

urba 35

UNITE DE PRODUCTION D'ENERGIE D'ORIGINE PHOTOVOLTAIQUE AU SOL



ETUDE DES ALEAS MOUVEMENT DE TERRAIN

Site de Grand Baume – Haldes minières

Communes de La Grand-Combe(Gard)

Octobre 2016
n°16.036

Siège : Route de Saint-Pons – Eco parc Phoros – 34600 BEDARIEUX – Tél : 04 67 23 33 66 - Fax : 04 67 23 33 60 – E-mail : siege.herault@mica-environnement.com
Agence Lyon : 582, allée de la Sauvegarde – 69009 LYON – Tél : 04 78 64 84 75 – E-mail : agence.lyon@mica-environnement.com
MICA Environnement NC : 204, route des deux communes, Yahoué – 98809 MONT-DORE – Tél/Fax : (+687) 44 18 20 – E-mail : contact@mica.nc



SOMMAIRE

1 - OBJECTIFS..... 2

2 - METHODOLOGIE 2

3 - BASE DE DONNEES 3

3.1 - SUPPORT DE L'ETUDE.....3

3.2 - BIBLIOGRAPHIE5

3.3 - HISTORIQUE DE LA MINE A CIEL OUVERT DE GRAND-BAUME7

3.4 - CONTEXTE GEOLOGIQUE8

3.5 - DESCRIPTION DES TRAVAUX MINIER SOUTERRAINS12

3.6 - DESCRIPTION DES TRAVAUX DE LA MCO DE GRAND BAUME14

3.7 - CONCLUSION SUR LA PRESENCE DE VIDES MINIER AU DROIT DU PROJET17

4 - ETUDE DES ALEAS MOUVEMENTS DE TERRAIN A L'ETAT ACTUEL 19

4.1 - DEFINITION ET METHODE D'EVALUATION DES ALEAS19

4.2 - EVALUATION PRELIMINAIRE DES ALEAS PAR GEODERIS / BRGM20

4.3 - LE PHENOMENE D'EFFONDREMENT LOCALISE – ETAT ACTUEL.....20

4.4 - LE PHENOMENE DE TASSEMENT – ETAT ACTUEL22

4.5 - LE PHENOMENE DE GLISSEMENT ET RAVINEMENT – ETAT ACTUEL23

4.6 - LE PHENOMENE DE COMBUSTION – ETAT ACTUEL23

5 - DESCRIPTION DES ENJEUX DU SITE 25

5.1 - DESCRIPTION DES ENJEUX LIES AUX RISQUES NATURELS SUR LE SITE25

5.2 - DEFINITION DES NIVEAUX DE VULNERABILITE DU PROJET ET DU SITE D'ETUDE25

6 - EVALUATION DE L'IMPACT DU PROJET 25

6.1 - LE PHENOMENE D'EFFONDREMENT LOCALISE APRES AMENAGEMENT DU PROJET25

6.2 - LES PHENOMENES DE TASSEMENT APRES AMENAGEMENT DU PROJET.....26

6.3 - LES PHENOMENES DE GLISSEMENT ET RAVINEMENT APRES AMENAGEMENT DU PROJET.....27

6.4 - LE PHENOMENE DE COMBUSTION APRES AMENAGEMENT DU PROJET28

7 - MESURES A METTRE EN PLACE POUR LIMITER LES IMPACTS 29

7.1 - MESURES POUR LA GESTION DES EAUX29

7.2 - MESURES POUR LA STABILITE DES TALUS.....29

7.3 - MESURES POUR LIMITER LES ECHAUFFEMENTS.....29

8 - MESURES A METTRE EN PLACE POUR LA SECURITE ET LA SALUBRITE PUBLIQUE 30

8.1 - TRAVAUX D'INSTALLATION DE LA CENTRALE SOLAIRE.....30

8.2 - EXPLOITATION DE LA CENTRALE SOLAIRE30

9 - SYNTHESE ET CONCLUSION DE L'ETUDE D'ALEA 31

ANNEXES

LISTE DES DOCUMENTS

Plan de l'état des lieux – Visite de Février 2016 à 1 : 2 500	Document n°16.036/ 1	Dans le texte
Extrait carte informative des travaux souterrains – à 1 : 15 000 Source étude préliminaire d'aléas BRGM /GEODERIS	Document n°16.036/ 2	En annexe
Extrait des travaux souterrains sur l'emprise du projet - à 1 : 2500 Source étude préliminaire d'aléas BRGM /GEODERIS	Document n°16.036/ 3	En annexe
Carte de synthèse des travaux souterrains sous l'emprise du projet – Fond Orthophotographique	Document n°16.036/ 4	En annexe
Carte de synthèse des travaux souterrains sous l'emprise du projet – Fond plan Travaux miniers (1906 et 1951)	Document n°16.036/ 5	En annexe
Extraits du plan minier de la couche Minette (non daté) Source BRGM Gardanne	Document n°16.036/ 6	En annexe
Extraits du plan minier de la couche Cantelade (1950) Source BRGM Gardanne	Document n°16.036/ 7	En annexe
Coupe de synthèse de la verse 400 et des travaux miniers Source HBCM - 1996	Document n°16.036/ 8	Dans le texte
Carte de synthèse des travaux miniers situés à moins de 35m de profondeur sur l'emprise du projet	Document n°16.036/ 9	En annexe
Résultats des calculs de remontée de fontis	Document n°16.036/ 10	En annexe
Carte de l'aléa effondrement localisé sur l'emprise du projet Etat actuel à 1 : 2 500	Document n°16.036/ 11	En annexe
Carte de l'aléa tassement sur l'emprise du projet Etat actuel à 1 : 2 500	Document n°16.036/ 12	En annexe
Carte de l'aléa glissement et ravinement sur l'emprise du projet Etat actuel à 1 : 2 500	Document n°16.036/ 13	En annexe
Carte de l'aléa combustion sur l'emprise du projet Etat actuel à 1 : 2 500	Document n°16.036/ 14	En annexe
Carte du risque d'effondrement localisé sur l'emprise du projet Etat projeté à 1 : 2 500	Document n°16.036/ 15	En annexe
Carte du risque de tassement sur l'emprise du projet Etat projeté à 1 : 2 500	Document n°16.036/ 16	En annexe
Cartographie du risque de combustion – Etat projeté à 1 : 2 500	Document n°16.036/ 17	En annexe

1 - OBJECTIFS

La société URBA 35 projette l'installation d'une unité de production d'électricité d'origine photovoltaïque au sol sur les haldes de l'ancienne mine à ciel ouvert (MCO) de Grand-Baume situées sur la commune de la Grand Combe (30).

La verse 400 et la verse de la Forêt sont des haldes minières ou dépôts de stériles issus des opérations de découverte de la MCO de Grand-Baume. Elles ont été construites entre 1977 et 1993 par remblayage du thalweg du ruisseau de la Grand Combe à partir des terrains stériles (schistes et grès) recouvrant les couches de charbon.

Le projet sera implanté sur les plates-formes sommitales de la verse 400 et de la verse de la Forêt séparées par la piste « charbon » qui reliait Grand-Baume au lavoir du Mazel. Les panneaux photovoltaïques et les infrastructures d'exploitation occuperont une surface clôturée d'environ 7,6 hectares.

Le présent rapport constitue l'étude technique pour la détermination des aléas mouvements de terrain sur l'emprise du projet.

Cette étude est basée sur le rapport GEODERIS n° S 2011/466DE-11LRO2215 du 08/09/11 intitulé « Exploitations minières de houille et substances métalliques sur l'emprise de la concession de La Grand'Combe Ouest (Gard) – Evaluation et cartographie des aléas mouvements de terrain ». Il s'agit d'un rapport de synthèse de l'évaluation préliminaire des aléas miniers à l'échelle de la concession de La Grand'Combe Ouest (environ 5000 ha).

Les aléas étudiés concernent les mouvements de terrain en surface après l'arrêt de l'exploitation minière. Le site d'implantation étant un dépôt superficiel au-dessus de travaux miniers souterrains, les phénomènes retenus sont les suivants :

- Effondrement,
- Affaissement,
- Tassement,
- Glissement de terrain, écroulement
- Ravinement, érosion
- Echauffement, combustion.

L'objectif de la présente étude est de préciser les conclusions de GEODERIS au droit du projet de parc solaire en :

- évaluant et en cartographiant précisément les aléas en fonction :
 - du contexte minier (exploitations à ciel ouvert et souterraines),
 - de la conception des haldes (nature des matériaux, pentes des talus...),
 - de l'installation du projet ;
- évaluant et en cartographiant les risques en fonction des enjeux générés par l'installation de la centrale photovoltaïque.

2 - METHODOLOGIE

L'étude est réalisée selon la méthodologie établie par GEODERIS et INERIS en suivant les phases ci-dessous :

- Base de données,
- Reconnaissances de terrain,
- Historique et synthèse des travaux souterrains et à ciel ouvert,
- Cartes d'aléas à l'état actuel,
- Cartes d'aléas après aménagement du projet,
- Cartes des risques,

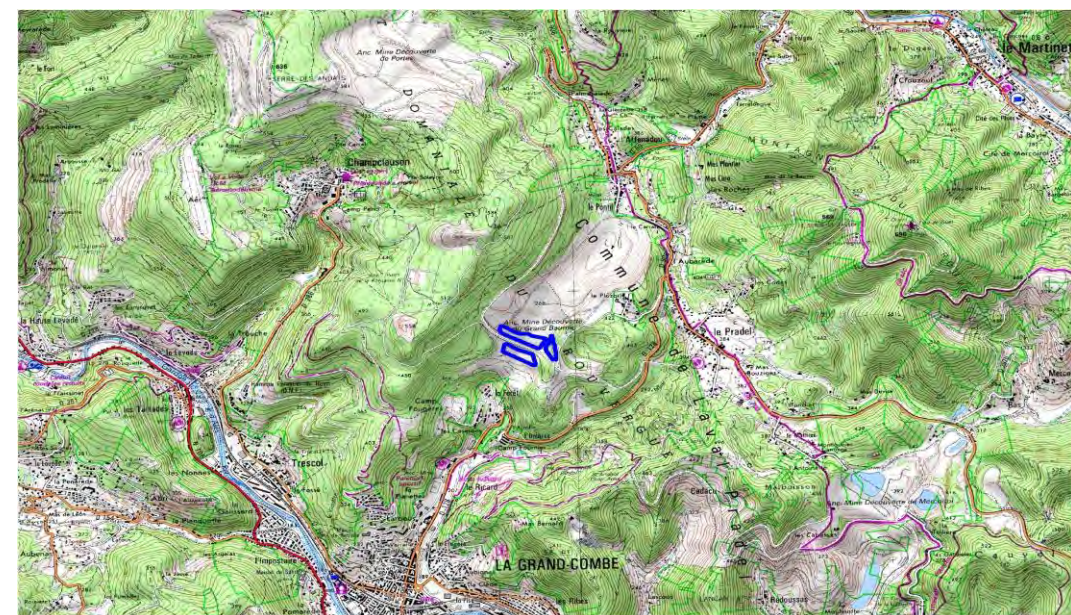
La première étape a consisté à faire un état des lieux du site d'étude. Il a été réalisé en février 2016

Dans la seconde étape, des recherches bibliographiques ont été menées dans les archives du BRGM à Gardanne et dans les archives personnelles de MICA Environnement afin de localiser les travaux souterrains et d'obtenir des informations sur la nature des terrains et la construction des haldes de la MCO Grand-Baume.

