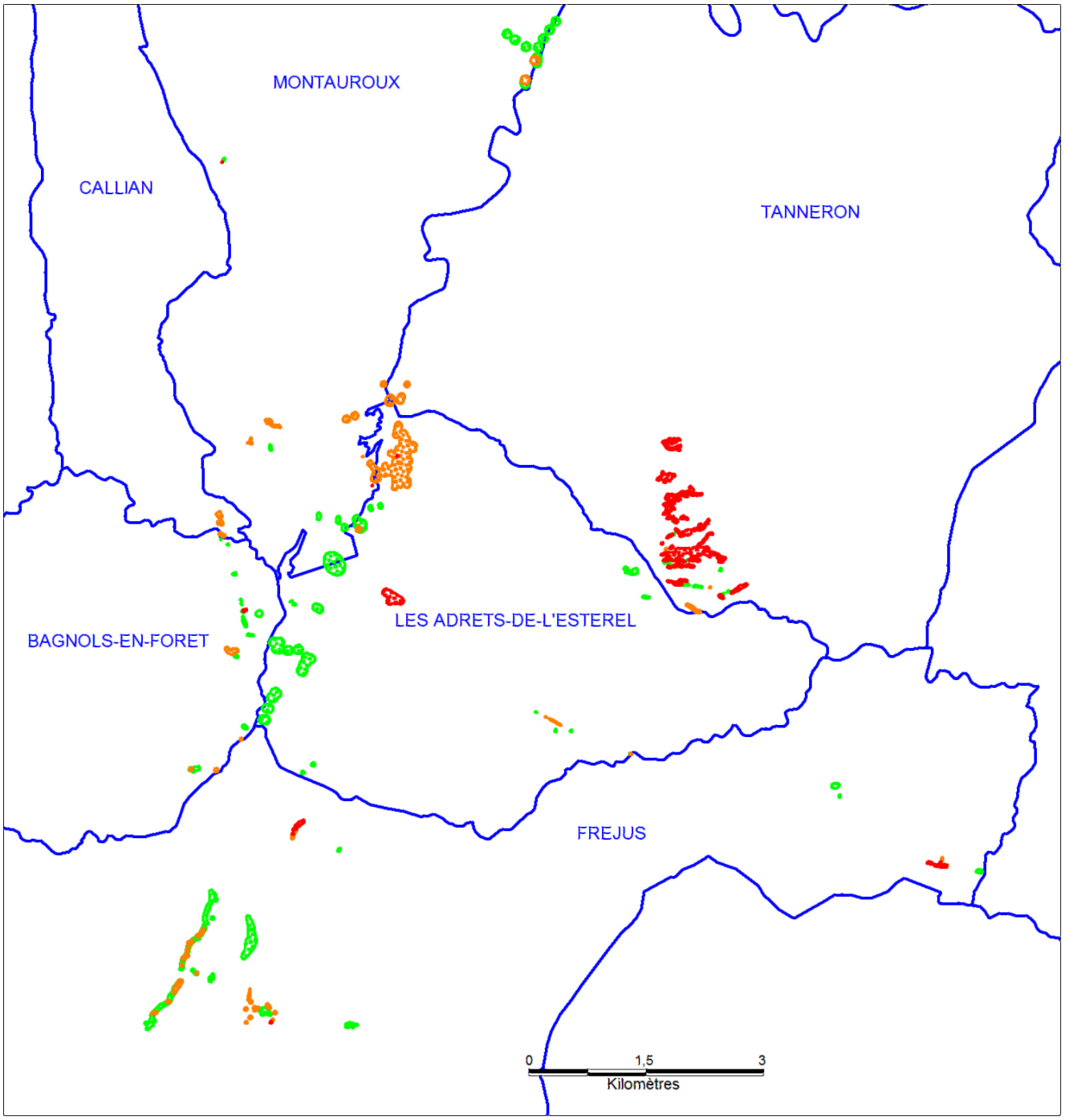


Figure 27 : Emprise de l'aléa effondrement localisé
En rouge, aléa fort, en orange aléa moyen, en vert aléa faible

5.2.4 Tassement lié aux travaux souterrains et aux dépôts

Il s'agit d'un phénomène de recompaction d'un massif meuble ou affecté par les travaux souterrains lié aux variations importantes de conditions environnementales ou de surcharges.

L'intensité du phénomène est par nature limitée à très limitée. Cet aléa est typiquement retenu sur les remblais (verses, terrils, découvertes remblayées) mais aussi à l'aplomb des travaux foudroyés peu profonds, en gisement peu pentés. Dans cette configuration, suite à l'effondrement du toit des travaux, les terrains sus-jacents sont déconsolidés (fractures, décollements de bancs) et sont donc susceptibles de générer un tassement. On considère généralement que la profondeur maximale des travaux susceptibles de générer du tassement est voisine de 50 m.

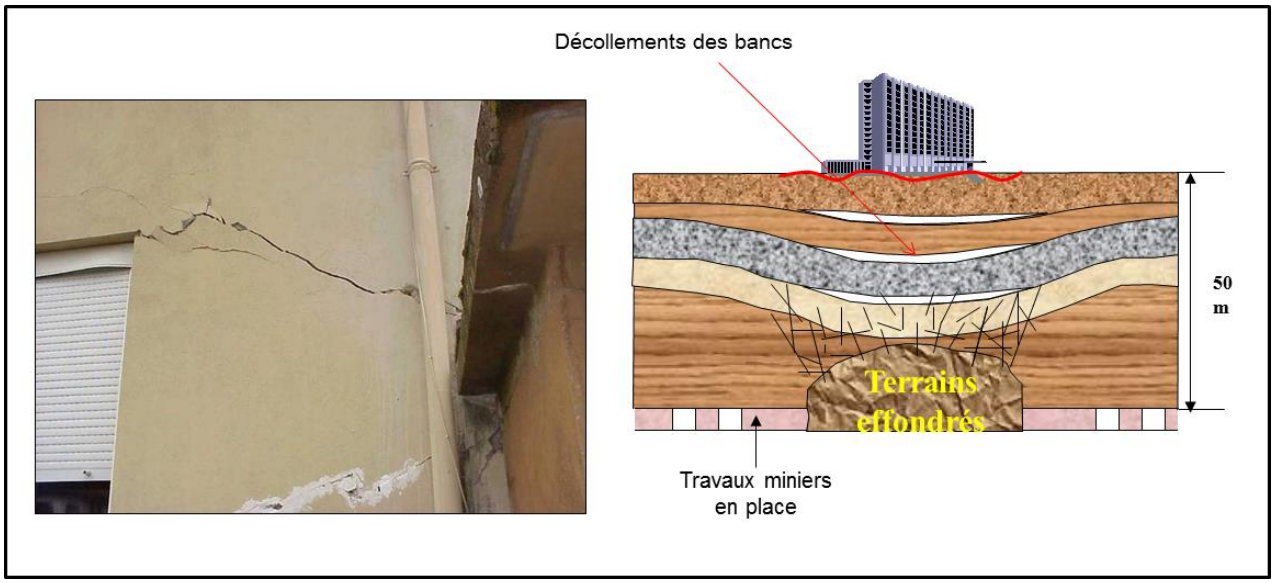


Figure 28 : Illustration du phénomène de tassement (à droite) et de ses effets possibles sur le bâti (à gauche)

Dans le cas présent, cet aléa a été retenu avec un niveau faible sur les travaux miniers souterrains avérés des mines de houille situés à moins de 20 m de profondeur ainsi que sur l'emprise des dépôts, et exploitations à ciel ouvert..

Il n'a pas été cartographié sur les têtes d'ouvrages et les travaux supposés, déjà affectés d'un aléa effondrement localisé. L'emprise de l'aléa tassement sur travaux miniers intègre autour des travaux uniquement l'incertitude de localisation de ceux-ci. Au total, cet aléa concerne une surface de 45 ha.

L'emprise de cet aléa à l'échelle du bassin est reportée sur la figure 29.

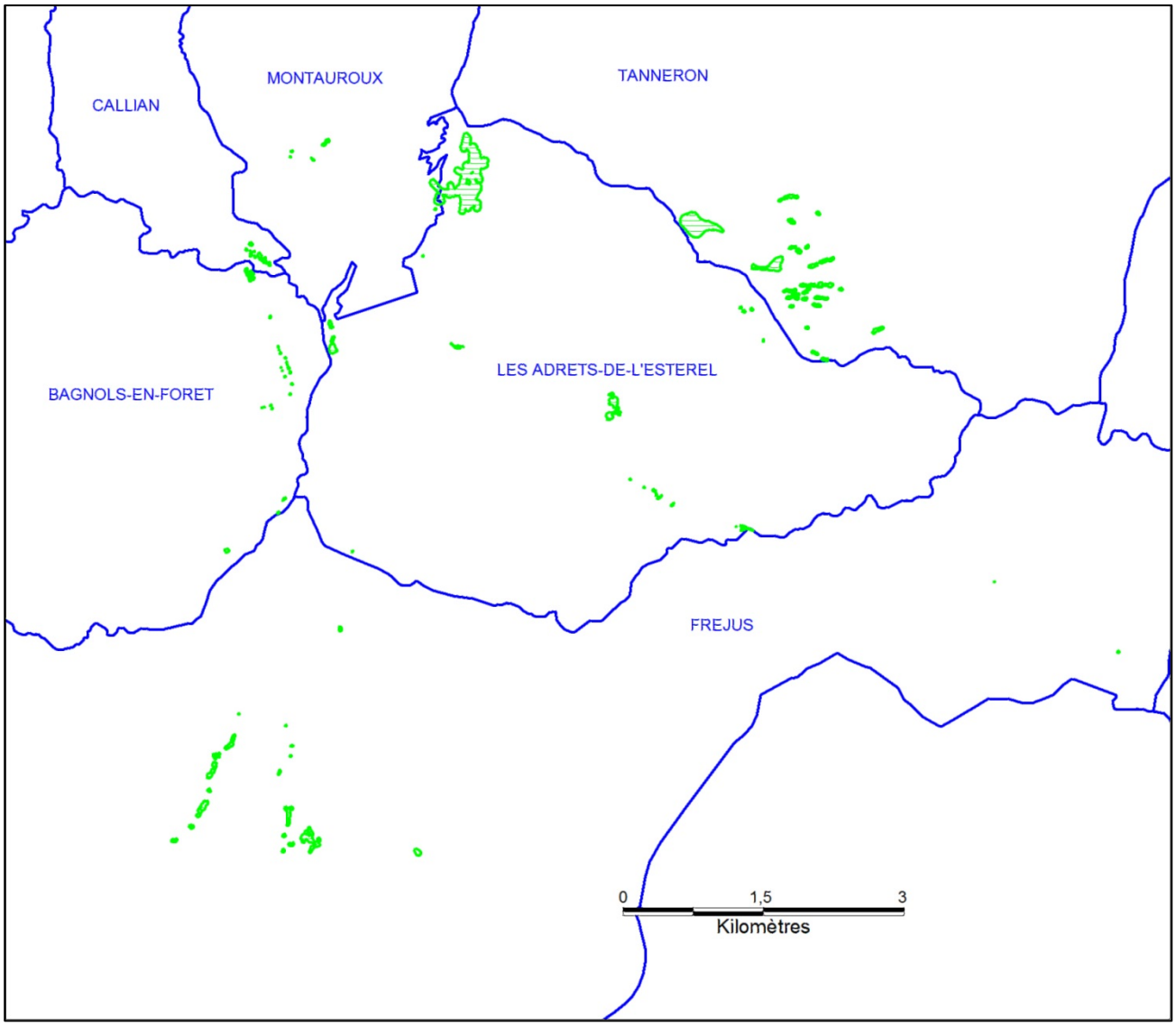


Figure 29 : Emprise de l'aléa tassement de niveau faible

5.2.5 Instabilités de pente

Les objets de surface (verse, terrils, découvertes) peuvent être à l'origine d'instabilités qui leur sont propres et qui sont liées essentiellement à la tenue des talus. On regroupe dans ces instabilités les glissements (superficiels, affectant de petits volumes (type rigoles de ravinement, glissements pelliculaires…) ou profonds pouvant concerner des volumes importants, ainsi que les écroulements (ou chutes de blocs) et coulées (voir figure 30). Ces phénomènes nécessitent que les ouvrages de dépôts présentent des talus suffisamment importants.

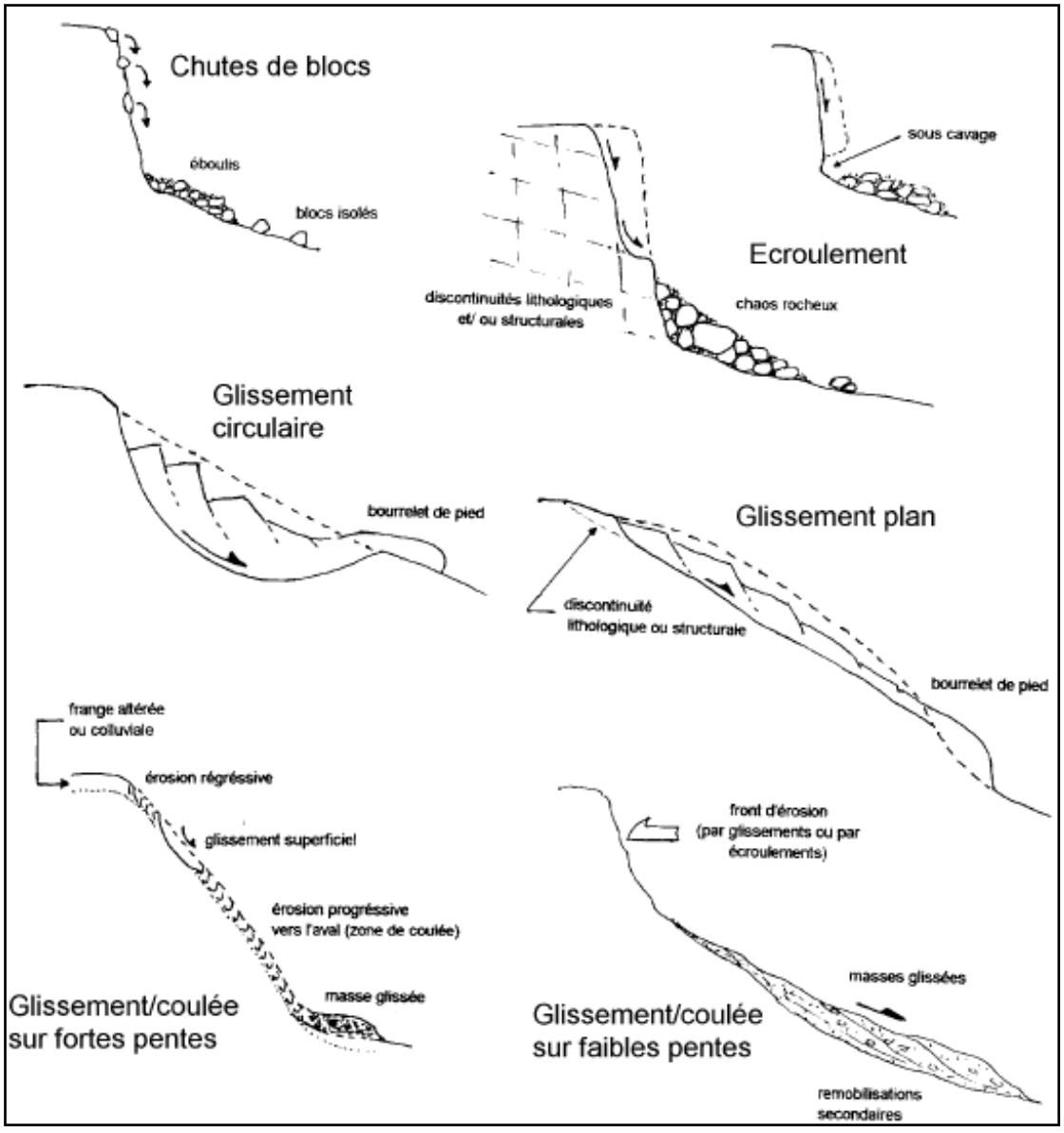


Figure 30 : Illustration des différents mouvements de pente

Dans le cas présent, 2 types d'instabilités de pente ont été retenus :

- Un aléa écroulement de niveau faible en liaison avec des parois abruptes d'exploitations à ciel ouvert, de tranchées ou de fronts de galeries (10 zones d'aléas de ce type ont été créées, en liaison avec certains filons de fluorine de Garrot et au niveau des Trois Termes). Cet aléa couvre une surface total de 0,7 ha.
- Un aléa glissement superficiel faible par ravinement/érosion sur tous les dépôts, à l'exception des dépôts de L'Avellan, Maraval Fluorine et Trois Vallons, dont les pentes sont plus importantes et qui ont été affectés d'un aléa glissement superficiel de niveau moyen. Cet aléa couvre 6,5 ha dont 0,52 ha de niveau moyen.

La figure 31 matérialise l'emprise de l'aléa écroulement, tandis que la figure 32 matérialise l'emprise de l'aléa glissement.

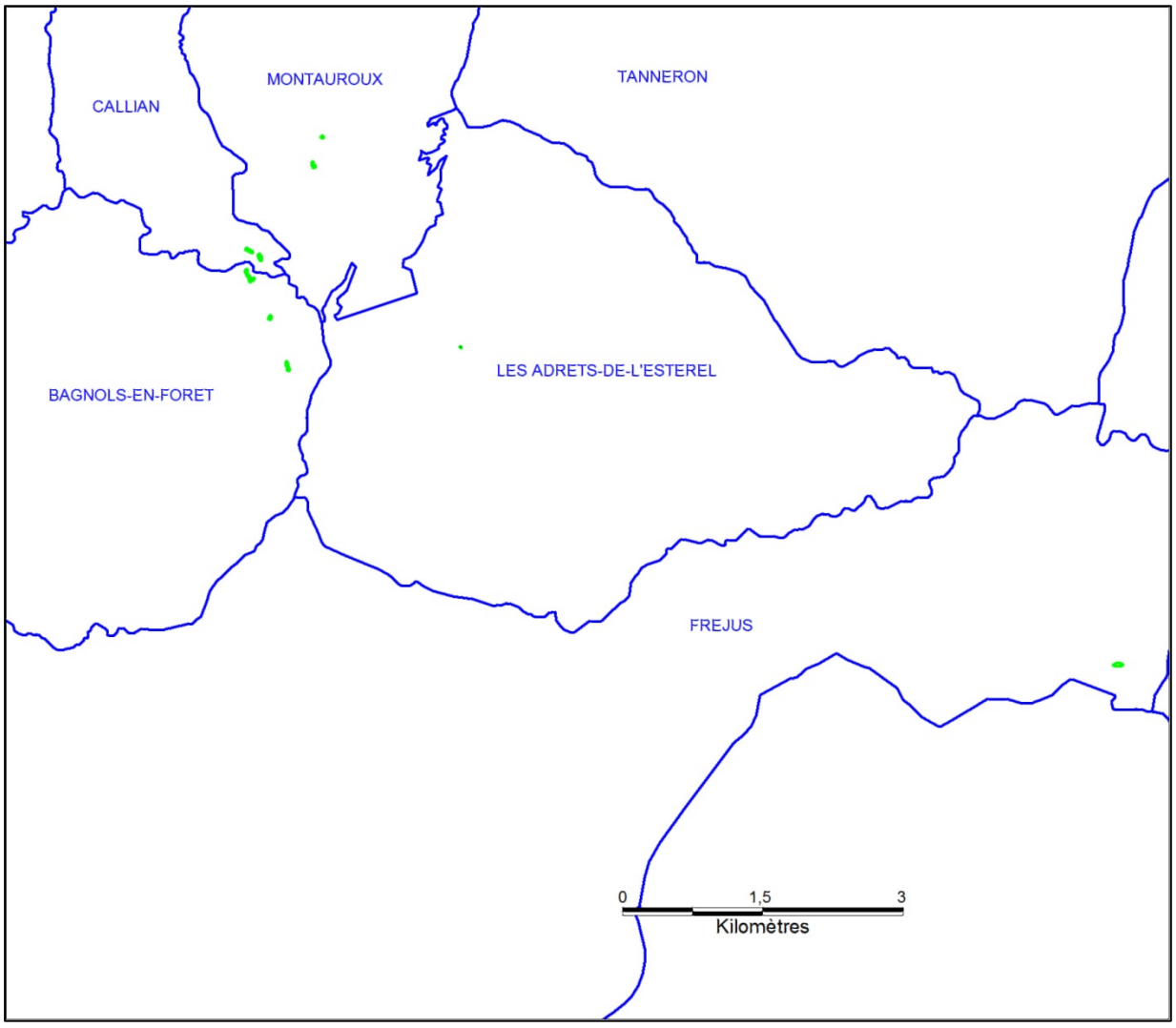


Figure 31 : Emprise de l'aléa écroulement

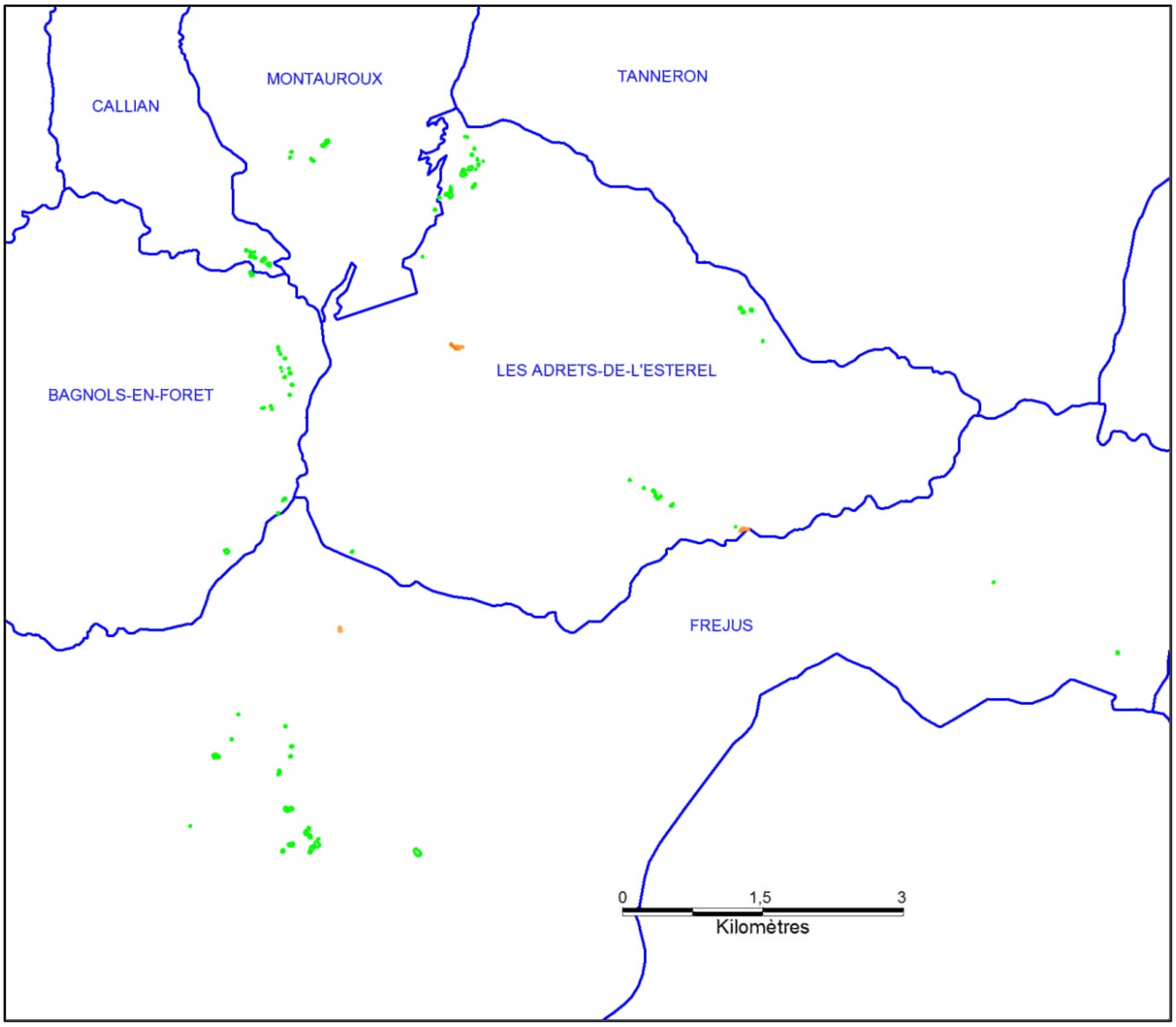


Figure 32 : Emprise de l'aléa glissement

6 CONCLUSIONS

La DREAL Provence Alpes Côte d'Azur a engagé une démarche d'évaluation des aléas miniers au sein du district minier de Garrot-Fontsante et du Reyran situé dans le département du Var. L'Inventaire des Risques Miniers avait en effet classé le site de Garrot en priorité P3 suite aux études de phase 2.

Au total, seize titres miniers ont ainsi été étudiés. Ils concernent de manière plus ou moins importante le territoire de six communes : Bagnols-en-Forêt, Frejus et les Adrets-de-l'Esterel sont les plus impactées ; Callian, Montauroux et Tanneron sont quant à elles moins concernées.

Toutes les communes concernées par les travaux miniers sont affectées par un aléa (voir tableau 4).

L'exploitation a porté sur des substances énergétiques (anthracite, schistes bitumineux...) associées aux dépôts Stéphaniens et Permiens du bassin du Reyran, à l'Ouest de la zone d'étude, mais également sur de la fluorine sous forme filonienne dans le substratum gneissique. De manière plus anecdotique, le bassin a également fait l'objet d'une recherche pour uranium (site de Charbonnier), et d'une petite exploitation à ciel ouvert de Tungstène (la Favière).

Historiquement, l'exploitation aurait débuté au 18ème siècle dans le bassin houiller, avant même l'institution des titres miniers qui s'est étagée de 1823 (concession de Fréjus Nord) à 1872 (Biançon et Vernatelles). Pour la fluorine, si des ébauches d'exploitation ont été menées dès 1906 sous le régime des carrières, l'essentiel de l'exploitation s'est faite entre 1963 et 1986. Le site du Charbonnier remonte quant à lui à 1968 , tandis que le tungstène a été exploité entre 1985 et 1986.

Les tonnages extraits sont mal connus et peuvent être évalués à plusieurs centaines de milliers de tonnes pour la houille et les schistes bitumineux, et à plus de 1 million de tonnes de fluorine.

Les couches de houille étant présentes à l'affleurement, elles ont tout d'abord été exploitées par grattages et tranchées. Les traçages en couches se sont peu à peu approfondis depuis les galeries débouchant au jour ou à partir de petits puits. L'exploitation s'est ensuite modernisée et approfondie, pour être menée par tailles remblayées ou foudroyées. Pour la fluorine, en dehors des exploitations des filons à ciel ouvert, la technique la plus employée était le dépilage/soutirage de chambres quasi verticales, avec pour la plus importante des mines l'application de la méthode des « chambres magasins » (soutirage différé du panneau abattu au toit de la voie de base. Le tungstène a quant à lui été exploité uniquement à ciel ouvert.

Les recherches effectuées en archive et sur le terrain ont permis de repositionner les travaux dans leur environnement.

Les objets miniers ont été recensés dans le cadre de la phase informative : 368 ouvrages débouchant au jour ont ainsi été mis en évidence, ainsi que 91 dépôts de surface et 64 exploitations à ciel ouvert ou tranchées. Les travaux souterrains totalisent en projection à la surface plus de 153 ha.

Tous ces éléments ont été géoréférencés pour être intégrés à un SIG (système d'information géographique) sous MAPINFO® et rassemblés sur les cartes informatives (annexe B). Ces cartes sont également fournies en version raster sur support informatique.

Sur la base de ces éléments informatifs, de l'analyse des méthodes d'exploitation et du contexte géologique, les aléas **liés aux mouvements de terrain** ont été évalués conformément au guide méthodologique *INERIS DRS 06-51198/R01 (rapport téléchargeable sur le site internet de l'INERIS)*

On pourra se reporter au détail de l'évaluation des aléas pris en compte dans le rapport détaillé en annexe A.

Les cartes d'aléas sont présentées quant à elles en annexe D.

Les aléas de type mouvements de terrain qui ont été évalués et retenus sont :

- **L'effondrement localisé** : il correspond à l'apparition au jour d'un cratère d'effondrement dont les dimensions dépendent de la configuration des travaux concernés. C'est l'aléa de référence sur des exploitations minières de ce type, et le phénomène s'est déjà produit à de nombreuses reprises sur le bassin (59 effondrements recensés). Cet aléa a été retenu autour des ouvrages débouchant au jour et à l'aplomb des travaux les moins profonds avec un **niveau moyen à faible, voire fort sur certains secteurs à l'aplomb des caisses filoniennes des mines de fluorine.** L'aléa fort ne concerne aucun bâtiment. L'aléa moyen affecte un seul bâtiment à l'aplomb du filon de fluorine du Planestel (commune des Adrets-de-l'Esterel) et l'aléa faible 4 bâtiments sur la commune de Montauroux (secteur de la mine de Maraval houille).

- **Le tassement** : il correspond à la recompaction d'un massif meuble ou affecté par l'exploitation souterraine, en particulier sous l'effet d'une surcharge ou de grandes variations des conditions environnementales (sécheresse, forte pluviométrie…). Dans le cas présent, cet aléa a été retenu avec un niveau faible à l'aplomb des travaux pour houille situés à moins de 20 m de profondeur et sur les dépôts de surface. Cet aléa couvre une surface totale de 45 ha.

- **Les instabilités de pente :** en présence de talus, les dépôts ou exploitations à ciel ouvert peuvent être soumis à des mouvements de pente plus ou moins importants. Un **aléa écroulement faible** a ainsi été retenu avec un niveau faible en liaison avec des parois abruptes d'exploitations à ciel ouvert ou de tranchées et front de galeries. Un **aléa glissement superficiel** a également été retenu avec un niveau **faible** sur tous les dépôts, à l'exception de 3 classés en aléa **moyen** compte tenu des pentes importantes (Avellan, Maraval fluorine et les Trois Vallons).

Le tableau 4 présente la liste des communes affectées par les différents aléas.

Commune	Aléa effondrement localisé			Aléa tassement	Aléa chute de blocs	Aléa glissement superficiel	
	Fort	Moyen	Faible	Faible	Faible	Moyen	Faible
Callian							
Montauroux							
Tanneron							
Fréjus							
Les Adrets-de-l'Esterel							
Bagnols-en-Forêt							

Tableau 4 : Communes concernées par les différents aléas

ANNEXE A

Etude détaillée

(hors texte)

ANNEXE B

Cartes informatives

(hors texte)

ANNEXE C

Cartes des isopaques de recouvrement

(hors texte)

ANNEXE D

Cartes d’aléas

(hors texte)

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

Exploitations minières de fluorine, houille et schistes bitumineux sur les titres miniers du district de Garrot-Fontsante et du Reyran (83)

Phase informative et évaluation des aléas miniers de type mouvements de terrain

Annexe A

RAPPORT S 2016/018DE - 16PAC22010

Date : 12/05/2016

Préambule

Ce rapport s'appuie sur l'étude BRGM/RP-60724-FR de juin 2012 intitulée « ***Exploitations minières de fluorine, houille, schistes bitumineux, sur les titres miniers du district de Garrot-Fontsante et du Reyran (83) -*** *Phase informative et évaluation des aléas mouvements de terrain* ***-*** *Rapport final», réalisée pour Géoderis et rédigée par P. VADALA, et R. VANDROMME, ingénieurs de l'Unité DRP/RIG.*

Par ailleurs, l'historique administratif des titres miniers présenté dans ce rapport est donné à titre indicatif, tel qu'il a pu être reconstitué à partir des documents d'archives compulsés.

SOMMAIRE

1 Introduction....13
2 Travaux réalisés et documents consultés....15
2.1 Déroulement de l'étude....15
2.2 La recherche de documentation....16
2.3 L'inventaire des ouvrages et des désordres miniers....17
3 Données informatives des gisements de houille, anthracite et schistes bitumineux....21
3.1 Situation administrative....21
3.2 Contexte général des gisements....21
3.2.1 Géologie et structure....21
3.2.2 Historique du bassin houiller du Reyran....23
3.2.3 Topographie....24
3.2.4 Pédologie....24
3.3 La concession de Boson....25
3.3.1 Situation administrative....25
3.3.2 Historique de la concession....25
3.3.3 Cadre géologique....26
3.3.4 Les travaux miniers....28
3.3.5 Méthode d'exploitation....30
3.3.6 Production....31
3.3.7 Les plans miniers....31
3.3.8 *Les ouvrages miniers débouchant au jour*....33
3.3.9 *Les dépôts résiduels de surface*....34
3.3.10 *Les désordres*....35
3.4 La concession d'Auriasque....36
3.4.1 *Situation administrative*....36
3.4.2 *Historique de la concession*....36
3.4.3 *Cadre géologique*....37
3.4.4 *Les travaux miniers*....37
3.4.5 *Méthode d'exploitation*....38
3.4.6 *Production*....38
3.4.7 *Les plans miniers*....38
3.4.8 *Les ouvrages miniers débouchant au jour*....39
3.4.9 *Les dépôts résiduels de surface*....40
3.4.10 *Les désordres*....40

3.5 La concession de Magdelaine 41
3.5.1 *Situation administrative* 41
3.5.2 *Historique de la concession* 41
3.5.3 *Cadre géologique* 42
3.5.4 *Les travaux miniers* 43
3.5.5 *Les plans miniers* 45
3.5.6 *Les ouvrages miniers débouchant au jour* 45
3.5.7 *Les dépôts résiduels de surface* 47
3.5.8 *Les désordres* 47
3.6 La concession de Fréjus Nord 48
3.6.1 *Situation administrative* 48
3.6.2 *Historique de la concession* 48
3.6.3 *Cadre géologique* 49
3.6.4 *Les travaux miniers* 49
3.6.5 *Les plans miniers* 50
3.6.6 *Les ouvrages miniers débouchant au jour* 52
3.6.7 *Les dépôts résiduels de surface* 53
3.6.8 *Les désordres* 53
3.7 La concession des Vaux 54
3.7.1 *Situation administrative* 54
3.7.2 *Historique de la concession* 54
3.7.3 *Cadre géologique* 55
3.7.4 *Les travaux miniers* 56
3.7.5 *Les plans miniers* 57
3.7.6 *Les ouvrages miniers débouchant au jour* 61
3.7.7 *Les dépôts résiduels de surface* 63
3.7.8 *Les désordres* 64
3.8 La concession de Biançon 65
3.8.1 *Situation administrative* 65
3.8.2 *Historique de la concession* 65
3.8.3 *Cadre géologique* 65
3.8.4 *Les travaux miniers* 66
3.8.5 *Les plans miniers* 66
3.8.6 *Les ouvrages miniers débouchant au jour* 67
3.9 La concession des Vernatelles 68
3.9.1 *Situation administrative* 68
3.9.2 *Historique de la concession* 68
3.9.3 *Cadre géologique* 70
3.9.4 *Les travaux miniers* 70
3.9.5 *Les plans miniers* 70
3.9.6 L*es ouvrages miniers débouchant au jour* 72

4 Données informatives des exploitations de fluorine et autres substances 73
4.1 La concession de Fontsante 75
4.1.1 *Situation administrative* 75
4.1.2 *Historique de la concession* 76
4.1.3 C*adre géologique* 77
4.1.4 *Les travaux miniers* 79
4.1.5 *Hydrogéologie* 84
4.1.6 *Méthodes d'exploitation* 84
4.1.7 *La production* 87
4.1.8 *Réaménagement et mise en sécurité des ouvrages* 88
4.1.9 *Les plans miniers* 90
4.1.10 *Les ouvrages miniers débouchant au jour* 92
4.1.11 *Les dépôts résiduels de surface* 97
4.1.12 *Les désordres* 97
4.2 Le PEX de Garrot 99
4.2.1 Situation administrative 100
4.2.2 Historique du PEX 100
4.2.3 Cadre géologique 101
4.2.4 Les travaux miniers 101
4.2.5 Production 108
4.2.6 Les plans miniers 108
4.2.7 Les ouvrages miniers débouchant au jour 118
4.2.8 Les dépôts résiduels de surface 121
4.2.9 Les désordres 121
4.3 Le PEX de l'Avellan 124
4.3.1 Situation administrative 124
4.3.2 Historique de la concession 124
4.3.3 Cadre Géologique 126
4.3.4 Les travaux miniers 126
4.3.5 Production 127
4.3.6 Les plans miniers 128
4.3.7 Les ouvrages miniers débouchant au jour 129
4.3.8 Les dépôts résiduels de surface 129
4.3.9 Les vestiges miniers 130
4.3.10 Les désordres 130
4.4 Le PEX des Trois Vallons 131
4.4.1 Situation administrative 131
4.4.2 Historique du PEX 131
4.4.3 Cadre géologique 132
4.4.4 Les travaux miniers 133
4.4.5 Méthode d'exploitation 134

4.4.6 Production....134
4.4.7 Les plans miniers....134
4.4.8 Les ouvrages miniers débouchant au jour....136
4.4.9 Les dépôts résiduels de surface....136
4.4.10 Les désordres....137
4.5 Le PEX de Saint-Jean-de-l'Estérel....138
4.5.1 Situation administrative....138
4.5.2 Historique du PEX....138
4.5.3 Cadre géologique....139
4.5.4 Les travaux miniers....141
4.5.5 Méthode d'exploitation....141
4.5.6 Les plans miniers....141
4.5.7 Les ouvrages miniers débouchant au jour....143
4.5.8 Les dépôts résiduels de surface....144
4.5.9 Les désordres....144
4.6 Les PER de La Berle et de Baisse-Violette....145
4.6.1 Situation administrative....145
4.6.2 Historique des titres miniers....145
4.6.3 Les travaux miniers....146
4.6.4 Les plans miniers....147
4.6.5 Les ouvrages miniers débouchant au jour....147
4.6.6 Les désordres....147
4.7 Le PER de Planestel....148
4.7.1 Situation administrative....148
4.7.2 Historique du titre minier....149
4.7.3 Cadre géologique....149
4.7.4 Les travaux miniers....151
4.7.5 Méthode d'exploitation....152
4.7.6 Les plans miniers....152
4.7.7 Les ouvrages miniers débouchant au jour....153
4.7.8 Les dépôts résiduels de surface....154
4.7.9 Les désordres....155
4.8 Le PEX de La Favière....156
4.8.1 Situation administrative....156
4.8.2 Historique du titre minier....156
4.8.3 Le cadre géologique....157
4.8.4 Les travaux miniers....158
4.8.5 Les plans miniers....159
4.8.6 Les ouvrages miniers débouchant au jour....159
4.8.7 Les dépôts résiduels de surface....160
4.8.8 Les désordres....160

4.9 Le site du Charbonnier 161
4.9.1 Situation administrative 161
4.9.2 Historique du site minier 161
4.9.3 Cadre géologique 162
4.9.4 Les travaux miniers 162
4.9.5 Les plans miniers 162
4.9.6 Les ouvrages miniers débouchant au jour 163
4.9.7 Les dépôts résiduels de surface 163
4.9.8 Les désordres 163
4.10 Le site du filon Paulette pour fluorine 164
4.10.1 Situation géographique et administrative 164
4.10.2 Cadre géologique 164
4.10.3 Les travaux miniers 165
4.10.4 Les plans miniers 165
4.10.5 Les ouvrages miniers débouchant au jour 166
4.10.6 Les dépôts résiduels de surface 167
4.11 Le site de La Madeleine pour fluorine 168
4.11.1 Situation administrative 168
4.11.2 Cadre géologique 168
4.11.3 Les travaux miniers 168
4.11.4 Les plans miniers 168
4.11.5 Les ouvrages miniers débouchant au jour 169
4.11.6 Les dépôts résiduels de surface 170
4.11.7 Les désordres 170
4.12 Les autres sites 171
4.12.1 Site de Gaudon 171
5 Les représentations cartographiques 173
5.1 Les travaux réalisés 173
5.1.1 La numérisation des plans miniers 173
5.1.2 Le géoréférencement des plans miniers 173
5.1.3 L'incertitude des reports cartographiques 173
5.1.4 La vectorisation des travaux inférieure à 60 m 174
5.1.5 Emprise des travaux souterrains 174
5.2 La carte informative 174
5.3 La carte des isopaques de recouvrement 175
6 Identification des aléas 177
6.1 Les aléas mouvement de terrain 177
6.1.1 Le phénomène d'effondrement localisé 177
6.1.2 Le phénomène d'effondrement généralisé 179
6.1.3 Le phénomène d'affaissement 180
6.1.4 Le phénomène de tassement 180
6.1.5 Les phénomènes d'instabilité de pente 181

7 Evaluation des aléas mouvement de terrain.....183
7.1 Rétro-analyse sur les désordres recensés.....183
7.1.1 Gisements de houille, anthracité et schistes bitumineux.....183
7.1.2 Exploitation de fluorine et autres substances.....183
7.2 Aléa effondrement localisé.....185
7.2.1 Zone d'altération superficielle.....185
7.2.2 Aléa effondrement localisé lié aux puits.....185
7.2.3 Aléa effondrement localisé lié aux travaux souterrains.....191
7.3 Aléa tassement.....204
7.4 Aléa instabilité de pente.....205
7.5 Récapitulatifs des aléas retenus.....205
7.6 Présentation des cartes d'aléa.....206
8 Conclusions.....207
9 Bibliographie.....209

Mots clés : District du Reyran, Garrot-Fontsante, Var, houille, schistes bitumineux, fluorine, aléa minier, Fréjus, les Adrets de l'Estérel, Tanneron, Callian, Montauroux, Bagnols en Forêt

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Croquis présentant la situation des différentes concessions 19
Figure 2 : Situation géographique de la concession 25
Figure 3 : Site de Boson - Coupe ouest-est à travers le bassin carbonifère de Boson 26
Figure 4 : Situation géologique de la concession 27
Figure 5 : Site de Boson - Coupes à l'avancement des fronts de taille montrant la forme des galeries et la morphologie de l'horizon productif 30
Figure 6 : Site de Boson - Plan d'ensemble des travaux à 1/2 000 32
Figure 7 : Site de Boson - Plan des travaux de la mine du Pont à 1/1 000 (1926) 33
Figure 8 : Situation géographique de la concession 36
Figure 9 : Situation géologique de la concession 37
Figure 10 : Concession d'Auriasque - Plan des travaux souterrains à 1/1 000 (1890) 39
Figure 11 : Situation géographique de la concession 41
Figure 12 : Situation géologique de la concession de Magdelaine 43
Figure 13 : Concession de la Magdelaine - Plan de situation des anciens travaux 45
Figure 14 : Situation géographique de la concession 48
Figure 15 : Situation géologique de la concession 49
Figure 16 : Site de Fréjus Nord secteur n° 19 - Plan des travaux de recherche à 1/1 000 51
Figure 17 : Site de Fréjus Nord secteur n° 19 - Coupe verticale des travaux de recherche 51
Figure 18 : Site de Fréjus Nord section n° 6 – Plan des travaux de recherche de la galerie principale à 1/500 52
Figure 19 : Situation géographique de la concession 54
Figure 20 : Site de Vaux - Coupe schématique du bassin houiller de Vaux, 1861 56
Figure 21 : Situation géologique de la concession 57
Figure 22 : Site des Vaux - Plan schématique des travaux à 1/1 000 58
Figure 23 : Site des Vaux - Plan général des travaux de recherche (décembre 1924) à 1/5 000 59
Figure 24 : Site des Vaux - Plan des travaux du secteur de Saint Victor 60
Figure 25 : Site des Vaux - Plan des travaux de recherche de Saint Antoine (janvier 1922) 61
Figure 26 : Site des Vaux - Travaux de mise en sécurité du puits Sainte-Barbe 62
Figure 27 : Situation géographique de la concession 65
Figure 28 : Situation géologique de la concession 66
Figure 29 : Site de Biançon - Plan de situation de la concession et localisation 67
Figure 30 : Situation géographique de la concession 68
Figure 31 : Site des Vernatelles - Coupe transversale du vallon des Vernatelles (mai 1869) 69
Figure 32 : Situation géologique de la concession 69
Figure 33 : Limites de la concession des Vernatelles et localisation des travaux miniers 71
Figure 34 : Site de Vernatelle - Schéma des travaux de recherche au niveau du puits Marey 548 .72
Figure 35 : Situation géographique de la concession 75
Figure 36 : Situation géologique de la concession 78

Figure 37 : Site de Fontsante - Carte schématique de localisation des filons fluorés.....80
Figure 38 : Site de Fontsante - Coupe des faisceaux central et sud 81
Figure 39 : Site de Fontsante - Morphologie des filons exploités (Solety, 1965) 83
Figure 40 : Site de Fontsante - Coupe du filon Saint-Augustin 83
Figure 41 : Site de Fontsante - Coupe du filon du Figuier.....83
Figure 42 : Site de Fontsante - Méthode d'exploitation par chambres magasins 86
Figure 43 : Site de Fontsante - Coupe présentant la situation des travaux souterrains du filon du Figuier par rapport à l'emprise de l'autoroute - Document SECME 87
Figure 44 : Site de Fontsante - Répartition de la production de spath fluor (exprimé en kt).....87
Figure 45 : Site de Fontsante - Projet de restructuration du bassin du Lenté de 1987.....89
Figure 46 : Bassin de décantation du Lenté - Présentation et surveillance de 2003 90
Figure 47 : Site de Fontsante - Plan général des travaux à 1/2 000, mars 1987.....91
Figure 48 : Site de Fontsante, secteur du Lenté - Plan des travaux et de remise en état à 1/1 000 92
Figure 49 : Situation géographique du PEX 99
Figure 50 : Situation géologique du PEX.....101
Figure 51 : Site de Garrot - Coupe du filon Max.....102
Figure 52 : Site de Garrot - Coupe du filon Gilbert.....103
Figure 53 : Site de Garrot - Coupe du filon Rigault 104
Figure 54 : Site de Garrot - Coupe du filon Merle 104
Figure 55 : Site de Garrot - Coupe du filon du Pont 105
Figure 56 : Site de Garrot - Filon de Garrot - Coupe des travaux de 1940 106
Figure 57 : Site de Garrot - Plan du filon Saint-Claude et Françoise 108
Figure 58 : Site de Garrot - Plan des filons Saint-Jean et Saint-Pierre au 1/1 000.....109
Figure 59 : Site de Garrot - Filon Saint-Jean et Saint-Pierre - Plan des travaux 110
Figure 60 : Site de Garrot - Filon des Escolles - Extrait d'un plan minier à 1/2 000 non daté.....111
Figure 61 : Site de Garrot - Plan des filons Merle et Rigault de 1968.....112
Figure 62 : Site de Garrot - Filon de Garrot - Plan des travaux de janvier 1930.....114
Figure 63 : Site de Garrot - Filon de Garrot - Plan des alentours du puits en novembre 1951.....115
Figure 64 : Site de Garrot - Filon de Garrot - Plan des travaux souterrains de septembre 1940 ...115
Figure 65 : Site de Garrot - Plan du filon du Pont 116
Figure 66 : Site de Garrot - Plan du filon Gilbert 117
Figure 67 : Site de Garrot - Plan du filon Max 117
Figure 68 : Situation géographique du PEX 124
Figure 69 : Situation géologique du PEX.....126
Figure 70 : Site de l'Avellan - Production de spath-fluor entre 1963 et 1971 127
Figure 71 : Site de l'Avellan - Report de l'emprise de surface des travaux miniers souterrains (document Mica-Environnement) 128
Figure 72 : Site de l'Avellan - Coupe longitudinale du filon (1970).....128
Figure 73 : Situation géographique du PEX 131
Figure 74 : Situation géologique du PEX.....133
Figure 75 : Site des Trois Vallons - Coupe à 1/500 des travaux miniers souterrains 134

Figure 76 : Site des Trois Vallons - Plan minier à 1/500 des travaux en juillet 1973 135
Figure 77 : Site des Trois Vallons - Plan minier à 1/500 de juin 1974 135
Figure 78 : Site des Trois Vallons - Plan minier à 1/500 de décembre 1977 135
Figure 79 : Situation géographique du PEX 138
Figure 80 : Situation géologique du PEX.....140
Figure 81 : Sites des Trois Termes - Plan des travaux miniers à 1/500 141
Figure 82 : Site des Trois Termes - Coupe A-B des travaux miniers à 1/500.....142
Figure 83 : Site des Trois Termes - Coupe des travaux souterrains.....142
Figure 84 : Site des Trois Termes - Coupe longitudinale du gisement 143
Figure 85 : Situation géographique des PER 145
Figure 86 : Situation géologique des PER 146
Figure 87 : Situation géographique du PER 148
Figure 88 : Situation géologique du PER 150
Figure 89 : Site de Maraval - Cadre géologique du filon, d'après Solety (1963).....150
Figure 90 : Site de Planestel - Plan des premiers travaux d'Ugine (1927).....152
Figure 91 : Site de Planestel - Coupe des premiers travaux d'Ugine (1927) 153
Figure 92 : Situation géographique des PEX 156
Figure 93 : Situation géologique du PEX.....157
Figure 94 : Site de La Favière - Plan de situation des travaux à ciel ouvert 158
Figure 95 : Vallées des Oures - Plan de la station de traitement du minerai de tungstène 159
Figure 96 : Site du Charbonnier - Situation géographique 161
Figure 97 : Site du Charbonnier - Localisation géologique 162
Figure 98 : Site du Charbonnier - Plan des travaux miniers de recherche à 1/500 163
Figure 99 : Filon Paulette - Situation géographique 164
Figure 100 : Filon Paulette - Situation géologique.....165
Figure 101 : Site du filon Paulette - Schémas de situation des travaux.....166
Figure 102 : Site du filon Paulette - Plan des petits travaux de reconnaissance 166
Figure 103 : Site de La Madeleine - Situation géographique 168
Figure 104 : Site de La Madeleine - Situation géologique.....169
Figure 105 : Site de la Madeleine fluorine - Plan des travaux pour fluorine.....169
Figure 106 : Shéma de principe d'évolution d'un effondrement localisé 177
Figure 107 : Principe schématique du mécanisme de l'effondrement généralisé 179
Figure 108 : Mode de construction de l'aléa "effondrement localisé".....200
Figure 109 : Phénomène de tassement résiduel sur terrains foudroyés, affaissés, dépilés 205

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Récapitulatif des ouvrages et désordres miniers sur la zone d'étude 18
Tableau 2 : Situation administrative des concessions 21
Tableau 3 : Concession de Boson - Liste des ouvrages débouchant au jour 34
Tableau 4 : Concession de Boson - Liste des dépôts résiduels de surface 34
Tableau 5 : Concession de Boson - Liste des désordres d'origine minière 35
Tableau 6 : Concession d'Auriasque - Liste des ouvrages débouchant au jour 40
Tableau 7 : Concession d'Auriasque - Liste des dépôts résiduels de surface 40
Tableau 8 : Concession de Magdelaine - Liste des ouvrages débouchant au jour 47
Tableau 9 : Concession de Magdelaine - Liste des dépôts résiduels de surface 47
Tableau 10 : Concesssion de Fréjus Nord - Liste des ouvrages débouchant au jour 53
Tableau 11 : Concession de Fréjus Nord - Liste des dépôts résiduels de surface 53
Tableau 12 : Concession de Vaux - Liste des ouvrages débouchant au jour 63
Tableau 13 : Concession de Vaux - Liste des dépôts résiduels de surface 64
Tableau 14 : Concession de Vaux - Liste des désordres d'origine minière 64
Tableau 15 : Concession de Biançon - Liste des ouvrages débouchant au jour 67
Tableau 16 : Concession de Vernatelles - Liste des ouvrages miniers 72
Tableau 17 : Liste des sites et titres miniers (hors substances énergétiques) étudiés 74
Tableau 18 : Concession de Fontsante - Liste des ouvrages débouchant au jour 97
Tableau 19 : Concession de Fontsante - Liste des dépôts résiduels de surface 98
Tableau 20 : PEX de Garrot - Liste des ouvrages débouchant au jour 120
Tableau 21 : PEX de Garrot - Liste des dépôts résiduels de surface 121
Tableau 22 : PEX de Garrot - Liste des désordres d'origine minière 122
Tableau 23 : PEX de l'Avellan - Liste des ouvrages débouchant au jour 129
Tableau 24 : PEX de l'Avellan - Liste des dépôts résiduels de surface 130
Tableau 25 : PEX de l'Avellan - Liste des bâtiments de surface 130
Tableau 26 : PEX de l'Avellan - Liste des désordres d'origine minière 130
Tableau 27 : Site des Trois Vallons - Production de fluorine entre 1972 et 1977 134
Tableau 28 : PEX des Trois Vallons - Liste des ouvrages miniers débouchant au jour 136
Tableau 29 : PEX des Trois Vallons - Liste des dépôts résiduels de surface 136
Tableau 30 : PEX des Trois Vallons - Liste des désordres d'origine minière 137
Tableau 31 : PEX de Saint-Jean-de-l'Estérel - Liste des ouvrages débouchant au jour 144
Tableau 32 : PEX de Saint-Jean-de-l'Estérel - Liste des dépôts résiduels de surface 144
Tableau 33 : PEX de Saint-Jean-de-l'Estérel - Liste des désordres d'origine minière 144
Tableau 34 : PER de La Berle et Baisse-Violette - Liste des ouvrages débouchant au jour 147
Tableau 35 : PER du Planestel - Liste des ouvrages débouchant au jour 154

Tableau 36 : PER du Planestel - Liste des dépôts résiduels de surface.....155
Tableau 37 : PER du Planestel - Liste des désordres d'origine mlinière.....155
Tableau 38 : Site de La Favière - Production 157
Tableau 39 : Site de La Favière - Liste des travaux miniers de surface.....160
Tableau 40 : Site de La Favière - Liste des désordres d'origine minière 160
Tableau 41 : Site du Charbonnier - Liste des ouvrages débouchant au jour 163
Tableau 42 : Site du filon Paulette - Liste des ouvrages débouchant au jour 167
Tableau 43 : Site du filon Paulette - Liste des dépôts résiduels de surface.....167
Tableau 44 : Site de La Madeleine - Liste des ouvrages débouchant au jour 170
Tableau 45 : Site de La Madeleine - Liste des dépôts résiduels de surface.....170
Tableau 46 : Site de Gaudon - Liste des ouvrages débouchant au jour 171
Tableau 47 : Caractéristiques principes des puits à évaluer pour l'aléa effondrement localisé 190
Tableau 48 : Evaluation de l'aléa effondrement localisé lié aux puits 191
Tableau 49 : Valeurs extrêmes attendues de profondeur d'autocomblement d'un fontis de 2 m de diamètre.....194
Tableau 50 : Valeurs extrêmes attendues de profondeur d'autocomblement d'un fontis de 2 m de diamètre.....199
Tableau 51 : Valeurs extrêmes attendues de profondeur d'autocomblement d'un fontis au toit d'une galerie isolée 201
Tableau 52 : Evaluation de l'aléa effondrement localisé lié aux galeries et travaux souterrains 203
Tableau 53 : Récapitulatif de tous les aléas mouvement de terrain retenus sur la zone étudiée ...206

1 INTRODUCTION

Les concessions minières étudiées dans ce rapport sont situées dans l'Estérel au niveau du bassin houiller du Reyran (83) :

- certaines ont été exploitées en travaux souterrains pour les substances énergétiques (houille, anthracite et schistes bitumineux) :
  . la concession de Boson,
  . la concession d'Auriasque,
  . la concession de la Magdelaine,
  . la concession de Fréjus Nord,
  . la concession des Vaux,
  . la concession de Biançon,
  . la concession des Vernatelles ;
- d'autres pour la fluorine en travaux souterrains et localement à ciel ouvert :
  . la concession de Fontsante,
  . le PEX de Garrot,
  . le PEX de l'Avellan,
  . le PEX des Trois Vallons,
  . le PEX de Saint-Jean-de-l'Estérel,
  . le PER de la Berle,
  . le PER de Baisse-Violette,
  . le PER de Planestel.

Enfin, quelques autres petits sites miniers sont également compris dans l'emprise de la zone d'étude, ils seront également étudiés dans ce rapport. Ce sont les sites de :

- la Favière exploité (avec un PEX) pour le tungstène ;
- le site du Charbonnier qui a été reconnu en travaux souterrains pour l'uranium et la fluorine ;
- le site de la Madeleine exploité pour la fluorine ;
- le site de Gaudon d'origine inconnue.

Tous ces titres et sites miniers sont situés en région Provence-Alpes-Côte d'Azur, dans le département du Var (83).

Cette étude fait suite à l'opération scanning phase 2 réalisée en 2006 (rapport BRGM/RP-54424-FR). Cette dernière, qui avait pour but de hiérarchiser les sites miniers français, avait abouti au classement de ces concessions en priorité 3.

L'état a confié au GIP GEODERIS l'évaluation de l'aléa mouvement de terrain dans ce secteur. Le BRGM a été sollicité par GEODERIS pour la réalisation de ces travaux qui comprennent une phase informative et une phase aléas.

2 TRAVAUX REALISES ET DOCUMENTS CONSULTES

2.1 Déroulement de l'étude

La phase informative comprend l'étude de deux types de gisements minéralisés bien différents :

- la houille et les schistes bitumineux dans les formations stratiformes du bassin Stéphanien du Reyran ;
- la fluorine dans les filons subverticaux du massif cristallin environnant.

Pour les deux types de gisements la même démarche de réalisation a été opérée.

L'objectif de la phase informative était d'inventorier les séquelles minières de surface, de positionner et de décrire les travaux miniers et leur environnement le plus précisément possible et le plus exhaustivement possible. La recherche de documentation a été la première étape. Elle nous a conduits dans différents organismes de façon à recueillir les informations les plus exhaustives possibles. Les plans miniers ont été recherchés en priorité. Tous les plans miniers sélectionnés ont été numérisés, puis géoréférencés à l'aide d'ArcGis à partir des coordonnées des ouvrages relevés sur le terrain. Les images ont ensuite été exportées dans Mapinfo pour vectorisation des contours. Ainsi, l'emprise des travaux miniers souterrains a pu être dessinée en lui affectant l'incertitude liée au géoréférencement du plan. La profondeur des travaux a été calculée puis représentée dans le SIG (Système d'Information Géographique). La limite des travaux miniers inférieurs à 50 m a été calculée, les zones de chambres et piliers ont été identifiées puis vectorisées. Tous les ouvrages débouchant au jour lus sur les plans miniers ont été inventoriés puis recherchés sur le terrain et géoréférencés.

Les archives papier ont été consultées, essentiellement pour y extraire des renseignements sur les méthodes d'exploitation et les désordres de type mouvements de terrain qui pourraient être utiles pour la compréhension des phénomènes et pour la constitution de l'aléa mouvement de terrain qui est l'objectif final de cette étude. Les dossiers d'arrêt des travaux, ainsi que les procès-verbaux de visites de mine et toute autre documentation, ont été recherchés et exploités. Les mairies concernant les travaux principaux ont été visitées et le plus souvent une visite de terrain a été effectuée conjointement sur les objets miniers de leur connaissance.

Les entrées de galeries et de puits ont été recherchées systématiquement sur le terrain. Il y a de rares cas où ils n'ont pas pu être retrouvés à cause d'une garrigue impénétrable. Les coordonnées des puits et galeries encore visibles ont été mesurées au GPS permettant de vérifier et parfois d'affiner les valeurs antérieurement mesurées. Une attention particulière a été prise pour que l'inventaire de ces ouvrages débouchant au jour soit le plus exhaustif possible. Vu la difficulté d'accès causée par la végétation, il est néanmoins probable que certains ouvrages non répertoriés sur plan aient pu échapper à cet inventaire.

Un SIG structuré sous MapInfo a été réalisé à partir de toutes ces informations pour construire les présentations cartographiques.

Tous ces résultats sont présentés sous forme d'une carte (Annexe B). Une carte des épaisseurs de recouvrement des travaux miniers souterrains a également été produite (Annexe C).

Tous ces travaux ont été réalisés en concertation avec GEODERIS. Tous les fichiers numériques ont été transmis à GEODERIS en fin d'étude.

2.2 La recherche de documentation

C'est dans les DREAL que les documents utilisés dans cette étude ont été pour l'essentiel extraits. À Marseille comme à Toulon, les archives ont été consultées. Les plans miniers nous ont aimablement été prêtés pour que nous les scannions au BRGM Orléans. Les originaux ont été restitués. Notons simplement que le dossier du site de fluorine de l'Avellan n'était plus présent à Toulon lors de notre passage. Il n'a pas été retrouvé de dossier sur le site de Maraval fluorine.

Les archives du DPSM de Gardanne, en charge de la gestion des archives des Charbonnages de France et dépositaires d'un certain nombre d'archives minières, ont été consultées, elles ne contiennent pas de référence à ces concessions minières.

Les archives du BRGM ont été interrogées à partir de mot clés, ainsi que les archives REM (Service des Ressources Minérales). Plusieurs rapports et archives des anciens géologues intervenants sur cette zone ont été extraits.

Le Service géologique régional de Marseille a été consulté par téléphone. Aucune information intéressante n'y est présente.

Les archives nationales de Paris ont été visitées pour la totalité des concessions concernées. Des documents administratifs, le plus souvent en liaison avec les demandes de concessions, ont été retrouvés. Mais pratiquement aucun plan de travaux intéressant n'en a été extrait.

Les archives départementales de Draguignan ont été consultées, aucun document important n'a été retrouvé. Bien que la série J (dépôt de fonds privés) ne soit pas indexée, il semble que ces archives n'aient pas reçus de versement ni de la part des DREAL, ni de la part des exploitants.

Les archives municipales de Fréjus ont été visitées. Aucun document intéressant n'a été extrait.

Les anciens exploitants ont été recherchés sans grand succès. Seule, la SOGEREM, qui a exploité le gisement de Fontsante, a été retrouvée. Leurs archives sont situées dans les locaux de Riotinto à Montroc (Tarn) ; elles ont été consultés et les principaux plans d'exploitation retrouvés, empruntés puis scannés. Le dossier de demande de renonciation de cette concession de Fontsante a été scanné et nous a aimablement été donné par Madame Raignault. Aucune donnée numérique géoréférencée n'était disponible.

M. Antonioli, qui a exploité plusieurs petits gisements de fluorine du secteur, n'a pu être localisé. Il doit pourtant détenir les plans miniers de ces petits sites. M. Rostand, qui s'est également intéressé aux plans miniers de cette zone, a également été contacté. Il n'a pas souhaité collaborer avec nous. M. Gilbert Mari, qui n'a probablement pas de plans miniers, mais des informations qui auraient pu être utiles, a semble-t-il déménagé et n'a pu être localisé.

Les mairies concernées par les principaux travaux miniers ont été consultées : les mairies de Fréjus, Bagnols-en-Forêt, Callian, Montauroux ont contribué à nous montrer sur le terrain les ouvrages ou désordres miniers de leur connaissance sur leur commune.

Les Archives Nationales du Monde du Travail de Roubaix ont également été consultées via Internet.

Internet a été consulté à partir de mots-clefs.

Source des documents	Période de visite
Archives Nationales de Paris	septembre 2011
Archives départementales de Draguignan	février 2012
Archives nationales du travail de Roubaix	janvier 2012
DREAL de Marseille	janvier 2012février 2012
DREAL de Toulon	février et avril 2012
SGR Marseille (par téléphone	février 2012
Mairie de Fréjus	février 2012
Mairie de Bagnols-en-forêt	février 2012
Mairie de Callian	février 2012
Mairie de Montauroux	octobre 2011
SOGEREM de Montroc	janvier 2012
Centre de documentation du BRGM Orléans	janvier 2012
Service DPSM du BRGM	septembre 2011
Banque de données du Sous-Sol (BSS) du BRGM à Orléans	mars 2012
Travaux de terrain	**Période**
Visite des ouvrages débouchant au jour.	De février à juillet 2012
Visite consolidation phase informative avec GEODERIS	Juillet 2012

La base de données BDSTM « Sites et titres miniers » de GEODERIS a également été consultée.

Enfin, les anciens géologues du BRGM qui connaissent ces travaux miniers ont été interviewés. L'expérience de Jean Féraud nous a été particulièrement utile.

2.3 L'inventaire des ouvrages et des désordres miniers

La DREAL PACA avait réalisé, dans les années 1994 à 2000, un inventaire des ouvrages miniers débouchant au jour de ce secteur, dans l'objectif de mettre en sécurité les orifices miniers ouverts. Les ouvrages principaux étaient généralement connus, mais les plus anciens reportés sur les plans n'avaient pas été systématiquement relevés.

Un inventaire le plus exhaustif possible a été réalisé dans cette étude, en particulier en ce qui concerne les ouvrages débouchant au jour. Nous avons recensé tous ceux qui sont localisés sur les plans miniers et dans les différentes bases de données à notre disposition. Ils ont été recherchés sur le terrain. Parfois, certains ouvrages, décrits comme non visibles à une certaine époque sur le terrain, ont quand même pu être retrouvés. Par contre, certains isolés dans une garrigue peu pénétrable n'ont parfois pas pu être retrouvés pour des raisons d'accès.

Au total, 523 ouvrages miniers ont ainsi été inventoriés.

Nous entendons comme ouvrages miniers :

- les puits et les cheminées d'aérage ;
- les entrées de galeries, de travers-bancs ou de descenderies ;
- les tranchées et têtes de dépilages ;
- les mines à ciel ouvert (MCO) ;
- les dépôts résiduels de surface (verses, déblais, remblais) ;

Les désordres d'origine minière ont particulièrement été recherchés sur le terrain. 65 désordres (dont un groupe de 5 fontis) ont été recensés dont 55 sont actuellement visibles, ouverts et pénétrables.

Étant donné que tous les plans miniers n'ont pas été retrouvés, il est probable que certains travaux de recherches soient néanmoins manquants dans l'inventaire réalisé. Ce fait est cependant marginal et les travaux miniers forcément peu étendus.

Le tableau ci-après récapitule le nombre d'ouvrages et de désordres miniers sur la totalité de la zone étudiée.

Un certain nombre de vestiges liés à l'exploitation a également été mis en évidence (7), correspondant à d'anciennes trémies, plateformes, bâtiments.

Nom du site	Nature du titre minier	Substances principales	Galerie descenderie	Puits	MCO	Tranchée dépilage	Dépôt résiduel de surface	Désordres miniers
Boson	Concession	Houille, schistes bitumineux	**13**	**6**	**-**	**-**	**10**	**1**
Auriasque	Concession	Houille schistes bitumineux	**23**	**13**	**-**	**-**	**5**	**-**
Fréjus Nord	Concession	Houille	**28**	**5**	**-**	**-**	**2**	**-**
Les Vaux	Concession	Anthracite	**6**	**11**	**-**	**-**	**16**	**2**
Les Vernatelles	Concession	Anthracite	**7**	**1**	**-**	**-**	**-**	**-**
Biançon	Concession	Anthracite	**-**	**2**	**-**	**-**	**-**	**-**
Magdelaine	Concession	Houille schistes bitumineux	**10**	**3**	**-**	**-**	**3**	**-**
Fontsante	Concession	Fluorine	**60**	**56**		**42**	**2**	**35**
Garrot	PEX	Fluorine	**40**	**11**	**9**	**6**	**29**	**10**
Avelan	PEX	Fluorine	**11**	**1**			**1**	**4**
Trois-Vallons	PEX	Fluorine	**5**	**4**	**1**	**2**	**3**	**6**
Saint-Jean-de-l'Estérel	PEX	Fluorine	**4**	**2**	**1**	**2**	**1**	**2**
La Favière	PEX	Tungstène	**-**	**-**	**6**	**-**	**-**	**2**
La Berle/Baisse Violette	PER	Fluorine	**3**	**-**	**-**	**-**	**1**	**-**
Planestel	PER	Fluorine, Pb, Zn	**11**	**2**	**-**	**-**	**9**	**1**
Charbonnier	Site minier	Fluorine-Uranium	**1**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
La Madeleine	Site minier	Fluorine	**1**	**1**	**1**	**-**	**1**	**-**
Gaudon	Site minier	?	**1**	**1**	**-**	**-**	**1**	**-**
			224	**110**	**18**	**52**	**82**	**63**
			543 ouvrages et désordres miniers					

Tableau 1 : Récapitulatif des ouvrages et désordres miniers sur la zone d'étude

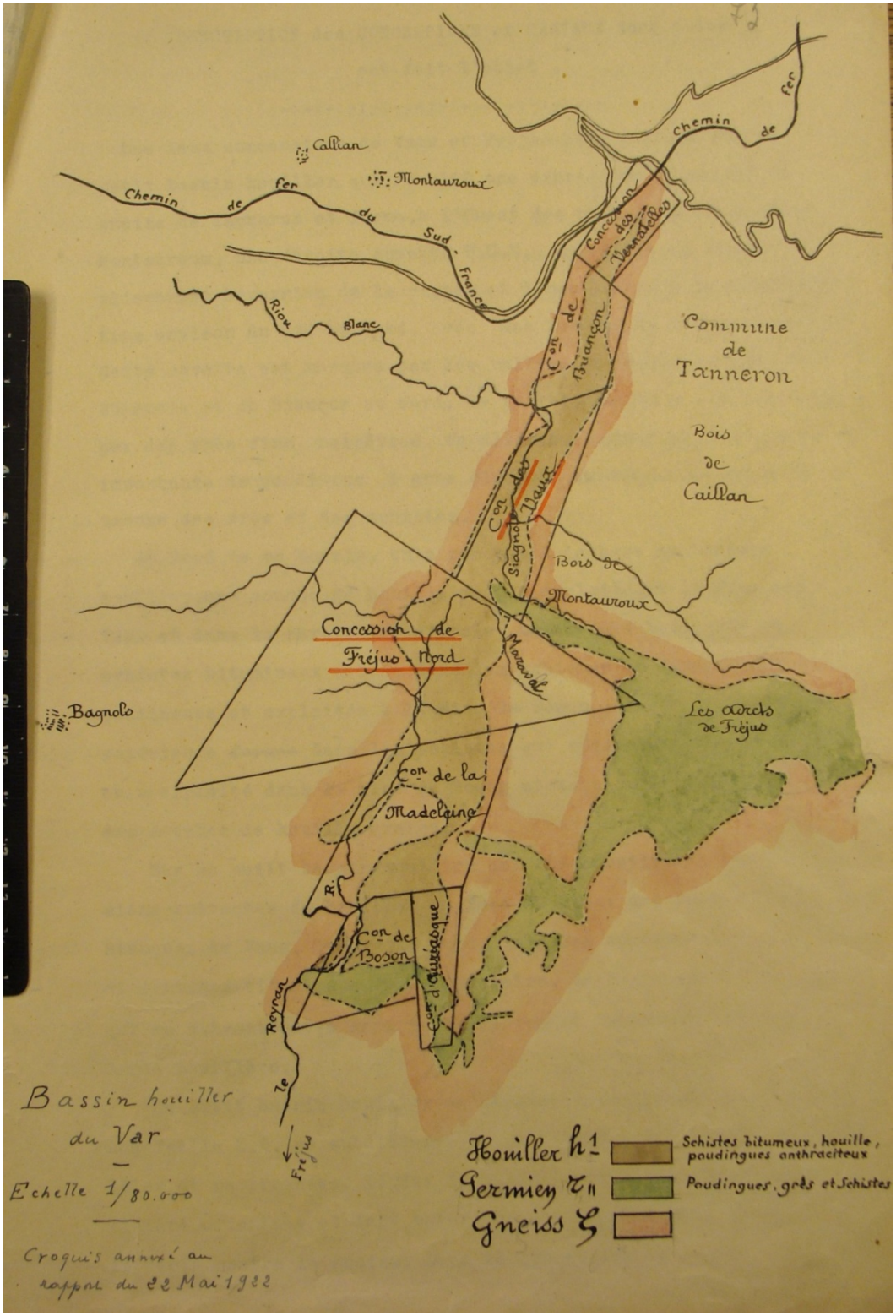


Figure 1 : Croquis présentant la situation des différentes concessions pour substances énergétiques

3 DONNEES INFORMATIVES DES GISEMENTS DE HOUILLE, ANTHRACITE ET SCHISTES BITUMINEUX

3.1 Situation administrative

Le bassin houiller du Var est divisé en sept concessions, chaque titre minier fera l'objet d'un historique administratif (cf. infra).

Les principales données administratives des concessions sont récapitulées dans le tableau suivant :

Nom	Nature du titre minier	Substance principale	Date octroi	Échéance du titre minier
Magdelaine	Concession	Houille, schistes bitumineux	29/03/1865	12/01/1945
Auriasque	Concession	Houille, schistes bitumineux	25/08/1867	31/05/1945
Boson	Concession	Houille, schistes bitumineux	16/03/1859	1939
Fréjus Nord	Concession	Houille	30/04/1823	14/08/1985
Les Vaux	Concession	Anthracite	20/12/1840	14/08/1985
Biançon	Concession	Anthracite	17/03/1872	24/03/1939
Les Vernatelles	Concession	Anthracite	17/03/1872	?

Tableau 2 : Situation administrative des concessions

3.2 Contexte général des gisements

Le bassin du Reyran a été exploité de 1780 à 1944 à partir de puits, galeries et descenderies ; la rupture du barrage de Malpasset, en 1959, a détruit les installations de l'usine de Boson qui alimentait les usines à gaz de Nice et de Cannes au début du siècle.

Les différentes exploitations ont fourni de la houille et des schistes bitumineux (Auriasque, Boson, La Madeleine), ainsi que de l'anthracite (Les Vaux, Biançon, Les Vernatelles). À Boson, secteur le plus riche, la production de boghead et de houille grasse a été de 80 000 t (Basso, 1985) ; une usine de distillation a même été installée sur place à la fin du XIXe siècle : le rendement en huile des schistes était alors de 200 litres/t, pouvant aller jusqu'à 400 litres/t (Mari, 1979).

3.2.1 Géologie et structure

Les concessions étudiées font partie du bassin Westphanien-Stéphanien du Reyran encore appelé bassin houiller du Var.

Ce bassin correspond à un sillon subsident, installé le long de l'accident NNE-SSW de la Moure et dont l'axe est déplacé vers la bordure orientale. Il est affecté de déformations contemporaines de la sédimentation, puis par un phénomène de compression (fini Stéphanien) donnant des plis isoclinaux d'axe est-ouest. Des failles est-ouest d'âge permien décalent les grandes directions nord-sud sur les bords occidental et oriental du bassin.

3.2.1.1 Le socle du bassin

Il est constitué par des gneiss à deux micas passant au nord du gisement à des gneiss embréchitiques. Il est recoupé par un granite filonien à grain fin caractérisé par la présence de tourmaline très développée.

3.2.1.2 Le houiller

Les formations géologiques encaissant les horizons énergétiques sont les suivantes.

- **La série de Boson**

Elle a une puissance de 200 m affleure au sud-ouest du bassin, avec un pendage des couches variant entre 35 et 50° vers le sud-est. Sa base est jusqu'à présent inconnue. Elle est constituée par un ensemble de grès parfois feldspathiques et d'argiles, micacé, gris noir, à lentilles conglomératiques et stratifications entrecroisées locales.

Dans les quinze derniers mètres apparaît le faisceau productif de Boson ; il est formé d'une couche de charbon gras, riche en gaz, interstratifié dans des argiles noires et de grès micacés et se termine par un horizon de 10-20 cm de charbon d'algues. Des paléosols ont autrefois été signalés.

- **Le conglomérat intermédiaire**

Il a une puissance de 2 à 80 m ; il ravine la série de Boson et constitue le toit du faisceau productif. De teinte claire, souvent massif et à nombreux chenaux, il est constitué par des galets de socle métamorphique, de roches volcaniques basiques et de gros quartz blancs, plus ou moins roulés, de 25 cm maximum. Le dépôt s'est effectué en régime fluvio-lacustre, parfois torrentiel.

- **La série d'Auriasque**

Elle a une puissance d'environ 500 m. Elle affleure au sud-est du bassin et dans tout le secteur situé au nord du môle de Malpasset. Elle est discordante à la base sur le conglomérat intermédiaire.

Elle est constituée par une succession de grès fins, gris à jaunâtres, parfois à stratification oblique, d'argiles et de conglomérats à galets inférieurs à 10 cm. Le charbon est rare.

Le pendage des couches encaissant la minéralisation est de 25-35° vers le sud-est. Vers le sommet de la série, il s'atténue et n'est plus que de 15-20° au sud des mines de Boson où la série d'Auriasque disparaît sous le Permien.

3.2.1.3 Cadre tectonique

Le caractère tectonique majeur de la région est la présence d'une importante zone d'effondrement sur laquelle se sont déposés les sédiments houillers constituant le bassin Stéphanien du Reyran.

Les failles bordières sont liées à la réplique tectonique post-stéphanienne ou à la phase tectonique Permienne et limitent le bassin houiller sur tout son pourtour. Les mouvements tectoniques ont parfois donné naissance à des écailles de Houiller pincées dans le socle notamment au niveau de l’ancienne mine de Garrot et des travaux du filon Max (exploitations de fluorine).

Les failles transverses séparent les élargissements et rétrécissements successif du bassin Stéphanien. Trois d'entre elles sont en liaison directe avec des failles limitant les lambeaux Permiens effondrés de l'Avellan au sud et des Vaux au nord.

3.2.2 Historique du bassin houiller du Reyran

L'histoire géologique de ce petit bassin houiller est liée à l'évolution géologique de la région et en particulier à celle des massifs des Maures et du Tanneron.

L'histoire de la région commence par la mise en place de l'orthogneiss de Bonnes, ancien granite alumineux dont la mise en place est cadomienne. Cette histoire se poursuit ensuite par le dépôt des formations méta-sédimentaires du massif des Maures.

Ces formations subissent ensuite une phase de métamorphisme se déroulant du Dévonien au Carbonifère inférieur.

Il se produit une structuration de la partie orientale du massif des Maures en dômes et cuvette, contemporaine de la mise en place des granitoïdes tardi-orogéniques du type Plan de la Tour.

La mise en place de ces granites est suivie par des dépôts sédimentaires à la fin du carbonifère dans des fossés étroits orientés N-NE, S-SW effondrés le long de grands accidents de même direction produits par la phase Asturienne de l'orogenèse hercynienne. Les dépôts sont continentaux, fluviolacustres ou torrentiels, datés du Westphalien-Stéphanien par la flore qu'ils contiennent. Les couches de charbon et les schistes bitumineux sont encaissés dans ces formations. Ces dépôts carbonés sont ensuite plissés lors d'une phase compressive fini-stéphanienne.

À la fin du Permien, de petits bassins s'ouvrent le long de grands accidents définis précédemment, orientés W-NW - E-SE, et se caractérisent par un volcanisme calco-alcalin (galets, cinérites, coulées basiques). La sédimentation continentale à dominante détritique se poursuit dans des bassins intra-montagneux qui fonctionnent en grabens distensifs ; les dépôts grossiers des bords nord et sud s'opposent aux produits fins, fluvio-lacustres des milieux de bassin. Les marges nord et sud de l'Estérel, très faillées, favorisent la montée du volcanisme alcalin, en particulier les grandes coulées de rhyolites ignimbritiques. À la fin du Permien, des appareils volcaniques s'édifient dans l'Estérel, en relief à cette époque, tandis qu'à l'ouest, la dépression permienne est comblée.

À l'Oligocène, a lieu l'intrusion de l'estérelite liée à l'ouverture du bassin ligure plus à l'est, en même temps que la mise en place des andésites qui jalonnent l'arc alpin. Par la suite, les compressions alpines vont se répercuter sur la région en provocant la duplication des plis et l'inversion du réseau hydrographique.

Depuis la fin du Crétacé, l'histoire du massif ancien, continentale, est dominée par la formation de surfaces d'aplanissement dont la maturité dénote des conditions climatiques et géochimiques stables ; leur évolution dépend de la tectonique. L'exhaussement du massif est effectif durant tout le Tertiaire et le Quaternaire, tandis que le bas-Argens et probablement toute sa bordure maritime ont tendance à s'affaisser.

3.2.3 Topographie

Le houiller du bassin du Reyran dessine une dépression très nette dans le socle cristallin avoisinant. L'écart entre l'altitude moyenne des affleurements stéphanien et celle des collines cristallophylliennes qui l'encadrent atteint en effet une centaine de mètres. Cela se traduit dans la topographie par une forte rupture de pente au contact socle-Stéphanien ; il en résulte que les torrents qui descendent vers le Reyran entaillent profondément les gneiss dont l'érosion est ainsi rapide.

3.2.4 Pédologie

L'altération superficielle est toujours poussée dans ce secteur et entraîne la présence d'une épaisse couche d'humus partout où la végétation peut s'établir largement.

Les incendies de forêt de ces dernières décennies ont largement dévasté cette zone, une végétation secondaire rabougrie de garrigue difficilement pénétrable est le plus souvent présente.

3.3 La concession de Boson

3.3.1 Situation administrative

Substance concédée : Houille, schistes bitumineux.

Situation administrative de la concession : abandonnée.

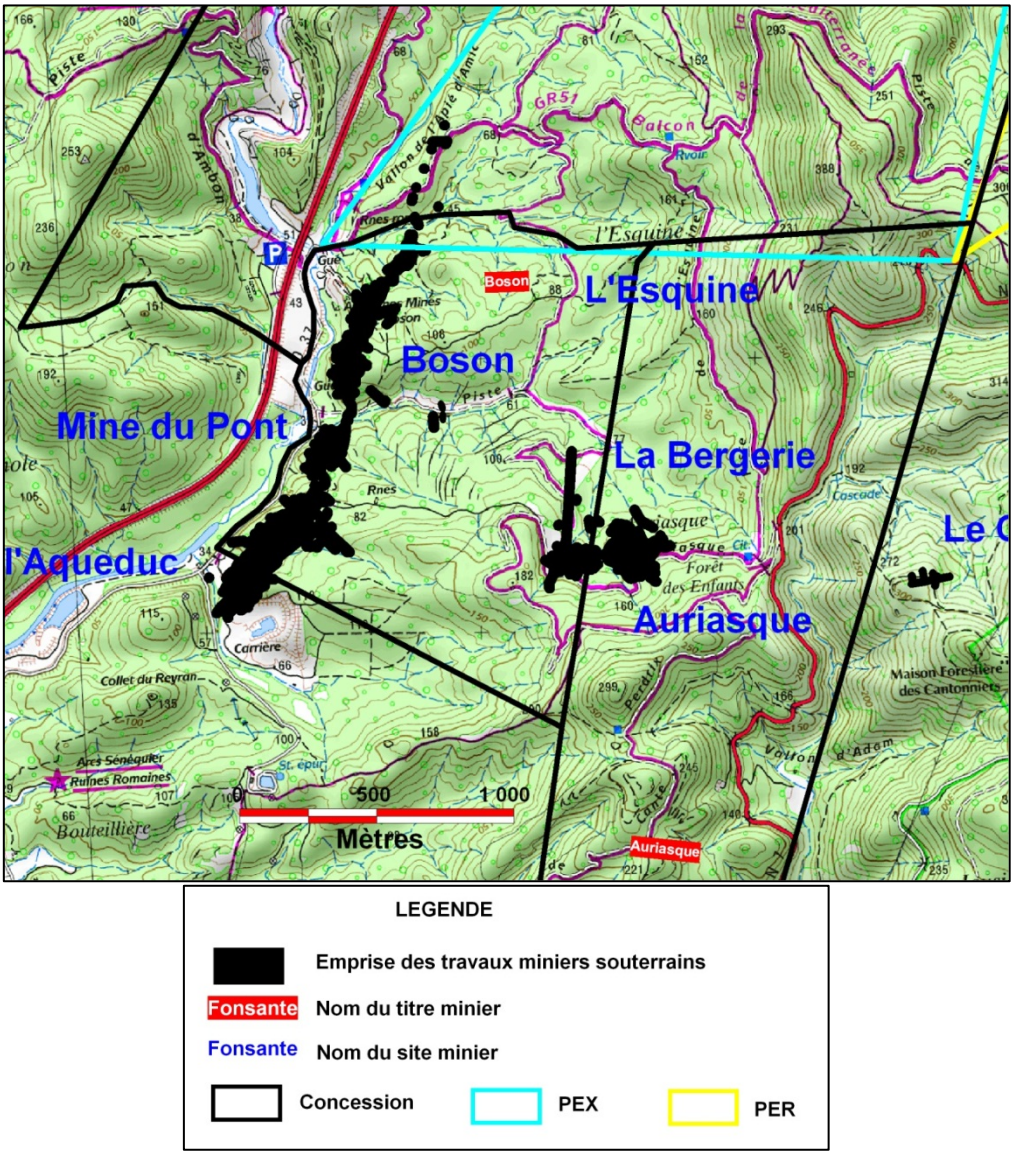


Figure 2 : Situation géographique de la concession

3.3.2 Historique de la concession

La concession de Boson a été instituée par décret du 16 mars 1859 pour les schistes bitumineux (184 ha) au bénéfice de la Compagnie Universelle d'éclairage et de chauffage. Elle a été étendue à la houille par décret du 24 mars 1865, alors qu'elle appartenait au sieur Annebique-Pollet. Sa superficie a été portée à 308 ha par décret du 27 septembre 1876.

Elle a été réunie aux concessions de l'Auriasque et de la Magdelaine par décret du 10 décembre 1910, alors qu'elle appartenait à la Shale Mining Corporation Limited (société anglaise).

Le décret du 17 août 1915 autorise la transmission de ces trois concessions à MM. Thomas Martin, Chalmers Stewart et Augustin, et Frédéric Liddell, à la suite d'une adjudication faite le 18 février 1914 devant le tribunal civil de Draguignan.

Le décret du 14 mai 1920 autorise l'acquisition des trois concessions par la Société des Mines de l'Estérel.

Un contrat fût passé entre la Société des Mines de l'Estérel et la Société Minière des Schistes Bitumineux et l'autorisation de l'amodiation donnée par décret le 17 août 1943.

Le dossier d'arrêt définitif des travaux a été déposé en février 1998 par SIRAS.

Les orifices miniers ont été mis en sécurité en 2002 par Mica Environnement.

3.3.3 Cadre géologique

La couche dite de « Boson » a été suivie par les anciennes exploitations, sur la rive orientale du Reyran, sur une distance d'environ 1 500 m à partir du recouvrement du Permien, depuis les travaux du puits de l'Aqueduc au sud, jusqu'aux recherches du vallon de l'Apié d'Amie au nord.

La couche est plus ou moins régulière en puissance et en qualité. Il semble qu'en moyenne, la formation schisto-gréso-charbonneuse a une ouverture d'environ 2 m avec des épaississements lenticulaires de 5 à 10 m et des serrées plus ou moins complètes. La continuité de ces horizons est cependant remarquable. Ces couches plongent très fortement vers l'est, de 35 à 50°.

L'exploitation a été importante dans la partie sud, dans la mine de l'Aqueduc, où l'épaisseur de la couche pouvait atteindre 6 à 8 m. L'épaisseur du complexe diminue vers le nord en même temps que se multiplient les intercalations de stériles.

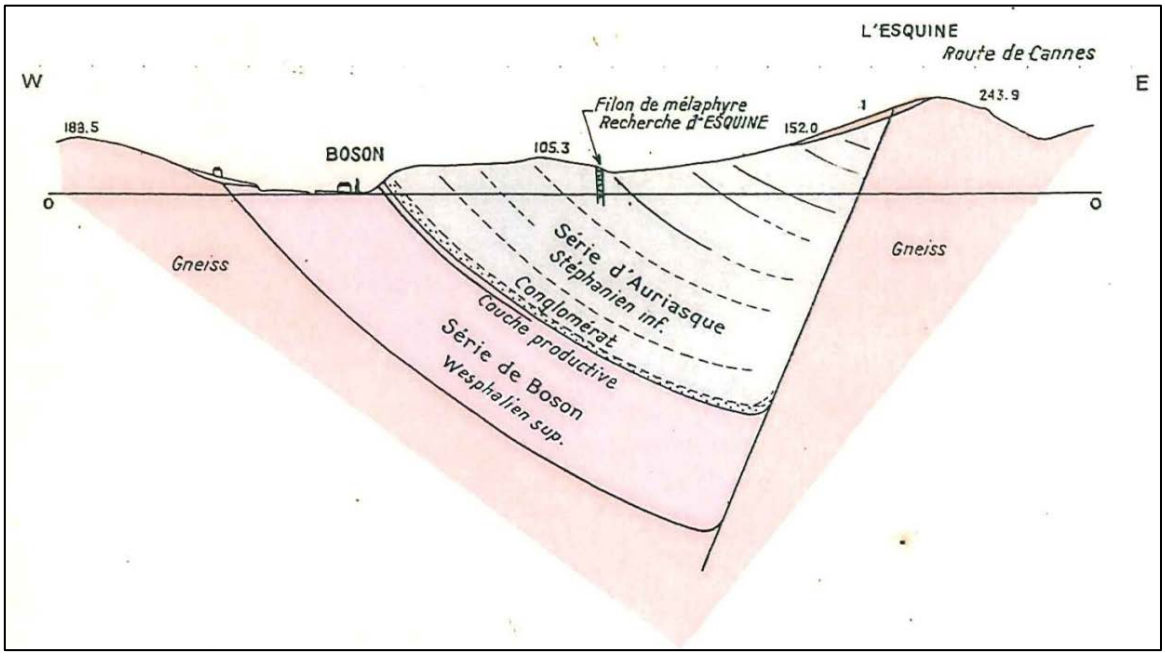
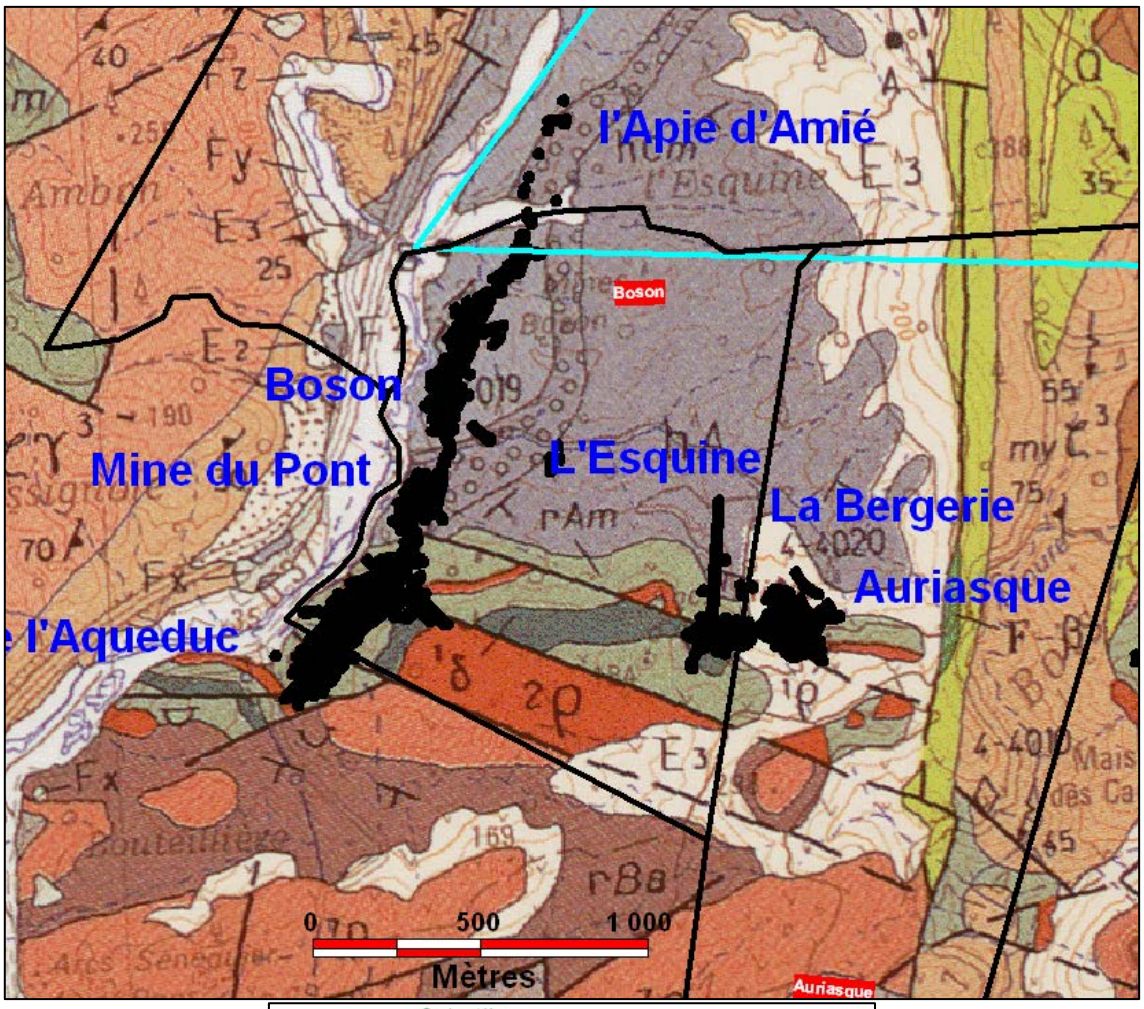


Figure 3 : Site de Boson - Coupe ouest-est à travers le bassin carbonifère de Boson



Carbonifère

BASSIN DU REYRAN

Série d'Auriasque

hA — Ensemble de grès gris à jaunes, d'argiles et de conglomérats, à cinérites fréquentes

hCm — Conglomérat intermédiaire
Conglomérat massif à gros éléments, à empreintes de sigillaires et passées de charbon

hB — Série de Boson
Grès et argiles gris à noirs, à niveaux de charbon
Au sommet, boghead à *Pila*

BASSIN DE PLAN-DE-LA-TOUR

Série supérieure

hs — Conglomérats et grès feldspathiques, à lentilles de charbon à traces de végétaux

hρ — Rhyolite ou microgranite gris-bleu

rBa — Formation de Bayonne
Ensemble de grès rosâtres à taches vertes de décoloration ; tufs volcaniques, cinérites et gouttes de cendres pisolitiques dans l'Estérel

Figure 4 : Situation géologique de la concession

3.3.4 Les travaux miniers

3.3.4.1 Site de Boson

Sur la concession de Boson, on dénombre plusieurs sites miniers distincts, aux cibles d'exploitation différentes.