A partir de ces éléments, les différents aléas mouvements de terrain sont évalués et cartographiés à l'état actuel avant la réalisation du projet.

Ensuite les aléas mouvements de terrains sont réévalués en fonction des modifications apportées par le projet. L'aggravation ou la réduction du niveau d'aléa permet de juger l'impact du projet sur les mouvements de terrain.

Enfin des cartes de risques sont réalisées en croisant les aléas avec les enjeux du projet. En conclusion, des prescriptions d'aménagement sont proposées pour limiter, atténuer ou réduire l'impact du projet. Un avis est donné sur la faisabilité du projet au regard des risques envisagés.



Localisation du projet sur fond IGN25 – Source Scan25

3 - BASE DE DONNEES

3.1 - SUPPORT DE L'ETUDE

3.1.1 - Topographie de l'état actuel

La topographie de l'état actuel utilisée pour cette étude est issue des archives personnelles de MICA Environnement. Il s'agit du plan de récolement des travaux de réaménagement de la MCO de Grand-Baume établi par l'ancien exploitant Charbonnages de France en Avril 2006.

Les coordonnées d'origine sont en Lambert 3 zone Sud et nivellement en N.G.F.

Cette topographie a été mise à jour par Urba 35 sur l'emprise du projet en février 2016. Les coordonnées finales sont en RGF93 projection Lambert 93.

Le cadre de l'étude s'étend approximativement sur une zone délimitée par les coordonnées RGF93 projection Lambert 93 et nivellement NGF suivants (en mètres) :

X = 782 900 à 783 800
 Y = 6 348 200 à 6 348 800
 Z = 375 à 405

3.1.2 - Plan masse du projet

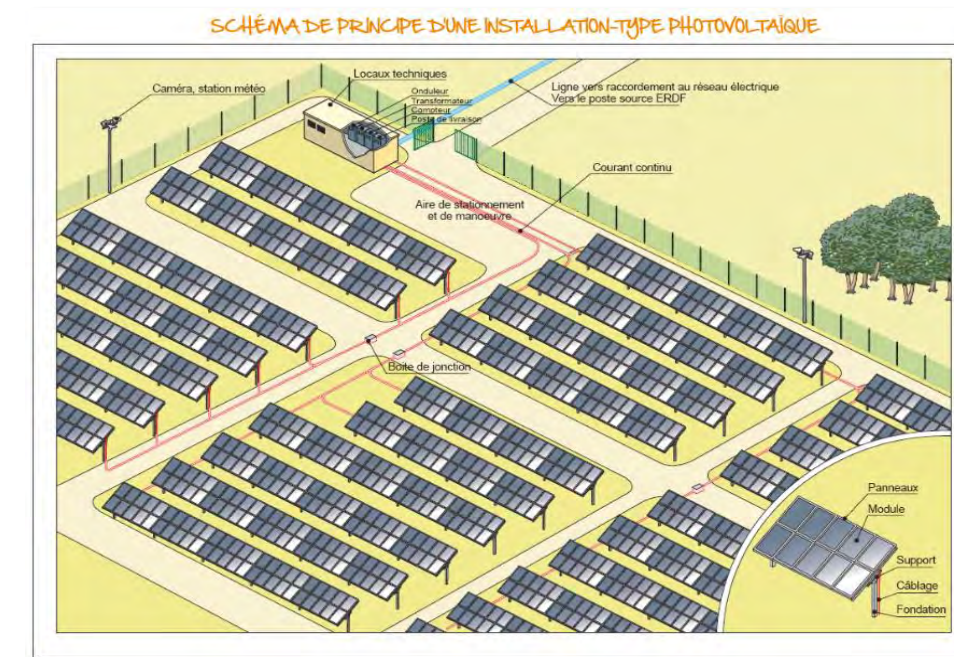
Le plan masse de l'installation projetée est fourni par URBA 35 sous format numérique AUTOCAD en 2 dimensions. Il s'agit de la version de septembre 2016 fournissant toutes les indications concernant l'implantation des panneaux photovoltaïques, les infrastructures, les accès et les aménagements hydrauliques.

Les unités de production d'énergie solaire seront composées de panneaux photovoltaïques, ou tables d'assemblage, répartis linéairement sur la surface des plates-formes des haldes. Le projet prévoit une installation en 3 îlots sur les plates-formes sommitales de la verse 400 et de la Forêt. L'îlot n°1 et n°3 seront situés au Nord de la piste « Charbon », sur la verse 400 et l'îlot n°2 au Sud sur la verse de la Forêt.

Un poste de livraison, un poste de transformation et un local de maintenance, tous de faibles dimensions, ainsi que des pistes de circulation interne viendront compléter l'installation.

Une table d'assemblage sera composée de 22 modules photovoltaïques en série fixés sur une structure métallique ancrée dans le sol. Un module (ou panneau) est une planche rectangulaire d'une largeur unitaire de 990 mm sur 1978 mm de long qui sera positionné en mode portrait. La surface totale d'emprise au sol d'une table sera de 40,4 m² (10,4m longueur et 3,98m de largeur).

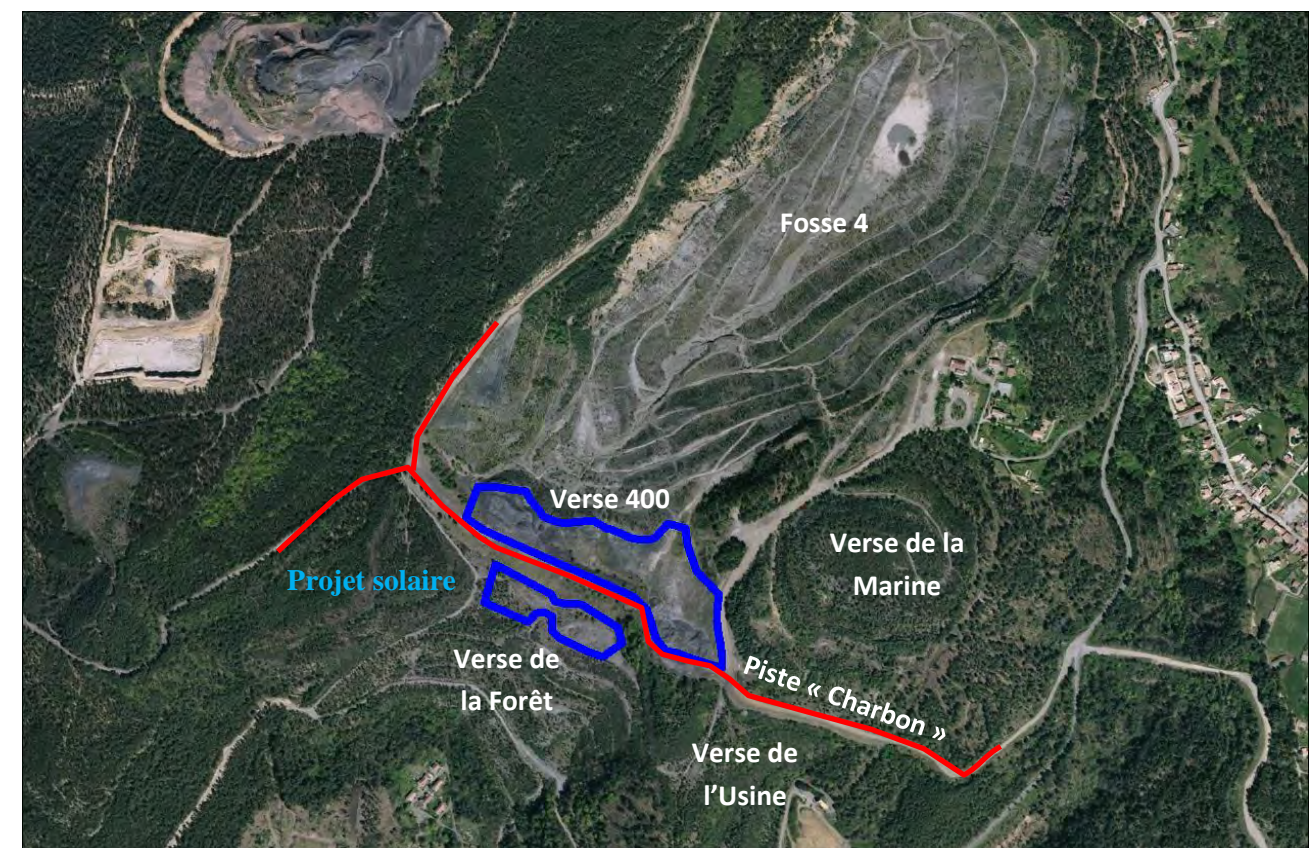
Les panneaux seront tous orientés vers le Sud avec une inclinaison de 20°. Les tables seront installées côte à côte suivant des axes Est-Ouest avec un espacement de 0,25m et les rangées seront espacées de 2,48m (Nord-Sud).



Les structures porteuses des sheds en aluminium et en acier seront ancrées au sol par l'intermédiaire de pieux battus. La hauteur basse (0,75m) sera suffisante pour laisser la place à une couverture végétale sous les panneaux PV (pelouse sèche ou friche basse).

L'accès au site se fera par la piste « charbon » qui traverse le site d'Est en Ouest entre les futurs îlots n°1 au Nord et n°2 au Sud

Une clôture sera installée tout autour du projet et sera implantée à plus de 4m de la crête des flancs des verses. Les panneaux seront positionnés à plus de 2m de cette clôture.

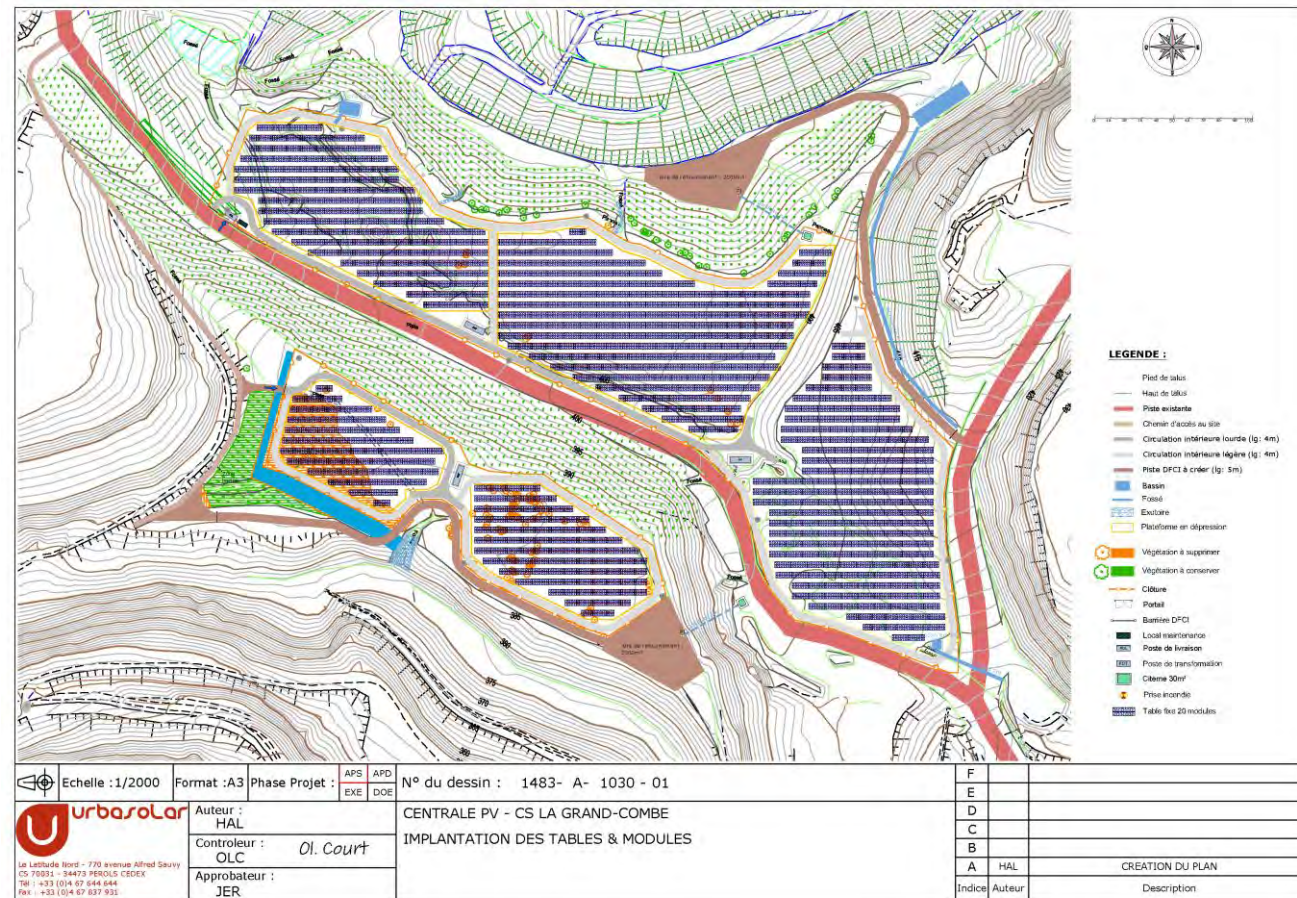


Plan de situation de la mine à ciel ouvert (MCO) de Grand Baume

3.1.3.1. Verse 400

La plate-forme sommitale de la verse 400 est composée de 3 parties :

- Niveau 401 m à 403m, à l'extrémité Ouest
La surface est composée de schistes très fins noirs (résidus de schistes de lavoir et de charbon brut extrait de Serre des Andats). Elle se situe au même niveau que la piste « Charbon » qui traverse le site d'Est en Ouest. La surface relativement plane est divisée en 2 étages délimités par un talus de 2 à 3m de hauteur orienté Est-Ouest. Les ruissellements se dirigent vers le Nord et descendent dans le talus inférieur en créant des ravinements.
- Niveau 396m à 398m, au centre
La surface est composée de schistes grossiers et de schistes fins noirs aux extrémités Nord et Est. Elle se situe à 3m en contrebas de la piste « Charbon ». Des tas de schistes forment le talus délimitant la piste. Les ruissellements rejoignent une dépression centrale qui conduit les eaux vers une ancienne descente d'eau enrochée au Nord. Celle-ci est très ravinée et ne joue plus son rôle de collecteur ; les eaux descendent de manière anarchique jusqu'à la banquette inférieure qu'elles ravinent à son tour avant de déborder plus bas.
- Niveau 405m à 409m, à l'extrémité Est
Contrairement aux deux autres surfaces qui sont relativement planes, ce secteur est penté vers l'Ouest depuis la piste menant au sommet de la verse de la Marine à l'Est. Un talus plus raide marque la bordure Ouest de cette surface. Elle est composée de schistes grossiers qui ont été étalés au bulldozer. En limite Sud, une zone est réservée à une entreprise pour le stockage de schistes fins formant des tas de 3m à 5m de hauteur.



Extrait du plan masse du projet –Source Urba 35

3.1.3 - Plan de l'état des lieux

Plan de l'état des lieux – Visite de Février 2016 à 1 :2 500	Document n°16.036/ 1	Dans le texte
--	----------------------	---------------

MICA Environnement a réalisé un état des lieux en février 2016. L'ensemble du site a été parcouru à pied afin de relever les éléments suivants :

- la nature des terrains,
- la couverture végétale,
- le sens de circulation des eaux de ruissellement,
- les ouvrages de gestion des eaux (fossés, bassins, descentes d'eau, etc...),
- les indices de ravinement et d'érosion,
- les indices de mouvements de terrains,
- les indices d'échauffement.

Le projet de réaménagement de cette versée et de la fosse n°4 prévoyait le drainage des eaux de ruissellement par des banquettes transversales découpant les talus, reliées à une descente d'eau centrale qui rejoignait le fond de fosse.

Avec le temps, ce système de gestion des eaux s'est dégradé et de nombreuses ravines sont apparues dans les talus. Les banquettes et les descentes d'eau sont engravées par des dépôts de matériaux fins qui ont créé des débordements anarchiques. La descente d'eau principale à l'Ouest ne joue plus son rôle de collecteur et plusieurs débordements ont créé de profondes ravines dans les talus.

A l'extrémité Ouest de la plate-forme sommitale, un talus subi un glissement de terrain sous l'action d'écoulement peu profond. Il s'agit du talus dans lequel ressort la buse 500mm qui draine tous le flanc Ouest dominant la fosse n°4. D'autres sources sont visibles plus bas dans le flanc Ouest.

3.1.3.2. Verse de la Forêt

La plate-forme sommitale à la cote 385m se situe 15m en contrebas de la piste « Charbon » qui passe au Nord. Elle est accessible par une piste descendant de l'Ouest. Celle-ci est fortement ravinée dans les premiers mètres puis les ruissellements sont canalisés dans un fossé naturel. Le ravinement est important et une grande zone de dépôt de matériaux fins s'étend au débouché de la piste sur la plate-forme.

Sur la plate-forme, une dépression centrale attire les eaux de ruissellement qui se concentrent avant de déborder dans le talus inférieur. Une large et profonde ravine s'est développée le long de ce débordement et descend jusqu'à la banquette 335m sur laquelle un merlon a été édifié afin de canaliser les eaux vers le descente d'eau plus à l'Est.

La plate-forme reçoit une partie des eaux de ruissellement de la piste « charbon » par débordement et ravinement à l'Ouest et à l'Est.

3.2 - BIBLIOGRAPHIE

3.2.1 - Archives du BRGM

Des recherches bibliographiques ont été menées dans les archives du BRGM à Gardanne où sont conservés les documents de Charbonnages de France, dernier exploitant de la concession de la Grand'Combe Ouest. Les données informatisées ont pu être récupérées. La liste ci-dessous présente les principaux documents consultés :

Mémoire Descriptif des mesures prises : Site de Grand-Baume – Avril 2006
Dossier synthétique des travaux de mise en sécurité des exploitations à ciel ouvert
Dossier synthétique des travaux de mise en sécurité des ouvrages débouchant au jour
Ouvrages traités conformément au dossier non cités dans l'arrêté préfectoral
Ouvrages cités dans l'arrêté préfectoral pour justification de traitement
Ouvrages cités dans l'arrêté préfectoral n'ayant pas fait l'objet de traitement justificatif
Inventaire des orifices débouchant au jour situés sur le territoire de Grand-Baume
Dossier synthétique des travaux de mise en sécurité des installations nécessaires à l'exploitation
Les installations classées
Mesures prises supplémentaires, conformément à l'arrêté préfectoral concernant l'eau et le gaz
Plan d'ensemble des zones à récoler
Plan de réhabilitation - partie Sud
Plan de réhabilitation - partie Nord
29 plans historiques des travaux miniers souterrains entre 1890 et 1950

3.2.2 - Rapports d'étude des aléas mouvements de terrain

Les aléas mouvements de terrain sur la concession de la Grand'Combe Ouest ont été analysés par les sociétés GEODERIS et BRGM en 2010 et 2011.

Dans un premier temps, le BRGM a réalisé en décembre 2010 une phase informative et une évaluation détaillée des aléas dans son rapport d'étude BRGM/RP-59348-FR «Exploitations minières de houille et autres substances métalliques sur la concession de La Grand'Combe Ouest (30). Phase informative et évaluation des aléas mouvements de terrain ».

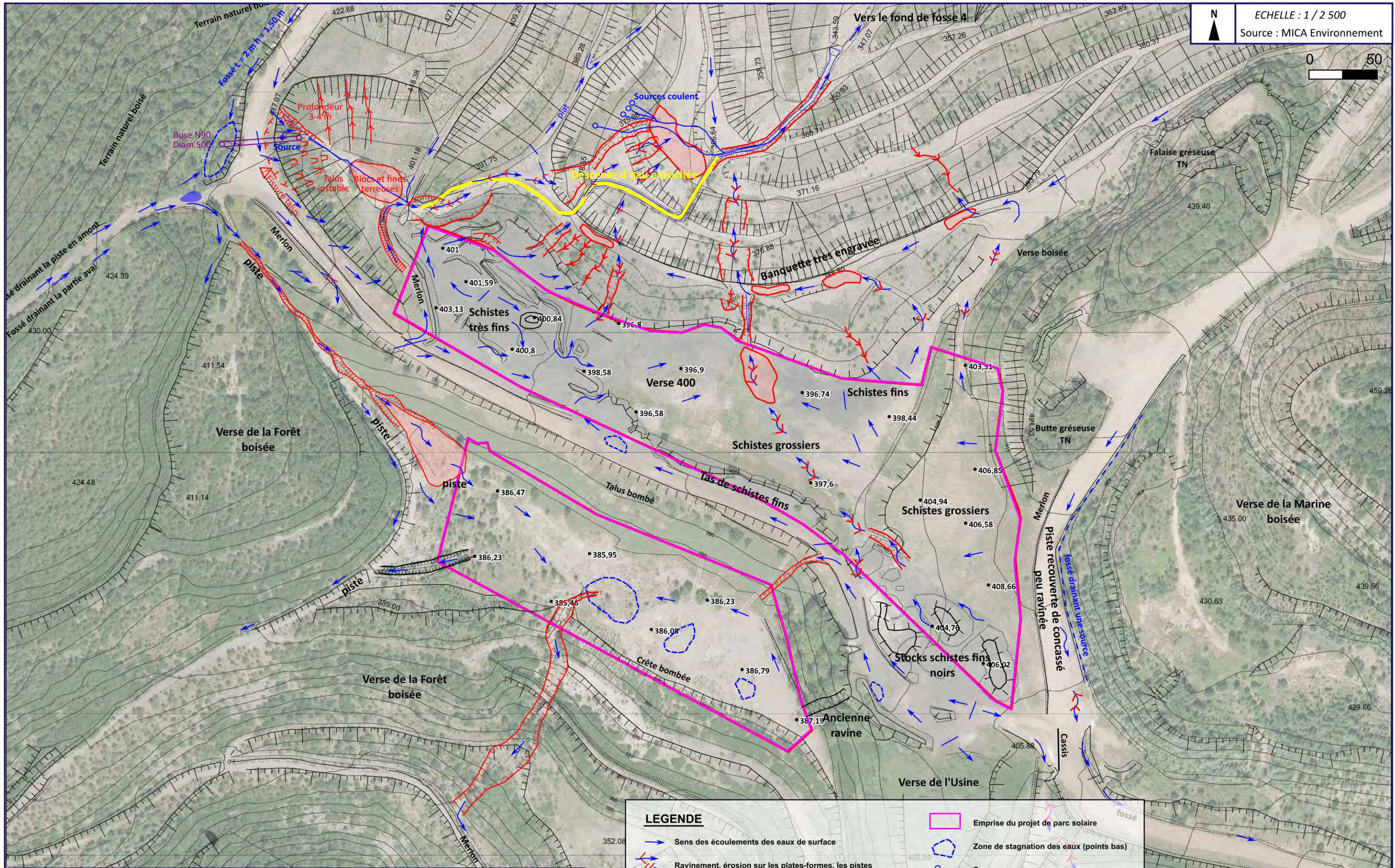
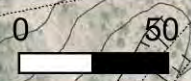
Cette étude sollicitée par GEODERIS avait pour objectif de collecter l'ensemble des informations disponibles sur la concession de la Grand'Combe Ouest concernant les travaux miniers et les désordres qu'ils ont engendrés par le passé. Ensuite des cartes d'aléas ont été établies sur la base de ces informations en localisant et en hiérarchisant les zones exposées à des phénomènes potentiels de mouvements de terrain.