Les sites miniers alignés sur la bordure ouest du bassin et destinés à l'exploitation de la couche de charbons gras de Boson. Cette couche était exploitée directement depuis l'affleurement, par des descenderies échelonnées sur environ 1 500 m le long du Reyran. Trois puits ont été foncés, mais seul le puits de l'Aqueduc semble avoir été équipé pour l'extraction. On dénombre du sud au nord :

- les travaux de la mine de l'Aqueduc (un puits, deux descenderies) ;
- les travaux de la mine du Pont (mines n° 6 et n° 7) ;
- les travaux de la mine de Boson (mines n° 1, 2, 3, 4, 5, puits de Boson et puits Saint-Joseph (situé sur la concession de la Magdelaine) ;
- les travaux de l'Appié d'Amie.

Des sites miniers dispersés, pour la recherche et l'exploitation des couches de houille de la série d'Auriasque :

- les travaux de l'Esquine (descenderies n° 1, 3, 4, puits de l'Esquine et de Saint-Calixte) ;
- les travaux de la Bergerie (travers-banc Espérance, puits de la Bergerie et puits Saint-Charles), situés à proximité des travaux de la mine d'Auriasque, auxquels ils ne sont cependant pas reliés.

Les premiers travaux ont été ceux de la mine de l'Aqueduc au sud du bassin, qui paraissent abandonnés depuis 1890. L'exploitation qui se faisait par le puits de l'Aqueduc semble avoir été productive. Les travaux se sont enfoncés suivant la pente depuis la couche jusqu'à 140 m en dessous de l'orifice du puits, et une surface d'environ 3 ha paraît avoir été explorée et dépilée ; la partie inférieure de la couche devenait sans doute moins belle. La base des travaux aurait atteint une faille importante qui rejetait le Permien et la couche d'une centaine de mètres.

Ultérieurement, de multiples travaux par descenderie en couche ont été effectués sur une distance d'environ 1 500 m dans la direction du nord-est, en partant du puits de l'Aqueduc. On compte ainsi des mines numérotées de 1 à 7 dans l'inventaire dressé par le BRGM ainsi que quelques petites descenderies à l'Appié d'Amie. Mais aucun de ces travaux, plus ou moins séparés les uns des autres par des zones moins intéressantes, n'a eu l'ampleur des travaux de la mine de l'Aqueduc. Il semble que le gisement s'appauvrissait en allant vers le nord.

Les derniers travaux de quelque envergure ont été exécutés jusque vers 1925 ; ils ont notamment poussé des galeries dans quelques-unes de ces mines, soit au nord dans l'espoir de trouver une lentille intéressante, soit au sud pour se rapprocher de la mine de l'Aqueduc, et, si possible, la dénoyer. Ces travaux semblent s'être heurtés à d'importantes difficultés de terrain.

Des travaux ont été repris à Boson en février 1941, par la Société d'Extraction des Minéraux. Cette société entreprit des traçages de reconnaissance à travers les vieux travaux d'affleurements et quelques raclages d'anciens piliers qui leur fournirent encore du schiste. Ces travaux se poursuivirent en 1942, la direction technique passant à partir du 1er mai 1942, de la S.E.M. à la Société des Schistes Bitumineux d'Autun. Au cours de l'année 1942, une descenderie 1bis placée entre les descenderies 1 et 2, fut attaquée et poursuivie dans les terrains du toit de la couche, mais ne révéla rien d'intéressant.

L'exploitation par la descenderie 1bis s'est poursuivie jusqu'en octobre 1944. Ces travaux sont localisés sur un plan datant de 1878, réactualisé au 1er avril 1944.

Hormis le travers-banc Espérance de la mine de la Bergerie, les travaux miniers sont situés sous le niveau hydrostatique.

La mine est considérée comme peu grisouteuse et n'a jamais fait l'objet d'accidents connus au cours de son histoire.

3.3.4.2 Site de l'Esquine

Ces travaux pour lesquels nous disposons de très peu de documents, semblent davantage être des travaux de recherche et n'ont pas dû donner lieu à une exploitation notable. Ils sont dispersés, sans « siège » d'exploitation spécifique. On recense :

- la descenderie n° 1 de l'Esquine (311), située 180 m à l'est du puits de Boson. 35 m plus à l'est, deux petites attaques de galeries 385 et 386 sont localisées sur le plan minier général mais ne sont plus visibles sur le terrain ;
- la descenderie n° 2 (347), visible, avec sa verse en bordure du chemin ;
- la descenderie n° 3 (312) et le puits de l'Esquine qui devait être situé d'après les écrits à quelques mètres au sud-ouest de la descenderie, il n'est plus localisable actuellement et n'a donc pas été reporté sur la carte. Également, l'ancien puits Saint-Calixte était localisé plus à l'ouest dans le même secteur ;
- la descenderie n° 4 de l'Esquine (313) a été effondrée et remblayée en 2002. Elle n'est plus visible ;
- la verse 524, au bord de la piste, avec sa galerie de recherche 523, située probablement plus à l'est et qui n'est plus réellement visible ;
- un trou 341 d'une quinzaine de mètres de diamètre et de profondeur inconnue a été mis en évidence par les équipes de débroussaillage locales. Une verse en aval témoigne d'une partie du volume excavé. Les débris charbonneux ainsi que sa localisation dans le prolongement de la couche de houille témoignent de l'origine minière de cette excavation que nous rattacherons à un ouvrage de recherche ;
- 225 m plus au nord une autre excavation (344) moins grande et également remplie d'eau à la même configuration que l'ouvrage de recherche précédent, son origine n'est pas connue.

Compte tenu des observations réalisées et des informations parcellaires relatives à ce secteur, une zone potentiellement exploitée a été cartographiée après analyse topo-géologique et à partir de la localisation des indices et ouvrages repérés ou localisés.

3.3.4.3 Site de la Bergerie

Ces travaux jouxtent ceux de la concession et de la mine d'Auriasque et montrent une configuration similaire.

Deux puits, Saint-Charles (320) et la Bergerie (319), implantés aux cotes 140 et 126,96 m, permettent d'accéder à des couches de charbon dépilées essentiellement à la cote 88-90 m. Ces travaux sont également reliés au jour par un long travers-banc sud-nord de 360 m, dit Espérance, débouchant au nord dans le vallon à la cote 77,42 m. Un terril est situé au débouché du travers-banc Espérance. Cette galerie servait également à l'exhaure de la mine.

Il ne semble pas qu'il y ait eu d'installations de surface. Le puits de la Bergerie semble avoir été équipé d'un treuil.

3.3.5 Méthode d'exploitation

La méthode d'exploitation s'est limitée à un quadrillage assez lâche des niveaux réunis plus ou moins fréquemment par des montages. Les cas de quadrillages serrés et réguliers, rappelant une méthode d'exploitation par piliers et galeries, sont très rares. Dans la plupart des cas, il semble que les travaux en profondeur ont été arrêtés en raison de l'insuffisance des moyens techniques et nom en raison de la déficience du gisement. Les anciens registres d'avancement signalent constamment des éboulements, des difficultés d'exhaures et d'aérage. Ainsi, la profondeur maximale des travaux étaient d'environ 150 m.

La reprise des vieux travaux et du raclage des anciens piliers en 1941 laisse supposer que les travaux miniers n'ont pas été systématiquement remblayés. Sur des chantiers peu ou mal remblayés et mal foudroyés, les hauteurs de vides résiduels pourraient être assez importantes.

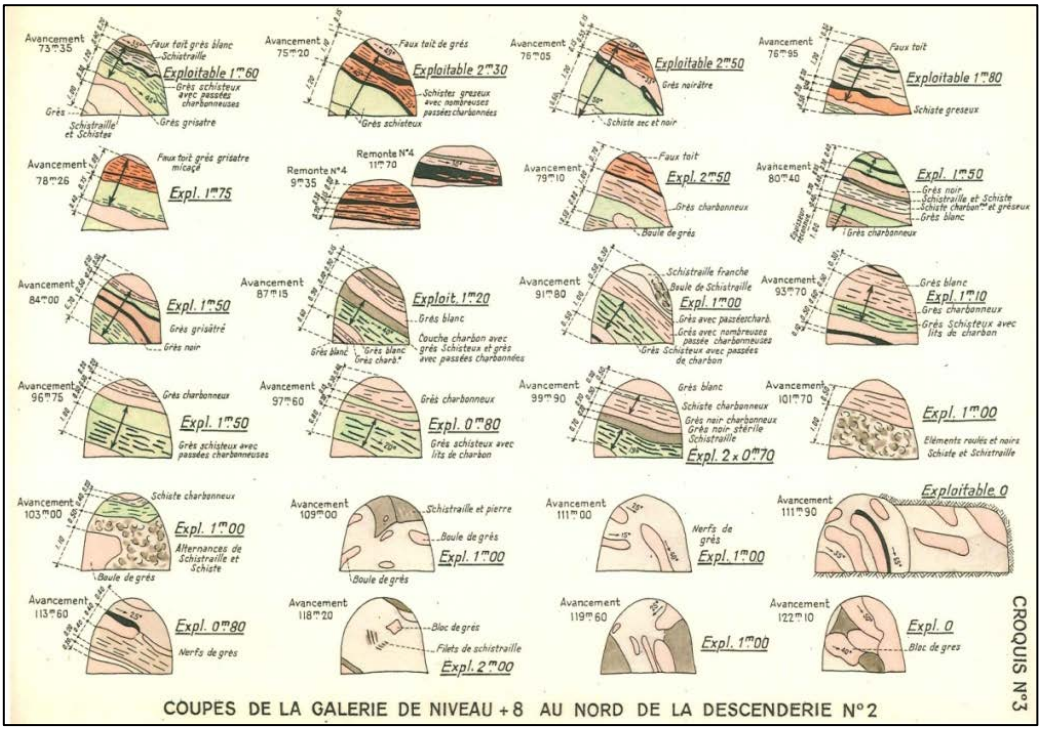


Figure 5 : Site de Boson - Coupes à l'avancement des fronts de taille montrant la forme des galeries et la morphologie de l'horizon productif

3.3.6 Production

Dans l'ensemble de la concession, on a extrait des mines de Boson jusqu'à 1917 environ 200 000 tonnes de schistes bitumineux renfermant environ 12 % d'huile.

Aux périodes de plus grande activité, l'extraction était d'environ 50 t par jour. Le schiste était en partie distillé sur place, en partie envoyé aux usines à gaz. L'huile distillée donnait environ :

- 40 % d'huile carburant ;
- 20 % d'huile à graisse ;
- 40 % de produits lourds (paraffine, etc…).

De 1917 à 1926, environ 50 000 tonnes de schistes bitumineux ont été extraites.

3.3.7 Les plans miniers

Sur le site de Boson, de nombreux plans parcellaires ont été retrouvés dans les DREAL de Marseille et de Toulon. Ils sont datés de 1924, 1925, 1926 et 1943. Un plan général à 1/2 000 de date inconnue semble rassembler tous les travaux souterrains. Nous l'avons pris en référence.

Ce plan général (Figure 6) a été géoréférencé le premier, principalement à partir des reports de surface (chemins, ruisseaux, courbes de niveaux), mais également quelques entrées de galerie bien identifiées. Une dizaine de points de référence tous cohérents entre eux donnent une incertitude maximale de 9 m. Nous retiendrons 15 m d'incertitude à l'ensemble de ce plan.

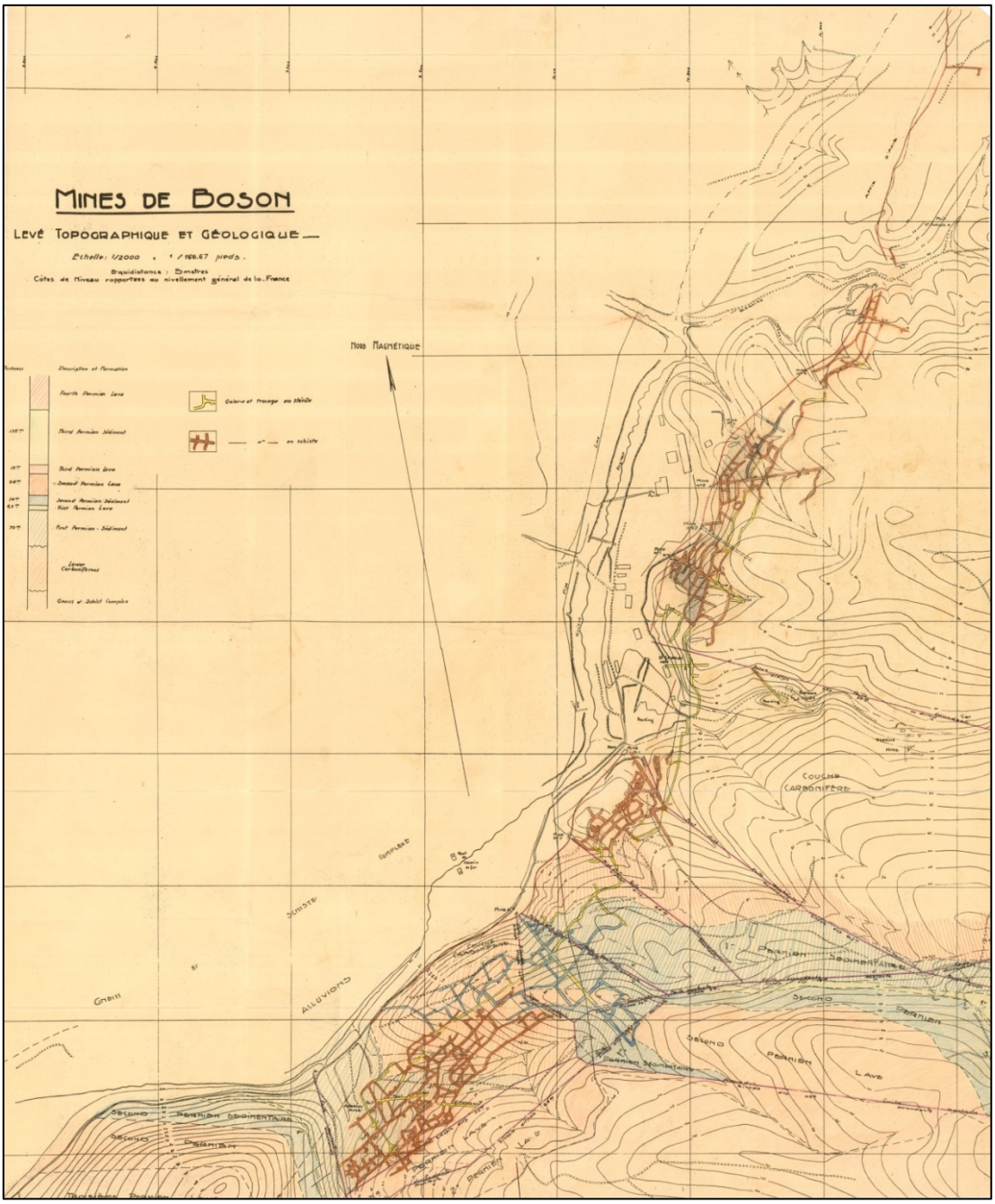


Figure 6 : Site de Boson - Plan d'ensemble des travaux à 1/2 000 (date indéterminée)

Les travaux souterrains du secteur de la Bergerie sont reportés sur le plan d'Auriasque de 1890 (cf. § 3.4.6.). L'incertitude de ces travaux est de 15 m.

Les travaux de l'Esquine sont reportés sur un extrait de plan à 1/5 000 non daté.

Le plan à 1/1 000 de 1926 (Figure 7) avec les travaux de la mine du pont et de la mine n° 6 a ensuite été géoréférencé en prenant pour référence le plan général précédent. Quatorze points de référence ont été sélectionnés. Son incertitude est de 14 m.



Figure 7 : Site de Boson - Plan des travaux de la mine du Pont à 1/1 000 (1926)

3.3.8 Les ouvrages miniers débouchant au jour

À la demande de la DRIRE de PACA, un premier inventaire des ouvrages débouchant au jour avait été réalisé en 1994 par le BRGM. Ils ont été mis en sécurité en 2001. Une seconde campagne de reconnaissance des ouvrages a eu lieu fin 2001. Tous les ouvrages ouverts reconnus ont été mis en sécurité en octobre 2002.

Les orifices miniers sont nombreux dans la concession de Boson.

Actuellement, nous distinguerons trois types d'ouvrages :

- les ouvrages retrouvés et mis en sécurité en 2002 ;
- les ouvrages non retrouvés lors de la recherche de 2001 et de notre recherche ;
- les ouvrages nouveaux, trouvés lors de notre étude.

Seize ouvrages ont été mis en sécurité en 2002. Ce sont les orifices : 333, 311, 312, 313, 302, 301, 497, 382, 335, 306, 303, 162, 176, 178, 179 et le désordre D24. Ils ont tous été revus sur le terrain. Il n'a pas été noté de désordres particuliers lors de leur inspection.

Tous les autres ouvrages ont été recherchés mais n'ont pas été retrouvés, soit parce qu'ils ne sont plus visibles actuellement soit parce que la garrigue est difficilement pénétrable.

Num SIG	Nom ouvrage	Visible	Incertitude position	Observations	X_lamb_93	Y_lamb_93
178	Traçage de l'Apié d'Amie	non	20		1004328	6274550
300	Mine n° 4	non	15		1004213	6274388
301	M2	non	15		1004078	6274210
302	Mine n° 5	oui	5		1004279	6274480
303	Mine n° 6	non	15		1003832	6273552
304	Mine n° 1	non	15		1004014	6274107
305	Mine n° 7	non	15		1003905	6273669
306	Entrée du Pont	non	15		1003981	6273808
311	Descenderie n° 1	non	15		1004376	6273852
312	Descenderie 3	non	15		1004826	6274192
313	Descenderie 4	non	20		1004850	6274329
333	TB Espérance	oui	10		1004878	6273712
315	Puits	non	15		1003553	6273268
316	Puits de l'aqueduc	non	15		1003629	6273248
317	Puits de Boson	oui	10		1004200	6273913
319	Puits de la Bergerie	non	15		1004889	6273344
320	Puits Saint-Charles	oui	10		1004832	6273280
335	Galerie	non	10		1004037	6274111
341	Puits ?	oui	10		1004933	6274406
347	Galerie	oui	10		1004809	6 274144
381	Galerie		20		1 004 120	6 274 287
382	Galerie mine 1 bis	Oui	5		1 004 065	6 274 145
383	Galerie	Non	20		1 004 006	6 274 011
384	Galerie Saint-Charles	Non	20		1 004 027	6 273 935
385	Galerie	Non	20		1 004 411	6 273 858
386	Galerie	Non	20		1 004 411	6 273 858
387	Galerie	Non	20		1 003 922	6 273 721
388	Ancien puits d'aérage	Non	20		1 003 647	6 273 301
389	Galerie	Non	15		1 004 134	6 274 318
390	Galerie Mine n° 3	Non	15		1 004 099	6 274 299
391	Galerie	Non	15		1 004 831	6 273 451
392	Galerie	Non	15		1 004 940	6 273 451
497	Entrée sud de la mine n° 2	Non	15		1 004 066	6 274 210
523		Non	10		1 004 914	6 274 303

Tableau 3 : Concession de Boson - Liste des ouvrages débouchant au jour

3.3.9 Les dépôts résiduels de surface

Il existe de nombreuses petites verses, éparpillées aux alentours des débouchés de galerie. Hormis la verse 498, elles sont toutes de petite dimensions, et souvent largement recouvertes de végétation. La verse de la mine n° 3 occupe un fond de vallon. Bien qu'en partie boisée, elle est sujette à de petits ravinements. Aucune ne présente de traces de combustion.

ID SIG	Sources information	Visible	Observations	X_lamb_93	Y_lamb_93
345	GPS	oui		1004780	6274128
459	Lu sur le plan Auriasque 11	non		1004906	6273358
466	Lu sur le plan Auriasque 11	non		1004820	6273289
498		oui		1004079	6274300
499		oui		1004271	6274486
500		oui		1003828	6273556
524		oui		1004902	6274303
525		oui		1004883	6273736
527		oui		1004114	6274307
342	GPS	oui	Déblais de l'excavation	1004916	6274409

Tableau 4 : Concession de Boson - Liste des dépôts résiduels de surface

3.3.10 Les désordres

Nous n'avons repéré aucun désordre d'origine minière sur cette concession. Un ancien fontis remblayé en 2002 est à signaler.

Le vrai toit de la formation est un conglomérat qui est une formation très compétente. Par contre, le toit de la couche exploitée est un banc faisant partie de la formation productive moins rigide et souvent disloqué par les actions tectoniques. Il semble que les anciens exploitants aient eu de nombreux éboulements.

Num SIG	Nom désordre	Identification terrain	État	Observation	X_lamb_93	Y_lamb_93
D24	B01bis	non	Mis en sécurité en 2002		1004291	6274493

Tableau 5 : Concession de Boson - Liste des désordres d'origine minière

3.4 La concession d'Auriasque

3.4.1 Situation administrative

Substance concédée : Houille, schistes bitumineux.

Situation administrative de la concession : Assimilée à une concession orpheline (source : BDSTM).

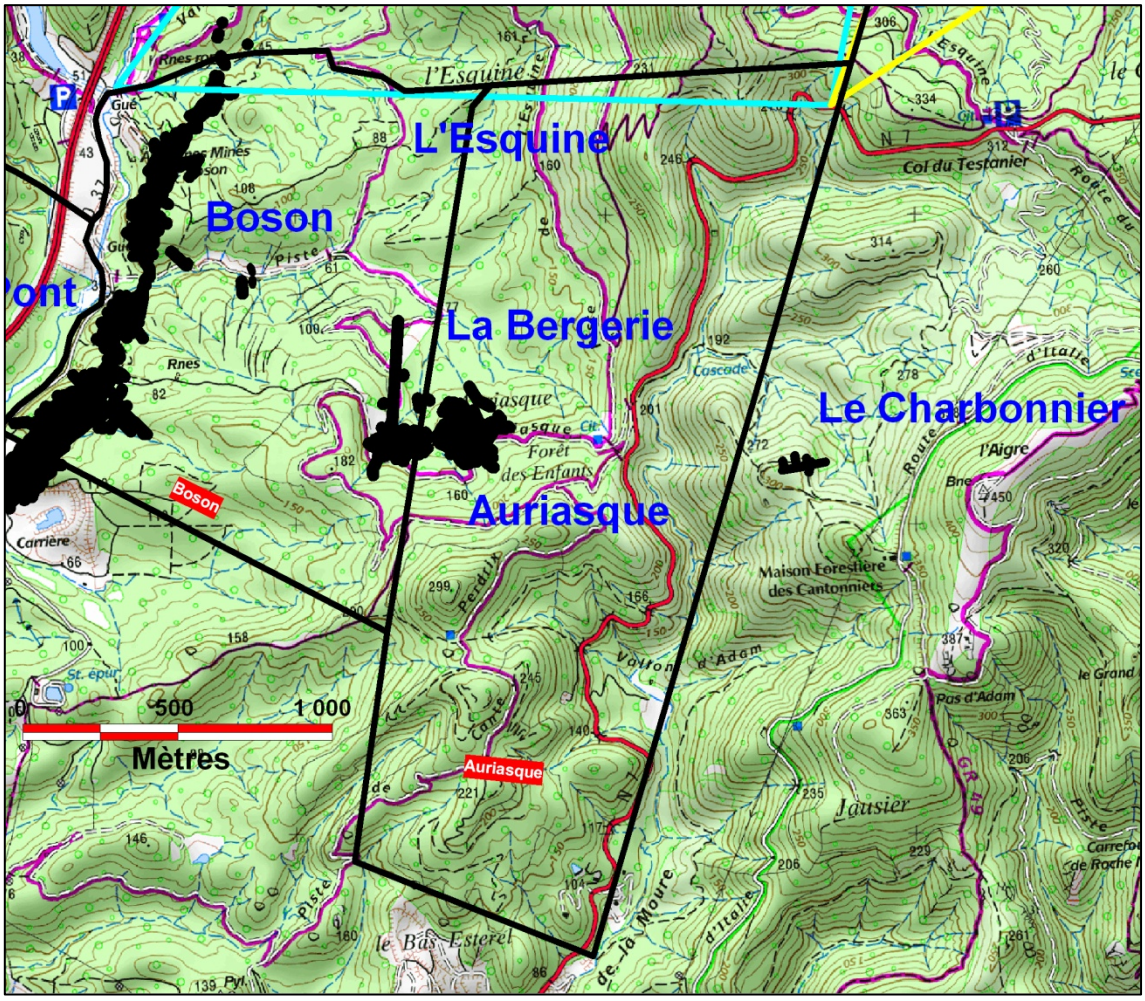


Figure 8 : Situation géographique de la concession

3.4.2 Historique de la concession

La concession d'Auriasque a été instituée par décret du 25 août 1867 pour la houille et les schistes bitumineux (240 ha). Elle a été réunie aux concessions de Boson et de la Magdelaine par décret du 10 décembre 1910.

Le décret du 17 août 1915 autorise la transmission des trois concessions à MM. Thomas Martin, Chalmers Stewart et Augustin, et Frédéric Liddell, à la suite d'une adjudication faite le 18 février 1914 devant le tribunal civil de Draguignan.

Le décret du 14 mai 1920 autorise l'acquisition des trois concessions par la Société des Mines de l'Estérel. Un contrat fût passé entre la Société des Mines de l'Estérel et la Société Minière des Schistes Bitumineux et l'autorisation de l'amodiation donnée par décret le 17 août 1943.

Les mises en sécurité des orifices des ouvrages débouchant au jour ont été réalisées en 2002.

3.4.3 Cadre géologique

Le contexte géologique est identique à celui de la concession de Boson.

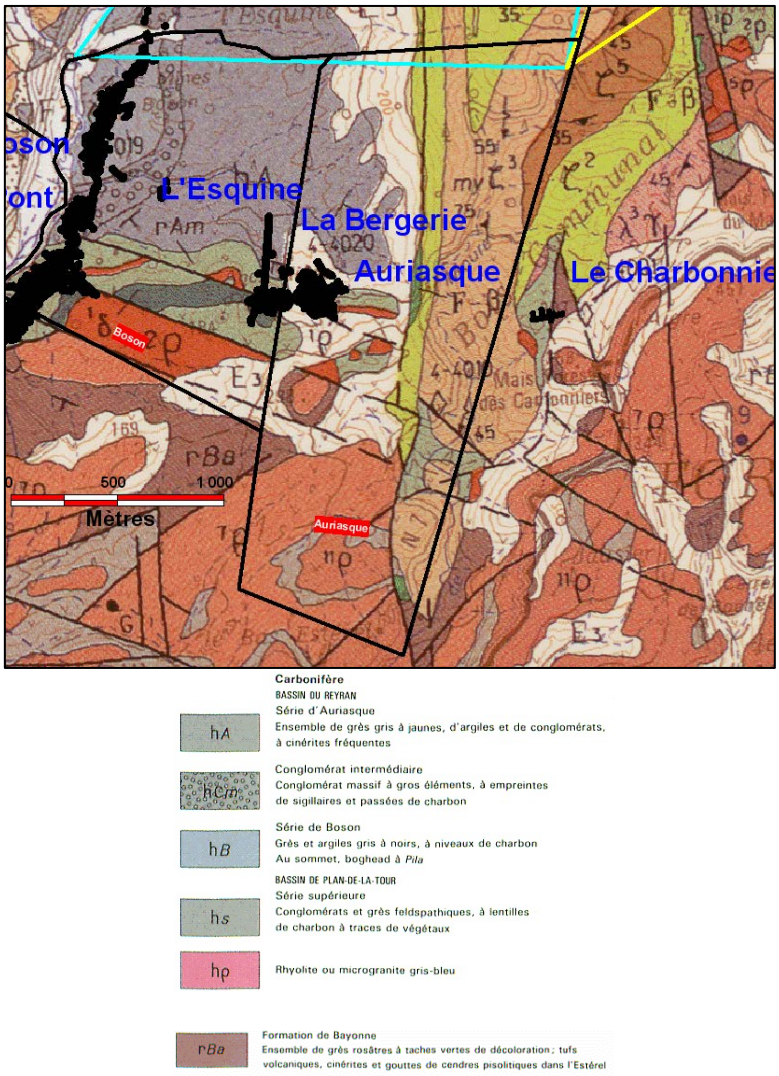


Figure 9 : Situation géologique de la concession

3.4.4 Les travaux miniers

Les travaux miniers de la concession d'Auriasque sont regroupés sur un seul site d'exploitation (site d'Auriasque) située à peu près au centre de la concession, sur sa bordure ouest. Ces travaux étaient destinés à exploiter sept couches de houilles grasses.

Les premiers travaux connus dans la concession d'Auriasque datent de l'instauration de la concession en 1867.

Trois couches de houille sont alors exploitées à partir de descenderies foncées sur le flanc nord de la colline d'Auriasque. La production atteint 10 tonnes par jour, et l'exploitation se développe régulièrement jusqu'en 1880.

En 1874 débute le fonçage du puits d'Auriasque, à la cote 165 m. Ce puits, muni d'une machine d'extraction, a recoupé quatre couches de charbon d'épaisseur inférieure à un mètre, entre 29 et 76 m de profondeur (cote 136 à 89 m).

Les deux couches médianes, de 0,6 et 0,7 m d'épaisseur, situées respectivement aux cotes 102 m et 95 m, seront exploitées en 1876. Le carreau de la mine comprend, outre les installations du puits, la machinerie du treuil, le magasin de bois, des bureaux, un petit lavoir, des bassins d'eau et un quai de chargement avec bascule.

En 1880, le gisement est exploité sur trois étages : 115 m, 100 m et 85 m. Ces étages sont également reliés au jour par des descenderies foncées sur le flanc nord de la colline d'Auriasque. On en dénombre quatre, respectivement aux cotes 127,77 m, 114,71 (deux descenderies voisines) et 106,9 m (galerie de reconnaissance de la septième couche). L'aérage se faisait par thermosiphon entre ces descenderies et le puits d'extraction. L'entrée du personnel se faisait par une descenderie de la cote 114,71 m.

Les stériles miniers ont été déversés à proximité du débouché des descenderies, et à proximité du puits d'Auriasque.

Les travaux ont été abandonnés en 1909 et repris pour trois mois durant l'été 1914.

Une descenderie nord-sud, ouverte 400 m au sud-est de l'entrée du travers-banc d'écoulement de l'Espérou est reprise en 1915, date du dernier procès-verbal de visite de la mine.

Les orifices des ouvrages miniers ont été mis en sécurité en 2002.

3.4.5 Méthode d’exploitation

La méthode d'exploitation est la méthode par tailles montantes et remblais. La production journalière est de l'ordre de 25 tonnes.

Les dépilages les plus importants sont ceux des cotes 85 et 100 m, situés immédiatement à l'ouest du puits d'Auriasque.

3.4.6 Production

La production de houille et de schistes bitumineux n’est pas connue.

3.4.7 Les plans miniers

Un plan minier de 1890 à l’échelle 1/1 000 regroupe les travaux d’Auriasque et ceux de la Bergerie situés à l’est dans l’emprise de la concession de Boson. Il est précis mais incomplet, vu que des travaux souterrains se sont poursuivis au moins jusqu’en 1915. Il sera pris néanmoins en référence. Il a été géoréférencé à partir de six points dont le puits d’Auriasque, le puits Saint-Charles et la galerie de l’Espérance situés aux trois extrémités du plan minier. L’incertitude maximale entre les points est de 10 m.

Nous retiendrons une incertitude de 15 m pour l'ensemble des travaux miniers de la concession d'Auriasque.



Figure 10 : Concession d'Auriasque - Plan des travaux souterrains à 1/1 000 (1890)

3.4.8 Les ouvrages miniers débouchant au jour

Les orifices miniers sont peu nombreux dans la concession d'Auriasque. Certaines entrées de puits ou galeries du site minier d'Auriasque sont situées dans l'emprise de la concession de Boson (333, 391, 552, 320, 319, 392).

Le puits d'Auriasque est à peine discernable sur le terrain par la présence d'une cuvette et les entrées de galeries sont situées dans une garigue impénétrable. Les ruines des installations de surface sont encore visibles. Notamment, le mur de la plateforme du puits, les ruines du bureau et le réservoir d'eau. Notons que les entrées de galeries notées A29, A30, A31 dans le rapport de Mica Environnement n° 02-367 de 2002 ont été recherchées sur le terrain et non retrouvées. Il y avait en fait probablement des erreurs de coordonnées comme le confirme le plan d'ensemble géoréférencé (Figure 23). Le travers-banc de l'Espérance a été mis en sécurité.

Num SIG	Nom ouvrage	Visible	Incertitude position	État tête	Observations	X_lamb_93	Y_lamb_93
307	Galerie A29	non	15			1005108	6273502
318	Puits d'Auriasque	oui	10			1005170	6273310
331	Puits indéterminé	oui	10			1005151	6273280
393	Galerie	non	15			1004976	6273464
460	Galerie	non	15			1005201	6273408
461	Galerie	non	15			1005119	6273426
462	Galerie	non	15			1005088	6273441
551	Galerie	?	15		Non recherché	1005077	6273448

Tableau 6 : Concession d'Auriasque - Liste des ouvrages débouchant au jour

3.4.9 Les dépôts résiduels de surface

Un important volume de stériles (458) est encore présent sur 140 m de longueur en aval du chemin. Il est recouvert de végétation à grands arbres. D'autres petites verses (463, 464, 465) reportées sur le plan minier sont probablement encore présentes et recouvertes de végétation. Un autre déblai aplani (525) est également présent à la sortie du travers-banc de l'Espérance.

ID SIG	Sources information	Visible	Observations	X_lamb_93	Y_lamb_93
458	Lu sur le plan Auriasque 11	oui		1005158	6273326
463	Lu sur le plan Auriasque 11	non		1005112	6273446
464	Lu sur le plan Auriasque 11	non		1005199	6273416
465	Lu sur le plan Auriasque 11	non		1005071	6273487
501	Lu sur le plan d'Auriasque et l'Orthophotoplan	?	Non recherché	1005100	6273531
618	Lu sur le plan Auriasque 11	?	Non recherché	1004381	6273655

Tableau 7 : Concession d'Auriasque - Liste des dépôts résiduels de surface

3.4.10 Les désordres

Aucun désordre lié aux mouvements de terrain n'a été identifié sur cette concession.

3.5 La concession de Magdelaine

3.5.1 Situation administrative

Substance concédée : Houille et schistes bitumineux.
Situation administrative de la concession : ?.

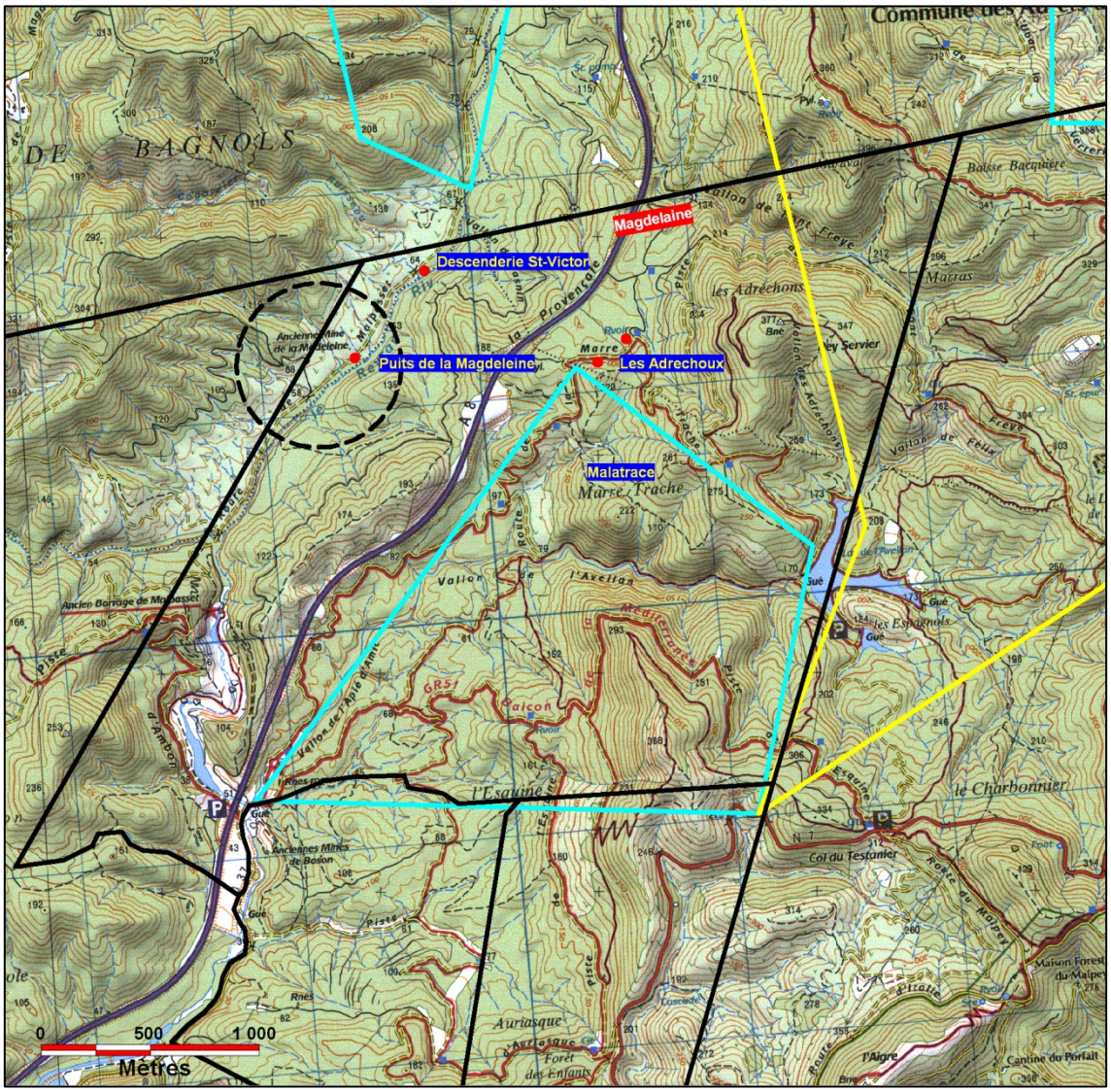


Figure 11 : Situation géographique de la concession

3.5.2 Historique de la concession

La concession de la Magdelaine a été instituée par décret du 29 mars 1865, au bénéfice du Sieur Bérenguier, pour l'exploitation de la houille et des schistes bitumineux.

La concession de la Magdelaine a été réunie aux concessions de l'Auriasque et de Boson par décret du 10 décembre 1910.

Le décret du 17 août 1915 autorise la transmission de ces trois concessions à MM. Thomas Martin, Chalmers Stewart et Augustin, et Frédéric Liddell, à la suite d'une adjudication faite le 18 février 1914 devant le tribunal civil de Draguignan.

Mutations successives de MM. Stenart et Liddell au profit de Sir Arthur Cory-Cory-Wright, puis de ce dernier au profit de la Sté des Mines de l'Esterel, autorisées par décret du président de la république du 14 mai 1920.

Par un contrat du 16 mai 1940, la SME a confié à MM. Collomp et Herbinger l'exécution de travaux et le droit de vendre les produits de la recherche. MM. Collomp et Herbinger se sont constitués en SARL : la Sté d'Extraction de Minerais SEM.

Amodiation de la SEM le 21 mai 1942 au profit de la Sté Minière des Schistes Bitumineux SMSB, autorisée par décret du 17 août 1943, pour 5 ans renouvelables jusqu'à concurrence de 20 ans. Amodiation résiliée le 31 mai 1945.

Le titre minier est abandonné le 12 janvier 1945.

Les travaux ont été submergés lors de la mise en eau du barrage de Malpasset, puis dénoyés lors de la rupture accidentelle de celui-ci.

Les travaux de mise en sécurité ont été réalisés en octobre 2002 (MICA Environnement 02-367).

3.5.3 Cadre géologique

Identique à celui de la concession de Boson (Cf § 3.3.3). Les travaux miniers ont porté sur la même formation géologique (carbonifère de la série d’Auriasque, hA et Hb sur la carte géologique).

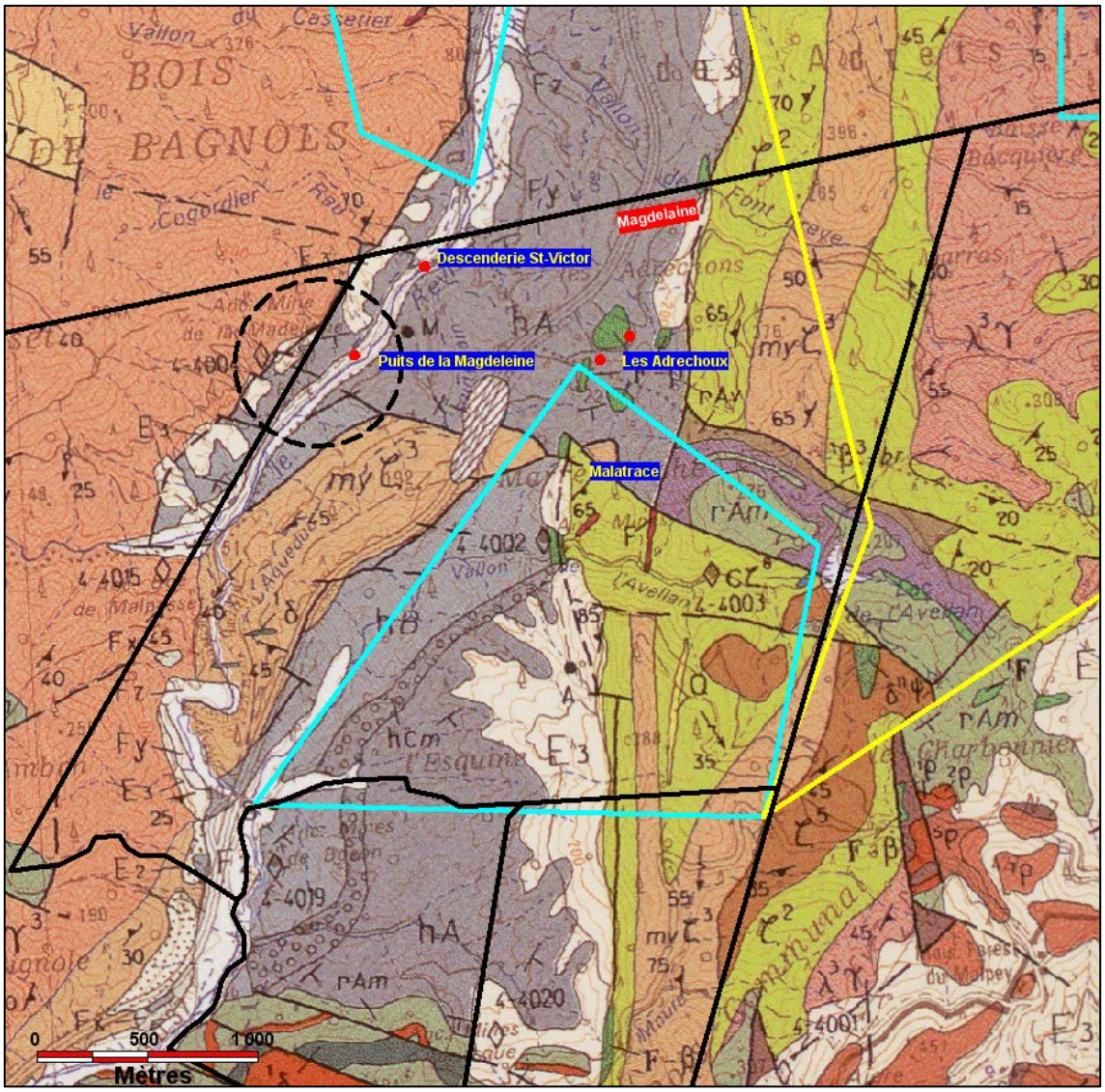


Figure 12 : Situation géologique de la concession de Magdelaine

3.5.4 Les travaux miniers

L'exploitation des sites miniers de la concession de la Magdelaine s'avère assez désordonnée et dispersée au cours de sa courte histoire.

La durée d'activité minière a été de 30 ans environ avec la fin de travaux en 1962, avec un arrêt durant la seconde guerre mondiale.

Les travaux miniers de la concession de la Magdelaine localisent sur trois sites distincts :

- au nord-ouest, dans la vallée du Reyran, les travaux de la Magdelaine et de Saint-Victor (puits de la Magdelaine et descenderie de Saint-Victor) ;
- au centre-nord, les travaux de Sainte-Constance et de Saint-Louis, au lieu-dit « les Adrechous » ;
- au centre-sud, quelques grattages au lieu-dit Malatrace. Dans ce secteur, encaissé dans les gneiss du Tanneron, se trouve également l'ancienne exploitation de fluorine de l'Avellan (§ 4.3).

Pour être complet, signalons que le puits Saint-Joseph et quelques grattages de la mine de Boson sont situés sur l'emprise de la concession de la Magdelaine.

Les premiers travaux d'exploitation (1865) ont consisté à ouvrir des tranchées au lieu-dit « Malatrace » et à foncer la descenderie dite de « Sainte-Constance » au lieu-dit « les Adrechous ». La couche de houille exploitée présente une épaisseur de 70 cm en moyenne. La production du chantier de Sainte-Constance est de 4 à 5 tonnes par jour.

En 1866, deux chantiers (Saint-Victor et Sainte-Marie) sont ouverts en rive droite et gauche du Reyran (non retrouvés).

Les travaux du quartier de Malatrace sont abandonnés en 1869 en raison de l'irrégularité des couches.

Entre 1872 et 1874, deux quartiers sont en activité à Sainte-Constance et Saint-Louis ; ils sont ouverts sur deux couches de houille situées vers la limite est du terrain houiller au contact des micaschistes. Ces deux chantiers sont abandonnés en 1875. Cette année-là, seul fonctionne le chantier du puits Saint-Joseph, en liaison avec les travaux de la mine de Boson, ouvert dans les schistes bitumineux.

En janvier 1918, la Société des mines de l'Estérel reprend les travaux de la concession abandonnée depuis des décennies. À proximité du vallon de l'Apié-d'Amie, à 1 600 m au nord-est de la descenderie du Pont (concession de Boson), une descenderie de 60 m de longueur et de 38° d'inclinaison a été percée dans la couche. Les recherches ont fourni 122 tonnes de schistes bitumineux.

À noter la présence d’une petite exploitation de fluorine faite avant 1942 et sous le régime des carrières (un puits et un TB situés hors titre) au lieu-dit la Madeleine (cf. § 4.11).

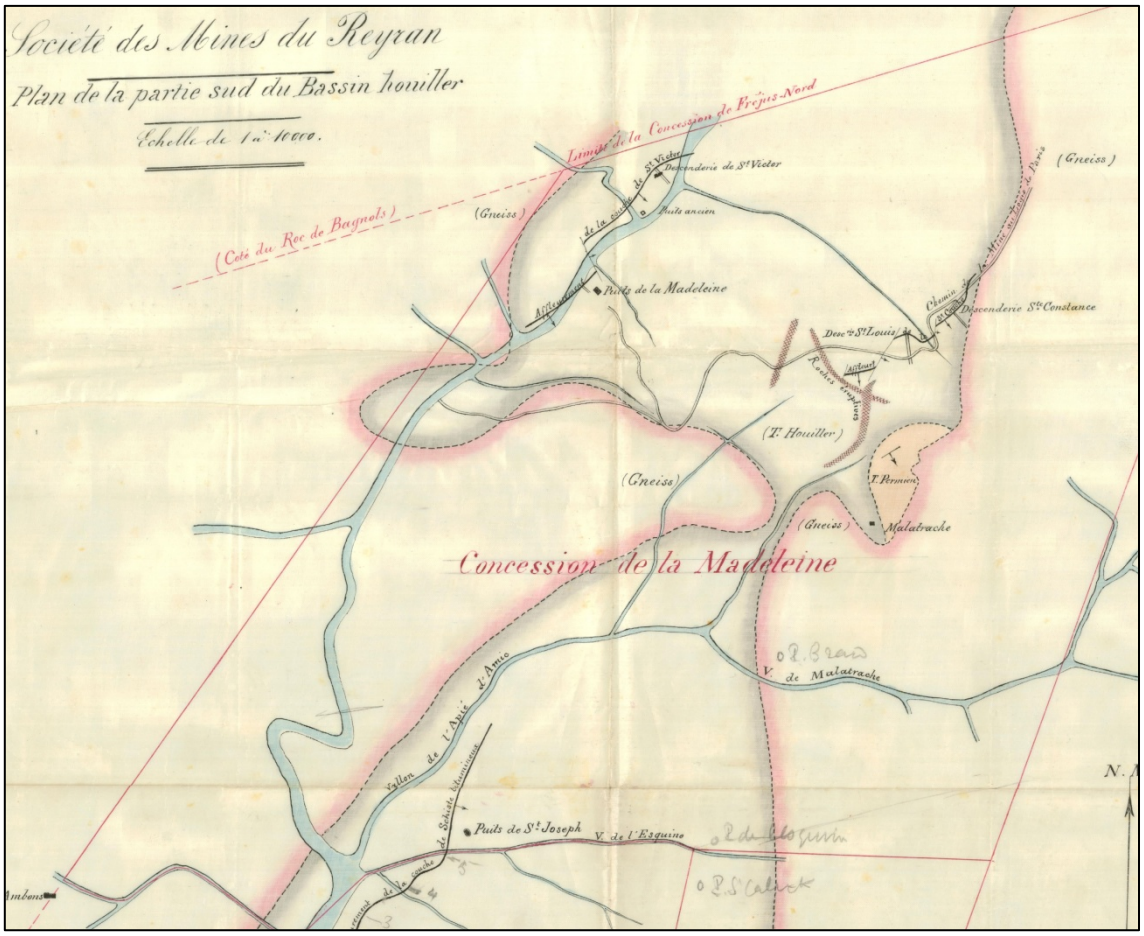


Figure 13 : Concession de la Magdelaine - Plan de situation des anciens travaux

3.5.5 Les plans miniers

Nous n'avons pas retrouvé de plan précis des travaux miniers de cette concession. Le plan utilisé pour positionner les travaux miniers est le plan de la figure 13 à 1/10 000 non daté. Sur ce plan, nous n'avons pas pris en compte les trois puits matérialisés au crayon de papier faute d'éléments concordants retrouvés par ailleurs ou de mention de ces ouvrages. C'était probablement des ouvrages projetés qui n'ont pas été réalisés.

3.5.6 Les ouvrages miniers débouchant au jour

Les orifices miniers sont peu nombreux dans la concession de la Magdelaine. Les ouvrages ont été recherchés, mais seuls quatre ont pu être retrouvés, dont trois sur le site d'Apié d'Amie.

3.5.6.1 Site de la Magdelaine et de Saint-Victor

Le puits de la Magdelaine (n° 162) situé au bord de la piste (ancienne route de Malpasset) a été mis en sécurité à deux reprises. Il avait d'abord été remblayé mais a ensuite débourré. Il a été remis en sécurité en 2002 par coulage d'un bouchon béton par déversement au fond d'un volume de béton de 54 m^3. Une large zone défrichée de 2500 m^2 localise le secteur. Plus rien n'est visible actuellement en surface.

Une importante halde (référencée sous le n° 515) est visible à une centaine de mètres en amont du chemin de Malpasset. L'emplacement de la descenderie Saint-Victor 514 est discernable dans la topographie, mais l'orifice est éboulé.

Le puits ancien (n° 516 sur la carte informative) situé en bordure de la piste a été retrouvé. Il est ouvert rempli d'eau et est entouré d'une petite verse (n° 517).

On ne recense plus aucun vestige des installations minières de surface, du moins dans les zones visitées.

3.5.6.2 Site des Adrechous

L'entrée de la galerie de Sainte-Constance (n° 176 sur la carte informative) se présentait sous forme d'une tranchée de 2 m de profondeur. Elle a été remblayée en 2002 et la surface remodelée.

La descenderie Saint-Louis (177) n'est également plus visible.
Il n'existe aucun vestige d'installation de surface.

3.5.6.3 Site de l'Apié d'Amie

L'entrée du traçage (178) était située au bord du chemin menant au puits Saint-Joseph. L'orifice a été effondré et retaluté en 2002.

Le puits Saint-Joseph (179) a été mis en sécurité par un bouchon béton en 2002.

Deux entrées de galerie (336 et 337), proches l'une de l'autre, ont été retrouvées ouvertes dans la garrigue. Elles sont pénétrables. Elles font partie d'une zone d'affleurement de 400 m de longueur où la houille a été exploitée plus ou moins artisanalement à partir de petites galeries dont nous n'avons pas de plans. Toute cette zone a été délimitée en potentiellement exploitée.

Num SIG	Nom ouvrage	Visible	Incertitude position	État tête	Observations	X_lamb_93	Y_lamb_93
162	Puits de la Magdeleine	non	20			1004450	6276509
176	Descenderie Sainte-Constance	non	20			1005694	6276585
177	Descenderie Saint-Louis	non	10			1005561	6276479
179	Puits Saint-Joseph	non	15			1004402	6274617
298	Galerie	non	15		Topographie laissant supposer sa présence	1004427	6274914
299	Galerie	non	10		Topographie laissant supposer sa présence	1004379	6274827
336	Galerie	oui	10	Ouvert,		1004305	6274639
337	Galerie	oui	10	Ouvert,		1004308	6274653
338	Galerie	non	10	Rebouché lorsque la piste a été refaite		1004321	6274688
339	Galerie	non	15			1004351	6274757
340	galerie	non	15	Éboulée		1004395	6274854
344	Excavation ou puits ?	oui	10	Ouvert, rempli d'eau	Débroussaillé et entouré d'un barbelé	1004849	6274626
516	Puits ancien	oui	10	Ouvert, rempli d'eau	Situé près d'un chemin de randonnée	1004771	6276907

Tableau 8 : Concession de Magdelaine - Liste des ouvrages débouchant au jour

3.5.7 Les dépôts résiduels de surface

Quelques petits terrils sont encore présents à proximité des ouvrages débouchant au jour, mais ils sont généralement de faible volume.

ID SIG	Sources information	Visible	Observations	X_lamb_93	Y_lamb_93
343	GPS	oui		1004347	6274752
494	Orthophotoplan	oui		1005562	6276491
517	GPS	oui		1004770	6276904

Tableau 9 : Concession de Magdelaine - Liste des dépôts résiduels de surface

3.5.8 Les désordres

Aucun désordre d'origine minière n'a été identifié sur cette concession.

3.6 La concession de Fréjus Nord

3.6.1 Situation administrative

Substance concédée : Houille.
Situation administrative de la concession : renoncée.

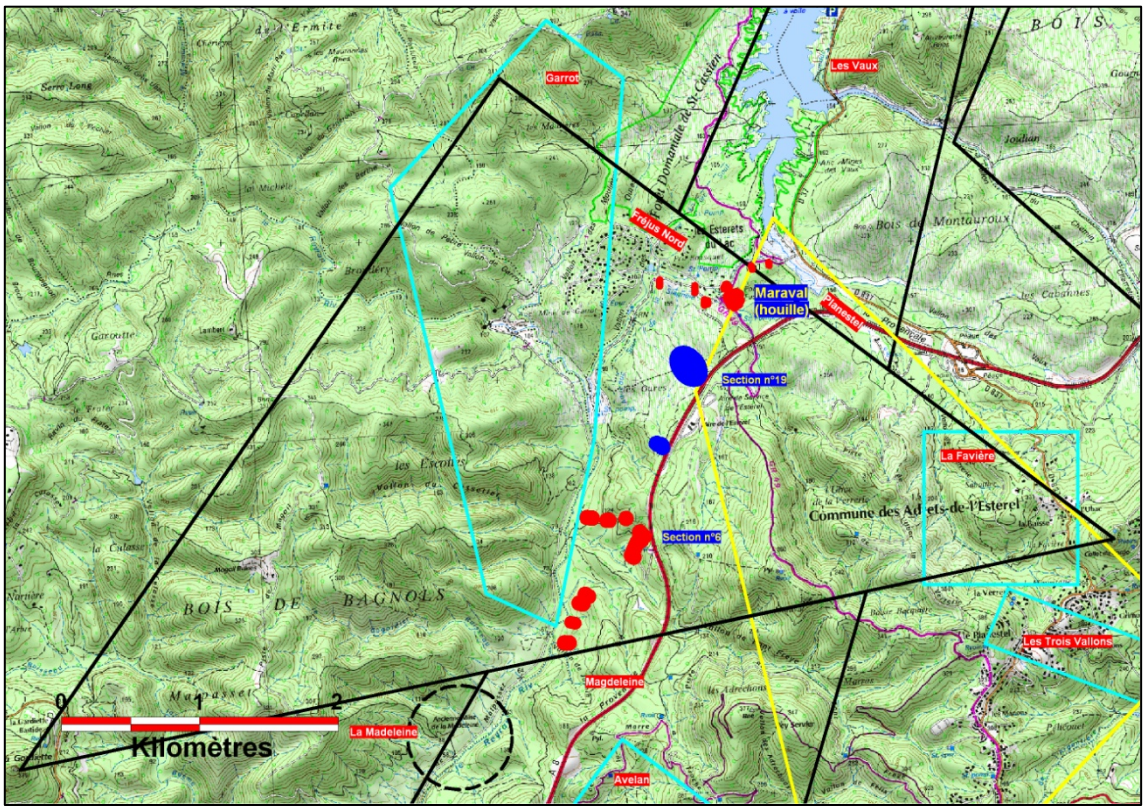


Figure 14 : Situation géographique de la concession
En rouge les travaux avérés, en bleu les zones potentiellement exploitées

3.6.2 Historique de la concession

La concession a été octroyée le 30 avril 1823 au profit de MM. BERNARD et LEYDET.

Elle fut acquise successivement par divers opérateurs dont la Société Anonyme du Chemin de Fer et du Bassin Houiller du Var (1873-1876) (déjà propriétaire de la concession des Vaux), jusqu'à sa faillite en 1883.

Elle fut acquise ensuite par la Société HANS et DESSANS, puis par M. HANS seul.

La déchéance à la suite d'un arrêté ministériel du 17 décembre1901, puis (suite à un recours en conseil d'État) par arrêté ministériel du 27 février 1903.

Elle a été vendue le 27 janvier 1909 par M. Hans à Arthur FORBS NICOL qui l'apporte à la Sté THE VAR MINES Ltd. Elle fut reprise (amodiation ?) par UROZ OIL FIELDS Ltd en 1918, puis vendue le 10 mai 1919 par Arthur FOBS NICOL à MM. SILLEM et LESTERS, qui en font apport à la Sté des Mines de Vaux et Frejus Nord constituée le 18 mars1921. La concession fut mutée par décret du 12 mars 1923, puis à nouveau mutée à Jean LERDA par décret du 26 novembre 1929. Elle fut à nouveau vendue le 13 janvier 1938 par M. Lerda à M. Ernest DUPUY, validée par décret de mutation du 3 décembre 1938.

Elle fut enfin mutée à la Société d'Entreprises, Carrières et Mines de l'Esterel (SECME) par décret du 8 mars 1942.

La concession fut renoncée par la SECME validée par AM du 14 août 1985.

3.6.3 Cadre géologique

La concession est située au centre du bassin Stéphanien du Reyran. À ce niveau, le pendage des couches est de 30° vers l'est et la puissance maximale de la couche de 2 m. La minéralisation est hachée par des failles NO-SE.

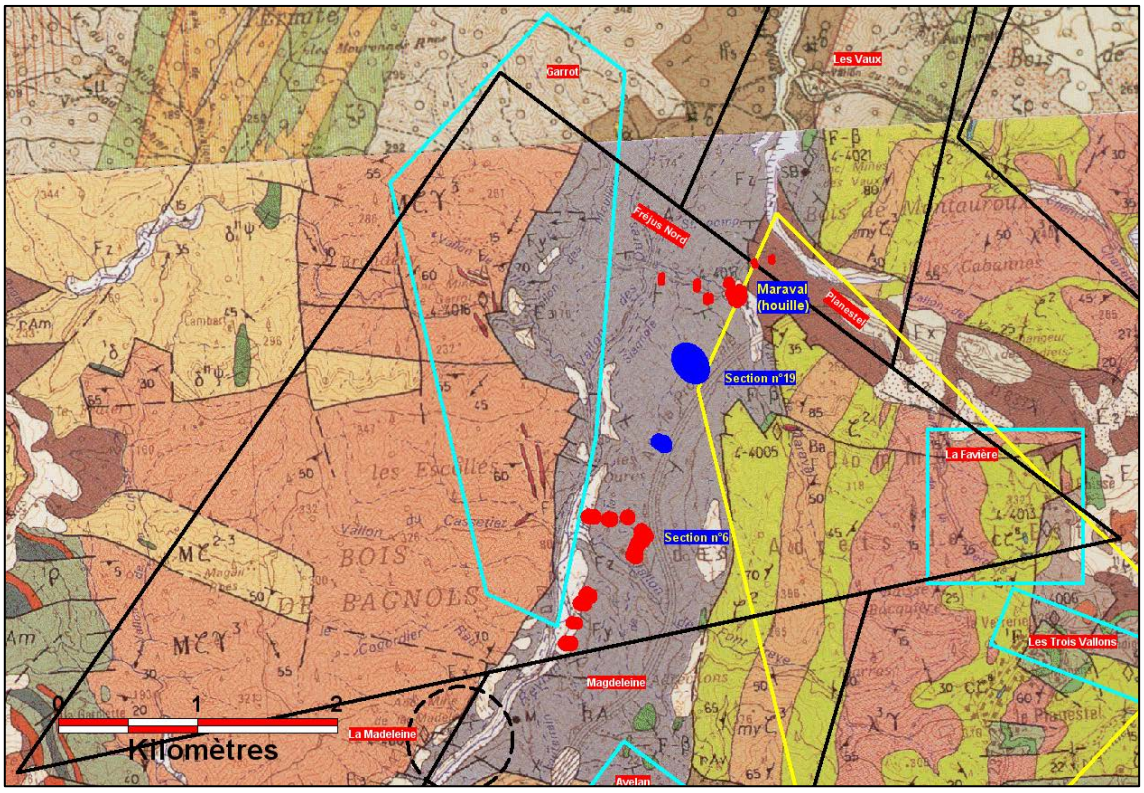


Figure 15 : Situation géologique de la concession

3.6.4 Les travaux miniers

Les travaux miniers réalisés sur cette concession sont de peu d'importance. Ils se limitent à des travaux de recherche par galeries à partir des affleurements. Quelques puits également ont été creusés sur ces zones de recherche.
On distingue quatre zones de recherche :

- la zone de Maraval (houille), près de l'ancien pont de la Fustière (ou pont de Maraval) ;
- la zone de la section n° 19 ;
- la zone des travaux de recherche n° 3, 4, 17 et 18 ;
- la zone de la section n° 6 aussi dite de l'Armelin.

3.6.4.1 La zone de Maraval

Les travaux miniers sont situés en bordure de la D37 à proximité du pont de la Fustière. Ils se seraient limités au creusement de quelques descenderies de longueur relativement réduites (79 m au maximum). Une liaison par galeries entre deux d'entre elles a donné lieu à un petit dépilage d'où ont été extraites environ 250 t de charbon seulement. Par contre, un plan minier non daté indique deux autres zones de dépilages qui auraient peut-être été exploitées antérieurement. Les résultats décevant de l'exploration ont conduit à l'arrêt définitif des travaux en août 1926.

3.6.4.2 La zone de la section n° 19

Quatre descenderies, une galerie d'aérage, un puits d'essai et quatre sondages ont été réalisés sur cette zone en 1922.

3.6.4.3 La zone des travaux des travaux de recherche n° 3, 4, 17 et 18

Quatre petites galeries de quelques mètres ont été creusées sur affleurements.

3.6.4.4 La zone de la section n° 6

Quatre petites galeries de recherche et deux puits de 14 m de profondeur ont été creusés. Un troisième puits de profondeur inconnue a été creusé une cinquantaine de mètres vers le nord-est. La galerie la plus importante a une longueur d'environ 120 m avec un orifice débouchant au jour à chaque extrémité et un des puits dans sa partie médiane.

Plus à l'ouest, deux autres amorces de galeries orientées ouest-est et un puits sont reportés sur le plan général à 1/5 000.

3.6.5 Les plans miniers

3.6.5.1 La zone de Maraval (houille)

Quatre plans miniers de recherche au 1/500 et 1/1 000 ont été retrouvés. Ils sont précis mais ne renferment aucuns points de repère pour les géolocaliser. Aucune entrée de galerie n'est encore actuellement visible si bien qu'il est très difficile de positionner les travaux souterrains avec précision. Le plan principal (Maraval travaux.jpg) a quand même été calé au mieux à partir de critères géométriques (nord, échelle, position probable des ouvrages), mais le positionnement est peu fiable. Pour cette raison, nous lui avons affecté une incertitude de 30 m. La présence d'enjeux dans ce périmètre a nécessité la visite des habitants concernés, mais aucun n'a la connaissance (ou l'envie) de nous informer sur la présence suspectée de galerie sur leurs terrains.

3.6.5.2 La zone de la section n° 19

Plusieurs plans de travaux au 1/400 et 1/1 000 ont été retrouvés. Ils sont précis, mais ils n'ont pas de points de repères suffisants pour nous permettre de les localiser précisément dans l'espace. Seul le plan à 1/5 000 nous permet de situer la zone approximativement.

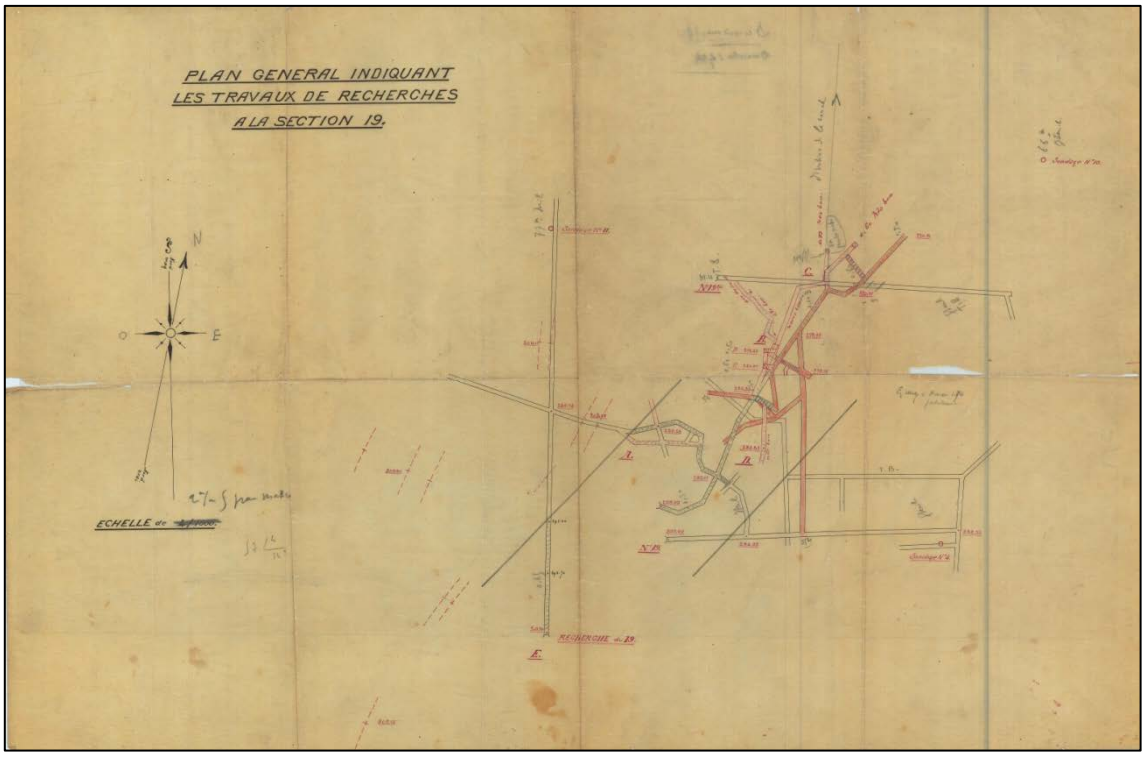


Figure 16 : Site de Fréjus Nord secteur n° 19 - Plan des travaux de recherche à 1/1 000

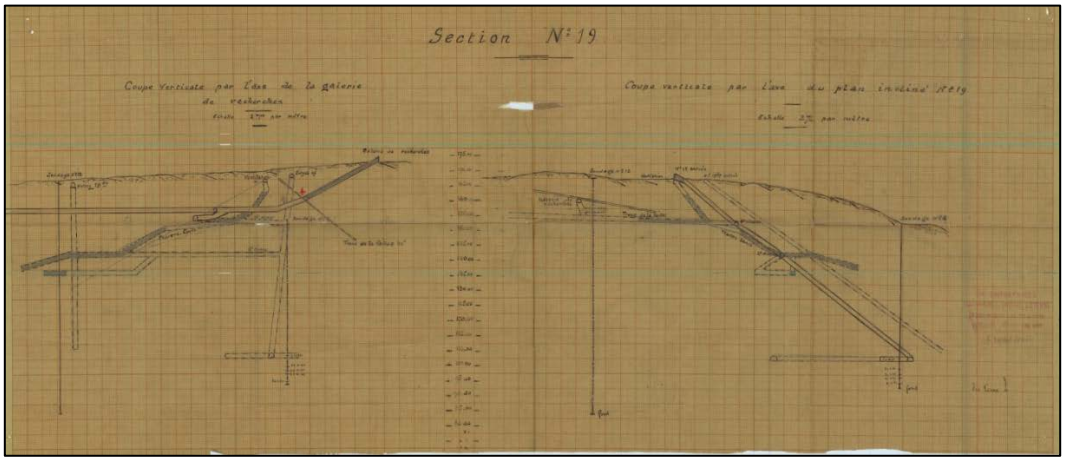


Figure 17 : Site de Fréjus Nord secteur n° 19 - Coupe verticale des travaux de recherche

3.6.5.3 La zone des travaux de recherche n° 3, 4, 17 et 18

Aucun plan minier de détail n'a été retrouvé.

3.6.5.4 Zone de la section n° 6

Les travaux de la section n° 6 ont été recherchés sur le terrain à partir d'un calage peu précis du plan général à 1/5 000 (Fréjus_5001.jpg). Ils n'ont pas été retrouvés. Aucun déblai de charbon significatif n'a été repéré aux endroits supposés, bien que la garrigue soit assez basse dans ce secteur qui a brulé il y a quelques années.

Un petit plan des travaux de recherche à 1/500 a été retrouvé sur la zone de la galerie principale (Figure 18).

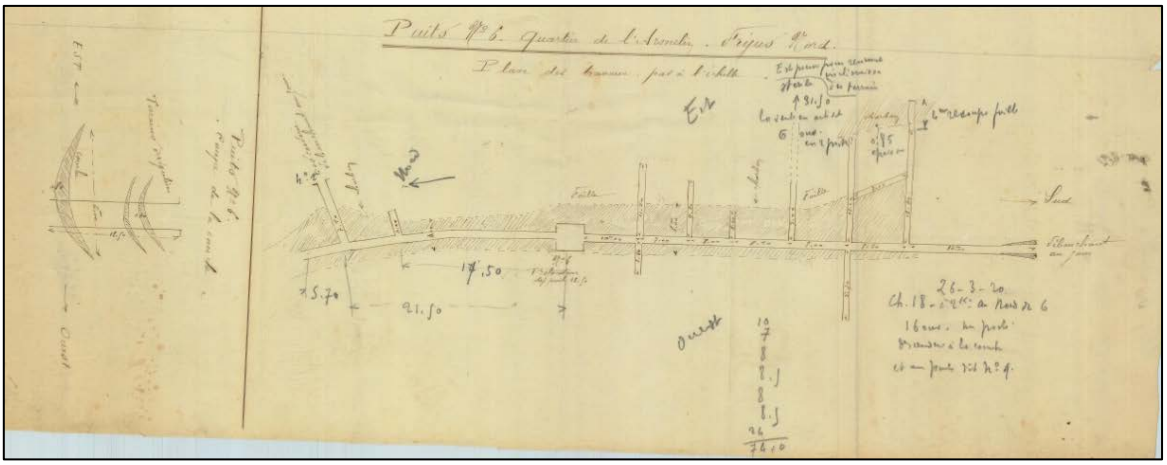


Figure 18 : Site de Fréjus Nord section n° 6 - Plan des travaux de recherche de la galerie principale à 1/500

3.6.6 Les ouvrages miniers débouchant au jour

3.6.6.1 La zone de Maraval (houille)

Cette zone a fait l'objet d'une recherche détaillée des orifices. Seuls deux entrées de galeries éboulées (512 et 513), mais discernables grâce à leur traces de déblais de charbon, ont été retrouvées.

3.6.6.2 La zone de la section n° 19 ou de l'Armelin

La garrigue étant particulièrement dense dans ce secteur, les anciens orifices n'ont pu être recherchés sans débroussaillage d'envergure.

3.6.6.3 La zone de la section n° 6

Ce secteur a fait l'objet de recherches anciennes. Tous les ouvrages ont été recherchés sur le terrain, aucun n'a été retrouvé. La végétation est assez basse dans ce secteur qui a brûlé il y a une dizaine d'années, et la visibilité est plutôt bonne. Il est curieux qu'aucun tas de déblais n'ait été repéré. Il semblerait que ces travaux soient mal positionnés ou de si faible envergure que plus rien ne soit visible.

Plus au sud, au niveau de l'affleurement de la couche minéralisée des schistes bitumineux, quatre petites attaques de recherche (558 à 561) sont positionnés sur le plan général à 1/5 000. Leur positionnement est très imprécis (50 m près). Elles n'ont pas été recherchées dans la garrigue dense. Elles sont positionnées sur la carte à titre informatif.

D'une manière générale, les petits ouvrages de recherches reportés sur le plan 1/5 000 de décembre 1924 n'ont pas été retrouvés sur le terrain. Les raisons sont à rechercher dans la qualité du report de l'information, le 1/5 000 n'est pas suffisamment précis pour retrouver de si petits travaux dans une garrigue aussi peu pénétrable.

Num SIG	Nom ouvrage	Visible	Incertitude position	État tête	Observations	X_lamb_93	Y_lamb_93
213	Pont de la Fustière	non	20 (30 ?)			1006235	6279722
278	Galerie de recherche	non	40 ok (20 en carto)			1006016	6279739
281	Galerie de recherche	?	40			1005938	6279127
282	Galerie de recherche 4	?	40			1005763	6278587
283	Galerie de recherche 3	?	40			1005739	6278589
286	Galerie de recherche 21	non	40			1005221	6278064
287	Galerie de recherche 20	non	40			1005365	6278042
288	Galerie de recherche 1	non	50			1005605	6277937
289	Galerie de recherche 2	non	50			1005599	6277914
290	Galerie	non	50			1005551	6277812
291	Galerie de recherche 23	non	50			1005558	6277774
292	Puits 3	non	50			1005502	6278055
293	Puits 5	non	50			1005613	6277896
294	Puits 6	non	50			1005578	6277876
295	Puits 2	non	50			1005660	6277935
296	Galerie de recherche	?	40			1005893	6279094
512	Galerie	non	30			1006315	6279684
513	Galerie	non	30			1006337	6279673
514	Descenderie Saint-Victor	non	5			1004827	6277051
538	Galerie	non	20			1006084	6279636
539	Galerie	non	20			1006108	6279628
540	Galerie	non	30			1006252	6279656
541	Galerie	non	30			1006284	6279670
542	Galerie	non	30			1006257	6279637
543	Galerie	non	30			1006289	6279672
544	Galerie	non	30			1006244	6279738
545	Vieux puits	non	30		Situation supposée	1006275	6279596
553	Galerie	?	20			1005762	6279782
556	Galerie	?	50			1005977	6279164
557	Galerie	?	50			1005938	6279190
558	Galerie	?	50		Position très imprécise	1005202	6277507
559	Galerie	?	50		Position très imprécise	1005158	6277444
560	Galerie	?	50		Position très imprécise	1005095	6277305
561	Galerie	?	50		Position très imprécise	1005050	6277157
568	Puits	non	30		Lu sur plan Maravaltravaux1	1006277	6279630
565	Galerie	non	50		Lu sur plan général	1005187	6278149

Tableau 10 : Concesssion de Fréjus Nord - Liste des ouvrages débouchant au jour

3.6.7 Les dépôts résiduels de surface

ID SIG	Sources information	Visible	Observations	X_lamb_93	Y_lamb_93
515		oui		1004834	6277050
526		oui		1006318	6279651

Tableau 11 : Concession de Fréjus Nord - Liste des dépôts résiduels de surface

3.6.8 Les désordres

Aucun désordre d'origine minière n'a été repéré sur cette concession.

3.7 La concession des Vaux

3.7.1 Situation administrative

Substance concédée : Anthracite.
Situation administrative de la concession : Renoncée.

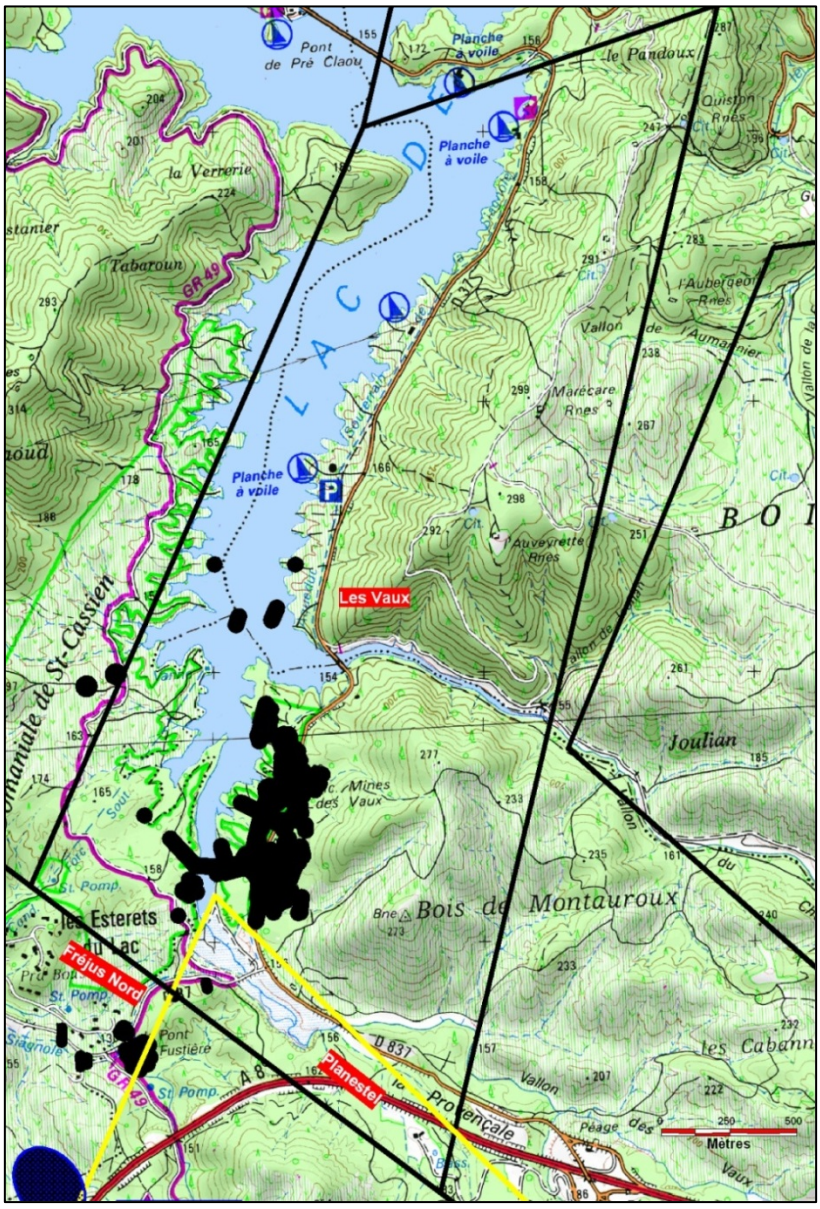


Figure 19 : Situation géographique de la concession

3.7.2 Historique de la concession

La concession de Vaux a été octroyée le 20 décembre 1840 au profit de MM. Charles Victor GUEIRARD et Pierre Charles Martin LEYDET.

En 1871, la Sté anonyme des Chemins de Fer et du Bassin houiller du Var acquiert la concession jusqu'à sa faillite en 1883.

Elle fut ensuite successivement acquise par la Sté HANS et DESSANS, puis par M. HANS seul.

Elle fut déchue par Arrêté Ministériel du 17 décembre 1901, puis (suite à un recours en conseil d'État) par Arrêté Ministériel du 27 février 1903.

La concession fut vendue le 27 janvier 1909 par M. Hans à Arthur FORBS NICOL qui l'apporte à la Sté THE VAR MINES Ltd.

En 1918, elle a été reprise (amodiation ?) par UROZ OIL FIELDS Ltd.

Elle fut à nouveau vendue le 10 mai 1919 par Arthur FOBS NICOL à MM. SILLEM et LESTERS, qui en font apport à la Sté des Mines de Vaux et Fréjus Nord constituée le 18 mars1921. L'autorisation de cette mutation a été prononcée par décret du 12 mars 1923.

En 1922, les travaux sont arrêtés définitivement.

La concession fut mutée à Jean LERDA par décret du 26 novembre 1929.

Elle fut revendue le 13 janvier 1938 par M. Jean LERDA à M. Ernest DUPUY, validée par décret de mutation du 3 décembre 1938.

La concession fut mutée à la Soc d'Entreprises, Carrières et mines de l'Esterel (SECME) par décret du 8 mars 1942 (J.O. du 3 mai 1942).

La concession a été renoncée par la SECME validée par Arrêté Ministériel du 14 août 1985 (J.O. du 24 août 1985).

3.7.3 Cadre géologique

Dans cette extrémité nord du bassin houiller, la couche de charbon présentait une alternance de parties à fort pendage, descendant d'est en ouest, et de parties en plateure (cf. coupe schématique figure 22).

L'encaissant carbonifère est constitué de poudingues quartzeux encaissés dans les gneiss et micaschistes du socle.

Les dépilages paraissent avoir été effectués dans les parties en plateure partout où la puissance de la couche (2 m au maximum) le permettait. Entre ces parties épaisses, le pendage des couches était de 30° vers l'ouest.

Dans la partie ouest, le faisceau houiller de la République comporte deux couches de houille de 0,70 et 0,80 m. Elles ont un pendage de 30° vers le sud. Plus au sud, le faisceau Saint-Antoine semble comprendre également deux couches. Le faisceau Maraval, plus à l'est encore, semble comporter quatre couches de houille.

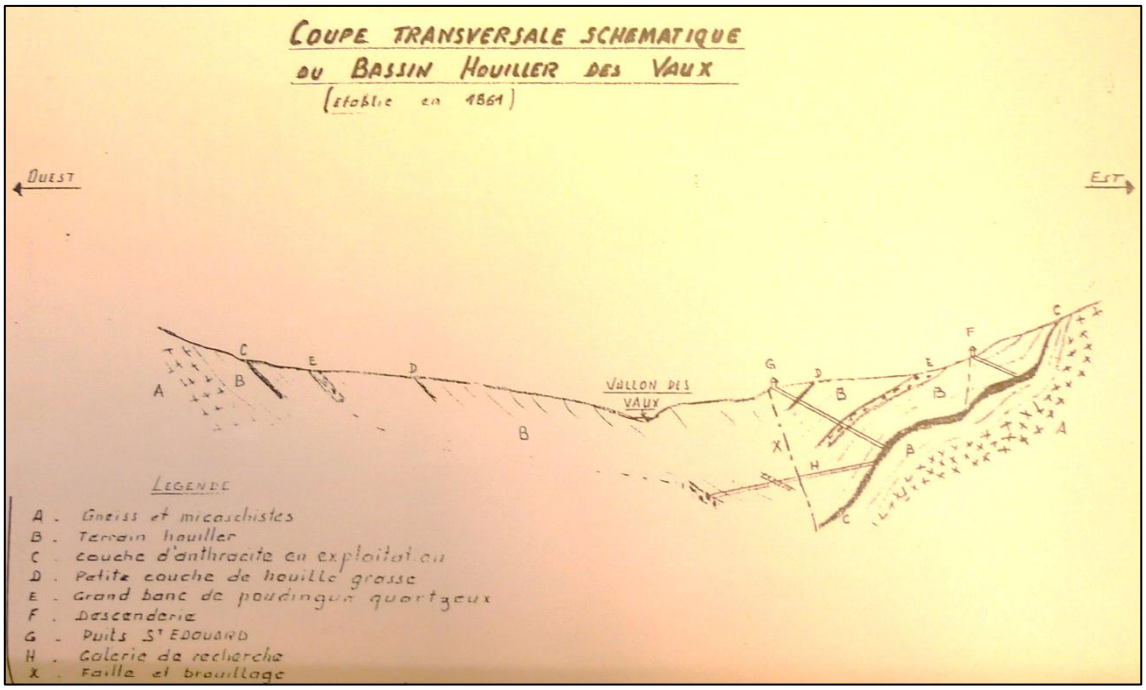


Figure 20 : Site de Vaux - Coupe schématique du bassin houiller de Vaux, 1861

3.7.4 Les travaux miniers

Les travaux miniers souterrains s'étendent sur 700 m environ dans l'axe nord-sud et une centaine de mètres selon l'axe est-ouest. Cette zone est contiguë et parallèle à la berge du lac de Saint-Cassien. Elle est recoupée par la D 37 à hauteur du puits Sainte-Barbe. Deux puits, le puits de la République et le puits incliné de Saint-Antoine ont été creusés en dehors de cette zone, sur la rive opposée du lac.

C'est durant la seconde moitié du siècle dernier que les premiers exploitants les sieurs Guirard et Leydet (1840-1871) et la S.A. des Chemins de Fer du Var et du Bassin des Vaux (1871-1883), ont réalisé l'essentiel de l'exploitation et des principaux travaux nécessaires à l'extraction.

Au cours de cette période de pleine activité, on note jusqu'en 1871 des traçages de galeries près des affleurements et le creusement des puits inclinés Saint-Louis, Saint-Victor, du Village et Sainte-Marie, en 1845 le fonçage du puits Sainte-Barbe (95 m), en 1853 l'exploitation des abords des puits Saint-Louis et Sainte-Marie et enfin entre 1876 et 1879, l'approfondissement du puits Sainte-Barbe (de 95m à 155 m) le creusement des puits inclinés Saint-Édouard, Saint-Antoine et Pra-Bousquet et le fonçage du puits République (98 m).

En 1909, le puits Sainte-Barbe a été dénoyé et une galerie à -100 vers le sud a été percée pour communiquer avec la descenderie Saint-Édouard.

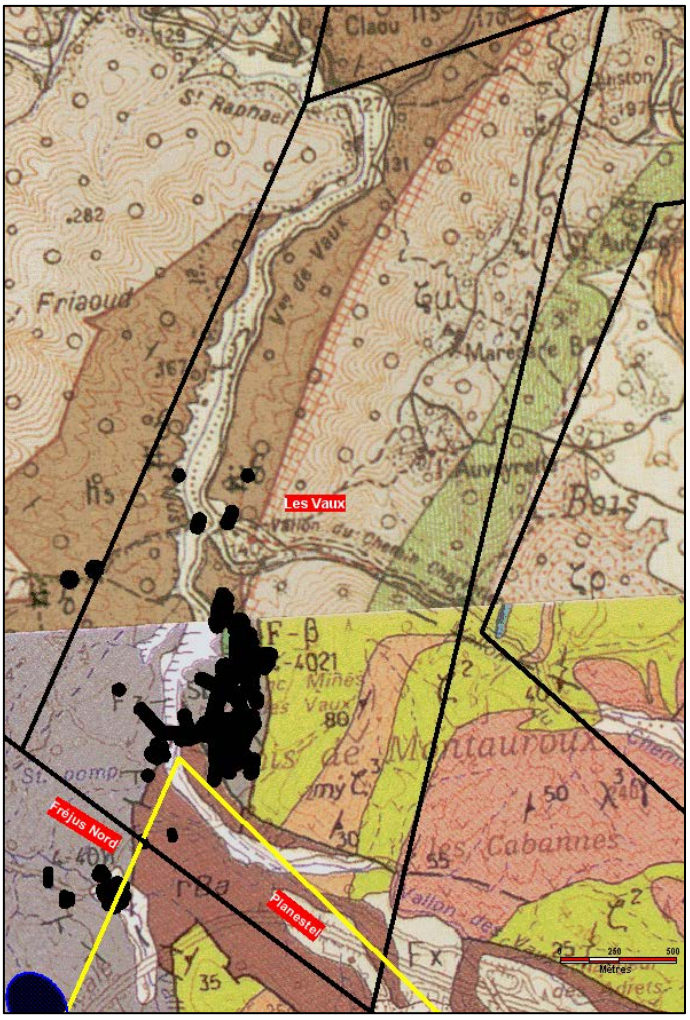


Figure 21 : Situation géologique de la concession

Notons que le barrage de Saint-Cassien a ennoyé quelques grattages d'affleurements notamment au niveau des puits Saint-Antoine et Saint-Édouard.