Dans un second temps, GEODERIS a synthétisé la précédente étude afin de la diffuser aux communes concernées. Le rapport S 2011/66DE- 11LRO2215 du 08/09/11 intitulé «Exploitations minières de houille et substances métalliques sur l'emprise de la concession de La Grand'Combe Ouest (Gard) – Evaluation et cartographie des aléas mouvements de terrain » présente le contexte historique, géologique et hydrogéologique du site et conclut par les cartes d'aléas sur les communes.

3.2.3 - Archives MICA Environnement

MICA Environnement dispose d'archives personnelles sur le site de la MCO de Grand-Baume pour avoir participé à l'élaboration du projet de réaménagement à la fin des années 90. Plusieurs documents apportent des informations essentielles sur l'historique du site de Grand-Baume, la géologie et l'hydrogéologie, la gestion des eaux de ruissellement et les travaux de réaménagement :

Etude d'impact de l'extension des travaux d'exploitation de mine – Site de Grand Baume – HBCM Avril 1983
Réaménagement de la fosse 4 de Grand Baume. Peut-on inclure une décharge de classe 3 – Mémoire réalisé par Christian Michel – HBCM – 1996
Projet de réaménagement du site de Grand Baume – HBCM – Avril 1998
Synthèse de l'étude hydrologique du projet de réaménagement du site de Grand Baume – MICA Environnement – Mars 1999



LEGENDE

- Sens des écoulements des eaux de surface
- Ravinement, érosion sur les plates-formes, les pistes
Intensité légère à forte
- Ravinement actif
- Niches d'arachement, ravinement intense
- Zone de dépôts de matériaux fins
- Emprise du projet de parc solaire
- Zone de stagnation des eaux (points bas)
- Sources
- Glissement de terrain
- Descente d'eau enrochée
- Buse béton

URBA 35
PROJET DE CENTRALE
SOLAIRE AU SOL
SITE DE GRAND BAUME
(La Grand-Combe - 30)

PLAN D'ETAT DES LIEUX
Février 2016

3.3 - HISTORIQUE DE LA MINE A CIEL OUVERT DE GRAND-BAUME

3.3.1 - L'exploitation souterraine

L'extraction de la houille à la Grand'Combe commence dès le Moyen-Age par des extractions artisanales. En 1809 puis 1817, des ordonnances royales instituent les 5 concessions du secteur d'Alès dont l'une d'elle deviendra en 1931 la Grand'Combe Ouest après modification des limites de la concession de la Grand Combe.

Sur le site de Grand-Baume appartenant à la concession de la Grand'Combe Ouest se trouvaient 6 puits de mine dont 3 principaux :

- Le puits de la forêt, situé au sud de la MCO, a été creusé en 1882 jusqu'à 257m de profondeur (cote 20m NGF environ). Le charbon exploité dans le gisement de Grand Baume sortait par la galerie Philipot puis par la galerie Sainte Barbe et rejoignait la place Ricard au Sud. Deux autres puits à proximité immédiate servaient à l'aération. Ces 3 ouvrages disparurent en 1990 sous les remblais de la verse de la forêt.
- Le puit du Pontil n°1, creusé en 1988, avait 410m de profondeur (cote -60m NGF environ) et servit pour l'extraction jusqu'en 1907. Il desservait 6 recettes aux niveaux NGF +230, +155, +130, +90, +40 et -52m. A proximité le puits du Pontil n°2, atteignait 220m de profondeur (cote 130m NGF environ). Il était utilisé comme retour d'air. Ces ouvrages disparurent dans les années 90 sous les remblais du fond de la fosse 4 de Grand-Baume.
- Le puits de Castelnaud, situé au lieu-dit Le Pontil, remplaça le puits du Pontil n°1 après 1907. Il servait pour la remontée du charbon entre la cote -70m et +226m NGF au niveau de la galerie Sainte-Barbe par laquelle le charbon était évacué vers la place Ricard au Sud. En 1939 il fut approfondi jusqu'à 582m (cote -230m NGF). Il fut remblayé en 1966 puis disparut dans les années 90 sous les remblais du fond de la fosse 4 de Grand-Baume.

Entre les deux sites d'extraction de la forêt et du Pontil, on comptait plus de 300 galeries débouchant au jour avant le début de l'exploitation à ciel ouvert (plus de 1300 dans la concession de Grand'Combe Ouest). Elles étaient essentiellement localisées dans le flanc Est de la fosse actuelle de Grand-Baume. Après l'exploitation et le remblayage par les verses à stériles, aucune de ces galeries n'étaient encore visible dans l'emprise de la fosse de Grand-Baume.

Les ouvrages débouchant au jour et encore visibles à la périphérie de la MCO ont été fermés définitivement dans le cadre de procédure d'abandon des travaux miniers.

L'exploitation souterraine dans le secteur de Grand-Baume se termina en 1963 par la fermeture du siège d'extraction du Pontil. Elle se poursuivit à ciel ouvert à partir de 1977.

3.3.2 - L'exploitation à ciel ouvert

Les premières estimations des réserves et du projet d'exploitation à ciel ouvert datent de 1958. C'est en 1979 que les travaux d'exploitation débutent à Grand-Baume. Deux études d'impact ont été réalisées en 1979 et 1983 afin d'obtenir un arrêté préfectoral d'ouverture des travaux.

Le chantier a été exploité en 4 fosses successives se développant du Sud-Ouest au Nord-Est dans l'alignement du pli-faille chevauchant de Malpertuis (orientation N40°). Les stériles de découverte étaient mis en remblai progressivement du Sud vers le Nord en comblement des fosses précédentes.

De 1977 à 1981, la fosse 1 située au Sud-Est génère la partie supérieure de la verse de la forêt et de la verse de la Marine.

De 1981 à 1986, les stériles de la fosse 2 viennent remblayer en partie la fosse 1, la verse de la Marine et la verse de l'Usine.

De 1985 à 1987, les stériles des fosses 3 et 3 bis remblayent en partie la fosse 2.

De 1988 à 1993, la fosse 4 est exploitée pour récupérer le stock de charbon autour des puits du Pontil et de Castelnaud ainsi que le dressant de Grand-Baume en couches Rase et Abilon. Le fond de fosse atteint la cote 225m NGF au niveau de la recette de la galerie Sainte-Barbe. Il sera ensuite remblayé jusqu'à la cote 285m NGF, cote du fond actuelle. Les stériles finissent également de remblayer les fosses 2 et 3 jusqu'à la cote 400m NGF (d'où le nom de verse 400).

Après 1993, 2 millions de m³ de stériles provenant de la MCO de Serre des Andats sont déposés dans le prolongement de la verse 400. Des schistes de lavoir sont également déposés en surface ainsi que le charbon brut extrait de Serre des Andats.

Durant ces 16 années d'exploitation, un peu moins de 2,2 Mt de charbon ont été extraites du site de Grand Baume et près de 35,5 millions de m³ de stériles en place ont été déplacés sur une emprise totale de 170 ha.

La fermeture des travaux d'exploitation dans la concession de Grand'Combe Ouest intervient en 2001.

Les travaux de réaménagement du site de Grand Baume se sont déroulés de 2001 à 2004 et ont consisté à édifier des talus et des banquettes sur les parties instables des anciens fronts des flancs Est et Ouest. Une partie des stériles de la verse 400 ont été utilisés pour le remblayage par tranches montantes. Un volume total de 3,8 millions de m³ a été manipulé.

Le 31 décembre 2007, il est donné acte aux Houillères de Charbonnages de France de l'arrêt définitif des travaux de la concession de La Grand'Combe Ouest.

3.4 - CONTEXTE GEOLOGIQUE

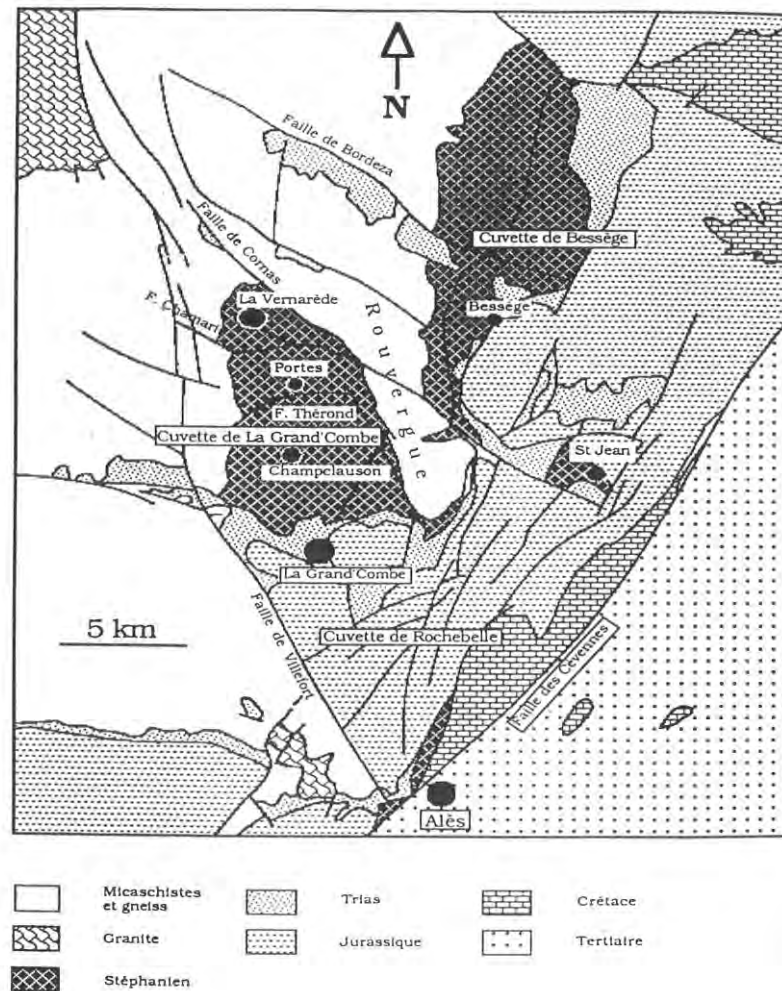
3.4.1 - Le bassin houiller d'Alès

Situé sur la bordure Sud Est du Massif Central, le bassin houiller d'Alès est constitué de deux branches principales séparées par un éperon du socle de micaschistes, le Rouvergue, qui se prolonge au Sud sous le bassin.

La série houillère est limitée cartographiquement au Sud et à l'Est par le fossé d'Alès, d'âge oligo-miocène. La faille des Cévennes limite au Nord cette dernière structure. Les terrains primaires du bassin houiller sont d'âge stéphanien moyen. Ils sont recouverts au Sud et à l'Est par des terrains secondaires d'âge triasique.

Le stéphanien est en grande partie autochtone. Il est relativement peu déformé au Nord du bassin et affecté par des plis et des chevauchements à son extrémité Sud. Ces déformations sont principalement dues à la tectonique tardi-hercynienne.

Ces terrains sont constitués d'alternances de conglomérats et grès à granulométrie variable et de schistes gréseux ou riches en matières organiques.



Carte géologique du bassin houiller d'Alès – Source HBCM 1996

3.4.2 - Le bassin houiller de la Grand Combe

Le secteur concerné est rattaché à l'unité géologique des Cévennes cristallines ou schisteuses ; celles-ci sont principalement représentées par des formations métamorphiques (gneiss et micaschistes) d'âge probablement Cambra-Ordovicien.

Sur ce socle métamorphique reposent des formations constituées de sédiments carbonifères du Stéphanien. Dans la cuvette de La Grand-Combe, les formations carbonifères schisto-gréseuses sont autochtones.

La tectonique hercynienne a profondément bouleversé la disposition initiale des différentes couches provoquant en particulier au niveau du site de GRAND-BAUME un chevauchement anormal de la série du Stéphanien inférieur (Massif Est) sur celle du Stéphanien moyen (Massif Ouest).

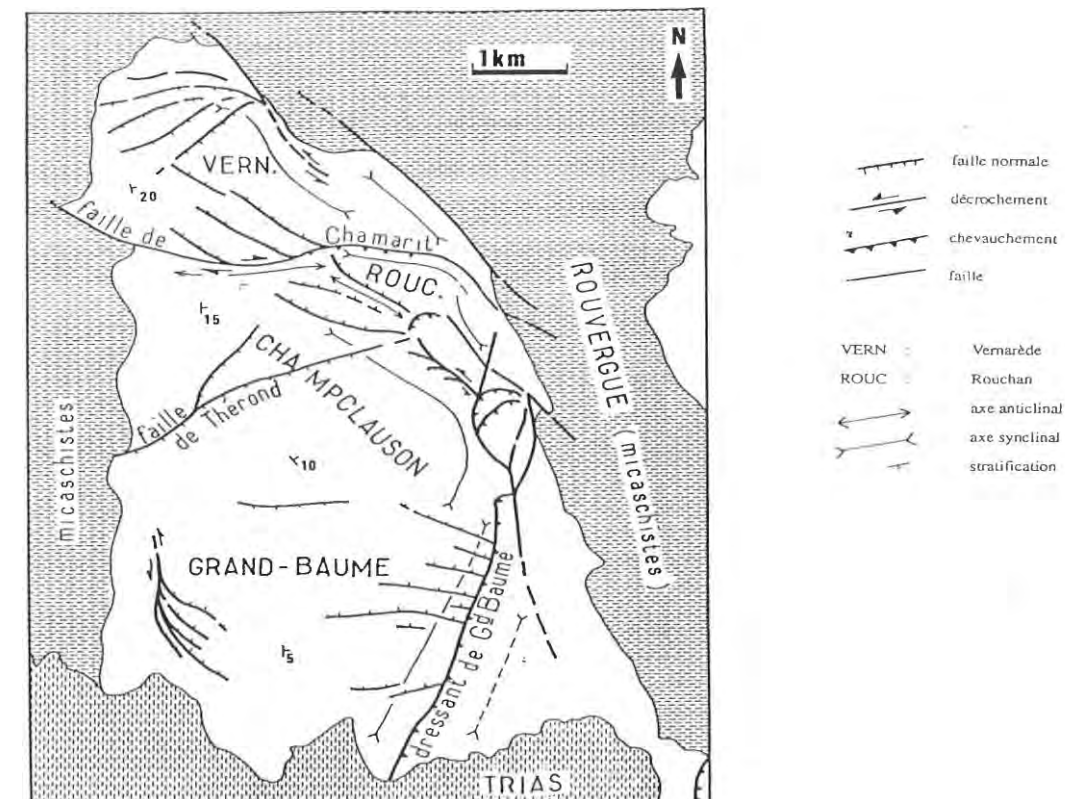


Schéma du bassin houiller de la Grand Combe – Source HBCM 1998

Le gisement houiller de Grand Baume forme un biseau sédimentaire s'ouvrant vers l'Ouest. Les travaux miniers ont mis en évidence un train de plis de faible amplitude et de grande longueur d'onde de direction N120. Une famille de failles normales plus ou moins en éventail et à pendage Nord dont le rejet peut atteindre 70 m n'affectent pas, ou très peu, le sommet de la série à l'affleurement. Elles s'aplatissent latéralement.

A l'Est, la faille de Malpertus est à l'origine du pli de Grand Baume. On a pu constater dans la partie Sud de la découverte de Grand Baume le déversement vers l'Est de la tête de la branche renversée, celle-ci formant un flanc très court qui s'allongerait en direction du Nord.

Plusieurs hypothèses sont à envisager :

- témoin d'un anticlinal, évoluant en pli-faille vers le Nord en partie érodé,
- rejet tardif en faille normale de la faille de Malpertus,
- fauchage des strates.

C'est la première hypothèse qui est retenue historiquement, du fait que l'intensité de la déformation est progressive et continue en direction du NE pour atteindre un stade maximal au contact du Rouvergue.

Le renversement de la série apparaît sur le carreau de l'ancien puits Ricard et dans les anciennes carrières au Sud du Camps Fougères. Sous la route (Camp Fournier), on observe une zone très déformée plongeant fortement vers le Sud-Est.

Sur la piste de roulage des charbons, entre Grand Baume et la découverte du Serre des Andats, on observe le passage progressif entre la série renversée et celle en position normale. La barre gréseuse, tabulaire au mur de la couche de Champclauson vient sceller le renversement. Nous sommes en présence d'un grand biseau sédimentaire compris entre les faisceaux de Grand Baume et de Champclauson.

Faisceau de Grand Baume.

Le gisement de Grand-Baume est essentiellement constitué d'un faisceau de 5 couches de charbon quart-gras, dont l'épaisseur totale varie de 5 à 10 mètres ; le pendage des couches est de 45°.

La couche Grand Baume, au toit immédiat des stériles de la Forêt marque la base du faisceau auquel elle donne son nom, c'est un ensemble constitué de:

- Couche Rase : 2 m, cinérite 601 à 1,50 m au-dessus du mur
- Banc Moyen
- Sans désignation
- Lard 0,75 m, cinérite 602 au toit

Les intercalaires stériles sont peu épais, quelques décimètres, voire d'épaisseur métrique.

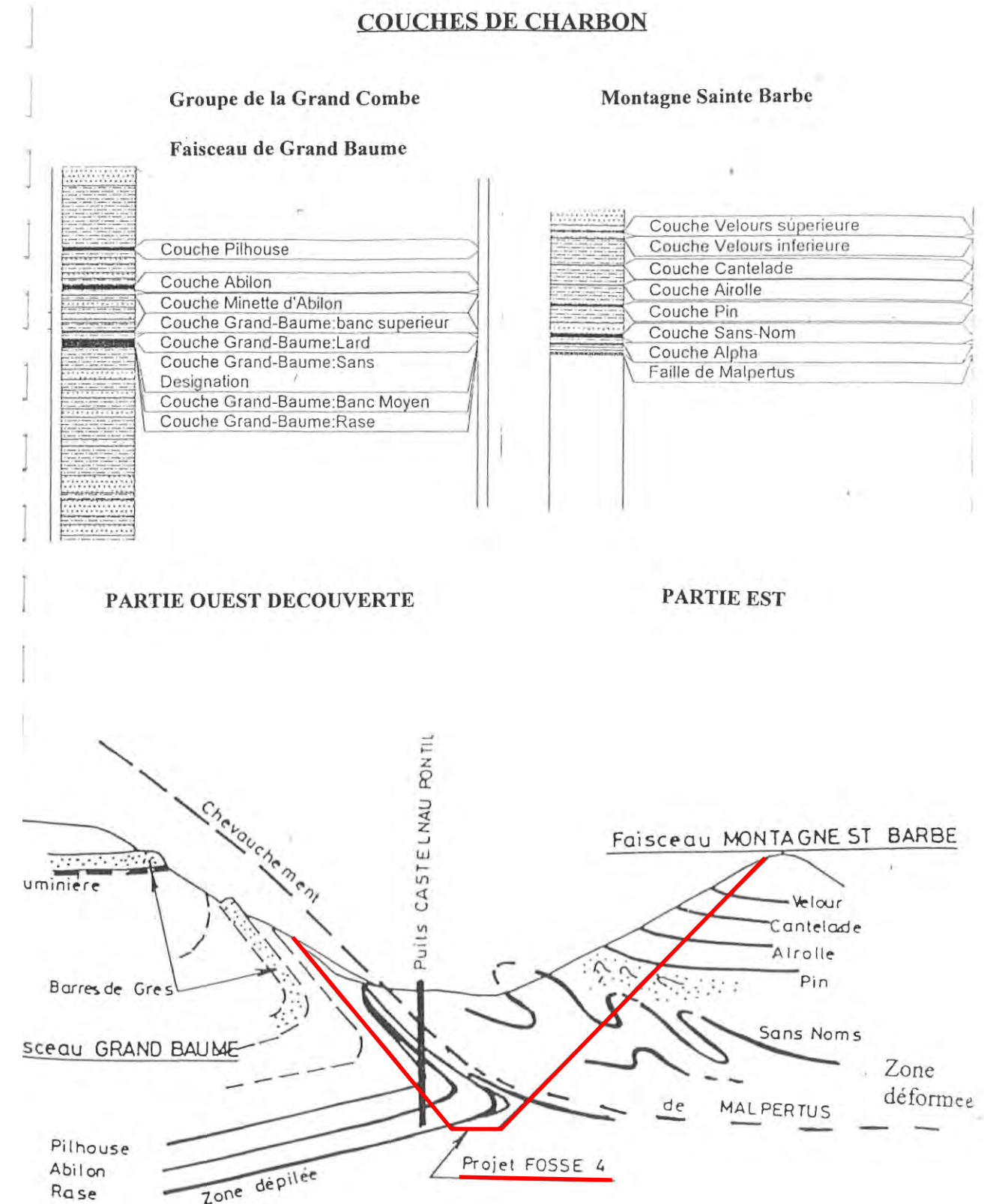
- 30 m au-dessus on rencontre les couches Minette d'Abilon (1 m) et Abilon (3 m) séparées par 5 m de grès. Elles ont livré les cinérites 604 et 605.
- 31 m plus haut, on rencontre la couche Pilhouse (3,50 m).