3.7.5 Les plans miniers

Plusieurs plans miniers partiels ont été retrouvés. Un plan détaillé à 1/250 ou 1/500 était réalisé sur chaque site de recherche. Ces plans semblent précis mais sont souvent difficile à positionner vu que les orifices sont le plus souvent non visibles.

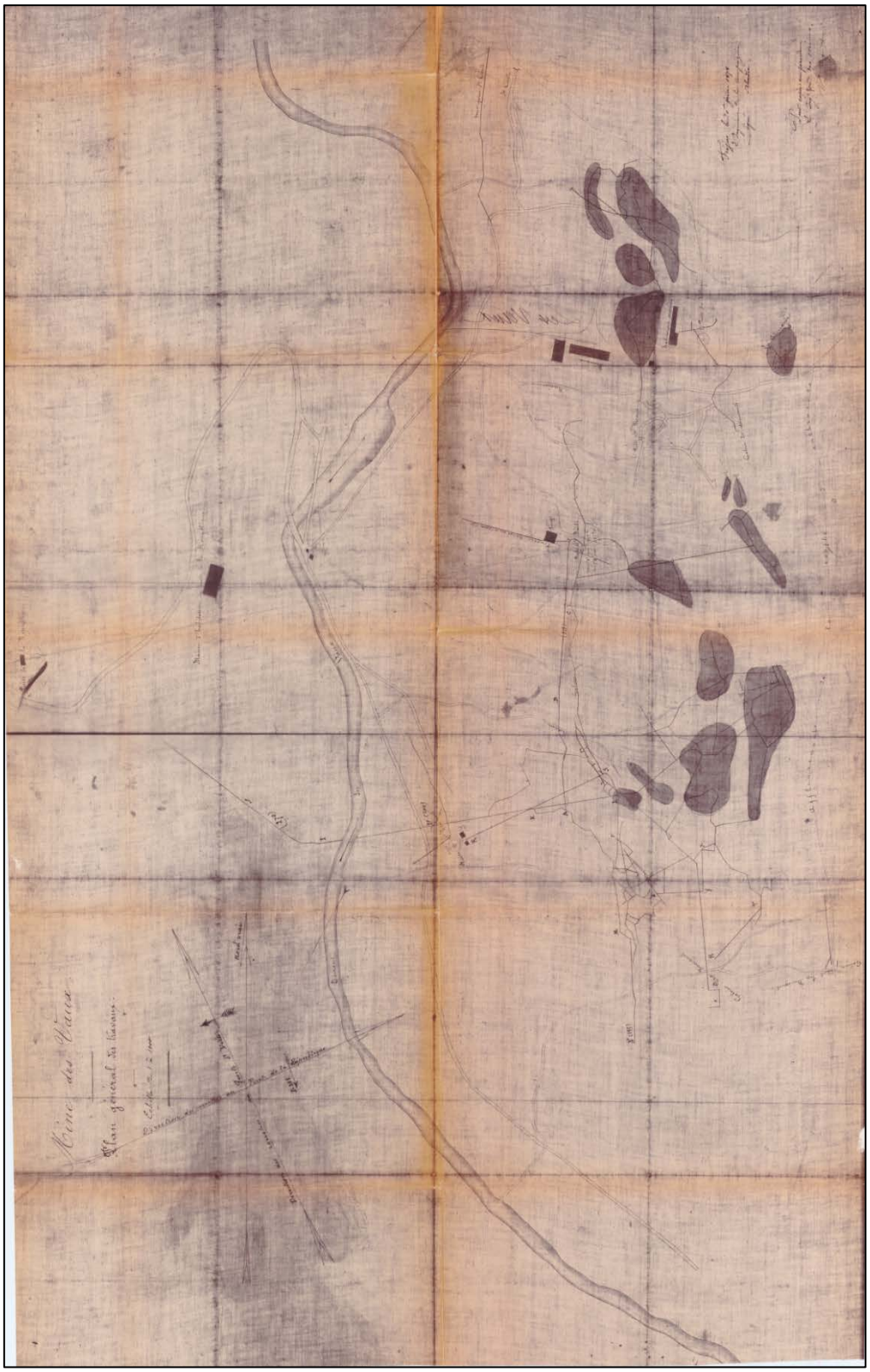


Figure 22 : Site des Vaux - Plan schématique des travaux à 1/1 000



Figure 23 : Site des Vaux - Plan général des travaux de recherche (décembre 1924) à 1/5 000

Un plan général des travaux de Vaux à 1/1 000 de juin 1878 (Figure 22) localise les travaux souterrains principaux. Il sera pris en référence. Il a été géoréférencé à quatre reprises de façon à être calé de mieux possible. Les quatorze points de référence sont principalement des points topographiques (chemin, ruisseaux ruines) puisqu'aucun ouvrage n'est visible en surface. La cohérence est néanmoins satisfaisante avec une incertitude maximale estimée à 30 m.

Les plans de synthèse à 1/5 000 sont globalement de mauvaise qualité. Ce sont plutôt des schémas peu précis avec beaucoup d'imprécisions graphiques. Ils ne sont pas toujours datés. Celui présenté (Figure 23) est daté de décembre 1924.

- **Secteur de Saint-Victor**

Un petit plan des travaux à 1/1 000 (Figure 24) a reporté les travaux souterrains de ce secteur. Il n'est pas daté mais semble relativement récent et précis. Il a été calé à partir du plan général à 1/1 000. Il apporte des galeries complémentaires.

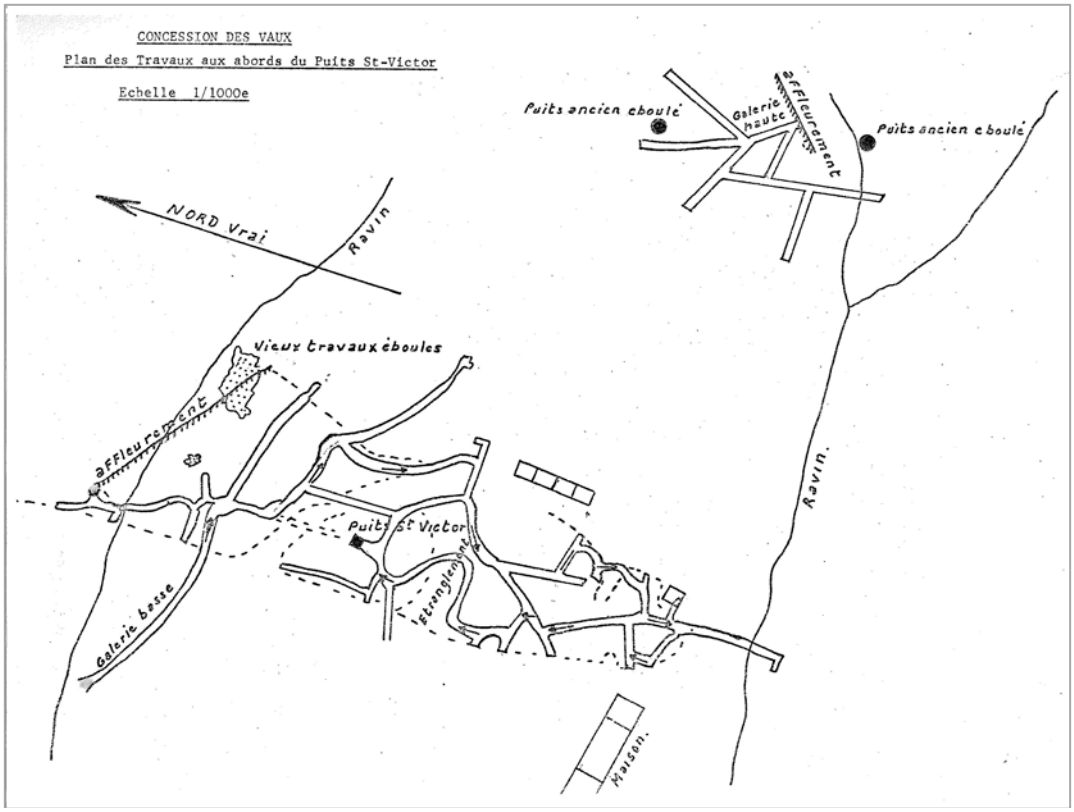


Figure 24 : Site des Vaux - Plan des travaux du secteur de Saint Victor
Echelle du plan = 1/1 000

- **Secteur de recherche de Saint-Antoine**

Un petit plan à 1/250 de janvier 1922 (Figure 25) a été calé à partir du plan incliné 276 dont le positionnement a été relevé sur le 1/5 000 (imprécis par définition) du nord et de la longueur des galeries mesurées sur le plan. L'imprécision du point de départ nous impose une incertitude de 20 m.

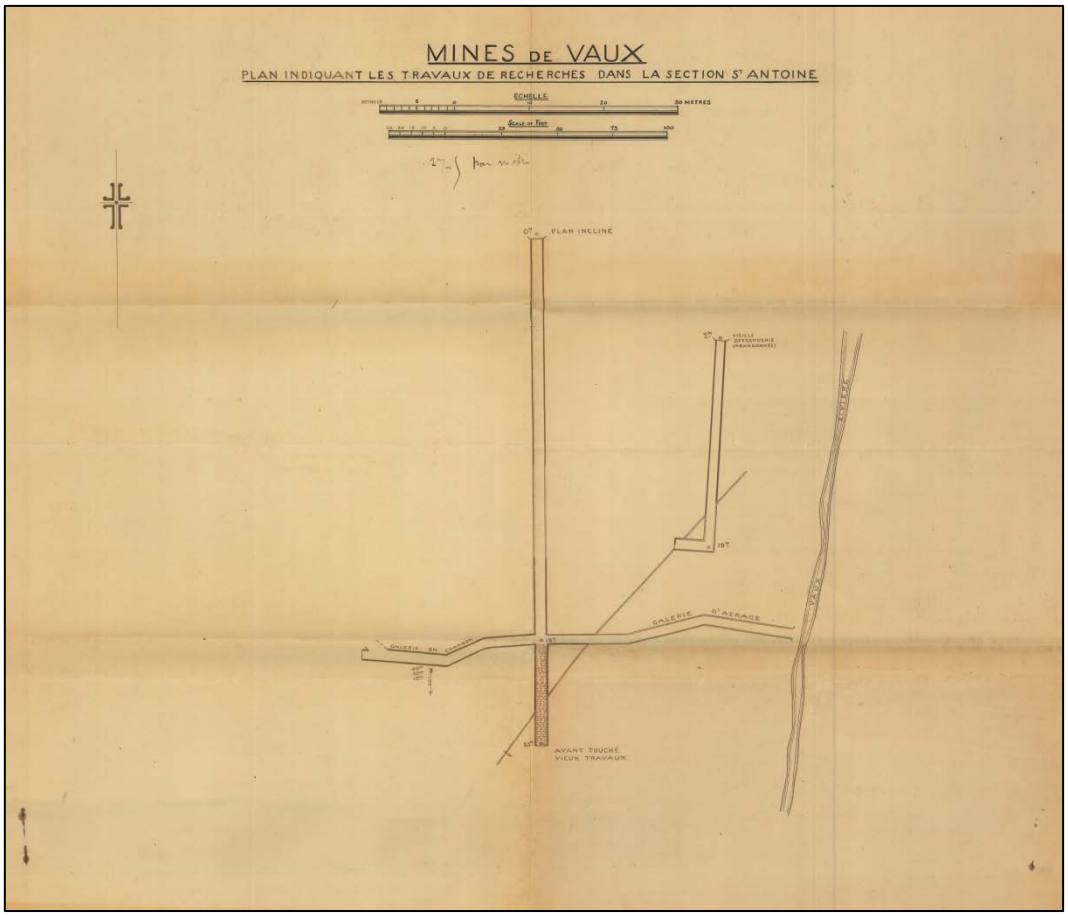


Figure 25 : Site des Vaux - Plan des travaux de recherche de Saint Antoine (janvier 1922)

3.7.6 Les ouvrages miniers débouchant au jour

3.7.6.1 A l'Est du lac de Saint-Cassien

Tous les ouvrages repérés sur les plans miniers ont été recherchés.

La dalle de sécurité de l'orifice du puits Sainte-Barbe (257) a été retrouvée. Sa profondeur était de 155 m. Il avait été remblayé avec les décombres des hangars et autre bâtiments miniers.

Le puits Édouard (254) est matérialisé par un cône de 15 m x 10 m avec une profondeur de 5 m. Il est entouré par une grande verse.

Les anciens puits 262 et 263 ne sont plus visibles, mais leur emplacement est suggéré grâce à leur petite verse en aval.

Une descenderie 505 est encore ouverte non loin de la route. Tous les autres ouvrages n'ont pas été retrouvés.

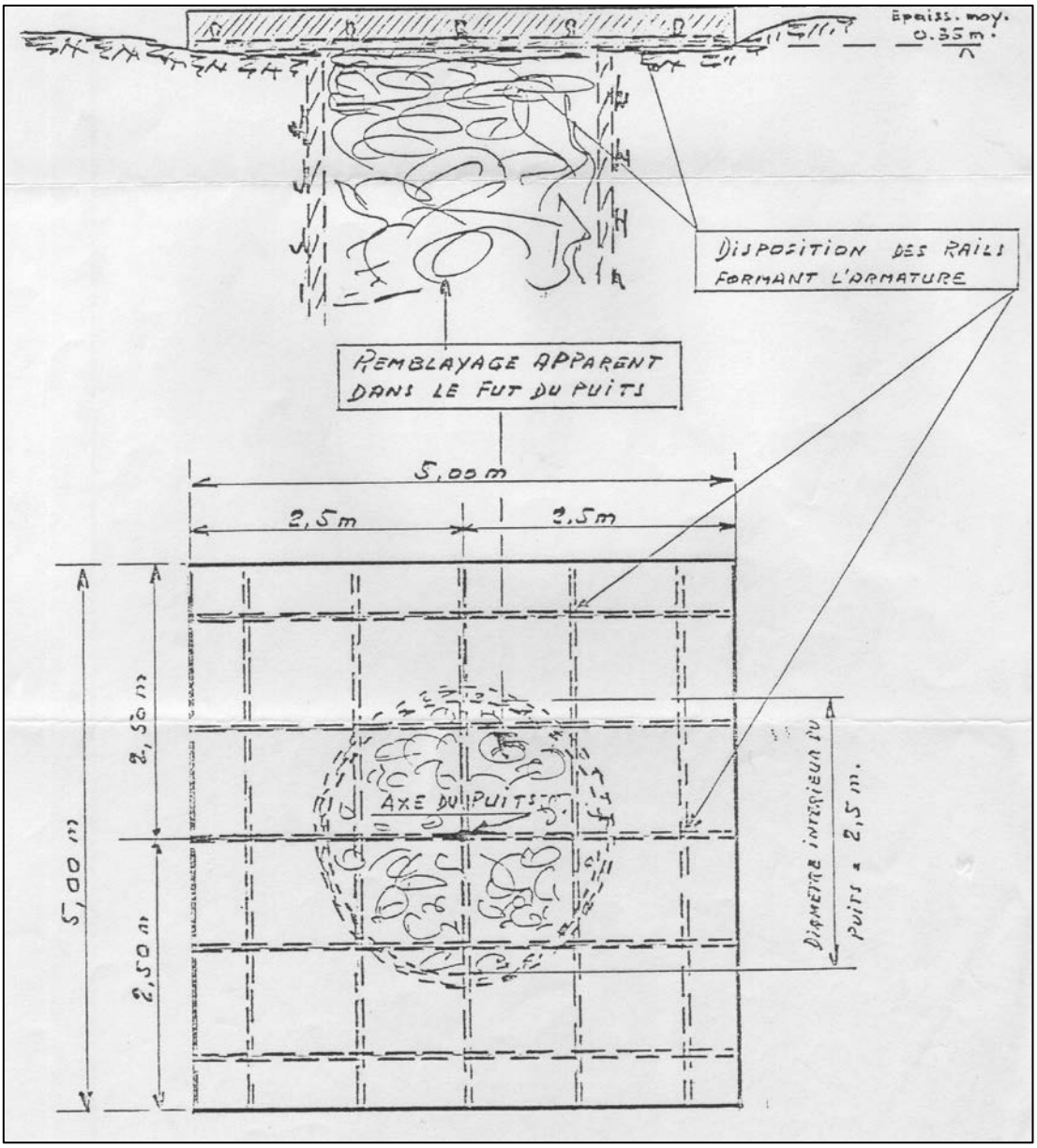


Figure 26 : Site des Vaux - Travaux de mise en sécurité du puits Sainte-Barbe

3.7.6.2 A l'Ouest du lac de Saint-Cassien

Le puits Saint-Antoine (253) a été retrouvé au bord du chemin de randonnée. Il forme une dépression conique allongée de 15 x 10 m et 5 m de profondeur avec de l'eau au fond. Le puits République (256) est également matérialisé par ses murs maçonnés en ruine. Il faisait 98 m de profondeur et avait été remblayé par les décombres des bâtiments miniers.

Les autres entrées de galerie n'ont pas été retrouvées.

Num SIG	Nom ouvrage	Visible	Incertitude position	État tête	Observations	X_lamb_93	Y_lamb_93
206	MONTAUROUX-3	non	20			1006894	6281450
207	MONTAUROUX-2	non	20		Sous les eaux du lac	1006595	6281452
218	Descenderie	non	30			1006785	6280814
219	Descenderie	non	20			1006862	6280574
220	Descenderie	non	20			1006854	6280531
221	Descenderie Saint-Henri	non	20			1006881	6280389
253	Puits Saint-Antoine	oui	2			1006450	6280152
254	Puits Saint-Édouard	oui	5		Dépression conique allongée de 15 x 10 m	1006626	6280310
255	Puits Pra Bousquet	non	20			1006801	6280230
256	Puits République	oui	5			1006328	6280524
257	Puits Sainte-Barbe	oui	5			1006773	6280533
258	Puits du village	non	30			1006900	6280681
259	Puits Sainte-Marie	non	30			1006812	6280607
260	Puits Saint-Victor	non	30			1006861	6280744
261	Puits Saint-Louis	non	30			1006867	6280812
262	Puits ancien	non	30			1006967	6280674
263	Puits ancien	non	30			1006980	6280622
273	Puits de recherche	non	40			1006118	6281005
274	Puits de recherche	non	40			1006227	6281048
275	Descenderie	non	40			1006824	6281290
276	Galerie de recherche	non	40			1006491	6280285
277	Galerie de recherche	non	40			1006512	6280273
505	Galerie	oui	5	Ouverte		1006880	6280525
526	Galerie ancienne Sainte Cécile	non	30			1006781	6280934
527	Galerie Sainte Cécile	non	30			1006799	6280914
528	Galerie	non	30			1006820	6280810
532	Galerie	non	30			1006952	6280638
533	Galerie	non	30			1006896	6280561
534	Galerie	non	30			1006904	6280559
536	Galerie Haut Pra Bousquet	non	30		Recherché, non retrouvé, végétation impénétrable dans le vallon	1006895	6280158
537	Galerie Pra Bousquet	non	30		Recherché, non retrouvé, végétation impénétrable dans le vallon	1006803	6280162
546	Galerie d'aérage	non	30		Situé sous le lac	1006519	6280239
554	Galerie	?	20			1006550	6279903
555	Galerie	?	20			1006426	6279878
562	Galerie	non	50			1006914	6280594
563	Galerie	non	50			1006683	6281259

Tableau 12 : Concession de Vaux - Liste des ouvrages débouchant au jour

3.7.7 Les dépôts résiduels de surface

Plusieurs petites verses sont présentes en bordure des zones de travaux. Elles sont de faible volumes, exemptés celles situées en bordure des puits d'extraction Sainte-Barbe (510), Saint-Édouard (507) et Sainte-Marie (504). Elles sont toutes végétalisées avec de grands arbres et bien intégrées dans le paysage très fréquenté par les touristes.

ID SIG	Sources information	Visible	Observations	X_lamb_93	Y_lamb_93
506		oui		1006966	6280672
507		oui		1006617	6280341
508		oui		1006572	6280318
509		oui		1006867	6280409
510		oui		1006756	6280534
511		oui		1006756	6280574
519	GPS	oui		1006450	6280153
520	GPS	oui		1006495	6280285
604		oui		1006770	6280937
605		oui		1006797	6280932
606		oui		1006870	6280808
607		oui		1006846	6280741
608		oui		1006902	6280692
609		oui		1006915	6280641
610		oui		1006916	6280618
611		oui		1006888	6280585

Tableau 13 : Concession de Vaux - Liste des dépôts résiduels de surface

3.7.8 Les désordres

Un fontis D26 de 6 m de diamètre et 3 m de profondeur est entouré de verses. Le fond est obstrué. Il correspond à la zone de travaux du plan (Figure 25). Un fontis D27 d'environ 2 m de diamètre est ouvert.

Num SIG	Nom désordre	Identification terrain	État	Observation	X_lamb_93	Y_lamb_93
D26	Fontis	oui	Cône à fond obstrué	6 m de diamètre, profondeur 3 m entouré de verses	1006838	6280608
D27	Fontis	oui	Ouvert	Soufflant	1006483	6280280

Tableau 14 : Concession de Vaux - Liste des désordres d'origine minière

3.8 La concession de Biançon

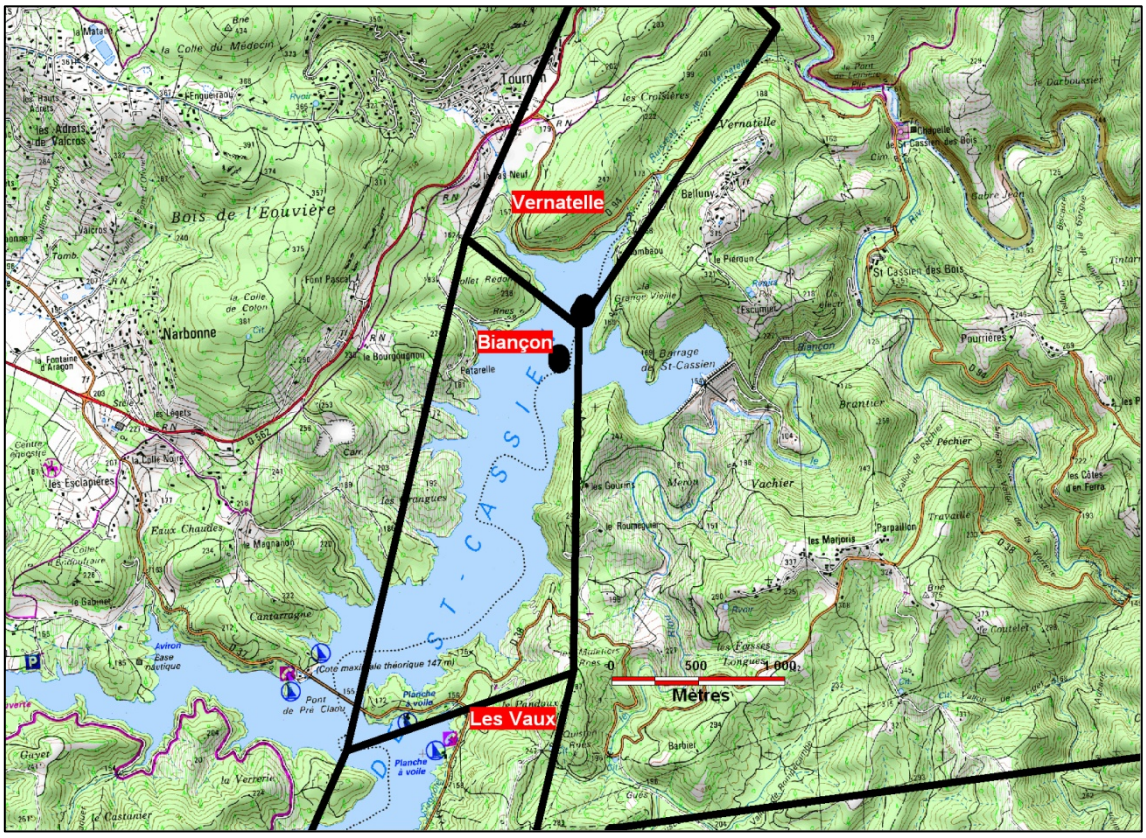


Figure 27 : Situation géographique de la concession

3.8.1 Situation administrative

Substance concédée : Anthracite.

Situation administrative de la concession : Annulée.

3.8.2 Historique de la concession

La concession de Biançon a été instituée le 17 mars 1872. La concession appartenant à l'État a été annulée le 24 mars 1939.

3.8.3 Cadre géologique

Le bassin houiller de la vallée de Biançon comprenait les vallons de Vaux, de Biançon et des Vernatelles et forme le prolongement septentrional du bassin houiller de la vallée du Reyran. Au niveau géologique, les formations étaient les mêmes que celles du bassin houiller de Fréjus.

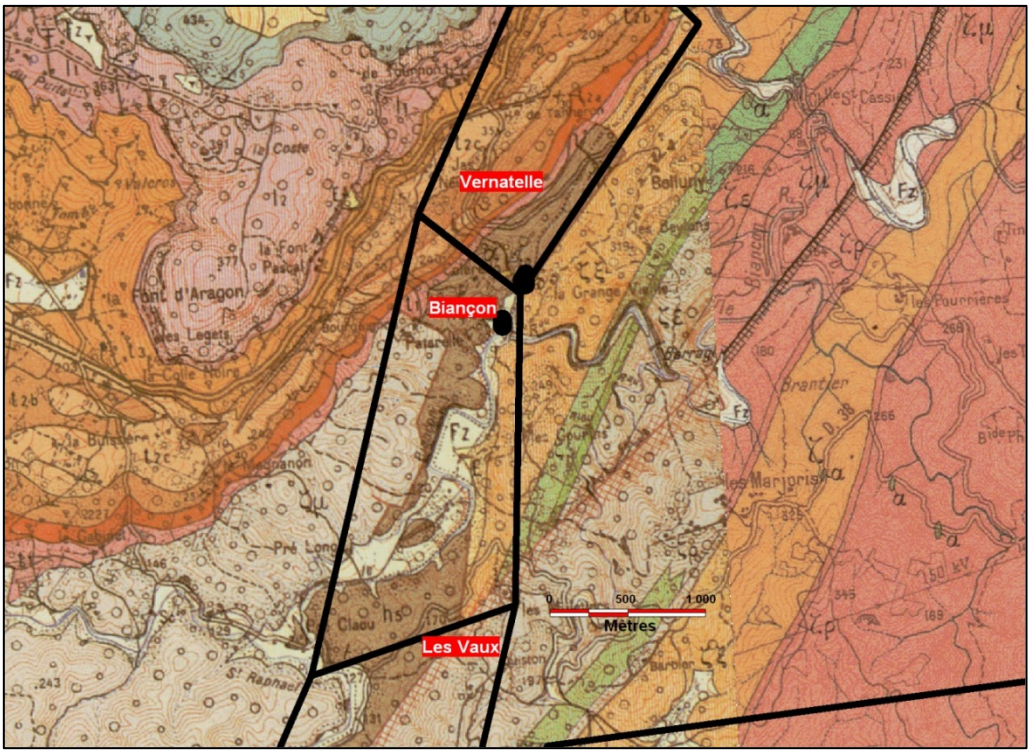


Figure 28 : Situation géologique de la concession

Le houiller s'étend sur 6 km selon un axe nord-sud.

Le socle est constitué de gneiss et de micaschistes. Il est recouvert de grés bigarrés dans la partie nord du bassin houiller. Le pendage est de 45° vers le nord-ouest.

La couche d'anthracite avait une puissance moyenne de 2,5 m.

3.8.4 Les travaux miniers

Les premiers travaux de la compagnie « Raymond » ont commencé en 1869 au niveau des extensions de la couche anthracifère des Vaux. Ils ont consistés en plusieurs tranchées et galeries ouvertes à l'affleurement à l'est du vallon des Vernatelles. Mais le gisement à l'affleurement présentait de grandes irrégularités si bien qu'il fut nécessaire de creuser un puits au niveau du quartier de Coller-Redon. Le puits de Hennequin faisait 12 m de profondeur et une galerie fut ouverte sur une cinquantaine de mètres vers le sud avec une descenderie de 44 m vers le sud.

Les résultats satisfaisants donnèrent lieu à la demande de concession.

Tous ces travaux miniers sont actuellement situés sous le lac de Saint-Cassien.

3.8.5 Les plans miniers

Aucun plan minier n'a été retrouvé.

3.8.6 Les ouvrages miniers débouchant au jour

Le plan schématique de demande de concession (Figure 29) montre la situation approximative du puits Hannequin (547), ainsi que celle du puits Charey (situé sur la concession des Vernatelles). Les travaux souterrains sont actuellement situés sous le lac de Saint-Cassien.



Figure 29 : Site de Biançon - Plan de situation de la concession et localisation des premiers puits de recherche

Num SIG	Nom ouvrage	Visible	Incertitude position	État tête	Observations	X_lamb_93	Y_lamb_93
547	Puits Hannequin	non	50		Situé sous le lac de Saint-Cassien	1008413	6285347

Tableau 15 : Concession de Biançon - Liste des ouvrages débouchant au jour

3.9 La concession des Vernatelles

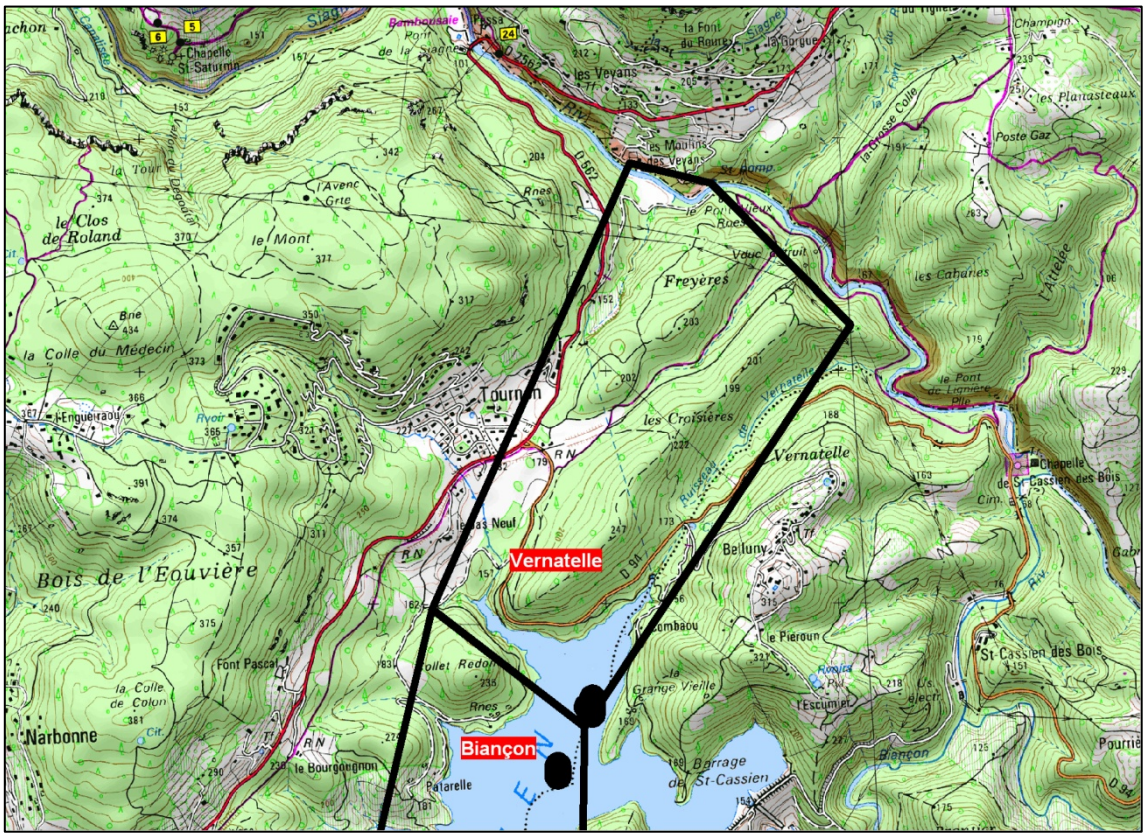


Figure 30 : Situation géographique de la concession

3.9.1 Situation administrative

Substance concédée : Anthracite.
Faute de documents précis, le périmètre de la concession n'est pas connu de façon certaine.

Situation administrative de la concession : Orpheline.

3.9.2 Historique de la concession

La concession des Vernatelles a été instituée par le décret du 17 mars 1872.

De nombreuses petites recherches furent tentées, notamment dans le secteur de Coloredo, à proximité de l'ancienne halde dite de « Tanneron », sur la ligne de chemin de fer de Provence.

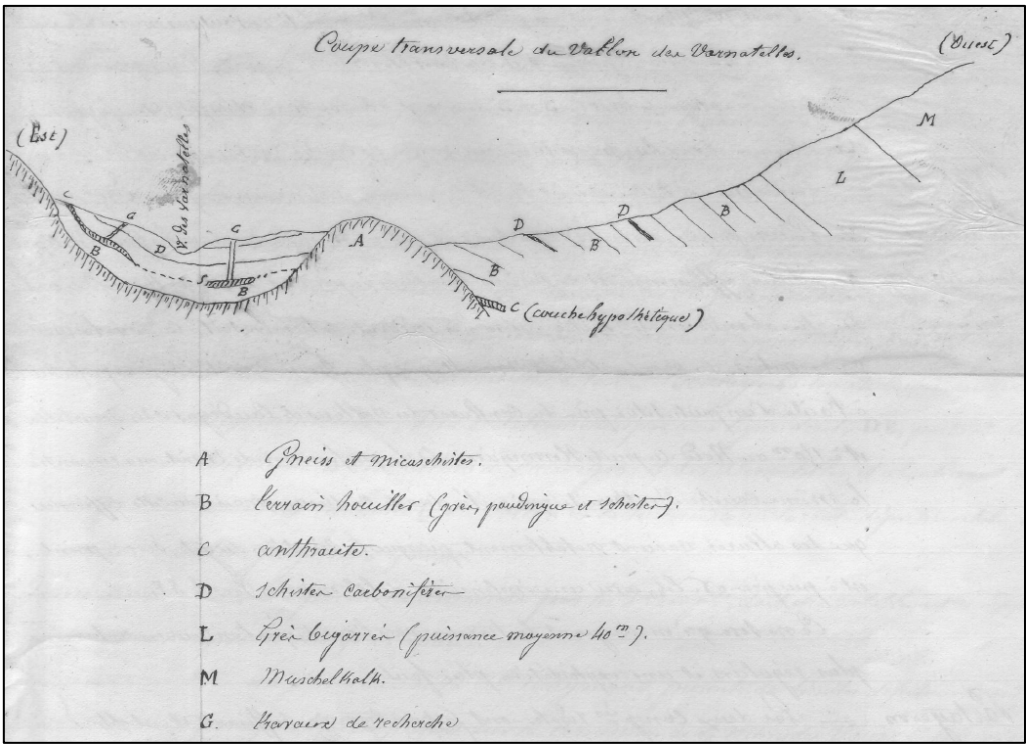


Figure 31 : Site des Vernatelles - Coupe transversale du vallon des Vernatelles (mai 1869)

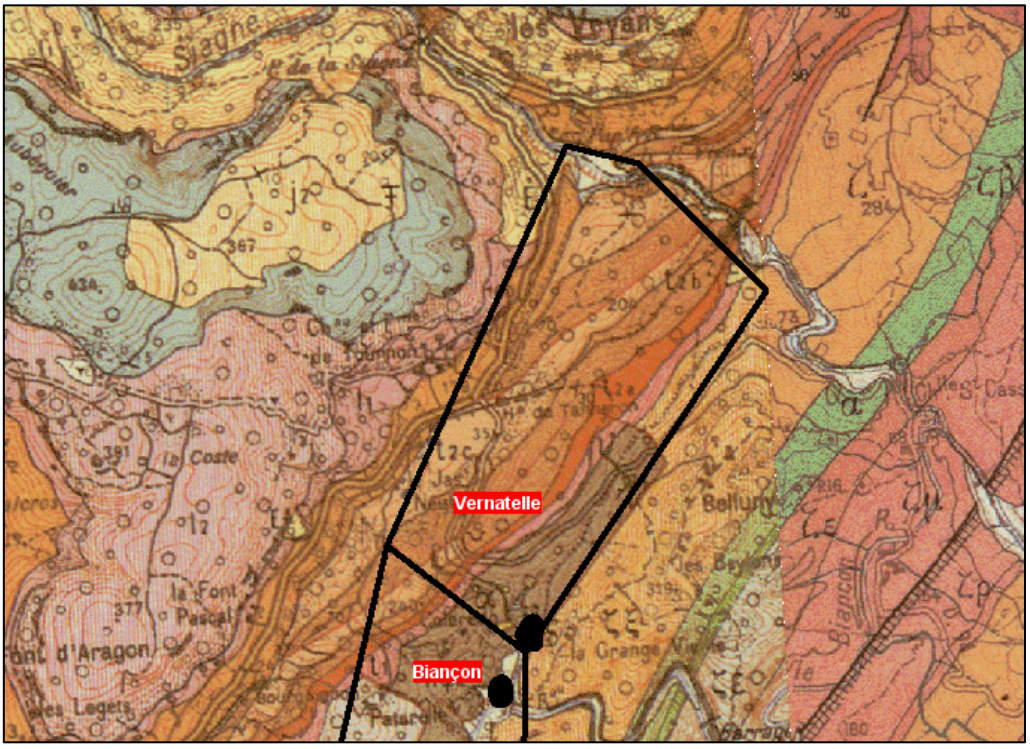


Figure 32 : Situation géologique de la concession

Un rapport du Service des Mines du 29 septembre 1900 signalait que la mine était abandonnée depuis 1874 et qu'elle n'avait jamais fait l'objet d'une exploitation sérieuse.

3.9.3 Cadre géologique

Le charbon exploité fait partie du bassin géologique du Reyran, d'âge Stéphanien inférieur.

3.9.4 Les travaux miniers

Les premiers travaux de recherche Boulay étaient situés à environ 150 m au nord du puits Hannequin (concession de Biançon) près des confluents des vallons Caudeyas et des Vernatelles. Un puits de 24 m avait été creusé, d'où partait une galerie de 36 m vers le nord et une autre de 34 m vers le sud.

À la DREAL PACA, il n'existe pas de documents concernant les travaux réalisés dans cette concession.

3.9.5 Les plans miniers

Le plan schématique de demande de concession de 1869 (Figure 29) montre la situation approximative du puits de recherche Marey 548.

Un plan minier à 1/10 000 de 1875 situe approximativement les travaux miniers dans le fond du vallon qui est actuellement ennoyé par la retenue d'eau du lac de Saint-Cassien. Toutefois, ce plan schématique et imprécis n'indique pas le type de travaux exécutés (puits, galeries, descenderies).

Les travaux souterrains sont actuellement situés sous le lac de Saint-Cassien.

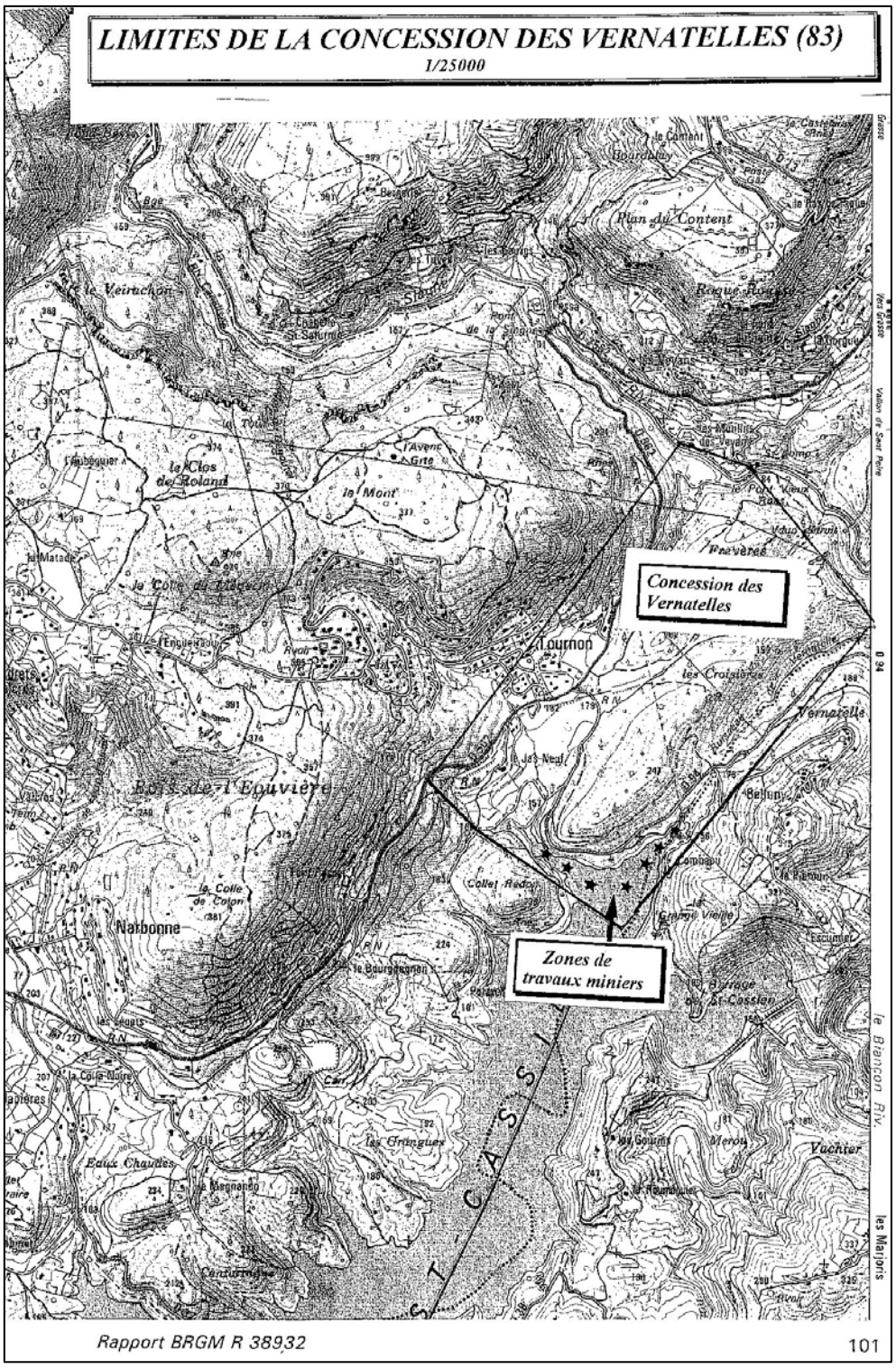


Figure 33 : Limites de la concession des Vernatelles et localisation des travaux miniers

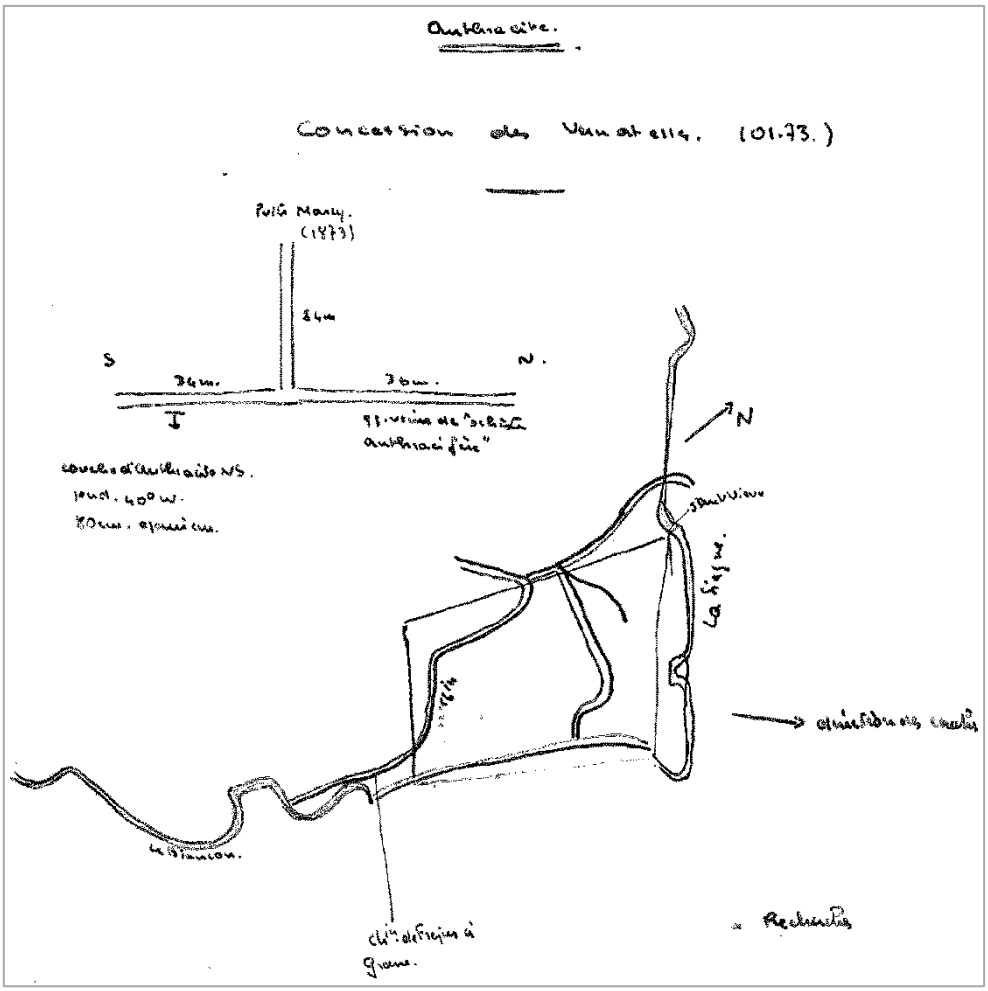


Figure 34 : Site de Vernatelle - Schéma des travaux de recherche au niveau du puits Marey 548

3.9.6 Les ouvrages miniers débouchant au jour

Huit zones de travaux miniers souterrains sont reportées approximativement sur les différents documents retrouvés. Ils sont tous situés sous le lac de Saint-Cassien.

Num SIG	Nom ouvrage	Visible	Incertitude position	État tête	Observations	X_lamb_93	Y_lamb_93
470	Indéterminé		50		Situé sous le lac	1008179	6285937
471	Indéterminé		50		Situé sous le lac	1008279	6285863
472	Indéterminé		50		Situé sous le lac	1008419	6285772
473	Indéterminé		50		Situé sous le lac	1008577	6285768
474	Indéterminé		50		Situé sous le lac	1008643	6285879
475	Indéterminé		50		Situé sous le lac	1008725	6285992
476	Indéterminé		50		Situé sous le lac	1008803	6286098
548	Puits Charey		50		Situé sous le lac	1008536	6285599

Tableau 16 : Concession de Vernatelles - Liste des ouvrages miniers

4 DONNEES INFORMATIVES DES EXPLOITATIONS DE FLUORINE ET AUTRES SUBSTANCES

La fluorine a été exploitée essentiellement au nord-est dans le massif de l'Estérel entre 1920 et 1987 et notamment dans l'important gisement de Fontsante qui a produit plus de 2/3 de la fluorine de PACA et a été le dernier exploité.

Cette production est étroitement liée à l'utilisation de la fluorine dans la métallurgie de l'aluminium (cryolithe) et a d'ailleurs été assurée depuis 1942 par Péchiney et ses filiales.

Les premières exploitations de fluorine ont été réalisées sous le régime des carrières, ce qui explique en partie le fait que l'on retrouve souvent peu d'archives sur ces exploitations et parfois pas de plans miniers. Les exploitations de Garrot et de Fontsante ont été soumises plus tard au régime des mines avec l'obligation de fournir plus d'informations à l'administration.

Le gisement de **Fontsante** situé à mi-chemin entre Fréjus et Cannes se compose d'une vingtaine de filons est-ouest parallèles qui se répartissent sur un secteur de 2 500 m (nord-sud) par 800 m (est-ouest) et sont connus jusqu'à 150 à 260 m de profondeur. Le remplissage filonien est constitué essentiellement par de la fluorine rubanée, parfois bréchique, avec quartz accessoire et quelques rares sulfures. Ce gisement, situé sur la commune de Tanneron, est connu depuis le début du siècle mais a été activement exploité de 1925 à 1933 puis surtout à partir de 1942 par la SECME, Société d'Entreprises, Carrières et Mines de l'Estérel, filiale de Péchiney. Jusque dans les années 1960, la production y consistait en spath de qualité métallurgique mais à partir des années 1970, la construction d'une usine de flottation sur place (motivée par l'épuisement du district Péchiney de Barlet dans la Haute-Loire) a permis d'orienter toute la production sur celle de spath de qualité chimique. La mine a fermé en 1987. Elle a fourni 1 750 000 t de minerai à 42 % CaF_2 (1971-1987) concentrés sur place et 270 000 t de spath métallurgique (1925-1978) soit au total environ 1 Mt de fluorine.

Le gisement de **Garrot** est situé sur la commune de Bagnols-en-forêt, à proximité du bassin houiller du Reyran. Il a été le berceau de la création d'une importante compagnie minière française pour la fluorine et la barytine, la Société des Mines de Garrot fondée ici et dans les Vosges par Pierre-Jean Herbinger. Le gisement se compose de onze filons constituant un champ de 3 000 x 1 000 m. Les travaux y ont une première fois été arrêtés en 1957, date à laquelle ils furent noyés par la mise en eau du barrage de Malpasset, mais l'exploitation fut reprise par la société des Mines de Garrot après la destruction du barrage en décembre 1959 et jusqu'en 1986. Entre 1925 et 1975, il a produit 100 kt de fluorine.

Les autres gisements notables de ce secteur sont : l'Avellan (30 kt de 1962-1971 par SIMFLUOR), le col des Trois Termes (25 kt de 1920 à 1968 par PAPOREC) et les Trois Vallons (25 kt de 1935 à 1973 par les Mines de Garrot).

Sur l'emprise de notre zone d'étude, les titres et sites miniers suivants ont été étudiés :

Nom	Nature du titre minier	Substance principale	Date octroi	Échéance du titre minier
Fontsante	Concession	Fluorine	25/07/1963	6 mai 2008
Garrot	PEX	Fluorine	23/02/1963	Expiré en 1975
Avellan	PEX	Fluorine	23/02/1963	Expiré 01/01/1980
Trois-Vallons	PEX	Fluorine	20/05/1976	Expiré
Saint-Jean-de-l'Estérel	PEX	Fluorine	23/02/1963	Expiré
La Favière	PEX	Tungstène	13/03/1980	Périmé 27/03/1985
La Berle	PER	Fluorine	05/12/1964	Périmé 11/12/1967
Baisse Violette	PER	Fluorine	1963	?
Planestel	PER	Fluorine, plomb, zinc et substances connexes	12/06/1963	Périmé en 1966
Charbonnier	Site minier	Fluorine, Uranium	-	-
Filon Paulette	Site minier	Fluorine	-	-
La Madeleine	Site minier	Fluorine	-	-

Tableau 17 : Liste des sites et titres miniers (hors substances énergétiques) étudiés

4.1 La concession de Fontsante

Le champ filonien de Fontsante constitue le plus gros gisement de fluorine reconnu dans l'ensemble du district fluoro-barytique de la Provence cristalline (Maures -Tanneron - Esterel).

L'ensemble filonien de Garrot s'étend à environ 4 km au nord-ouest du hameau du Planestel, de part et d'autre du Reyran, entre 3 et 6 km au nord du barrage de Malpasset. Le champ filonien mesure environ 3 km du nord au sud et 1 km d'est en ouest (coupures au 1/20 000 Fréjus n° 4 et Fayence n° 8, région Sud).

4.1.1 Situation administrative

Le site minier se trouve sur le territoire de la commune de Tanneron, mais les terrains appartiennent à la commune de Callian. C'est le résultat de l'histoire des deux communes ; Tanneron faisait autrefois partie de Callian et en fut détachée en 1867.

Substance concédée : Fluorine.
Situation administrative de la concession : Renoncée.

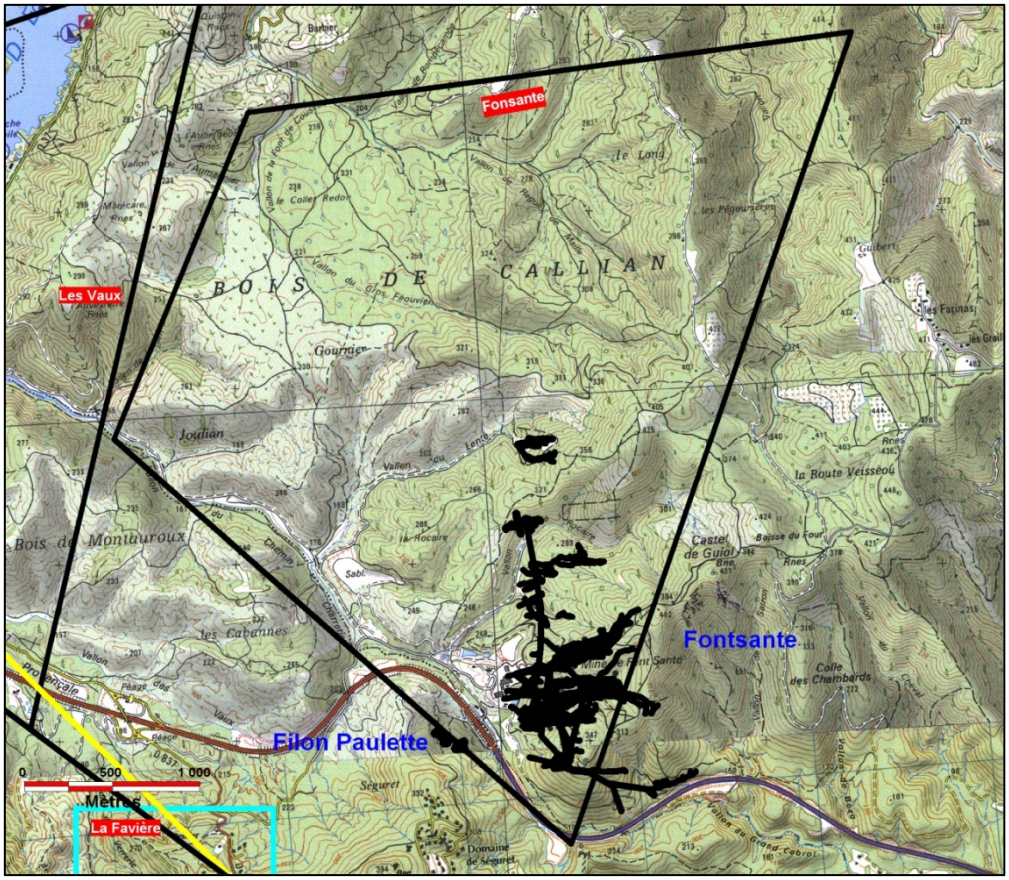


Figure 35 : Situation géographique de la concession

4.1.2 Historique de la concession

4.1.2.1 Avant 1970

Les premiers travaux de Fontsante ont débuté sous le régime des carrières vers 1923.

Le gisement a successivement été exploité par quatre sociétés jusqu'à son acquisition par Péchiney en 1942.

La première société crée en 1925 était la Société carrières et mines de l'Estérel. Elle a été absorbée en mars 1937 par la Société d'entreprises générales et industrielles qui a pris la dénomination actuelle de Société d'Entreprises, Carrières et Mines de l'Estérel (SECME), suivant la décision de l'assemblée générale extraordinaire d'octobre 1938.

L'activité était d'abord localisée à la partie supérieure des filons du faisceau central à partir de galeries horizontales tracées, à flanc de coteau, à des niveaux supérieurs à 224 m NGF.

De 1945 à 1969, ce type d'exploitation était maintenu, permettant de financer le creusement d'un travers-banc nord-sud mené, au niveau 160 m NGF, à partir d'une descenderie en couche depuis la cote 224 et la reconnaissance de diverses assises filoniennes tracées en amont pendage.

En 1962, la S.E.C.M.E. est devenue filiale de Péchiney-Saint-Gobain.

Le 25 juillet 1963, la concession de Fontsante de fluorine et substances connexes est instituée.

4.1.2.2 Depuis 1970

L'exploitation intensive du gisement démarre en juillet 1970, avec le creusement du puits (58), mis en service fin 1971 pour la desserte des niveaux 174 (m NGF) et 124 (m NGF) et le réaménagement de la descenderie 224-174 terminé fin 1970.

Sitôt la descenderie réaménagée, le travers-banc du niveau 174 est lancé permettant les démarrages successifs des travaux d'exploitation des filons Saint-Barthélémy, Saint-Augustin blanc, Rouge et Sainte-Barbe dans la relevée d'étages 224-174 (on se reportera à la figure 37 pour la localisation des filons).

En 1974-1976, ce travers-banc est poursuivi pour recouper et exploiter les filons Clet et Sud 3.

De 1972 à 1978, le creusement du travers-banc du niveau 124 est jusqu'au filon Sud 3.

En 1980 et 1981, ce travers-banc est poursuivi jusqu'au filon Figuier dont le défruitement commence.

Le raval du puits, exécuté en 1979 -1980, permet d'entreprendre le creusement du travers bancs du niveau 60 ainsi que l'exploitation des filons Saint-Augustin, Blanc et Sainte-Barbe dans la relevée d'étage 124-60 dont l'épuisement des réserves a entraîné l'arrêt de l'exploitation fin 1986.

En 1982, débute la mise en sécurité des ouvrages débouchant au jour (tranchées, galeries, cheminées).

En 1987, déclaration d’abandon des travaux. Cession du bassin de décantation du Lenté à la société E.C.A.P qui s’engage à réaliser les travaux de démantèlement et de remodelage.

Entre 1990 et 1994 divers projets de réaménagement des ouvrages miniers et du bassin du Lenté sont proposés.

En 1995, un nouveau projet de réhabilitation du bassin du Lenté est proposé.

Le 25 mai 1998, arrêté donnant acte de la déclaration d’abandon des travaux.

1999, demande de renonciation de la concession de Fontsante.

2000, expertise par GEODERIS de la digue du bassin du Lenté.

2004, nouveaux travaux de stabilisation de la digue et de réhabilitation du bassin.

L'arrêté ministériel du 6 mai 2008 paru dans le J.O. du 17 mai 2008 a accepté la renonciation de la concession de Fontsante.

Notons que le site fut envisagé pour la construction d'une unité de compactage et de mise en décharge d’ordures ménagères et de déchets industriels banals. Ce projet prévoyait notamment l’utilisation des anciens bassins de décantation du vallon de Saint-Barthélemy pour la mise en décharge et le maintien des bâtiments industriels du carreau de la mine. Ce projet n’est toujours pas réalisé en raison de l'opposition de divers acteurs, mais il est toujours à l’ordre du jour.

4.1.3 Cadre géologique

Le gisement de Fontsante est encaissé dans les gneiss à deux micas du revers sud du massif hercynien du Tanneron. Il occupe une position tectonique assez originale, à quelques centaines de mètres au nord du graben permien WNW-ESE des Adrets de l'Estérel, d'une part et à quelques kilomètres à l'est des affleurements carbonifères du graben NNE-SSW de la vallée du Reyran d'autre part.

Un champ filonien est constitué par une vingtaine de filons de direction est-ouest.

Les filons sont encaissés dans un gneiss gris constitué de lits micacés, à biotite et muscovite, alternant avec des lits et amandes quartzo feldspathiques allongées suivant la foliation.

Le remplissage filonien est constitué principalement de fluorine. La barytine est plus ou moins abondante selon les filons. Le quartz est présent dans tous les filons, mais il est toujours accessoire.

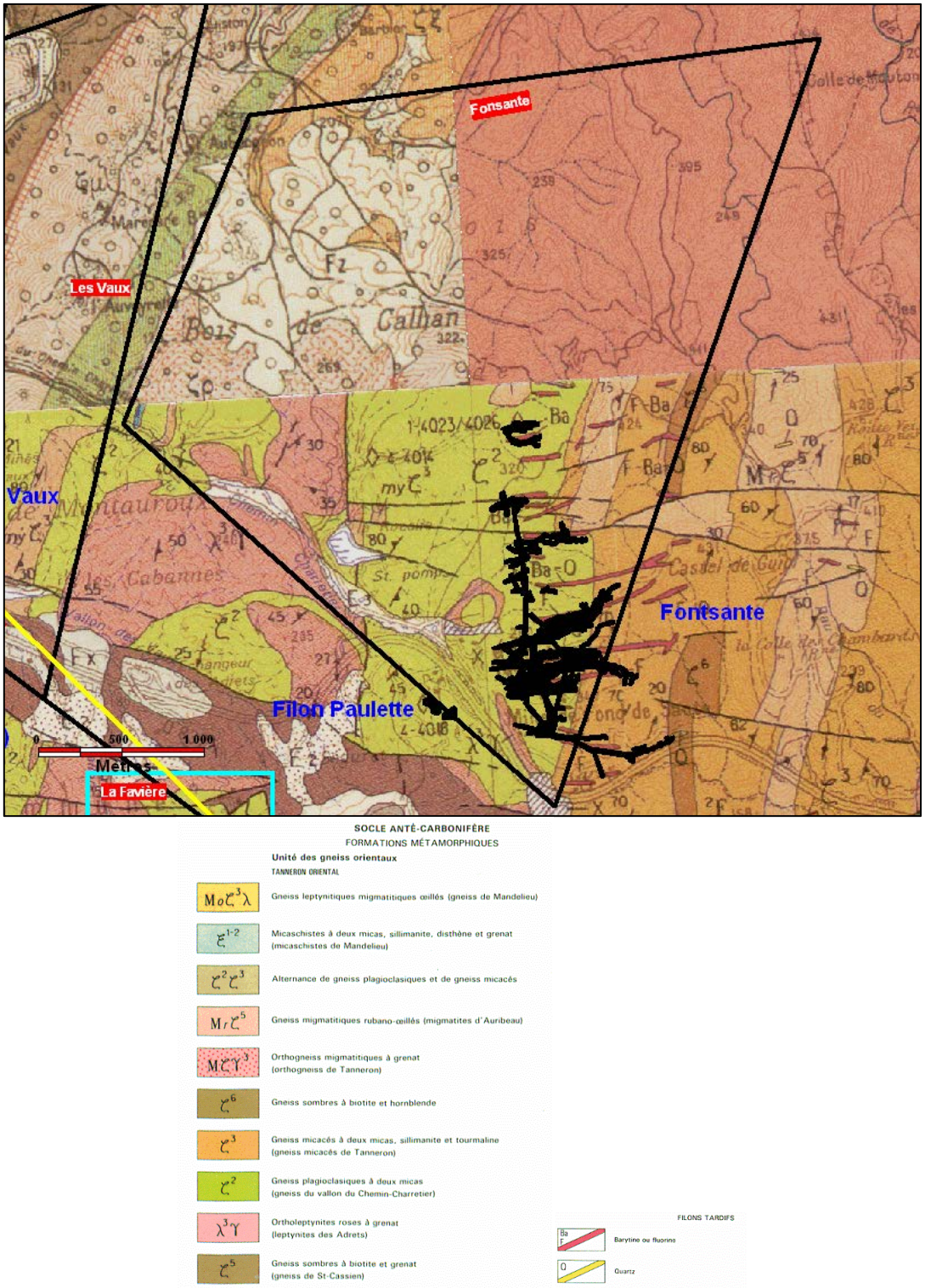


Figure 36 : Situation géologique de la concession

4.1.4 Les travaux miniers

Le gisement de Fontsante est constitué par vingt filons et divers indices filoniens, de direction sensiblement est-ouest s'étendant du nord au sud sur 2 500 m pour un allongement est-ouest de 800 m en moyenne.

Dans ce champ filonien, on distingue quatre groupes de filons qui sont, du nord au sud :

- le faisceau du Lenté (cinq filons) ;
- le faisceau nord (filons Xavier, Nord 4, Nord 3, Nord 2, Nord 1, Nord 0) ;
- le faisceau central (filons Saint-Barthélémy, Saint-Augustin, filon Blanc, filon Rouge, Sainte-Barbe, Clet) ;
- le faisceau sud (filons Sud 1, 2, 3, filon du Figuier). Notons que le filon Paulette peut être inclus dans le faisceau sud (chez certains auteurs).

Ces filons ont un pendage généralement subvertical variant de 90° à 60° S, à l'exception des filons Saint-Augustin (70° N) et Sud 2 (85° N).

La puissance moyenne est de l'ordre du mètre, mais elle varie d'un filon à l'autre. Il y a également des serrés aussi bien en allongement qu'en profondeur, entraînant des passages stériles.

Les filons du faisceau central atteignent une puissance comprise entre 1,20 m et 3 m.

Les travaux miniers mettent en évidence un grand nombre de failles sensiblement transversales à la direction des filons avec un pendage généralement subvertical entrainant des rejets pouvant atteindre une dizaine de mètres.

Trois grands accidents nord-sud sub-verticaux ont une forte incidence sur l'exploitation du gisement :

- la faille de la 2, à l'extrémité ouest des filons blanc et rouge ;
- la faille de la 14, qui affecte l'ensemble des filons du faisceau central à l'ouest ;
- la faille de la 24, à l'extrémité est des filons du faisceau central.

Un travers-banc nord-sud de 1 500 m, destiné à recouper à la cote 160 m NGF tous les filons (saufs ceux du filon du Lenté au nord, et le filon Figuier au sud), a été creusé.

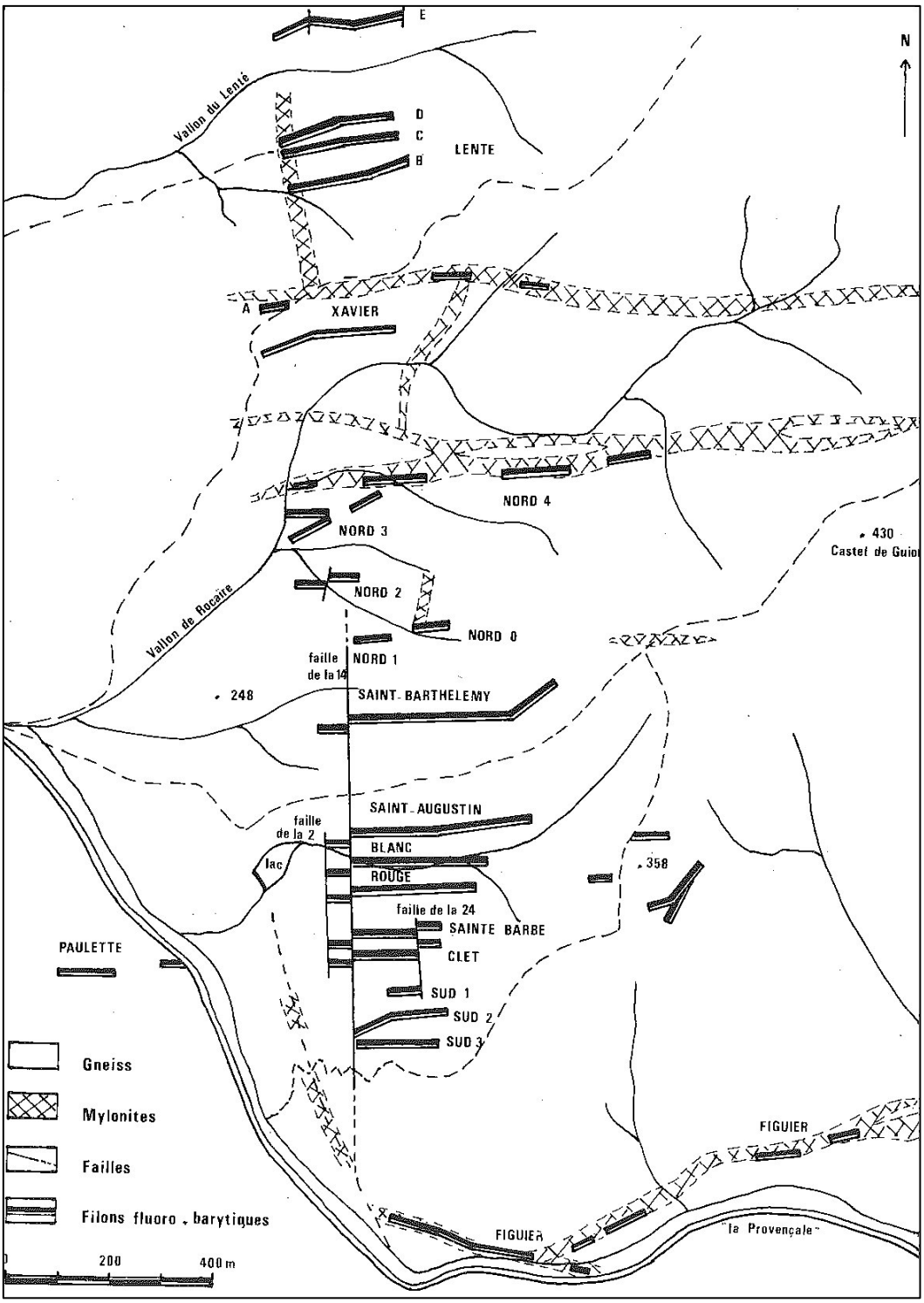


Figure 37 : Site de Fontsante - Carte schématique de localisation des filons fluorés
(d'après Solety, 1965 ; modifié par G. Mari)

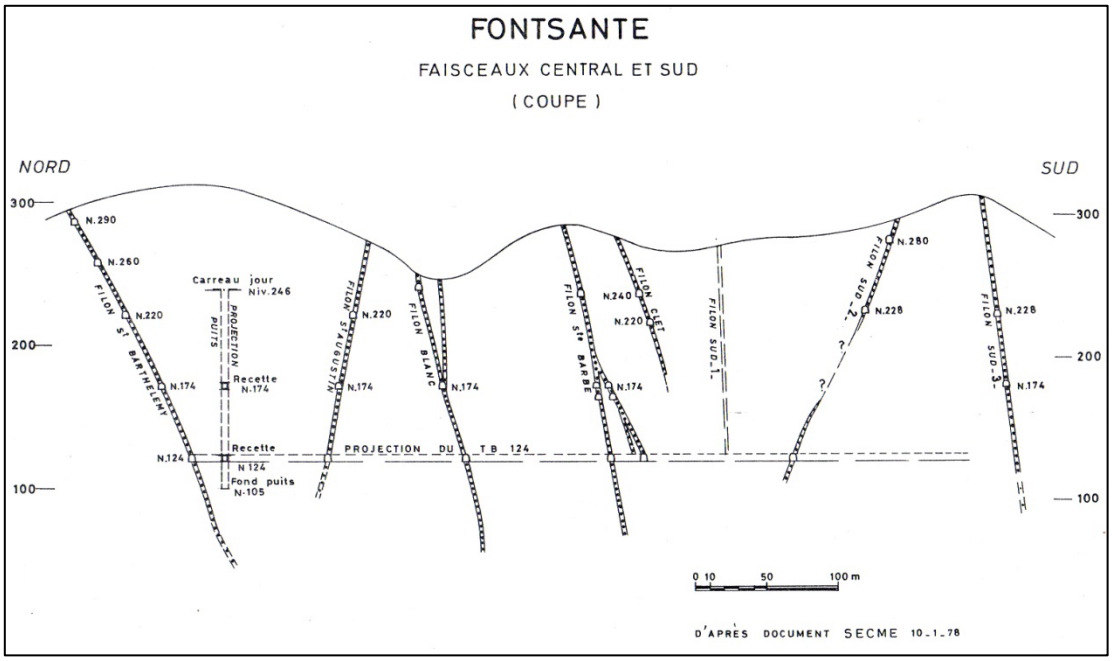


Figure 38 : Site de Fontsante - Coupe des faisceaux central et sud

FILONS	DIRECT. MOY.	PEND. MOY.	PUISS. MOYEN.	EXT. RECONNUE		REMARQUES
				LONGITUD.	VERTICALE	
Xavier.....	75°	75° S	1,20 à 1,80 1,50 m	200 m	110 m	
Nord IV....	80°	70° S	50 cm-1 m 80 cm	400 m	80 m	Nb. lacunes stériles cassure complexe et irrégulière.
Nord III. ..	90° et 60°	70° S	50 cm-80 cm 60 cm	250 m	50 m	Nb. lacunes stériles, 2 branches converg. cassure complexe et irrégulière.
Nord II.....	60°	90°	60 cm-1 m 80 cm	150 m	30 m	
Nord 1 et 0.	80°	90°	50 cm-80 cm 60 cm	200 m 100 m	40 m	Nb. lacunes stériles.
St-Barthél...	70° et 45°	60° S	1 m-1,80 m 1,30 m	500 m	220 m	Grande extension, 2 directions de fracture.
St-August. .	80°	70° N	1-1,80 m 1,30 m	350 m	120 m	Pendage nord.
Blanc.....	80°	70° S	1 m-2,5 m 1,80 m	400 m	120 m	
Rouge.	80°	80° S	1 m-1,80 m 1,50 m	300 m	160 m	Importante lacune stérile de la partie médiane.
Ste-Barbe ..	85°	80° S	1 m-1,80 m 1,50 m	200 m	140 m	

FILONS	DIRECT. MOY.	PEND. MOY.	PUISS. MOYEN.	EXT. RECONNUE		REMARQUES
				LONGITUD.	VERTICALE	
Clet.....	80°	90°	1 m-1,80 m 1,50 m	300 m	140 m	Inversion du pendage.
Sud II.	90°	85° N	60 cm-1 m 80 cm	150 m	100 m	Pendage nord.
Sud III ...	90°	85° S	50 cm-80 cm 60 cm	100 m	80 m	
Le Figuier..	120°	?	50 cm-1,20 80 cm	200 m	20 m	Cassure complexe et irrégulière.

Figure 39 : Site de Fontsante - Morphologie des filons exploités (Solety, 1965)

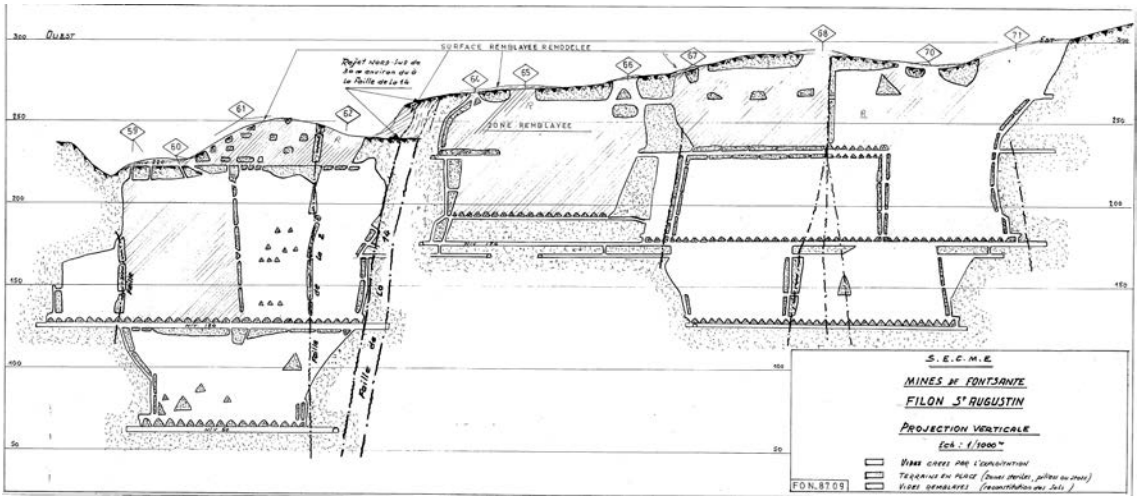


Figure 40 : Site de Fontsante - Coupe du filon Saint-Augustin

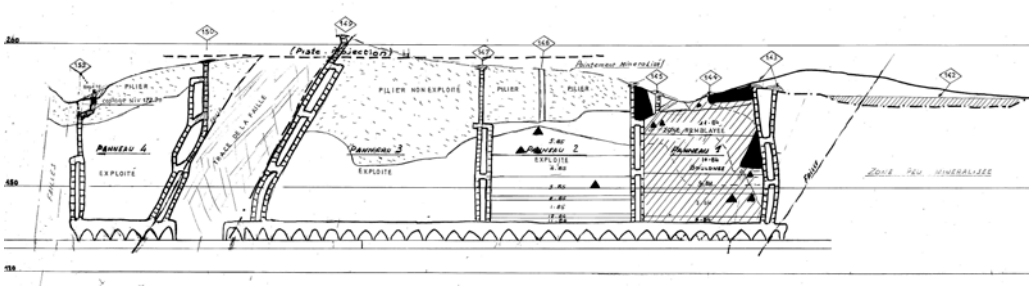


Figure 41 : Site de Fontsante - Coupe du filon du Figuier

4.1.5 Hydrogéologie

Les terrains encaissants, constitués en grande majorité de gneiss, ne sont pas favorables l'accumulation de grande quantité d'eau. Généralement, les circulations d'eau sont favorisées par la présence de failles ou de filons minéralisés, notamment le long des épontes.

L'absence d'étude hydrogéologique préalable ne permet pas de situer avec certitude les niveaux piézométriques d'origine. Il apparait toutefois, d'après les observations effectuées sur les anciens travaux miniers, que le niveau hydrostatique devait se situer entre les cotes 160 m NGF et 220 m NGF (niveau 160 noyé en 1968). Le système était fort probablement drainé dans ce type de formation par le réseau hydrographique, en l'occurrence le vallon du chemin charretier qui se trouve à une cote légèrement supérieure à 200 m NGF au voisinage du site d'une part, et le vallon du grand Cabrol au sud-est du site d'autre part (cote voisine de 150 m NGF au voisinage du site).

Globalement, 1,8 x 10^6 m^3 d'eau ont été exhaurés de la mine durant la période d'activité, ce qui représente un débit moyen de l'ordre de 12 m^3/h (soit une infiltration relativement importante si on la ramène sur les 32 ha de travaux miniers de l'exploitation principale (328 mm/an). Ces eaux étaient recyclées pour les besoins de l'exploitation.

Elles s'évacuaient dans deux bassins versants :

- le bassin versant occidental (Saint-Cassien) où sont situés les digues de Barthélémy et du Lenté ;
- le bassin versant oriental (Méditérannée) dans lequel s'évacue les exhaures des galeries redirigées vers l'est dans le vallon du grand Cabrol.

À la fin des travaux et après cessation des pompages miniers, le niveau d'eau est remonté dans les chambres exploitées. Pour éviter un drainage éventuel de ces eaux vers le vallon Charretier et le lac de Saint-Cassien, un exutoire artificiel a été créé partir de la cheminée ouest du panneau 4 du filon du Figuier, de manière à évacuer directement dans la rivière l'Argentière vers la Méditerranée (versant Cannes).

Le trop plein d'évacuation a été placé à la cote + 172 m NGF, soit un niveau inférieur à tous les orifices situés dans le bassin versant du vallon Charretier et en communication avec les travaux du fond.

Le niveau 124 qui est en liaison avec l'ensemble des travaux miniers, a été aménagé dans sa partie reliant le filon Sud 3 au Figuier, par la mise en place d'un canal bétonné renforcé pour assurer le transit des eaux vers l'exutoire artificiel.

4.1.6 Méthodes d'exploitation

L'exploitation a été menée par chambres-magasins, entre deux étages de 50 à 60 m de relevée verticale par panneaux de 120 m d'allongement maximum (Figure 46).

Depuis les travers-bancs traversant les caisses filoniennes, des galeries de base et de tête de 6 m^2 de section sont creusées de niveau dans le filon, définissant les limites supérieures et inférieures des panneaux. À partir de ces galeries, une cheminée double à chaque extrémité du panneau est creusée, au filon, en montant. Chaque cheminée double est constituée par deux « boyaux » parallèles de 1,7 m^2 de section, séparés par un stot de 2 m de largeur qui est percé tous les 15 mètres, par une recoupe facilitant l'aérage et l'accès au chantier.

En couronne des galeries de base, des fourneaux de 5 m de haut environ sont creusés au filon, avec redent d'appui au mur tous les 6 m. Un sous niveau est tracé 4 m au-dessus de la galerie de base en suivant l'encaissant minéralisé. Le sous niveau fait 1,80 m de hauteur. Le dépilage est mené, sur toute la longueur du panneau, par abattage en montant. Les cheminées non équipées constituent les limites latérales de ce dépilage. En fin de dépilage, le volume du panneau est rempli de minerai abattu qui reste stocké, en chambre-magasin, son soutirage est réalisé ultérieurement en fonction des besoins.

L'infrastructure de l'exploitation principale comporte :

- un puits et une machine d'extraction. Le puits (n° 41 ?), d'un diamètre utile de 3,3 m et d'une profondeur de 211 m entre les cotes NGF 246 et 35 dessert les recettes 174 m NGF, 124 m NGF et 60 m NGF ;
- les travers-bancs et galeries au stérile relient le puits aux filons. Leur section courante de 6 m^2 de section est portée à 12 m^2 dans les roulages doubles.

Au niveau du filon du Figuier, situé en bordure de l'autoroute, des aménagements complémentaires de la méthode d'exploitation ont été pris. L'exploitation classique par chambres-magasins est accompagnée par un remblayage intégral de la zone exploitée, ce qui devait (d'après la SECME) constituer une garantie contre les affaissements des épontes ou de la surface du sol au niveau de l'emprise de l'autoroute. Les textes relatifs à l'exploitation précisaient que les fronts de dépilage sous affleurement devaient être arrêtés impérativement, par le maintien d'un stot de 5 à 6 m d'épaisseur sous la surface du terrain naturel (Figure 43).

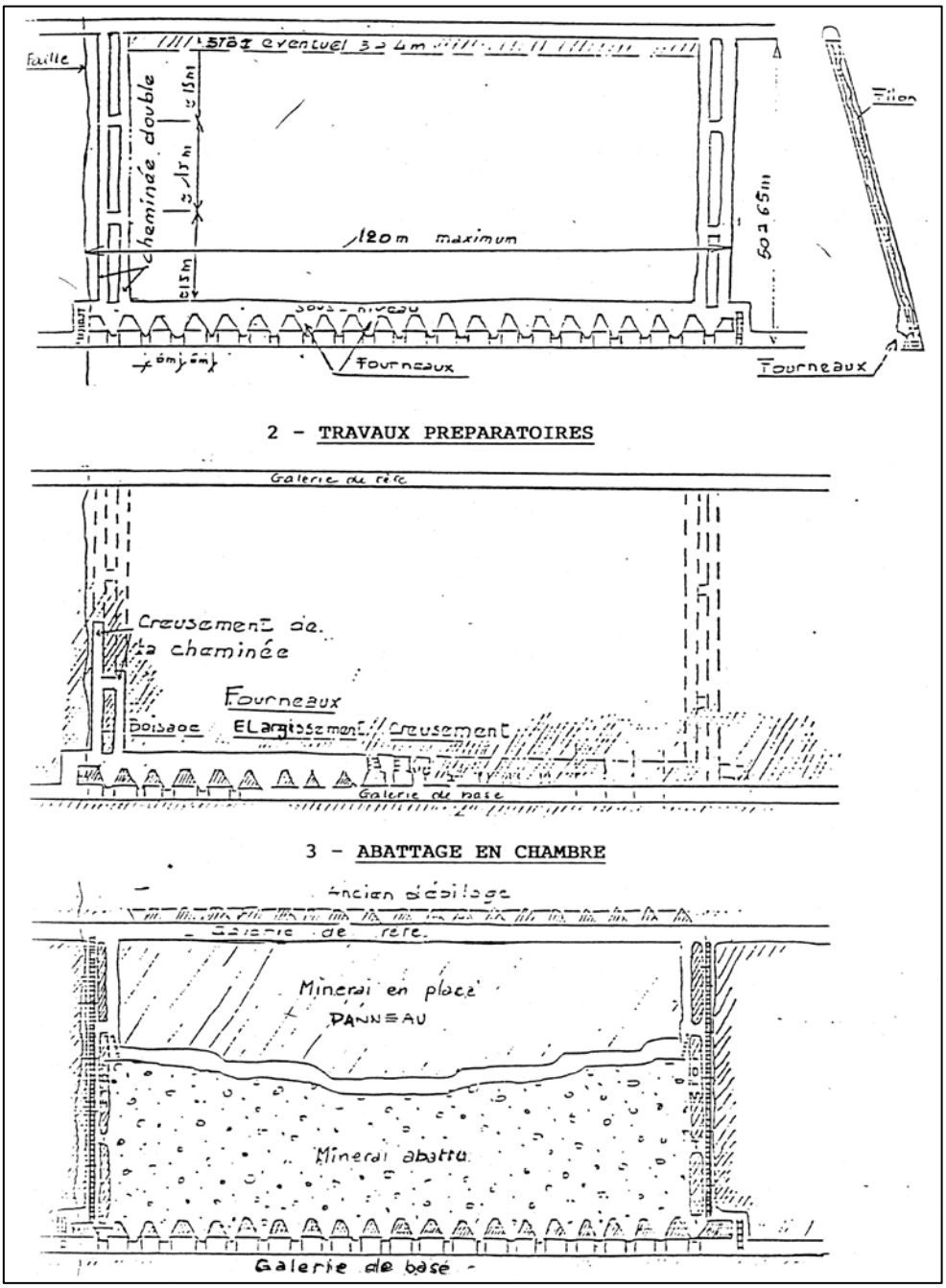


Figure 42 : Site de Fontsante - Méthode d'exploitation par chambres magasins

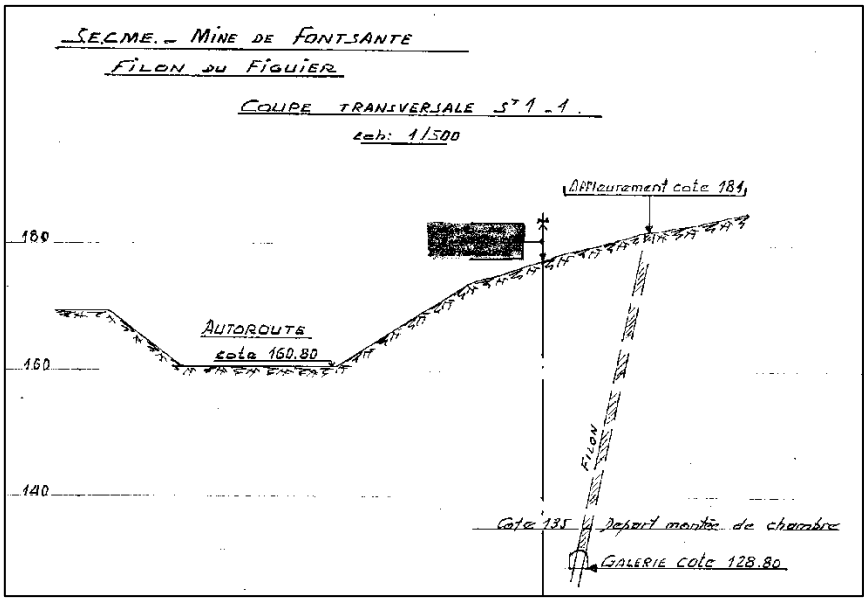


Figure 43 : Site de Fontsante - Coupe présentant la situation des travaux souterrains du filon du Figuier par rapport à l'emprise de l'autoroute - Document SECME

Filons	Niveaux définissant les étages d'exploitation				Totaux par filon
	Amont 224	224-174	174-124	124-60	
LENTE	39,5				39,5
XAVIER	21,6				21,6
ST BARTHELEMY	72,0	50,1	55,7		177,8
ST AUGUSTIN		135,2	192,2	47,5	374,9
BLANC + ROUGE		141,6	188,7	121,2	451,5
STE BARBE		137,5	120,3	84,0	341,8
CLET		92,8			92,8
SUD 3	101,0	50,2	35,3		186,5
SUD 2 + FILON X	32,0		8,0		40,0
FIGUIER		8,3	67,3		75,6
TOTAUX PAR ETAGE	266,1	615,7	667,5	252,7	1 802,0

Figure 44 : Site de Fontsante - Répartition de la production de spath fluor (exprimé en kt)

4.1.7 La production

L'ensemble des travaux de recherches, complétant la connaissance du gisement de Fontsante acquise avant 1970, aurait permis de déterminer, de façon quasi certaine, la limite des possibilités de l'exploitation rationnelle et économique des réserves. Elles auront surpassé, sans conteste les prévisions initiales.

À compter de la mise au point de septembre 1971, qui estimait les réserves économiquement exploitables à 957 000 t, les campagnes de recherches et les développements des travaux d'exploitation ont permis de trouver 793 000 t supplémentaires.

Si l'on ajoute 52 000 t extraites en début d'exploitation, les réserves totales exploitables de la mine de Fontsante s'établissaient à 1 800 000 t.

Au total, le gisement de Fontsante a fourni 1 800 000 t de minerai à 42 % CaF_2 (1971-1987) concentrés sur place et 270 000 t de spath métallurgique (1925-1978), soit environ 1 Mt de fluorine.

4.1.8 Réaménagement et mise en sécurité des ouvrages

Le réaménagement des travaux miniers de Fontsante a débuté en 1982.

4.1.8.1 Les ouvrages débouchant au jour

Le réaménagement a consisté en un remblayage de tous les vides situés au niveau des orifices miniers débouchant au jour avec des matériaux prélevés sur place ou bien utilisant des sables de laverie. Ces remblaiements ont été accompagnés d'un remodelage visant à redonner un aspect naturel au site.

Ces remblaiements avaient fait l'objet d'une surveillance jusqu'en 1993 avec recharge des parties affaissées. Depuis 1993, il semble que plus aucune surveillance des ODJ restructurés n'a été réalisée. Ce fait ne nous a pas été confirmé par la mairie de Callian, mais est corroboré par nos observations de terrain.

En effet, lors de nos visites de terrain, de nombreux désordres ont été observés sur les lieux de remblayage des anciens ouvrages miniers (cf. désordres § 4.1.12).

Le puits principal d'extraction (41) avait été remblayé complètement après muraillement des départs de chaque recette (niveaux 174, 124 et 60), le chevalement avait été rasé. Lors de notre visite, il s'avère qu'un tassement des remblais s'est produit sur 3 m (assimilable à un effondrement localisé par débourrage).

Au niveau de l'exutoire des eaux de la mine, une surveillance du débit et de la qualité des eaux a été réalisée jusqu'en 1993.

4.1.8.2 Les bâtiments miniers

Un certain nombre de bâtiments menaçant en ruine ou ayant un caractère vétuste ont été rasés. Les autres bâtiments ont été conservés et sont revenus à la commune de Callian, propriétaire du sol.

Actuellement, le site industriel est constitué de bâtiments tagués et d'une zone de friche difficilement pénétrable. L'accès pédestre ou à moto est aisé.

4.1.8.3 Les bassins de décantation

Les bassins de Saint-Barthélemy et du Lenté présentaient des risques de pollution de la retenue de Saint-Cassien située à moins de 3 km de ces bassins. Ils ont été restructurés, avec abaissement du niveau moyen de la plateforme. 7 500 m^3 de sables du bassin de Saint-Barthélemy ont été enlevés ainsi que 57 500 m^3 sur celui du Lenté. Un dépôt de tout-venant de granulométrie fine et végétalisable a été étalé sur les surfaces reprofilées. Des plantations ont été réalisées. Des fossés de colature ceinturent les bassins pour les mettre à l'abri des eaux de ruissellement.

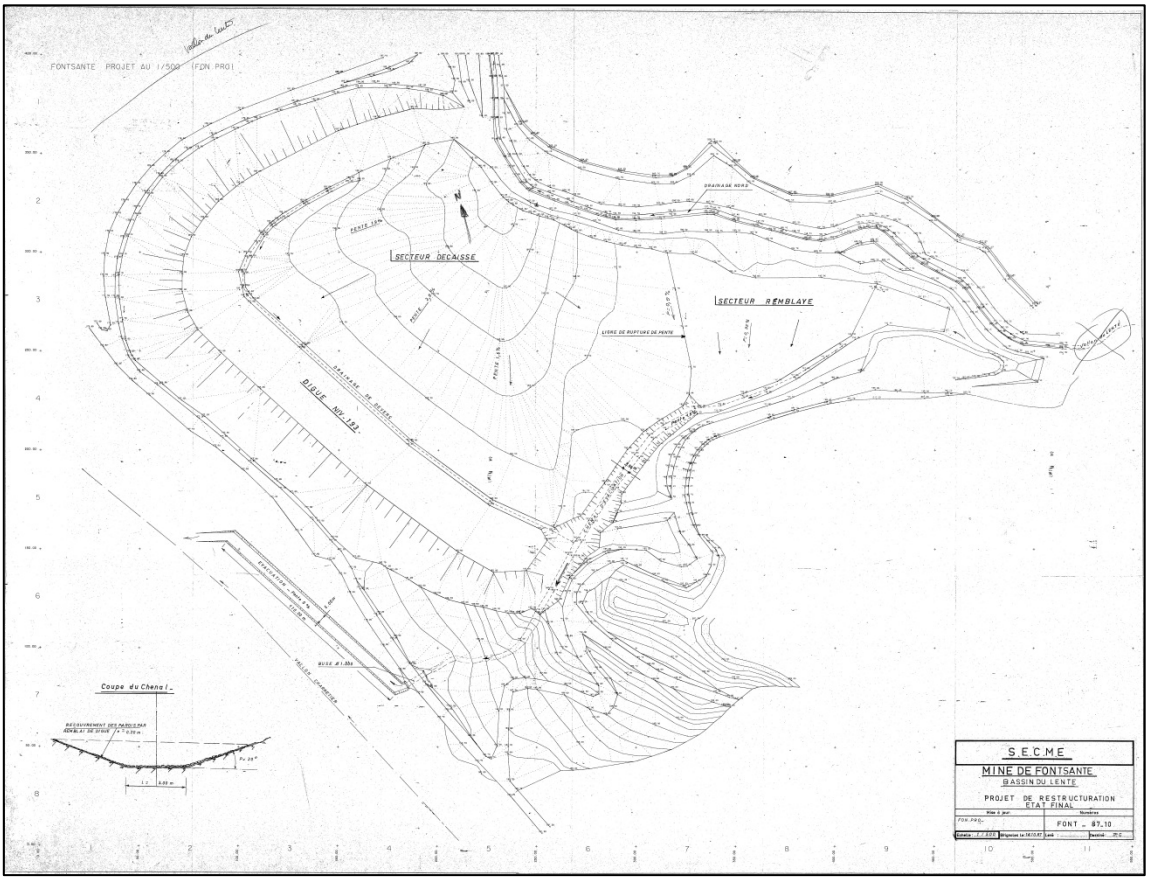


Figure 45 : Site de Fontsante - Projet de restructuration du bassin du Lenté de 1987

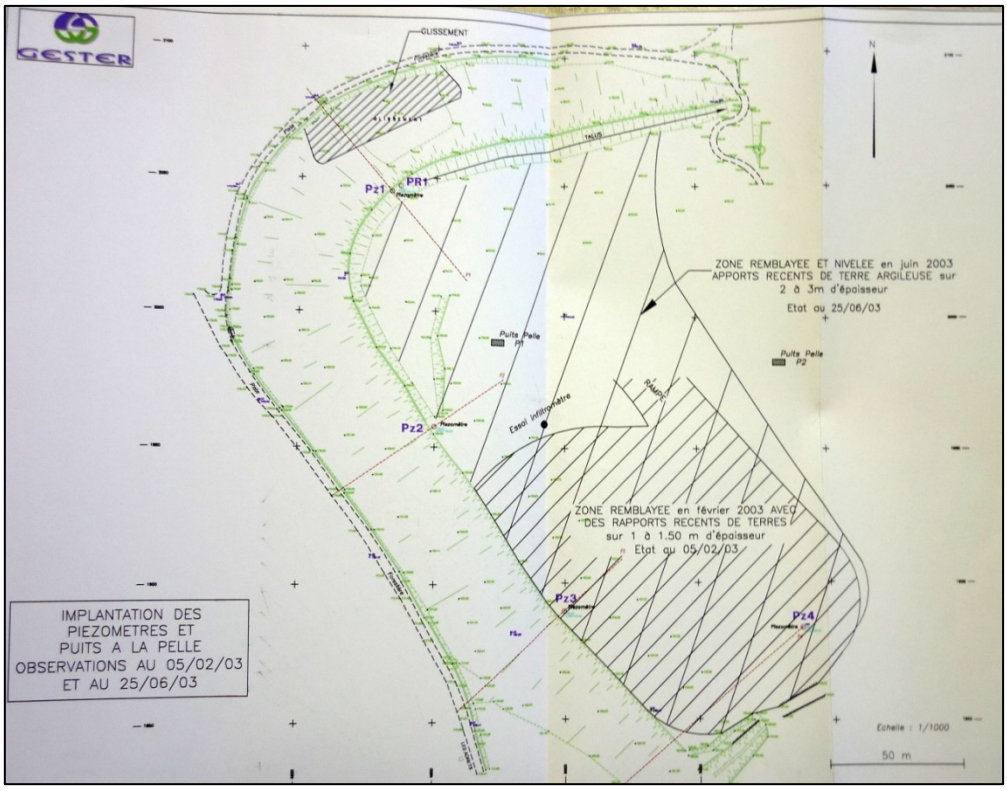


Figure 46 : Bassin de décantation du Lenté - Présentation et surveillance de 2003

En 2004, des mesures de surveillance des bassins de confinement du Lenté et de Saint-Barthélemy ont été prises par arrêté préfectoral. Le site du bassin du Lenté est toujours suivi par le DPSM (Département Prévention et Sécurité Minière du DPSM).

4.1.9 Les plans miniers

Les plans miniers les plus récents et les plus complets proviennent du dossier d'abandon de 1987. Mais les travaux du Lenté situés au nord du gisement étaient absents, ainsi que les travaux du filon Paulette situé au sud de l'autoroute. Un plan de du secteur du Lenté a néanmoins été retrouvé au BRGM, ainsi qu'un petit plan sur le secteur du filon Paulette (qui ne faisait pas partie du domaine de la SECME).

Le plan général des travaux (Figure 47) (font 8705 général.jpg) date de mars 1987. Il a été dessiné à l'échelle 1/2 000. Les coordonnées lues sur le plan correspondent au lambert III sud, il a été géoréférencé à partir de ces réticules de coordonnées, ce qui lui donne une très bonne précision avec une incertitude inférieure à 2 m (huit points de référence).

Le plan font 8703.jpg également à 1/2 000 présente le positionnement de tous les ODJ avant leur mise en sécurité. Il a été « plaqué » sur le plan précédent lui donnant également une incertitude de géoréférencement de 2 m (neuf points de référence).

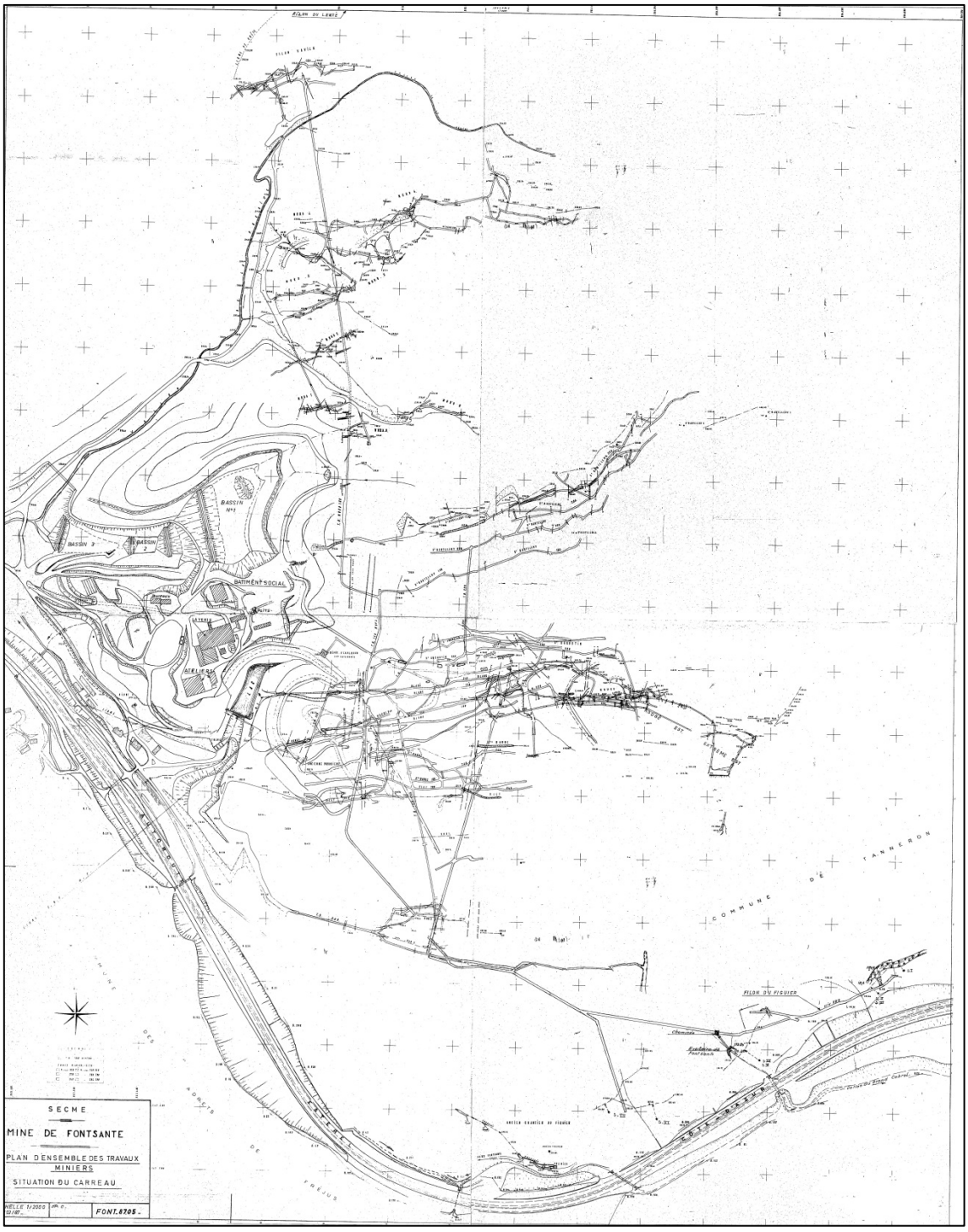


Figure 47 : Site de Fontsante - Plan général des travaux à 1/2 000, mars 1987

Les travaux miniers souterrains ont également été reportés à l'échelle 1/1 000 sur quatre feuilles (8706, 8706b, 8707, 8707b). Les tracés des galeries sont plus détaillées et plus complètes que sur le 1/2 000. Les côtes des galeries sont inscrites, ce qui n'était pas toujours le cas sur le 1/2 000. Les plans ont été géoréférencés en se calant sur les réticules qui sont les même que sur le 1/2 000. L'incertitude maximale de calage est également de 2 m. Notons que la feuille sud-est présente quelques incohérences de tracé avec le 1/2 000.

Le secteur du Lenté plus au nord est reporté sur un plan au 1/1 000 détaché des autres filons exploités (Figure 48), il a été géoréférencé à partir du carroyage. L'incertitude de positionnement est inférieure à 10 m sur ce secteur.

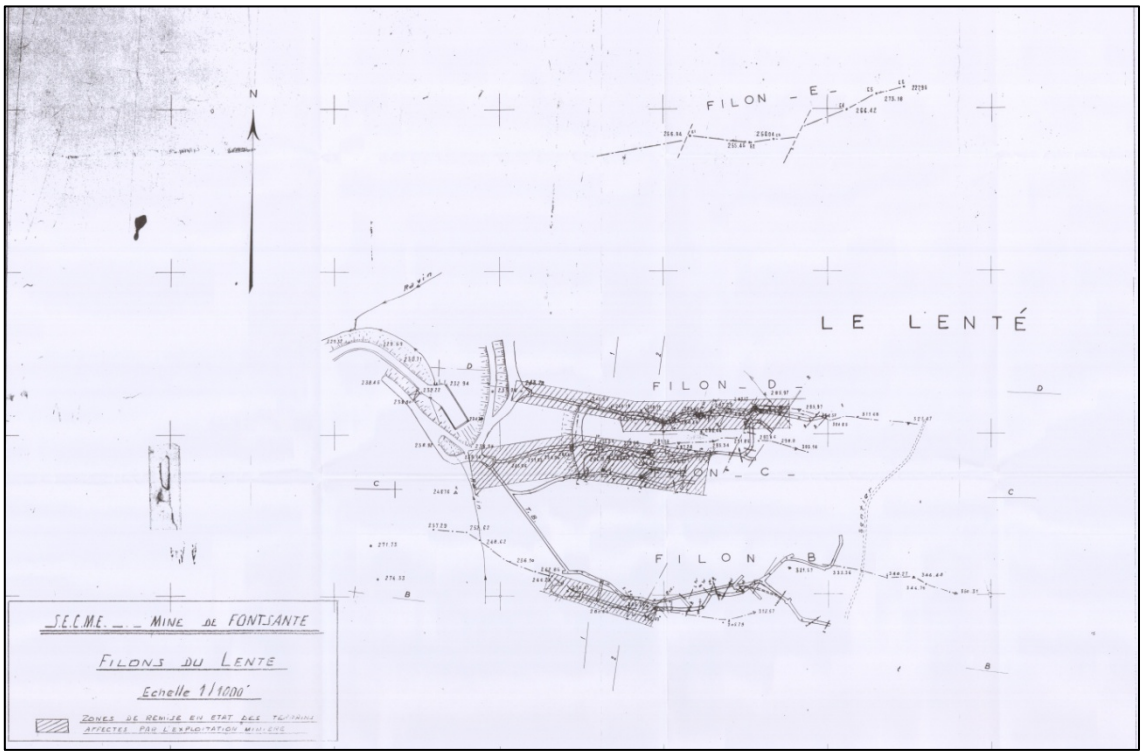


Figure 48 : Site de Fontsante, secteur du Lenté - Plan des travaux et de remise en état à 1/1 000

Pour les travaux miniers de Fontsante, nous retiendrons une incertitude maximale de 10 m pour leur positionnement, intégrant également l'incertitude liée à l'orthophotoplan.

4.1.10 Les ouvrages miniers débouchant au jour

On dénombre 148 ouvrages miniers débouchant au jour sur le site minier de Fontsante (filon Paulette exclu) dont :

- 58 galeries, descenderies ou travers-bancs ;
- 55 puits essentiellement d'aérage ;
- 35 tranchées ou têtes de dépilage exploitées à ciel ouvert.

Ces ouvrages sont reportés sur les plans miniers, ils ont été vectorisés à partir des quatre plans au 1/1 000 précédemment géoréférencés. Tous les orifices de ces ouvrages débouchant au jour ont été, *a priori*, obturés après l'arrêt des travaux.

Un contrôle de chacun de ces ouvrages a été réalisé sur le terrain en avril 2012. Cette recherche a été réalisée à partir d'un GPS dont les points avaient été préalablement chargés. Cette démarche n'a pas permis de retrouver tous les ouvrages car leur mise en sécurité suivi du remodelage ne permettait plus de tous les localiser avec certitude sur le terrain. Dans ce cas précis, les coordonnées théoriques lues sur le plan ont été conservées. Par contre, cette approche a permis de vérifier l'état de surface des orifices et mettre en évidence les désordres postérieurs à leur mise en sécurité. 35 désordres ont ainsi été mis en évidence.

Les têtes de filons affleurantes ont été exploitées à ciel ouvert sur une certaine profondeur. Elles sont dénommées « tranchées » sur les cartes. Souvent les talus amont subsistent et sont bien discernables dans le paysage.

Num SIG	Type	ROLE	RECHERCHE OUVRAGE	Commentaire
45	DESCENDERIE	EXPLOITATION	RETROUVE	en partie bouchée,
5	GALERIE	EXPLOITATION	RETROUVE	dans un roncier, inaccessible, mais *a priori* réintégrée dans le paysage
6	GALERIE	EXPLOITATION	RETROUVE	galerie effondrée avec deux trous de 1 m de diamètre par 50 cm de profondeur n'atteignant pas les travaux et d'origine anthropique
28	GALERIE	EXPLOITATION	RETROUVE	galerie bouchée, remblayée, plateau devant avec haldes, réintégrée dans le paysage
33	GALERIE	EXPLOITATION	RETROUVE	galerie bouchée avec arbres tombés, réintégrée dans le paysage
48	GALERIE	EXPLOITATION	RETROUVE	galerie vraisemblablement éboulée et qui semble débourrer sur 1 m et 1,8 m de diamètre, morceaux de métal dans la partie débourrée avec plaque de métal et piquet métallique
50	GALERIE	EXPLOITATION	RETROUVE	galerie éboulée
54	GALERIE	EXPLOITATION	RETROUVE	galerie bouchée, éboulée, avec chute de toit juste au-dessus, plusieurs désordres plus hauts, et sur la droite de la galerie, haldes importante sur la droite de la galerie
60	GALERIE	INCONNU	RETROUVE	non retrouvée
63	GALERIE	EXPLOITATION	RETROUVE	fermée vraisemblablement remblayée, végétalisée
64	GALERIE	EXPLOITATION	RETROUVE	bouchée vraisemblablement remblayée,
74	GALERIE	EXPLOITATION	RETROUVE	galerie juste à côté du talweg en rive gauche, complétement réintégrée dans le paysage, présence d'un plateau devant la galerie, d'un désordre au niveau du talweg et d'une tranchée aux abords de la rive opposée
77	GALERIE	EXPLOITATION	RETROUVE	galerie éboulée fermée mais débourrage partiel sur le haut de l'entrée
78	GALERIE	EXPLOITATION	RETROUVE	galerie obturée, peu facile d'accès
82	GALERIE	INCONNU	RETROUVE	galerie éboulée,
83	GALERIE	INCONNU	RETROUVE	Galerie remblayée, soufflante, blocs bouchant l'entrée
106	GALERIE	EXPLOITATION	RETROUVE	galerie effondrée sur 15 m
107	GALERIE	EXPLOITATION	RETROUVE	éboulée, difficilement reconnaissable, fait penser à une MCO. Possibilité de reprise de la galerie en MCO ? À vérifier
108	GALERIE	EXPLOITATION	RETROUVE	galerie effondrée
4	GALERIE	EXPLOITATION	RETROUVE	galerie située sur un plateau, non atteinte à cause de la végétation dense, ouverture 1 X 0,6 visible,
7	GALERIE	EXPLOITATION	RETROUVE	galerie en grande partie remblayée
15	GALERIE	EXPLOITATION	RETROUVE	galerie partiellement obturée, haldes devant la galerie. Vraisemblablement tentative de remblayage.
22	GALERIE	EXPLOITATION	RETROUVE	galerie à quelques mètres au-dessus de la halde, en partie remblayée et en partie dans les sapins, 4 à 5 m de profond
24	GALERIE	EXPLOITATION	RETROUVE	en bordure du court d'eau, galerie en partie bouchée, visibilité difficile sur la profondeur, environ 2 m
43	GALERIE	EXPLOITATION	RETROUVE	situé un peu au-dessus d'un chemin, derrière des arbustes, ouvrage ouvert
46	GALERIE	EXPLOITATION	RETROUVE	ouvrage éboulé, présence d'une chute de toit quelques mètres en amont de la galerie
93	GALERIE	INCONNU	RETROUVE	galerie partiellemnt remblayée
115	GALERIE	INCONNU	RETROUVE	située en contrebas du chemin près du croisement, galerie partiellement remblayée avec matériaux fins probablement résidus de traitement,

Num SIG	Type	ROLE	RECHERCHE OUVRAGE	Commentaire
127	GALERIE		NON RECHERCHE	Non accessible
1	GALERIE	EXPLOITATION	NON RETROUVE	
2	GALERIE	EXPLOITATION	NON RETROUVE	
8	GALERIE	EXPLOITATION	NON RETROUVE	
12	GALERIE	EXPLOITATION	NON RETROUVE	
16	GALERIE	EXPLOITATION	NON RETROUVE	
17	GALERIE	EXPLOITATION	NON RETROUVE	
21	GALERIE	EXPLOITATION	NON RETROUVE	
27	GALERIE	EXPLOITATION	NON RETROUVE	
30	GALERIE	EXPLOITATION	NON RETROUVE	
32	GALERIE	EXPLOITATION	NON RETROUVE	
34	GALERIE	EXPLOITATION	NON RETROUVE	
36	GALERIE	EXPLOITATION	NON RETROUVE	
38	GALERIE	EXPLOITATION	NON RETROUVE	
39	GALERIE	EXPLOITATION	NON RETROUVE	
42	GALERIE	EXPLOITATION	NON RETROUVE	
47	GALERIE	EXPLOITATION	NON RETROUVE	
51	GALERIE	EXPLOITATION	NON RETROUVE	
52	GALERIE	EXPLOITATION	NON RETROUVE	
53	GALERIE	EXPLOITATION	NON RETROUVE	
56	GALERIE	INCONNU	NON RETROUVE	
59	GALERIE	INCONNU	NON RETROUVE	
61	GALERIE	INCONNU	NON RETROUVE	
65	GALERIE	EXPLOITATION	NON RETROUVE	
71	GALERIE	EXPLOITATION	NON RETROUVE	
73	GALERIE	INCONNU	NON RETROUVE	
75	GALERIE	EXPLOITATION	NON RETROUVE	
80	GALERIE	INCONNU	NON RETROUVE	
103	GALERIE	Exutoire déporté	NON RETROUVE	
104	GALERIE	INCONNU	NON RETROUVE	
105	GALERIE	INCONNU	NON RETROUVE	
160	GALERIE		NON RETROUVE	
9	PUITS	AERAGE	NON RETROUVE	
10	PUITS	AERAGE	NON RETROUVE	
11	PUITS	AERAGE	NON RETROUVE	
13	PUITS	AERAGE	NON RETROUVE	

Num SIG	Type	ROLE	RECHERCHE OUVRAGE	Commentaire
20	PUITS	AERAGE	NON RETROUVE	
25	PUITS	AERAGE	NON RETROUVE	
29	PUITS	AERAGE	NON RETROUVE	
31	PUITS	AERAGE	NON RETROUVE	
35	PUITS	AERAGE	NON RETROUVE	
37	PUITS	AERAGE	NON RETROUVE	
55	PUITS	AERAGE	NON RETROUVE	
57	PUITS	INCONNU	NON RETROUVE	
58	PUITS	AERAGE	NON RETROUVE	
62	PUITS	INCONNU	NON RETROUVE	
66	PUITS	AERAGE	NON RETROUVE	
67	PUITS	AERAGE	NON RETROUVE	
68	PUITS	AERAGE	NON RETROUVE	
69	PUITS	AERAGE	NON RETROUVE	
70	PUITS	AERAGE	NON RETROUVE	
72	PUITS	AERAGE	NON RETROUVE	
76	PUITS	INCONNU	NON RETROUVE	
81	PUITS	AERAGE	NON RETROUVE	cheminée d'aérage, non retrouvée, réintégrée dans le paysage
84	PUITS	INCONNU	NON RETROUVE	
86	PUITS	AERAGE	NON RETROUVE	
87	PUITS	AERAGE	NON RETROUVE	
88	PUITS	INCONNU	NON RETROUVE	
89	PUITS	AERAGE	NON RETROUVE	
90	PUITS	AERAGE	NON RETROUVE	
91	PUITS	INCONNU	NON RETROUVE	
92	PUITS	INCONNU	NON RETROUVE	
94	PUITS	AERAGE	NON RETROUVE	
95	PUITS	AERAGE	NON RETROUVE	
96	PUITS	AERAGE	NON RETROUVE	
97	PUITS	AERAGE	NON RETROUVE	
98	PUITS	AERAGE	NON RETROUVE	
99	PUITS	AERAGE	NON RETROUVE	
100	PUITS	AERAGE	NON RETROUVE	
101	PUITS	INCONNU	NON RETROUVE	
102	PUITS	EXPLOITATION	RETROUVE	
152	PUITS	INCONNU	NON RETROUVE	Lu sur plan minier

Num SIG	Type	ROLE	RECHERCHE OUVRAGE	Commentaire
14	PUITS	AERAGE	RETROUVE	en haut de la halde, cheminée 2 x 1,5 m, débourrée sur 80 cm, aucune visibilité sur ce qu'il y a en dessous
19	PUITS	AERAGE	RETROUVE	dans un roncier
26	PUITS	AERAGE	RETROUVE	fermé, réintégré dans le paysage, présence d'un petit trou d'environ 30 cm de profondeur
44	PUITS	INCONNU	RETROUVE	dans un roncier, au bord du lac, inaccessible à cause de la végétation épineuse. L'emplacement de la cheminée est certain car il s'agit du seul endroit où il y a autant de ronces et autres épineux très dense. Cheminée probablement ennoyée, à vérifier.
85	PUITS	AERAGE	RETROUVE	cheminée d'aérage, réintégrée dans le paysage, présence d'un désordre à quelques mètres en aval de la cheminée
3	PUITS	AERAGE	RETROUVE	cheminée débourrée située dans un roncier à côté de la halde, 2 m de profond
18	PUITS	AERAGE	RETROUVE	cheminée rectangulaire ouverte
23	PUITS	AERAGE	RETROUVE	cheminée rectangulaire ouverte, au-dessus des galeries 26 et 27,
40	PUITS	AERAGE	RETROUVE	cheminée ouverte, présence d'un désordre en amont et un autre en aval de la cheminée
41	PUITS	EXPLOITATION	RETROUVE	Puits principal, débourré sur 3 m,
49	PUITS	AERAGE	RETROUVE	cheminée ouverte
79	PUITS	EXPLOITATION	RETROUVE	cheminée ouverte, trois barres métalliques dedans, encaissant altéré et friable,
113	PUITS	AERAGE	RETROUVE	cheminée inconnue ouverte, débouchant sur une galerie
114	PUITS	INCONNU	RETROUVE	cheminée ouverte, non référencée
116	PUITS	INCONNU	RETROUVE	puits avec cône d'un possible tumulus, ouvert
117	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
118	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
119	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
120	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
121	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
122	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
123	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
124	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
125	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
126	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
128	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
129	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
130	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
131	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
132	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
133	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
134	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
135	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
136	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
137	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
138	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
139	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
140	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
141	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
142	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
143	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
144	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
145	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
146	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
147	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
148	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
149	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
150	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
151	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
153	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
154	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
155	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert

Num SIG	Type	ROLE	RECHERCHE OUVRAGE	Commentaire
156	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
157	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
158	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
159	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert
161	Tranchée	EXPLOITATION	RETROUVE	Tranchée ou exploitation à ciel ouvert

Tableau 18 : Concession de Fontsante - Liste des ouvrages débouchant au jour

4.1.11 Les dépôts résiduels de surface

Ils n'ont pas été inventoriés dans le cadre de cette étude. Ils sont nombreux et pas représentés sur les plans miniers ce qui ne nous permet pas de les reporter directement. Seuls les bassins de décantation reportés sur plan miniers ont été intégrés. On peut tracer une zone de dépôt autour des installations par analyse topographique, pour couvrir l'essentiel de la surface remblayée.

4.1.12 Les désordres

Ils sont très nombreux sur le site de Fontsante. 35 effondrements localisés ont été inventoriés lors de notre inventaire des ouvrages débouchant au jour. La grande majorité d'entre eux sont des orifices miniers (puits, galeries, tête de dépilages) qui avaient été antérieurement remblayés lors de leur mise en sécurité. La colonne de remblai s'est tassée ou a débourré sur une hauteur de quelques mètres à plus d'une dizaine de mètres. La morphologie des bordures des orifices témoigne le plus souvent d'effondrements très récents probablement en relation avec les épisodes de pluies torrentiels des automnes de ces dernières années.

Également, le puits principal (56) a débourré sur quelques mètres (D36) laissant entrevoir les travaux souterrains qui pourraient être des galeries techniques.

Num SIG	Nom désordre	Identification terrain	État	Observation	X_lamb_93	Y_lamb_93
D28	Effondrement localisé	oui	Ouvert	cheminée débourrée située dans un roncier à côté de la halde, 2 m de profondeur	1010199	6280227
D29	Effondrement localisé	oui	Ouvert	galerie remblayée mais avec ouverture de 1 X 0,5 m donnant accès à des travaux sur 5 m de profondeur (mais dont on ne voit pas plus loin)	1010194	6279994
D30	Effondrement localisé	oui	Ouvert	galerie avec ouverture de 1,2 X 0,8 m et visibilité sur 6 m, haldes devant la galerie. Vraisemblablement tentative de remblayage.	1010552	6280102
D31	Effondrement localisé	oui	Ouvert	cheminée rectangulaire, 20 m de fond	1010264	6279923
D32	Effondrement localisé	oui	Ouvert	galerie à quelques mètres au-dessus de la halde, en partie remblayée et en partie dans les sapins, 4 à 5 m de profondeur	1010365	6280007
D33	Effondrement localisé	oui	Ouvert	cheminée rectangulaire 1 X 0,5 m 20 m de profondeur, au-dessus des galeries 26 et 27, cachée par de la végétation	1010387	6279979
D34	Effondrement localisé	oui	Ouvert	en bordure du court d'eau, galerie en partie bouchée, avec petite ouverture de 50 X 30 cm, visibilité difficile sur la profondeur, environ 2 m,	1010221	6279837
D36	Effondrement localisé	oui	Ouvert	Débourrage de la tête de puits	1010164	6279413
D37	Effondrement localisé	oui	Ouvert	situé un peu au-dessus d'un chemin, derrière des arbustes, ouvrage ouvert,	1010212	6279339
D38	Effondrement localisé	oui	Ouvert	en partie bouchée, ouverture de 0,7 m X 0,6 m,	1010194	6279285
D40	Effondrement localisé	oui	Ouvert	cheminée ouverte	1010332	6279276
D41	Effondrement localisé	oui	Ouvert	Puits principal, débourré sur 3 m	1010473	6279123

Num SIG	Nom désordre	Identification terrain	État	Observation	X_lamb_93	Y_lamb_93
D42	Effondrement localisé	oui	Ouvert	galerie remblayée mais présentant une ouverture carré de 50 cm de côté, pas facile d'accès	1010780	6278850
D43	Effondrement localisé	oui	Ouvert	cheminée inconnue, 8 m de profondeur, débouchant sur une galerie	1010249	6279816
D44	Effondrement localisé	oui	Ouvert	cheminée ouverte de 1,5 m diamètre par 10 m de profondeur non référencée	1010292	6279926
D45	Effondrement localisé	oui	Ouvert	située en contrebas du chemin près du croisement, galerie partiellement remblayée avec matériaux fins probablement résidus de traitement,	1010467	6279307
D46	Effondrement localisé	oui	Ouvert	puits avec cône d'un possible tumulus, puits avec ce qui semble être un tumulus (éventuelle mise en sécurité) débourré	1010286	6280707
D25	Effondrement localisé	oui	Ouvert	chute de toit située en contrebas d'un vieux chemin dans l'alignement de la galerie en aval et la cheminée d'aérage en amont, cône de 6 m x 5 m,	1010429	6278883
D35	Effondrement localisé	oui	Ouvert	ensemble de deux fontis de même petite taille, pas d'ODJ autour.	1010604	6279608
D39	Effondrement localisé	oui	Ouvert	fontis en aval de l'ensemble B, caché dans la végétation,	1010599	6279608
D40bis	Effondrement localisé	oui	Ouvert	fontis en aval d'une cheminée	1010443	6279541
D41bis	Effondrement localisé	oui	Ouvert	fontis en amont d'une cheminée, roche altérée friable	1010453	6279545
D42bis	Effondrement localisé	oui	Ouvert	chute de toit juste au-dessus d'une entrée de galerie	1010330	6279305
D42ter	Effondrement localisé	oui	Ouvert	effondrement d'un dépilage sous deux tuyaux de 50 cm de diamètre, 4 m de diamètre par 12 m de profondeur, situé dans un talweg	1010237	6279119
D44bis	Effondrement localisé	oui	Ouvert	effondrement d'un dépilage,	1010265	6279132
D45bis	Effondrement localisé	oui	Ouvert	chute de toit, situé dans l'allongement d'une galerie, apparemment tentative de remblaiement mais semble débourrer, au fond du trou	1010644	6279291
D46bis	Effondrement localisé	oui	Ouvert	chute de toit dans l'allongement d'une galerie, au-dessus d'une autre chute de toit,	1010652	6279290
D47	Effondrement localisé	oui	Ouvert	chute de toit, au-dessus d'autres chutes de toit, dans l'alignement de la galerie, descente du désordre pas verticale mais pentée.	1010657	6279289
D48	Effondrement localisé	oui	Ouvert	chute de toit dans l'alignement de la galerie et en amont d'autres chutes de toit, semblant faire plus de 15m de profondeur	1010666	6279290
D49	Effondrement localisé	oui	Ouvert	chute de toit localisé juste au-dessus de la galerie,	1010660	6279280
D50	Effondrement localisé	oui	Ouvert	effondrement	1010774	6279290
D51	Effondrement localisé	oui	Ouvert	chute de toit juste au-dessus de la galerie	1010925	6279178
D52	Effondrement localisé	oui	Ouvert	effondrement probablement du toit de la galerie, aligné dans l'axe de l'entrée de la galerie et de la chute de toit en aval	1010937	6279202
D53	Effondrement localisé	oui	Ouvert	dépilage au jour, attaque par la galerie, puis remontée depuis le toit de la galerie vers la surface, toute la longueur de la galerie est dépilée,	1010255	6280748
D54	Effondrement localisé	oui	Ouvert	attaque du filon	1010923	6278732

Tableau 19 : Concession de Fontsante - Liste des désordres

4.2 Le PEX de Garrot

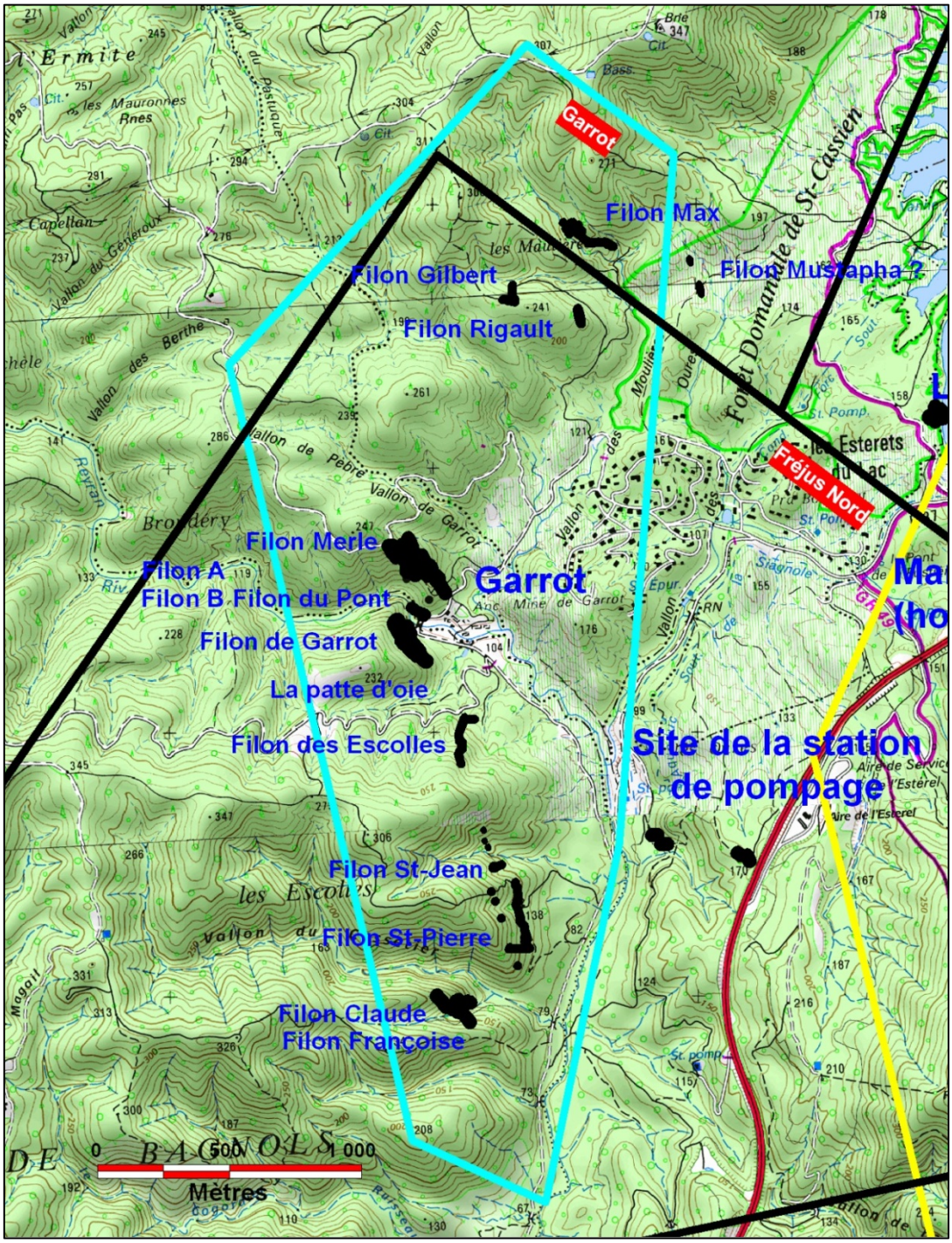


Figure 49 : Situation géographique du PEX

L'ensemble filonien de Garrot s'étend à environ 4 km au nord-ouest du hameau du Planestel, de part et d'autre du Reyran, entre 3 et 6 km au nord du barrage de Malpasset. Le champ filonien mesure environ 3 km du nord au sud et 1 km d'est en ouest.

L’accès au site se fait avec autorisation en passant par des pistes normalement fermées à la circulation automobile. On accède soit par Bagnols en forêt, soit par le lotissement des Esterets du lac.

La zone est montagneuse couverte de maquis difficilement pénétrable.

4.2.1 Situation administrative

Substance exploitée : Fluorine.
Situation administrative du PEX : Périmé.

4.2.2 Historique du PEX

Le début de l’exploitation a été réalisé sous le régime des carrières, par autorisation municipale datant du 5/10/1906.

Les archives mentionnent des « carrières » de fluorine actives en 1925 et 1927. Mais également une forte activité de 1927 à 1930. Le directeur en 1928 est P.J. Herbinger.

Après une interruption de 1931 à 1936 en raison de problèmes d’exhaure et de maîtrise du foncier, l’activité reprend de 1937 à 1943.

En 1936, Pierre-Jean Herbinger fonde la Société des Mines de Garrot.

En 1943, Herbinger, résistant, est recherché, capturé par la Gestapo puis réussit à s'enfuir. Il reprend la mine fin 1946.

L’extraction reprend début 1952 mais est suspendue à la mise en eau du barrage de Malpasset. Après la catastrophe du barrage (décembre 1959) et bien que les bâtiments miniers aient été détruits, la Société obtient le 23 février 1963 (J.O. du 4 mars 1963) un permis d’exploitation et continue l’extraction dans les filons autres que celui de Garrot.

Le PEX de Garrot est renouvelé le 11 octobre 1968 pour 5 ans jusqu'au 4 mars 1973.

Il est muté le 12 octobre 1967 à la Société anonyme de Participations de Portefeuille et de Recherche (Paporec) qui exploite aussi le filon de fluorine de Saint-Jean de l'Esterel (au Col des Trois Termes, site abordé plus loin dans le rapport). Les réserves à Garrot, tous filons confondus, sont alors estimées à 100 000 t. Malheureusement, au même moment, cette compagnie est frappée par les malversations et la fuite rocambolesque de son unique actionnaire, le banquier Pierre Travers. Le liquidateur judiciaire essaie de maintenir la production mais après une location-gérance à la Sté Repfluor (1968-69), le permis doit être amodié en 1970 au profit de la Compagnie Financière et Minière (Cofimine, anciennement connue sous la raison sociale Sté Minière du Spath-fluor - Sofluor) qui abandonnera les travaux en 1975.

Le titre minier a expiré en 1975.

En 2003, un programme de reconnaissance des sites miniers et des installations d’anciennes exploitations de fluorine de la vallée du Reyran a été réalisé.

Les ouvrages miniers sont mis en sécurité en 2006 sous le contrôle de Mica environnement.

4.2.3 Cadre géologique

Tous les filons sont encaissés dans le socle cristallophyllien du Tanneron, constitué par la formation des gneiss de Bagnols, à proximité immédiate du bassin houiller du Reyran. Ils ne pénètrent jamais dans les terrains carbonifères.

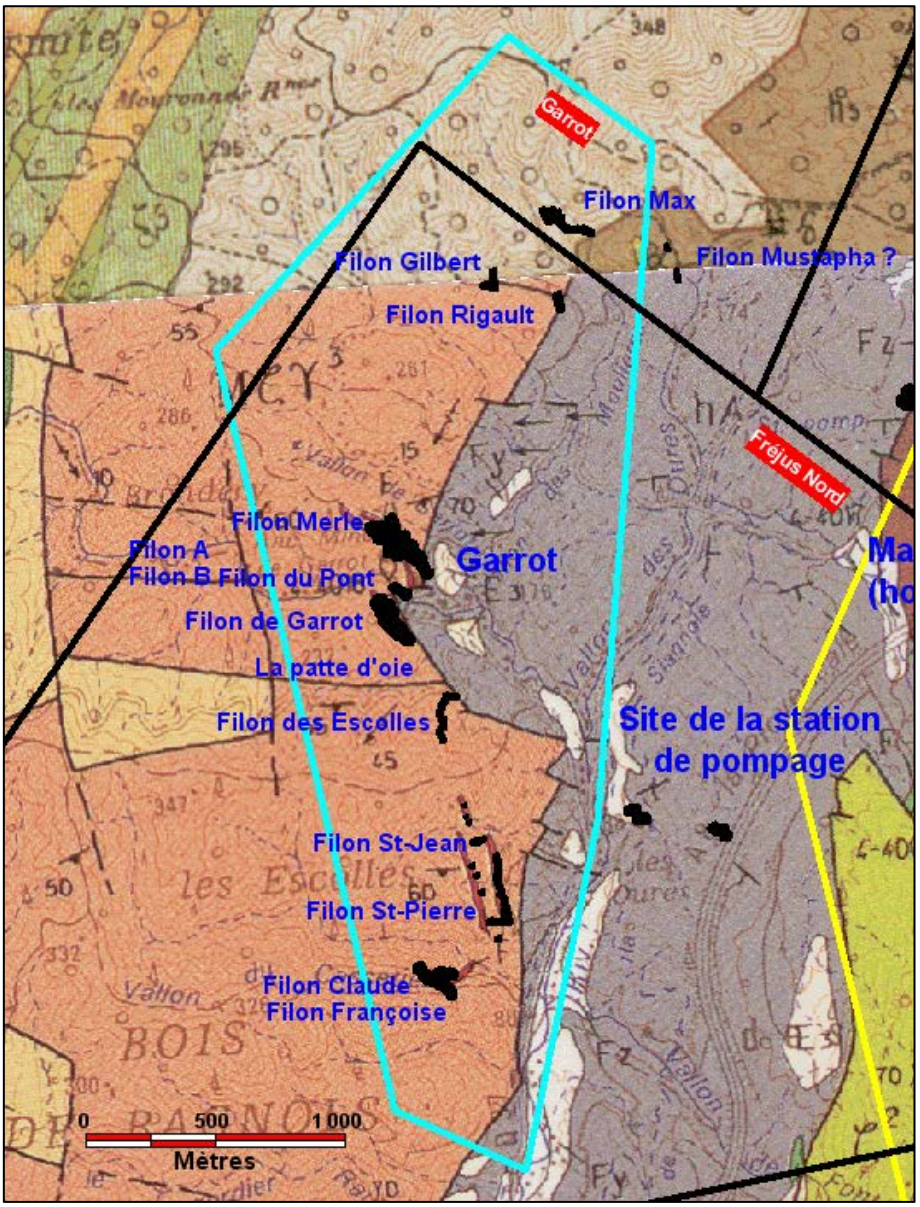


Figure 50 : Situation géologique du PEX

4.2.4 Les travaux miniers

Les filons de Garrot sont au nombre de onze. Ils se répartissent du nord au sud en trois faisceaux :

- le faisceau nord : filon Max - filon Gilbert - filon Mustapha ;
- le faisceau central : filon Merle - filon Rigault - filon du Pont - filon de Garrot ;
- le faisceau sud : filon Escolles - filon Pierre - filon Jean - filon Claude.

La longueur totale des galeries est de l'ordre de 1 400 m.

Le filon de « la Madeleine » (ou la Magdelaine) est situé en dehors de la concession de Garrot, dans la partie sud. Trois recherches y ont été effectuées. Ils seront traités au § 4.11 sous la dénomination de site minier.

On distingue deux types de filons :

- les filons sensiblement nord-sud, parallèles au contact général entre le socle et Stéphanien : filons Pierre, Jean, Escolles, Garrot, Mustapha ;
- les filons sensiblement nord-ouest sud-est, en liaison avec les zones mylonitiques ou les failles transverses : filons Max, Gilbert, Merle, Rigault, du Pont, Claude.

4.2.4.1 Le filon Max (fluorine - quartz - barytine)

Les affleurements s'allongent à l'intérieur de la zone mylonitique sur un peu plus de 300 m. Ils se répartissent en une succession de lentilles disposées suivant la même orientation moyenne, dans une zone mesurant entre 10 et 30 m de largeur. Les travaux miniers ont mis en évidence :

- au niveau supérieur, une première lentille surtout barytique dont la reconnaissance n'a pas été suivie ;
- au niveau inférieur, une deuxième lentille mesurant environ 40 m d'allongement, 50 m de hauteur reconnue et 1,20 m de puissance moyenne. Cette concentration représentait un tonnage intéressant.

L'exploitation du filon Max se fait à partir d'une galerie (n° 2) de 150 m tracée suivant la direction du filon, NW-SE. Il est dépilé au-dessus de cette galerie de base, sur une relevée d'une quarantaine de mètres (Figure 51).

Le filon Max a été entièrement dépilé. Le tonnage extrait était de l'ordre de 16 000 tonnes de fluorine avec des traces de barytine.

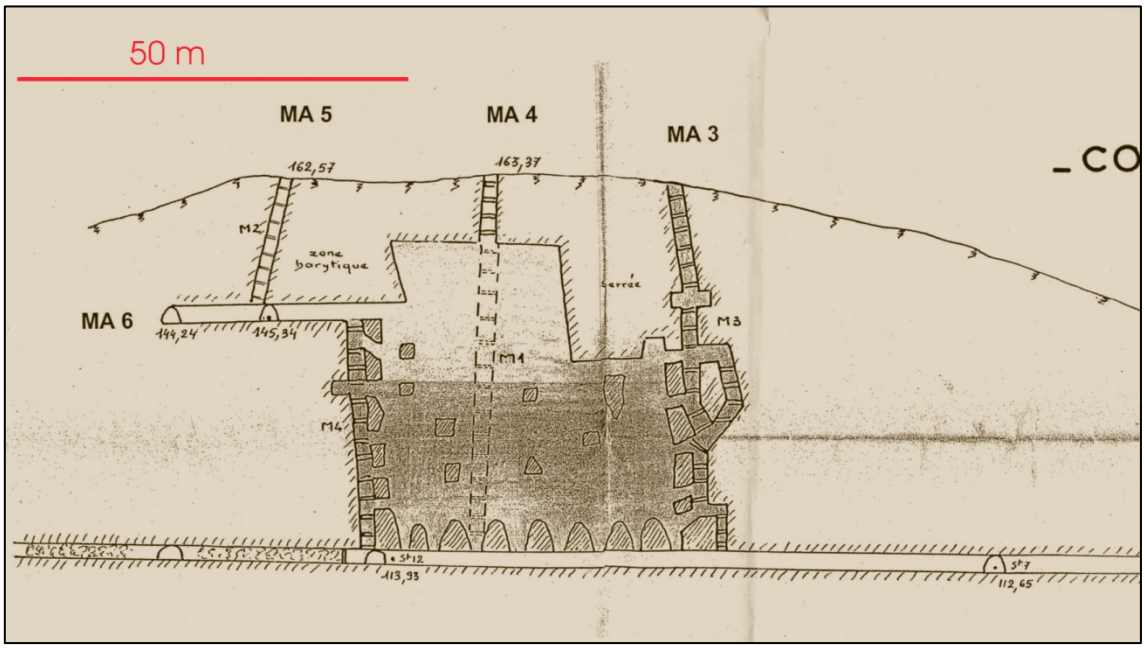


Figure 51 : Site de Garrot - Coupe du filon Max

4.2.4.2 Le filon Gilbert (fluorine - quartz)

Il possède des caractères très voisins. En affleurements, on note sur 250 m, une série de passées minéralisées situées à l'intérieur d'une zone mylonitique dépassant 20 m de largeur moyenne. Une reconnaissance par travaux miniers a montré une caisse filonienne puissante remplie irrégulièrement de fluorine et quartz.

Les travaux miniers souterrains étaient accessibles par un travers-banc (n° 272) qui recoupe le filon de direction NW-SE ; le filon a été suivi par une galerie N 110° sur une longueur de 15 m ; il a une puissance moyenne de 2 m, sur une dénivelée de 20 m environ et sa puissance est de 0,6 à 1,5 m.

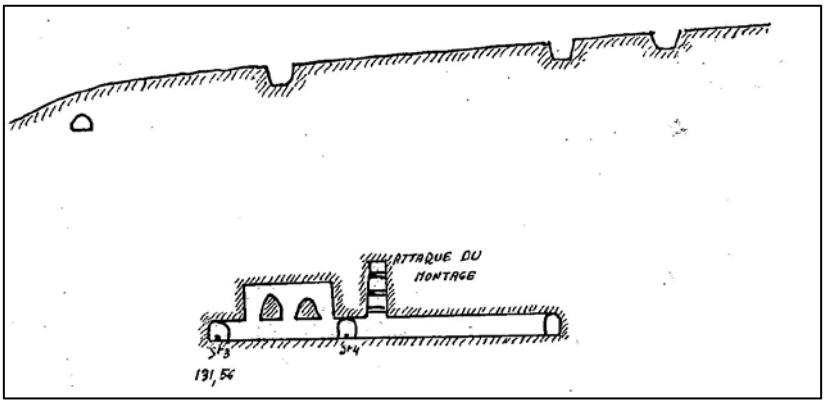


Figure 52 : Site de Garrot - Coupe du filon Gilbert

Le tonnage reconnu était de l'ordre de 19 000 tonnes.

4.2.4.3 Le filon Mustapha (fluorine)

Du type « poche » il se coince rapidement à ses extrémités et vers le bas. Néanmoins, sa puissance moyenne supérieure à 1,50 m avait, d'après les écrits, permis d'en retirer un tonnage intéressant.
Ce filon est situé vers la crête du Friaoud sur une carte au 1/20 000. Il a été recherché par les équipes de Mica environnement en 2006 et n'a pas été retrouvé. Nous n'avons pu le localiser. Il est vraisemblable qu'il n'a pas été correctement localisé sur le plan.

4.2.4.4 Le filon Rigault (fluorine - quartz)

Il possède une extension de 200 m et a été activement exploité dans les élargissements, à deux niveaux différents. Vers le nord-ouest, il change de direction et devient nord-sud, mais sa puissance est alors très faible (20 à 40 cm).

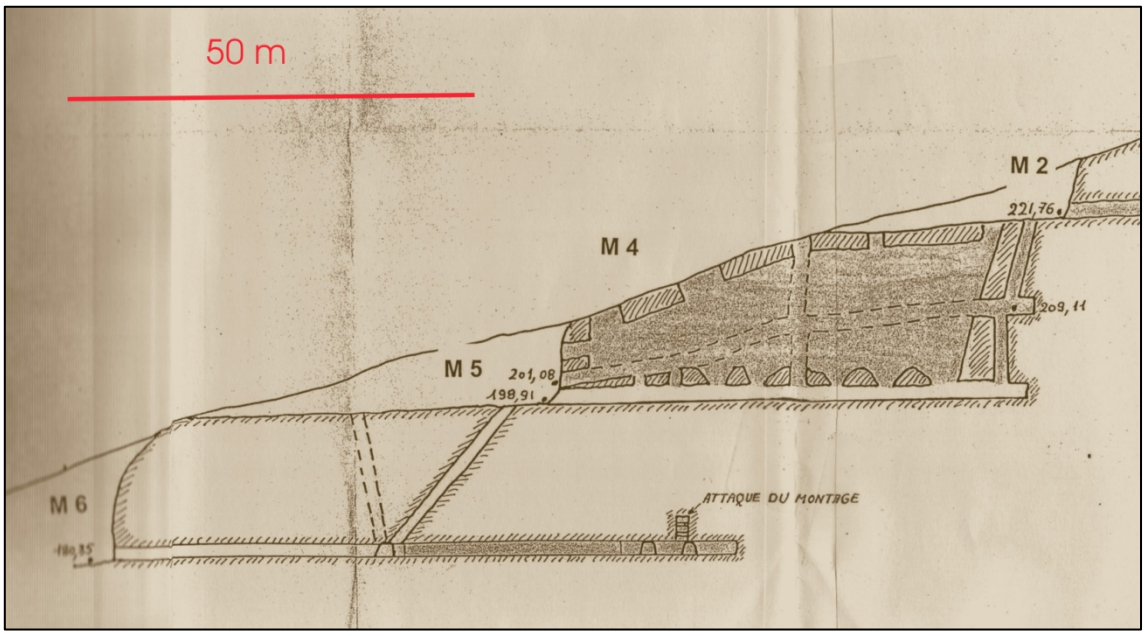


Figure 53 : Site de Garrot - Coupe du filon Rigault

4.2.4.5 Le filon Merle (fluorine - quartz)

Le filon Merle domine le filon du Pont, en rive gauche du Reyran ; il est orienté NW-SE, sa puissance varie entre 0,8 et 1 m, avec un pendage 80° ouest.

Son extension est peu importante et sa puissance est irrégulière et moyenne. Il n'a pas donné lieu à des travaux de recherches poussées. Une exploitation partielle a cependant été réalisée dans les sections puissantes car, suivant l'horizontale et la verticale, alternent une série d'élargissements et de rétrécissements successifs.

Entre 1925 et 1932, puis entre 1953 et 1956, la Sté des mines de Garrot a extrait 9 000 t de spath fluor, d'une part par tranchées au-dessus des niveaux 213 et 220, d'autre part par dépilage entre l'allongement du niveau 221 et le jour.

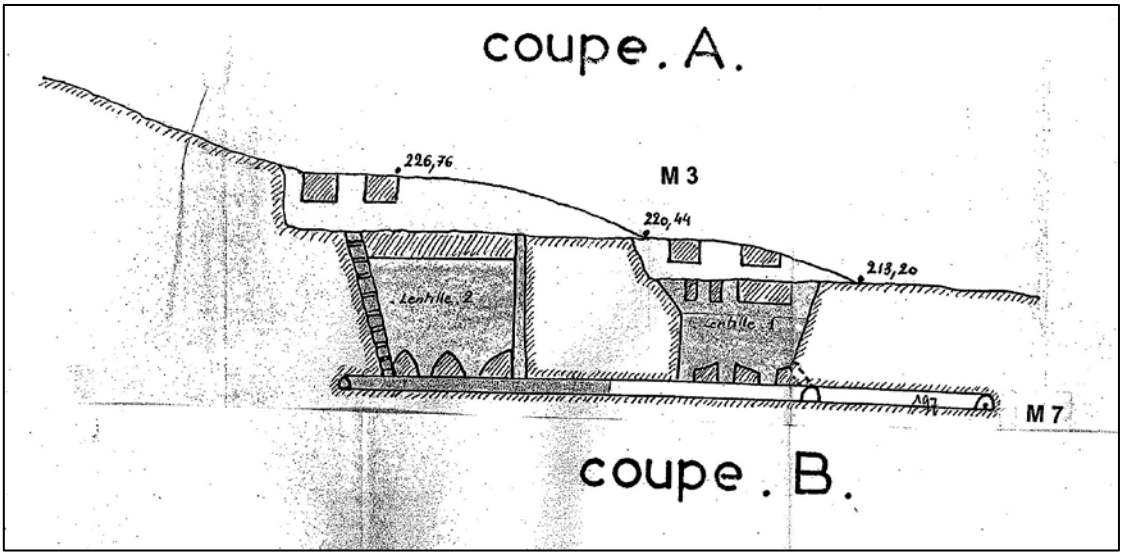


Figure 54 : Site de Garrot - Coupe du filon Merle

4.2.4.6 Le filon du Pont (fluorine - quartz)

Sensiblement parallèle aux précédents, il apparaît plutôt comme une poche de petites dimensions.

Les travaux miniers sont peu étendus, les orifices et têtes de dépilage ont été sécurisés en 2006.

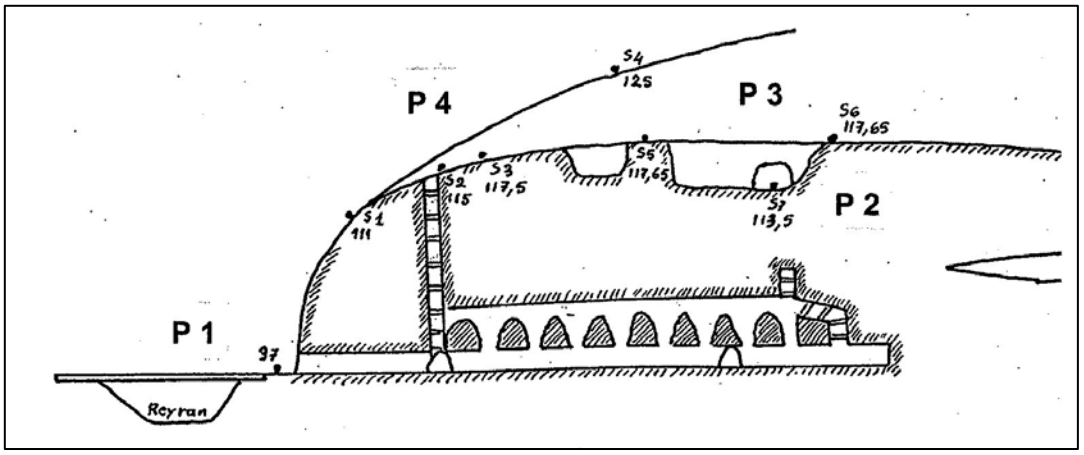


Figure 55 : Site de Garrot - Coupe du filon du Pont

4.2.4.7 Le filon de Garrot (fluorine)

C'était l'un des premiers filons exploités, car il renfermait un tonnage très important. Il s'agit d'une grosse lentille formée de branches minéralisées séparées par un intercalaire stérile mesurant généralement entre 1 et 2 m ; la puissance maximum atteint 7 m, avec un pendage variant entre 50° et 70° Ouest.

Les travaux ont été noyés fin 1949 jusqu'à la tête du puits à la cote 102 m NGF.

En 1953, en raison du projet de mise en eau du barrage de Malpasset, la Société juge préférable de concentrer ses efforts sur les minéralisations au-dessus de la cote maximale de la retenue du barrage, soit la cote 102 m NGF.

Le filon de Garrot constitue le centre du gisement. C'est au niveau du carreau de Garrot que se situaient les bâtiments de l'exploitation dont plus aucun ne subsiste à l'heure actuelle (ils ont été vraisemblablement rasés en prévision de la mise en eau du barrage de Malpasset).

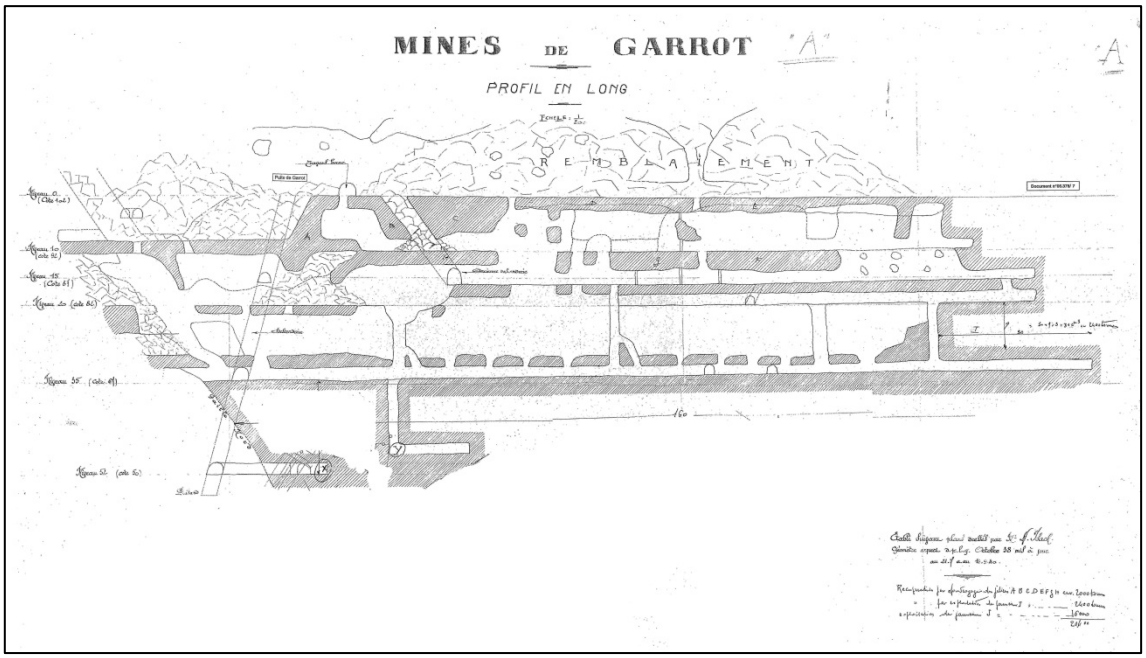


Figure 56 : Site de Garrot - Filon de Garrot - Coupe des travaux de 1940

Le filon de Garrot a une direction N 140°, un pendage de 50 à 70° vers l'est. Sa longueur est d'environ 180 m et une puissance de 2 à 5 m, pouvant s'élargir exceptionnellement jusqu'à 15 m.

Ce filon a été exploité à plusieurs époques. L'exploitation a débuté en carrière vers 1925 ; 110 000 tonnes auraient été extraites de 1925 à 1940 et 4 500 tonnes de 1947 à 1956.

À l'amont de la cote 102 m, le filon a été exploité en grande partie à ciel ouvert.

Les travaux miniers souterrains ont concerné l'aval de la cote 102. Un puits d'exploitation, incliné à 78-80° et équipé d'un skip et d'un compartiment à échelles desservait les travaux aux cotes 92, 87, 82, 67, 52 m NGF.

La tranche cote 67 m – cote 102 m a en grande partie été dépilée.

4.2.4.8 Le filon des Escolles (fluorine - quartz)

Il est possible que ce filon lenticulaire, presque entièrement exploité, représente le prolongement nord du filon Pierre, au-delà de la faille transverse.

Ces travaux comprennent quatre niveaux :

- le niveau 0, cote 130 m NGF ; ce niveau comprend une galerie de 200 m de long dont 50 m en travers-banc. Cette galerie a reconnu une minéralisation qui a été dépilée entre ce niveau et le niveau 1 ;
- le niveau 1, cote 143 m NGF, a été exploité en 1939. Le minerai présent à ce niveau a été dépilé jusqu'au niveau 2bis ;
- le niveau 2, cote 160 m NGF : galerie de 60 m. Le niveau 2bis, cote 170 m : il a été exécuté en 1953 et comprend une galerie de 70 m ;
- le niveau 3, cote 180 m NGF, à la réputation de s'être totalement effondré pendant la période 1940 -1944 ;
- le niveau 4, cote 190 m NGF, a été commencé en 1953.

4.2.4.9 Le filon Saint-Pierre (fluorine)

Il se caractérise par une grande extension longitudinale (500 m), Il se présente comme un filon de quartz contenant localement des concentrations de fluorine sous forme d'amas irréguliers ou de placages. Il a pu être très partiellement exploité dans quelques amas suffisamment puissants. Vers le nord, il est presque totalement quartzeux. À mi- pente, la fracture est remplie sur une dizaine de mètres par du quartz et du granite fin très comparable au granite fin à tourmaline, mais plus pauvre en ce minéral. Au-delà de ce point, il est exclusivement quartzeux. Le filon Saint-Pierre apparaît comme très complexe et la fracture qui le contient a certainement joué pendant un temps suffisamment long pour que le granite fin, la fluorine et le quartz puissent la remplir successivement.

La galerie Saint-Pierre (235), de direction N 270°, a une longueur de 80 m.

50 000 t de fluorine en auraient été extraites.

4.2.4.10 Le filon Saint-Jean (fluorine)

Parallèle au précédent, 100 m plus à l'est, il lui est comparable, mais est nettement plus riche en fluorine ; pour cette raison, il a fait l'objet d'une exploitation assez intense. La galerie de direction N 350° a une longueur de 250 m. Trois montages de 20 à 25 m ont été réalisées dans ce filon, mais ne semblent pas avoir débouché au jour.

6 200 t de fluorine auraient été extraites.

4.2.4.11 Le filon Saint-Claude et Françoise (quartz)

Le filon Saint-Claude est orienté N240°, il est parallèle aux grandes zones mylonitiques mais n'est lui-même pas inclus dans une zone mylonitique individualisée sur toute sa longueur. Son pendage moyen est faible (45°) et sa puissance moyenne paraît approcher le mètre. Vers l'est, il pourrait se prolonger par un indice de direction différente pratiquement est-ouest et de pendage très faible (30°). Mais la continuité entre les deux formations n'est pas prouvée. Le filon Saint-Claude a été exploité sur quatre niveaux, de la cote 135 m NGF à la cote 200 m NGF.

Ces filons ont été exploités entre 1947 et 1958.

Le filon Françoise ne comprend qu’une seule galerie de recherche.

Le plan minier mentionne sur les deux filons, cinq entrées de galerie, une cheminée et deux zones vraisemblablement dépilées.

1 300 t de minerai auraient été extraites.

4.2.4.12 Le filon la Madeleine (fluorine - quartz)

À mi-distance entre le filon Saint-Claude et le barrage de Malpasset, existe au lieu-dit « la Madeleine » une ancienne exploitation de fluorine dont les travaux, recouverts par la retenue du barrage, sont complètement éboulés et inaccessibles. Le filon est encaissé dans des gneiss embréchitiques renfermant de nombreuses lentilles pegmatitiques, à proximité immédiate du Houiller. À 200 m au sud du filon, le filon possède une extension d'une centaine de mètres et sa direction moyenne est de nord 85° ouest. Nous n'avons aucune donnée sur sa puissance et son pendage. Il renferme fluorine et quartz aux épontes. Sur le carreau de la mine, demeure une vingtaine de tonnes de fluorine paraissant de belle qualité.

4.2.5 Production

Entre les deux guerres, le gisement de Garrot a fourni environ 100 000 t de spath métallurgique en grande partie exporté vers les États-Unis.

Entre 1941 à 1944, l'extraction s'est limitée à quelques centaines de tonnes avant de s'interrompre.

En 1947, l'exploitation reprit pour cesser quelques années plus tard en raison de l'expropriation due à la construction du barrage de Malpasset. Après la catastrophe, une activité réduite sera maintenue jusqu'en 1972.

Notons qu'au voisinage du champ filonien de Garrot, de nombreux indices de fluorine sont connus dont l'importance économique semble négligeable.

De 1947 à 1958, 12 000 tonnes de fluorine ont été extraites de tranchées dans les filons des Escolles, de Saint-Jean et de Saint-Claude.

4.2.6 Les plans miniers

4.2.6.1 Le filon Saint-Claude et Françoise

Un plan schématique à 1/500 (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) représente les travaux sur ce filon. Il a été géoréférencé à partir des coordonnées de galeries fournies par Mica Environnement puisque les ouvrages ne sont en partie plus visibles sur le terrain, le cheminement dans le ruisseau au nord du plan a aidé au calage. À cette échelle, les incohérences sont de l'ordre de 11 m, ce qui est important. Il semble qu'une entrée de galerie (477) n'avait pas été retrouvée sur le terrain. Le plan est peu précis. Nous lui accordons une incertitude générale de 20 m.

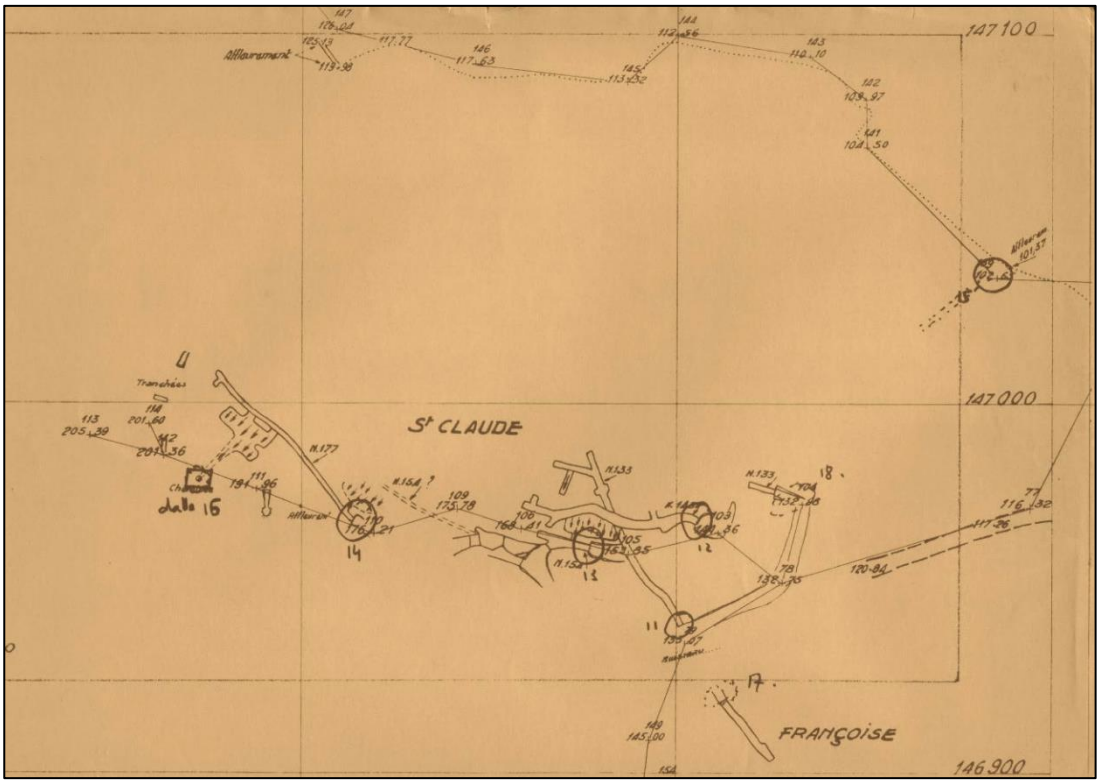


Figure 57 : Site de Garrot - Plan du filon Saint-Claude et Françoise

4.2.6.2 Les filons Saint-Jean et Saint-Pierre

Un plan au 1/1 000 non daté (Figure 58) mentionne les deux galeries Saint-Jean et Saint-Pierre débutant du même point, et une galerie débutant 300 m au nord des deux précédentes. Un autre plan à 1/500 (Figure 60) précise la totalité des travaux de ce secteur. Il a été utilisé pour le report des travaux de ces filons. Le calage a été réalisé à partir des entrées de galerie 235 et 236 et du puits 265. L'incertitude de géoréférencement est faible, de l'ordre de 2 m et le carroyage du plan non déformé. Nous appliquerons, par précaution, puisque les coordonnées des points n'ont pu être vérifiées sur le terrain, une incertitude de 10 m aux travaux de ce secteur.

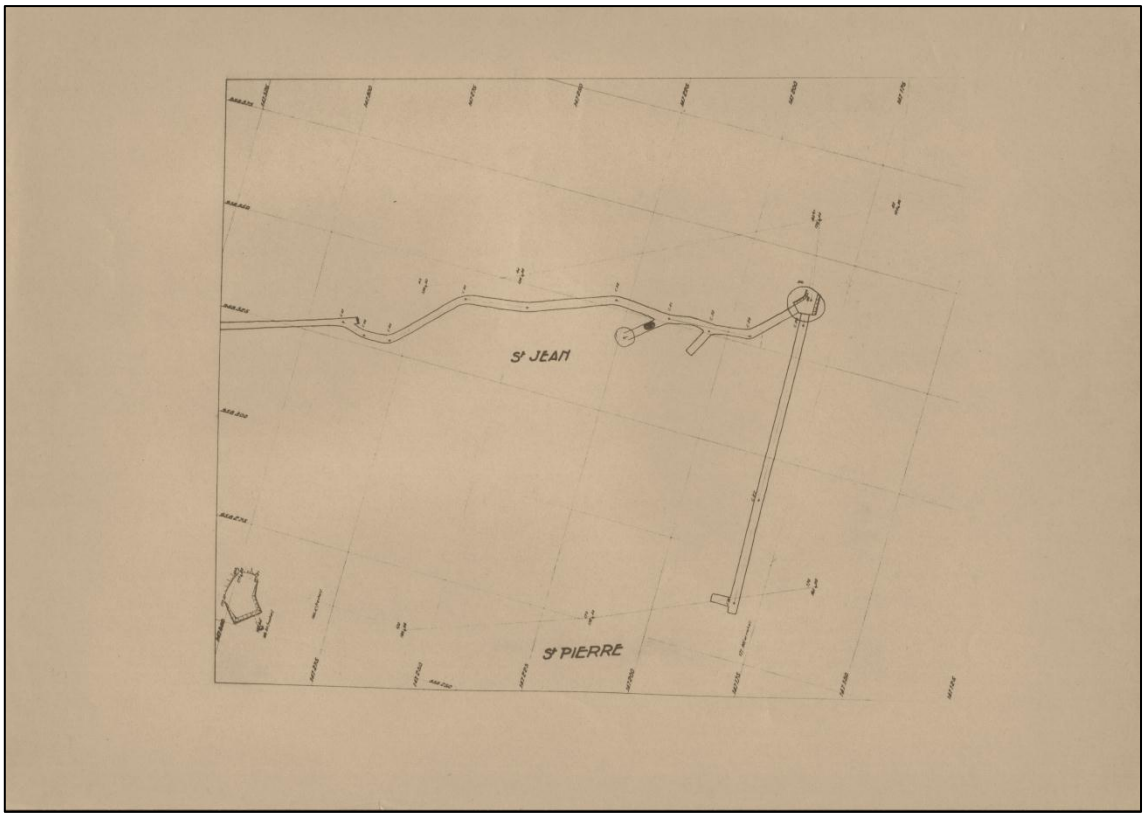


Figure 58 : Site de Garrot - Plan des filons Saint-Jean et Saint-Pierre au 1/1 000

Un autre plan présentant la totalité du filon Saint-Claude (Figure 59) a été géoréférencé avec les coordonnées des ouvrages relevés par Mica environnement (qui ne sont plus visibles aujourd'hui). La cohérence générale du plan est bonne. L'incertitude de géoréférencement du plan estimée à 10 m.

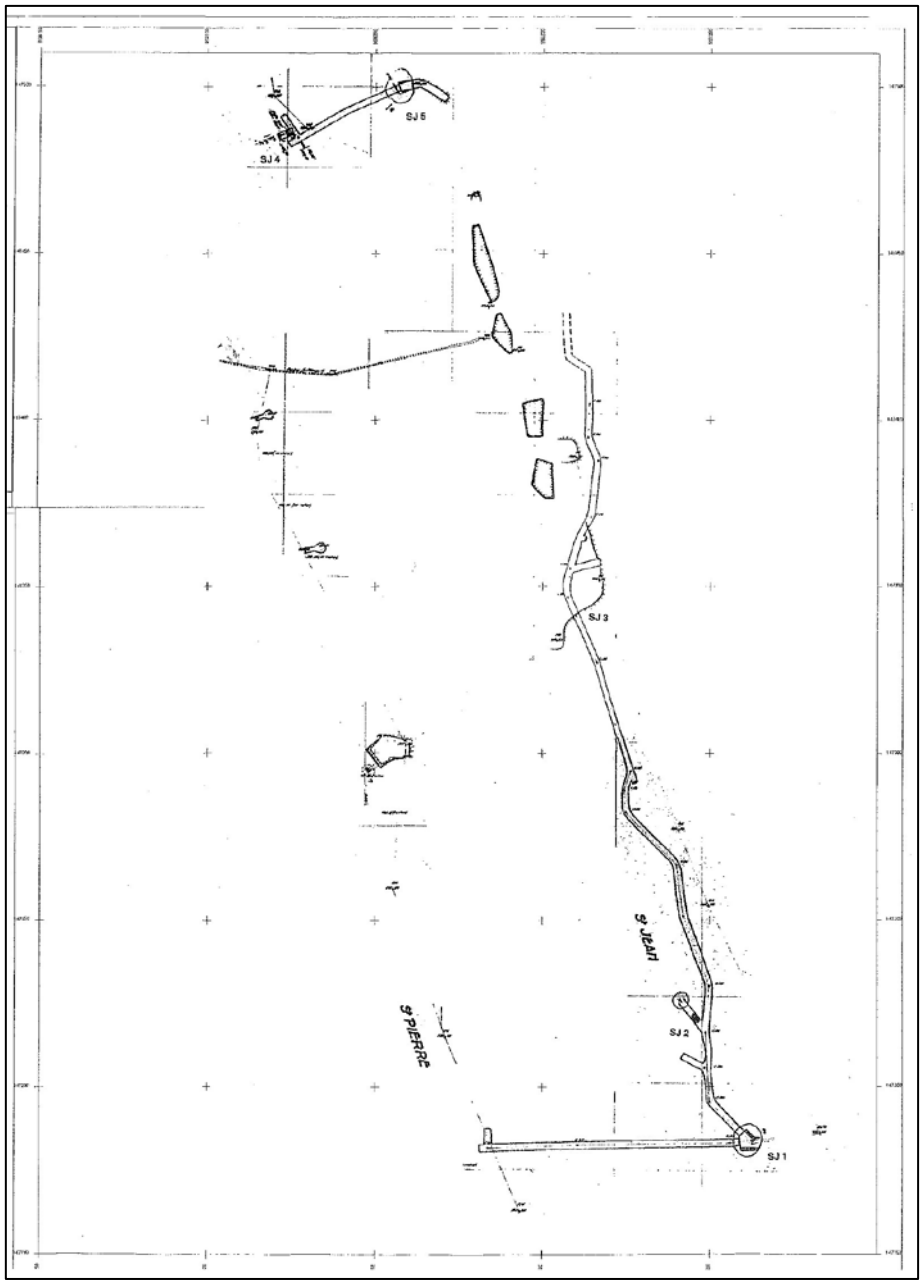


Figure 59 : Site de Garrot - Filon Saint-Jean et Saint-Pierre - Plan des travaux

4.2.6.3 Le secteur de la Patte d'Oie

Trois petites entrées de galeries de recherches sont présentes dans ce secteur. Il n'y a pas eu d'exploitation proprement dite à ce niveau. Il n'y a donc pas de plans miniers de ce secteur.

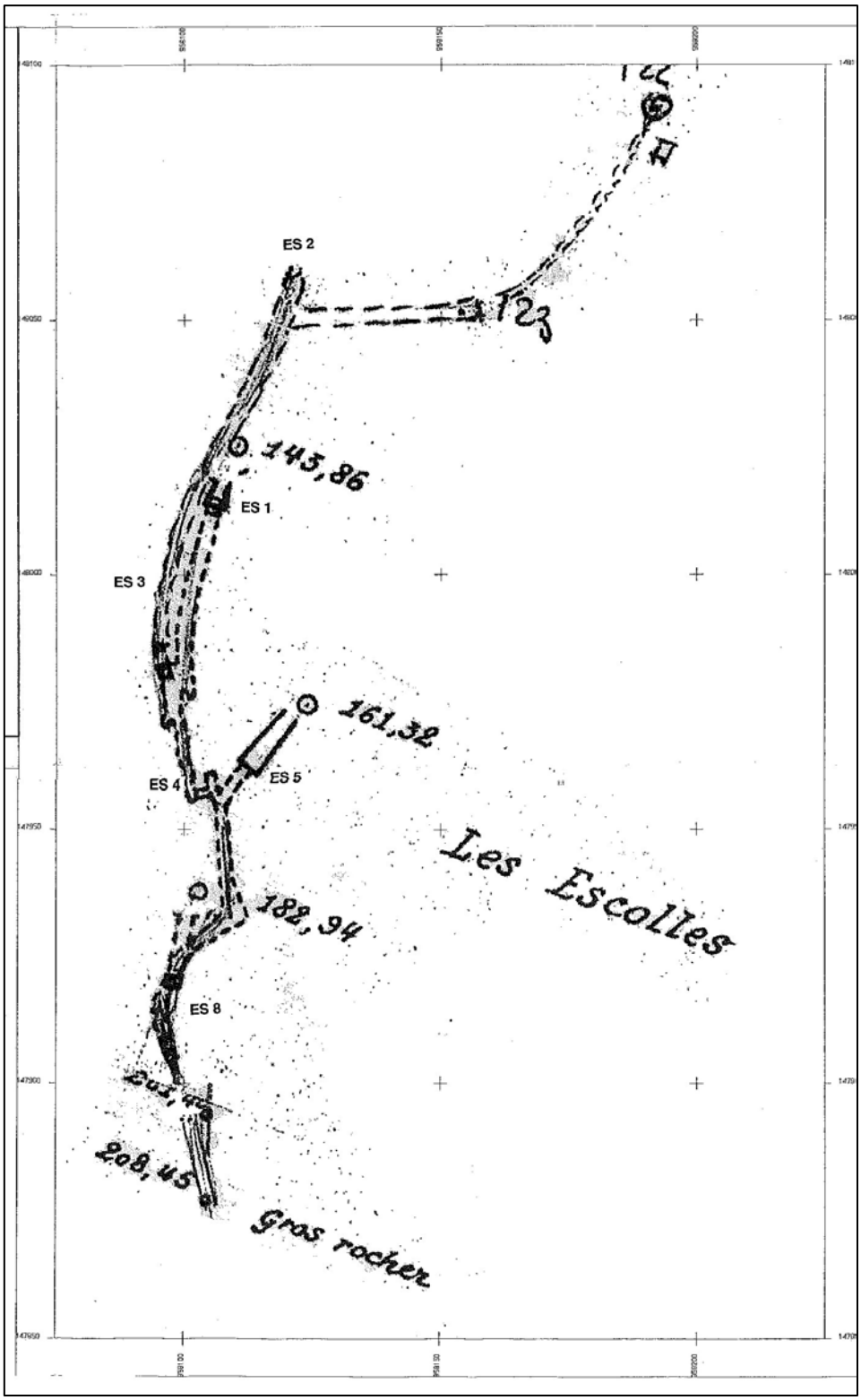


Figure 60 : Site de Garrot - Filon des Escolles - Extrait d'un plan minier à 1/2 000 non daté

4.2.6.4 Le filon des Escolles

Il n'existe pas de plan de détail des travaux miniers des Escolles. Une note de M. Herbinger du 26 février 1954 décrit les travaux des Escolles. Le seul plan disponible est le plan général au 1/2 000 non daté, figurant la Mine de Garrot, les Escolles et Saint-Jean Saint-Pierre. Un extrait de ce plan (Figure 60) a été agrandi et utilisé pour le tracé des travaux miniers souterrains. Il a été calé à partir des galeries 237, 238, 240 et du puits 267. La cohérence entre les points est bonne. Nous estimons l'incertitude maximale de localisation à 10 m.

4.2.6.5 Les filons Merle et Rigault

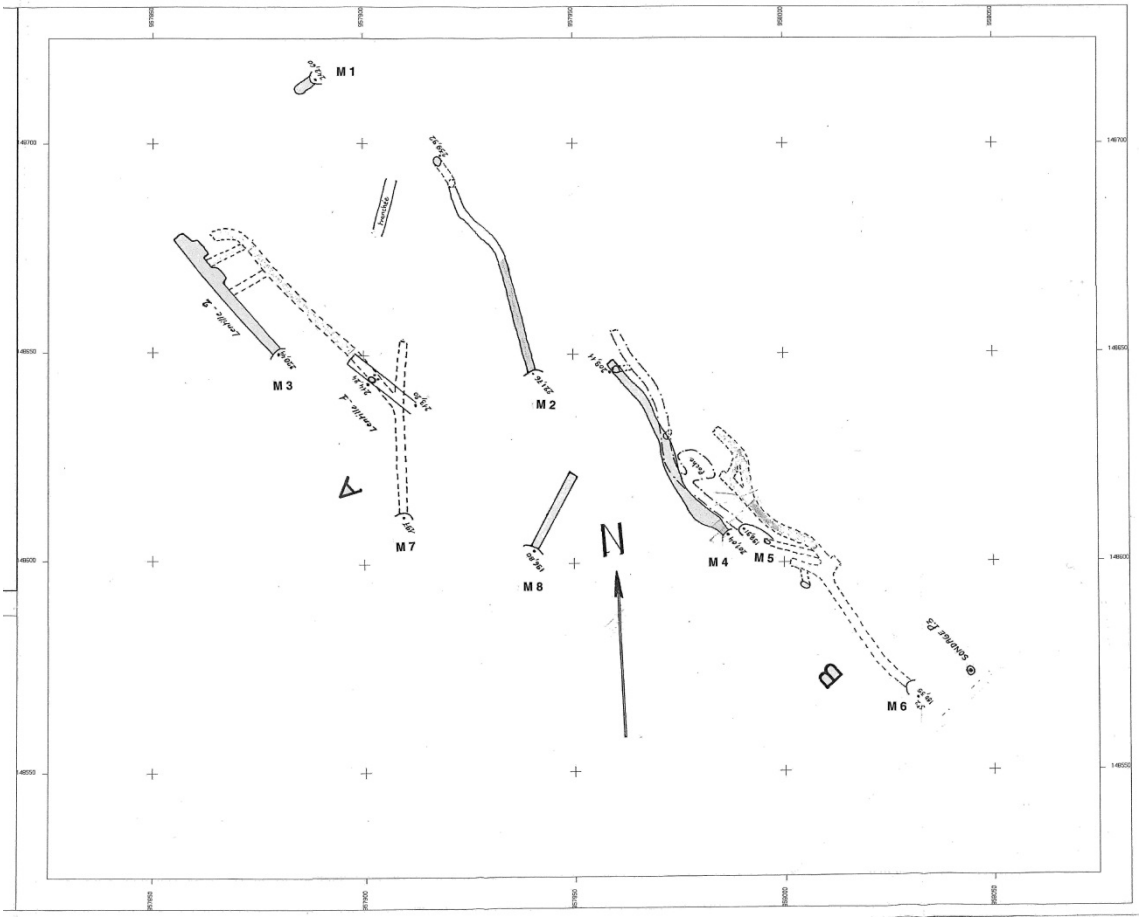


Figure 61 : Site de Garrot - Plan des filons Merle et Rigault de 1968

Un plan filonien au 1/500 du 30/10/1968 (Figure 61) représente les filons Merle et Rigault. Il a été géoréférencé avec les coordonnées des ouvertures enregistrées par Mica environnement et dont certaines ont pu être contrôlées par nos observations (250, 429). Neuf points de calage ont été utilisés pour essayer de faire coïncider les entrées de galeries avec les observations de terrain. L'incertitude maximale est de 11 m, ce qui est important pour un plan à 1/500. Le plan est en fait très schématique et imprécis. Nous appliquerons une incertitude de 20 m à l'ensemble des travaux souterrains.

4.2.6.6 Le filon de Garrot

Ce secteur central des travaux miniers de Garrot a fait l'objet des travaux souterrains les plus importants.

Nous avons trouvé trois plans couvrant ce secteur :

- un plan de janvier 1930 à 1/500 sur lequel les travaux de cette époque étaient reportés avec les bâtiments de surface ;
- un plan de septembre 1940 au 1/200 accompagné d'une coupe distinguant six niveaux d'exploitation (0, 10, 15, 20, 35, 52) ;
- un plan synthétique de 1951 à 1/500 avec l'emprise incomplète des travaux miniers souterrains.

Le calage de ce secteur a été difficile à cause de plans incomplets de différentes époques et du manque de points de référence. Les trois plans dessinés sur une grille topographique locale ont été géoréférencés successivement.

Le plan de 1930 (Figure 62) a été calé en s'appuyant sur les travaux du filon Merle au nord, sur les galeries 249, 250 et 426, le puits de Garrot 271 et la galerie 246. Plusieurs points de report de surface ont également utilisés pour obtenir un redressement le plus cohérent possible dont la poulie encore visible sur le terrain (dénommée, amarrage sur le plan). Dix points ont été utilisés pour ce calage pour une incertitude maximale de 6 m, ce qui nous semble satisfaisant.

Le plan de 1951 (Figure 63) a ensuite été calé en utilisant huit points communs avec le plan précédent. L'incertitude ne dépasse pas 2 m et le carroyage est bien orienté au nord sans déformation.

Finalement, le plan de 1940 (Figure 64) a été calé à partir de six points communs lus sur les deux plans précédents. Les incohérences ne dépassent pas 4 m. Notons que le puits représenté sur le plan est un puits incliné dont l'orifice ne correspond pas avec les coordonnées de Mica environnement. Le nord ainsi que la longueur des travaux ont également été utilisés comme repère. Malgré tout, un certain nombre d'incertitudes reste, et pour ces raisons nous évaluons l'incertitude globale lié aux travaux souterrains à 20 m.