Les stériles au-dessus de ce faisceau sont essentiellement silteux.

Faisceau de la Montagne Ste Barbe :

Le gisement de Sainte BARBE est constitué de 16 couches de charbon quart-gras et demi-gras dont l'épaisseur varie de 0,50m à 4 m.

Le problème des corrélations de part et d'autre de la faille de Malpertus n'a pas été vraiment résolu.



Successions des couches de charbon et coupe géologique schématique Est-Ouest – Source HBCM 1998

D'après les études (Delénin et al.1988, Délélin 1990) se basant sur la distribution des faciès lithologiques, la logique sédimentaire et la présence d'un niveau à ailes d'insectes au toit des couches Pin et Grand Baume ont finalement conclu que les couches de Grand Baume constituent le flanc inverse peu déformé armé par des barres gréseuses épaisses d'un pli anticlinal déversé vers le NW. Le flanc Sud constitué par les couches de la Montagne Ste Barbe est intensément plissé. Les dépôts y sont plus silteux et plus distaux, d'où une compétence différente pendant le plissement. Dans ce domaine, les couches correspondraient à la dichotomie de celles du faisceau de Grand Baume.

L'accident de Malpertus est donc considéré comme un pli-faille plutôt qu'une faille de charriage. La complexité de l'ensemble résulte de l'hétérogénéité et de la différenciation lithologique de part et d'autre de la faille de Malpertus à jeu précoce.

Le faisceau de la Montagne Ste Barbe au sens strict comprend à sa base les Couches de Sans Nom (2 à 3 couches différentes regroupées sous cette appellation, excepté une couche (Alpha) dont les caractères principaux sont d'être très plissés et très irréguliers.

Les stériles séparant les couches Sans Nom et Pin sont constitués de très, fins et de schistes. Les couches Airolles, Cantelade, Velours inférieur et supérieur se placent dans une tranche de dépôts silteux, d'une cinquantaine de mètres d'épaisseur.

3.4.3 - Contexte hydrogéologique

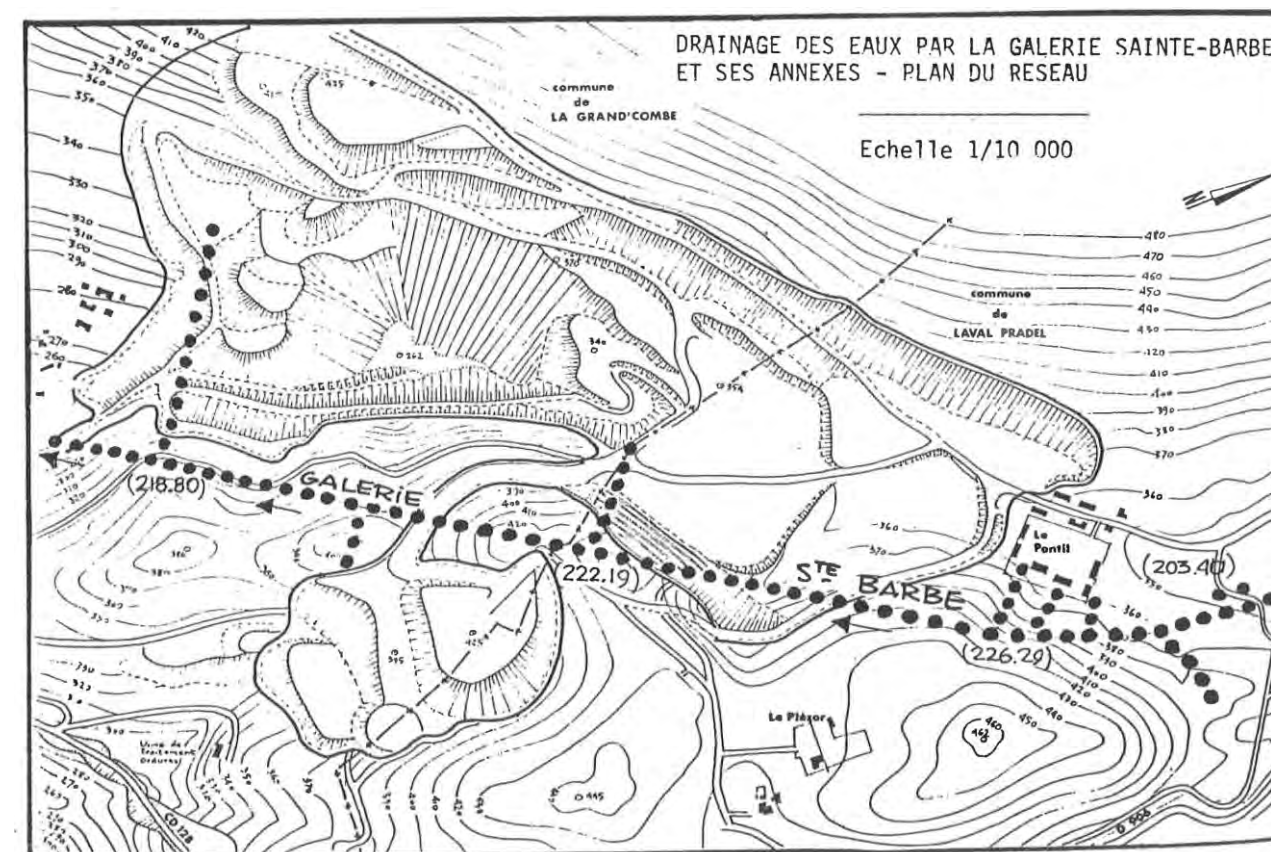
La circulation de d'eau en profondeur est limitée dans le secteur étudié, en raison de la faible perméabilité des roches en place. L'infiltration ne s'effectue que localement dans les zones altérées ou fracturées ainsi que par les galeries souterraines existantes.

Au Sud du site, les formations du trias peuvent donner lieu à des circulations d'eau importantes, notamment lorsque des accidents tectoniques les affectent, bien que le trias dans son ensemble soit considéré comme imperméable. Ces circulations se produisent généralement dans les conglomérats arkosiques de base ainsi que dans les calcaires et dolomies du Muschelkalk.

Dans les secteurs où le trias recouvre le houiller, les exploitations de charbon ont rencontré des venues d'eau notables.

Actuellement les travaux miniers abandonnés se trouvent noyés et certaines galeries anciennes sont devenues actives. Les eaux souterraines peuvent également émerger sous forme de sources comme c'est le cas dans les formations du trias au Sud du site ; il est à noter que les eaux du trias, sulfatées hypercarbonatées sodiques, sont en général impropres à la consommation.

Dans l'emprise de la MCO de Grand Baume, les formations superficielles ne sont que très faiblement aquifères. Les eaux de pluie rejoignent le fond de fosse au Nord et s'infiltrent difficilement du fait de la faible perméabilité des terrains. Elles sont évacuées vers le Sud par la galerie Sainte Barbe dont l'axe est sensiblement parallèle à celui de la fosse.



Localisation de la galerie Ste-Barbe drainant la MCO de Grand Baume – Source HBCM 1983

3.4.4 - Contexte hydrologique

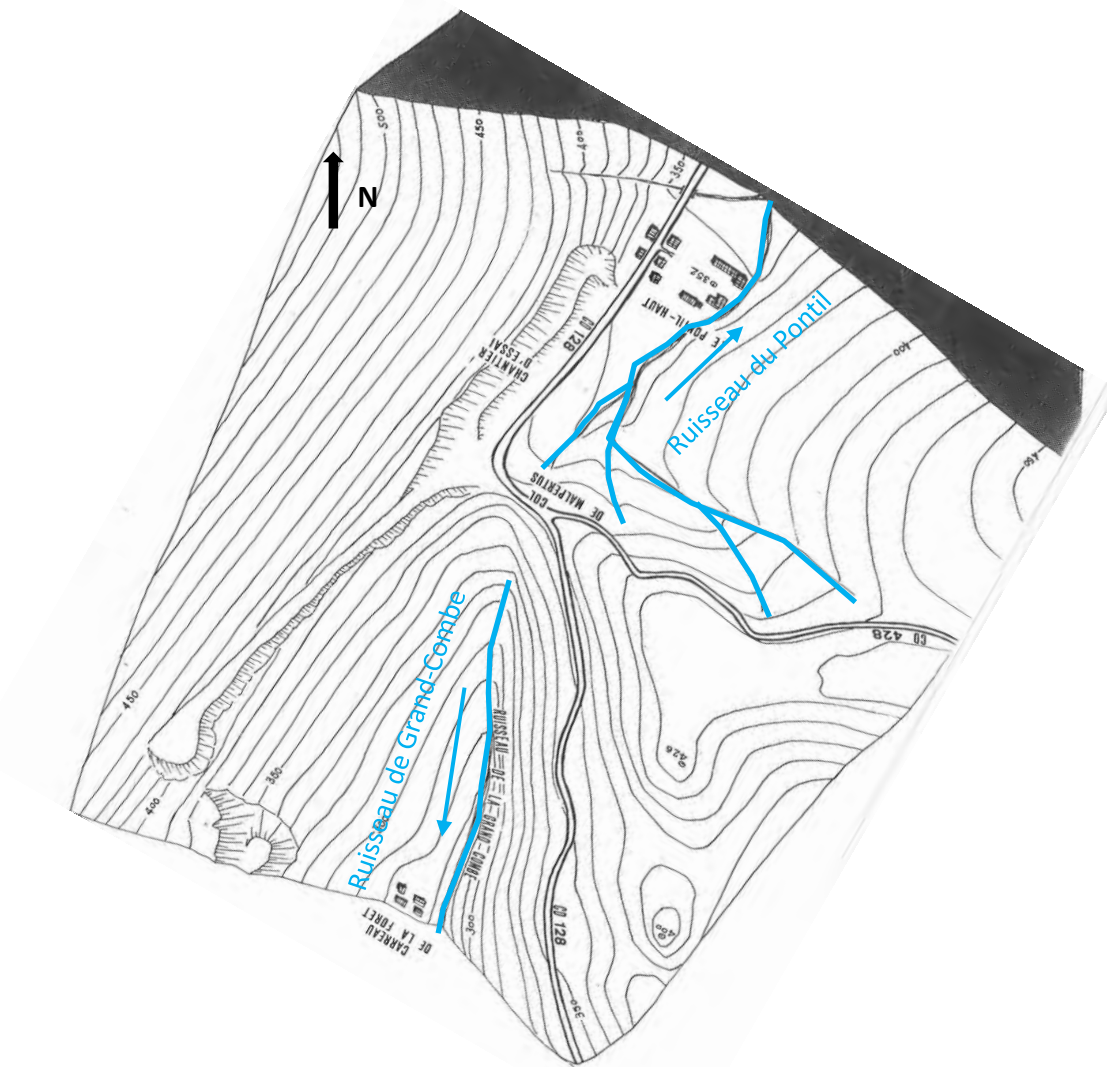
Avant la réalisation de la MCO de Grand Baume, les eaux de surface se répartissaient sur le site en deux bassins versants :

- au Sud, le bassin du GARDON d'ALÈS,
- au Nord, celui de la CEZE.