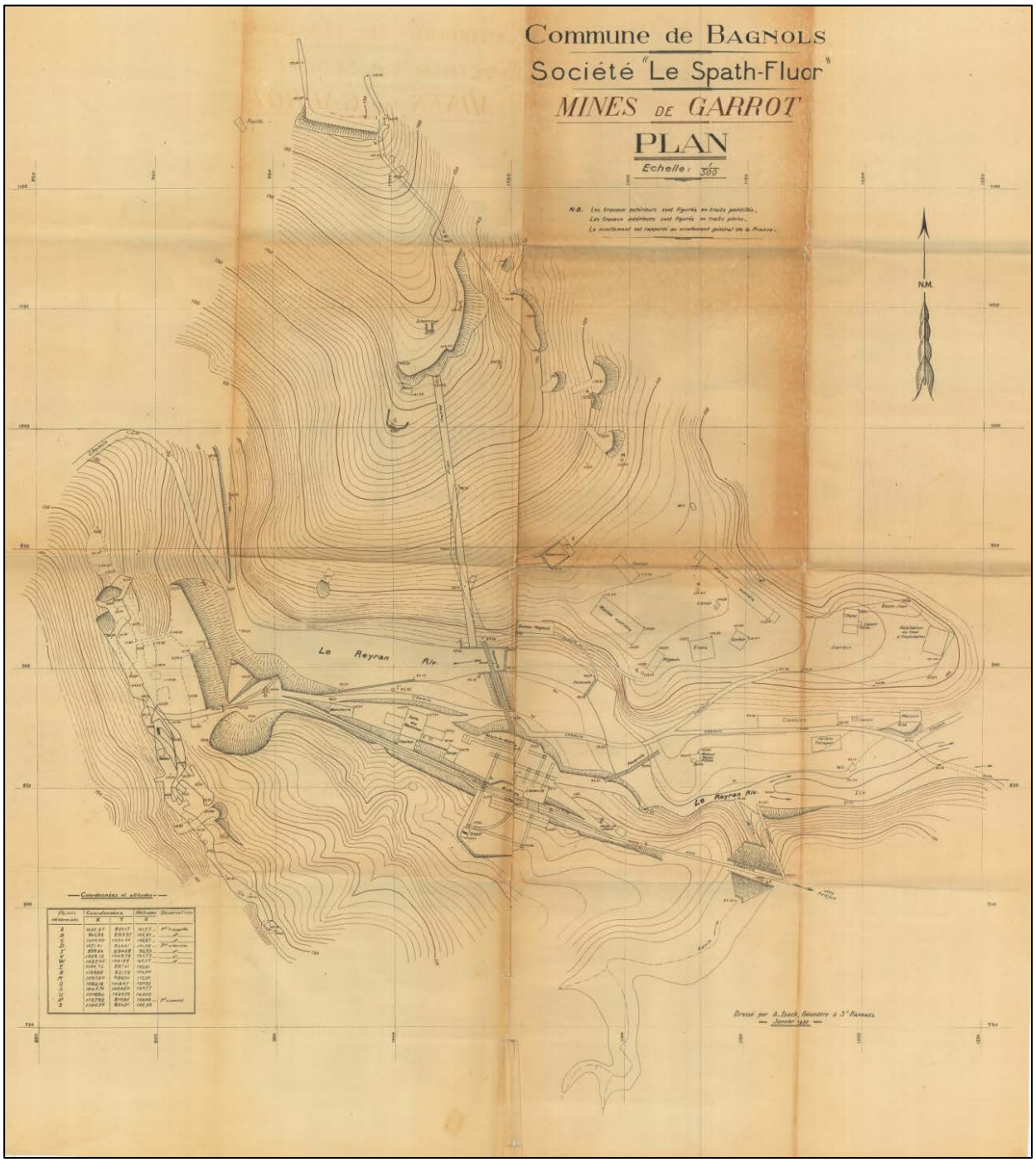


Figure 62 : Site de Garrot - Filon de Garrot - Plan des travaux de janvier 1930 (échelle originale 1/500)

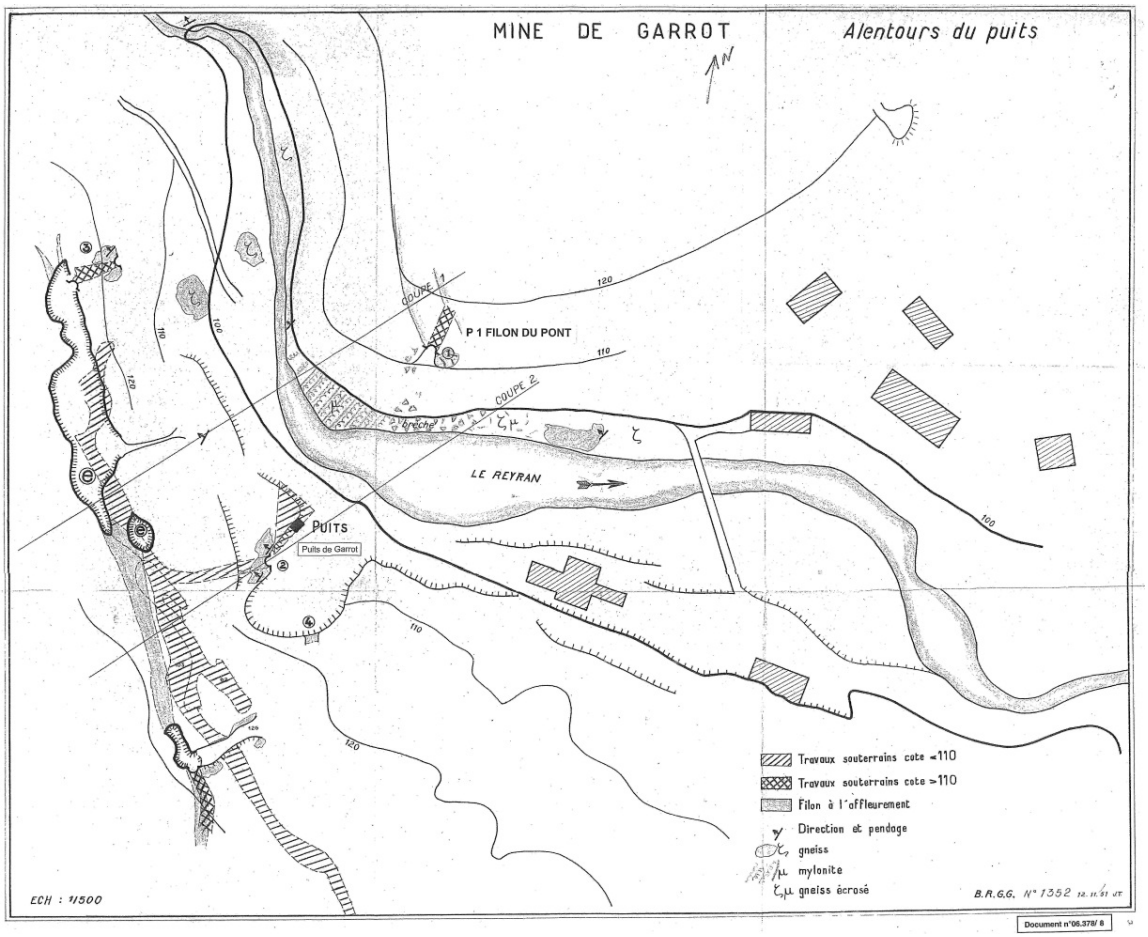


Figure 63 : Site de Garrot - Filon de Garrot - Plan des alentours du puits en novembre 1951

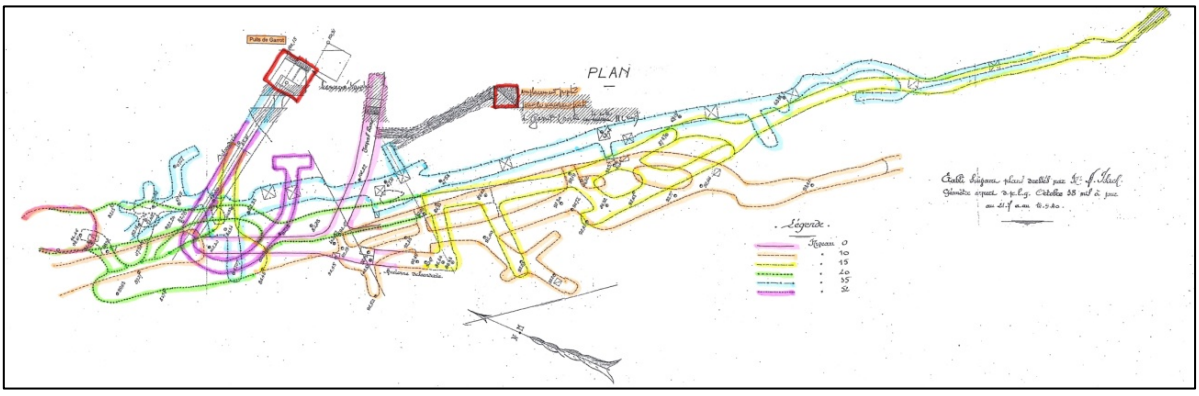


Figure 64 : Site de Garrot - Filon de Garrot - Plan des travaux souterrains de septembre 1940

4.2.6.7 Le filon du Pont

Ce petit schéma (Figure 65) a été géoréférencé à partir des entrées de galerie 247, 249 et 425 bien connues. Malgré cela, la cohérence de ces trois points n'est pas très bonne confirmant ainsi la mauvaise précision de ces schémas miniers. Nous lui appliquerons une incertitude de 15 m.

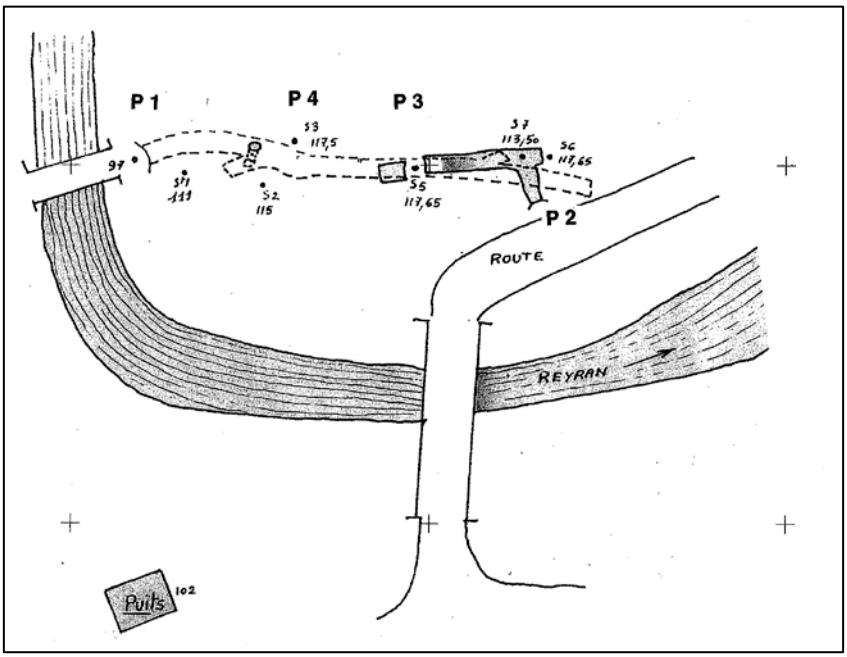


Figure 65 : Site de Garrot - Plan du filon du Pont

4.2.6.8 Le filon Gilbert

Le plan au 1/500 du 30 octobre 1968 (Figure 66) qui représente le filon Gilbert est mal orienté, le filon a en fait une direction N 110° et non pas 45°. Lors de l'obturation, l'orientation du travers-banc a été remesuré à N190° ce qui confirme que le filon a bien une direction N 110° comme cela est reporté sur les plans de synthèse.

Le plan a été calé en utilisant l'entrée 272 de coordonnées remesurées, la direction des ouvrages souterrains et la longueur du travers-banc mesuré sur le plan minier. La cohérence est très bonne. On peut estimer l'incertitude de ces travaux à moins de 10 m.

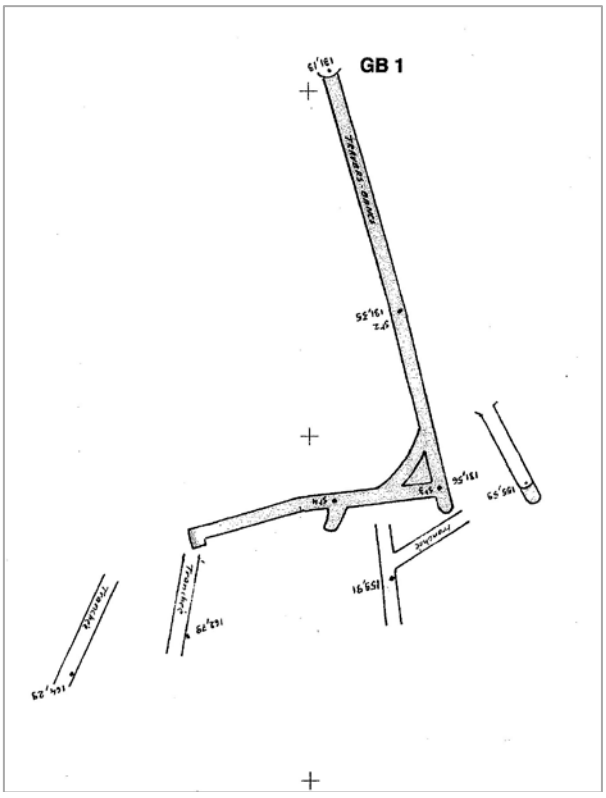


Figure 66 : Site de Garrot - Plan du filon Gilbert

4.2.6.9 Le filon Max

Le plan minier à 1/500 date d'octobre 1968 (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

Les cinq orifices de galerie (242, 244) et de cheminées (268, 269, 270) ont été utilisés pour le géoréférencement du plan. La cohérence générale est bonne. L'écart maximal entre les points de calage est de 6 m sur les cinq points. Nous retiendrons une incertitude de 10 m pour le positionnement de ces travaux miniers souterrains.

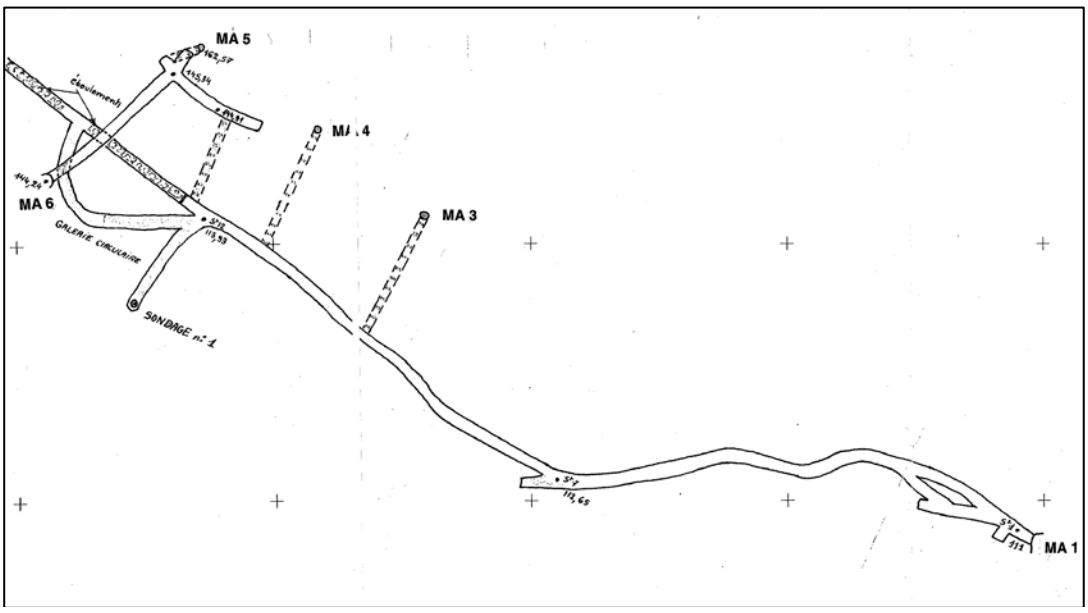


Figure 67 : Site de Garrot - Plan du filon Max

4.2.7 Les ouvrages miniers débouchant au jour

4.2.7.1 Le filon des Escolles

Les entrées de galerie 237 à 240 ont été mises en sécurité en 2006. La 240 présente des désordres sur sa bordure droite (cf. D19). Une tête de dépilage 408 a été exploitée à ciel ouvert. Le puits 266 n'est plus repérable sur le terrain ainsi que les travaux les plus élevés du chantier du filon des Escolles.

4.2.7.2 Les filons Saint-Jean et Saint-Pierre

Les filons Saint-Jean et Saint-Pierre sont de faible amplitude et très peu de minerai ont été extraits. Plus grand-chose n'est discernable de ces travaux.

Plusieurs petites galeries de recherche ont été creusées sur ces filons. Plusieurs d'entre elles ne sont pas accessibles à cause d'un maquis très dense. Mais la présence de petites haldes dans le paysage (410, 411, 412) traduisent des travaux de recherche de faible envergure. Le puits 265 et la galerie 236 sont situés dans une zone de végétation très dense, ils ont été remblayés en 2006 et n'ont pas été recherchés lors de cette étude.

Au nord de ces travaux, trois petites attaques de galeries ont été creusées (325, 326, 327, les orifices sont ouverts mais les travaux souterrains ont une longueur qui ne dépasse pas 5 m. Trois petites verses (328, 329, 330) traduisent le faible volume excavé de ces galeries de recherche. Ces travaux n'avaient pas été repérés lors des travaux de sécurisation 2006.

Une galerie (229) située à l'écart des travaux précédents est signalée dans une base de données et vu par la DRIRE. Elle n'a pas été retrouvée sur le terrain et nous doutons de son existence au positionnement indiqué. Elle a néanmoins été conservée sur les cartes.

4.2.7.3 Le filon Saint-Claude et Françoise

Sur le filon Saint-Claude, la galerie 231 est fermée par un mur de béton. Les entrées de galerie 232 et 233 ne sont plus visibles sur le terrain. La galerie 232 avait été effondrée en 2006. L'ancien puits 264 était accompagné d'une tête de filon dépilée et de fontis. Toute cette zone a été talutée et les fontis remblayés en 2006.

Actuellement, peu de séquelles minières sont visibles sur le filon Saint-Claude hormis le fontis D20 et quelques petites haldes.

Le filon Françoise ne comprend qu'une seule galerie de recherche 232, sans *a priori* d'exploitation proprement dite.

4.2.7.4 Le filon de Garrot

Le groupe de deux orifices 246 avait été effondré et taluté à la pelle et au brise roche en 2006. Il semble que les blocs aient bougés, laissant entrevoir les travaux miniers souterrains.

Le puits de Garrot 271 n'est plus visible, il a été remblayé et taluté en 2006.

La partie supérieure du filon de Garrot a été exploitée à ciel ouvert formant actuellement un escarpement de falaise 422 d'une quinzaine de mètres de hauteur.

Le fond de cette MCO comportait des orifices d'ouvrages et de fontis qui ont été remblayés et talutés en 2006. Ils ne sont plus visibles aujourd'hui.

4.2.7.5 Le filon du Pont

Toutes les entrées des travaux miniers souterrains 247, 248, 249, 425 ont été mises en sécurité en 2006. Elles ne semblent pas avoir bougées depuis cette époque.

4.2.7.6 Le filon Merle

L'observation des travaux miniers de ce filon a été faite du point haut vers le point bas, c'est-à-dire du nord-ouest au sud-est.

Une petite MCO (427) a exploité l'extrémité nord-ouest du filon. Une petite tranchée (428) de recherche N50 de 10 m de long sur 2 m de largeur et 2 m de profondeur est perpendiculaire à la MCO.

Deux autres MCO 430 et 436 de plus grande envergure ont exploité à ciel ouvert la tête du filon. La MCO 436 est la plus importante avec une profondeur d'une vingtaine de mètres. Au fond, les travaux souterrains sous-jacents ne semblent pas accessibles.

Toutes les entrées de galerie ont été mises en sécurité en 2006.

4.2.7.7 Le filon Gilbert

Le travers-banc du filon Gilbert 272 a été mis en sécurité. Notons la présence d'un quai de chargement en béton accompagné d'abondantes ferrailles en bordure du chemin.

L'extrémité sud du filon a été exploitée à ciel ouvert (MCO 440) sur une cinquantaine de mètres. La paroi ouest atteint une quinzaine de mètres de hauteur. Au fond une ancienne cheminée ouverte a été remblayée en 2006. L'entrée de la galerie 210 est visible mais éboulée.

4.2.7.8 Le filon Max

Les principales entrées des travaux miniers souterrains ont été mises en sécurité en 2006. Seule la tête de dépilage (243) exploitée à ciel ouvert laisse entrevoir au fond les travaux souterrains. Il n'a pas été possible de l'approcher pour l'inspecter en détail.

Le filon Max ayant été complètement « vidé », les vides n'ont pu être intégralement remblayés (ils représentaient 6 000 m^3). Les cheminées 268, 269, 270 ont été fermées par des bouchons suspendus en béton ou par des dalles ferraillées épaisses. Des effondrements de bordures du stot sont encore malgré tout à craindre.

Num SIG	Nom ouvrage	Visible	Incertitude position	Observations	X_lamb_93	Y_lamb_93
210	GB2	oui	10		1005139	6280668
222	Galerie	non	20		1004567	6279658
223	Travers-banc	non	20		1004493	6279443
224	Galerie	oui	10		1004599	6279399
229	Galerie	non	40	L'emplacement de cette galerie est curieux.	1005001	6278513
231	galerie C1	oui	20		1004678	6277999
232	galerie Fr	non	20		1004694	6277983
233	galerie C4	non	20		1004671	6278014
234	têtes de dépilage C6	non	20		1004620	6278022
235	TB SJ1	non	20		1004936	6278243
236	Galerie SJ5	non	20		1004833	6278561
237	ES1	oui	10		1004689	6279082
238	ES2	oui	10		1004697	6279120
239	ES3	oui	10		1004682	6279059
240	ES5	oui	10		1004688	6279026

Num SIG	Nom ouvrage	Visible	Incertitude position	Observations	X_lamb_93	Y_lamb_93
241	ES8	non	20		1004674	6278972
242	MA6	oui	10		1005097	6280974
243	MA2	non	20		1005244	6280934
244	MA1	oui	10		1005275	6280902
245	Tête de dépilage	oui	10		1004500	6279391
246	Groupe de 2 galeries G2	oui	20		1004517	6279358
247	P1	oui	5		1004499	6279539
248	P4	non	15		1004524	6279524
249	P2	oui	10		1004545	6279506
250	M2	oui	10		1004515	6279707
251	M7	oui	10		1004484	6279674
252	M5	oui	10		1004569	6279670
264	Puits ou effondrement C5	non	20		1004710	6278039
265	Puits SJ4	?	20		1004800	6278547
266	Puits ES4	non	20		1004684	6279023
268	Cheminée centrale MA4	oui	10		1005145	6280984
269	Cheminée ouest MA5	oui	10		1005125	6280994
270	cheminée Est MA3	oui	10		1005157	6280963
271	Puits de Garrot G1	non	20		1004490	6279453
272	Galerie	oui	10		1004893	6280758
325	Galerie recherche	oui	10		1004765	6278691
326	Galerie recherche	oui	10		1004769	6278649
327	Galerie recherche	oui	10		1004782	6278624
408	MCO	oui	10	Chute de blocs en bordure des flancs	1004681	6278998
413	Galerie de recherche	oui	5	Difficilement identifiable	1004793	6278459
415	Galerie de recherche	non	10	Galerie de recherche supposée	1004830	6278358
416	Galerie de recherche	non	20	Galerie de recherche supposée	1004890	6278177
422	MCO	oui	20	Tête de filon dépilée à ciel ouvert	1004471	6279393
423	Falaise	oui	10	Falaise en partie naturelle. Partie minière difficile à évaluer à vue	1004429	6279476
425	Galerie P2	oui	10	Mise en sécurité en 2006	1004546	6279519
426	Galerie M6	oui	10		1004629	6279592
427	MCO	oui	5		1004467	6279783
428	Tranchée	oui	10		1004469	6279772
429	M4	oui	5		1004549	6279690
430	MCO	oui	10	Chutes de blocs de la falaise	1004438	6279732
436	MCO	oui	10		1004561	6279672
438	Treuil	oui	10		1004589	6279593
439	MCO	oui	10		1004625	6279591
440	MCO	oui	10		1005147	6280615
442	Quai de chargement	oui	10		1005015	6280767
446	MCO	oui	10	Tête de filon exploitée à ciel ouvert	1005237	6280937
477	Galerie possible	non	20		1004688	6278031
480	Tête de dépilage	non	10		1004860	6278510
481	Tête de dépilage	non	10		1004865	6278489
482	Tête de dépilage	non	10		1004874	6278463
483	Tête de dépilage	non	10		1004877	6278445
485	Travers-banc	oui/non	20	Entrée éboulée, mais discernable dans la topographie	1004515	6279662
486	Galerie	non	20		1004443	6279730
487	Galerie de recherche	?	10		1004899	6280708
488	Tranchée	oui	10		1004838	6280697
489	Tranchée	oui	10		1004852	6280696
490	Tranchée	oui	10		1004879	6280691
524	Galerie	non	10		1004808	6278422
525 566	galerie galerie	non non	20 20		1004433 1004617	6279505 6279477

Tableau 20 : PEX de Garrot - Liste des ouvrages débouchant au jour

4.2.8 Les dépôts résiduels de surface

Les principaux dépôts résiduels de surface observés sur le terrain ont été localisés et reportés sur la carte informative.

ID SIG	Sources information	Visible	Observations	X_lamb_93	Y_lamb_93
328	GPS+Orthophotoplan	oui		1004770	6278679
329	GPS+Orthophotoplan	oui		1004776	6278646
330	GPS+Orthophotoplan	oui		1004794	6278613
409	GPS	oui		1004896	6278404
410	vu de loin et sur orthophotoplan	oui	Maquis difficilement pénétrable	1004838	6278360
411	vu de loin et sur orthophotoplan	oui	Maquis difficilement pénétrable	1004917	6278281
412	vu de loin et sur orthophotoplan	oui	Maquis difficilement pénétrable	1004897	6278172
414	GPS	oui	Quelques m^3 seulement	1004798	6278459
417		oui		1004592	6278027
418		oui		1004617	6278033
419		oui		1004691	6278052
420		oui		1004705	6278019
424		oui		1004488	6279459
431		oui		1004431	6279719
432		oui		1004477	6279695
433		oui		1004478	6279659
434		oui		1004521	6279644
435		oui		1004513	6279697
437		oui		1004613	6279618
441		oui		1005138	6280686
443		oui		1004914	6280771
444		oui		1004900	6280711
445		oui		1005275	6280864
478	Lu sur plan 1/500	non		1004843	6278558
479	Lu sur plan 1/500	non		1004811	6278423
484	Lu sur plan 1/500	non		1004886	6278453
600		oui		1004676	6279551
601		oui		1004675	6279577
602		oui		1004651	6279574

Tableau 21 : PEX de Garrot - Liste des dépôts résiduels de surface

4.2.9 Les désordres

De nombreux désordres avaient été inventoriés à l'occasion du recensement des ouvrages débouchant au jour en 2006. Ce sont pour la plupart des fontis situés sur les dépilages peu profonds ou au niveau des cheminées. Ces désordres ont été traités sous la maitrise d'œuvre de Mica environnement en 2006. Nous en dressons la liste, car plusieurs d'entre eux sont susceptibles de nouveaux mouvements de terrain.

Un fontis peu profond (D1) avait été localisé en 2006 sur le passage du **filon Saint-Pierre**. Il était peu profond et ne semblait pas dangereux à l'époque, il n'avait donc pas été mis en sécurité. Nous ne l'avons pas recherché à cause d'une végétation très peu pénétrable.

Sur le **filon Saint-Claude**, un fontis D 20 de 4 m de diamètre et 3 m de hauteur est situé sur d'anciens travaux probablement remblayés antérieurement. Sur le **filon des Escolles**, trois désordres sont recensés dont deux sont encore visibles.

La tête de dépilage (239) avait été remblayée en 2006. Elle a débourrée en novembre 2011, lors des fortes pluies. Un fontis (D2/ES3) d'une dizaine de mètres de diamètre et 10 m de profondeur est actuellement ouvert en bordure du chemin. Plus en amont, en bordure droite de l'orifice de la galerie 240 mise en sécurité en 2006, il est à signaler une chute de blocs (> 1 m^3) et un fontis (D19) ne donnant pas accès aux travaux miniers souterrains.

Un fontis (D3/ES7) de moins d'un mètre de diamètre et d'une profondeur de 5 à 6 m avait été remblayé en 2006. Il n'a pas bougé depuis son remblayage.

Sur le **filon de Garrot**, au niveau de la MCO 422, existait en 2006 un grand cône d'effondrement correspondant à l'effondrement des remblais dans les parties dépilées entre les cotes 67 m et 102 m (D4), et dans lesquelles presque tous les piliers ont été exploités (mais pas les stots semble-t-il). Il a été remblayé et retaluté en 2006. Un fontis (D5) avait également été remblayé en 2006. Bien que tous les désordres visibles en 2006 aient été remblayés et qu'aucun effondrement localisé n'ait été repéré lors de notre visite de terrain, il subsiste une instabilité potentielle du site liée à la présence de travaux miniers souterrains non encore stabilisés.

Aucun désordre n'a été remarqué sur le **filon du Pont.**

Num SIG	Nom désordre	Identification terrain	État	Observation	X_lamb_93	Y_lamb_93
D1	Fontis sur TB Saint Jean	non	jugé non pénétrable en 2006	Vu en 2006, non recherché en 2012	1004923	6278287
D2/ ES3	Puits d'aérage/fontis	oui	4 à 5 m de diamètre, 15m de profondeur, rebouché en 2006, a débourré en 2012, ouvert	Vu en 2006 et 2012	1004682	6279059
D3/ ES7	Fontis	non	remblayé en 2006	Vu en 2006. Plus visible en 2012	1004669	6278978
D4/G3	Tête de dépilage	oui	Remblayé et taluté en 2006	Vu en 2006	1004498	6279393
D5/G4	Fontis	non	Remblayé et taluté en 2006	Vu en 2006	1004430	6279521
D6/M3	Fontis	oui	Remblayé et taluté en 2006, puis à nouveau ouvert en 2012	Vu en 2006 puis en 2012	1004481	6279706
D7/M4a	Effondrement	non	Remblayé en 2006	Ancien	1004549	6279690
D8/M4b	Effondrement	non	Remblayé en 2006		1004536	6279709
D19	Effondrement localisé	oui	Effondrement de la paroi	Ouvert	1004688	6279030
D20	Effondrement localisé	oui	4 m de diamètre	Sur travaux probablement remblayés antérieurement	1004623	6278022

Tableau 22 : PEX de Garrot - Liste des désordres d'origine minière

Sur le **filon Merle,** un petit fontis D6 traduisait le fluage des remblais dans les travaux miniers sous-jacents, il a été remblayé et retaluté en 2006 mais s'est réouvert postérieurement. Deux autres effondrements (D7-D8) étaient alignés sur la branche B du filon. Ils ont été remblayés et l'orifice situé contre le talus a été fermé par une dalle de béton de 30 cm.

Il ne subsiste aucun désordre important d'origine minière sur le site d'exploitation des **filons Gilbert et Max**.

4.3 Le PEX de l'Avellan

La mine de l'Avellan se situe au nord-ouest du massif de l'Estérel, entre le lac de l'Avellan et l'autoroute A8, « la Provençale ».

Un accès routier permet d'arriver jusqu'à proximité de la mine en prenant une piste forestière, normalement fermée à la circulation, à partir du parking d'accès à l'ancien barrage de Malpasset, situé à l'extrémité de la Départementale 37.

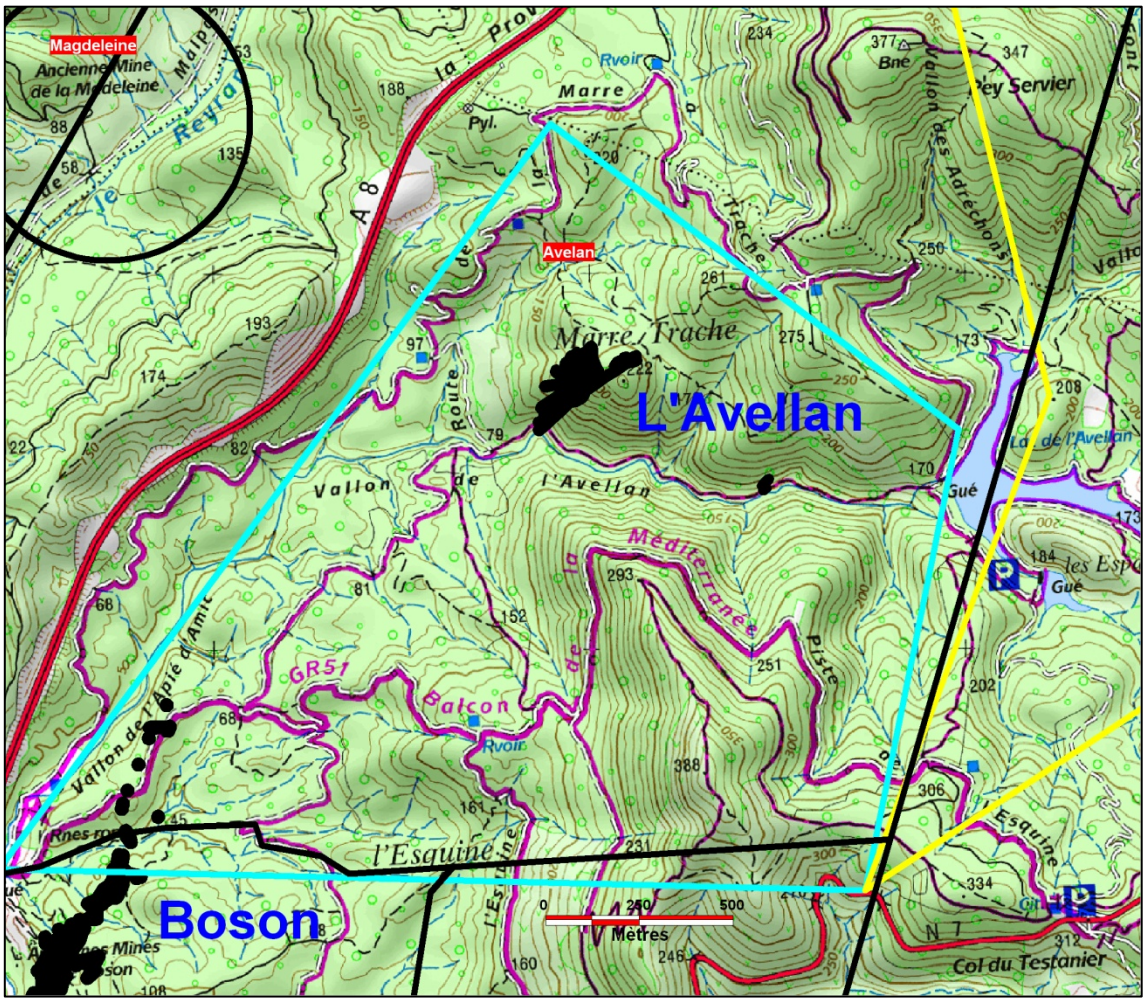


Figure 68 : Situation géographique du PEX

4.3.1 Situation administrative

Substance exploitée : Fluorine.
Situation administrative du PEX : Périmé.

4.3.2 Historique de la concession

Avant 1960, M. Antonioli débute des travaux de reconnaissances et d'exploitation par dépilage dans des filons de fluorine, en bordure du ruisseau de l'Avellan.

Par adjudication intervenue le 5 mai 1960, la Société SIMFLUOR obtient le droit de recherche et d'exploitation de la barytine et de la fluorine au lieu-dit l'Avellan, sur des terrains appartenant à la commune de Fréjus.

L'arrêté du 23 février 1963 accorde le permis d'exploitation de l'Avellan à la Société Industrielle et Minière du FLUOR (SIMFLUOR), pour l'exploitation de la fluorine. Le permis d'exploitation est accordé pour une durée de cinq ans sur une superficie de 3,41 km^2.

De 1964 à 1966, la SIMFLUOR, en raison de ses faibles capacités financières, mène presque simultanément la reconnaissance et le dépilage des panneaux. Le dépilage des panneaux se fait sans trémies de chargement, laissant ainsi de grands vides au-dessus des galeries de circulation.

Le 18 octobre 1967, soit quatre mois avant la date d'expiration du permis d'exploitation, la SIMFLUOR dépose la demande de renouvellement du permis d'exploitation des mines de fluorine de l'Avellan.

Le 5 mars 1968 le projet d'un arrêté prolongeant la validité du permis d'exploitation de mines de fluorine dit permis de l'Avellan pour une durée de cinq ans jusqu'au 4 mars 1973 est rédigé mais non promulgué.

Vu les difficultés financières que subit une nouvelle fois la SIMFLUOR, cette dernière est admise au règlement judiciaire par jugement du Tribunal de Commerce de Paris en date du 22 février 1968. Le Syndic nommé est Mme Sagette.

À la suite de ce jugement et de diverses négociations, le Syndic passe finalement avec la Société des Mines de Garrot, le 1er février 1969, un contrat de location gérance de l'ensemble du domaine minier de SIMFLUOR.

L'arrêté du 11 septembre 1969 prolonge la validité du permis d'exploitation de mines de fluorine dit permis de l'Avellan, jusqu'au 4 mars 1973.

Le 12 septembre 1972, Mme Sagette dépose une demande de prolongation de validité du permis d'exploitation de l'Avellan. L'instruction est volontairement suspendue par le Service des Mines en l'attente de la vente des biens de SIMFLUOR.

L'adjudication n'a lieu que le 9 octobre 1975 et l'adjudicataire de l'époque se révélant insolvable, il est procédé à une nouvelle vente aux enchères le 24 juin 1976.

Les biens de SIMFLUOR sont acquis par une tierce personne, M. David COHN, président directeur général de la société anonyme E.G.E.T.E. (Entreprise Générale de Travaux et d'Études).

Le 26 novembre 1976, M. COHN dépose une demande d'autorisation de mutation du permis d'exploitation de l'Avellan au profit d'E.G.E.T.E.

Jusqu'en 1978, des travaux de reconnaissance sont réalisés dans les anciennes galeries de la mine de l'Avellan, ainsi que sur le faisceau filonien reconnu à proximité. Les travaux en galerie sont jugés irrécupérables à cause de la méthode d'exploitation des anciens exploitants.

Le 25 juillet 1978, la société E.G.E.T.E. fait savoir qu'elle a réalisé les travaux de fermeture de la mine de l'Avellan conformément au souhait du Service des Mines.

En 2003, MICA Environnement effectue une reconnaissance de terrain et propose des travaux de mise en sécurité.

En 2005, les mises en sécurité sont réalisées sur les ouvrages miniers de l'Avellan. Le Maître d'œuvre a été MICA Environnement.

4.3.3 Cadre Géologique

Le gisement de l'Avellan se situe en bordure du bassin carbonifère du Reyran, en partie médiane et au sud du massif du Tanneron, entre le bassin du bas Argens et le massif de l'Esterel.

Les filons reconnus sont encaissés dans le socle gneissique anté-carbonifère, en bordure du bassin du Reyran.

Les filons fluorés se situent à proximité de la faille de la Moure, accident d'âge tardi-varisque et de failles plus récentes, rattachées à la tectonique permienne délimitant le graben de l'Avellan.

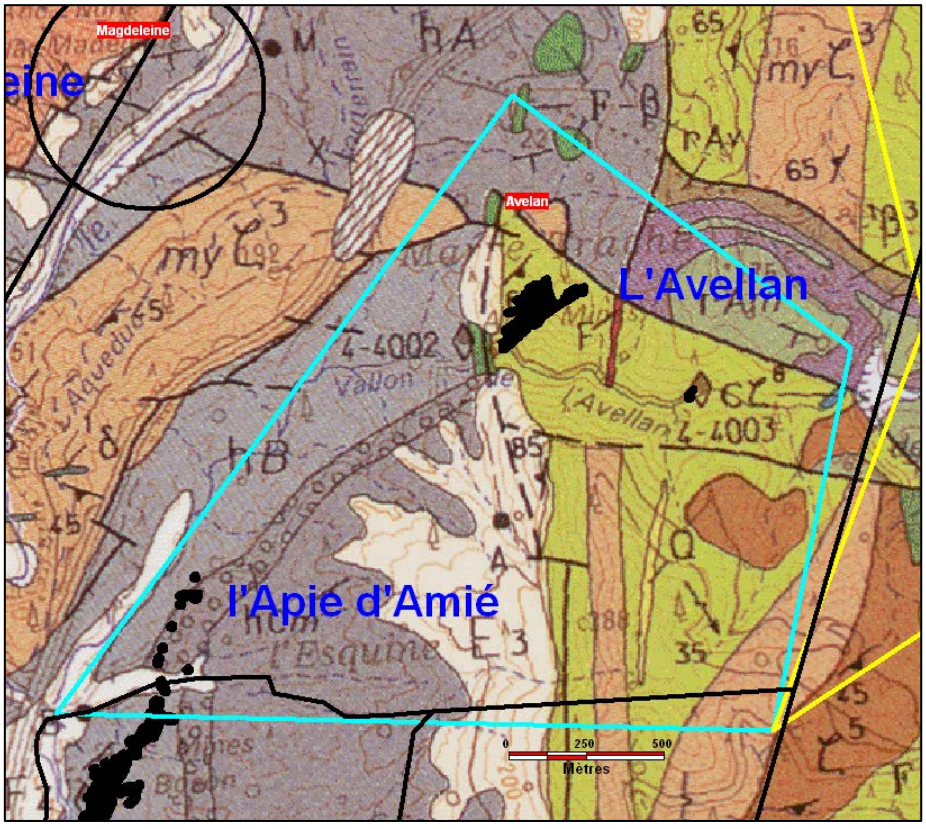


Figure 69 : Situation géologique du PEX

4.3.4 Les travaux miniers

Douze filons ont été reconnus, de part et d'autre du ravin de l'Avellan : au nord du ravin affleurent les filons A à F, au sud, les filons G à L. Ils sont tous parallèles et orientés NE-SW.

Seul le filon B a fait l'objet d'une exploitation par galeries et dépilages. Sa puissance moyenne est de 50 cm à 1 m. Sa direction est N40° pour un pendage moyen de 70°SE. Le remplissage est presque essentiellement constitué de fluorine avec localement présence de barytine en remplissage secondaire et de quartz. La galène, la pyromorphite et la marcasite se rencontrent accessoirement.

Quatre lentilles minéralisées, séparées par des passées stériles, ont été exploitées.

Trois niveaux d'exploitation débouchant au jour ont été tracés :

- le niveau 85 m est le plus bas et sert de galerie d'écoulement. Il a été tracé sur 350 m et traverse les quatre lentilles minéralisées. De ce niveau partent trois descenderies, dont la plus proche de l'entrée, qui descend jusqu'au niveau 55 m ;
- le niveau 95 m NGF est la galerie d'accès principal ; il est tracé sur 180 m et recoupe les deux premières lentilles ;
- le niveau 115 m NGF est tracé sur 140 m ; il a permis l'exploitation d'une partie des lentilles 2 et 3 ;
- le niveau 145 m NGF ne débouche pas au jour. Il a servi de base à l'exploitation de la partie supérieure de la lentille 3.

Au-dessus du niveau 145 m, le filon a été dépilé pratiquement jusqu'à la surface où débouchent plusieurs cheminées d'aérage.

4.3.5 Production

L'exploitation avant 1960 a été mixte : ciel ouvert (petite carrière ouverte sur l'affleurement du filon) et souterrain. Elle a été entièrement souterraine après 1962.
La production déclarée de la mine de 1963 à 1971 est de 35 900 tonnes de spath fluor.

Année	Tonnes produites
1963	3000
1964	5000
1965	3700
1966	4500
1967	5400
1968	7400
1969	2900
1970	3200
1971	800
TOTAL	**35 900**

Figure 70 : Site de l'Avellan - Production de spath-fluor entre 1963 et 1971

À cause des faibles moyens financiers des divers exploitants, la reconnaissance du gisement était menée en même temps que l'exploitation. En 1966, 18 personnes travaillaient sur l'exploitation de l'Avellan.

4.3.6 Les plans miniers

Après de nombreuses recherches, aucun plan minier des travaux n'a été retrouvé. Il semble qu'il en a été de même pour Mica environnement qui a fait les mêmes recherches avant de mettre en sécurité les orifices miniers. Seule une coupe longitudinale du filon permet de reconstituer approximativement l'emprise des travaux miniers en surface connaissant le pendage du filon. Cet exercice a été fait par Mica Environnement (Figure 71). Ce plan a été géoréférencé à partir des coordonnées des ouvrages relevés en surface. La cohérence est très bonne, avec des écarts de calage inférieurs à 3 m. Vue que l'emprise des travaux a été dessinée à partir de la coupe et du pendage, nous appliquerons par sécurité une incertitude de 10 m à la limite de l'emprise des travaux.

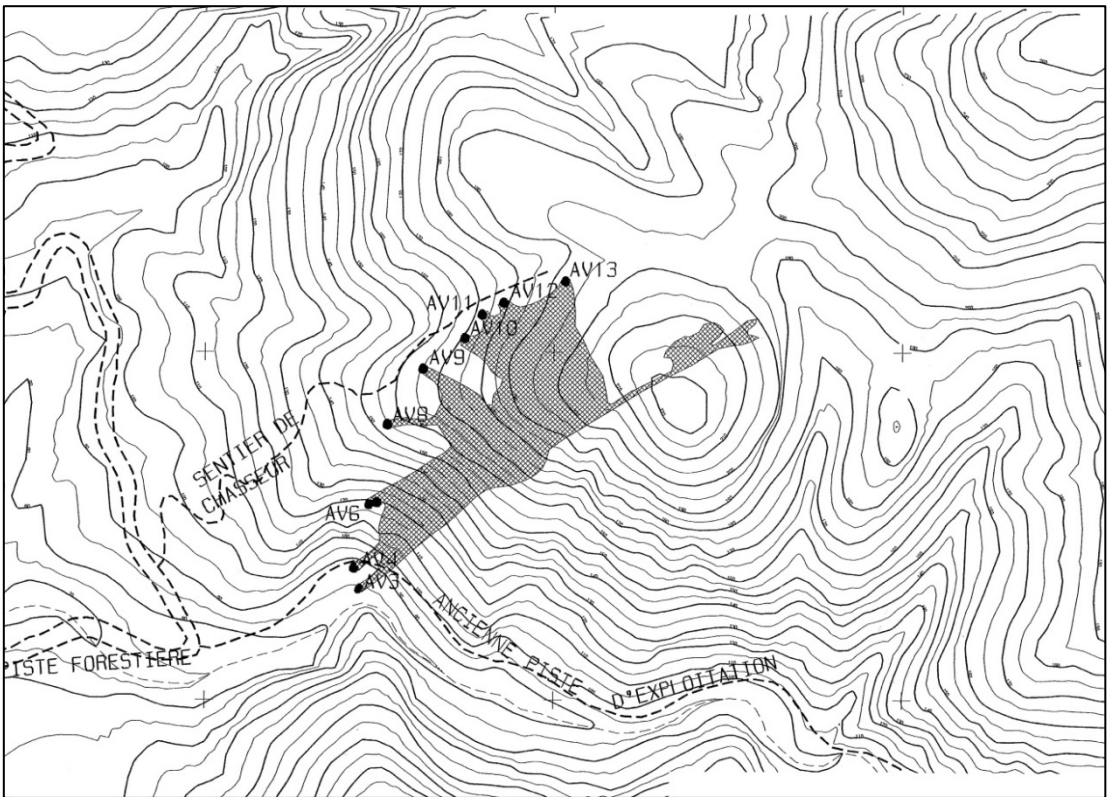


Figure 71 : Site de l'Avellan - Report de l'emprise de surface des travaux miniers souterrains (document Mica-Environnement)

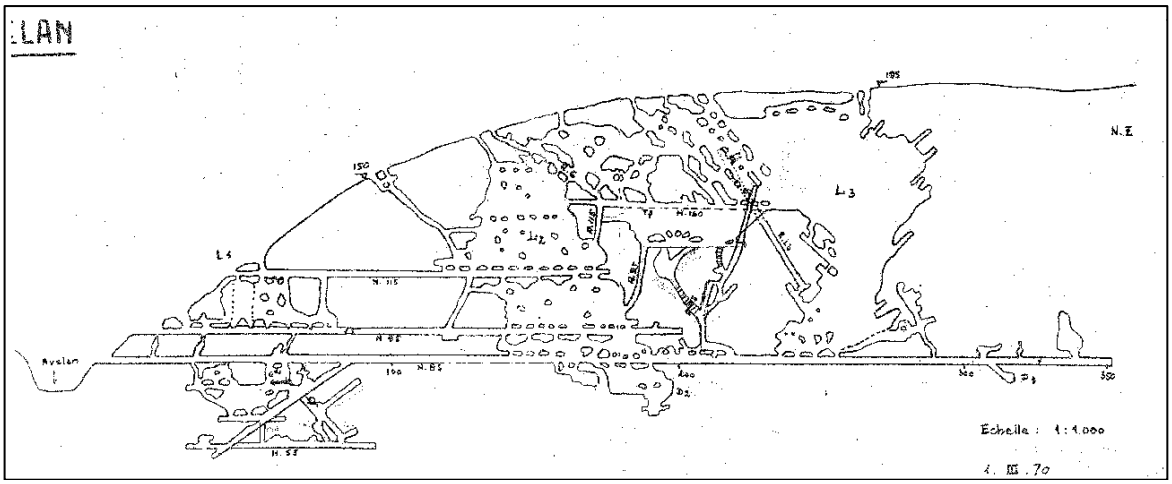


Figure 72 : Site de l'Avellan - Coupe longitudinale du filon (1970)

4.3.7 Les ouvrages miniers débouchant au jour

Il y avait trois types d'orifices débouchant au jour sur le filon exploité de l'Avellan :

- les galeries (188, 189) ;
- les ouvertures de dépilages (190, 191) ;
- les cheminées dans la partie supérieure du filon (192 à 197).

Les orifices débouchant au jour ont été partiellement mise en sécurité en 2005.

Les entrées de galeries minières situés à flanc de la montagne sont fermées et en sécurité (188 et 189).

L'ouverture de dépilage 191 avait -selon le rapport Mica environnement n° 5-394, p. 19- été obturée par un mur de béton de 1 m d'épaisseur. Le mur a été destructuré.

Les cheminées et têtes de dépilage ouvertes situées sur la crête (193 à 197) sont enceintes par une ceinture grillagée aujourd'hui intacte.

620 m à l'est des travaux principaux de l'Avellan, en bordure du chemin et du ruisseau, deux petites galeries de reconnaissance (186 et 187) ont été ouvertes. Elles ont été effondrées en 2005.

Num SIG	Nom ouvrage	Visible	Incertitude position	État tête	Observations	X_lamb_93	Y_lamb_93
186	Galerie av1	non	10			1006019	6275473
187	Galerie av2	non	10			1006016	6275486
188	Galerie av3	non	10			1005422	6275637
189	Galerie av4	oui	10			1005423	6275657
190	Galerie av6	oui	10			1005429	6275688
192	Galerie av8	non	10		Cheminée de dépilage	1005439	6275755
193	Galerie av9	oui	10	ouvert	Cheminée de dépilage	1005469	6275796
194	Galerie av10	oui	10	ouvert	Cheminée de dépilage	1005495	6275817
195	Galerie av11	oui	10	ouvert	Cheminée de dépilage	1005509	6275835
196	Galerie av12	oui	10	ouvert	Cheminée de dépilage	1005524	6275844
197	Galerie av13	oui	10	ouvert	Cheminée de dépilage	1005566	6275858
191	Cheminée de dépilage	oui	10		Cimenté puis rouvert	1005434	6275694

Tableau 23 : PEX de l'Avellan - Liste des ouvrages débouchant au jour

4.3.8 Les dépôts résiduels de surface

Une verse constituée de blocs parfois pluri décimétriques s'épanche sous l'entrée de dépilages 190 jusqu'au ruisseau. La pente est forte à très forte à ce niveau et un chemin de randonné traverse dans sa largeur cette verse. Des blocs peuvent facilement s'ébouler sur le chemin.

ID SIG	Sources information	Visible	Observations	X_lamb_93	Y_lamb_93
407	Orthophotoplan	oui	La verse est traversée par le chemin de randonnée	1005434	6275662

Tableau 24 : PEX de l'Avellan - Liste des dépôts résiduels de surface

4.3.9 Les vestiges miniers

Deux vestiges d'ouvrages miniers de surface sont encore présents sur le site :

- des vestiges de trémies de chargement (405) situées en bordure du chemin de randonnée ;
- un soubassement de construction provisoire, situé en bordure de la piste de Marre Trache (406).

Num SIG	Nom ouvrage	Visible	Incertitude position	État tête	Observations	X_lamb_93	Y_lamb_93
405	Trémie de chargement	oui	10			1005373	6275611
406	Plateforme cimentée	oui	10			1005289	6275660

Tableau 25 : PEX de l'Avellan - Liste des bâtiments de surface

4.3.10 Les désordres

Un petit effondrement localisé D16 s'est formé récemment au pied de l'entrée de dépilage 190 (mis en sécurité par remblaiement en 2004). Le dépilage avait été remblayé en 2004, mais le matériel s'est en partie effondré dans les vides sous-jacents ménageant actuellement un orifice pénétrable qui donne accès aux travaux souterrains.

Un autre petit fontis D15 est également à signaler au pied des déblais, il est également pénétrable.

Au niveau de la partie haute de la colline, deux petites excavations (D17 et D18) ont été creusées par des chercheurs de minéraux en surface du filon.

Num SIG	Nom désordre	Identification terrain	État	Observation	X_lamb_93	Y_lamb_93
D15	Effondrement localisé	oui	Ouvert	Récent,	1005441	6275654
D16	Effondrement localisé	oui	Ouvert		1005430	6275686
D17	Excavation anthropique	oui	Ouvert		1005442	6275762
D18	Excavation anthropique	oui	Ouvert		1005452	6275778

Tableau 26 : PEX de l'Avellan - Liste des désordres d'origine minière

4.4 Le PEX des Trois Vallons

Deux sites miniers sont connus dans l'emprise de ce PEX :

- le site des Trois Vallons qui a exploité un filon de fluorine ;
- le site du Planestel (qui sera étudié dans le cadre du PER de Planestel (§ 4.7).

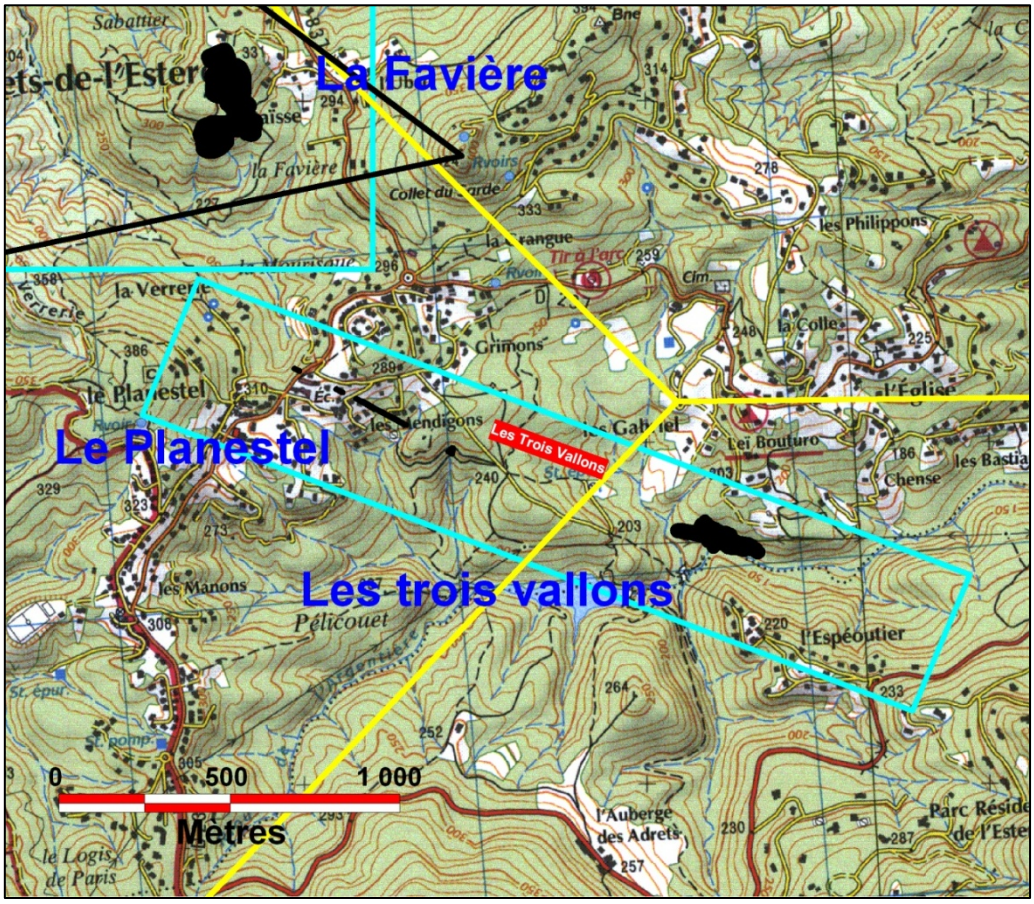


Figure 73 : Situation géographique du PEX

On accède à la mine de Saint-Jean-de-l'Estérel, située au fond du ravin de l'Argentière, soit en rive gauche par la garrigue, momentanément débroussée par les chasseurs, soit par un chemin piétonnier débutant à proximité de la station d'épuration des Adrets de l'Estérel, soit encore en rive droite par une piste partant du pont de l'Estérel sur la nationale 7. La mine est située en rive gauche du ravin ; un pont permet de franchir le ruisseau.

4.4.1 Situation administrative

Substance concernée : Fluorine.
Situation administrative du PEX : périmé.

4.4.2 Historique du PEX

L'exploitation dans l'emprise de ce titre minier a débuté sous le régime des carrières souterraines en 1926.

Le premier titre minier accordé dans le secteur fut le PER du Vallon de l'Argentière accordé pour trois ans par décret du 20 septembre 1971.

LE PEX des Trois Vallons a été accordé pour cinq ans à l'intérieur du PER du Vallon de l'Argentière, par arrêté du 20 mai 1976.

Le titre minier a été abandonné fin 1977 du fait de l'appauvrissement du gisement et à cause de la mauvaise tenue des épontes en profondeur.

Les puits et les effondrements du site des Trois Vallons ont été remblayés en 2004 par Mica Environnement.

Le titre minier est actuellement périmé.

4.4.3 Cadre géologique

On est situé au niveau d'un contact par faille entre les grès et les conglomérats du permien. Les gneiss et microgranite sont injectés de dolérites permiennes.

Le filon, est encaissé dans les gneiss micacé à deux micas (en orange sur la carte géologique) est orienté N 100° avec un pendage de 65 à 90° vers le nord. Sa puissance varie de 10 cm à 4 m.

La fluorine est accompagnée de barytine et de quelques mouches de sulfures.

Les accidents sont principalement orientés NW-SE.

Les travaux situés sous le niveau hydrostatique du ruisseau sont ennoyés.

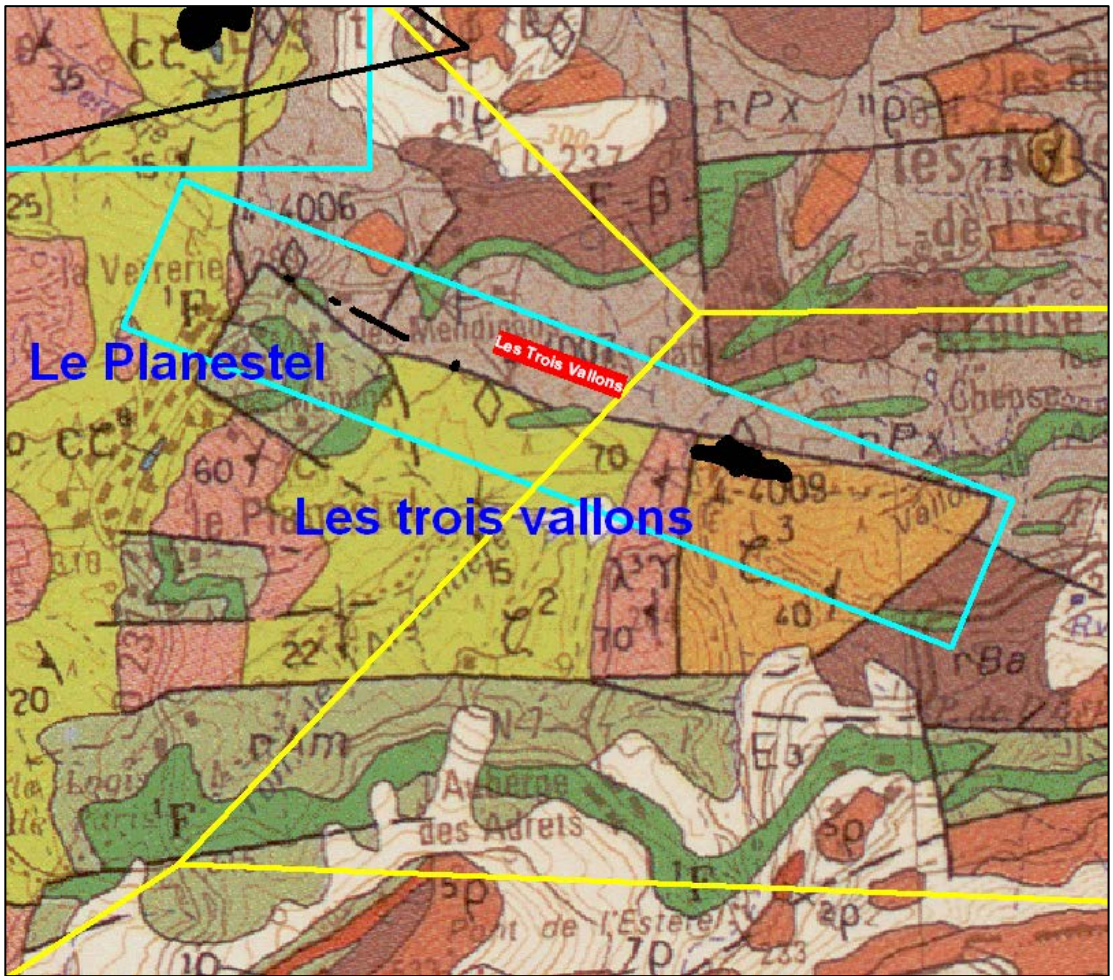


Figure 74 : Situation géologique du PEX

4.4.4 Les travaux miniers

4.4.4.1 Le site des Trois Vallons

Ils se situent au pied d'une colline très pentée, à quelques mètres du ruisseau de l'Argentière.

Le filon a été reconnu sur plus de 210 m d'extension et exploité très sporadiquement par travaux souterrains d'extensions très variables jusqu'en 1963.

Entre 1972 et 1977, il a été exploité plus intensivement.

La profondeur maximale des travaux serait de 90 m.

Six niveaux ont été tracés :

- un niveau 1 (-15 m) sur environ 150 m de longueur ;
- un niveau 2 (-22 m) sur 35 m ;
- un niveau 3 (-30 m) sur 25 m ;
- un niveau 4 (-45 m) sur 185 m
- un niveau 5 (-60 m) sur environ 100 m ;
- un niveau 6.

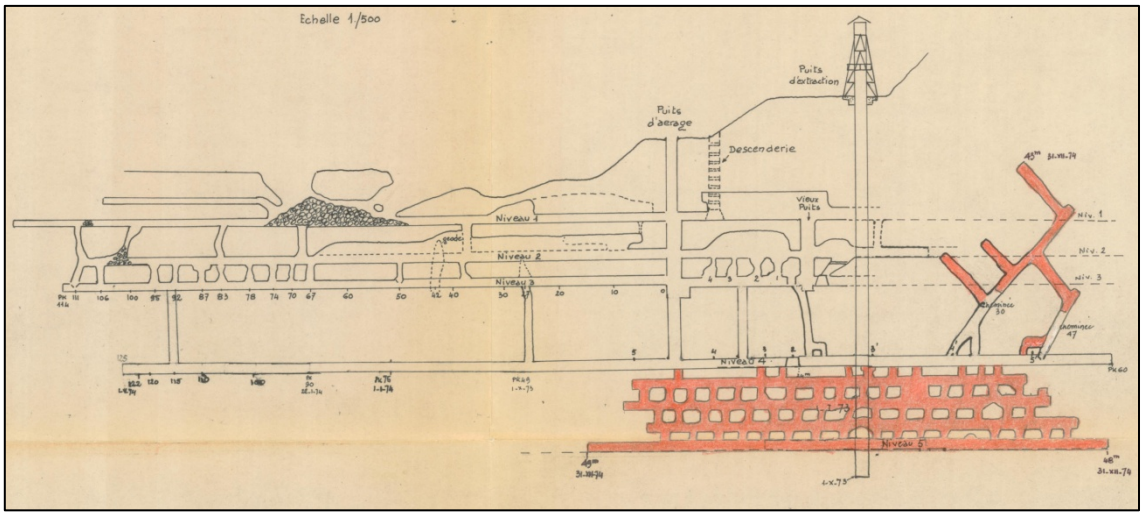


Figure 75 : Site des Trois Vallons - Coupe à 1/500 des travaux miniers souterrains
(en rouge les travaux exécutés en 1974)

4.4.5 Méthode d'exploitation

Sur le site des Trois Vallons, l'exploitation souterraine se faisait par dépilage de chambres avec des niveaux de roulage tous les 5, 15 et 25 m d'intervalle. La méthode était celle des chambres pleines chassantes avec soutirage et stots au-dessus de la galerie de roulage et abandon des zones barytées ou siliceuses.

4.4.6 Production

On peut estimer à 40 000 t la production minière de spath fluor des Trois Vallons :

Année	Tonnage CaF2
1972	1 771
1973	3 033
1974	5 910
1975	8 045
1976	9 501
1977	10 096
Total	38 350

Tableau 27 : Site des Trois Vallons - Production de fluorine entre 1972 et 1977

4.4.7 Les plans miniers

Plusieurs plans miniers ont été retrouvés dans les DREALs de Toulon et de Marseille.

Le plus récent retrouvé date de 1977, il inclut les derniers travaux profonds de cette époque, mais il est de mauvaise qualité. Les plans de juillet 1973 et de décembre 1974 montrent les travaux des niveaux 1, 2, 3 et 4 de cette époque. Le tracé des niveaux 5 et 6 sont à prendre sur le plan de 1977.

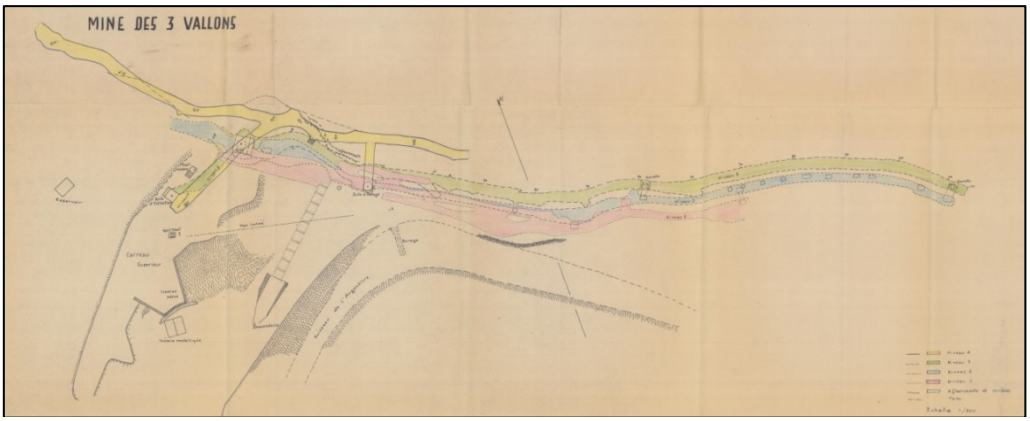


Figure 76 : Site des Trois Vallons - Plan minier à 1/500 des travaux en juillet 1973

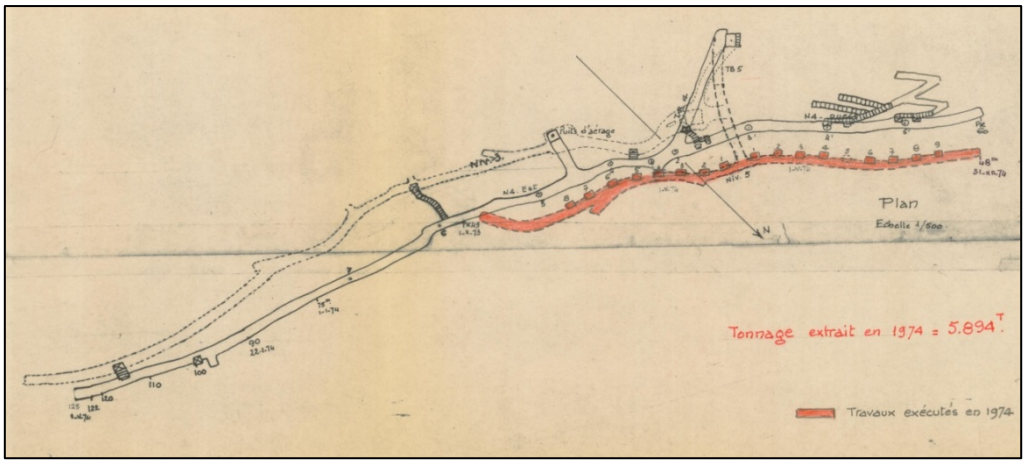


Figure 77 : Site des Trois Vallons - Plan minier à 1/500 de juin 1974

Les trois plans ont d'abord été géoréférencés à partir de deux points connus : le puits d'extraction et le puits d'aérage, mais il y a une incohérence de 10 m entre la distance mesurée sur le plan au 1/200 et leur distance mesurée à partir des coordonnées de Mica environnement. La longueur des travaux sur le plan ainsi que la position du réservoir vu sur le terrain ont également été prises en compte pour le géoréférencement. Globalement, le plan de 1973 présente une incertitude inférieure de 10 m. Le plan de 1977 a ensuite été plaqué sur le plan précédent avec une incertitude maximale de 2 m. Nous retiendrons une incertitude globale de 15 m pour la représentation des travaux du site des Trois Vallons.

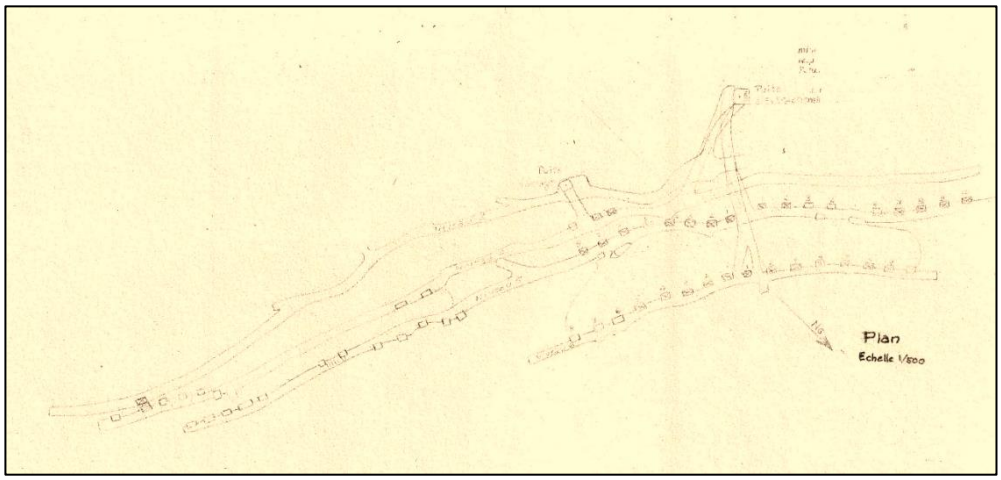


Figure 78 : Site des Trois Vallons - Plan minier à 1/500 de décembre 1977

4.4.8 Les ouvrages miniers débouchant au jour

Les deux puits principaux (161 et 181) ont été mis en sécurité et leur emplacement n'est plus visible avec précision sur le terrain.

Le puits d'extraction 161 était couvert d'une dalle de 3,60 m par 2,40 m. Mais un effondrement en bordure a nécessité une nouvelle mise en sécurité en 2004 par simple remblayage. Il n'est plus repérable actuellement.

Le puits d'aérage 181 était couvert par une dalle de 2,3 par 2 m, sa profondeur était de 40 m avant 2004. Il a été remblayé à nouveau en 2004 avec des dépôts de haldes.

Plus rien n'est visible actuellement.

Une descenderie 356 a été remblayée par des haldes en 2004.

Par contre, actuellement, plusieurs têtes de dépilages sont ouvertes. Sur la partie est, les têtes de dépilages 350 et 351 sont très semblables, elles sont ouvertes, une partie de la couronne de dépilage s'est également effondrée récemment (D11). Les travaux miniers sont ennoyés.

Sur l'extrémité ouest du filon, quatre ouvertures de galeries et/ou cheminées sont reliées à la partie supérieure du filon. Les entrées 398-397-396 sont encore ouvertes et l'entrée 395 est éboulée. Le filon est à ce niveau de très faible puissance et n'a probablement pas été exploité sur une partie importante.

Num SIG	Nom ouvrage	Visible	Incertitude position	État tête	Observations	X_lamb_93	Y_lamb_93
181	Puits	non	15			1009778	6276734
172	Puits	non	15			1009750	6276738
163	Galerie	non	15			1009790	6276740
350	Cheminée de dépilage	oui	10	Ouvert	En partie noyée,	1009849	6276717
351	Cheminée de dépilage	oui	10	Ouvert		1009828	6276721
353	MCO	oui	10		Pas accessible à cause de la végétation	1009732	6276761
354	Dépilage	oui	10			1009822	6276727
355	Tête de dépilage	oui	10			1009846	6276717
356	Descenderie	non	15			1009761	6276723
395	Galerie	oui	10			1009669	6276765
396	Galerie	oui	10			1009696	6276763
397	Galerie	oui	10	Ouvert		1009707	6276766
398	Galerie	oui	10	Ouvert		1009715	6276768
399	Réservoir	oui	10			1009727	6276751

Tableau 28 : PEX des Trois Vallons - Liste des ouvrages miniers débouchant au jour

4.4.9 Les dépôts résiduels de surface

La zone de halde principale (603) est située au niveau de l'ancien carreau de mine. Elle a été aplanie. Une autre est située du milieu du gîte (352). Elle a une vingtaine de mètres de hauteur et repose directement dans le lit du ruisseau. Une partie des matériaux est emporté lors de chaque crue.

ID SIG	Sources information	Visible	Observations	X_lamb_93	Y_lamb_93
352	GPS+Orthophotoplan	oui		1009797	6276731
400	GPS	oui		1009669	6276758
603		oui		1009741	6276728

Tableau 29 : PEX des Trois Vallons - Liste des dépôts résiduels de surface

4.4.10 Les désordres

Ils ont été et restent nombreux sur ce site minier. Il s'agit d'effondrements localisés situés soient sur les têtes de puits soit sur les cheminées ou les têtes de dépilage.

En 1985, le puits d'extraction 172 a débourré, laissant un trou béant d'une dizaine de mètres de diamètre en bordure de la dalle. Il a été remblayé en 2004 et la dalle déversée dans le puits. Il est identifié D9 sur la carte. Son emplacement n'est plus discernable sur le terrain avec certitude. Également, un petit fontis D14 est encore visible dans la zone de haldes.

Un fontis D10 avait un diamètre de 6 m et une profondeur de 6 m, il jouxtait le puits d'aérage 181. Ils ont tous deux été remblayés en 2004 et la surface nivelée.

Actuellement, plusieurs nouveaux désordres ont été identifiés lors de l'inspection de terrain.

Sur la cheminée de dépilage 350, une partie de la couronne de dépilage s'est effondrée récemment (D11).

Près du puits d'aérage 160, cinq petits fontis (D12) sont concentrés dans une surface de 20 m^2. Toute la zone est susceptible de s'effondrer dans les chambres dépilées sous-jacentes.

La partie ouest du filon est située dans un vaste roncier, non accessible, empêchant l'observation d'éventuels désordres.

En suivant l'allongement du filon vers son extrémité est, un important fontis (D13) est masqué par la garrigue, il était encore actif lors de notre passage. C'est en fait le toit de la chambre qui s'est effondré. Le défruitement a été réalisé à moins de 5 m de profondeur à ce niveau. Cette observation met en évidence le très fort risque d'effondrement localisé sur tous les dépilages proches de la surface de ce filon et plus particulièrement dans sa partie orientale.

Num SIG	Nom désordre	Identification terrain	État	Observation	X_lamb_93	Y_lamb_93
D9/SJE1	Effondrement localisé	non	Remblayé avec haldes	Situé sur le carreau, sous ancienne dalle béton. Réalisé en 2004	1009750	6276738
D10/SJE4	Effondrement localisé	non	Remblayé avec haldes	Zone nivelée en plateforme. Réalisé en 2004	1009777	6276736
D13	Effondrement localisé	oui	Ouvert		1009876	6276712
D12	groupe de 5 fontis	oui	Ouvert	5 petits fontis groupés de 1 à 3m de diamètres	1009783	6276739
D14	Effondrement localisé	oui	Ouvert dans roncier		1009748	6276746
D11	Effondrement localisé	oui	Effondrement de la couronne de dépilage	Récent	1009848	6276716

Tableau 30 : PEX des Trois Vallons - Liste des désordres d'origine minière

4.5 Le PEX de Saint-Jean-de-l'Estérel

Le gisement, lui, est connu bien davantage sous le nom de « Filon des Trois Termes », « du Marsaou », ou encore « du Col des Trois Termes ». Nous appellerons ce site minier « Site des Trois Termes ».

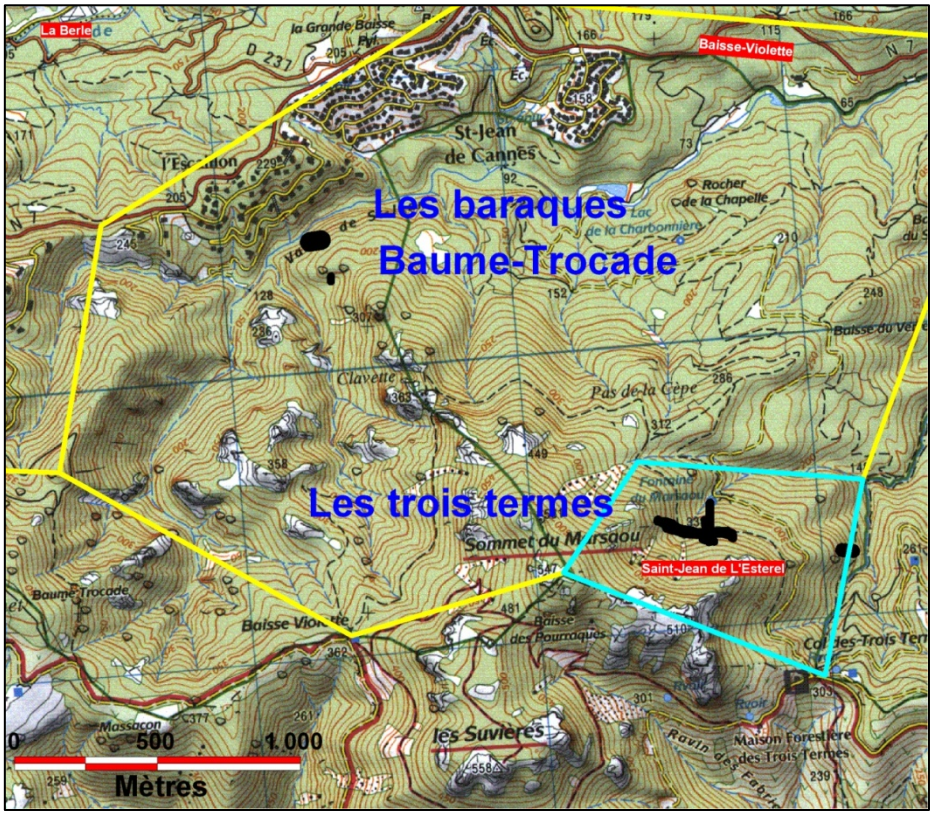


Figure 79 : Situation géographique du PEX

4.5.1 Situation administrative

Substance exploitée : Fluorine.
Situation administrative du PEX : Périmé.

4.5.2 Historique du PEX

Une première tranchée a été creusée par Louis Tallet en 1928 et 1929 sous le régime des carrières.

Les travaux d'extraction ont ensuite été repris par la Société d'Électrochimie, Électrométallurgie et Aciéries Électriques d'UGINE (déclaration d'ouverture de carrière le 15 février 1930). L'exploitation s'est arrêtée le 1er septembre 1931.

Le Permis d'Exploitation a été accordé à la Société Anonyme de Participations de Portefeuille et de Recherches (PAPOREC) par Arrêté Ministériel du 23 février 1963.

Le PEX fut prolongé jusqu'au 4 mars 1973 par arrêté du 11 octobre 1968.

Il fut amodié à la Compagnie Financière et Minière (COFIMINE) par arrêté du 27 avril 1970 publié au J.O. du 6 mai 1970.

Un PER dit des Trois Termes a été sollicité le 20 août 1973 par René-Jean ANTONIOLI. La demande de la Ste des Mines de Garrot, la seule retenue par l'administration, a été retirée le 20 juin 1977.

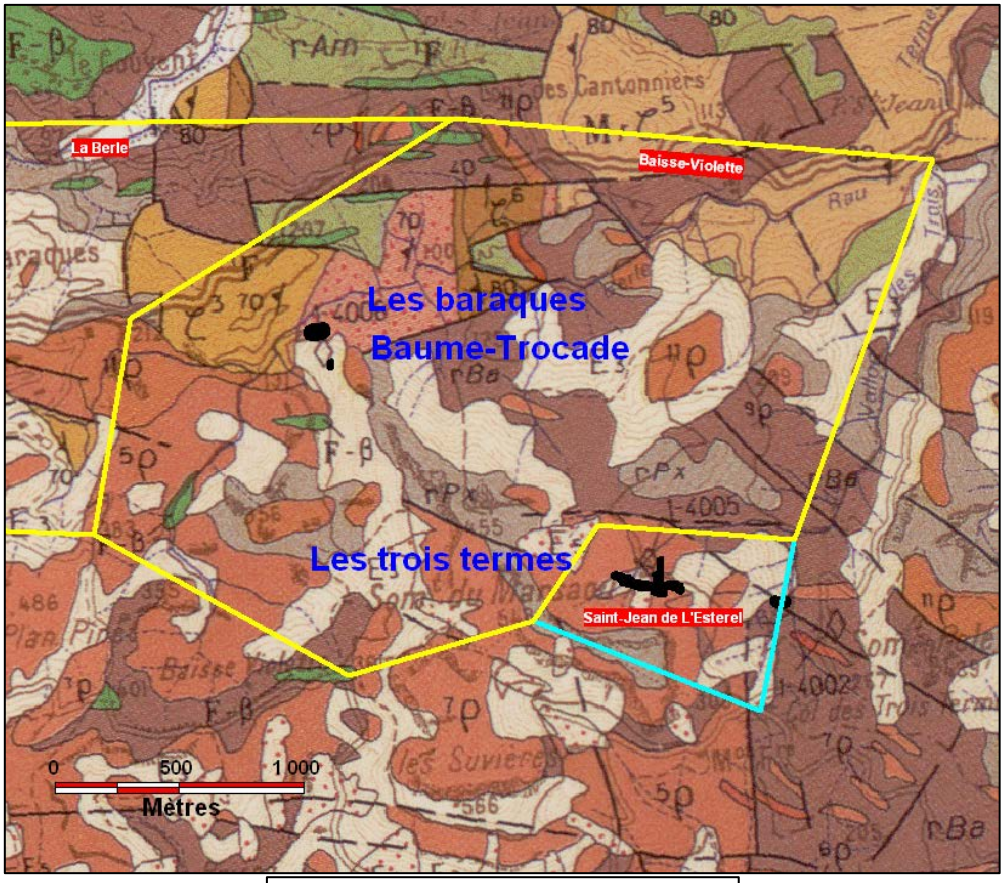
Le permis est actuellement périmé.

4.5.3 Cadre géologique

Le gisement est situé en bordure de la dislocation W.NW-E.SE de Théoule-le-Planestel qui sépare ici les rhyolites des pyromérides permiennes de l'Estérel. Le gîte est encaissé dans les rhyolites.

Le filon est orienté W.NW-E.SE. Son pendage moyen est de 80° S. Sa puissance de 80 cm à 1,20 m. Le filon a été reconnu sur 350 m de long et 120 m de hauteur.

Le remplissage est essentiellement constitué de fluorine très pure avec un peu de quartz et d'argile. Il n'y a ni barytine, ni sulfures.



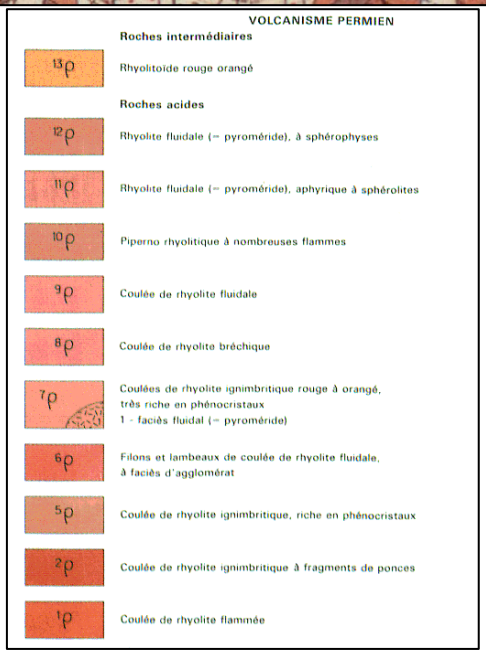


Figure 80 : Situation géologique du PEX

4.5.4 Les travaux miniers

L'exploitation s'est déroulée entre 1963 et 1973.

Les travaux principaux se sont développés d'est en ouest sur trois niveaux principaux : 431 m NGF, 400 m NGF et 368 m NGF sur une distance de 320 m environ. L'accès se faisant par un travers-banc nord-sud de 112 m de longueur (ouvrage n° 370).

Trois autres galeries de reconnaissance de 6, 10 et 15 m auraient été creusées de l'autre côté du ruisseau.

Au total, il aura été tracé 1 670 m de galerie dont 400 m en dépilage.

Plus à l'est, à environ 100 m dans le vallon des Trois Termes, au lieu-dit « Œufs de Houc », une galerie de reconnaissance (373) d'une quarantaine de mètres a été creusée.

Hors permis, mais inclus dans le domaine, quatre galeries et trois cheminées seraient situées au lieu-dit « les Trois Ponts ». Ces travaux n'ont pas été repérés, il semblerait que qu'ils se trouvent dans le permis de Baisse Violette accordé à la Société Paporec le 5 décembre 1964, non renouvelé en 1967.

En 1975, les entrées de galerie auraient été obturées par des remblais. Les dépilages et les trois cheminées auraient été remblayées et l'entrée du travers-banc maçonné.

Actuellement, il apparaît que la cheminée 374 est encore ouverte, ainsi que l'accès aux chambres de dépilage au niveau de la galerie 372.

4.5.5 Méthode d'exploitation

Le minerai était exploité par chambres de dépilage, puis déversé dans des cheminées pour être ensuite roulé jusqu'au carreau.

Une laverie très moderne a été construite au Muy. Le minerai était acheminé par camions.

Le minerai était vendu pour moitié en France et à l'étranger.

Le gite pourrait avoir fourni de l'ordre de 45 000 t de minerai à 50 % de CaF^2.

4.5.6 Les plans miniers

Les plans miniers d'exploitation à 1/500 ont été retrouvés.

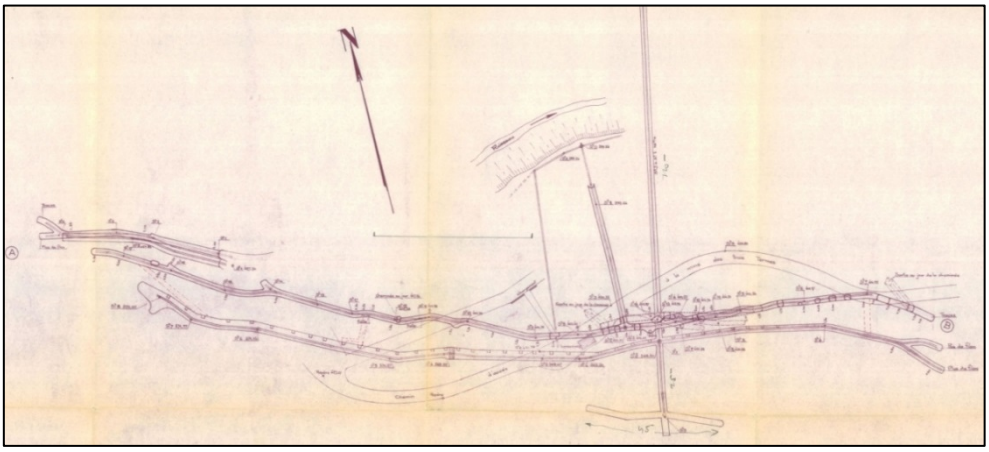


Figure 81 : Sites des Trois Termes - Plan des travaux miniers à 1/500

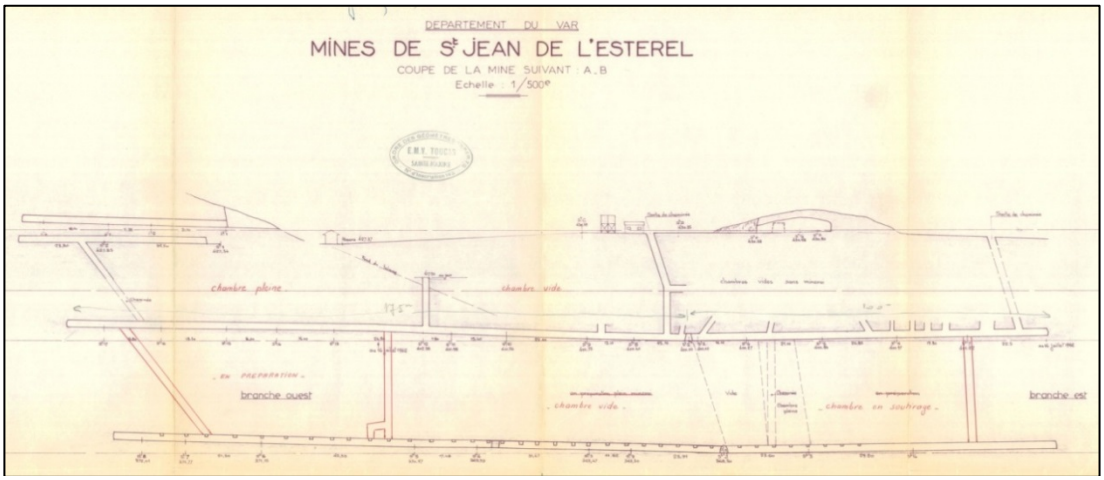


Figure 82 : Site des Trois Termes - Coupe A-B des travaux miniers à 1/500

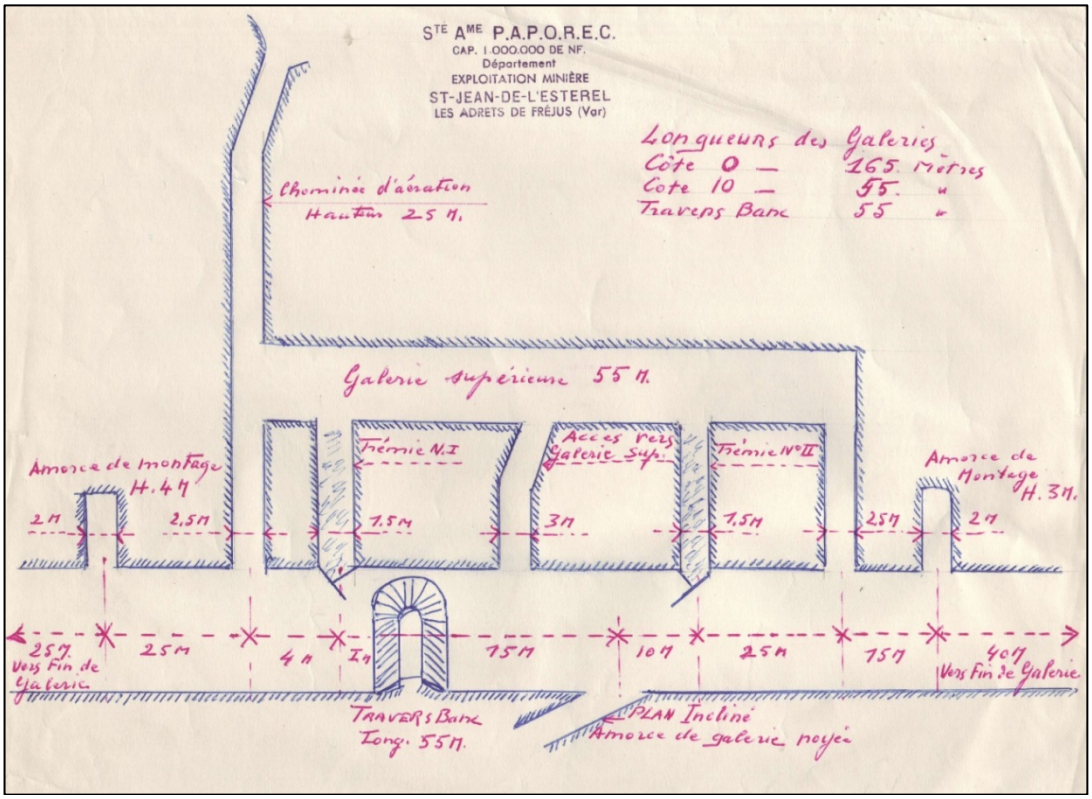


Figure 83 : Site des Trois Termes - Coupe des travaux souterrains

Le plan minier a 1/500 a été calé à partir des entrées de galeries et de cheminées qui ont été vues et mesurées au GPS sur le terrain. La cohérence entre les points est bonne et l'incertitude de géoréférencement estimée à 10 m.

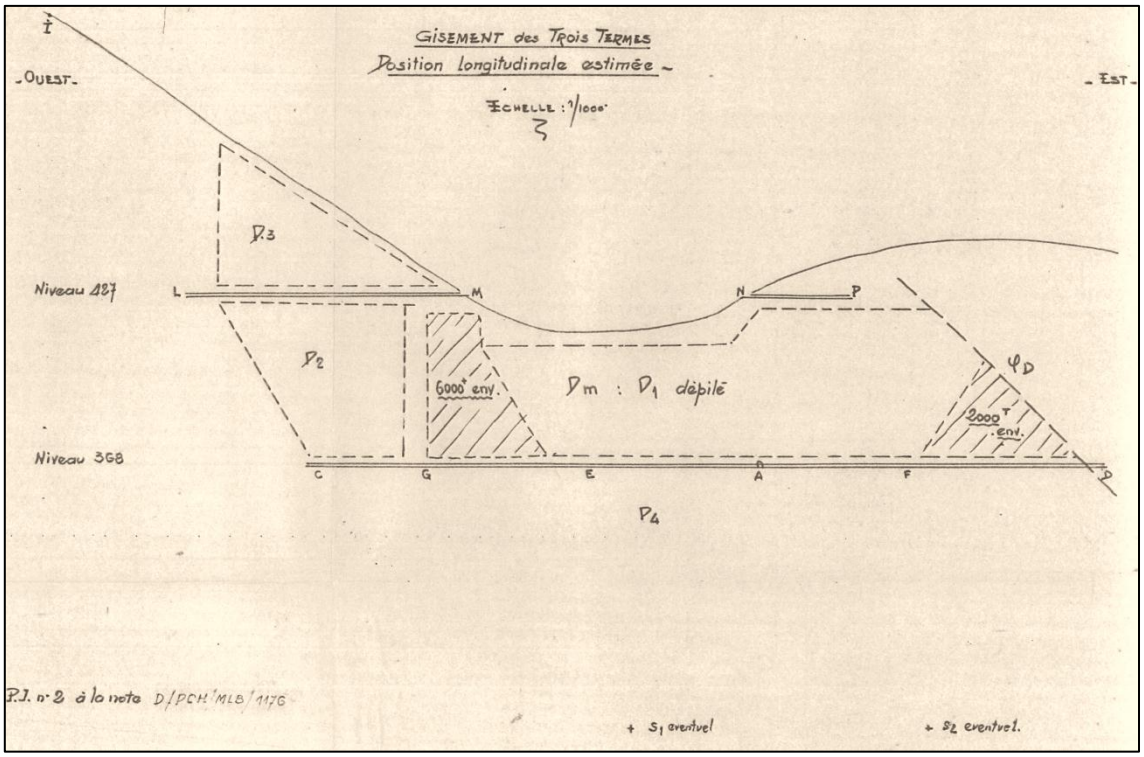


Figure 84 : Site des Trois Termes - Coupe longitudinale du gisement

4.5.7 Les ouvrages miniers débouchant au jour

La MCO 453 a exploité la tête du filon sur 80 m de longueur. La largeur est de 15 à 20 m. La sole n'a pas été remodelée et l'on aperçoit entre autres une tête de dépilage ouverte (n° 375) d'au moins 5 m de profondeur.

En bordure du chemin, un puits d'aérage (n° 374) est ouvert sur au moins 30 m de profondeur. Des ordures ont été jetées dans l'orifice.

Une tête de dépilage n° 372 est ouverte avec une profondeur dépassant 30 m. Un roncier évite son accès direct. L'entrée n° 467 attenante et lue sur le plan minier n'est plus visible.

L'entrée du travers-banc n° 370 est difficilement approchable, car l'orifice est également situé dans un roncier. L'entrée est très probablement ouverte comme les autres ouvrages. Une petite émergence s'en échappe.

L'entrée du travers-banc n° 469 n'a pas été retrouvée.

La galerie de recherche 373 située plus à l'est n'a pas été recherchée à cause de l'abondance de la végétation.

Num SIG	Nom ouvrage	Visible	Incertitude position	État tête	Observations	X_lamb_93	Y_lamb_93
370	Galerie	oui	10			1013751	6275386
372	Tête de dépilage	oui	10	Ouvert		1013621	6275311
373	Galerie	non	40			1014249	6275213
374	Puits d'aérage	oui	10	Ouvert		1013728	6275288
375	Tête de dépilage	oui	10	Ouvert		1013774	6275285
453	MCO	oui	10			1013802	6275279
454	Plateforme béton	oui	5			1013753	6275431
467	Galerie	non	5			1013621	6275313
468	Cheminée d'aérage	non	5			1013817	6275290
469	Travers-banc	non	10			1013732	6275326

Tableau 31 : PEX de Saint-Jean-de-l'Estérel - Liste des ouvrages débouchant au jour

4.5.8 Les dépôts résiduels de surface

Une petite verse 455 est située en bordure du chemin inférieur directement sous la plateforme en béton 454.

ID SIG	Sources information	Visible	Observations	X_lamb_93	Y_lamb_93
455		oui		1013759	6275414

Tableau 32 : PEX de Saint-Jean-de-l'Estérel - Liste des dépôts résiduels de surface

4.5.9 Les désordres

Deux fontis D22 et D23 sont alignés sur la partie centrale du gisement. D22 a un diamètre de 10 x 6 m sur une profondeur de 3 m et D23 un diamètre de 5 m et une profondeur de 2 m. Des chutes de blocs sont également à signaler au niveau de la falaise de la MCO 453.

Num SIG	Nom désordre	Identification terrain	État	Observation	X_lamb_93	Y_lamb_93
D22	Effondrement localisé	oui	Ouvert	situé dans le lit du ruisseau	1013667	6275290
D23	Effondrement localisé	oui		5 m de diamètre, profondeur 2 m.	1013694	6275286

Tableau 33 : PEX de Saint-Jean-de-l'Estérel - Liste des désordres d'origine minière

4.6 Les PER de La Berle et de Baisse-Violette

Ces deux permis de recherche concernaient deux filons à fluorine (ou sites miniers) :

- le filon de Baume-Trocade (PER de Baisse-Violette) ;
- le filon des Baraques (PER de la Berle).

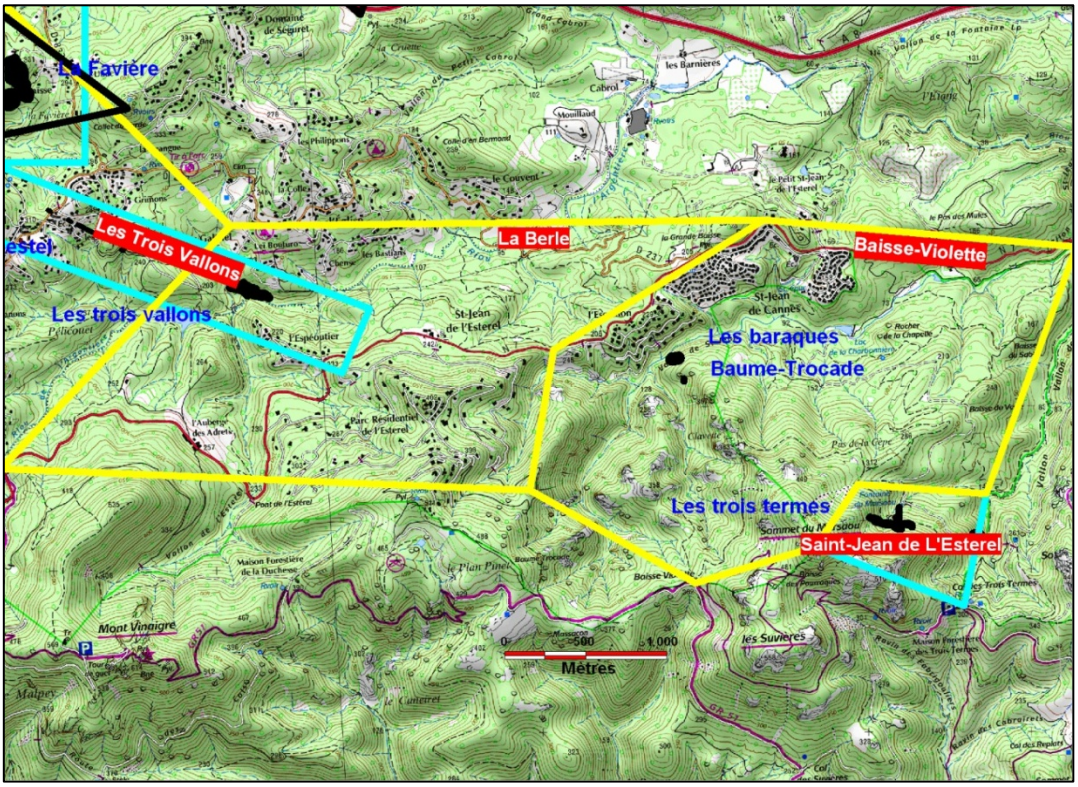


Figure 85 : Situation géographique des PER

4.6.1 Situation administrative

Substance : Fluorine et substances connexes.

Situation administrative des titres miniers : expiré.

4.6.2 Historique des titres miniers

En aout 1947, l'entreprise DECOMBES et Cie (dirigés par M. Desvoy) débute des recherches par galerie au quartier les Baraques. Également, deux galeries ont été creusées sur le site de Saint-Jean-la Berle (Baume-Trocade).

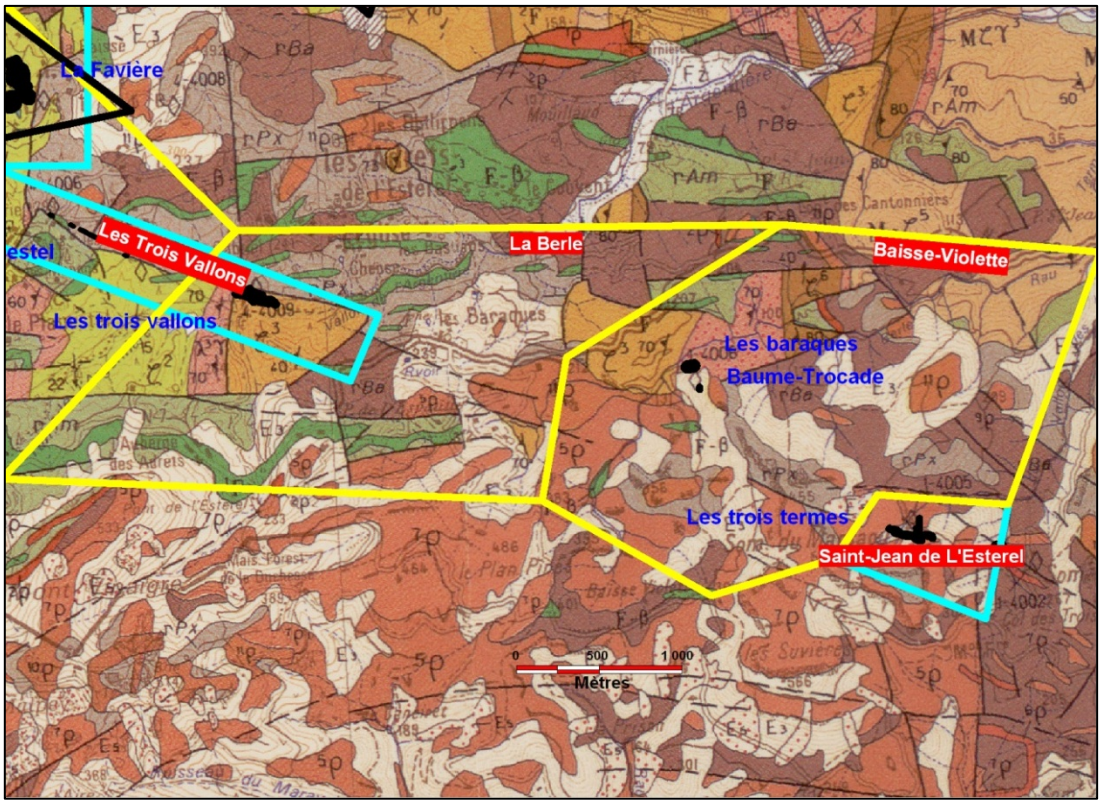


Figure 86 : Situation géologique des PER

Le filon de Baume-Trocade était déjà connu avant la prospection du C.E.A. mais en tant que gite fluoré. La mission qui débuta en novembre 1955 s'intéressa davantage à l'uranium.

De nouvelles recherches sont attaquées par la SEEMI qui demande le 16 octobre 1963 un permis exclusif de recherche de fluorine et de substances connexes sur une superficie de 12 km^2.

Le permis de recherche de la Berle est accordé par décret du 5 décembre 1964 (J.O. du 11/12/1964), mais sa superficie est de seulement 4,7 km^2.

En 1963, la Société anonyme de Participations, Portefeuilles et Recherches (PAPOREC) a exécuté quelques travaux de recherche sur un autre filon. On lui accorde le permis exclusif de recherche de Baisse-Violette qui comprend le site de Baume-Trocade, prolongement est de son permis d'exploitation de Saint-Jean-de-l'Estérel.

4.6.3 Les travaux miniers

4.6.3.1 Site de Baume-Trocade (filon violet)

Ce petit filon, situé à 500 m au sud et en contrebas de la Nationale 7 (Estérel), a fait l'objet de quelques travaux de reconnaissance peu poussés et inaccessibles aujourd'hui.

Il est situé à l'intérieur de la grande faille Théoule-Le Planestel, à 250 m à l'est du point où elle recoupe la rivière de la Berle. À cet endroit, cet accident a un tracé complexe et comprend plusieurs branches se relayant l'une l'autre.

Le filon est peu puissant et mesure 50 cm de largeur moyenne ; il a été reconnu sur moins de 100 m et n'affleure qu'occasionnellement. Il occupe une partie de la caisse filonienne de la faille nord, entre le socle et la pyroméride. Sa direction est celle de la faille, c'est-à-dire est-ouest, son pendage est subhorizontal.

La minéralisation est constituée par de la fluorine massive, finement cristallisée, de couleur violet foncé. La structure est bréchique et la fluorine emballe de nombreux éléments, arrondis ou anguleux, de toutes les roches encaissantes : gneiss du socle, conglomérats et dolérite du Permien inférieur, pyroméride et tufs du Permien supérieur.

4.6.3.2 Site des Baraques

Une galerie de recherche aurait été ouverte en 1947 sur le lieu-dit les Baraques. Le filon est encaissé dans les gneiss. Un travers-banc de 40 m de long avait recoupé le filon qui présentait une puissance de 40 cm. Aucun tonnage n'avait été reconnu. L'emplacement de cette galerie n'a pas été retrouvé, elle n'est pas localisée non plus dans la BSS.

4.6.4 Les plans miniers

Aucun plan minier n'a été retrouvé sur ces deux sites miniers.

4.6.5 Les ouvrages miniers débouchant au jour

L'entrée de la galerie de la Berle (n° 198) a été retrouvée. L'orifice est ouvert.

Num SIG	Nom ouvrage	Visible	Incertitude position	Observations	X_lamb_93	Y_lamb_93
198	Galerie de La Berle	oui	10	Ouverte	1012437	6276170
495	Galerie	?	40	Non retrouvée	1012365	6276310
496	Galerie	?	40	Non retrouvée	1012403	6276315

Tableau 34 : PER de La Berle et Baisse-Violette - Liste des ouvrages débouchant au jour

4.6.6 Les désordres

Aucun désordre ne nous a été signalé par la mairie de Fréjus.

4.7 Le PER de Planestel

Ce permis de recherche comprend deux sites miniers :

- le Planestel ;
- Maraval en versant occidental, c'est un filon double connu aussi sous le nom de site de « Mare Trache ».

Le site minier du Planestel est également appelé « les Mendigons » ou « la mine des Adrets ». Il est localisé au milieu des habitations du village des Adrets-de-l'Esterel. À ce niveau, l'habitat est résidentiel sur une topographie relativement pentue.

Le site de Maraval est situé 2,3 km plus au nord-ouest dans le vallon de Maraval en pleine garrigue.

Les deux sites ont exploité des filons fluorés pratiquement exempts de sulfures.

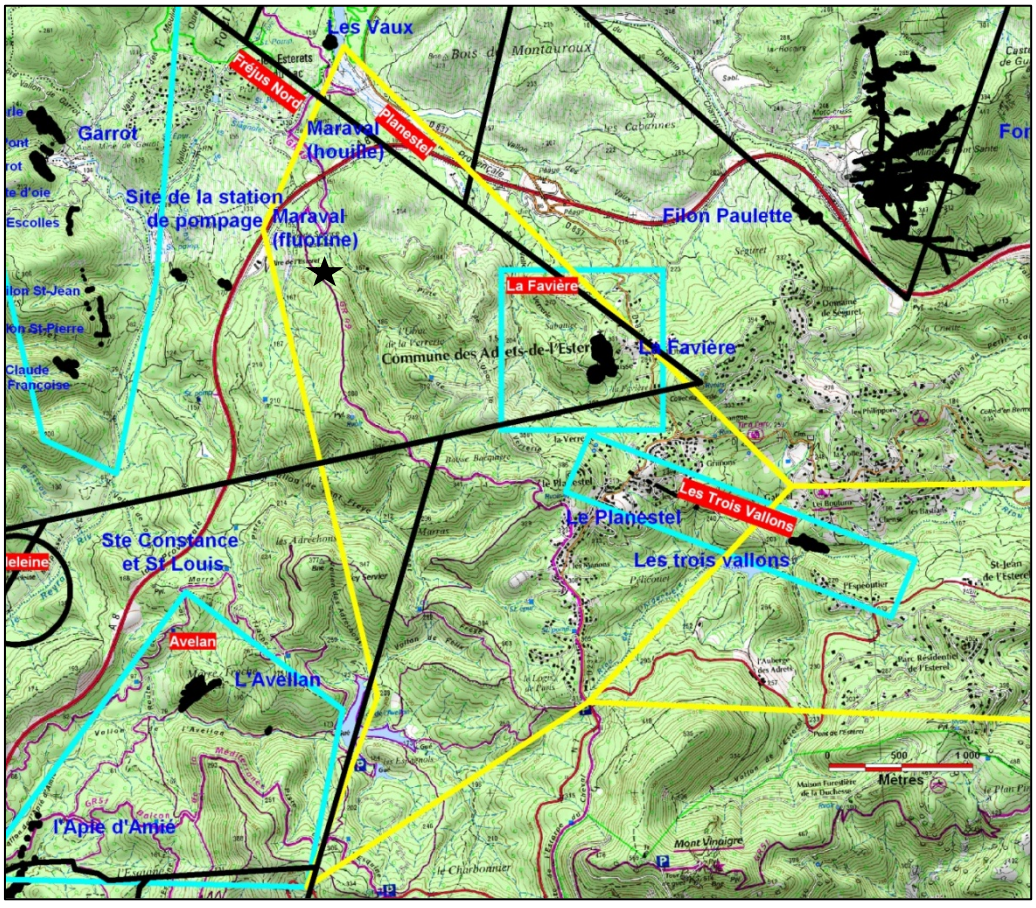


Figure 87 : Situation géographique du PER

4.7.1 Situation administrative

Substance concernée : Fluorine, plomb, zinc et substances connexes.
Situation administrative du permis : périmé.

4.7.2 Historique du titre minier

Le permis exclusif de recherche a été accordé pour trois ans par décret le 12 juin 1963 à M. Antonioli malgré une demande en concurrence de SIMFLUOR pour un permis dit de la Madeleine.

M. Antonioli demande le renouvèlement du PER pour trois ans. La demande est rejetée par décret du 21 octobre 1966.

L'exploitation réalisée par M. Antonioli a été jugée par l'administration comme désordonnée et elle sera à l'origine de nombreux conflits.

4.7.3 Cadre géologique

4.7.3.1 Le site du Planestel

Le filon de Mendigons est encaissé dans les gneiss (et non dans le houiller comme le report sur la carte géologique le laisse apparaître). Les épontes sont franches mais écrasées et présente une branche minéralisée simple et rectiligne ; à ses extrémités ouest et est, il se ramifie en plusieurs filonnets.

Il est situé dans l'axe de celui des Trois Vallons avec un pendage de 85° nord.

Sa longueur suivie à l'affleurement est de l'ordre de 800 m. Sa puissance varie de 80 cm à 1,20 m.

L'extension verticale du filon atteint 80 m si l'on tient compte de l'indice trouvé au niveau inférieur.

La fluorine est assez siliceuse.

4.7.3.2 Le site de Maraval

Les filons jumeaux de Maraval se trouvent dans l'alignement d'un élément de faille bordière socle-houiller au niveau d'une zone mylonitique.

Le filon est constitué par plusieurs concentrations d'allure lenticulaire d'une puissance variant de 20 cm à 1,5 m de puissance.

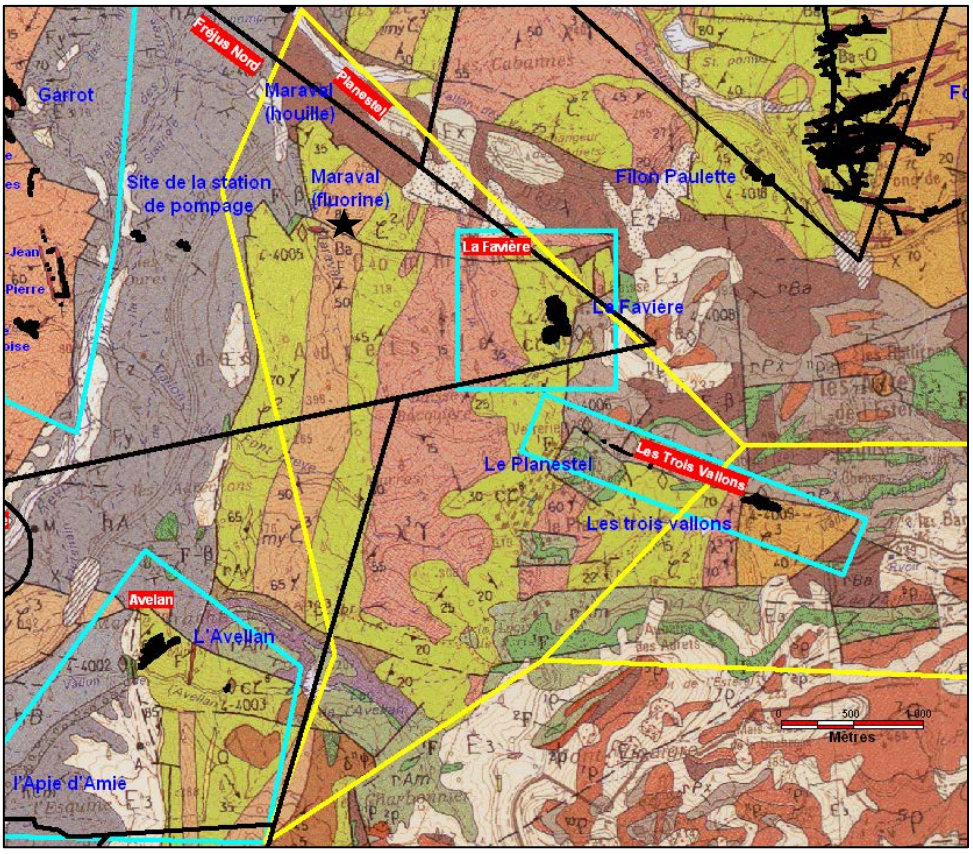


Figure 88 : Situation géologique du PER

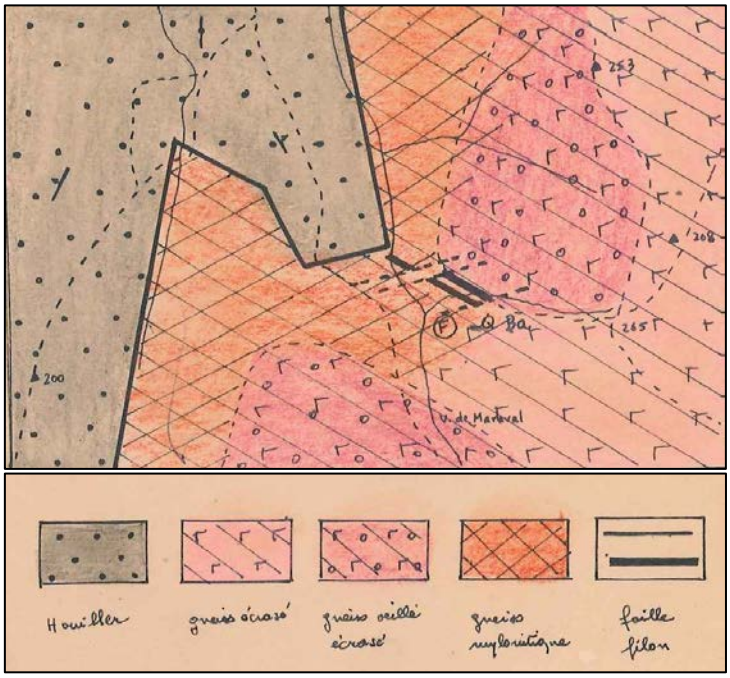


Figure 89 : Site de Maraval - Cadre géologique du filon, d'après Solety (1963)

Le filon de Maraval n° 1 est orienté N130°, il fait 50 m d'extension latérale pour une extension verticale de 40 m. Sa puissance moyenne est de 1 m et son pendage de 65° NE.

Le filon de Maraval n° 2 est également orienté N130°, il fait 50 m d'extension latérale pour une extension verticale de 20 m. Sa puissance moyenne est de 40 cm et son pendage de 70° NE.

4.7.4 Les travaux miniers

4.7.4.1 Site du Planestel

Ce gîte est situé en grande partie sous le village des Adrets-de-l'Estérel qui est très urbanisé à ce niveau. Le quartier est résidentiel, avec une forte densité de villas.

Au niveau du vallon, une petite bande de terrain d'une vingtaine de mètres de large appartiendrait encore à Ugine.

En surface, le filon affleure sur plus d'un kilomètre avec une puissance moyenne de 80 cm à 1 m.

Les premiers travaux ont été réalisés par Ugine entre 1920 et 1931 sur deux niveaux aux cotes 261 m NGF et 275 m NGF. Vu que le plan minier (Figure 90) ne reporte pas les galeries souterraines, nous les avons vectorisés à partir de la coupe de 1927 (Figure 91).

M. Antonioli a ensuite relevé la galerie supérieure et creusé un travers-banc de 100 m de long à la cote 226 m NGF. Nous n'avons que peu d'indication sur les travaux qu'a réalisés M. Antonioli qui somme toute sont restés très modestes.

4.7.4.2 Site de Maraval

Les premiers travaux datent de 1950 par la société « Marcel Faure et Cie ». Les droits passent ensuite à la Société Minière de Provence, puis à M. Antonioli.

En 1963, M. Detragliache exploitera de façon rudimentaire le minerai facilement accessible.
Il existe deux filons orientés ESE-WNW également dénommés filons « Marco Polo » inclus dans le socle constitué de gneiss mylonitisé.

En rive droite du ruisseau de Maraval, les travaux miniers ont consisté en :

- un travers-banc inférieur (niveau 165 m NGF) de direction N50°E dont l'entrée située quelques mètres au-dessus du ruisseau est ouverte mais partiellement masquée par des joncs. Ce travers-banc a rencontré à 56 m de l'entrée une première manifestation fluorée de 0,20 m de puissance. À 72 m de l'entrée, la galerie prend en direction le filon principal NW-SE subvertical à pendage nord. L'ouverture de la caisse filonienne dépassait 3 m au point où fut construite la cheminée-trémie qui a permis l'évacuation du minerai provenant de l'exploitation en amont pendage. Le minerai est généralement siliceux. Ces travaux sont aujourd'hui partiellement obstrués et les déblais de l'exploitation s'étirent sur plusieurs dizaines de mètres en rive droite du ruisseau ;
- un travers-banc supérieur (niveau 187 m NGF) dirigé N-60°-E a recoupé à 10 m de l'entrée un filon de 0,40 m de puissance de fluorine. À 18 m de l'entrée, la galerie recoupe le filon principal. En ce point, la puissance atteint 4 m avec pendage vers l'est et allure subverticale. Les deux étages n'ont jamais été mis en communication.

En amont de ce dernier travers-banc, après une trentaine de mètres dans le maquis, s'ouvre en effondrement localisé (D57) qui permet de rejoindre le travers-banc supérieur du niveau 187.

À une centaine de mètres en aval de ces travaux, en rive droite du ruisseau, deux petites attaques sont à signaler. Les archives mentionnent par ailleurs le percement d'une galerie de 20 m dirigée plein sud et située à quelques mètres du lit actif du ruisseau l'ancienne trémie de chargement.

En rive gauche faisant face aux deux petites attaques susmentionnées, une galerie de 10 m de longueur a été percée sur un prolongement du filon principal sans résultat probant.

4.7.5 Méthode d'exploitation

14 000 t de spath fluor auraient été extraits par traçage et chambres de dépilage.

4.7.6 Les plans miniers

4.7.6.1 Site du Planestel

Le seul plan que nous possédons est celui du début des travaux d'Ugine en 1927 (Figure 90) qui localisait à cette époque sept entrées de galeries et un puits d'aérage. On discerne également sur le plan quatre haldes significatives. Ce plan ne reporte pas la trace des galeries souterraines. Il a été géoréférencé à partir des coordonnées GPS de la galerie n° 5 (ouvrage n° 168) et des nombreux reports de surface présents sur le plan. La cohérence de tous les points est très bonne et nous pouvons estimer l'incertitude de géoréférencement de ce plan à seulement 5 m.

Une coupe du 8 mai 1927 (Figure 91) au 1/500 montre l'étendue des travaux souterrains à cette époque.

Aucun plan minier datant des travaux d'Antonioli n'a été retrouvé. D'après les écrits, ce monsieur se pliait difficilement aux demandes de l'administration.

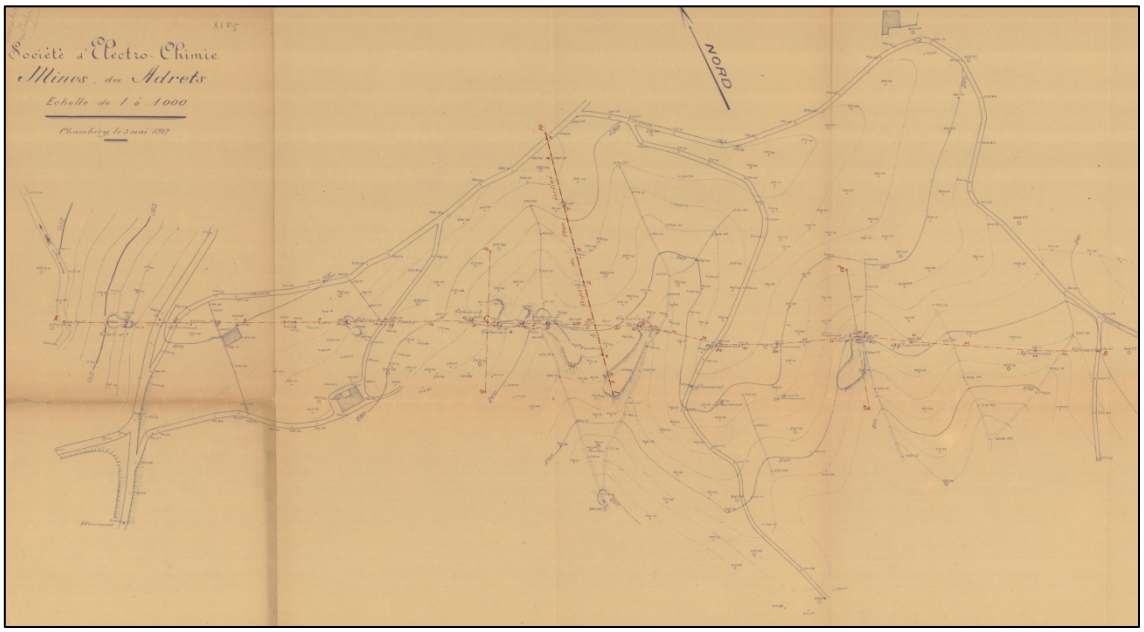


Figure 90 : Site de Planestel - Plan des premiers travaux d'Ugine (1927)

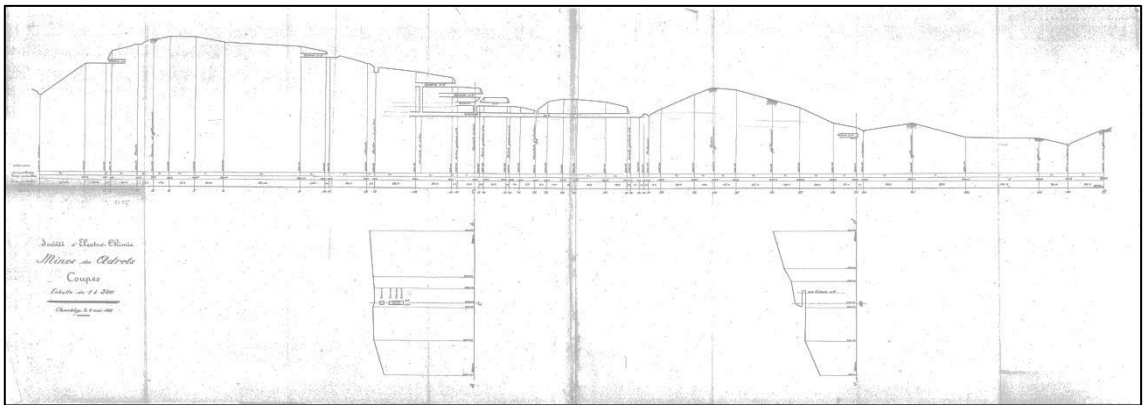


Figure 91 : Site de Planestel - Coupe des premiers travaux d'Ugine (1927)

4.7.6.2 Site de Maraval

Aucun plan minier des travaux de Fluorine de Maraval n'a pu être retrouvé. Les travaux souterrains ont été reconstitués d'après les écrits retrouvés et les observations de terrain. Le tracé est donc peu précis.

4.7.7 Les ouvrages miniers débouchant au jour

4.7.7.1 Site de Planestel

Une seule entrée de galerie d'exploitation est encore réellement discernable sur le terrain. C'est la galerie n° 168, elle est située au niveau du vallon entre les propriétés privées. Les autres galeries ont été recherchées, elles ne sont plus visibles sur le terrain.

Notons également deux petites attaques de galeries dont les orifices sont encore visibles :

- l'orifice n° 348 accède à une petite attaque de 2 à 3 m noté « fenêtre » sur le plan de 1927 ;
- l'orifice n° 349 située quelques mètres plus bas au niveau du lit du ruisseau n'a probablement pas de relation avec le filon fluoré.

En effet, ces deux orifices sont encaissés dans des roches basiques et pas dans l'axe du filon fluoré.

4.7.7.2 Site de Maraval

Il y a deux entrées de travers-bancs principales qui ont servi à l'exploitation :

- le travers-banc inférieur n° 447 (niveau 165 m NGF) ;
- le travers-banc supérieur n° 448 (niveau 187 m NGF).

Également, deux cheminées n° 564 et n° 450 situées à quelques mètres l'une de l'autre ont été en partie effondrées au niveau du fontis D57 qui a emporté toute cette zone vers le fond des cavités dépilées.

Ces deux entrées sont actuellement ouvertes. L'orifice n° 447 présente une petite émergence.

30 m plus au nord, un effondrement localisé récent D 57 s'est produit au niveau de deux cheminées d'aérage proches l'une de l'autre. Il permettrait également de rejoindre les travaux du niveau 187.

Les écrits signalent également deux petites attaques de recherche situées à une centaine de mètres en aval de ces travaux, en rive droite du ruisseau. Également, les archives mentionnent le percement d'une galerie de 20 m dirigée plein sud à quelques mètres du ruisseau sous l'ancienne trémie de chargement. Nous ne les avons pas recherchées, aucun plan ne permet de les localiser avec précision.

Num SIG	Nom ouvrage	Visible	Incertitude position	État tête	Observations	X_lamb_93	Y_lamb_93
164	Galerie	non	5			1008543	6277257
165	Galerie	non	5			1008682	6277186
166	Galerie	non	5			1008762	6277146
167	Galerie	non	5			1008777	6277136
168	Galerie	oui	5			1008794	6277128
169	Cheminée d'aérage	non	5			1008809	6277120
170	Galerie	non	5			1008867	6277088
171	Galerie	non	5			1009001	6277004
348	Fenêtre	oui	10	ouvert	Dans roches basiques	1008801	6277023
349	Galerie	oui	10	ouvert	Dans roches basiques	1008800	6277005
447	Travers-banc niveau 165	oui	10	ouvert		1006674	6278671
448	Travers-banc niveau 187	oui	10	ouvert		1006723	6278684
449	Tête de dépilage	non	10			1006736	6278687
450	Puits d'aérage	oui	20	ouvert	Tête de l'orifice effondrée dans chambre de dépilage	1006736	6278685
564	Puits d'aérage	oui	10	ouvert	Tête de l'orifice effondrée dans chambre de dépilage	1006740	6278684

Tableau 35 : PER du Planestel - Liste des ouvrages débouchant au jour

4.7.8 Les dépôts résiduels de surface

4.7.8.1 Site de Planestel

Sur le plan minier, sept petites haldes (172, 173, 174, 175, 401, 402, 403) sont dessinées. Seul le 173 est vraiment discernable sur le terrain, elle a servi de support au terrain de tennis privé.

4.7.8.2 Site de Maraval

Deux haldes principales 451 et 452 s'étalent sur la rive droite du vallon. La principale (451) est située à la sortie du travers-banc 448. Elle est constituée de blocs centimétriques à décimétriques. La pente est forte. Quelques ravines d'écoulement sont présentes.

ID SIG	Sources information	Visible	Observations	X_lamb_93	Y_lamb_93
172		oui		1008987	6276994
173		oui		1008848	6277071
174		oui		1008814	6277101
175		oui		1008537	6277260
401	Plan Mandigon1	oui		1008686	6277176
402	Plan Mandigon1	oui		1008785	6277147
403	Plan Mandigon1	oui		1008800	6277133
451		oui		1006712	6278677
452		oui		1006648	6278690

Tableau 36 : PER du Planestel - Liste des dépôts résiduels de surface

4.7.9 Les désordres

Sur le site de Planestel, aucun désordre d'origine minière n'a été vu sur le terrain.

À Maraval, un effondrement localisé (D57) a une profondeur de plusieurs mètres et permet d'accéder aux travaux miniers souterrains. Il est relativement récent et non stabilisé.

La verse 451 présente des figures de ravinement D21.

Num SIG	Nom désordre	Identification terrain	État	Observation	X_lamb_93	Y_lamb_93
D57	Effondrement localisé	oui	Non stabilisé		1006738	6278685
D21	Ravinement	oui	Actif	Figures de ravinement sur la halde	1006712	6278677

Tableau 37 : PER du Planestel - Liste des désordres d'origine mlinière

4.8 Le PEX de La Favière

4.8.1 Situation administrative

Substance : Tungstène et substances connexes.

Situation administrative du titre minier : Expiré.

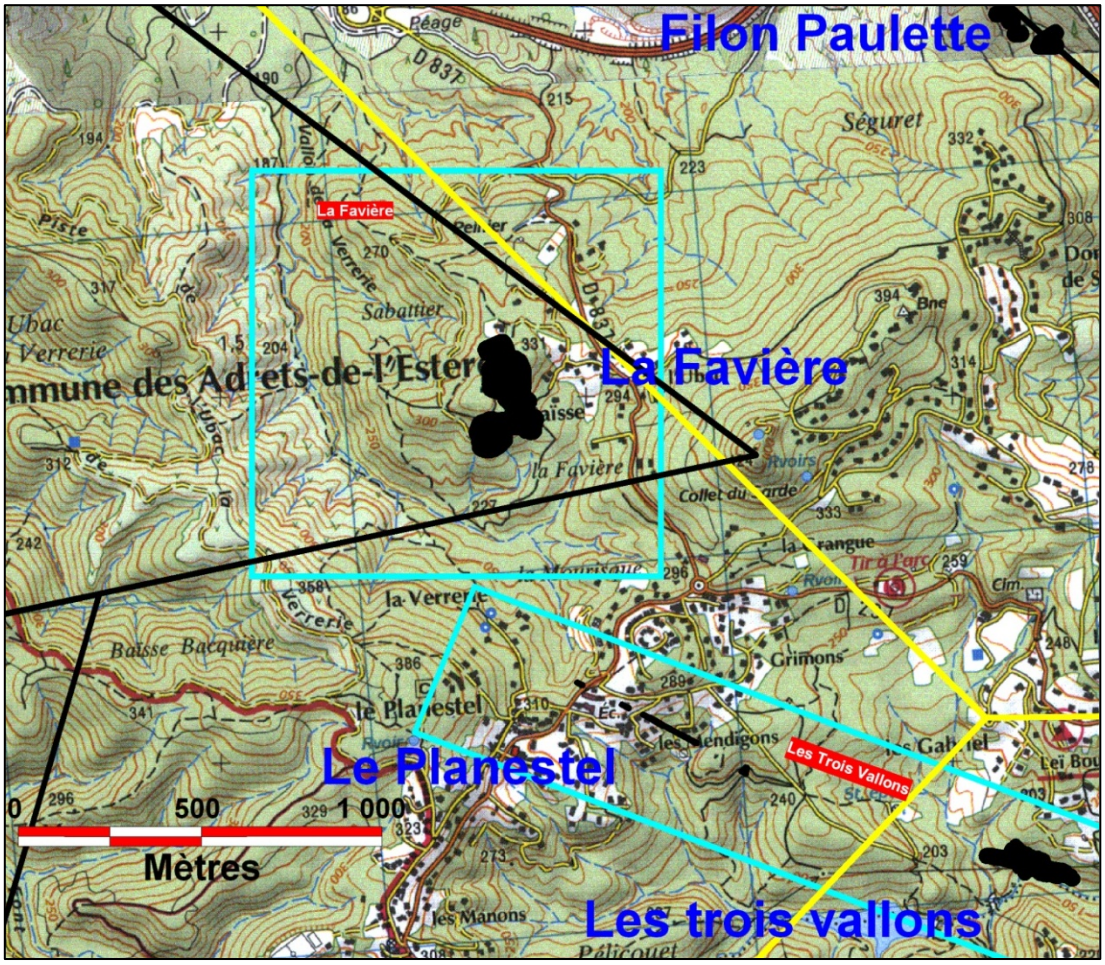


Figure 92 : Situation géographique des PEX

4.8.2 Historique du titre minier

Un permis exclusif de recherches a été accordé le 7 décembre 1977. Les recherches ont débuté en novembre 1978 et se sont terminées en février 1979. Le permis d'exploitation de la Favière a été accordé pour une durée de 5 ans, à l'entreprise Gagneraud Père et Fils le 13 mars 1980. Une station de traitement du minerai est installée à 6 km du site d'exploitation dans le vallon des Oures.

L'exploitation a duré 5 ans entre 1982 et 1985. Elle s'est arrêtée à cause de l'épuisement du gisement en 1986.

4.8.3 Le cadre géologique

La minéralisation de scheelite est disséminée dans des bancs minces et discontinus de gneiss calciques.

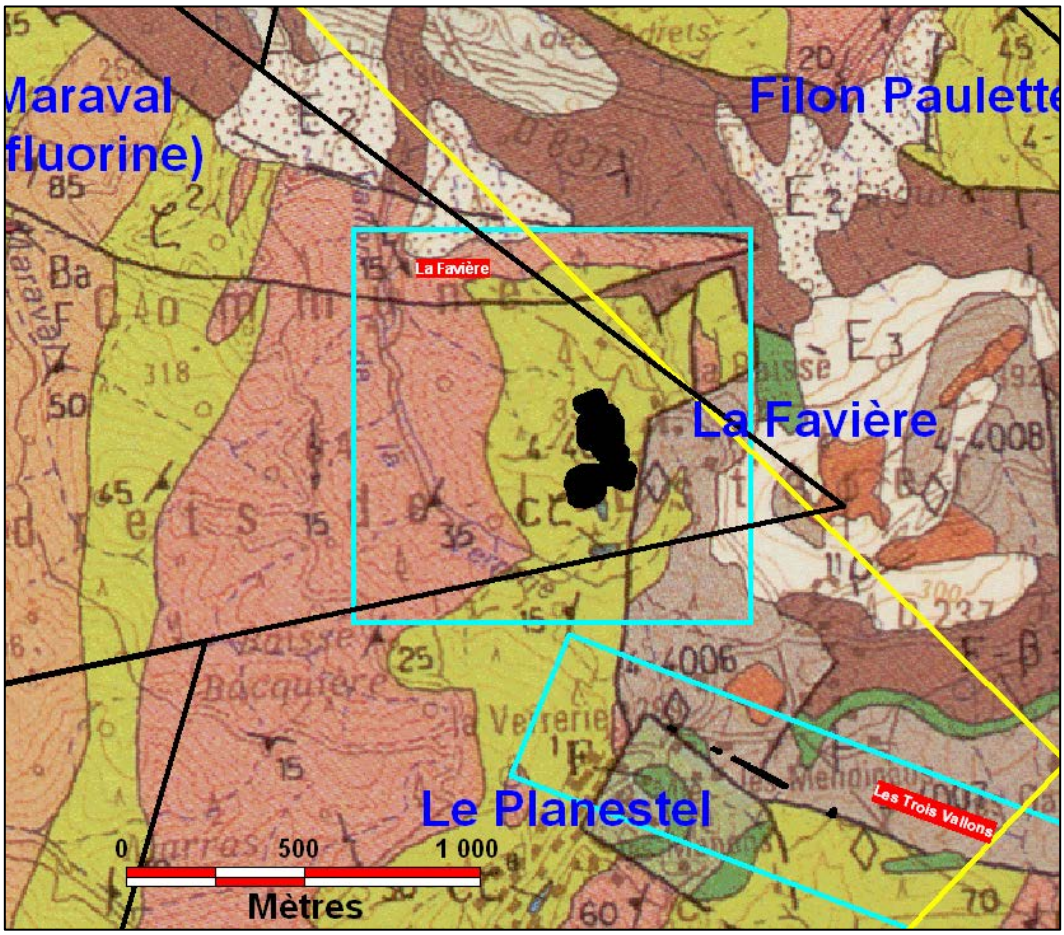


Figure 93 : Situation géologique du PEX

La production de ce gisement a été de 845 t WO^3 :

Année	Tonnes de WO^3
1983	297
1984	262
1985	251
1986	35
Total =	845

Tableau 38 : Site de La Favière - Production

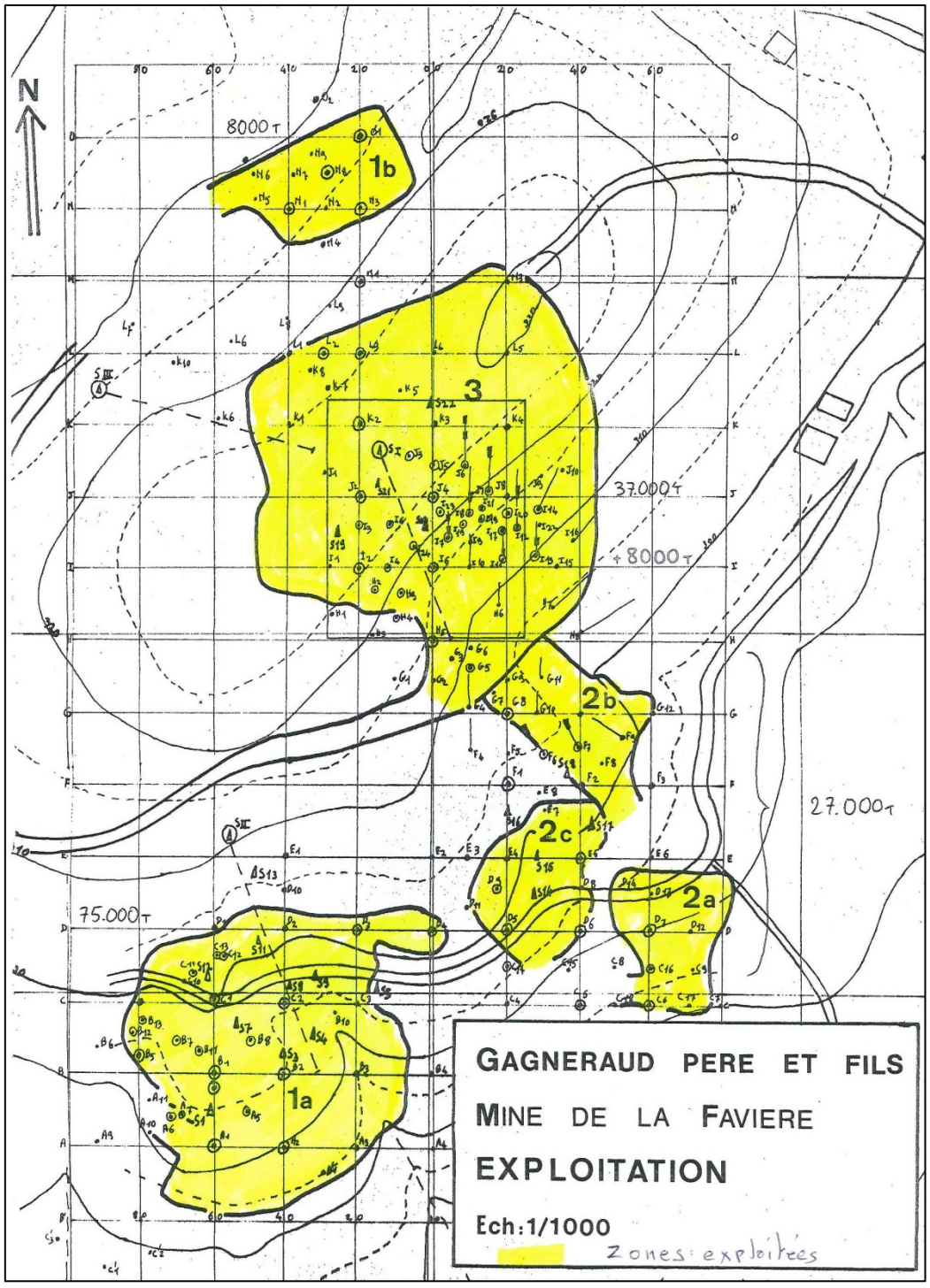


Figure 94 : Site de La Favière - Plan de situation des travaux à ciel ouvert

4.8.4 Les travaux miniers

Six petites fosses ont été creusées dans le même secteur. Elles avaient une profondeur qui ne dépassait pas 15 m.

4.8.5 Les plans miniers

Un plan minier à 1/1 000 reporte la trace des six fosses d'exploitations à ciel ouvert (Figure 94). Le plan a été géoréférencé à partir des éléments de surface reportés (maisons, chemin, courbes de niveau). Six points donnent une incertitude maximale de 11 m. Vue l'imprécision du plan, nous retiendrons une incertitude de 20 m aux limites des fosses.

Le plan des usines de traitement du minerai de la Favière a également été géoréférencé avec une précision de l'ordre de 10 m.

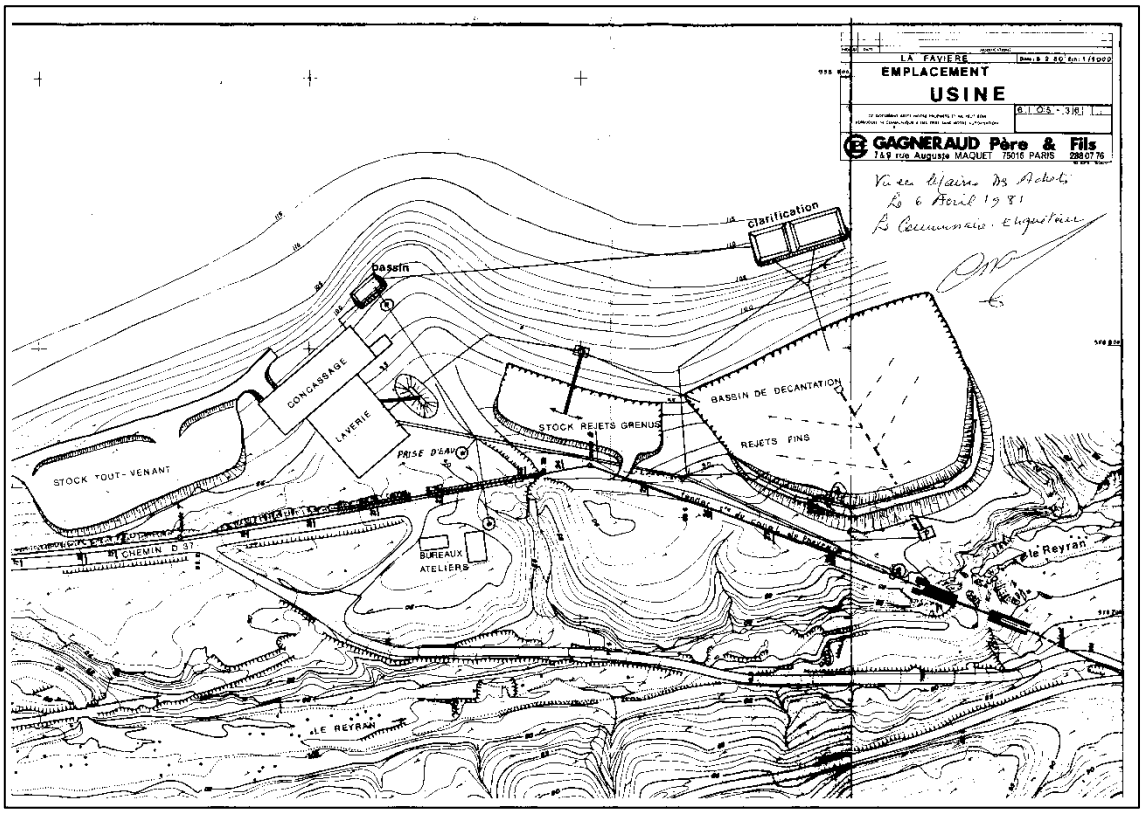


Figure 95 : Vallées des Oures - Plan de la station de traitement du minerai de tungstène de La Favière

4.8.6 Les ouvrages miniers débouchant au jour

Il n'y a pas eu de travaux miniers souterrains sur ce site d'exploitation. Les six mines à ciel ouvert ont été remblayées et le sol remodelé et replanté. Elles sont bien intégrées dans le paysage.

L'ancienne station de traitement du minerai de tungstène de la Favière est située au bord du Reyran. Elle est actuellement en partie occupée par la station de pompage. Les anciennes installations sont difficilement discernables. Il y avait au niveau des bâtiments construits : une station de concassage, une laverie, des bassins de clarification, des bureaux et ateliers.

Au niveau des dépôts résiduels, il y avait trois espaces de stockage :

- un dépôt de stock tout-venant ;
- un dépôt de rejets grenus ;
- un bassin de décantation et de rejets fins.

Toutes ces installations ont été ennoyées seulement quelques jours avant la rupture du barrage de Malpasset le 2 décembre 1959 alors que le remplissage atteignit la cote +102.

Num SIG	Nom ouvrage	Visible	Incertitude position	Observations	X_lamb_93	Y_lamb_93
357	MCO 1b	non	20	Remblayé	1008328	6278171
358	MCO 3	non	20	Remblayé	1008356	6278087
359	MCO 2b	non	20	Remblayé	1008393	6278022
360	MCO 2c	non	20	Remblayé	1008384	6277981
361	MCO 2a	non	20	Remblayé	1008419	6277965
362	MCO 1a	non	20	Remblayé	1008317	6277937

Tableau 39 : Site de La Favière - Liste des travaux miniers de surface

4.8.7 Les dépôts résiduels de surface

Il n'y a plus de dépôts résiduels de surface sur le site minier. Signalons pour information, au niveau de la station de traitement au bord du Reyran (hors PEX) les reliques d'anciens dépôts et de bassins de décantations (366 à 369).

4.8.8 Les désordres

Quelques petites figures de ravinement ont été observées D 55 et D56 sur le flanc est au niveau où la pente est la plus importante. Elles sont de faible ampleur avec une profondeur maximale de 1 m sur 2 m de large.

Num SIG	Nom désordre	Identification terrain	État	Observation	X_lamb_93	Y_lamb_93
D55	Ravinement	oui	Actif	Peu profonde	1008413	6277984
D56	Ravinement	oui	Actif	Peu profonde	1008409	6278001

Tableau 40 : Site de La Favière - Liste des désordres d'origine minière

4.9 Le site du Charbonnier

4.9.1 Situation administrative

Situation administrative : Simple site minier, sans titre minier.
Substance : Uranium, fluorine.

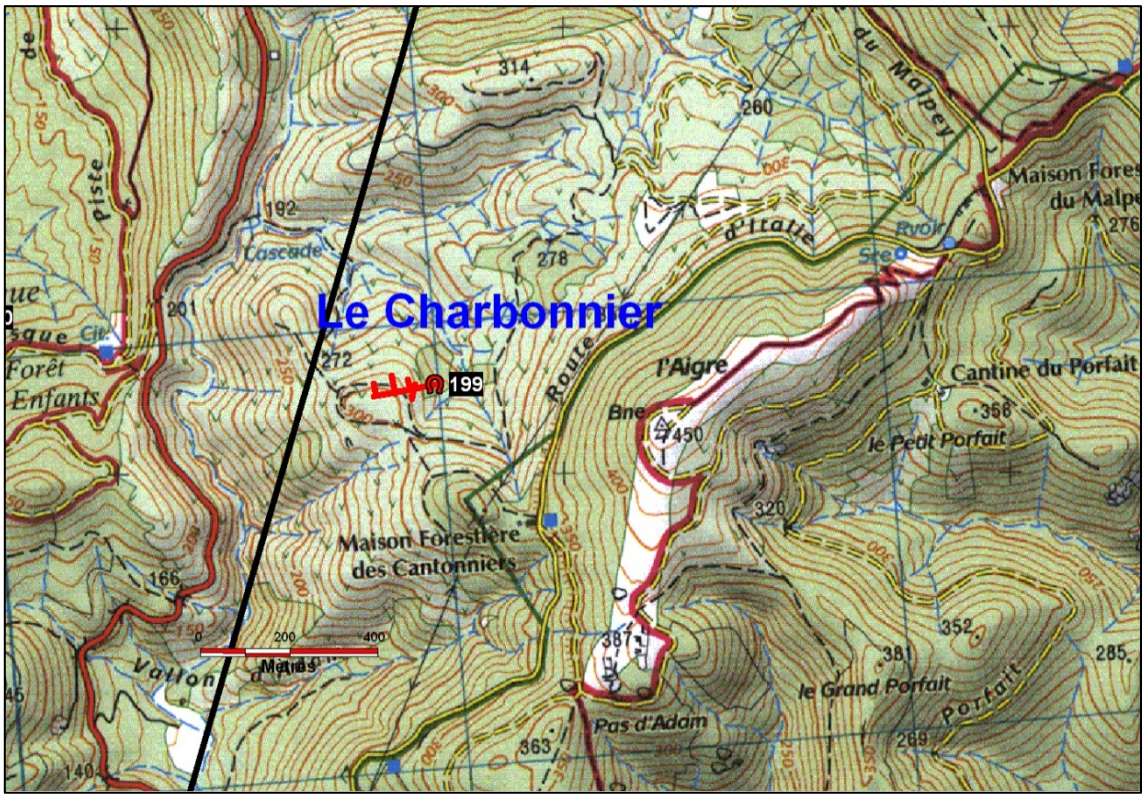


Figure 96 : Site du Charbonnier - Situation géographique

4.9.2 Historique du site minier

La minéralisation fut découverte en 1956, un plan-compteur sur 11 ha à la maille de 2,5 m a permis d'identifier quatre lentilles minéralisées.

Le permis exclusif de recherches des Adrets, qui couvrait cette zone, n'a pas été renouvelé en 1957.

Une campagne de sondage suivit, ainsi que le creusement d'une galerie de reconnaissance.

Les travaux miniers ont été arrêtés en janvier 1968. Les réserves étant trop faibles pour envisager une exploitation.

L'entrée de la galerie, encore visible il y a quelques années, a été effondrée par la mairie de Fréjus.

4.9.3 Cadre géologique

La minéralisation uranifère est encaissée à la fois dans le socle cristallin et dans les conglomérats et émissions rhyolitiques du Permien sus jacent.

Les affleurements uranifères les plus étendus correspondent à une brêche avec fragments de rhyolite cimentés par de la fluorite violette ou noire (anthozonite).

En profondeur, le gisement principal se présente en lentilles discontinues ou cheminées subverticales.

La minéralisation est constituée d'uranocircite, de chalcolite, et de renardite. Les minéraux associés sont : la fluorine, la pyrite, la marcasite, la chalcopyrite et la blende.

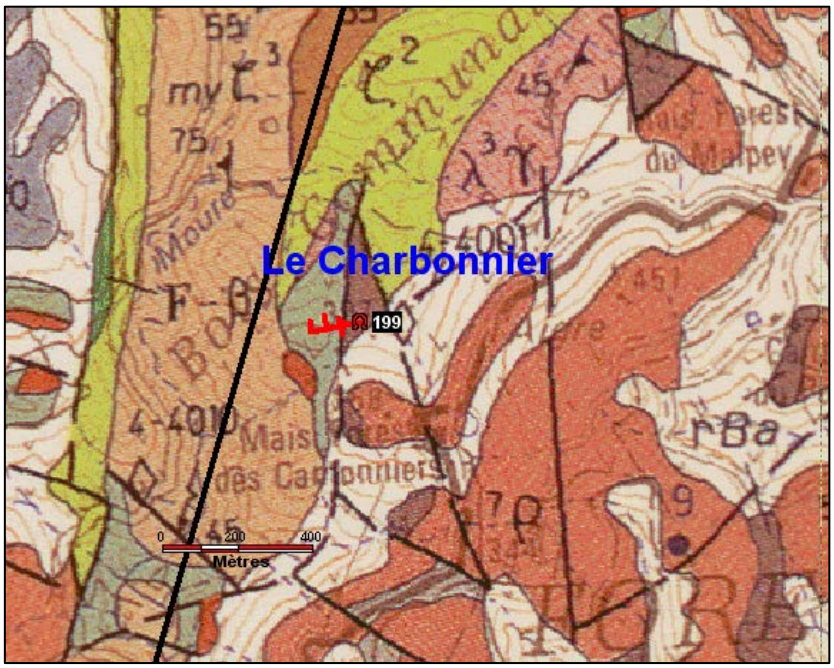


Figure 97 : Site du Charbonnier - Localisation géologique

4.9.4 Les travaux miniers

La galerie implantée à la cote de 268 m NGF est orientée vers l'ouest sur une longueur de 137 m (en comptant la tranchée de 20 m) ; à l'intérieur, partent des recoupes qui totalisent 118 m complémentaires.

La teneur moyenne de la roche minéralisée est relativement faible, de l'ordre de 750 ppm dans les 35 premiers mètres de galerie et 1 ‰ dans la partie la plus riche.

Les réserves sont estimées à 120 t de métal pour 200 000 t de minerai, mais les teneurs sont faibles : 500 à 750 ppm d'oxydes noirs d'uranium.

4.9.5 Les plans miniers

Un plan minier à 1/500 (Figure 98) a été retrouvé dans les archives de la DREAL de Toulon. Il est relativement précis et permet à partir des éléments géométriques de positionner les travaux miniers souterrains avec une précision de l'ordre de 10 m.

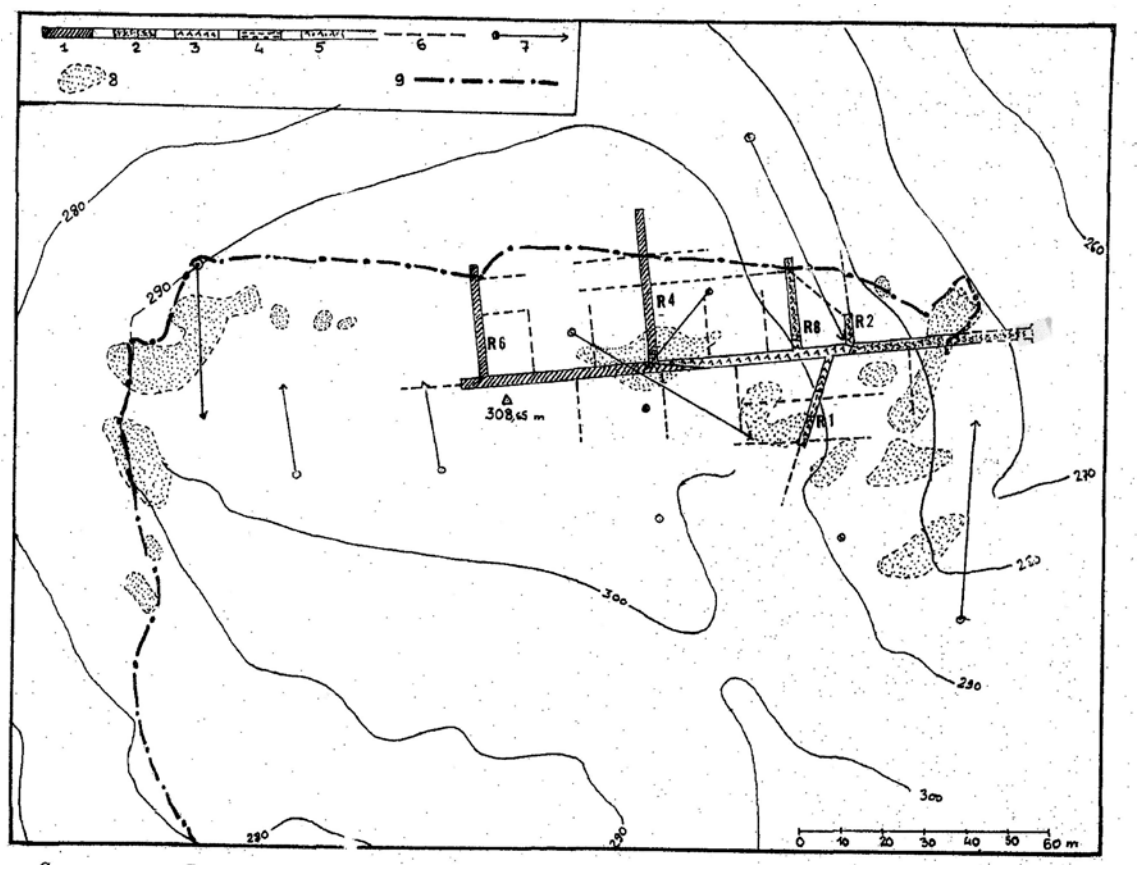


Figure 98 : Site du Charbonnier - Plan des travaux miniers de recherche à 1/500

4.9.6 Les ouvrages miniers débouchant au jour

L'emplacement de l'orifice de la galerie de reconnaissance 199 nous a été montré par les services techniques de la ville de Fréjus. Il a été obstrué par la mairie, les travaux ne sont ainsi plus pénétrables .

Num SIG	Nom ouvrage	Visible	Incertitude position	Observations	X_lamb_93	Y_lamb_93
199	Galerie	oui	10	Orifice obturé	1006254	6273249

Tableau 41 : Site du Charbonnier - Liste des ouvrages débouchant au jour

4.9.7 Les dépôts résiduels de surface

La matière extraite des travaux miniers a été évacuée mais une importante halde (n° 613) est située dans le vallon en aval de la galerie.

4.9.8 Les désordres

Aucun désordre n'a été observé.

4.10 Le site du filon Paulette pour fluorine

4.10.1 Situation géographique et administrative

Ce filon est situé à l'ouest de l'autoroute Estérel-Côte d'Azur, sur la rive gauche du vallon de Fontsante, pour partie en dehors du domaine minier de la SECME dont la limite méridionale est l'autoroute.

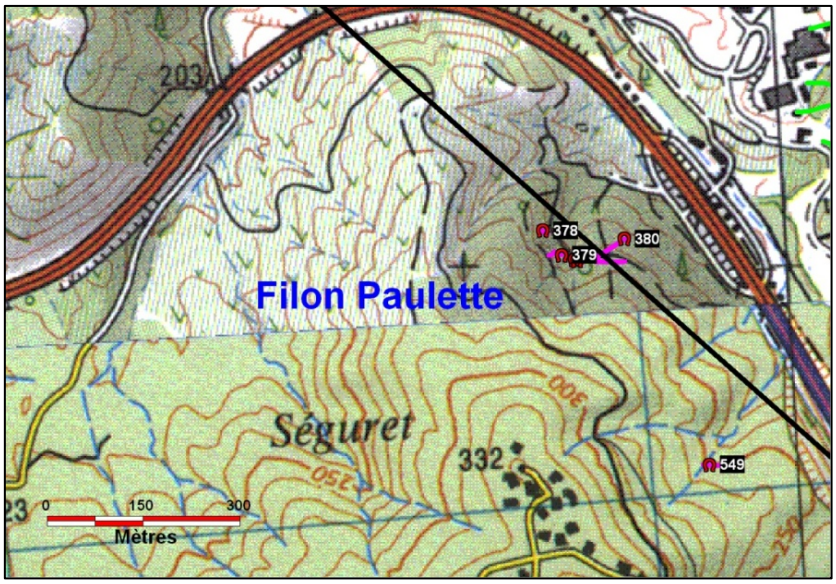


Figure 99 : Filon Paulette - Situation géographique

4.10.2 Cadre géologique

Les filons sont encaissés dans le socle gneissique. Géologiquement parlant, il fait partie du même domaine minier que celui de Fontsante. La puissance moyenne du filon principal est de 50 cm. Le pendage est W-SW.

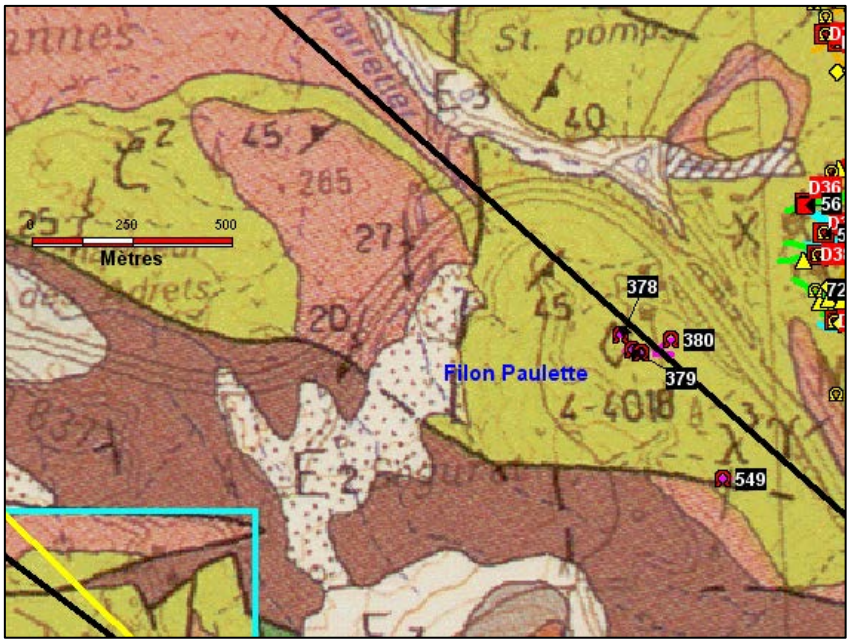


Figure 100 : Filon Paulette - Situation géologique

4.10.3 Les travaux miniers

Il y a en fait deux filons principaux : le filon Paulette proprement dit au nord et le filon Sud situé 350 m plus au sud.

Le filon Paulette s'étend sur 140 m de longueur avec une puissance moyenne d'environ 60 cm. Il a été reconnu il y a plusieurs années à partir de plusieurs petites attaques.

Nous ne connaissons pas l'étendue du filon Sud qui, d'après le volume des déblais, ne devrait pas dépasser la cinquantaine de mètres.

4.10.4 Les plans miniers

Un lever des galeries du filon Nord est reporté dans un rapport du BRGM de la division Sud-Est. L'échelle de ces reports est le 1/1 000, ils semblent incomplets.

Nous n'avons pas retrouvé de plan des travaux sur le filon Sud.

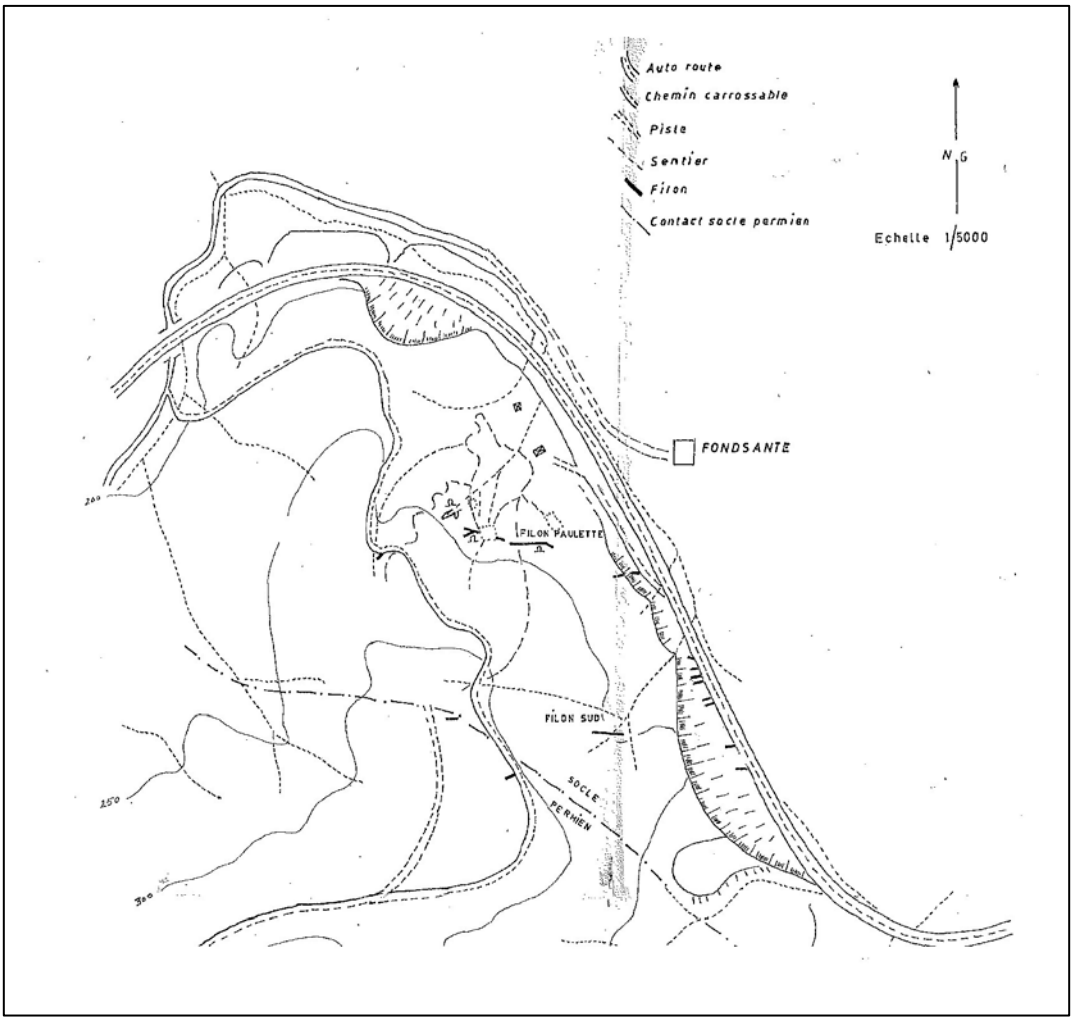


Figure 101 : Site du filon Paulette - Schémas de situation des travaux

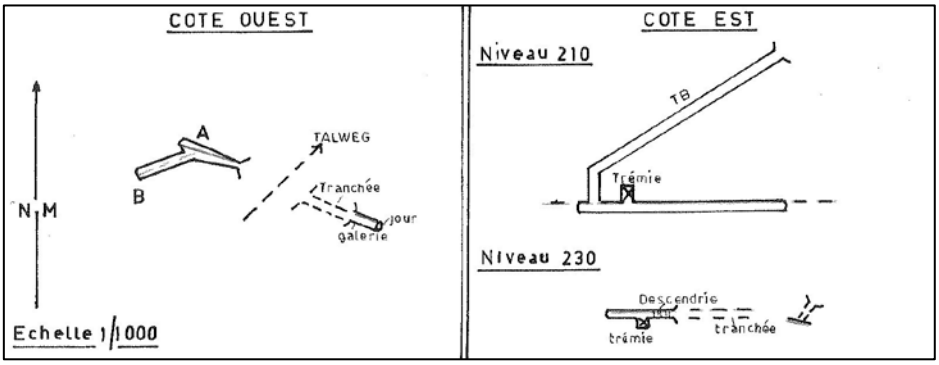


Figure 102 : Site du filon Paulette - Plan des petits travaux de reconnaissance

4.10.5 Les ouvrages miniers débouchant au jour

Au niveau du site du filon Paulette proprement dit, six orifices de travaux miniers souterrains ont été retrouvés sur le terrain : 378, 379, 380, 456, 457, 549. Ils sont tous ouverts.

L'orifice de l'entrée des travaux du filon Sud (n° 549) a été retrouvé dans la garrigue.

Plusieurs autres petits filons ont été reconnus en surface dans ce secteur dont deux ont fait l'objet de travaux de recherche. Une autre petite fouille existerait plus au nord sur un petit filon. La garrigue est très peu pénétrable à ce niveau.

Aucun désordre d'origine minière n'a été retrouvé en surface sur ce secteur.

Num SIG	Nom ouvrage	Visible	Incertitude position	État tête	Observations	X_lamb_93	Y_lamb_93
378	Galerie	oui	10	Orifice double, ouvert		1009702	6279088
379	Galerie	oui	10	ouvert		1009731	6279050
380	Galerie	oui	10	ouvert		1009828	6279075
456	Entrée tunnel	oui	10	ouvert		1009751	6279043
457	Entrée tunnel	oui	10	ouvert		1009755	6279041
549	Galerie sud	oui	10	Orifice double, ouvert		1009957	6278725

Tableau 42 : Site du filon Paulette - Liste des ouvrages débouchant au jour

4.10.6 Les dépôts résiduels de surface

Quatre petites verses sont situées aux sorties des galeries d'extraction.

ID SIG	Sources information	Visible	Observations	X_lamb_93	Y_lamb_93
612	Vu sur le terrain	oui		1009960	6278749
614	Vu sur le terrain	oui		1009838	6279080
615	Vu sur le terrain	oui		1009717	6277909
616	Vu sur le terrain	oui		1009752	6277906

Tableau 43 : Site du filon Paulette - Liste des dépôts résiduels de surface

4.11 Le site de La Madeleine pour fluorine

4.11.1 Situation administrative

Ces travaux pour fluorine ont été réalisés avant 1942, donc sous le régime des carrières. En 1964, une demande de permis a été demandée par SIMFLUOR. Elle a été rejetée le 22/04/1964.

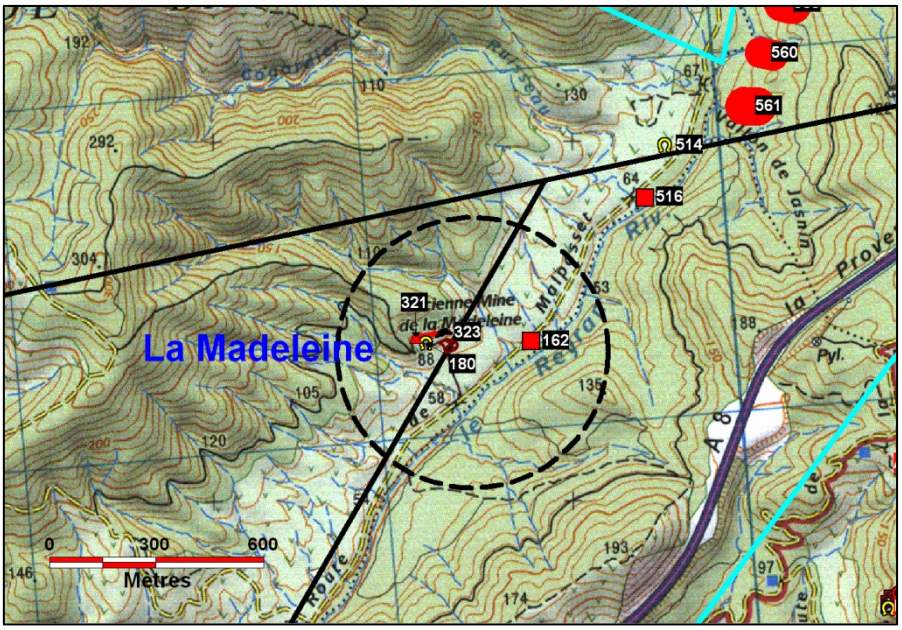


Figure 103 : Site de La Madeleine - Situation géographique

4.11.2 Cadre géologique

Le filon est encaissé dans des gneiss embréchitiques renfermant de nombreuses lentilles pegmatitiques, à proximité immédiate du Houiller. Le contact entre les deux formations est bien visible dans une tranchée amorçant une galerie ancienne. Il se fait par faille et les sédiments houillers sont très redressés.

4.11.3 Les travaux miniers

Le filon a 100 m d'extension, il est orienté N60° avec un pendage de 75° vers le sud. Sa puissance varie de 0 à 1,20 m. Il s'agit d'une brèche siliceuse fluorée. La minéralisation est lenticulaire. Seules deux lentilles ont été exploitées.

4.11.4 Les plans miniers

Le seul plan minier retrouvé est présenté Figure 105, il est peu explicite et il n'a pas été possible de le géoréférencer.

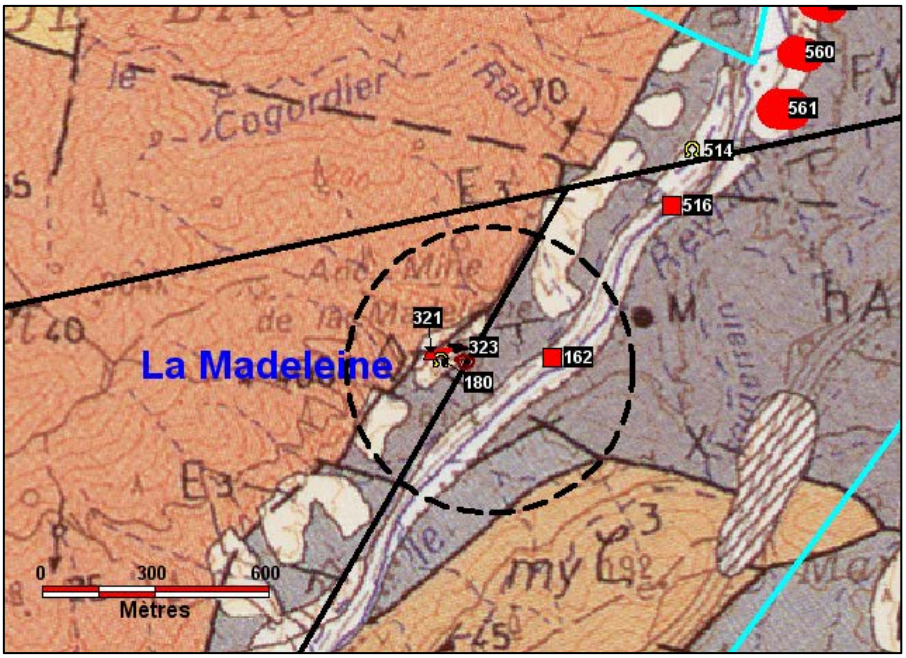


Figure 104 : Site de La Madeleine - Situation géologique

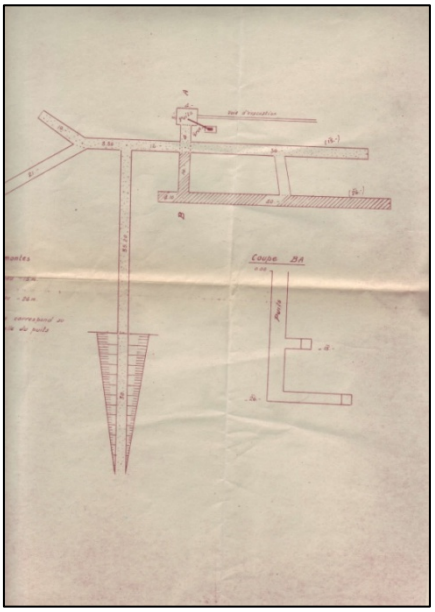


Figure 105 : Site de la Madeleine fluorine - Plan des travaux pour fluorine

4.11.5 Les ouvrages miniers débouchant au jour

Les travaux ayant été ennoyés par le barrage. Ils étaient éboulés et inaccessibles en 1965.

Sur le terrain, on observe une tranchée de dépilage 323 d'une dizaine de mètres de profondeur au fond de laquelle pénètre l'eau météorique, traduisant la présence de vides miniers sous-jacents. À environ 60 m plus à l'ouest, s'ouvre une cheminée 321 sur un filon baryté encore ouvert au bord du chemin. L'entrée de la galerie de la Madeleine 322 n'a pas été retrouvée sur le terrain.

Num SIG	Nom ouvrage	Visible	Incertitude position	Observations	X_lamb_93	Y_lamb_93
321	Cheminée	oui	20		1009702	6279088
180	Galerie	non	20		1009731	6279050
323	MCO	oui	20		1009828	6279075

Tableau 44 : Site de La Madeleine - Liste des ouvrages débouchant au jour

4.11.6 Les dépôts résiduels de surface

Une petite halde 324 renfermant une vingtaine de tonnes de fluorine de bonne qualité est située en aval de la tranchée de dépilage.

Num SIG	Nom ouvrage	Visible	Incertitude position	État tête	Observations	X_lamb_93	Y_lamb_93
324	Verse	oui	10		Fluorine de qualité	104217	6276495

Tableau 45 : Site de La Madeleine - Liste des dépôts résiduels de surface

4.11.7 Les désordres

Aucun désordre d'origine minière n'a été repéré sur le terrain.

4.12 Les autres sites

4.12.1 Site de Gaudon

Au nord-ouest de la zone d'étude, plus de 2 km à l'ouest du titre minier le plus proche, une galerie et un puits nous ont été signalés par la mairie. Sous la route une petite galerie de reconnaissance n° 502 a été creusée dans les calcaires.

L'orifice est ouvert et la galerie fait une vingtaine de mètres en passant sous la route. La substance recherchée n'a pas été identifiée.

Quelques mètres en aval, un puits n° 503 remplis d'eau a également été ouvert dans le même axe que la galerie.

ID SIG	Nom ouvrage	Visible	Incertitude	Observations	X_lamb_93	Y_lamb_93
502	Galerie	oui	5		1 004 539	6 284 311
503	Puits	oui	5		1 004 525	6 284 293

Tableau 46 : Site de Gaudon - Liste des ouvrages débouchant au jour

5 LES REPRESENTATIONS CARTOGRAPHIQUES

5.1 Les travaux réalisés

L'un des objectifs de ce rapport est la délimitation des travaux miniers souterrains pour la conception de la carte des aléas mouvement de terrain.

Les phases suivantes de travail ont été réalisées :

- recherche et sélection des plans miniers dans les archives ;
- numérisation des plans miniers ;
- géoréférencement des images des plans miniers ;
- vectorisation des travaux inférieurs à 60 m en quatre tranches (0-20 m, 20-40 m, 40-60 m et supérieur à 60 m) pour les sites principaux de Fontsante, Garrot, les Trois Vallons) ;
- vectorisation des zones dépilées ;
- construction de l'emprise globale des travaux souterrains.

5.1.1 La numérisation des plans miniers

Les plans miniers originaux empruntés à la DREAL de Marseille et de Toulon ont été numérisés au BRGM Orléans.

Les images ont été restituées à GEODERIS en fin de projet.

5.1.2 Le géoréférencement des plans miniers

Cette étape a été réalisée à l'aide du logiciel ArcGis en utilisant une loi polynomiale d'ordre 1. Les images ont ensuite été ouvertes et utilisées sous MapInfo.

5.1.3 L'incertitude des reports cartographiques

Les reports cartographiques sont soumis à plusieurs incertitudes qui ne sont pas liés par une loi mathématique. Nous citerons pour mémoire les incertitudes suivantes :

- l'incertitude de positionnement de l'opérateur ;
- l'incertitude de la mesure ;
- l'incertitude de dessin et du support du plan minier papier ;
- l'incertitude liée au géoréférencement de l'image proprement dite.

Toutes ces incertitudes ne sont pas non plus directement cumulables, pour cette raison et pour chaque plan géoréférencé, une incertitude globale de géoréférencement est estimée.

Globalement, pour les tracés des emprises de travaux souterrains, les isopaques de recouvrements et les aléas mouvements de terrain la même incertitude de géoréférencement a été prise.

5.1.4 La vectorisation des travaux inférieure à 60 m

L'objectif de cette étape est de délimiter l'emprise des travaux miniers souterrains dont l'épaisseur de recouvrement actuel est inférieure à 60 m. Quatre classes de profondeur ont été identifiées pour les sites miniers principaux où l'information était disponible :

- les travaux situés entre la surface et 20 m de profondeur ;
- les travaux compris entre 20 et 40 m de profondeur ;
- les travaux compris entre 40 et 60 m de profonseur ;
- les travaux situés à plus de 60 m de profondeur.