La limite entre ces deux bassins versants était une ligne de direction approximativement NW-SE, passant par le col du Malpertus à la cote 385m; au Sud de cette limite, les eaux s'écoulaient vers le Gardon d'Alès, par l'intermédiaire des ruisseaux de la Grand-Combe puis de Sans-Nom ; au Nord, l'Auzonnet qui constitue l'un des principaux affluents de la Cèze était alimenté par le ruisseau du Pontil.

Le Gardon d'Alès et la Cèze sont eux-mêmes affluents du Rhône.

La création de la MCO a modifié la répartition des eaux de surface en remblayant le ruisseau de Grand-Combe au Sud et en court-circuitant le ruisseau du Pontil au Nord.

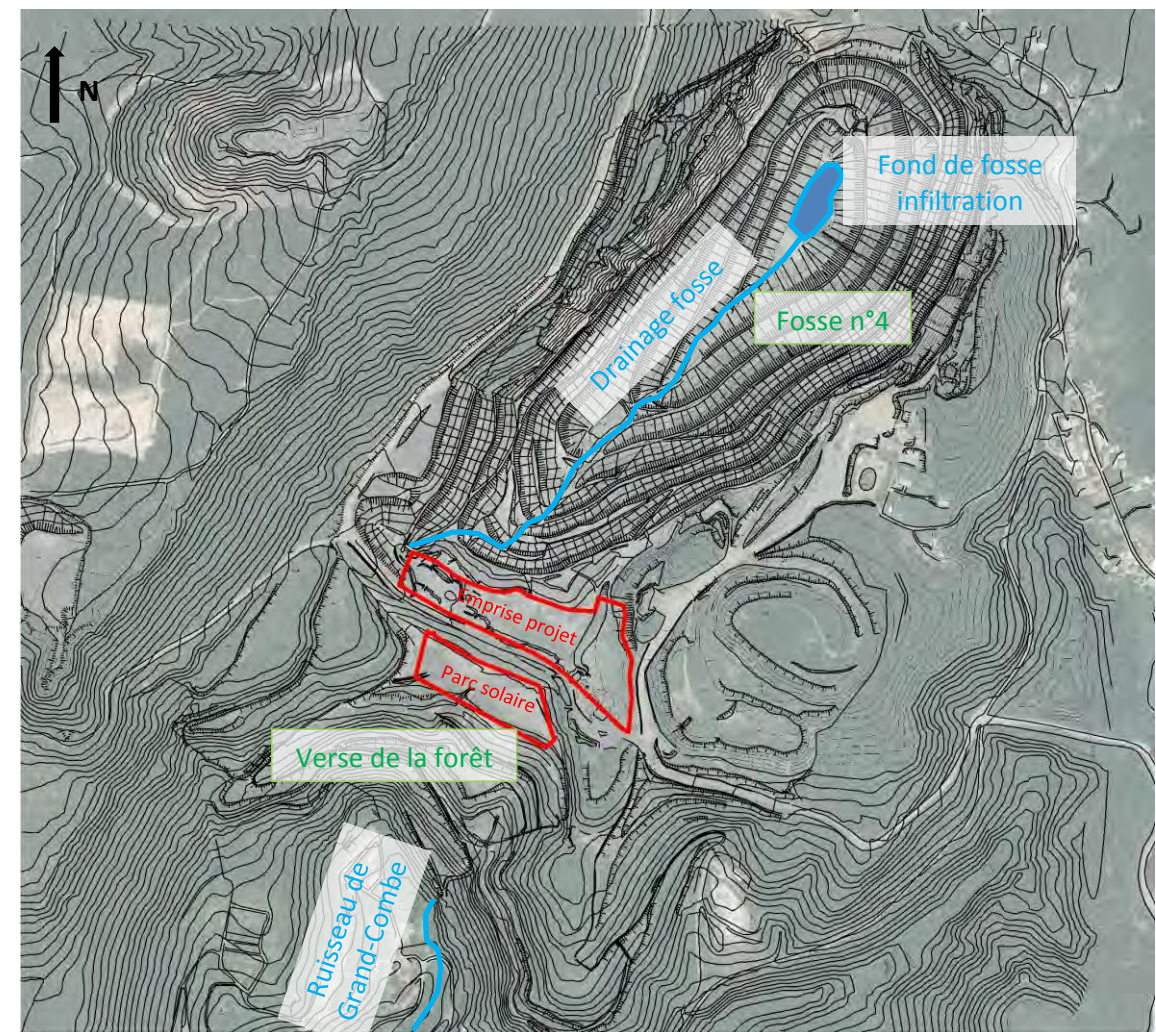


Etat initial hydrologique avant la MCO de Grand Baume – Source HBCM 1996

La MCO a tronqué la partie amont du ruisseau de Grand-Combe en créant une fosse puis en la remblayant par des stériles (verse de la forêt). Dans le cadre du projet de réaménagement de la MCO en 1998-1999, la diminution du débit de pointe dans ce ruisseau a été estimé à -15%.

Le bassin versant du ruisseau du Pontil a été réduit à une surface négligeable par la réalisation de la fosse 4 de la MCO. Désormais, il s'agit d'un impluvium fermé dans lequel les eaux de pluie rejoignent le lac en fond de fosse avant de s'infiltrer dans les travaux miniers. Ce bassin versant se rattache ainsi au bassin versant du Gardon d'Alès par l'intermédiaire de la galerie souterraine de Ste-Barbe qui draine le fond de fosse vers le Sud.

La diminution du débit de pointe dans le ruisseau d'Auzonnet, ancien collecteur du ruisseau du Pontil, a été estimé à -66% dans le projet de réaménagement.



Etat hydrologique actuel de la MCO de Grand Baume – Source MICA

En 1991, une étude de perméabilité concluait qu'un lac ne pouvait pas se former en fond de fosse car la perméabilité des remblais était trop grande. Depuis, des matériaux fins ont du se déposer et colmater partiellement le fond de fosse si bien qu'à l'état actuel un lac occupe une partie du fond de fosse.

3.5 - DESCRIPTION DES TRAVAUX MINIERS SOUTERRAINS

3.5.1 - Emprise des travaux souterrains d'après l'étude GEODERIS - BRGM

Extrait carte informative des travaux souterrains – à 1 : 15 000 Source étude préliminaire d'aléas BRGM /GEODERIS	Document n°16.036/ 2	En annexe
Extrait des travaux souterrains sur l'emprise du projet - à 1 : 2500 Source étude préliminaire d'aléas BRGM /GEODERIS	Document n°16.036/ 3	En annexe

L'emprise des travaux souterrains a été numérisée dans l'étude d'aléas GEODERIS – BRGM à partir des données recueillies dans la phase informative. L'objectif était de positionner les travaux sur des fonds cartographiques récents (BD ortho et IGN).

Les éléments cartographiés sont les suivants :

- les terrils et mines à ciel ouvert,
- les ouvrages débouchant au jour (puits, galeries, cheminées..),
- l'emprise globale des travaux miniers,
- les zones de travaux à moins de 50m avérées et supposées,
- les zones dépilées, les travaux en chambres et piliers avérés et supposés,
- les indices de désordres (effondrements, fontis, glissement, affaissement).

Les document 2 et 3 présentent les zones d'exploitation et les ouvrages débouchant au jour qui sont extraits de la « Carte informative générale » établie dans le rapport d'étude BRGM/RP-59348-FR de décembre 2010.

D'après ces cartes et les données du rapport d'étude, les ouvrages débouchant au jour dans l'emprise du projet de parc solaire ou à proximité immédiate sont les suivants :

Ilot n°1	Information BRGM / GEODERIS
Galerie BRGM48	Pas d'information
Galerie B310	Direction N45, galerie en couche, non visible
Galerie B311	Cote 348m, Direction N65, galerie en couche, non visible
Galerie B412	Cote 350m, direction N80, galerie en couche, masquée par les verses, sous 50 m de remblais.
Galerie B478	Galerie en couche, masquée par les verses, non visible
Galerie B485	Direction N315, galerie en couche, masquée par les verses, non visible.
Galerie B486	Cote 301m, direction N315, galerie en couche, masquée par les verses, sous 95 m de remblais
Galerie B487	Cote 299m, direction N315, galerie en couche, masquée par les verses, sous 95 m de remblais
Galerie B488	Cote 332m, direction N295, galerie en couche, masquée par les verses, sous 75 m de remblais
Total	9 galeries

Ilot n°2	Information BRGM / GEODERIS
Galerie 304	Mine du col de Malpertus Cote 292m, direction N100, galerie en couche, masquée par les verses, sous 90 m de remblais
Galerie 305	Cote 283m, direction N30, galerie en couche, masquée par les verses, sous 90 m de remblais
S148	Cote 267m, direction N180, attaque de quelques mètres, recoupée par la découverte puis masquée par les verses.
Galerie 413	Cote 347m, direction N120, galerie en couche, masquée par les verses, sous 45 m de remblais
Galerie 414	Cote 361m, direction N120, galerie en couche, masquée par les verses, sous 25 m de remblais
Galerie 418	Cote 355m, direction N90, galerie en couche, masquée par les verses, sous 20 m de remblais
Galerie 419	Cote 340m, direction N95, galerie en couche, masquée par les verses, sous 35 m de remblais
Galerie 420	Cote 336m, direction N90, galerie en couche, masquée par les verses, sous 40 m de remblais
Galerie 447	Cote 300m, direction N90, galerie en couche, masquée par les verses, sous 90 m de remblais
Total	9 galeries

Ilot n°3	Information BRGM / GEODERIS
Galerie B306	Cote 368m, direction N80, galerie en couche non visible
Galerie B307	Cote 370m, direction N55, galerie en couche non visible
Galerie B308	Direction N95, galerie en couche, non visible
Galerie B309	Direction N70, galerie en couche, non visible
Galerie B398	Cote 387m, direction N90, galerie en couche, masquée par les verses, sous 15 m de remblais
Galerie B399	Cote 396m, direction N60, galerie en couche, masquée par les verses, sous 20 m de remblais
Galerie B400	Cote 388m, direction N80, galerie en couche, masquée par les verses, sous 20 m de remblais
Galerie B401	Cote 388m, direction N90, galerie en couche, masquée par les verses, sous 20 m de remblais
Galerie B402	Cote 389m, direction N90, galerie en couche, masquée par les verses, sous 20 m de remblais
Galerie B403	Cote 379m, direction N90, galerie en couche, masquée par les verses, sous 25 m de remblais
Galerie B404	Cote 386m, direction N90, galerie en couche, masquée par les verses, sous 20 m de remblais
Galerie B455	Cote 392m, galerie en couche, masquée par les verses, sous 10 m de remblais
Galerie B456	Cote 399m, galerie en couche, non visible, vraisemblablement recoupée par la découverte, puis masquée par les verses.
Total	13 galeries

Au total, 31 galeries débouchaient au jour sur l'emprise du projet de parc solaire avant la réalisation de la MCO.