Pour ce faire, les courbes de niveau tracé sur les plans 1/1 000 ont été utilisées comme référence planimétrique de surface. Les cotes des travaux miniers souterrains ont été lues sur les plans miniers, puis consignées dans une table MapInfo « pointage isopaque.tab ».

Chaque point coté a fait l'objet d'un point dont les informations tabulaires sont les suivantes :

- cote des travaux souterrains (m) ;
- cote NGF de surface ;
- profondeur des travaux (calculé).

Cette méthode permet d'afficher directement la profondeur des travaux sur le plan minier. 296 points cotés ont ainsi été identifiés sur les plans du site de Fontsante.

À partir de ces points côtés, les travaux inférieurs à 50 m (que cela soit des galeries, des travers-bancs, des chambres et piliers ou des zones dépilées) ont été contourés. Soulignons que cette étape est manuelle, elle est longue et fastidieuse, et toujours sujette à l'erreur humaine de lecture ou d'interprétation.

5.1.5 Emprise des travaux souterrains

L'emprise globale des travaux miniers souterrains inclue tous les travaux miniers souterrains, y compris les galeries d'écoulement, les galeries débouchant au jour et les puits. Les ouvrages isolés ont été intégrés à l'emprise globale des travaux miniers, avec prise en compte de leur incertitude de positionnement. Ce tracé a été vectorisé à partir de la synthèse de tous les plans numérisés géoréférencés.

Localement, des emprises de travaux supposés ont été créées.

L'incertitude de géoréférencement est différente pour chaque site minier.

5.2 La carte informative

Les cartes informatives présentées en annexe A géolocalisent toutes les informations décrites précédemment.

Le fond cartographique est la BD ORTHO® de l'IGN de 2008 (source GEODERIS). Sa précision est inférieure à 50 cm, et l'incertitude de localisation inférieure à 5 m Le scan 25® de l'IGN en fond de carte générale est sous Licence BRGM. Les cartes ont été construites à l'aide du logiciel MapInfo. Elles comportent six niveaux d'informations :

- la géographie et l'occupation des sols sur les la BD ORTHO® de l'IGN ;
- les limites administratives (limites de communes et de concessions) ;
- les ouvrages miniers débouchant au jour, (puits, entrées de galerie). Les noms des ouvrages principaux sont reportés sur les cartes ;
- les dépôts résiduels de surface (verses, terrils, déblais etc.) ;
- l'enveloppe des travaux miniers souterrains avec son incertitude ;
- les désordres de surface d'origine minière.

5.3 La carte des isopaques de recouvrement

Les cartes des isopaques de recouvrement des travaux miniers souterrains ont été tracées manuellement à partir des cotes lues sur les plans miniers. Le différentiel a été calculé avec la côte de surface lue sur les scans 25 IGN ou sur les plans miniers.

Elles contiennent quatre niveaux d'information :

- la géographie et l'occupation des sols sur les la BD ORTHO® de l'IGN ;
- les limites administratives (limites de communes et de concessions) ;
- les ouvrages miniers débouchant au jour, (puits, entrées de galerie) ;
- les isovaleurs des épaisseurs de recouvrement.

6 IDENTIFICATION DES ALEAS

Un aléa est défini comme la potentialité d'occurrence d'un phénomène déterminé, d'une certaine intensité. Le présent chapitre récapitule les aléas « mouvements de terrain » envisageables en général sur d'anciennes exploitations minières et identifie, à partir des informations recueillies au cours de la phase informative et de l'expérience acquise, les phénomènes potentiellement attendus sur l'emprise des travaux de la mine du district de Garrot-Fontsante, et ceux qui n'y sont pas attendus.

6.1 Les aléas mouvement de terrain

6.1.1 Le phénomène d'effondrement localisé

6.1.1.1 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 de cette manière un cratère en surface. Les matériaux impliqués sont donc déplacés et déstructurés de manière importante. La figure 106 schématise l'évolution de ce type de phénomène, en couche sédimentaire en plateure.

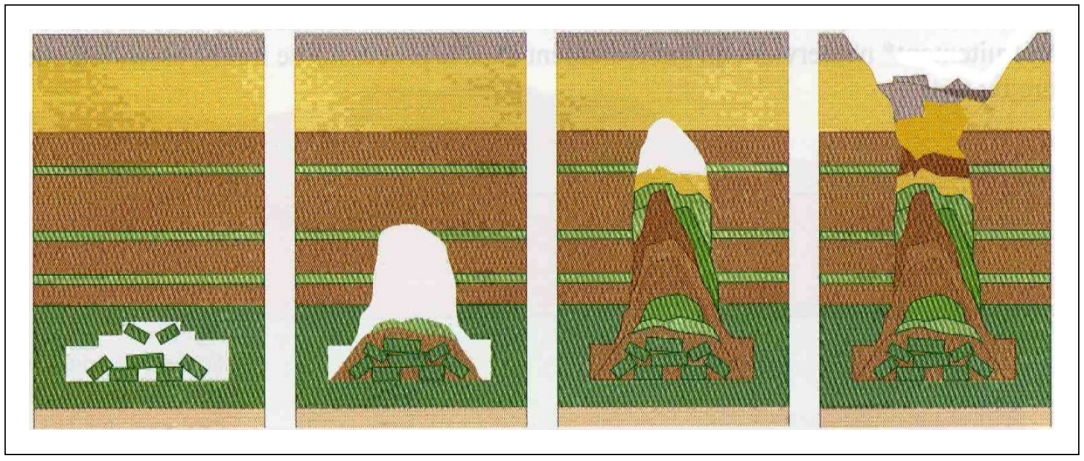


Figure 106 : Shéma de principe d'évolution d'un effondrement localisé
(d'après Evaluation des Aléas liés aux Cavités Souterraines - LCPC, 2002)

La vitesse de propagation de l'effondrement souterrain peut varier en fonction de plusieurs facteurs. Pour analyser la progression du phénomène et surtout son apparition en surface, deux conditions doivent être analysées :

- la stabilité des cavités qui se créent au cours de la progression du phénomène ;
- la possibilité d'un autocomblement de la cavité du fait de l'augmentation de volume des matériaux entre leur état « en place » et leur état « effondré ». Ce phénomène d'augmentation de volume est aussi appelé foisonnement. L'« autocomblement » qui peut en découler peut stabiliser l'effondrement avant qu'il n'atteigne la surface.

En général, pour la majorité des massifs, l'altération et la fracturation augmentent lorsqu'on se rapproche de la surface. La stabilité d'une excavation de dimension équivalente est donc souvent moindre lorsqu'on se rapproche de la surface. Toutefois, la présence de couches compétentes ou ayant des propriétés spécifiques peut stopper la propagation de l'effondrement.

Le foisonnement des matériaux géologiques est un phénomène connu. Il n'est cependant pas mesuré de manière systématique et il n'existe aucun standard reconnu pour sa détermination. Le phénomène d'autocomblement est donc difficile à évaluer de manière rigoureuse, mais on admet que la probabilité d'apparition d'un fontis en surface diminue (à cavité de dimension égale) avec la profondeur de cavité. D'après les retours d'expérience, la limite d'apparition d'un fontis en surface est inférieure à 50 m de profondeur pour une cavité minière de dimension habituelle.

S'il existe des approches d'évaluation basées sur l'évaluation naturaliste des coefficients de foisonnement, elles doivent également s'appuyer sur l'observation d'un nombre suffisant d'instabilités, survenues dans les mêmes conditions géomécaniques pour pouvoir être validées, ce qui est rarement disponible.

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 surfaces concernées inférieures à 8 m^2 (diamètre inférieur à 3 m) ;
- intensité modérée pour des surfaces concernées comprises entre 8 et 75 m^2 (diamètre compris entre 3 et 10 m) ;
- intensité élevée pour des surfaces concernées supérieures à 75 m^2 (diamètre supérieur à 10 m).

L'apparition des effondrements localisés en surface est brutale et n'est pas toujours accompagnée d'indices précurseurs visibles.

6.1.1.2 Cavités à l'origine des effondrements localisés

D'une manière générale, les cavités à l'origine des effondrements localisés concernent 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, pilier couronne, etc.), susceptibles de montrer des stabilités contrastées suivant leurs caractéristiques.

Le tassement des matériaux de remblais mis en place dans des puits ou leur écoulement dans les galeries (on parle de débourrage) ou la rupture des matériaux superficiels et/ou d'un soutènement éventuel (on parle de rupture de la tête de puits), peuvent provoquer des désordres similaires en surface à des effondrements de galeries ou de chantiers. Ils seront également évalués dans l'étude de l'aléa « effondrement localisé ».

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.

Aléa retenu sur l'ensemble des travaux
L'existence d'effondrements localisés importants (notamment de rupture de couronne, mais également des débourrages de puits) et la présence de vides résiduels superficiels liés aux galeries et dépilages, sur les travaux d'exploitation de fluorine mais aussi de houille justifient que l'**aléa effondrement localisé soit retenu. Il sera évalué sur l'ensemble des travaux miniers.**

6.1.2 Le phénomène d'effondrement généralisé

Description du phénomène
Un effondrement généralisé se produit lorsque les piliers de soutènement laissés dans un quartier de mine se rompent simultanément et produisent en surface un mouvement du sol brusque (Figure 107).

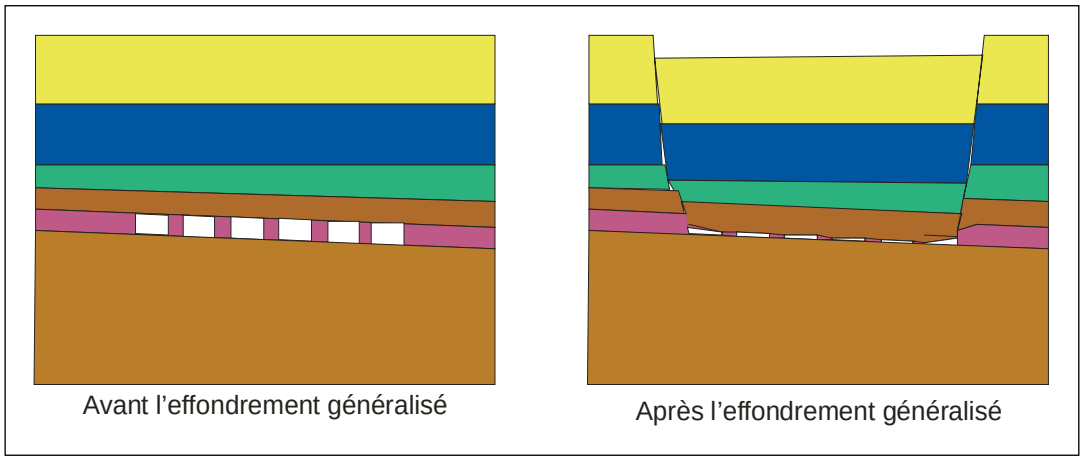


Figure 107 : Principe schématique du mécanisme de l'effondrement généralisé

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 plateure ou faiblement pentés, en présence d'un banc raide dans le recouvrement.

Aléa non retenu
Sur les concessions pour substances énergétiques, il est possible que certaines exploitations aient laissé des vides résiduels (pas de remblayage systématique). Cependant, le toit du faisceau productif est constitué par un conglomérat massif à nombreux chenaux constitué de galet, plus ou moins roulés, de socle métamorphique ou de roche volcanique, dont la taille ne dépasse pas 25 cm. L'hypothèse d'un banc raide dans le recouvrement n'est donc pas satisfaite pour ces concessions. De plus, les gisements sont moyennement pentés : le pendage varie entre 20° et 50°, et l'extension des travaux est limitée. **L'aléa effondrement généralisé n'est donc pas retenu.**

Sur les différents sites exploités, les filons de fluorine et autres substances sont la plupart du temps subverticaux ou fortement pentés. **L'aléa effondrement généralisé n'est donc pas davantage retenu sur ce type de travaux.**

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. Il peut ainsi se produire immédiatement après l'exploitation (en cas de foudroyage des terrains par exemple), ou de manière différée lorsque des exploitations de type chambres et piliers abandonnés ont été menées à suffisamment grande profondeur et sur des surfaces assez importantes. Les mouvements de la surface du sol peuvent être initiés plusieurs années ou décennies après l'arrêt des travaux si les structures souterraines sont suffisamment résistantes pour demeurer stables jusqu'à ce terme.

Aléa non retenu
Pour les mêmes raisons que l'effondrement généralisé (au facteur « banc raide » près), nous avons écarté ce phénomène à l'échelle des gisements du fait des techniques d'exploitation et des configurations des travaux miniers (filons avec pendage important, de puissance métrique la plupart du temps, portée au toit faible, etc.). **L'aléa affaissement n'est donc pas retenu.**

6.1.4 Le phénomène de tassement

Description du phénomène
Le phénomène de tassement correspond à un mécanisme bien connu en géotechnique. Il se manifeste par la réduction de volume d'une couche de matériaux, du fait notamment d'une diminution de sa porosité.

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 re-compaction d'un massif meuble (amas de matériaux granulaires, dépôt minier, découverte remblayée…) ou affecté par les travaux souterrains (terrains foudroyés, effondrés…). Sous l'action de perturbations extérieures (applications de surcharge en surface, mouvements de nappes au sein des terrains concernés, sollicitations vibratoires…) ou sous l'effet de leur propre poids, les terrains qui présentent une forte porosité peuvent être amenés à se tasser.

Dans le cas général, ce phénomène est donc envisageable d'une part à l'aplomb des travaux souterrains (foudroyés, effondrés…) et d'autre part à l'aplomb de terrains de surface remaniés.

Aléa retenu
Sur les mines pour substance énergétique, d'après les informations recueillies (désordres, plans des travaux), les remblais réalisés après le dépilage pourraient être remobilisés en particulier sous l'influence de variations hydrogéologiques ou de surcharges de surface. **Le phénomène de tassement des terrains sera retenu comme aléa probable sur les travaux souterrains des concessions pour substance énergétique.**

Sur les mines d'exploitation de filons de fluorine ou autre substance, des MCO de plus ou moins grande envergure ont exploité à ciel ouvert des têtes de filon. Ces terrains, remaniés, pourraient être le siège de remobilisation. **L'aléa tassement sur travaux miniers sera donc évalué sur les mines de fluorine et autres substances.**

Des dépôts miniers de dimension importante ainsi que d'anciennes MCO (Mine à Ciel Ouvert) ont été observés sur le terrain. **L'aléa tassement sera donc évalué au niveau des dépôts miniers et anciennes MCO.**

6.1.5 Les phénomènes d'instabilité de pente

Description du phénomène
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 glissement superficiel 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 propager sur de très grandes distances ;
- les effondrements, éboulements, écroulements et chutes de blocs associées qui concernent plus spécifiquement les falaises ou talus rocheux.

Aléa retenu
Certaines anciennes mines à ciel ouvert (MCO) présentent des fronts importants (jusqu'à une vingtaine de mètres de hauteur) susceptibles d'être le siège de glissements et/ou chute de bloc. Quelques dépôts montrent des signes de ravinement, assimilables à des instabilités de pente de type glissement superficiel.

D'autres dépôts miniers (notamment sur le permis des Trois Vallons) sont sapés par des rivières et présentent donc un risque d'érosion de type glissement en cas de crue.

L'aléa glissement sera donc évalué au niveau des dépôts miniers et des anciens désordres des exploitations de fluorine.

7 EVALUATION DES ALEAS MOUVEMENT DE TERRAIN

7.1 Rétro-analyse sur les désordres recensés

Au total, trois désordres ont été recensés sur les mines de houille, anthracite et schistes bitumineux alors qu'une soixantaine de désordres ont été recensés sur les exploitations de fluorine et autres substances. Notons que 35 désordres ont été recensés sur la concession de Fontsante.

7.1.1 Gisements de houille, anthracité et schistes bitumineux

Les trois désordres recensés sur les gisements énergétiques sont D24, D26 et D27. D24 (effondrement localisé) se situe sur la concession de Boson et a été mis en sécurité en 2002, il se situe au droit d'un zone de travaux dont la profondeur est inférieure à 20 m et n'est plus visible à l'heure actuelle. D26 et D27 se situent sur la concession des Vaux au droit de galeries à faible profondeur, ils sont tous les deux visibles. D26 est un fontis de 6 m de diamètres et 3 m de profondeur dons le fond est obstrué et D27 fait environ 2 m de diamètre, est ouvert (et même soufflant).

7.1.2 Exploitation de fluorine et autres substances

Sur le PEX de Garrot, 10 désordres sont évoqués dans la phase informative : D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D19 et D20 :

- le désordre D1 (sur le TB Saint-Jean) est sur le filon Saint-Pierre. Il n'a pas été recherché à cause de la végétation, mais il a été observé en 2006. Il est a priori de petite dimension compte tenu des éléments descriptifs de l'époque. Il se situe à l'aplomb d'une galerie à faible profondeur ;
- les désordres D2 (ES3), D3 (ES7) et D19 sont situés au niveau du filon des Escolles, sur une galerie à faible profondeur. D2 (diamètre 4 à 5 m, profondeur 15 m) a été rebouché en 2006 et a débourré (puits d'aérage ou galerie) en 2012, il est toujours ouvert. Il fait aujourd'hui une dizaine de mètres de diamètre et 10 m de profondeur. D3 n'est plus visible aujourd'hui, c'est un fontis qui a été remblayé en 2006, il faisait moins d'un mètre de diamètre et 5 à 6 m de profondeur. D19 est un effondrement localisé, visible aujourd'hui (et ouvert) il serait le résultat d'un effondrement de la paroi, il est de petite dimension (diamètre métrique) ;
- les désordres D4 et D5 sont localisés sur le filon du Garrot. Ils ont été remblayés en 2006 et correspondaient à des ruptures de tête de dépilage. Ces désordres ne sont plus distinguables, cependant, cette zone de travaux semble relativement instable (écoulement des remblais). Les travaux miniers souterrains ainsi que les remblayages réalisés en 2006 ne paraissent pas stabilisés ;
- un petit fontis, D6 sur le filon Merle, a été remblayé et retaluté en 2006 mais s'est réouvert (poursuite du fluage de remblai dans les travaux miniers). Il est actuellement ouvert sur 50 cm de largeur ;
- les deux désordre D8 et D7, sur le filon Rigault, ont été remblayés et ne sont plus visibles. Ils se trouvaient à proximité de travaux à faible profondeur ;
- le désordre D20 se situe au niveau du filon Saint-Claude au droit de travaux remblayés. Il s'agit d'un effondrement d'intensité limitée, de l'ordre de 2 à 3 m de diamètre. Il correspond à un fluage des remblais dans les travaux miniers.

Sur le PEX de l'Avellan, quatre désordres ont été recensés, D15, D16, D17 et D18. Le désordre D15 est récent. D16 se situe à côté de la galerie 190 qui, elle, a été mise en sécurité. D17 et D18 sont des cavités anthropiques *a priori* non minières. Les autres désordres se situent à l'aplomb de travaux à faible profondeur. Ces quatre désordres sont de faible dimension (diamètre de l'ordre du mètre).

Sur le PEX des Trois Vallons, les désordres ont été et restent nombreux, il s'agit de D9, D10, D11, D12, D13, D14 et D58, D12 correspondant à cinq désordres d'intensité limitée. Il s'agit d'effondrements localisés situés soit sur les têtes de puits soit sur les cheminées ou les têtes de dépilages :

- D9 et D10 ont été remblayés et nivelés en 2004. D9 correspondait au débourrage du puits d'extraction 172 et D10 était un fontis de taille importante (6 m de diamètre et 6 m de profondeur) à proximité du puits d'aérage P181 ;
- D14 est un petit fontis dans une zone de haldes, il est ouvert ;
- D11 correspond à effondrement d'une partie d'une couronne de dépilage sur la cheminée 350 ;
- D12 correspond à un groupe de cinq petits fontis concentrés sur une surface de 20 m² et situés près du puits d'aérage 160. Toute cette zone se situe au droit de chambres dépilées à faible profondeur et ne semble pas stabilisée ;
- D13 est un fontis de 3 à 4 m de diamètre situé au-dessus d'une chambre de dépilage très proche de la surface ;
- les conditions étant similaires, il est fortement probable que d'autres désordres soient présents au droit de la partie ouest du filon qui est non accessible à cause d'un vaste roncier ;
- D58 correspond à un effondrement en cours d'une tête de dépilage, de travaux très peu profonds.

Sur le PEX de Saint-Jean-de-l'Estérel, deux désordres ont été recensés, D22 et D23. Ce sont tous les deux des effondrements localisés. D22 a un diamètre de 10 x 6 m sur une profondeur de 3 m et D23 un diamètre de 5 m et une profondeur de 2 m. Ces deux désordres se situent au droit de travaux à faible profondeur. Des chutes de blocs sont également à signaler au niveau de la falaise de la MCO 453.

Plusieurs signes de ravinement ont été repérés sur des verses sur le site de Maraval (D21) et sur celui de la Plantade (D55 et D56).

Sur la concession de Fontsante, les désordres sont très nombreux, 35 effondrements localisés ont été inventoriés lors de l'inventaire des ouvrages débouchant au jour. La grande majorité d'entre eux sont des orifices miniers (puits, galeries, tête de dépilages) qui avaient été antérieurement remblayés lors de leur mise en sécurité. La colonne de remblai s'est tassée ou a débourré sur une hauteur de quelques mètres à plus d'une dizaine de mètres (écoulement des remblais dans les niveaux inférieurs). La morphologie des bordures des cratères témoigne le plus souvent d'effondrements récents :

- quatre désordres correspondent à des débourrages de puits ou de cheminée : D28, D36, D41, D46. Nous supposons que les cheminées ouvertes observées correspondent également à des débourrages de remblais de colonne de cheminée : D32, D33, D40, D43, D44. Ainsi, neuf désordres sont attribués à des débourrages ;

- huit désordres correspondent à des entrées de galerie qui ont été mises en sécurité mais réouvertes ultérieurement : D29, D30, D32, D37, D38, D42, D45, D54. Ces désordres ne sont pas sensu stricto miniers ;
- dix désordres sont attribués à des chutes de toit de galerie : D25, D42bis, D45bis, D46bis, D47, D48, D49, D50, D51, D52. 3 autres désordres sont attribués à des dépilages à la surface : D42ter, D44bis, D53. Nous supposons qu'il s'agit de débourrages des remblais des têtes de dépilage ;
- deux désordres sont situés à proximité d'une cheminée : D40bis, D41bis ;
- les deux derniers désordres, D35 (qui correspond à deux petits fontis) et D39, ne sont pas situés à proximité d'ODJ, mais sont tout de même proches de l'emprise des travaux.

7.2 Aléa effondrement localisé

Comme il a été dit dans le paragraphe 6.1.1, l'aléa effondrement localisé concerne tant les puits que les galeries et travaux. Les différents mécanismes suivants seront étudiés séparément :

- l'effondrement localisé lié aux puits ou cheminées, que ce soit par rupture de la tête de puits ou par débourrage des remblais ;
- l'effondrement localisé au droit des travaux souterrains (et galeries isolées).

7.2.1 Zone d'altération superficielle

La zone d'altération superficielle correspond aux terrains à faible cohésion de surface, susceptibles d'être immédiatement affectés par un effondrement. Plusieurs logs géologiques vérifiés sont disponibles dans la BSS sur les formations contenant des substances énergétiques (schistes, poudingues et grès du Stéphanien et du Permien), mais très peu sont disponibles dans les formations de socle, que nous supposerons donc altérés sur une faible épaisseur. En raison du contexte géologique et des observations réalisées sur le terrain, l'épaisseur de matériaux d'altération non foisonnants de surface est estimée à 1 m sur les gneiss et à 3 m pour les formations du Stéphanien (houiller) et du Permien (poudingues, grès et schistes).

7.2.2 Aléa effondrement localisé lié aux puits

Au total, 95 puits ont été recensés sur le secteur étudié : 18 puits pour les mines de houille, schiste ou anthracite et 77 puits pour l'exploitation de fluorine essentiellement, mais aussi pour le plomb, le zinc ou le tungstène (y compris les cheminées d'aérage, assimilées).

Les désordres relatifs aux puits n'ont été recensés que sur les exploitations de fluorine ou autres substances : un débourrage de puits a été signalé sur le PEX de Garrot (D2), un autre sur le PEX des Trois Vallons (D9) et neuf autres sur la concession de Fontsante (D28, D36, D41, D46, D32 ; D33, D40, D43, D44).

Prédisposition

Les effondrements localisés de puits relèvent de deux mécanismes distincts : le débourrage 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 débourrage de leurs remblais.

L'aléa est évalué sur la base des facteurs de prédisposition présentés ci-dessous.

- **Facteurs de prédisposition au débourrage**

Les facteurs de prédisposition retenus pour le débourrage sont :

- le manque de contrôle lors du remblayage, qui ne permet pas de savoir si la colonne du puits est réellement comblée sur toute la hauteur ;
- la profondeur du puits, et par conséquent la capacité à la présence de vide dans la colonne, qu'il soit déjà présent ou consécutif à un débourrage ;
- le nombre de recettes, c'est-à-dire de galeries communiquant avec la colonne de puits et où, potentiellement, les remblais peuvent migrer. Un nombre élevé de recettes (4 ou 5), sans précision de traitement spécial (obturation) avant le remblayage de la colonne des puits, est un facteur pénalisant ; risque accru de départs du remblai de la colonne dans les recettes ;
- le niveau piézométrique, qui est un facteur aggravant s'il n'est pas stabilisé. En effet, la remontée de l'eau dans la colonne de puits peut faciliter les écoulements de matériau dans les recettes et modifier l'organisation des remblais en déstabilisant des voûtes stables avant l'arrivée de l'eau.

- **Facteurs de prédisposition à la rupture de tête**

Les facteurs de prédisposition retenus pour la rupture de tête de puits sont :

- la nature du revêtement. Un revêtement en bois sera plus sensible qu'un revêtement maçonné ;
- la qualité du revêtement. Pour un puits creusé au rocher, une roche plus massive (gneiss, roche cristallophylienne) sera moins sensible qu'une roche évolutive (type marnes, calcaires, schistes ou poudingue) ;
- le traitement de la tête de puits. La pose d'un bouchon de béton autoportant constitue une solution pérenne pour éviter une rupture de tête contrairement à la pose d'une dalle en béton.

- **Analyse**

Le tableau suivant renseigne l'ensemble des facteurs pour chaque puits. Pour chaque facteur, il est indiqué si ce facteur tend à augmenter (couleur orange à rouge), être neutre (couleur jaune) ou diminuer (couleur vert foncé à vert clair) le niveau de prédisposition.

Num puits	Nom	Site	Visible	Mécanisme de débourrage					Mécanisme de rupture de tête				Accidentologie (désordre) Remarques	Niveau de prédisposition à l'effondrement localisé
				Contrôle du Remblayage	Profondeur estimée (m)	Recettes	Eau	Niveau de prédisposition au débourrage	Revêtement	Terrains encaissant	traitement	Niveau de prédisposition à la rupture de tête		
315	Puits	Boson	Non	Pas de contrôle connu	?	Borgne	A priori oui	Peu sensible	Inconnu	Houiller recouvert par du Permien	Supposé remblayé	Sensible	-	Peu sensible
316	Puits de l'aqueduc	Boson	Non	Pas de contrôle connu	113	3 (dans stérile)	A priori oui	Sensible	Inconnu	Houiller recouvert par du Permien	Supposé remblayé	Sensible	-	Sensible
317	Puits de Boson	Boson	Oui	Pas de contrôle connu	122	Plusieurs (exploitation)	A priori oui	Sensible	Inconnu	Houiller recouvert par du Permien	Supposé remblayé	Sensible		Sensible
319	Puits de la Bergerie	Boson	non	Pas de contrôle connu	127	Au moins 2	A priori oui	Sensible	Inconnu	Houiller recouvert par du Permien	Supposé remblayé	Sensible		Sensible
320	Puits Saint-Charles	Boson	Oui	Pas de contrôle connu	50	1	A priori oui	Peu Sensible	Inconnu	Houiller recouvert par du Permien	Supposé remblayé	Sensible	Dépression	Sensible
565	Puits d'aérage	Boson	Non	Pas de contrôle connu	10	1	Non	Peu sensible	Inconnu	Houiller recouvert par du Permien	Supposé remblayé	Sensible		Peu sensible
388	Ancien puits d'aérage	Boson	Non	Pas de contrôle connu		1	A priori oui	Peu sensible	Inconnu	Houiller recouvert par du Permien	Supposé remblayé	Sensible		Peu sensible
318	Puits d'Auriasque	Auriasque	oui	Pas de contrôle connu	80	Plusieurs (exploitation)	inconnu	Sensible	Inconnu	Houiller recouvert par du Permien	Remblayé	Peu sensible		Sensible
331	Puits indéterminé	Auriasque	Oui	Vide		?	oui	Sans objet	maçonné	Houiller recouvert par du Permien	Aucun	Très sensible		Très sensible
162	Puits de la Magdeleine	La Magdeleine	Non	Pas de contrôle connu		Au moins 1 (extraction)	inconnu	Sensible	Inconnu	Houiller	Supposé remblayé	Sensible	Remodelage de surface, haldes à proximité	Sensible
179	Puits Saint Joseph	Apié d'Amie	Non	Remblayé et coulage bouchon béton		Plusieurs (exploitation)	inconnu	Peu Sensible	Inconnu	Houiller	Remblayé et coulage bouchon béton	Peu sensible		Peu sensible
516	Puits ancien	Apié d'Amie	Oui	Vide	4 ?	Plusieurs (exploitation)	oui	Sans objet	Inconnu	Houiller	Aucun	Très sensible	Ouverture de 3 m de diamètre	Très sensible
292	Puits 3	Fréjus nord	Non	Pas de contrôle connu	12	A priori borgne	inconnu	Peu sensible à très peu sensible	Inconnu	Houiller	Supposé remblayé	Sensible		Peu sensible
293	Puits 5	Fréjus nord	Non	Pas de contrôle connu	14	A priori borgne	inconnu	Peu sensible à très peu sensible	Inconnu	Houiller	Supposé remblayé	Sensible		Peu sensible
294	Puits 6	Fréjus nord	Non	Pas de contrôle connu	14	A priori borgne	inconnu	Peu sensible à très peu sensible	Inconnu	Houiller	Supposé remblayé	Sensible		Peu sensible
295	Puits 2	Fréjus nord	Non	Pas de contrôle	14	A priori borgne	inconnu	Peu sensible à très peu	Inconnu	Houiller	Supposé remblayé	Sensible		Peu sensible

Num puits	Nom	Site	Visible	Mécanisme de débourrage					Mécanisme de rupture de tête				Accidentologie (désordre) Remarques	Niveau de prédisposition à l'effondrement localisé
				Contrôle du Remblayage	Profondeur estimée (m)	Recettes	Eau	Niveau de prédisposition au débourrage	Revêtement	Terrains encaissant	traitement	Niveau de prédisposition à la rupture de tête		
				connu				sensible						
545	Vieux puits	Fréjus nord	Non	Pas de contrôle connu		?	inconnu	Peu sensible	Inconnu	Houiller	Supposé remblayé	Sensible		Sensible
253	Puits St Antoine	Vaux	Oui	vide	30		Oui (à 5 m de profondeur)	Sans objet	Inconnu	Houiller	Aucun	Très sensible	Dépression	Très sensible
254	Puits Saint Edouard	Vaux	oui	Pas de contrôle connu		Au moins uns (extraction)	inconnu	Sensible	Inconnu	Houiller recouvert par du Permien	Supposé remblayé	Sensible	Dépression conique allongée de 15x10m et 5m de profondeur, entouré d'une verse	Sensible
255	Puits Pra Bousquet	Vaux	Non	Pas de contrôle connu			inconnu	sensible	Inconnu	Houiller	Supposé remblayé	Sensible		Sensible
256	Puits République	Vaux	Oui	Remblayé avec les décombres des bâtiments miniers	98	Au moins 1 (extraction)	inconnu	sensible	Inconnu	Houiller	Remblayé	Peu sensible		Sensible
257	Puits Sainte Barbe	Vaux	Oui	Dalé et remblayé avec les décombres des hangars et autres bâtiments miniers	155	Au moins 1 (extraction)	inconnu	sensible	Inconnu	Houiller	Dallé et remblayé	Sensible	Diamètre intérieur du puits 2,5 m	sensible
258	Puits du village	Vaux	Non	Pas de contrôle connu		A priori borgne	inconnu	Peu sensible à très peu sensible	Inconnu	Houiller	Supposé remblayé	Sensible		Peu sensible
259	Puits Sainte Marie	Vaux	Non	Pas de contrôle connu		Au moins 1 (extraction)	inconnu	Sensible	Inconnu	Houiller	Supposé remblayé	Sensible		Sensible
260	Puits Saint Victor	Vaux	Non	Pas de contrôle connu		Au moins 1 (extraction)	inconnu	Sensible	Inconnu	Houiller	Supposé remblayé	Sensible		Sensible
261	Puits Saint Louis	Vaux	Non	Pas de contrôle connu		Au moins 1 (extraction)	inconnu	Sensible	Inconnu	Houiller	Supposé remblayé	Sensible		Sensible
262	Ancien puits	Vaux	Non	Pas de contrôle connu		Au moins 1 (extraction)	inconnu	Sensible	Inconnu	Houiller	Supposé remblayé	Sensible		Sensible
263	Ancien puits	Vaux	Non	Pas de contrôle connu		Au moins 1 (extraction)	inconnu	Sensible	Inconnu	Houiller	Supposé remblayé	Sensible		Sensible
547	Puits Hennequin	Biançon	non	Pas de contrôle connu		Au moins 1 (extraction)	inconnu	Sensible	Inconnu	Houiller	Supposé remblayé	Sensible	Sous le lac	Sensible
548	Puits Charey	Vernatelle	Non	Pas de contrôle connu		Au moins 1 (extraction)	inconnu	Sensible	Inconnu	Houiller	Supposé remblayé	Sensible	Sous le lac	Sensible
-	39 puits (principalement d'aérage)	Fontsante	non	Pas de contrôle connu		inconnu	inconnu	Peu sensible	Inconnu	Socle résistant	Supposé remblayé	Peu sensible	Quelques désordres	Peu sensible
14	Puits d'aérage	Fontsante	Oui	Pas de contrôle		Au moins 1 (aérage)	inconnu	Sensible	Inconnu	Socle résistant	Supposé remblayé	Peu sensible	en haut de la haldes,	Sensible

Num puits	Nom	Site	Visible	Mécanisme de débourrage					Mécanisme de rupture de tête				Accidentologie (désordre) Remarques	Niveau de prédisposition à l'effondrement localisé
				Contrôle du Remblayage	Profondeur estimée (m)	Recettes	Eau	Niveau de prédisposition au débourrage	Revêtement	Terrains encaissant	traitement	Niveau de prédisposition à la rupture de tête		
				connu									cheminée 2x1,5m, débourrée sur 80cm	
19		Fontsante	Oui	Pas de contrôle connu		inconnu	inconnu	Peu sensible	Inconnu	Socle résistant	Supposé remblayé	Peu sensible		Peu sensible
26		Fontsante	Oui	Pas de contrôle connu			inconnu	Peu sensible	Inconnu	Socle résistant	Supposé remblayé	Peu sensible	Début de débourrage sur 30 cm	Sensible
44		Fontsante	Oui	Supposée vide			Probablement ennoyé	Sans objet	Inconnu	Socle résistant	Aucun	Très sensible		Très sensible
85		Fontsante	Oui	Pas de contrôle connu		inconnu	inconnu	Peu sensible	Inconnu	Socle résistant	Supposé remblayé	Peu sensible		Peu sensible
3		Fontsante	Oui	Pas de contrôle connu		inconnu	inconnu	Peu sensible	Inconnu	Socle résistant	Supposé remblayé	Peu sensible	Débourrée sur 2 m	Sensible
18	Cheminée	Fontsante	Oui	vide	20	inconnu	inconnu	Sans objet	Inconnu	Socle résistant	Aucun	Très sensible	cheminée rectangulaire	Très sensible
23	Cheminée	Fontsante	Oui	vide	20	inconnu	inconnu	Sans objet	Inconnu	Socle résistant	Aucun	Très sensible	cheminée rectangulaire 1X0.5m	Très sensible
40		Fontsante	Oui	Vide		inconnu	inconnu	Sans objet	Inconnu	Socle résistant	Aucun	Très sensible	Désordres à proximité	Très sensible
41	Puits principal	Fontsante	Oui	Pas de contrôle connu	211	Plusieurs (puits principal)	inconnu	Très sensible	Inconnu	Socle résistant	Remblayé	Peu sensible	Puits principal dont la tête a débourrée (D36)	Très sensible
49		Fontsante	Oui	Vide		inconnu	inconnu	Sans objet	Inconnu	Socle résistant	Aucun	Très sensible		Très sensible
79	Puits principal	Fontsante	Oui	Vide		Plusieurs (puits principal)	inconnu	Sans objet	Inconnu	Socle résistant	Aucun	Très sensible		Très sensible
113		Fontsante	Oui	Vide	8	Au moins 1	inconnu	Sans objet	Inconnu	Socle résistant	Aucun	Très sensible		Très sensible
114		Fontsante	Oui	Vide	10	inconnu	inconnu	Sans objet	Inconnu	Socle résistant	Aucun	Très sensible	1.5 m de diamètre	Très sensible
116		Fontsante	Oui	Pas de contrôle connu	>20	plusieurs	inconnu	Sensible	Inconnu	Socle résistant	Partiellement remblayé	Sensible	(cône sur tumulus) 1.5 m de diamètre, débourré	Sensible
264	Puits ou effondrement	Garrot	Oui	Pas de contrôle connu		inconnu	inconnu	Peu sensible	Inconnu	Socle résistant	Supposé remblayé	Peu sensible	Effondrement ?	Peu Sensible
265	Puits SJ4	Garrot	?	Pas de contrôle connu		inconnu	inconnu	Peu sensible	Inconnu	Socle résistant	Supposé remblayé	Peu sensible		Peu sensible
266	PuitsES4	Garrot	Non	Pas de contrôle connu		inconnu	inconnu	Peu sensible	Inconnu	Socle résistant	Supposé remblayé	Peu sensible		Peu sensible
268	Cheminée centrale MA4	Garrot	Oui	Pas de contrôle connu		Au moins 1 (aérage)	inconnu	Sensible	Inconnu	Socle résistant	bouchons suspendus en béton ou dalle ferraillée épaisses	Peu sensible		Sensible
269	Cheminée ouest MA5	Garrot	Oui	Pas de contrôle		Au moins 1 (aérage)	inconnu	Sensible	Inconnu	Socle résistant	bouchons suspendus	Peu sensible		Sensible

Num puits	Nom	Site	Visible	Mécanisme de débourrage					Mécanisme de rupture de tête				Accidentologie (désordre) Remarques	Niveau de prédisposition à l'effondrement localisé
				Contrôle du Remblayage	Profondeur estimée (m)	Recettes	Eau	Niveau de prédisposition au débourrage	Revêtement	Terrains encaissant	traitement	Niveau de prédisposition à la rupture de tête		
				connu							en béton ou dalle ferraillée épaisses			
270	cheminée Est MA3	Garrot	Oui	Pas de contrôle connu		Au moins 1 (aérage)	inconnu	Sensible	Inconnu	Socle résistant	bouchons suspendus en béton ou dalle ferraillée épaisses	Peu sensible		Sensible
271	Puits sz Garrot G1	Garrot	non	Pas de contrôle connu		inconnu	inconnu	Peu sensible	Inconnu	Socle résistant	Supposé remblayé	Peu sensible		Peu sensible
191	Cheminée de dépilage	L'Avellan	oui	Vide		Au moins 1 (aérage)	inconnu	Sans objet	Inconnu	Socle résistant	Mur béton de 25 cm d'épaisseur en tête	Très sensible	Cimenté puis réouvert	Très sensible
181	Puits	Trois-Vallons	Non	Remblayé avec haldes locales		Au moins 1 (aérage)	inconnu	Sensible	Inconnu	Socle résistant	Remblayé	Peu sensible	Remodelage de surface, D10 à proximité	Sensible
172	Puits de la Magdeleine	Trois-Vallons	Non	Remblayé		inconnu	inconnu	Peu sensible	Inconnu	Socle résistant	Bouchon béton et remblayé	Peu sensible	A débourré dans le passé	Peu sensible
374	Puits	Saint-Jean-de-l'Estérel	Oui	Vide	>30	Au moins 1 (aérage)	inconnu	Sans objet	Inconnu	Socle résistant	Aucun	Très sensible	Ordures dans l'orifice	Très sensible
468	Cheminée d'aérage	Saint-Jean-de-l'Estérel	non	Pas de contrôle connu		Au moins 1 (aérage)	inconnu	Sensible	Inconnu	Socle résistant	Aucun, bouchon béton coulé sur poutrelles	Très sensible	aérage 2x2m d'ouverture	Très sensible
169	Cheminée d'aérage	Planestel	non	Pas de contrôle connu		Au moins 1 (aérage)	inconnu	Sensible	Inconnu	Socle résistant	Supposé remblayé	Peu sensible		Peu sensible
450	Puits d'aérage	Planestel	Oui	Vide		Au moins 1 (aérage)	inconnu	Sans objet	Inconnu	Socle résistant	Aucun	Très sensible	Tête de l'orifice effondrée dans chambre de dépilage	Très sensible
564	Cheminée d'aérage	Planestel	Oui	Vide		Au moins 1 (aérage)	inconnu	Sans objet	Inconnu	Socle résistant	Aucun	Très sensible	Tête de l'orifice effondrée dans chambre de dépilage	Très sensible
321	Cheminée	Madeleine fluorine	oui	Vide		Au moins 1 (aérage ?)	inconnu	Sans objet	Inconnu	Socle résistant	obstrué	Très sensible		Très sensible
503	Puits	Site Gaudon	Oui	Vide		inconnu	Rempli d'eau	Sans objet	Inconnu	Socle résistant	Aucun	Très sensible		Très sensible

Tableau 47 : Caractéristiques principes des puits à évaluer pour l'aléa effondrement localisé

Il sera donc retenu un niveau de prédisposition :

- très sensible pour les puits 331, 516, 253, 257, 44, 18, 23, 40, 41, 49, 79, 113, 114, 191, 374, 468, 450, 564, 321 et 503 ;
- sensible pour les puits 316, 317, 319, 320, 318, 162, 545, 254, 255, 256, 259, 260, 261, 262, 263, 547, 548, 14, 26, 3, 116, 268, 269, 270 et 181 ;
- peu sensible pour les puits 315, 365, 388, 179, 264, 292, 293, 294, 295, 258, 19, 85, 265, 266, 271, 172, 169, 565 et pour les 39 autres puits de Fontsante (essentiellement d'aérage).

Intensité

Le niveau de l'intensité dépend essentiellement de la dimension des puits.

Les dimensions des ouvrages sont parfois disponibles les diamètres évoqués sont compris entre 1,5 et 3 m. L'observation de certains débourrages permet de confirmer cet ordre de grandeur. Nous supposons donc que les diamètres des puits ne dépassent pas 3 m pour les puits d'exploitation et 2 m pour les puits (ou cheminées) d'aérage ou de recherche.

De plus, les terrains de sub-surface accentuent les dimensions de l'entonnoir d'effondrement attendu en surface. Le niveau d'intensité est donc estimé à modéré pour l'ensemble des puits d'exploitation et limité pour les autres puits. Un niveau d'intensité modéré est attribué, par sécurité, aux puits dont le rôle n'est pas clairement spécifié dans la phase informative.

Evaluation de l'aléa

L'aléa retenu est fonction de la prédisposition et de l'intensité.

Ouvrage	Prédisposition	Intensité	Aléa retenu
315, 365, 388, 292, 293, 294, 295, 169, 565 Puits d'aérage de Fontsante	Peu sensible	Limitée	Faible
179, 258, 19, 85, 265, 266, 271, 172, 264, puits d'exploitation ou indéterminés de Fontsante	Peu sensible	Modérée	Faible
316, 14, 3, 268, 269, 270	Sensible	Limitée	Faible
317, 319, 320, 318, 162, 545, 254, 255, 256, 259, 260, 261, 262, 263, 547, 548, 26, 116, 264, 181	Sensible	Modérée	Moyen
516, 18, 23, 113, 114, 374, 468, 450, 564, 321	Très sensible	Limitée	Moyen
331, 253, 257, 44, 40, 41, 49, 79, 191, 503	Très sensible	Modérée	Fort

Tableau 48 : Evaluation de l'aléa effondrement localisé lié aux puits

7.2.3 Aléa effondrement localisé lié aux travaux souterrains

Les phénomènes d'effondrement localisé lié aux galeries et travaux en plateure attendus sur le site peuvent être :

- l'effondrement localisé par rupture du toit d'une galerie ou d'une chambre, qui peut être caractérisé initialement par un effondrement de blocs ou par une rupture sur la largeur de la chambre, initiée par le décollement et la mise en flexion de bancs successifs au ciel, formant peu à peu une cloche de fontis ;
- l'effondrement localisé par rupture de pilier isolé ou des parements.

Les phénomènes d'effondrement localisé lié aux travaux sur gîte filonien peuvent être également des ruptures de la couronne (partie du filon proche de la surface et non exploitée).

7.2.3.1 Les gisements de houille, anthracite et schistes bitumineux

- **Boson (mine de l'Aqueduc, mine du Pont, mine de Boson et travaux de l'Esquine**

Sur les travaux de l'Aqueduc, de la mine du Pont et de Boson, le pendage est important il varie entre 35 et 50°. La méthode d'exploitation s'est limitée à un quadrillage assez lâche des niveaux réunis plus ou moins fréquemment par des montages. Les cas de quadrillages serrés et réguliers, rappelant une méthode d'exploitation par chambres et piliers abandonnés, sont très rares. Dans la plupart des cas, il semble que les travaux en profondeur ont été arrêtés en raison de de l'insuffisance des moyens techniques et nom en raison de la déficience du gisement. Les anciens registres d'avancement signalent constamment des éboulements, des difficultés d'exhaure et d'aérage. Ainsi, la profondeur maximale des travaux était d'environ 150 m.

Les travaux de l'Esquine se sont limités à des travaux de recherche. Les travaux de la Bergeries étant similaires à ceux d'Auriasque, ils seront étudiés dans le paragraphe suivant.

Hormis le travers-banc Espérance de la mine de la Bergerie, les travaux miniers sont situés sous le niveau hydrostatique.

- **Intensité**

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 altérée 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.

Sur les chantiers

La puissance de la couche est en moyenne de 2 m. L'exploitation a été plus importante dans la partie sud, dans la mine de l'Aqueduc, où l'épaisseur de la couche pouvait atteindre 6 à 8 m. L'épaisseur du complexe diminue vers le nord en même temps que se multiplient les intercalations de stériles. Les anciens exploitants font part de nombreux éboulements du faux toit dans leurs écrits. Les documents retrouvés lors de la phase informative ne mentionnent pas explicitement la pratique du remblayage des vides. Nous supposerons qu'un remblayage non systématique a été réalisé dans ces travaux. Sur des chantiers peu ou mal remblayés et mal foudroyés, les hauteurs de vides résiduels pourraient être importantes : l'intensité retenue pourrait y varier de limitée (au nord) à modérée (au sud, sur la mine du Pont et celle de l'Aqueduc).

Sur les galeries

D'après les plans, les dimensions de l'ensemble des galeries sont de l'ordre de 2 m de largeur et 2 m de hauteur. L'intensité de l'aléa est donc estimée à modérée. L'intensité est estimée à limitée sur les galeries de recherche que nous supposons de section inférieure.

Une intensité limitée est retenue pour les travaux de recherche de l'Esquine pour lesquels on suppose des sections de galerie moins importantes.

- **Prédisposition**

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.

Prédisposition à l'existence de vides résiduels

D'après les investigations de terrain, la majorité des entrées de galerie ne sont pas visibles aujourd'hui, un grand nombre d'entre elles ont été mises en sécurité en 2002. Nous supposons donc que ces galeries ont été bouchées ou éboulées. Nous ne disposons pas d'informations sur le traitement des linéaires de galeries, cependant l'expérience montre que ces galeries sont rarement remblayées. Nous retiendrons donc une prédisposition sensible à la présence de vide sur les galeries isolées de cette concession.

Ne disposant pas d'informations précises sur le remblayage des travaux, nous retiendrons également une prédisposition sensible à la présence de vides sur l'ensemble des travaux miniers de la concession de Boson.

Prédisposition à la rupture des structures souterraines

Sur cette concession, le houiller est recouvert par un faux toit peu résistant et fracturé surmonté d'un conglomérat plutôt rigide. Une prédisposition assez sensible à la rupture des structures souterraines est retenue sur la concession.

Prédisposition à la remontée de l'instabilité au travers du recouvrement

<u>Pour les galeries isolées</u>

Adaptée de la formule de Vachat (1982), la formule de Meier (1991) donne un ordre de grandeur quantitatif de la profondeur au-delà de laquelle un fontis sera autocomblé avant d'atteindre la surface.

Dans le cas d'une galerie isolée, la formule de Meier (1991) prend la forme :

- $h_{cloche} = \frac{w}{K-1}\left(1+\frac{w}{D.\tan\theta}\right)$ pour une forme cylindrique ;
- $h_{cloche} = 1{,}274 \times \frac{w}{K-1}\left(1+\frac{w}{D.\tan\theta}\right)$ pour une forme parabolique.

Remarque : *w r*eprésente la hauteur de la galerie, *D* le diamètre du fontis, *K* le coefficient de foisonnement et θ l'angle de talus.

Cette formule a été utilisée ici avec un coefficient de foisonnement de 1,4 à 1,5 (conglomérat) et un angle de talus de 40 à 45°.

Le tableau ci-dessous synthétise les valeurs attendues, dans le cas d'un fontis de la largeur de la galerie s'initiant dans une galerie isolée de 2 m de hauteur et 2 m de largeur :

	Coefficient de foisonnement 1,4 / Angle de talus de 40°	Coefficient de foisonnement 1,5 / Angle de talus de 45°
Cheminée de fontis cylindrique	11 m	8 m
Cheminée de fontis parabolique	14 m	11 m

Tableau 49 : Valeurs extrêmes attendues de profondeur d'autocomblement d'un fontis de 2 m de diamètre.

D'après ces calculs, il semble qu'un fontis au toit d'une galerie de ce secteur ne pourrait pas remonter au-delà de 15 m.

Pour les travaux

Étant donnée la hauteur potentielle de travaux de l'ordre de la dizaine de mètres dans la partie sud et du remblayage non systématique, nous supposons que les vides résiduels pourraient avoir une hauteur maximale de 3 m sur la mine de l'Aqueduc, de 2 m sur la mine du Pont et d'1 m au nord sur Boson. Par manque d'informations, nous supposons que la largeur maximale de ces vides résiduels est d'au moins 6 m pour la mine de l'Aqueduc. L'utilisation de la formule de Meier nous indique qu'un fontis (de 3 m de diamètre) ne pourrait pas remonter au-delà d'une hauteur de 20 m.

Sur cette concession, un fontis se situant au droit de travaux inférieurs à 20 m a été mis en sécurité en 2002. Aucun autre désordre n'a été recensé lors de la phase informative. Cependant, il semble que les anciens exploitants aient été confrontés à de nombreux éboulement lors de l'exploitation en raison de la mauvaise qualité du toit. Il est possible que des désordres n'aient pas été vus en raison de la végétation actuelle. En synthétisant les différentes considérations, il en résulte que la prédisposition peut être jugée comme :

- sensible pour les travaux miniers dont la profondeur est inférieure à 20 m ;
- sensible pour les galeries isolées dont la profondeur est inférieure à 15 m ;
- sensible pour l'ensemble des travaux de recherche de l'Esquine.

Notons que ces travaux ont débuté à l'affleurement. Le tracé de l'affleurement et le pendage de la couche (35 à 50°) seront pris en compte pour le tracé de l'aléa.

- **Travaux d'Auriasque et de la Bergerie**

Pour ces deux secteurs de travaux similaires, la méthode d'exploitation est la méthode par tailles montantes et remblais. Les dépilages les plus importants sont ceux des cotes 85 et 100 m, situés immédiatement à l'ouest du puits d'Auriasque et au niveau du puits de la Bergerie.

Intensité

Sur ce secteur, sept couches auraient été exploitées, mais il semble que les travaux d'exploitation ont été menés sur deux ou trois couches simultanément. Les épaisseurs évoquées pour ces couches sont d'ordre métrique. Dans la mesure où le remblayage a été réalisé lors des tailles montantes, nous supposons que les hauteurs de vides résiduels sont peu importantes à l'exception des travaux à faible profondeur car aucun des documents retrouvés ne fait référence au clavage des travaux. L'intensité retenue est donc estimée à limitée sur les travaux.

D'après les plans, les dimensions de l'ensemble des galeries sont de l'ordre de 2 m de largeur et 2 m de hauteur. L'intensité de l'aléa est donc estimée à modérée.

Prédisposition

Prédisposition à l'existence de vides résiduels

D'après les investigations de terrain, les entrées de galeries ne sont pas visibles aujourd'hui à l'exception de l'entrée du travers-banc de l'Espérance (333), elles ont toutes été mises en sécurité en 2002. Nous ne disposons pas d'informations sur le traitement des linéaires de galeries, cependant l'expérience montre que ces galeries sont rarement remblayées. Une prédisposition favorable à la présence de vides résiduels est retenue sur les galeries.

En raison de la méthode d'exploitation, une prédisposition peu sensible à la présence de vides est retenue sur les chantiers.

Prédisposition à la rupture des structures souterraines

Sur cette concession, le houiller est recouvert par un conglomérat plutôt rigide. Une prédisposition peu sensible à la rupture des structures souterraines est retenue sur ces deux secteurs.

Prédisposition à la remontée de l'instabilité au travers du recouvrement

Pour les galeries isolées

Comme pour les galeries isolées du secteur de Boson (de même dimension supposée et avec un recouvrement similaire), la formule de Meier (1991) a été utilisée avec un coefficient de foisonnement de 1,4 à 1,5 (conglomérat) et un angle de talus de 40 à 45°. Les résultats montrent qu'un fontis au toit d'une galerie isolée ne pourrait pas remonter au-delà de 15 m.

Pour les travaux

Dans la mesure où les travaux ont été remblayés mais *a priori* non clavés, nous supposons que les vides résiduels à faible profondeur pourraient avoir une hauteur maximale de 2 m et une largeur de 2 m. L'utilisation de la formule de Meier nous indique qu'un fontis de 2 m de diamètre ne pourrait pas remonter au-delà d'une hauteur de 15 m.

En synthétisant les différentes considérations, et dans la mesure où aucun désordre n'est évoqué sur ces travaux, il en résulte que la prédisposition peut être jugée comme :

- peu sensible pour les travaux miniers dont la profondeur est inférieure à 15 m ;
- sensible pour les galeries isolées dont la profondeur est inférieure à 15 m.

- **Concession de la Magdelaine**

Cette concession comporte plusieurs sites qui n'ont pas donné lieu à d'importants travaux (site la Magdeleine, site de la descenderie Saint-Victor, site des Adrechous, l'Apié d'Amie). Plusieurs ouvrages ont été mis en sécurité en 2001 au niveau de leur débouché.

Intensité

Sur le site des « Adrechous », la couche exploitée présente une épaisseur de 70 cm en moyenne. Deux couches de houilles auraient été exploitées à Sainte-Constance et Saint-Louis. Seul le chantier du puits Saint-Joseph, sur le secteur de l'Apié d'Amie, en liaison avec les travaux de la mine de Boson, aurait pu être exploité. Une intensité limitée sera donc retenue sur l'ensemble des travaux de la concession de la Magdeleine.

Prédisposition

En raison du peu d'informations disponible sur les travaux de ce secteur, et de sa faible production, une prédisposition sensible est attribuée à l'ensemble de ces travaux.

- **Concession de Fréjus Nord**

Sur cette concession le pendage est de 30° vers l'est et la puissance maximale de la couche exploitée est de 2 m. La minéralisation est hachée par des failles NO-SE. Ces travaux sont essentiellement des travaux de recherche par galerie à partir des affleurements. On distingue quatre zones de recherche :

- la zone de Maraval, près de l'ancien pont de la Fustière (ou pont de Maraval) ;
- la zone de la section n° 19 ;
- la zone des travaux de recherche n° 3, 4, 17 et 18 ;
- la zone de la section n° 6 aussi dite de l'Armelin.

Intensité

La puissance maximale de la couche étant de 2 m, et ne disposant que de très peu d'information sur le remblayage des travaux, nous supposerons qu'un remblayage non systématique a été réalisé dans ses travaux. Sous ces hypothèses, la hauteur maximale des vides résiduels pourrait donc éventuellement atteindre 1, voire 2 m. Nous supposons que les dimensions de l'ensemble des galeries sont de l'ordre de 1,5 m de largeur et 1,5 m de hauteur.

L'intensité de l'aléa est donc estimée à limitée sur tous les travaux de la concession de Fréjus Nord.

Prédisposition

Ces couches n'ont été reconnues que jusqu'à très faible profondeur, les travaux se sont limités à jalonner les affleurements. Les travaux ont pris un peu plus d'importance au niveau de Maraval. En raison du peu d'informations disponible sur les travaux de ce secteur, et de sa faible production, une prédisposition sensible est attribuée au secteur de Maraval et une prédisposition peu sensible aux autres travaux de Fréjus Nord.

- **Concession des Vaux**

Dans cette extrémité nord du bassin houiller, la couche de charbon présente une alternance de parties à fort pendage, descendant d'est en ouest, et de parties en plateure. L'encaissant carbonifère est constitué de poudingues quartzeux encaissés dans les gneiss et micaschistes du socle.

Les dépilages paraissent avoir été effectués dans les parties en plateure partout où la puissance de la couche (2 m au maximum) le permettait. Dans la partie ouest, le faisceau houiller de la République comporte deux couches de houille de 0,70 et 0,80 m. Elles ont un pendage de 30° vers le sud. Plus au sud, le faisceau Saint-Antoine semble comprendre également deux couches.

Intensité

Sur cette concession, plusieurs couches auraient été exploitées, mais il semble que les travaux d'exploitation ont été menés sur une à deux couches principalement. Les puissances évoquées pour ces couches sont très variables, un maximum de 2 m est évoqué. Il semble que ces travaux aient été remblayés avant la mise en eau du lac Saint-Cassien, cependant, la présence des désordres (D26 et D27) montre que des vides importants peuvent persister à faible profondeur. L'intensité retenue est donc estimée à modérée sur les travaux.

D'après les plans, les dimensions de l'ensemble des galeries sont de l'ordre de 2 m de largeur et 2 m de hauteur. L'intensité de l'aléa est donc estimée à modérée.

Prédisposition

Prédisposition à l'existence de vides résiduels

D'après les investigations de terrain, une galerie (505) est toujours ouverte. Nous supposons donc que les autres galeries ont été bouchées ou éboulées. Nous ne disposons pas d'informations sur le traitement des linéaires de galeries, cependant l'expérience montre que ces galeries sont rarement remblayées. Nous retiendrons donc une prédisposition favorable à la présence de vide sur les galeries isolées de cette concession.

Ne disposant pas d'informations précises sur le remblayage des travaux, nous retiendrons donc une prédisposition favorable à la présence de vides sur l'ensemble des travaux miniers de la concession de Vaux.

Prédisposition à la rupture des structures souterraines

Le recouvrement est constitué de poudingues quartzeux qui peuvent être considérés comme rigides localement mais pas à l'échelle de la concession. Une prédisposition sensible à la rupture des structures souterraines est retenue.

Prédisposition à la remontée de l'instabilité au travers du recouvrement

En raison du manque de données précises sur le remblayage des travaux et le gabarit des ouvrages, il semble raisonnable de supposer qu'un fontis au toit de travaux ou d'une galerie ne pourra pas remonter au-delà de 20 m.

En synthétisant les différentes considérations, il en résulte que la prédisposition peut être jugée comme :

- sensible pour les travaux miniers dont la profondeur est inférieure à 20 m ;
- sensible pour les galeries isolées dont la profondeur est inférieure à 20 m.

N'ayant pas de données précises sur la profondeur de ces travaux, l'enveloppe de tous les travaux de cette concession (profondeur inférieure à 50 m) sera utilisée pour le traçage de cet aléa.

- **Concession de Biançon et des Vernatelles**

Ces travaux de recherche sont essentiellement des tranchées et des galeries à l'affleurement. Ce sont des travaux irréguliers. Tous les travaux sont aujourd'hui sous le lac de Saint-Cassien.

Intensité

La puissance maximale des couches exploitées est de 2,5 m et ne disposant que de très peu d'information sur le remblayage des travaux, nous supposerons qu'un remblayage non systématique a été réalisé dans ses travaux. Sous ces hypothèses, la hauteur maximale des vides résiduels pourrait donc éventuellement atteindre 1, voire 2 m. Nous supposons que les dimensions de l'ensemble des galeries sont de l'ordre de 1,5 m de largeur et 1,5 m de hauteur.

L'intensité de l'aléa est donc estimée à limitée sur tous les travaux de la concession de Biançon et des Vernatelles.

Prédisposition

A priori, ces couches n'ont été reconnues que jusqu'à très faible profondeur, les travaux se sont limités à jalonner les affleurements. En raison du peu d'informations disponibles sur les travaux de ces deux concessions et compte tenu de l'irrégularité des travaux certes peu conséquents, une prédisposition peu sensible est attribuée aux travaux de ces deux concessions.

7.2.3.2 Les exploitations de fluorine et autres substances

- **La concession de Fontsante**

Le gisement de la concession de Fontsante est constitué de 20 filons subverticaux, de direction sensiblement est-ouest, s'étendant du nord au sud sur 2 500 m pour un allongement est-ouest de 800 m en moyenne. La puissance des filons variait entre 1 et 3 m.

Nous n'avons pas d'informations sur l'épaisseur de la couronne.

L'exploitation a été menée par chambres-magasins, entre deux étages de 50 à 60 m de relevée verticale par panneaux de 120 m d'allongement maximum. En 1982, tous les vides auraient été remblayés avec des matériaux prélevés sur place ou bien utilisant des sables de laverie.

Intensité

La section des galeries de tête et de base est de 6 m². Nous supposons que les travers-bancs ont la même section. Une intensité modérée est retenue au droit des galeries et travers-bancs

Concernant les travaux au sein des filons, malgré les mises en sécurité réalisées, les observations réalisées lors de la phase informative confirment que des vides importants subsistent, ceci est confirmé par les dimensions des désordres. Une intensité modérée voire élevée est retenue au niveau des filons.

Prédisposition

Prédisposition à l'existence de vides résiduels

D'après les investigations de terrain, aucune entrée de galerie n'a été observée. Ces dernières ont probablement été éboulées lors des mises en sécurité des débouchés. Cependant, ceci ne nous permet pas d'exclure la présence de vide derrière l'éboulement. Nous retiendrons une prédisposition sensible à la présence de vide sur les galeries isolées de ce titre.

Plusieurs effondrements localisés permettent l'accès à des travaux ouverts. Ces observations nous permettent de conclure quant à la prédisposition très sensible à la présence de vide sur les filons exploités.

Prédisposition à la rupture des structures souterraines

L'importance de la puissance des filons exploités (jusqu'à 3 m) diminue la stabilité de la couronne (grande portée de la couronne). Nous retiendrons une prédisposition sensible à la rupture des structures souterraines sur les filons de cette concession.

Prédisposition à la remontée de l'instabilité au travers du recouvrement

Pour les galeries isolées

La formule de Meier (1991) a été utilisée ici avec un coefficient de foisonnement de 1,5 (socle) et un angle de talus de 45°. Le tableau ci-dessous synthétise les valeurs attendues, dans le cas d'un fontis de la largeur de la galerie s'initiant dans une galerie isolée de 2 m de hauteur et 2 m de largeur :

	Coefficient de foisonnement 1,5 / Angle de talus de 45°
Cheminée de fontis cylindrique	8 m
Cheminée de fontis parabolique	11 m

Tableau 50 : Valeurs extrêmes attendues de profondeur d'autocomblement d'un fontis de 2 m de diamètre

D'après ces calculs, il semble qu'un fontis au toit d'un travers-banc de ce secteur ne pourrait pas remonter au-delà de 11 m d'épaisseur de recouvrement. Par sécurité, nous choisirons 15 m d'épaisseur.

Pour les travaux

Comme l'illustre la figure 109, la rupture attendue en tête de chambre est soit une rupture du pilier couronne (suivie d'une propagation de l'instabilité suivant l'axe de la couche), soit une rupture du toit (par cisaillement suivie d'une remontée verticale de l'instabilité). L'encaissant du filon étant des gneiss à deux micas de bonne qualité géomécanique apparente et les matériaux constituant les filons et les remblais étant a priori de qualité moindre que ceux de l'encaissant nous retiendrons une prédisposition à la rupture en tête de chambre par rupture du pilier couronne. Une prédisposition sensible est retenue au droit des filons sur ce secteur.

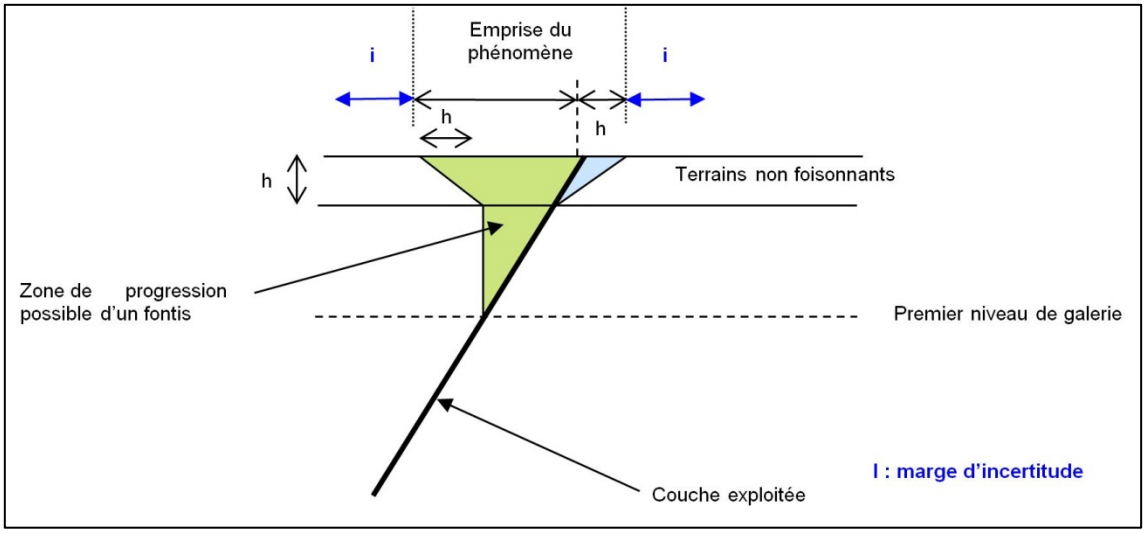


Figure 108 : Mode de construction de l'aléa "effondrement localisé" sur exploitations filoniennes

En synthétisant les différentes considérations, il en résulte que la prédisposition peut être jugée comme :

- très sensible au droit des filons : dans les zones où ils ont été exploités à faible profondeur (ces filons étant subverticaux, nous prenons le parti de retenir l'enveloppe des travaux réalisés entre 0 et 60 m de profondeur qui correspond au premier niveau des galeries de base) ;
- sensible pour les galeries isolées situées hors de la caisse filonienne dont la profondeur est inférieure à 15 m.

- **PEX de Garrot et de l'Avellan et PEX des Trois Vallons et PEX des Trois Termes**

Les onze filons du PEX de Garrot sont encaissés dans le socle cristallophyllien du Tanneron, constitué par une formation de gneiss. La plupart affleurent où sont proches de la surface et ont donné lieu à des dépilages très peu profonds.

Les filons exploités sur le PEX de L'Avellan et sur le secteur des Trois Vallons sont eux aussi encaissés dans le socle gneissique. Le filon du site des Trois Termes est au sein de rhyolites.

Intensité

D'après les plans et les quelques observations de terrain, les dimensions de l'ensemble des galeries sont de l'ordre de 1 à 2 m de largeur et 1,5 à 2 m de hauteur. L'intensité de l'aléa est donc estimée à modérée.

Concernant les travaux au sein des filons, sur les PEX de Garrot et de l'Avellan ainsi que sur le secteur des Trois Vallons, malgré les mises en sécurité réalisées, les observations de désordres réalisées lors de la phase informative confirment que des vides subsistent. Ces désordres sont dus à des débourrages de remblai au niveau des têtes de dépilage proches de la surface. Une intensité modérée est retenue au niveau des filons des PEX de Garrot et de l'Avellan ainsi que sur le secteur des Trois Vallons.

Sur le PEX des Trois Termes, aucune mise en sécurité n'a été réalisée. Une intensité modérée à élevée est retenue sur ces travaux.

Prédisposition

Prédisposition à l'existence de vides résiduels

D'après les investigations de terrain, plusieurs entrées de galerie sont restées ouvertes. Nous retiendrons une prédisposition sensible à la présence de vide sur les galeries isolées de ce permis.

Plusieurs effondrements localisés permettent l'accès à des travaux ouverts. Ces observations nous permettent de conclure quant à la prédisposition sensible à la présence de vide sur les filons exploités.

Prédisposition à la rupture des structures souterraines

La puissance des filons exploités diminue la stabilité de la couronne. Nous retiendrons une prédisposition sensible à la rupture des structures souterraines sur les filons de cette concession.

Prédisposition à la remontée de l'instabilité au travers du recouvrement

<u>Pour les galeries isolées</u>

La formule de Meier (1991) a été utilisée ici avec un coefficient de foisonnement de 1,5 (socle) et un angle de talus de 45°. Le tableau ci-dessous synthétise les valeurs attendues, dans le cas d'un fontis de la largeur de la galerie s'initiant dans une galerie isolée de 2 m de hauteur et 2 m de largeur :

	Galerie d'1 m de large et 1,5 m de haut Fontis d'1 m de diamètre Coefficient de foisonnement 1,5 / Angle de talus de 45°	Galerie de 2 m de large et 2 m de haut Fontis de 2 m de diamètre Coefficient de foisonnement 1,5 / Angle de talus de 45°
Cheminée de fontis cylindrique	8 m	8 m
Cheminée de fontis parabolique	10 m	11 m

Tableau 51 : Valeurs extrêmes attendues de profondeur d'autocomblement d'un fontis au toit d'une galerie isolée

D’après ces calculs, il semble qu’un fontis au toit d’un travers-banc de ce secteur ne pourrait pas remonter au-delà de 12 m d’épaisseur de recouvrement. Par sécurité nous choisirons 15 m d’épaisseur.

Sur ces différents permis, nous retiendrons donc une prédisposition :

- sensible pour les galeries sur filon et galeries secondaires avec désordres ;
- peu sensible pour les galeries secondaires de rechercher et sans désordres.

Pour les travaux

Les filons du PEX de Garrot et du permis des Trois Termes ont une puissance métrique (avec des renflements localement). Le filon exploité sur le PEX de l’Avellan a une puissance variant entre 50 cm et 1 m, celui des Trois Vallons peut atteindre 4 m localement. Comme l’illustre la figure 109, la rupture attendue en tête de chambre est soit une rupture du pilier couronne (suivie d’une propagation de l’instabilité suivant l’axe de la couche), soit une rupture du toit (par cisaillement suivie d’une remontée verticale de l’instabilité). L’encaissant du filon étant des gneiss de bonne qualité géomécanique apparente et les matériaux constituant les filons et les remblais étant a priori de qualité moindre que ceux de l’encaissant nous retiendrons une prédisposition à la rupture en tête de chambre par rupture du pilier couronne. Ceci est renforcé par le fait que des dépilages très peu profonds ont été réalisés sur la plupart des filons de cette concession.

Une prédisposition sensible à très sensible est retenue au droit des travaux de tête des filons situés à moins de 20 m de profondeur sur ces permis.

- **PER de Planestel (Planestel et Maraval), PER de la Berle et de Baisse-Violette, PEX de La Favière, Site du Charbonnier, site du filon Paulette, site de la Madeleine et site de Gaudon**

Tous ces sites, d’extension limitée, se situent dans les formations de socle résistantes et ont exploité des filons par galeries, à l’exception du PEX de la Favière, où l’exploitation a été menée à ciel ouvert. Le PEX de la Favière n’est pas concerné par l’aléa effondrement localisé.

Intensité

La phase informative a permis de montrer que ces travaux isolés (lorsqu’ils ont pu être retrouvés), étaient de dimensions et d’extension réduite. Il s’agit essentiellement d’entrées de galerie. Seul le site de Maraval fluorine a été plus conséquent, en effet des galeries de dimension importante sont toujours ouvertes et partiellement remblayées. Une intensité limitée est retenue au droit des galeries jusqu’à 15 m de profondeur pour tous ces sites, à l’exception de celui de Maraval où une intensité élevée est retenue.

Prédisposition

Sur les sites isolés, une prédisposition peu sensible est retenue au droit des galeries jusqu’à 15 m de profondeur. Sur le site de Maraval, une prédisposition sensible est retenue au droit des galeries de moins de 15 m de profondeur et une prédisposition très sensible est retenue au niveau de la caisse filonienne.

Evaluation de l'aléa effondrement localisé sur l'ensemble des secteurs

Typologie	Prédisposition	Intensité	Aléa retenu
Boson : galeries isolées à moins de 15 m de profondeur	Sensible	Modérée	Moyen
Boson : galeries de recherche à moins de 15 m de profondeur	Sensible	Limitée	Faible
Boson - Mine de l'Aqueduc et mine du Pont : travaux à moins de 20 m de profondeur	Sensible	Modérée	Moyen
Boson – partie nord : travaux à moins de 20 m de profondeur	Sensible	Limitée	Faible
L'Esquine : travaux de recherche	Sensible	Limitée	Faible
Auriasque et Bergerie : galeries isolées à moins de 15 m de profondeur	Sensible	Modérée	Moyen
Auriasque et Bergerie : travaux à moins de 15 m de profondeur	Peu sensible	Modérée	Faible
La Magdeleine	Sensible	Limitée	Faible
Fréjus nord : Maraval	Sensible	Limitée	Faible
Fréjus nord : autres travaux	Peu sensible	Limitée	Faible
Vaux : travaux et galeries à moins de 20 m de profondeur (dans les faits tous les travaux)	Sensible	Modérée	Moyen
Biançon et Vernatelles	Peu sensible	Limitée	Faible
Fontsante : galeries isolées à moins de 15 m de profondeur	Sensible	Modérée	Moyen
Fontsante : caisse filonienne (profondeur des travaux inférieure à 60 m)	Très sensible	Modérée	Fort
Garrot : galerie secondaire ou de recherche à moins de 15 m de profondeur	Peu sensible	Modérée	Faible
Garrot : galerie sur filon à moins de 15 m de profondeur	Sensible	Modérée	Moyen
Garrot : caisse filonienne, travaux à moins de 20 m de profondeur	Très sensible	Modérée	Fort
L'Avellan : partie sud-ouest de la caisse filonienne	Sensible	Modérée	Moyen
L'Avellan : partie centrale de la caisse filonienne	Très sensible	Modérée	Fort
Les Trois Vallons : galerie isolées à moins de 15 m de profondeur	Sensible	Modérée	Moyen
Les Trois Vallons : caisse filonienne	Sensible à très sensible	Modérée	Moyen à fort
Permis des Trois Termes : caisse filonienne	Sensible à très sensible	Modérée à élevée	Fort
Maraval fluorine : caisse filonienne	Très sensible	Elevée	Fort
Maraval fluorine : Galerie isolée à moins de 15 m de profondeur	Sensible	Elevée	Fort
Panestel	Sensible	Modérée	Moyen
Autres sites et galeries de recherche	Peu sensible	limitée	Faible

Tableau 52 : Evaluation de l'aléa effondrement localisé lié aux galeries et travaux souterrains

Compte tenu de la nature du phénomène redouté, le zonage de l'aléa correspond à l'enveloppe de travaux à faible profondeur et au tracé des galeries, complétée par l'incertitude de positionnement 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 (facilement mobilisables), est suffisamment sécuritaire. Ici, l'épaisseur de ces terrains est estimée à 1 ou 3 m selon le recouvrement (cf. § 7.2.1) ; cette valeur entrainera donc une extension horizontale supplémentaire en surface de 1 ou 3 m de rayon.

Compte tenu des coupures préexitantes concernant la profondeur des travaux et de l'absence d'enjeux bâtis, le tracé des aléas sur les travaux à moins de 15 m des profondeur a été réalisé sur la tranche 0-20 lorsque l'information n'étais pas suffisante. Ceci reste une approche sécuritaire.

7.3 Aléa tassement

Un niveau de prédisposition peu sensible et d'intensité limitée semble raisonnable pour l'ensemble des verses et MC0 du secteur d'étude. Un niveau d'aléa tassement faible est retenu sur l'ensemble des verses, MCO et tranchées.

Un niveau d'aléa tassement faible est également retenu sur les bassins du Lenté, de Saint-Barthélémy et de la Favière.

L'emprise ce cet aléa correspond à l'emprise des dépôts et MCO cartographiés dans la phase informative. Les préceptes de géotechnique minière permettent d'évaluer pour un recouvrement à faciès carbonaté que la tranche des terrains du recouvrement au toit d'un gisement en plateure est affectée par les dépilages sur une hauteur de l'ordre de 2,5 fois la hauteur maximale exploitée. Pour les mines de substance énergétiques, le recouvrement est constitué de schistes, de poudingues et de grès du Stéphanien. Nous considérons que cet ordre de grandeur de 2,5 fois la hauteur maximale exploitée reste valable, soit une dizaine de mètres pour les concessions de Boson, la Bergerie, Auriasque et Vaux.

Par sécurité, au-delà de 20 m d'épaisseur de recouvrement, nous considérons que la remobilisation des terrains au toit du recouvrement minier s'amortit avant d'atteindre la surface et l'aléa tassement est écarté.

L'intensité de tels phénomènes est évaluée comme limitée. En absence de désordres de ce type signalés et pour un recouvrement supérieur, la prédisposition est considérée comme peu sensible.

Par croisement de l'intensité et de la prédisposition, il est attribué un aléa tassement de niveau faible au droit des travaux situés à moins de 20 m de profondeur sur les mines de Boson, de la Bergerie, d'Auriasque et de Vaux.

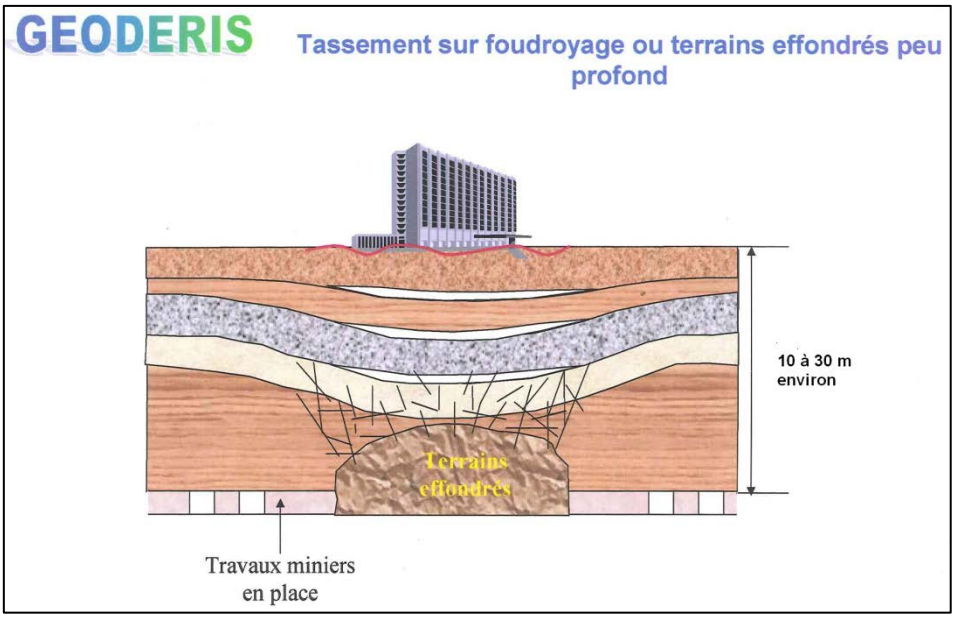


Figure 109 : Phénomène de tassement résiduel sur terrains foudroyés, affaissés, dépilés

7.4 Aléa instabilité de pente

Les haldes des secteurs étudiés sont constituées de matériaux à granulométrie variable. Elles ont des dimensions pouvant atteindre plusieurs dizaines de mètres de long et une dizaine de mètres de hauteur avec des pentes de talus élevées (notamment sur Maraval fluorine). Certaines verses présentent également des traces bien marquées de ravinement (Maraval fluorine et PEX de la Favière). Un aléa instabilité de pente de type glissement superficiel de niveau moyen est retenu sur les dépôts les plus pentus (Lavellan, Maraval fluorine et Trois Vallons). Un aléa instabilité de pente de type glissement superficiel de niveau faible est retenu sur toutes les autres verses du secteur et certaines MCO. Certains dépôts miniers (notamment sur le permis des Trois Vallons) sont par ailleurs sapés par des rivières et présentent donc un risque d'érosion de type glissement en cas de crue. Un aléa glissement superficiel lié à l'érosion est retenu sur ces dépôts.

D'autres MCO, tranchées ou entrées de galerie présentent des fronts importants (jusqu'à une vingtaine de mètres de hauteur) susceptibles d'être le siège de glissements et/ou chute de bloc. Un aléa instabilité de pente de type chute de blocs de niveau faible est retenu sur les fronts abrupts de ces éléments.

7.5 Récapitulatifs des aléas retenus

Dans l'état actuel des connaissances, trois types d'aléa (effondrement localisé, tassement, glissement) ont été retenus en liaison avec les ouvrages débouchant au jour, des travaux souterrains et des vestiges miniers sur les concessions et PEX étudiés.

ALÉA	Fort	Moyen	Faible
EFFONDREMENT LOCALISÉ	**Fontsante** : caisse filonienne à moins de 60m de profondeur **Garrot** : caisse filonienne, travaux à moins de 20 m de profondeur **L'Avellan** : partie centrale de la caisse filonienne Les Trois Vallons : caisse filonienne **Permis des Trois Termes** : caisse filonienne Maraval fluorine : caisse filonienne **Maraval fluorine** : Galerie isolée et caisse filonienne à moins de 15 m de profondeur	**Boson** - Mine de l'Aqueduc et mine du Pont : travaux à moins de 20 m de profondeur **Auriasque et Bergerie** : galeries isolées à moins de 15 m de profondeur **Vaux :** travaux à moins de 20 m de profondeur **Fontsante** : galeries isolées à moins de 15 m de profondeur **Garrot** : galerie sur filon à moins de 15 m de profondeur **L'Avellan** : partie sud-ouest de la caisse filonienne **Les Trois Vallons** : galerie isolées à moins de 15 m de profondeur	**Boson** : galeries de recherche à moins de 15 m de profondeur **Boson** – partie nord : travaux à moins de 20 m de profondeur **L'Esquine** : travaux de recherche **Auriasque et Bergerie** : travaux à moins de 15 m de profondeur **La Magdeleine** **Fréjus nord** : Maraval **Fréjus nord** : autres travaux **Biançon et Vernatelles** **Garrot** : galerie secondaire ou de recherche à moins de 15 m de profondeur **Autres sites et galeries de recherche**
TASSEMENT			**Boson, Bergerie, Auriasque et Vaux** : Dépôts, MCO et tailles Travaux à moins de 20 m de profondeur **Bassins du Lenté, de Saint-Barthélémy et de la Favière**
GLISSEMENT superficiel		Dépôts de Lavellan, et Maraval fluorine	Tous les autres dépôts
CHUTE DE BLOCS			Fronts de MCO

Tableau 53 : Récapitulatif de tous les aléas mouvement de terrain retenus sur la zone étudiée

7.6 Présentation des cartes d'aléa

Les cartes localisant les zones d'aléas mouvements de terrain sont représentées sur le fond ortho phot de l'IGN (monochrome) en annexe D, distinguant les aléas effondrement localisé, tassement, glissement et chute de blocs.

8 CONCLUSIONS

Cette étude porte sur huit concessions minières, quatre PEX, trois PER et quatre autres sites miniers exploités pour houille, schistes bitumineux fluorine, tungstène et uranium dans le massif de l'Estérel.

Les plans miniers de ces travaux ont été retrouvés pour la plupart des principaux sites sauf pour les sites de fluorine de Maraval et de l'Avellan qui ne sont plus présents dans les archives. Les plans ont été géoréférencés et les travaux souterrains ont été vectorisés.

523 ouvrages miniers (galeries, puits, têtes de dépilage, exploitations à ciel ouvert, dépôts) ont été inventoriés sur cette zone.
La plupart des entrées de galerie et de puits ont été mis en sécurité dans les années 2002 à 2006, mais quelques-uns ont échappé à l'inventaire de l'époque et restent encore ouverts.

Les désordres d'origine minière sont nombreux principalement sur les gîtes filoniens subverticaux de fluorine. On dénombre 65 désordres. Ce sont principalement des fontis ou effondrement localisés qui sont généralement localisés au niveau des récentes mises en sécurité qui ne sont pas encore stabilisées, notamment, au niveau des têtes de dépilage dont le remblayage a débourré dans les galeries sous-jacentes. Ces désordres ont été recensés et identifiés sur le terrain. Les sites miniers les plus sensibles aux désordres sont ceux de Fonsante et de Garrot.

Dans l'état actuel des connaissances, plusieurs types d'aléa mouvement de terrain (effondrement localisé, tassement, glissement, chute de blocs) ont été retenus suivant les secteurs. Les secteurs les plus exposés sont essentiellement ceux consacrés à la fluorine (Fontsante, Garrot, Trois Termes, Maraval fluorine, Trois Vallons).

Sur les gisements de houille, anthracite et schistes bitumineux (Boson, Auriasque, Magdeleine, Fréjus Nord, Vaux, Biançon, les Vernatelles), l'aléa effondrement localisé, l'aléa tassement et l'aléa glissement ont été retenus. L'aléa effondrement localisé varie entre un niveau faible et moyen sur les travaux peu profonds, voire fort localement autour de certains puits vides. Un aléa tassement et un aléa glissement tous deux de niveau faible ont été retenus sur les dépôts de surface en relation avec ces exploitations. Un aléa tassement sur travaux souterrains a également été retenu en liaison avec les panneaux exploités à moins de 20 m de la surface des mines de Boson, Auriasque, la Bergerie et de Vaux.

Sur les exploitations de fluorine et autre substances (Fontsante, Garrot, l'Avellan, Trois Vallons, Saint-Jean-de-l'Estérel, Berle, Baisse-Violette, Planestel, la Favière, le Charbonnier, le filon Paulette, la Madeleine pour fluorine), l'aléa effondrement localisé, l'aléa tassement, l'aléa glissement et l'aléa chute de bloc ont été retenus. L'aléa effondrement localisé varie entre un niveau moyen et fort sur les sites exploités et faible sur les travaux de recherche. Un aléa tassement et un aléa glissement tous deux de niveau faible ont été retenus sur les dépôts de surface en relation avec ces exploitations. Un aléa tassement de niveau faible a été retenu au droit des travaux situés à moins de 20 m de profondeur sur les mines de Boson, de la Bergerie, d'Auriasque et de Vaux. Un aléa tassement de niveau faible a également été retenu sur les bassins du Lenté, de Saint-Barthélémy et de la Favière. Un aléa chute de blocs de niveau faible a été retenu sur les fronts rocheux des MCO.

9 BIBLIOGRAPHIE

SIRAS (février 1998) - M. Viard. Dossier d'arrêt définitif des travaux et d'abandon des concessions minières de Boson, la Magdeleine, d'Auriasque (Var), n° 98. 159.

Peronne Y. (1972) - Étude des indices filoniens de Saint-Martin et de Paulette. BRGM Div. SE. N° 170, Octobre 1972.

Mari G. et Consorti A. (2004) - Les filons de fluorite de la mine de Maraval (Var). *Revue Le règne minéral* n° 60.

Crevola G. (1971) - Étude géologique et paléovolcanologique de la région de Marsaou et des Collets-Redons. Esterel oriental (Var). Diplôme d'Études supérieures. Université de Nice.

Solety P. (1964) - Les gisements de fluorine de la Provence cristalline (Maures, Esterel, Tanneron). Thèse doct. ing., Univ. de Nancy, publiée en 1966 dans le Mém. B.R.G.M., n° 39, 1 vol., 262 p.

Rémy F., Thibon A., Lescure J., Féraud J. (1974) - Sur l'exploitation dans le champ filonien de Fontsante. *Bull. BRGM*, 2ème série, n° 5, p. 477-488.

BRGM. (2006) - Évaluation préliminaire de l'aléa mouvement de terrain. Site et concession de Garrot (Var) Communes de Bagnols-en-Forêt, Callian et Montaurou. Rapport BRGM/RP-54424-FR, janvier 2006.

SECME (1987) - Concession de Fontsante. Abandon de travaux avec renonciation au titre minier.

SIRAS (1998) - Dossier d'arrêt définitif des travaux et d'abandon des concessions minières de Boson, la Magdelaine, d'Auriasque (Var). Février 1998, n° 98-159.

Mica environnement. (2002) - Concession d'Auriasque, Boson et de la Magdeleine (Fréjus, Var). Travaux de mise en sécurité des orifices miniers. Programme 2002. Juin 2002, n° 02-196.

Mica environnement. (2002) - Concession d'Auriasque, Boson et de la Magdeleine (Fréjus, Var). Compte rendu des travaux de mise en sécurité des orifices miniers. Novembre 2002, n° 02-367.

Mica environnement (2003) - Ancienne exploitation de fluorine de l'Avellan (Fréjus, Var) Proposition de programme des travaux de mise en sécurité. Mai 2003, n° 03-069.

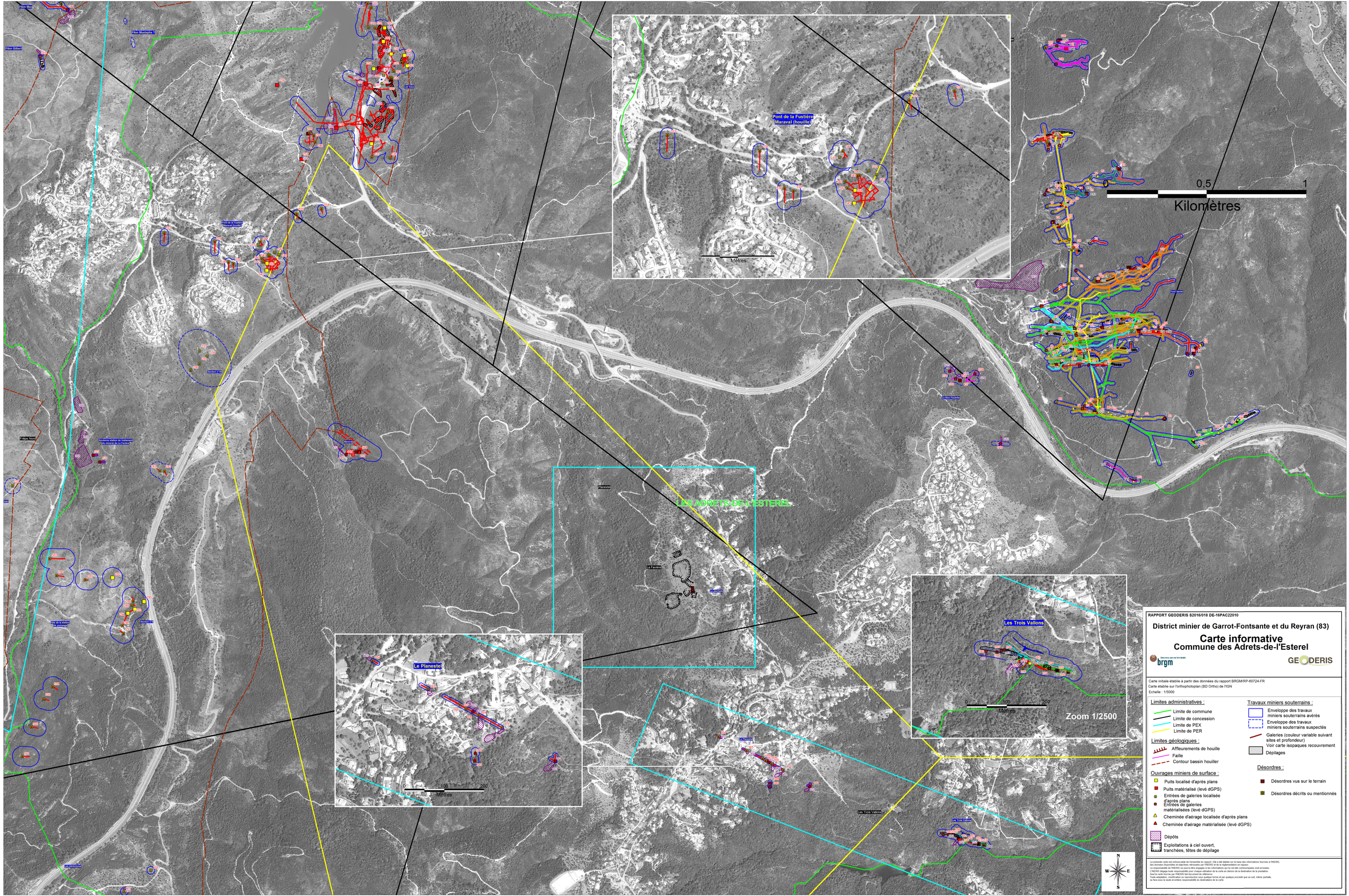
Mica environnement (2003) - Ancienne exploitation de fluorine de Garrot (Fréjus, Var). Proposition de programme des travaux de mise en sécurité des sites miniers. Mai 2003, n° 03-214.

Mica environnement (2003) - Concession de la Madelaine anciennes mines de Garrot Présentation de maitrise d'œuvre pour les travaux de mise en sécurité d'orifices miniers. Octobre 2003, n° 03-647.

Mica environnement (2005) - Mine de fluorine de l'Avellan (Fréjus, Var). Compte rendu d'exécution des travaux de mise en sécurité. Novembre 2005, n° 5-394.

Mica environnement (2006) - Ancienne mine de fluorine de Garrot (Fréjus, Var). Compte rendu d'exécution des travaux de mise en sécurité. Décembre 2006, n° 06-378.

GEODERIS (2001) - Concession de la mine de fluorine de Fontsante (Var). Expertise environnementale et géotechnique. Décembre 2001.



RAPPORT GEODERIS S2016/018 DE-16PAC22010

District minier de Garrot-Fontsante et du Reyran (83)

Carte informative
Commune des Adrets-de-l'Esterel

Ensemble pour une terre durable
brgm

GEODERIS

Carte initiale établie à partir des données du rapport BRGM/RP-60724-FR
Carte établie sur l'orthophotoplan (BD Ortho) de l'IGN
Echelle : 1/5000

Limites administratives :
- Limite de commune
- Limite de concession
- Limite de PEX
- Limite de PER

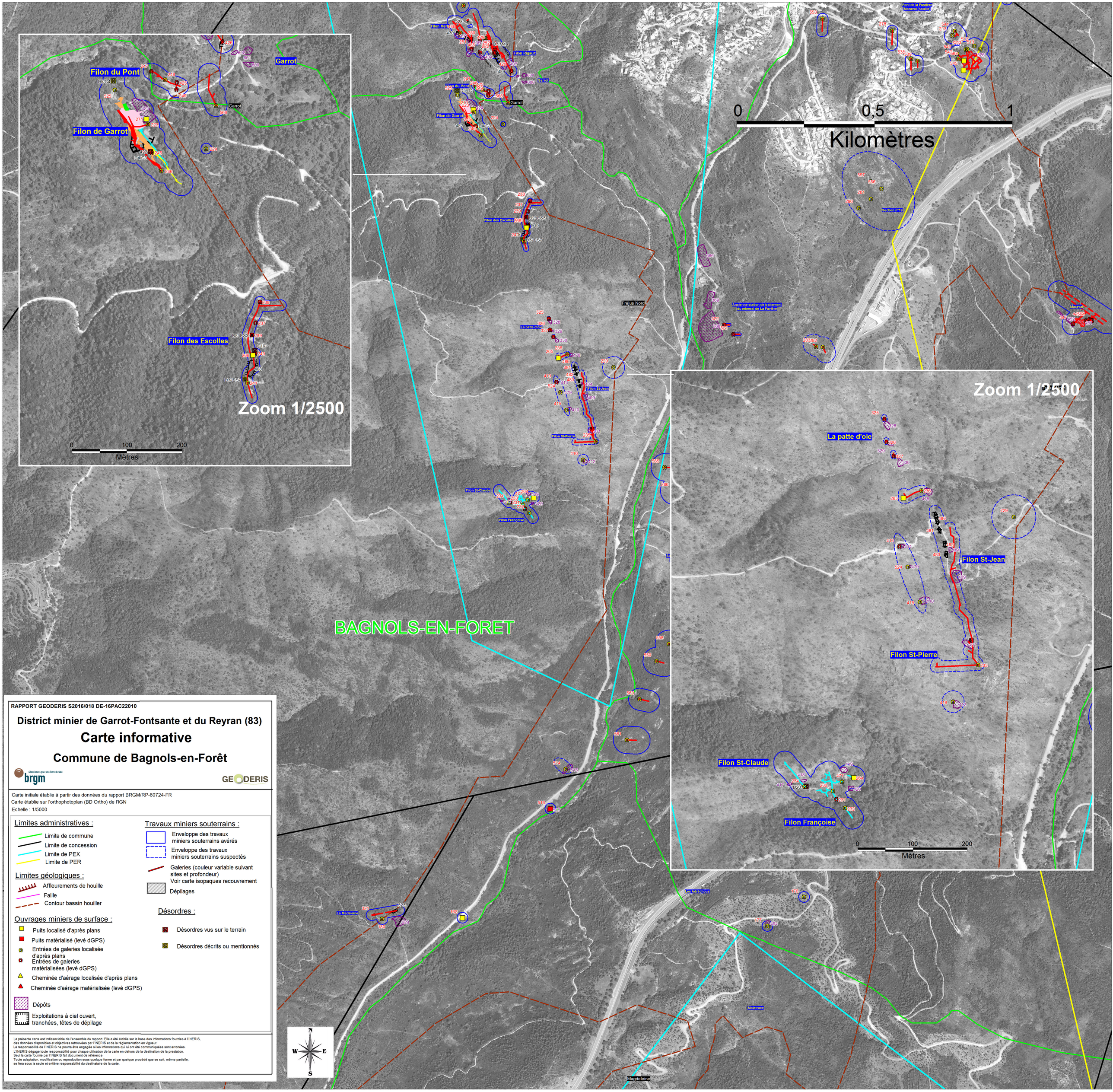
Limites géologiques :
- Affleurements de houille
- Faille
- Contour bassin houiller

Ouvrages miniers de surface :
- Puits localisé d'après plans
- Puits matérialisé (levé dGPS)
- Entrées de galeries localisée d'après plans
- Entrées de galeries matérialisées (levé dGPS)
- Cheminée d'aérage localisée d'après plans
- Cheminée d'aérage matérialisée (levé dGPS)
- Dépôts
- Exploitations à ciel ouvert, tranchées, têtes de dépilage

Travaux miniers souterrains :
- Enveloppe des travaux miniers souterrains avérés
- Enveloppe des travaux miniers souterrains suspectés
- Galeries (couleur variable suivant sites et profondeur)
- Voir carte isopaques recouvrement
- Dépilages

Désordres :
- Désordres vus sur le terrain
- Désordres décrits ou mentionnés

La présente carte est indissociable de l'ensemble du rapport. Elle a été établie sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données disponibles et objectives retrouvées par l'INERIS et de la réglementation en vigueur.
La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont erronées.
L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation de la carte en dehors de la destination de la prestation.
Seul la carte fournie par l'INERIS fait document de référence.
Toute adaptation, modification ou reproduction sous quelque forme et par quelque procédé que ce soit, même partielle, se fera sous la seule et entière responsabilité du destinataire de la carte.



RAPPORT GEODERIS S2016/018 DE-16PAC22010

District minier de Garrot-Fontsante et du Reyran (83)

Carte informative

Commune de Bagnols-en-Forêt

brgm — GEODERIS

Carte initiale établie à partir des données du rapport BRGM/RP-60724-FR
Carte établie sur l'orthophotoplan (BD Ortho) de l'IGN
Echelle : 1/5000

Limites administratives :
- Limite de commune
- Limite de concession
- Limite de PEX
- Limite de PER

Limites géologiques :
- Affleurements de houille
- Faille
- Contour bassin houiller

Ouvrages miniers de surface :
- Puits localisé d'après plans
- Puits matérialisé (levé dGPS)
- Entrées de galeries localisée d'après plans
- Entrées de galeries matérialisées (levé dGPS)
- Cheminée d'aérage localisée d'après plans
- Cheminée d'aérage matérialisée (levé dGPS)
- Dépôts
- Exploitations à ciel ouvert, tranchées, têtes de dépilage

Travaux miniers souterrains :
- Enveloppe des travaux miniers souterrains avérés
- Enveloppe des travaux miniers souterrains suspectés
- Galeries (couleur variable suivant sites et profondeur) Voir carte isopaques recouvrement
- Dépilages

Désordres :
- Désordres vus sur le terrain
- Désordres décrits ou mentionnés

La présente carte est indissociable de l'ensemble du rapport. Elle a été établie sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données disponibles et objectives retrouvées par l'INERIS et de la réglementation en vigueur.
La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont erronées.
L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation de la carte en dehors de la destination de la prestation.
Seul la carte fournie par l'INERIS fait document de référence
Toute adaptation, modification ou reproduction sous quelque forme et par quelque procédé que se soit, même partielle, se fera sous la seule et entière responsabilité du destinataire de la carte.

RAPPORT GEODERIS S2016/018 DE-16PAC22010

District minier de Garrot-Fontsante et du Reyran (83)

Carte informative

Commune de Callian

Géosciences pour une Terre durable
brgm

GEODERIS

Carte initiale établie à partir des données du rapport BRGM/RP-60724-FR
Carte établie sur l'orthophotoplan (BD Ortho) de l'IGN
Echelle : 1/5000

Limites administratives :

- Limite de commune
- Limite de concession
- Limite de PEX
- Limite de PER

Limites géologiques :

- Affleurements de houille
- Faille
- Contour bassin houiller

Ouvrages miniers de surface :

- Puits localisé d'après plans
- Puits matérialisé (levé dGPS)
- Entrées de galeries localisée d'après plans
- Entrées de galeries matérialisées (levé dGPS)
- Cheminée d'aérage localisée d'après plans
- Cheminée d'aérage matérialisée (levé dGPS)
- Dépôts
- Exploitations à ciel ouvert, tranchées, têtes de dépilage

Travaux miniers souterrains :

- Enveloppe des travaux miniers souterrains avérés
- Enveloppe des travaux miniers souterrains suspectés
- Galeries (couleur variable suivant sites et profondeur) Voir carte isopaques recouvrement
- Dépilages

Désordres :

- Désordres vus sur le terrain
- Désordres décrits ou mentionnés

La présente carte est indissociable de l'ensemble du rapport. Elle a été établie sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données disponibles et objectives retrouvées par l'INERIS et de la réglementation en vigueur.
La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont erronées.
L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation de la carte en dehors de la destination de la prestation.
Seul la carte fournie par l'INERIS fait document de référence
Toute adaptation, modification ou reproduction sous quelque forme et par quelque procédé que se soit, même partielle, se fera sous la seule et entière responsabilité du destinataire de la carte.

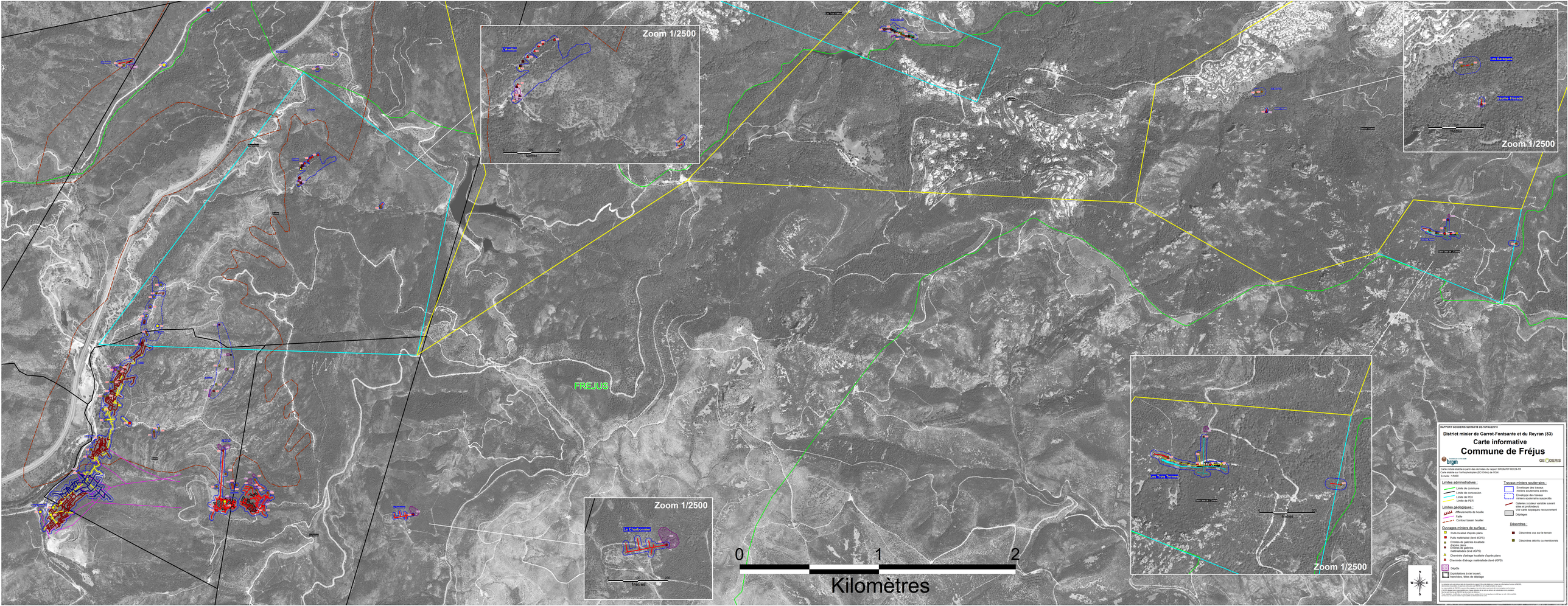
CALLIAN

Filon Max
Filon Gilbert
Filon Merle
Filon Rigault
Filon du Pont
Filon de Garrot
Garrot
Filon des Escrets
Fréjus Nord
La patte d'oie
Filon St-Jean
Filon St-Pierre
Filon St-Claude
Filon Françoise

0 0,5 1
Kilomètres

Zoom 1/2500

0 100 200
Mètres



Zoom 1/2500
L'Avellan
Zoom 1/2500
Les Baraques
Baume-Trocade
FRÉJUS
Zoom 1/2500
Le Charbonnier
Zoom 1/2500
Les Trois Termes
0
1
2
Kilomètres
RAPPORT GEODERIS S20161/10 DE-16PAC22010
District minier de Garrot-Fontsante et du Reyran (83)
Carte informative
Commune de Fréjus
brgm
GEODERIS
Carte initiale statique à partir des données du rapport BRGM/RP-60724-FR
Carte établie sur l'orthophotoplan (BD Ortho) de l'IGN
Echelle : 1/5000
Limites administratives :
Limite de commune
Limite de concession
Limite de PEX
Limite de PER
Limites géologiques :
Affleurements de houille
Faille
Contour bassin houiller
Ouvrages miniers de surface :
Puits localisé d'après plans
Puits matérialisé (levé dGPS)
Entrées de galeries localisée d'après plans
Entrées de galeries matérialisées (levé dGPS)
Cheminée d'aérage localisée d'après plans
Cheminée d'aérage matérialisée (levé dGPS)
Dépôts
Exploitations à ciel ouvert, tranchées, filles de déplage
Travaux miniers souterrains :
Enveloppe des travaux miniers souterrains avérés
Enveloppe des travaux miniers souterrains suspectés
Galeries (couleur variable suivant vides et profondeur)
Voir carte isopaques recouvrement
Déplages
Désordres :
Désordres vus sur le terrain
Désordres décrits ou mentionnés

RAPPORT GEODERIS S2016/018 DE-16PAC22910

District minier de Garrot-Fontsante et du Reyran (83)

Carte informative

Commune de Montauroux

brgm — GEODERIS

Carte initiale établie à partir des données du rapport BRGM/RP-60724-FR
Carte établie sur l'orthophotoplan (BD Ortho) de l'IGN
Echelle : 1/5000

Limites administratives :
- Limite de commune
- Limite de concession
- Limite de PEX
- Limite de PER

Limites géologiques :
- Affleurements de houille
- Faille
- Contour bassin houiller

Ouvrages miniers de surface :
- Puits localisé d'après plans
- Puits matérialisé (levé dGPS)
- Entrées de galeries localisée d'après plans
- Entrées de galeries matérialisées (levé dGPS)
- Cheminée d'aérage localisée d'après plans
- Cheminée d'aérage matérialisée (levé dGPS)
- Dépôts
- Exploitations à ciel ouvert, tranchées, têtes de dépilage

Travaux miniers souterrains :
- Enveloppe des travaux miniers souterrains avérés
- Enveloppe des travaux miniers souterrains suspectés
- Galeries (couleur variable suivant sites et profondeur) Voir carte isopaques recouvrement
- Dépilages

Désordres :
- Désordres vus sur le terrain
- Désordres décrits ou mentionnés

Le présente carte est indissociable de l'ensemble du rapport. Elle a été établie sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données disponibles et planches retrouvées par l'INERIS et de la réglementation en vigueur.
La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont erronées.
L'INERIS ne pourra être tenu responsable de l'utilisation qui pourrait être faite de la carte en dehors de la destination de la présente.
Seul la carte fournie par l'INERIS fait document de référence
Toute adaptation, modification ou reproduction sous quelque forme et par quelque procédé que ce soit, même partielle, ne fera voir la seule et entière responsabilité du destinataire de la carte.

0 — 0,5 — 1 Kilomètres

N W E S

MONTAUROUX

Le Vallon

Le Vallon

Le Vallon

RAPPORT GEODERIS S2016/018 DE-16PAC22010

District minier de Garrot-Fontsante et du Reyran (83)

Carte informative
Commune de Tanneron

brgm — Géosciences pour une Terre durable

GEODERIS

Carte initiale établie à partir des données du rapport BRGM/RP-60724-FR
Carte établie sur l'orthophotoplan (BD Ortho) de l'IGN
Echelle : 1/5000

Limites administratives :
- Limite de commune
- Limite de concession
- Limite de PEX
- Limite de PER

Limites géologiques :
- Affleurements de houille
- Faille
- Contour bassin houiller

Ouvrages miniers de surface :
- Puits localisé d'après plans
- Puits matérialisé (levé dGPS)
- Entrées de galeries localisée d'après plans
- Entrées de galeries matérialisées (levé dGPS)
- Cheminée d'aérage localisée d'après plans
- Cheminée d'aérage matérialisée (levé dGPS)
- Dépôts
- Exploitations à ciel ouvert, tranchées, têtes de dépilage

Travaux miniers souterrains :
- Enveloppe des travaux miniers souterrains avérés
- Enveloppe des travaux miniers souterrains suspectés
- Galeries (couleur variable suivant sites et profondeur) Voir carte isopaques recouvrement
- Dépilages

Désordres :
- Désordres vus sur le terrain
- Désordres décrits ou mentionnés

La présente carte est indissociable de l'ensemble du rapport. Elle a été établie sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données disponibles et objectives retrouvées par l'INERIS et de la réglementation en vigueur.
La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont erronées.
L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation de la carte en dehors de la destination de la prestation.
Seul la carte fournie par l'INERIS fait document de référence
Toute adaptation, modification ou reproduction sous quelque forme et par quelque procédé que se soit, même partielle, se fera sous la seule et entière responsabilité du destinataire de la carte.

N W E S

0 500 1 000
Mètres

Zoom 1/2500

0 100 200
Mètres

Zoom 1/2500

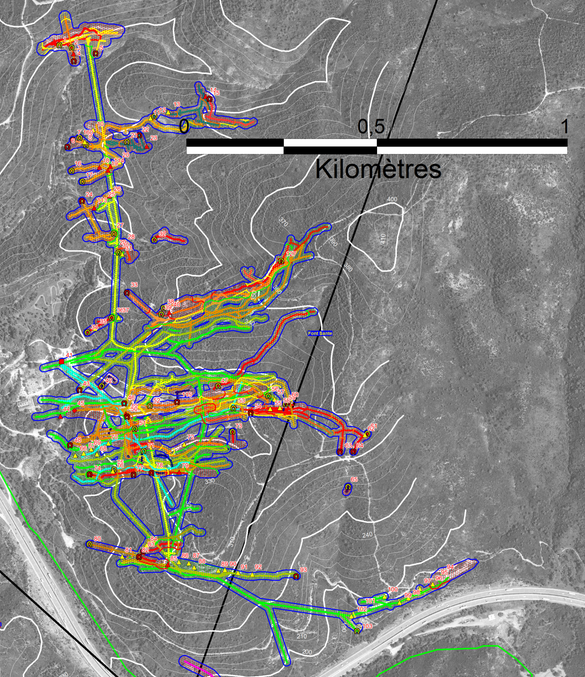
0 150 300
Mètres

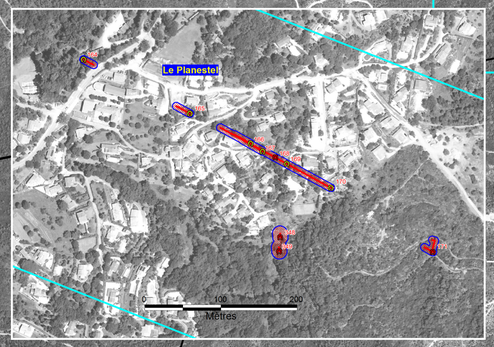
Font Sante

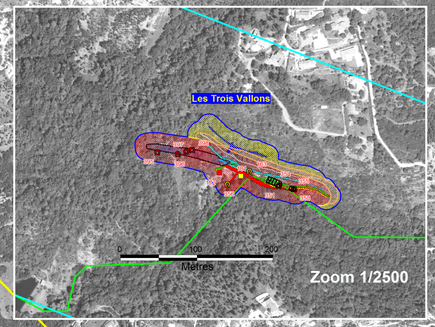
Font Sante

Le Bon Paulette









LES ADRETS-DE-L'ESTEREL

RAPPORT GEODERIS S2016/018DE-16PAC22010

District minier de Garrot-Fontsante et du Reyran (83)

Carte des isopaques

Commune des Adrets-de-l'Esterel

brgm — GEODERIS

Carte initiale établie à partir des données du rapport BRGM/RP-60724-FR
Carte établie sur l'orthophotoplan (BD Ortho) de l'IGN
Echelle : 1/5000

Limites administratives :

- Limite de commune
- Limite de concession
- Limite de PEX
- Limite de PER

Ouvrages miniers de surface :

- Puits localisé d'après plans
- Puits matérialisé (levé dGPS)
- Entrées de galeries localisée d'après plans
- Entrées de galeries matérialisées (levé dGPS)
- Cheminée d'aérage localisée d'après plans
- Cheminée d'aérage matérialisée (levé dGPS)

Travaux miniers souterrains :

Les 3 vallons
- Niveau 1
- Niveau 2
- Niveau 3
- Niveau 4
- Niveau 5
- Niveau 6

Les 3 Termes
- Niveau 430
- Niveau 410
- Niveau 400
- Niveau 370

Boson / Auriasque
- Galerie en stérile
- Galerie en schiste
- Galerie en couche sédimentaire
- Auriasque indifférencié

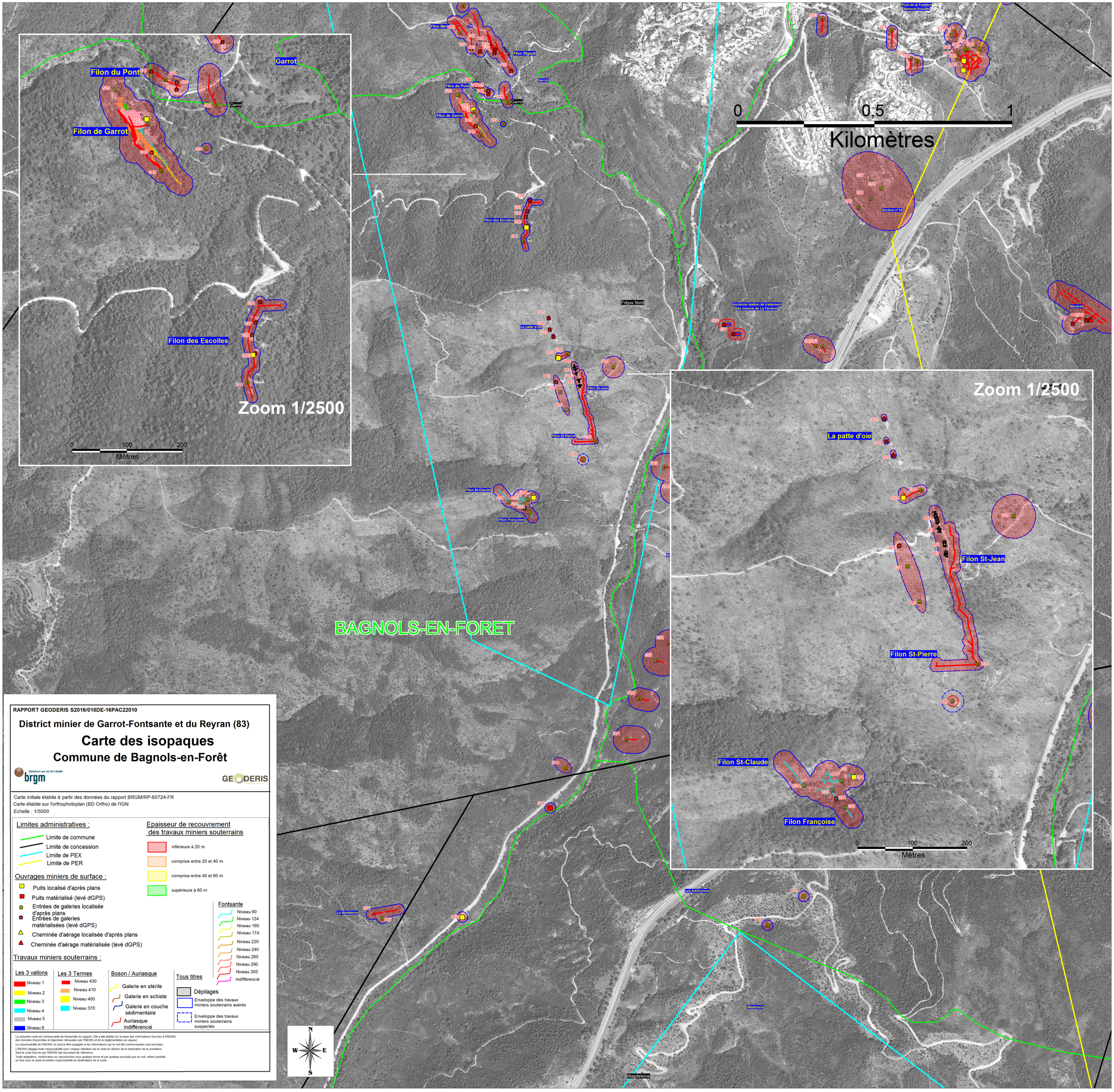
Tous titres
- Déplages
- Enveloppe des travaux miniers souterrains avérés
- Enveloppe des travaux miniers souterrains suspectés

Epaisseur de recouvrement des travaux miniers souterrains

- inférieure à 20 m
- comprise entre 20 et 40 m
- comprise entre 40 et 60 m
- supérieure à 60 m

Fontsante
- Niveau 60
- Niveau 124
- Niveau 160
- Niveau 174
- Niveau 220
- Niveau 240
- Niveau 260
- Niveau 290
- Niveau 305
- Indifférencié

La présente carte est indissociable de l'ensemble du rapport. Elle a été établie sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données disponibles et objectives retrouvées par l'INERIS et de la réglementation en vigueur.
Elle ne peut être utilisée que dans son intégralité et ne saurait être valable si les données sont erronées.
L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation de la carte en dehors de la destination de la prestation.
Seul la carte fournie par l'INERIS fait document de référence.
Toute adaptation, modification ou reproduction sous quelque forme et par quelque procédé que se soit, même partielle, se fera sous la seule et entière responsabilité du destinataire de la carte.



RAPPORT GEODERIS S2016/018DE-16PAC22010

District minier de Garrot-Fontsante et du Reyran (83)

Carte des isopaques

Commune de Bagnols-en-Forêt

brgm — GEODERIS

Carte initiale établie à partir des données du rapport BRGM/RP-60724-FR
Carte établie sur l'orthophotoplan (BD Ortho) de l'IGN
Echelle : 1/5000

Limites administratives :

- Limite de commune
- Limite de concession
- Limite de PEX
- Limite de PER

Ouvrages miniers de surface :

- Puits localisé d'après plans
- Puits matérialisé (levé dGPS)
- Entrées de galeries localisée d'après plans
- Entrées de galeries matérialisées (levé dGPS)
- Cheminée d'aérage localisée d'après plans
- Cheminée d'aérage matérialisée (levé dGPS)

Epaisseur de recouvrement des travaux miniers souterrains

- inférieure à 20 m
- comprise entre 20 et 40 m
- comprise entre 40 et 60 m
- supérieure à 60 m

Fontsante

- Niveau 60
- Niveau 124
- Niveau 160
- Niveau 174
- Niveau 220
- Niveau 240
- Niveau 260
- Niveau 290
- Niveau 305
- Indifférencié

Travaux miniers souterrains :

Les 3 vallons
- Niveau 1
- Niveau 2
- Niveau 3
- Niveau 4
- Niveau 5
- Niveau 6

Les 3 Termes
- Niveau 430
- Niveau 410
- Niveau 400
- Niveau 370

Boson / Auriasque
- Galerie en stérile
- Galerie en schiste
- Galerie en couche sédimentaire
- Auriasque indifférencié

Tous titres
- Dépilages
- Enveloppe des travaux miniers souterrains avérés
- Enveloppe des travaux miniers souterrains suspectés

La présente carte est indissociable de l'ensemble du rapport. Elle a été établie sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données disponibles et objectives retrouvées par l'INERIS et de la réglementation en vigueur.
La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont erronées.
L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation de la carte en dehors de la destination de la prestation.
Seul la carte fournie par l'INERIS fait document de référence
Toute adaptation, modification ou reproduction sous quelque forme et par quelque procédé que se soit, même partielle, se fera sous la seule et entière responsabilité du destinataire de la carte.

RAPPORT GEODERIS S2016/018DE-16PAC22010

District minier de Garrot-Fontsante et du Reyran (83)

Carte des isopaques
Commune de Callian

Géosciences pour une Terre durable
brgm

GEODERIS

Carte initiale établie à partir des données du rapport BRGM/RP-60724-FR
Carte établie sur l'orthophotoplan (BD Ortho) de l'IGN
Echelle : 1/5000

Limites administratives :

- Limite de commune
- Limite de concession
- Limite de PEX
- Limite de PER

Ouvrages miniers de surface :

- Puits localisé d'après plans
- Puits matérialisé (levé dGPS)
- Entrées de galeries localisée d'après plans
- Entrées de galeries matérialisées (levé dGPS)
- Cheminée d'aérage localisée d'après plans
- Cheminée d'aérage matérialisée (levé dGPS)

Travaux miniers souterrains :

Les 3 vallons
- Niveau 1
- Niveau 2
- Niveau 3
- Niveau 4
- Niveau 5
- Niveau 6

Les 3 Termes
- Niveau 430
- Niveau 410
- Niveau 400
- Niveau 370

Boson / Auriasque
- Galerie en stérile
- Galerie en schiste
- Galerie en couche sédimentaire
- Auriasque indifférencié

Tous titres
- Dépilages
- Enveloppe des travaux miniers souterrains avérés
- Enveloppe des travaux miniers souterrains suspectés

Epaisseur de recouvrement des travaux miniers souterrains

- inférieure à 20 m
- comprise entre 20 et 40 m
- comprise entre 40 et 60 m
- supérieure à 60 m

Fontsante
- Niveau 60
- Niveau 124
- Niveau 160
- Niveau 174
- Niveau 220
- Niveau 240
- Niveau 260
- Niveau 290
- Niveau 305
- Indifférencié

La présente carte est indissociable de l'ensemble du rapport. Elle a été établie sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données disponibles et objectives retrouvées par l'INERIS et de la réglementation en vigueur.
La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont erronées.
L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation de la carte en dehors de la destination de la prestation.
Seul la carte fournie par l'INERIS fait document de référence
Toute adaptation, modification ou reproduction sous quelque forme et par quelque procédé que se soit, même partielle, se fera sous la seule et entière responsabilité du destinataire de la carte.

N
W E
S

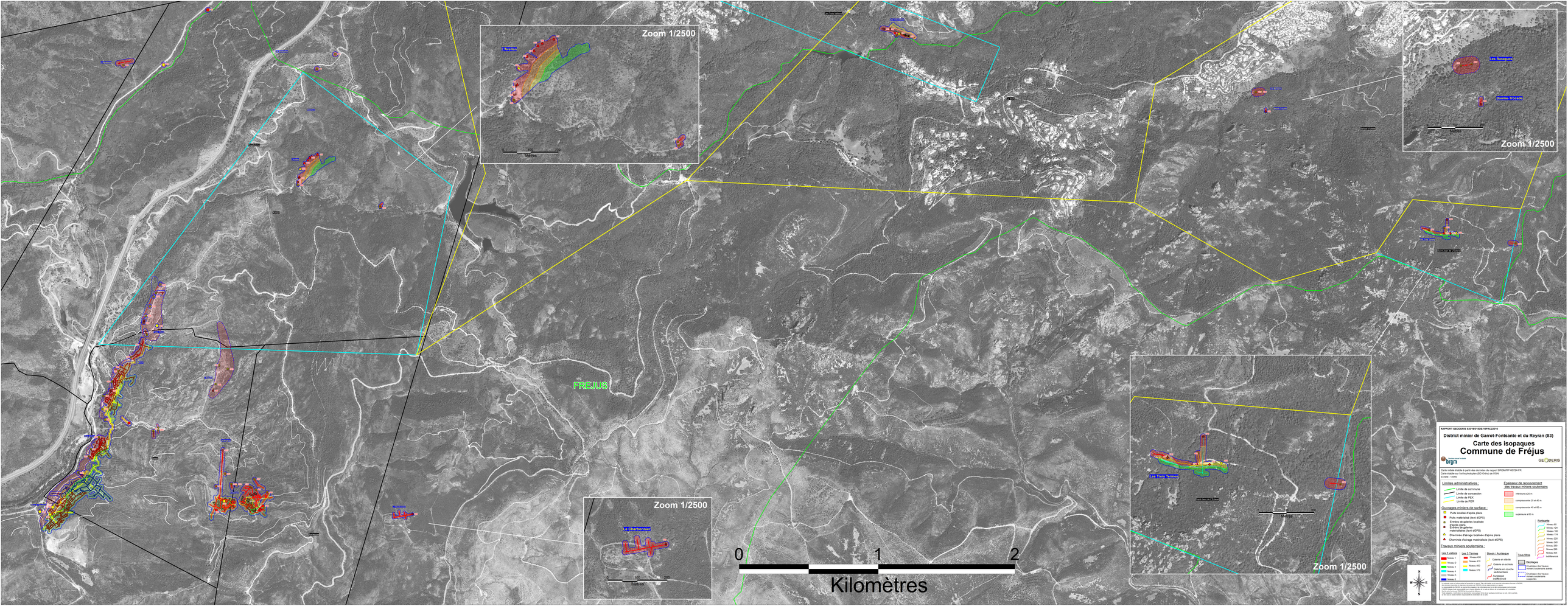
0 0,5 1
Kilomètres

CALLIAN

Filon Max
Filon Gilbert
Filon Merle
Filon Rigault
Filon du Pont
Filon de Garrot
Garrot
Filon des Escolles
Fréjus Nord
La patte d'oie
Filon St-Jean
Filon St-Pierre
Filon St-Claude
Filon Françoise

Zoom 1/2500

0 100 200
Mètres



RAPPORT GEODERIS S21/51102E-/MPAC22010

District minier de Garrot-Fontsante et du Reyran (83)

Carte des isopaques
Commune de Fréjus

brgm — GEODERIS

Carte initiale établie à partir des données du rapport BRGM/RP-60724-FR.
Carte établie sur fond topophotologique (BD Ortho) de l'IGN.
Echelle 1/ 10000

Limites administratives :
- Limite de commune
- Limite de concession
- Limite de PEX
- Limite de PER

Ouvrages miniers de surface :
- Puits localisé d'après plans
- Puits matérialisé (levé dGPS)
- Entrées de galeries localisées d'après plans
- Entrées de galeries matérialisées (levé dGPS)
- Cheminée d'aérage localisée d'après plans
- Cheminée d'aérage matérialisée (levé dGPS)

Travaux miniers souterrains :

Les 3 veines
- Niveau 1
- Niveau 2
- Niveau 3
- Niveau 4
- Niveau 5
- Niveau 6

Les 3 Termes
- Niveau 300
- Niveau 410
- Niveau 400
- Niveau 370

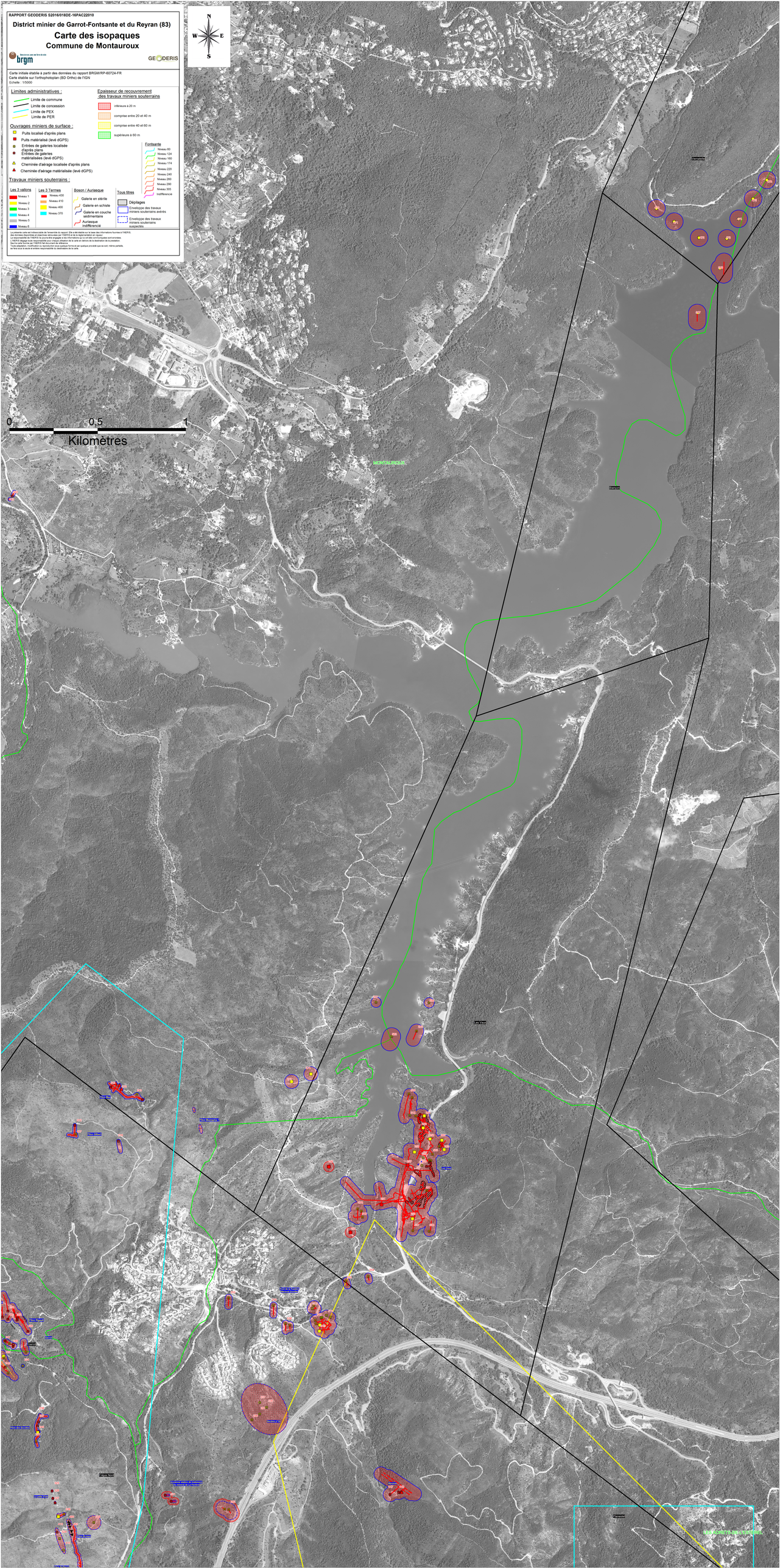
Broyer / Auriasque
- Galerie en veine
- Galerie en schiste
- Galerie en couche sédimentaire
- Puits
- Ancien front de taille

Tous filons
- Dechargés
- Envelopes des travaux miniers souterrains arrêtés
- Envelopes des travaux miniers souterrains suspendus

Epaisseur de recouvrement des travaux miniers souterrains
- inférieure à 20 m
- comprise entre 20 et 40 m
- comprise entre 40 et 60 m
- supérieure à 60 m

Fontsante
- Niveau 60
- Niveau 118
- Niveau 129
- Niveau 174
- Niveau 220
- Niveau 240
- Niveau 290
- Niveau 320
- Niveau 343
- Inaffleurante

Ce document a été réalisé par le GEODERIS au titre de la mission de service public définie par le décret n°2006-798 du 6 juillet 2006 modifié par le décret n°2015-233 du 27 février 2015 et par la convention d'objectifs 2018-2022 signée avec l'Etat.
L'ETAT, chargé de la responsabilité des travaux réalisés, ne saurait être mis en demeure de se substituer à l'exploitant.
Le GEODERIS ne saurait être tenu responsable des conséquences dommageables de l'arrêt de travaux miniers ou de travaux de prévention.
Le GEODERIS ne saurait être tenu responsable des erreurs ou omissions contenues dans ce rapport ou ses annexes.


RAPPORT GEODERIS S2016/018DE-16PAC22010
District minier de Garrot-Fontsante et du Reyran (83)
Carte des isopaques
Commune de Montauroux
brgm
GEODERIS
Carte initiale établie à partir des données du rapport BRGM/RP-60724-FR
Carte établie sur l'orthophotoplan (BD Ortho) de l'IGN
Echelle : 1/5000
Limites administratives :
Limite de commune
Limite de concession
Limite de PEX
Limite de PER
Ouvrages miniers de surface :
Puits localisé d'après plans
Puits matérialisé (levé dGPS)
Entrées de galeries localisée d'après plans
Entrées de galeries matérialisées (levé dGPS)
Cheminée d'aérage localisée d'après plans
Cheminée d'aérage matérialisée (levé dGPS)
Travaux miniers souterrains :
Les 3 vallons
Niveau 1
Niveau 2
Niveau 3
Niveau 4
Niveau 5
Niveau 6
Les 3 Termes
Niveau 430
Niveau 410
Niveau 400
Niveau 370
Boson / Auriasque
Galerie en stérile
Galerie en schiste
Galerie en couche sédimentaire
Auriasque indifférencié
Tous titres
Dépilages
Enveloppe des travaux miniers souterrains avérés
Enveloppe des travaux miniers souterrains suspectés
Epaisseur de recouvrement des travaux miniers souterrains
inférieure à 20 m
comprise entre 20 et 40 m
comprise entre 40 et 60 m
supérieure à 60 m
Fontsante
Niveau 60
Niveau 124
Niveau 160
Niveau 174
Niveau 220
Niveau 240
Niveau 260
Niveau 290
Niveau 305
Indifférencié
N
W
E
S
0
0,5
1
Kilomètres
MONTAUROUX

RAPPORT GEODERIS S2016/018DE-16PAC22010

District minier de Garrot-Fontsante et du Reyran (83)

Carte des isopaques

Commune de Tanneron

Géosciences pour une Terre durable brgm

GEODERIS

Carte initiale établie à partir des données du rapport BRGM/RP-60724-FR
Carte établie sur l'orthophotoplan (BD Ortho) de l'IGN
Echelle : 1/5000

Limites administratives :

- Limite de commune
- Limite de concession
- Limite de PEX
- Limite de PER

Ouvrages miniers de surface :

- Puits localisé d'après plans
- Puits matérialisé (levé dGPS)
- Entrées de galeries localisée d'après plans
- Entrées de galeries matérialisées (levé dGPS)
- Cheminée d'aérage localisée d'après plans
- Cheminée d'aérage matérialisée (levé dGPS)

Travaux miniers souterrains :

Les 3 vallons
- Niveau 1
- Niveau 2
- Niveau 3
- Niveau 4
- Niveau 5
- Niveau 6

Les 3 Termes
- Niveau 430
- Niveau 410
- Niveau 400
- Niveau 370

Boson / Auriasque
- Galerie en stérile
- Galerie en schiste
- Galerie en couche sédimentaire
- Auriasque indifférencié

Tous titres
- Dépilages
- Enveloppe des travaux miniers souterrains avérés
- Enveloppe des travaux miniers souterrains suspectés

Epaisseur de recouvrement des travaux miniers souterrains

- inférieure à 20 m
- comprise entre 20 et 40 m
- comprise entre 40 et 60 m
- supérieure à 60 m

Fontsante
- Niveau 60
- Niveau 124
- Niveau 160
- Niveau 174
- Niveau 220
- Niveau 240
- Niveau 260
- Niveau 290
- Niveau 305
- Indifférencié

La présente carte est indissociable de l'ensemble du rapport. Elle a été établie sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données disponibles et objectives retrouvées par l'INERIS et de la réglementation en vigueur.
La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont erronées.
L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation de la carte en dehors de la destination de la prestation.
Seul la carte fournie par l'INERIS fait document de référence
Toute adaptation, modification ou reproduction sous quelque forme et par quelque procédé que se soit, même partielle, se fera sous la seule et entière responsabilité du destinataire de la carte.

Zoom 1/2500

0 100 200 Mètres

Zoom 1/2500

0 100 200 Mètres

Font Sante

TANNERON

Les Vaux

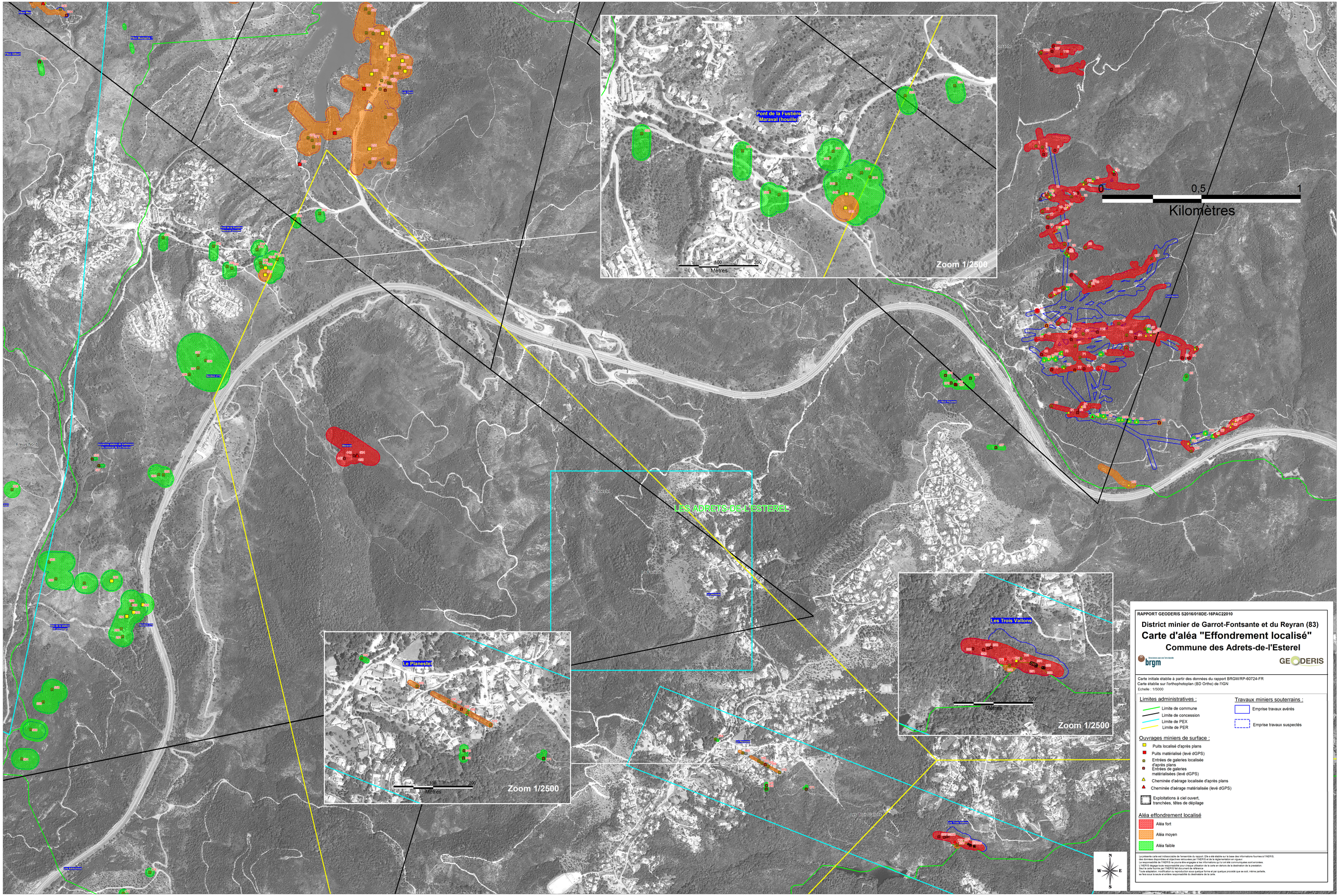
Fonsante

Le Mas Paulette

Font Sante

Planestel

LES ARRETS DE L'ESTEREL



RAPPORT GEODERIS S2016/018DE-16PAC22010

District minier de Garrot-Fontsante et du Reyran (83)

Carte d'aléa "Effondrement localisé"

Commune des Adrets-de-l'Esterel

Ministère pour une Terre durable
brgm

GEODERIS

Carte initiale établie à partir des données du rapport BRGM/RP-60724-FR
Carte établie sur l'orthophotoplan (BD Ortho) de l'IGN
Echelle : 1/5000

Limites administratives :

- Limite de commune
- Limite de concession
- Limite de PEX
- Limite de PER

Travaux miniers souterrains :

- Emprise travaux avérés
- Emprise travaux suspectés

Ouvrages miniers de surface :

- Puits localisé d'après plans
- Puits matérialisé (levé dGPS)
- Entrées de galeries localisée d'après plans
- Entrées de galeries matérialisées (levé dGPS)
- Cheminée d'aérage localisée d'après plans
- Cheminée d'aérage matérialisée (levé dGPS)
- Exploitations à ciel ouvert, tranchées, têtes de dépilage

Aléa effondrement localisé

- Aléa fort
- Aléa moyen
- Aléa faible

La présente carte est indissociable de l'ensemble du rapport. Elle a été établie sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données disponibles et objectives retrouvées par l'INERIS et de la réglementation en vigueur.
La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont erronées.
L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation de la carte en dehors de la destination de la prestation.
Seul la carte fournie par l'INERIS fait document de référence.
Toute adaptation, modification ou reproduction sous quelque forme et par quelque procédé que ce soit, même partielle, se fera sous la seule et entière responsabilité du destinataire de la carte.

RAPPORT GEODERIS S2016/018DE-16PAC22010

District minier de Garrot-Fontsante et du Reyran (83)

Carte d'aléa "Effondrement localisé"

Commune de Bagnols-en-Forêt

brgm — Géosciences pour une Terre durable

GEODERIS

Carte initiale établie à partir des données du rapport BRGM/RP-60724-FR
Carte établie sur l'orthophotoplan (BD Ortho) de l'IGN
Echelle : 1/5000

Limites administratives :

- Limite de commune
- Limite de concession
- Limite de PEX
- Limite de PER

Travaux miniers souterrains :

- Emprise travaux avérés
- Emprise travaux suspectés

Ouvrages miniers de surface :

- Puits localisé d'après plans
- Puits matérialisé (levé dGPS)
- Entrées de galeries localisée d'après plans
- Entrées de galeries matérialisées (levé dGPS)
- Cheminée d'aérage localisée d'après plans
- Cheminée d'aérage matérialisée (levé dGPS)
- Exploitations à ciel ouvert, tranchées, têtes de dépilage

Aléa effondrement localisé

- Aléa fort
- Aléa moyen
- Aléa faible

La présente carte est indissociable de l'ensemble du rapport. Elle a été établie sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données disponibles et objectives retrouvées par l'INERIS et de la réglementation en vigueur.
La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont erronées.
L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation de la carte en dehors de la destination de la prestation.
Seul la carte fournie par l'INERIS fait document de référence
Toute adaptation, modification ou reproduction sous quelque forme et par quelque procédé que se soit, même partielle, se fera sous la seule et entière responsabilité du destinataire de la carte.

Zoom 1/2500

0 100 200 Mètres

Zoom 1/2500

0 0,5 1 Kilomètres

Zoom 1/2500

0 100 200 Mètres

BAGNOLS-EN-FORET

Fréjus Nord

Magdeleine

RAPPORT GEODERIS S2016/018DE-16PAC22010

District minier de Garrot-Fontsante et du Reyran (83)

Carte d'aléa "Effondrement localisé"

Commune de Callian

brgm — Géosciences pour une Terre durable

GEODERIS

Carte initiale établie à partir des données du rapport BRGM/RP-60724-FR
Carte établie sur l'orthophotoplan (BD Ortho) de l'IGN
Echelle : 1/5000

Limites administratives :

- Limite de commune
- Limite de concession
- Limite de PEX
- Limite de PER

Travaux miniers souterrains :

- Emprise travaux avérés
- Emprise travaux suspectés

Ouvrages miniers de surface :

- Puits localisé d'après plans
- Puits matérialisé (levé dGPS)
- Entrées de galeries localisée d'après plans
- Entrées de galeries matérialisées (levé dGPS)
- Cheminée d'aérage localisée d'après plans
- Cheminée d'aérage matérialisée (levé dGPS)
- Exploitations à ciel ouvert, tranchées, têtes de dépilage

Aléa effondrement localisé

- Aléa fort
- Aléa moyen
- Aléa faible

La présente carte est indissociable de l'ensemble du rapport. Elle a été établie sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données disponibles et objectives retrouvées par l'INERIS et de la réglementation en vigueur.
La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont erronées.
L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation de la carte en dehors de la destination de la prestation.
Seul la carte fournie par l'INERIS fait document de référence
Toute adaptation, modification ou reproduction sous quelque forme et par quelque procédé que se soit, même partielle, se fera sous la seule et entière responsabilité du destinataire de la carte.

N W E S

CALLIAN

0 0,5 1 Kilomètres

Filon Max 268 242 243 244

Filon Gilbert 272 487 210

Filon Merle 567 486 250 429 251 222 485

Filon A

Filon B

Filon Rigault 426 252 428

Garrot

Filon du Pont 247 248 425 249 525 566

Filon de Garrot 223 224 245 246

Filon des Escolles 238 237 239 240 241

La patte d'oie 325 326

Filon St-Jean 236 480 482 229 413 524 415

Filon St-Pierre 235 416

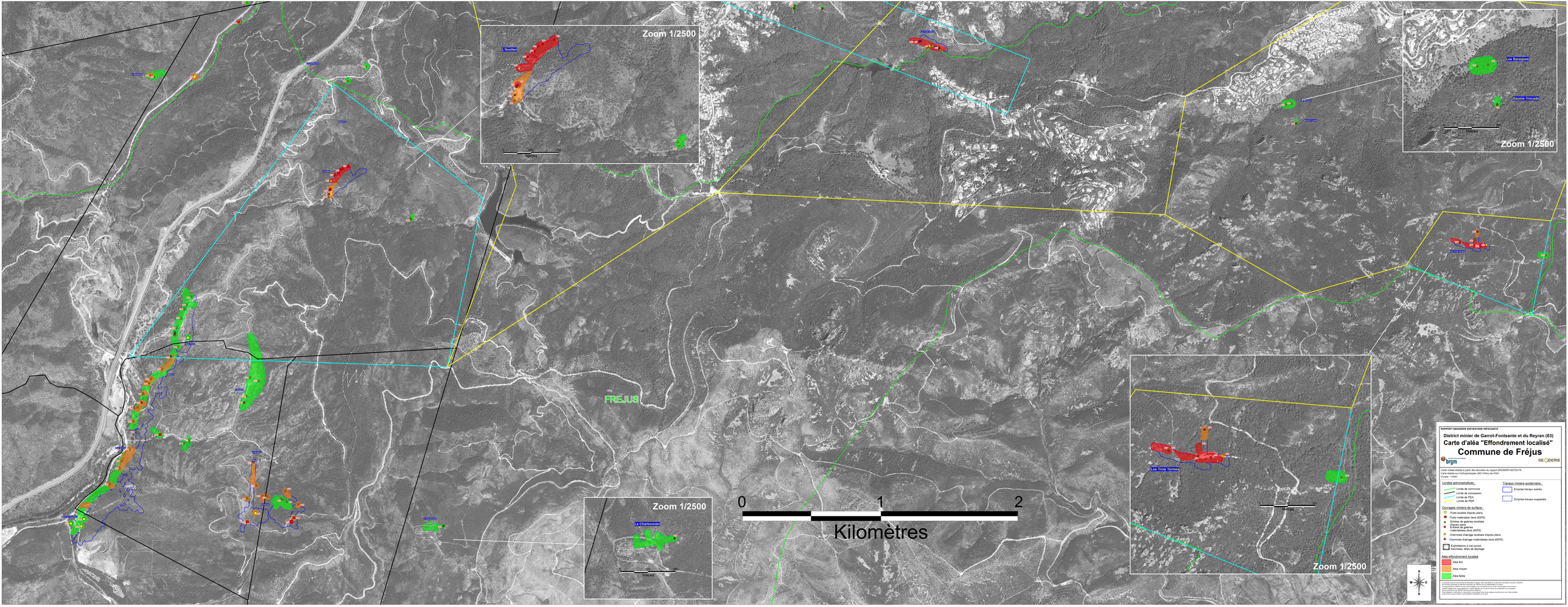
Filon St-Claude 234 264 231

Filon Françoise

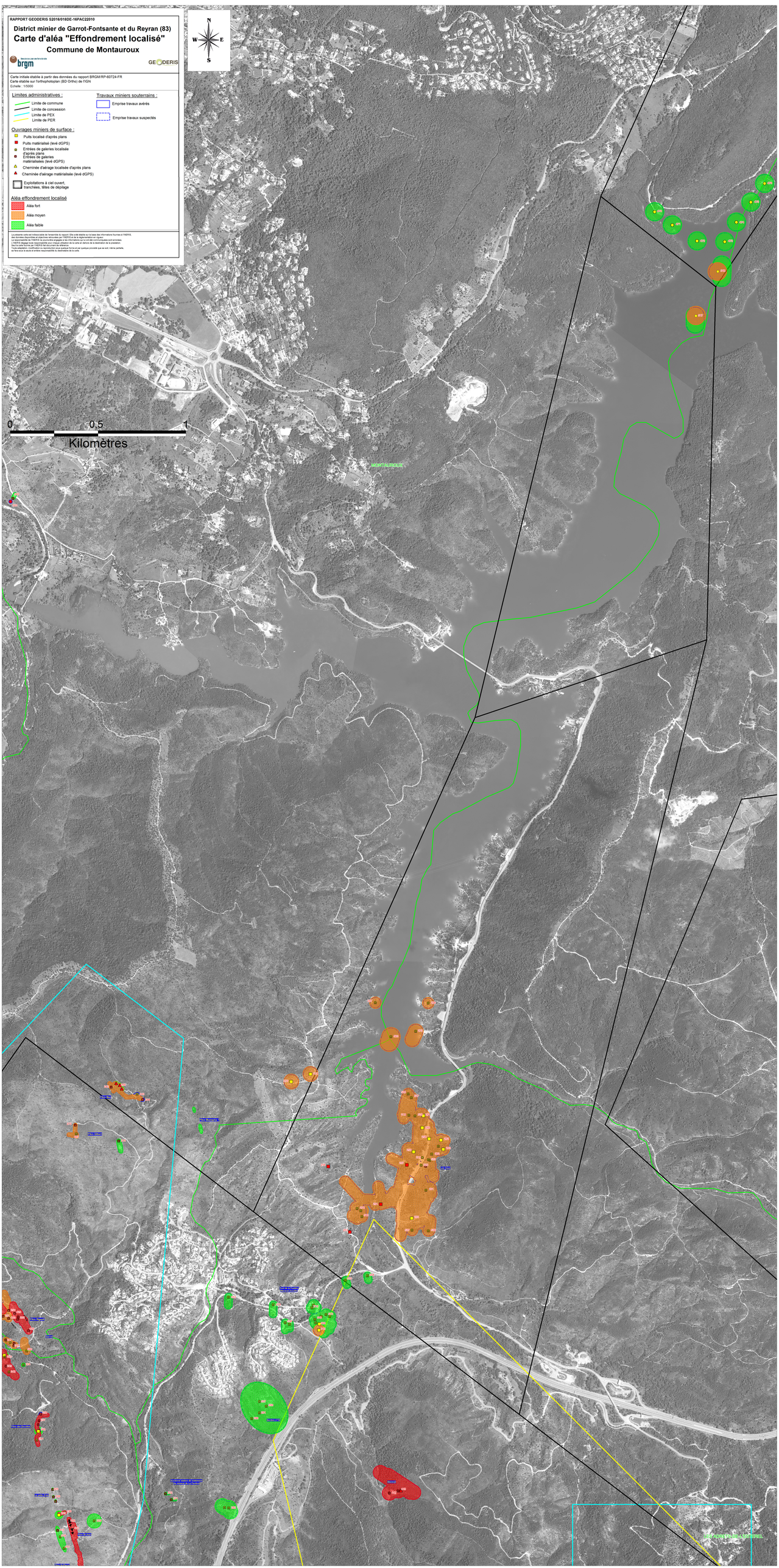
565 286 287

Zoom 1/2500

0 100 200 Mètres



Zoom 1/2500
L'Avellan
Zoom 1/2500
Les Baraques
Baume-Trocade
Zoom 1/2500
Les Trois Termes
Zoom 1/2500
Le Charbonnier
FRÉJUS
0
1
2
Kilomètres
RAPPORT GEODERIS S2016/51SDE-19PAC22010
District minier de Garrot-Fontsante et du Reyran (83)
Carte d'aléa "Effondrement localisé"
Commune de Fréjus
brgm
GEODERIS
Carte initiale établie à partir des données du rapport BRGM/RP-60724-FR
Carte initiale sur fonthyphotoplan (SD Orthe) de IGN
Echelle : 1/2500
Limites administratives :
Limite de commune
Limite de concession
Limite de PEX
Limite de PER
Travaux miniers souterrains :
Emprise travaux avérés
Emprise travaux suspectés
Ouvrages miniers de surface :
Puits localisé d'après plans
Puits matérialisé (levé dGPS)
Entrées de galeries localisée d'après plans
Entrées de galeries matérialisées (levé dGPS)
Cheminée d'aérage localisée d'après plans
Cheminée d'aérage matérialisée (levé dGPS)
Exploitations à ciel ouvert, tranchées, têtes de dépilage
Aléa effondrement localisé
Aléa fort
Aléa moyen
Aléa faible
N
W
E
S


RAPPORT GEODERIS S2016/018DE-16PAC22010
District minier de Garrot-Fontsante et du Reyran (83)
Carte d'aléa "Effondrement localisé"
Commune de Montauroux
brgm
GEODERIS
Carte initiale établie à partir des données du rapport BRGM/RP-60724-FR
Carte établie sur l'orthophotoplan (BD Ortho) de l'IGN
Echelle : 1/5000
Limites administratives :
Limite de commune
Limite de concession
Limite de PEX
Limite de PER
Travaux miniers souterrains :
Emprise travaux avérés
Emprise travaux suspectés
Ouvrages miniers de surface :
Puits localisé d'après plans
Puits matérialisé (levé dGPS)
Entrées de galeries localisée d'après plans
Entrées de galeries matérialisées (levé dGPS)
Cheminée d'aérage localisée d'après plans
Cheminée d'aérage matérialisée (levé dGPS)
Exploitations à ciel ouvert, tranchées, têtes de dépilage
Aléa effondrement localisé
Aléa fort
Aléa moyen
Aléa faible
N
W
E
S
0
0,5
1
Kilomètres
MONTAUROUX

RAPPORT GEODERIS S2016/018DE-16PAC22010

District minier de Garrot-Fontsante et du Reyran (83)

Carte d'aléa "Effondrement localisé"

Commune de Tanneron

brgm — Géosciences pour une Terre durable

GEODERIS

Carte initiale établie à partir des données du rapport BRGM/RP-60724-FR
Carte établie sur l'orthophotoplan (BD Ortho) de l'IGN
Echelle : 1/5000

Limites administratives :

- Limite de commune
- Limite de concession
- Limite de PEX
- Limite de PER

Travaux miniers souterrains :

- Emprise travaux avérés
- Emprise travaux suspectés

Ouvrages miniers de surface :

- Puits localisé d'après plans
- Puits matérialisé (levé dGPS)
- Entrées de galeries localisée d'après plans
- Entrées de galeries matérialisées (levé dGPS)
- Cheminée d'aérage localisée d'après plans
- Cheminée d'aérage matérialisée (levé dGPS)
- Exploitations à ciel ouvert, tranchées, têtes de dépilage

Aléa effondrement localisé

- Aléa fort
- Aléa moyen
- Aléa faible

La présente carte est indissociable de l'ensemble du rapport. Elle a été établie sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données disponibles et objectives retrouvées par l'INERIS et de la réglementation en vigueur.
La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont erronées.
L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation de la carte en dehors de la destination de la prestation.
Seul la carte fournie par l'INERIS fait document de référence
Toute adaptation, modification ou reproduction sous quelque forme et par quelque procédé que se soit, même partielle, se fera sous la seule et entière responsabilité du destinataire de la carte.

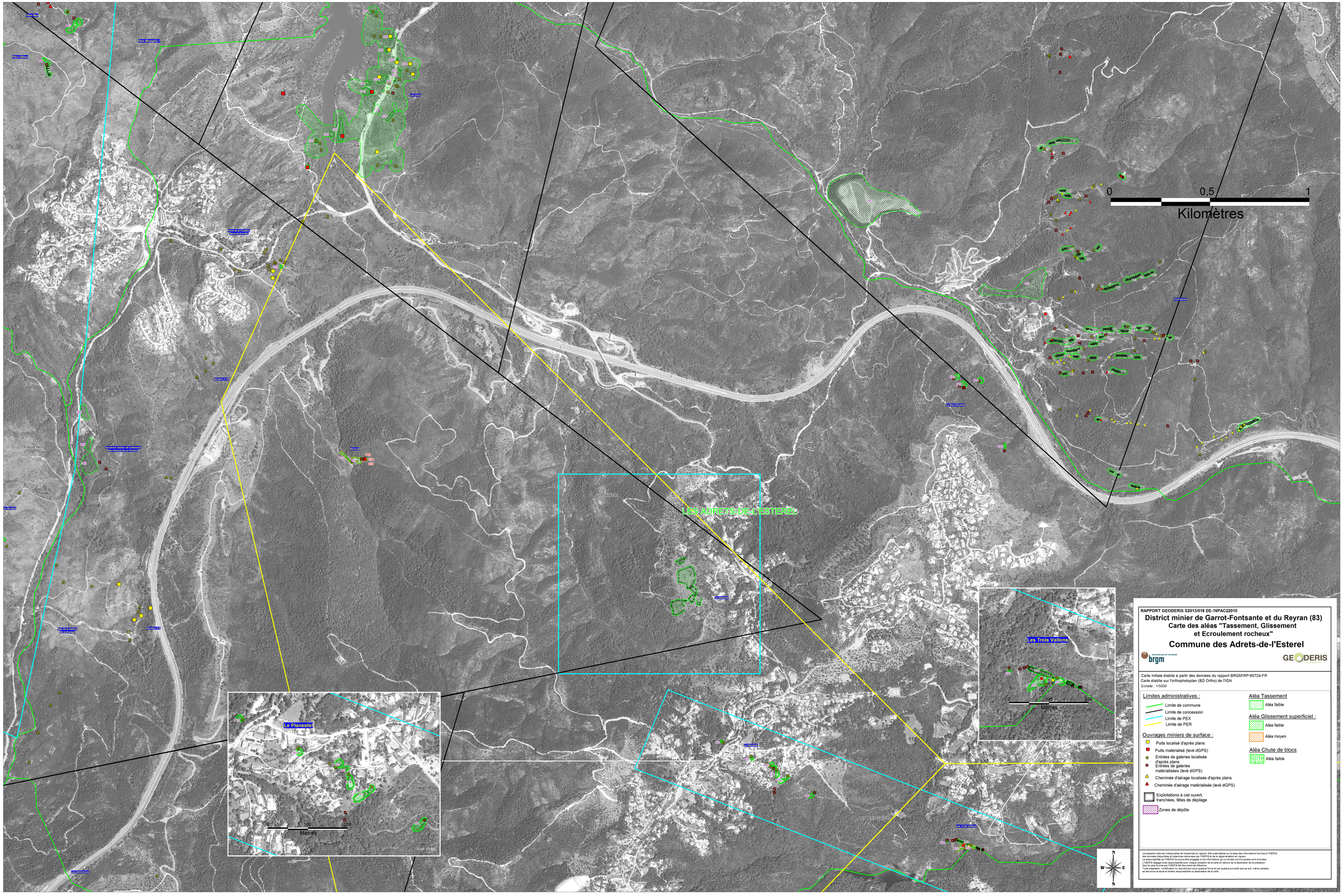
N W E S

0 0,5 1
Kilomètres

Zoom 1/2500

0 100 200
Mètres

Biançon
TANNERON
Les Vaux
Fonsante
Font Sante
Le Rion Paulette
Planestel
LES ADRETS-DE-L'ESTEREL



RAPPORT GEODERIS S2013/018 DE-16PAC22010

District minier de Garrot-Fontsante et du Reyran (83)
Carte des aléas "Tassement, Glissement et Ecroulement rocheux"

Commune des Adrets-de-l'Esterel

Ministère par ses lois dans le brgm

GEODERIS

Carte initiale établie à partir des données du rapport BRGM/RP-60724-FR
Carte établie sur l'orthophotoplan (BD Ortho) de l'IGN
Echelle : 1/5000

Limites administratives :
- Limite de commune
- Limite de concession
- Limite de PEX
- Limite de PER

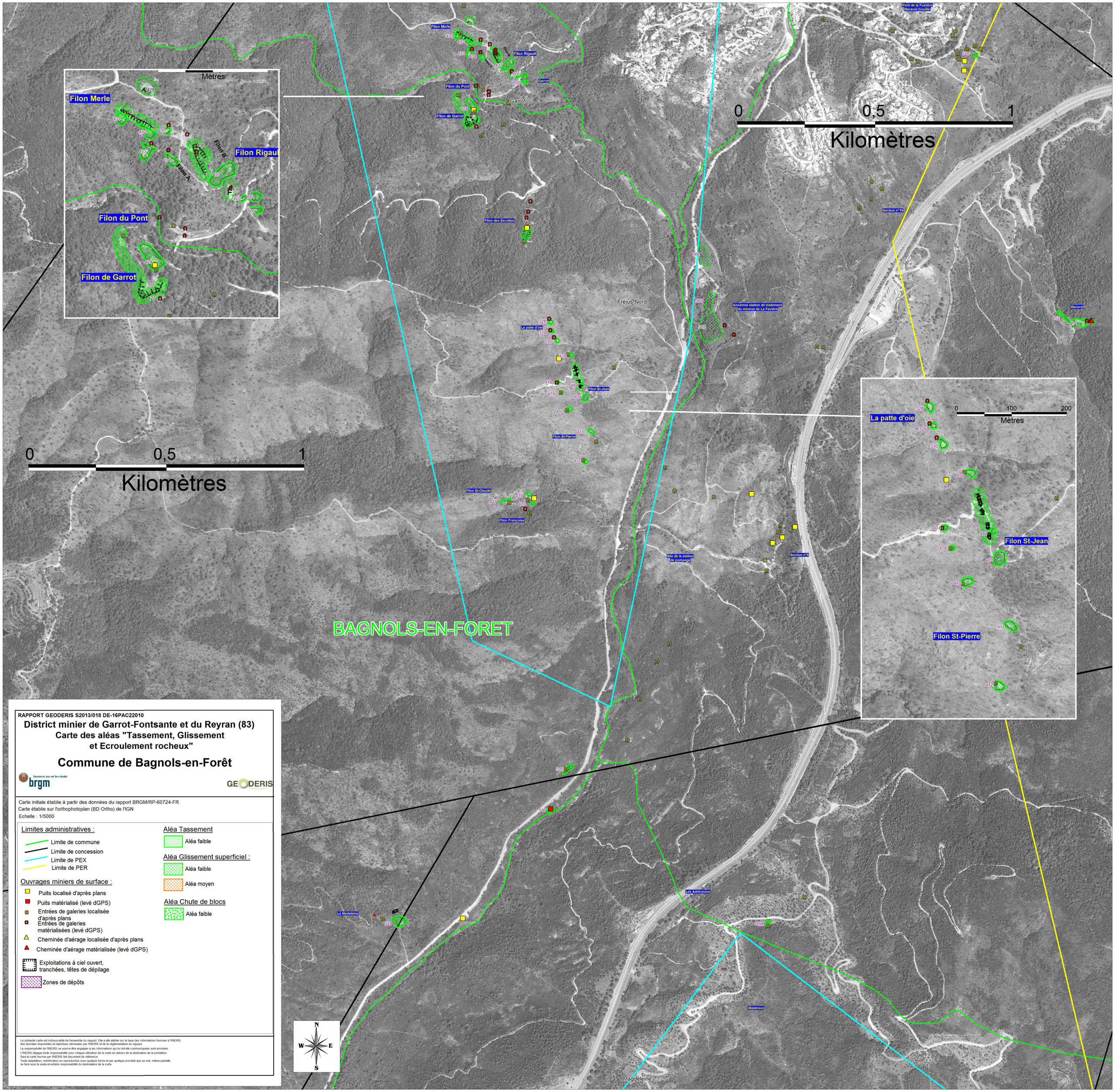
Ouvrages miniers de surface :
- Puits localisé d'après plans
- Puits matérialisé (levé dGPS)
- Entrées de galeries localisée d'après plans
- Entrées de galeries matérialisées (levé dGPS)
- Cheminée d'aérage localisée d'après plans
- Cheminée d'aérage matérialisée (levé dGPS)
- Exploitations à ciel ouvert, tranchées, têtes de dépilage
- Zones de dépôts

Aléa Tassement
- Aléa faible

Aléa Glissement superficiel :
- Aléa faible
- Aléa moyen

Aléa Chute de blocs
- Aléa faible

La présente carte est indissociable de l'ensemble du rapport. Elle a été établie sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données disponibles et objectives retrouvées par l'INERIS et de la réglementation en vigueur.
La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont erronées.
L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation de la carte en dehors de la destination de la prestation.
Seul la carte fournie par l'INERIS fait document de référence.
Toute adaptation, modification ou reproduction sous quelque forme et par quelque procédé que ce soit, même partielle, se fera sous la seule et entière responsabilité du destinataire de la carte.



RAPPORT GEODERIS S2013/018 DE-16PAC22010

District minier de Garrot-Fontsante et du Reyran (83)
Carte des aléas "Tassement, Glissement et Ecroulement rocheux"

Commune de Bagnols-en-Forêt

Géosciences pour une Terre durable
brgm

GEODERIS

Carte initiale établie à partir des données du rapport BRGM/RP-60724-FR
Carte établie sur l'orthophotoplan (BD Ortho) de l'IGN
Echelle : 1/5000

Limites administratives :
- Limite de commune
- Limite de concession
- Limite de PEX
- Limite de PER

Ouvrages miniers de surface :
- Puits localisé d'après plans
- Puits matérialisé (levé dGPS)
- Entrées de galeries localisée d'après plans
- Entrées de galeries matérialisées (levé dGPS)
- Cheminée d'aérage localisée d'après plans
- Cheminée d'aérage matérialisée (levé dGPS)
- Exploitations à ciel ouvert, tranchées, têtes de dépilage
- Zones de dépôts

Aléa Tassement
- Aléa faible

Aléa Glissement superficiel :
- Aléa faible
- Aléa moyen

Aléa Chute de blocs
- Aléa faible

La présente carte est indissociable de l'ensemble du rapport. Elle a été établie sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données disponibles et objectives retrouvées par l'INERIS et de la réglementation en vigueur.
La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont erronées.
L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation de la carte en dehors de la destination de la prestation.
Seul la carte fournie par l'INERIS fait document de référence
Toute adaptation, modification ou reproduction sous quelque forme et par quelque procédé que se soit, même partielle, se fera sous la seule et entière responsabilité du destinataire de la carte.

RAPPORT GEODERIS S2013/018 DE-16PAC22010

District minier de Garrot-Fontsante et du Reyran (83)

Carte des aléas "Tassement, Glissement et Ecroulement rocheux"

Commune de Callian

Géosciences pour une Terre durable
brgm

GEODERIS

Carte initiale établie à partir des données du rapport BRGM/RP-60724-FR
Carte établie sur l'orthophotoplan (BD Ortho) de l'IGN
Echelle : 1/5000

Limites administratives :

- Limite de commune
- Limite de concession
- Limite de PEX
- Limite de PER

Ouvrages miniers de surface :

- Puits localisé d'après plans
- Puits matérialisé (levé dGPS)
- Entrées de galeries localisée d'après plans
- Entrées de galeries matérialisées (levé dGPS)
- Cheminée d'aérage localisée d'après plans
- Cheminée d'aérage matérialisée (levé dGPS)
- Exploitations à ciel ouvert, tranchées, têtes de dépilage
- Zones de dépôts

Aléa Tassement

- Aléa faible

Aléa Glissement superficiel :

- Aléa faible
- Aléa moyen

Aléa Chute de blocs

- Aléa faible

La présente carte est indissociable de l'ensemble du rapport. Elle a été établie sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données disponibles et objectives retrouvées par l'INERIS et de la réglementation en vigueur.
La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont erronées.
L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation de la carte en dehors de la destination de la prestation.
Seul la carte fournie par l'INERIS fait document de référence
Toute adaptation, modification ou reproduction sous quelque forme et par quelque procédé que se soit, même partielle, se fera sous la seule et entière responsabilité du destinataire de la carte.

N
W E
S

0 0,5 1
Kilomètres

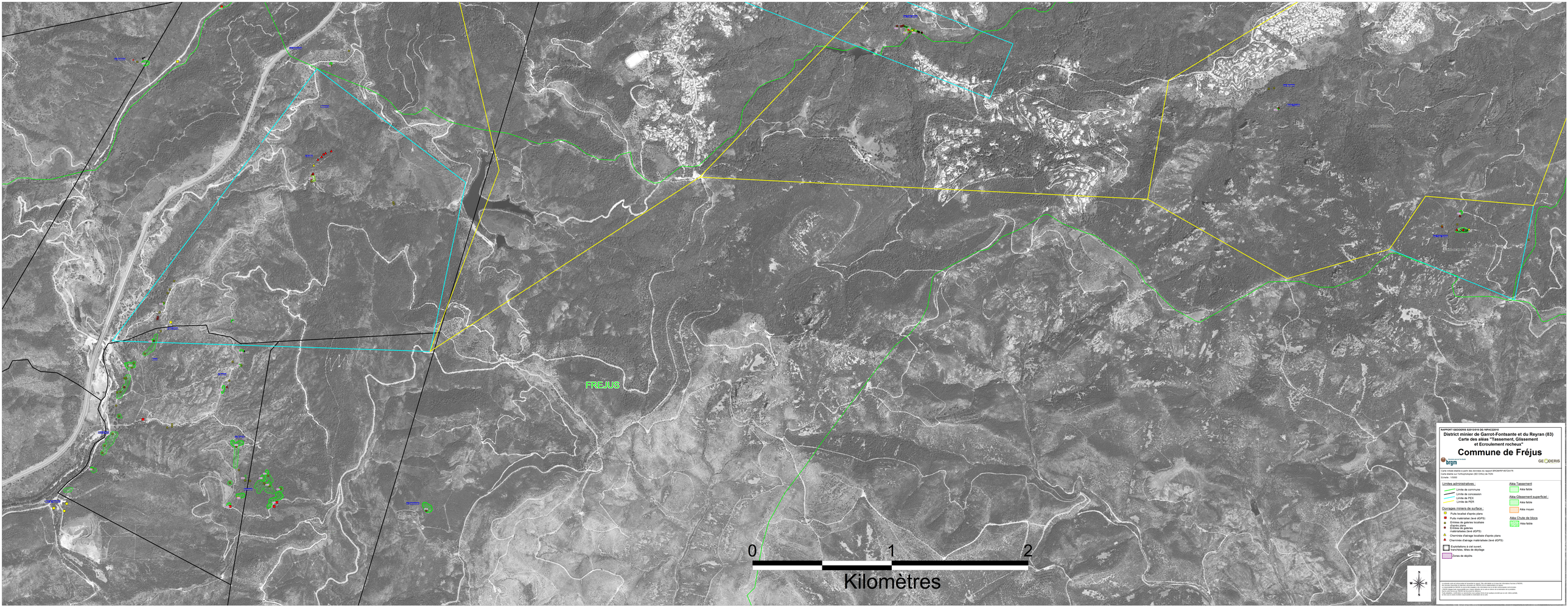
CALLIAN

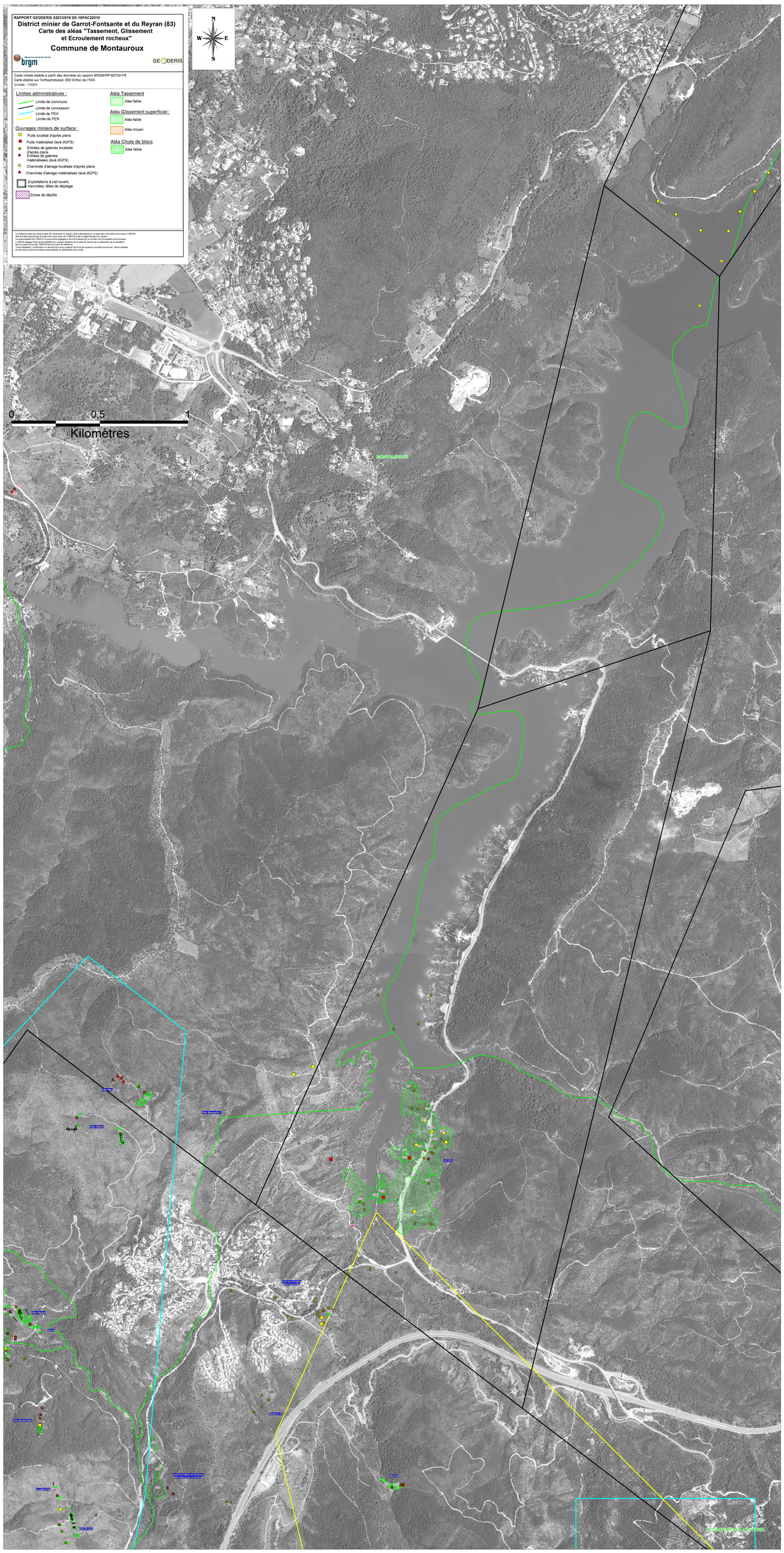
Filon Max
446
445
443
Filon Gilbert
488
490
441
440

Filon Merle
428
430
431
432
435
433
434
Filon A
436
Filon B
437
Filon Rigault
439
602
600
Garrot
Filon du Pont
424
Filon de Garrot
422

Filon des Escolles
408
366
369
368
328
La patte d'oie
329
330
478
414
484
Filon St-Jean
479
409
410
411
Filon St-Pierre
412
Filon St-Claude
419
417
420
Filon Françoise

0 100 200
Mètres
Zoom 1/2500


FREJUS
0
1
2
Kilomètres
RAPPORT GEODERIS S20131019 DEC-19PACE0010
District minier de Garrot-Fontsante et du Reyran (83)
Carte des aléas "Tassement, Glissement et Ecroulement rocheux"
Commune de Fréjus
Carte initiale établie à partir des données du rapport BRGM/RP-60124-FR
Carte établie sur l'orthophotoplan (50 Cm/px) de l'IGN
Echelle : 1/5000
Limites administratives :
Limite de commune
Limite de concession
Limite de PEX
Limite de PER
Ouvrages miniers de surface :
Puits localisé d'après plans
Puits matérialisé (levé dGPS)
Entrées de galeries localisées d'après plans
Entrées de galeries matérialisées (levé dGPS)
Cheminées d'aérage localisées d'après plans
Cheminées d'aérage matérialisées (levé dGPS)
Exploitations à ciel ouvert, tranchées, fronts de dépilage
Zones de dépôts
Aléa Tassement
Aléa faible
Aléa Glissement superficiel
Aléa faible
Aléa moyen
Aléa Chute de blocs
Aléa faible
N
W
E
S


RAPPORT GEODERIS S2013/018 DE-16PAC22010
District minier de Garrot-Fontsante et du Reyran (83)
Carte des aléas "Tassement, Glissement et Ecroulement rocheux"
Commune de Montauroux
brgm
GEODERIS
Carte initiale établie à partir des données du rapport BRGM/RP-60724-FR
Carte établie sur l'orthophotoplan (BD Ortho) de l'IGN
Echelle : 1/5000
Limites administratives :
Limite de commune
Limite de concession
Limite de PEX
Limite de PER
Ouvrages miniers de surface :
Puits localisé d'après plans
Puits matérialisé (levé dGPS)
Entrées de galeries localisée d'après plans
Entrées de galeries matérialisées (levé dGPS)
Cheminée d'aérage localisée d'après plans
Cheminée d'aérage matérialisée (levé dGPS)
Exploitations à ciel ouvert, tranchées, têtes de dépilage
Zones de dépôts
Aléa Tassement
Aléa faible
Aléa Glissement superficiel :
Aléa faible
Aléa moyen
Aléa Chute de blocs
Aléa faible
N
W
E
S
0
0,5
1
Kilomètres

RAPPORT GEODERIS S2013/018 DE-16PAC22010

District minier de Garrot-Fontsante et du Reyran (83)
Carte des aléas "Tassement, Glissement et Ecroulement rocheux"
Commune de Tanneron

Géosciences pour une Terre durable
brgm

GEODERIS

Carte initiale établie à partir des données du rapport BRGM/RP-60724-FR
Carte établie sur l'orthophotoplan (BD Ortho) de l'IGN
Echelle : 1/5000

Limites administratives :

- Limite de commune
- Limite de concession
- Limite de PEX
- Limite de PER

Ouvrages miniers de surface :

- Puits localisé d'après plans
- Puits matérialisé (levé dGPS)
- Entrées de galeries localisée d'après plans
- Entrées de galeries matérialisées (levé dGPS)
- Cheminée d'aérage localisée d'après plans
- Cheminée d'aérage matérialisée (levé dGPS)
- Exploitations à ciel ouvert, tranchées, têtes de dépilage
- Zones de dépôts

Aléa Tassement

- Aléa faible

Aléa Glissement superficiel :

- Aléa faible
- Aléa moyen

Aléa Chute de blocs

- Aléa faible

La présente carte est indissociable de l'ensemble du rapport. Elle a été établie sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données disponibles et objectives retrouvées par l'INERIS et de la réglementation en vigueur.
La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont erronées.
L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation de la carte en dehors de la destination de la prestation.
Seul la carte fournie par l'INERIS fait document de référence
Toute adaptation, modification ou reproduction sous quelque forme et par quelque procédé que se soit, même partielle, se fera sous la seule et entière responsabilité du destinataire de la carte.

N
W E
S

TANNERON

0 1 2
Kilomètres

Fonsante
Font Sante
Le Bton Paulette
Planestel
LES ADRETS-DE-L'ESTEREL
La Faviere
La Plaisance