Sous les îlots n°1 et n°2, ces galeries étaient profondes, entre 50m à 100m par rapport à la cote actuelle des plates-formes (385m à 400m). A l'extrémité Est mais en dehors de l'îlot n°2, des galeries étaient plus proches de la surface actuelle, entre 25m et 50m.

Sous l'îlot n°3, à l'Est, le rapport du BRGM ne précise pas si les galeries ont été recoupées par la découverte avant d'être remblayées par les verses. Elles sont proches de la surface actuelle, entre 10m et 30m.

3.5.2 - Détail de l'emprise des travaux sous l'emprise du projet (synthèse MICA)

Carte de synthèse des travaux souterrains sous l'emprise du projet – Fond Orthophotographique	Document n°16.036/ 4	En annexe
Carte de synthèse des travaux souterrains sous l'emprise du projet – Fond plan Travaux miniers (1906 et 1951)	Document n°16.036/ 5	En annexe
Extraits du plan minier de la couche Minette (non daté) Source BRGM Gardanne	Document n°16.036/ 6	En annexe
Extraits du plan minier de la couche Cantelade (1950) Source BRGM Gardanne	Document n°16.036/ 7	En annexe

Hormis les zones de travaux à moins de 50m et les cotes de certaines galeries, les données de l'étude d'aléas BRGM/GEODERIS ne fournissent pas d'indications sur la nature et la profondeur des galeries et des exploitations.

MICA Environnement a complété cette base de données en recherchant des plans papiers des travaux souterrains dans les archives du BRGM à Gardanne (13). Une trentaine de plans datant de 1890 à 1960 a été consultée et a fourni une partie des renseignements manquants.

Sous l'emprise du projet, la nature et la profondeur des travaux, du Sud (Puits de la Forêt) vers le Nord (Puits du Pontil) sont les suivantes :

- Les galeries Philippot et de roulage du Pontil, tracées dans la couche Rase, respectivement entre les cotes 231 et 263m et entre 212m et 220m, passent sous les îlots n°1 et 2 du projet (profondeur >150m)
- La galerie d'introduction, creusée dans la couche Abilon, entre les cotes 198m et 168m, passe sous les îlots n°1 et 2 du projet (profondeur >200m),
- La galerie Ste-Barbe, creusée au rocher, entre les cotes 216m et 226m, passe sous l'îlot n°3 du projet (profondeur >150m)
- Des chantiers exploités de haut en bas, en couches Rase, Abilon, Cairal et Plateure à l'Ouest, entre les altitudes 330 et 70m NGF, sous les îlots n°1 et n°2
- Des chantiers exploités de haut en bas en couches Bosquet, Plomb, Portails, Minette, Velours, Cantelade, Airole, Pin et Sans Nom, entre les altitudes 410m et 250m NGF, sous les îlots n°2 et n°3
- Des galeries débouchant au jour avant la réalisation de la MCO, anciens accès des couches ci-dessus du flanc Ouest de la Montagne Sainte-Barbe

Le document 4 présente une carte de synthèse des travaux souterrains sous l'emprise du projet sur laquelle figure le tracé des galeries principales, l'emprise des couches exploitées et les ouvrages débouchant au jour.

3.5.2.1. Travaux situés à moins de 50m de profondeur

L'étude préliminaire d'aléas de GEODERIS et BRGM a cartographié certains travaux à moins de 50m de profondeur dans l'emprise du projet. Il s'agit notamment des chantiers des couches Mimette, Velours et Cantelade exploités depuis les affleurements dans le flanc Ouest de la Montagne Ste-Barbe, aux extrémités Est des îlots n°2 et n°3.

- Exploitation de la couche Minette à l'Est

Pour l'îlot n°3, les travaux à moins de 50m de profondeur sont reliés aux galeries B398 à B404 dont les altitudes sont comprises entre 379m et 396m. Elles donnaient accès à deux zones de travaux de la couche Mimette et de la couche des Portails juste au-dessus se développant vers l'Est dans la montagne de Ste-Barbe. Par rapport à la surface actuelle à la cote 405m, ces travaux se trouvent à une profondeur comprise entre 10m et 25m.

Pour l'îlot n°2, il s'agit des galeries B419 à B420 dont les altitudes sont comprises entre 336m et 340m. Elles donnaient accès à une zone de travaux se développant vers l'Est dans la montagne de Ste-Barbe. Par rapport à la surface actuelle à la cote 385m, ces travaux se trouvent à une profondeur comprise entre 45m et 50m.

- Exploitation de la couche Cantelade à l'Est

A l'extrémité Est de l'îlot n°1, les travaux à moins de 50m de profondeur sont reliés aux galeries B477, B478, B485, BRGM48, B310, B311 et B412. Seules les 2 dernières sont cotées à 350m et 348m dans l'étude préliminaire d'aléas. D'après les plans d'archives les galeries B477, 478, 485 étaient aux alentours de la cote 370m et les galeries BRGM48 et B310 à la cote 360m. Elles donnaient accès à des zones de travaux peu étendues vers l'Est et limités par des failles normales. Par rapport à la surface actuelle à la cote 398m, ces travaux s'étagent entre les profondeurs 50m et 30m du Sud au Nord.

Pour l'îlot n°3, il s'agit des galeries B306 à B309 et B455, B456 dont les altitudes sont proches de 370m pour les 4 premières au Sud et entre 390m et 400m pour les 2 dernières au Nord. Elles donnaient accès à la même zone de travaux se développant vers l'Est dans la montagne de Ste-Barbe. Par rapport à la surface actuelle à la cote 405m, ces travaux s'étagent entre les profondeurs 35m et 5m du Sud au Nord.

- Exploitation dans les couches Plomb, Portails, Velours et Airole à l'Est

Pour l'îlot n°2, les galeries B413 et B414, B418 donnaient accès aux couches respectives Portails à la cote 347m et Plomb à la cote 361m et 359m dont l'emprise des travaux n'a pas été retrouvée dans les archives. Par rapport à la surface actuelle entre les cotes 381 394m, ces travaux se trouvent à une profondeur comprise entre 26m et 47m.

La galerie B304 donnant accès à la couche velours à la cote 292m et les galeries B305, B447 donnant accès à la couche Airole à la cote 283 ont été cartographiées comme des travaux à moins de 50m de profondeur par l'étude préliminaire d'aléa alors qu'ils sont situés à plus de 90m de profondeur par rapport à la surface actuelle.

3.5.2.2. Autres travaux

- Travaux profonds

Dans les autres secteurs, les travaux ont été menés en dessous de l'altitude 330m. Sous l'emprise du projet, la profondeur des chantiers est donc supérieure à 70 m.

- Travaux supposés

L'étude préliminaire d'aléas de GEODERIS et BRBM a cartographié une zone de travaux supposés à moins de 25m de profondeur le long du dressant de Grand Baume qui traverse le site dans l'axe NNE-SSW de la MCO. Elle a été tracée d'après les indications de la carte informative au 1/50 000e.

D'après les plans miniers des archives, les travaux dans le dressant se sont déroulés dans les couches Ailon et Rase (voir coupe géologique du chapitre 3.4.2) en dessous de l'altitude 332m et notamment à partir de la galerie B488 au Nord de l'îlot n°1. Aucune zone de travaux à moins de 25m de profondeur par rapport à l'état actuel n'a été retrouvée dans les archives.

3.5.2.1. Les ouvrages débouchant au jour

Les galeries à l'affleurement sont les ouvrages les plus anciens et les plus nombreux. 998 ont été dénombrés par HBCM. Ces ouvrages permettaient une exploitation proche de la surface par des galeries horizontales ou des descenderies creusées en couche. Ces ouvrages avaient une extension généralement limitée pour des raisons techniques liées à l'exhaure, à l'évacuation des produits, à la ventilation et à l'irrégularité du gisement. Le plus souvent les orifices sont effondrés. Leur largeur, quand elle est renseignée, varie entre 2 et 4 m, pour une section de 4m² à 9m². Les préconisations de mise en sécurité n'ont concerné que les ouvrages retrouvés sur le terrain, soit 101 d'entre eux.

Parmi ces galeries, 30 travers-bancs sont recensés sur la concession dont la galerie de Ste-Barbe qui passe sous l'îlot n°3 du projet. Ces ouvrages majeurs sont le plus souvent maçonnés pour en assurer la pérennité. Leur pente est généralement très faible vers la sortie, de façon à permettre l'écoulement gravitaire des eaux d'exhaure et un bon roulage des trains de berlines permettant le transport de la houille. Les travers-bancs rejoignent les puits au niveau des recettes ou étages. Ces ouvrages étant repérables sur le terrain, une mise en sécurité a systématiquement été préconisée.

3.5.3 - Méthode d'exploitation dans le secteur d'étude

Le secteur d'étude se situe au contact du gisement de Grand Baume à l'Ouest (appartenant à la cuvette de Grand Combe Ouest) et le gisement de la Montagne Ste-Barbe à l'Est. L'axe NNE-SSW de la MCO de Grand Baume passe approximativement au droit du contact formé par la faille de Malpertus.

A l'Ouest le gisement de houille de Grand Baume a été exploité en plateure (pendage de l'ordre de 30° vers le SE) jusqu'à l'altitude 130m environ puis en dressant à la fermeture du gisement dans l'axe de la fosse jusqu'à l'altitude 330m, au droit du projet.

A l'Est, le gisement de la Montagne Ste-Barbe a été exploité en plateure avec un pendage de l'ordre de 30° vers l'Est. Au droit du secteur d'étude, les nombreuses couches de charbon superposées étaient accessibles directement depuis les affleurements dans le flanc Ouest de la Montagne.

D'après l'étude GEODERIS/BRGM, sur la concession de La Grand'Combe Ouest, plusieurs types de méthode d'exploitation ont été utilisées :

- les méthodes d'exploitation par chambres et piliers abandonnées, pour lesquelles subsistent des vides au fond après la fermeture de la mine. Ces méthodes ont été employées notamment pour protéger des zones sensibles, jusqu'en 1940 ;
- les méthodes d'exploitation dites totales, où à l'inverse, tout le minerai a été exploité. Les vides miniers résiduels sont ensuite traités par remblayage (au fond) ou par foudroyage des terrains de recouvrement.

Étant donnée la complexité des travaux et notamment le nombre de couches exploitées, il n'a pas été envisageable, à l'échelle de l'étude de pouvoir distinguer cartographiquement les exploitations par remblayage de celles exploitées par foudroyage.

Au niveau du Dressant de Grand-Baume, la méthode générale d'exploitation était celle des tranches montantes remblayées.

3.6 - DESCRIPTION DES TRAVAUX DE LA MCO DE GRAND BAUME

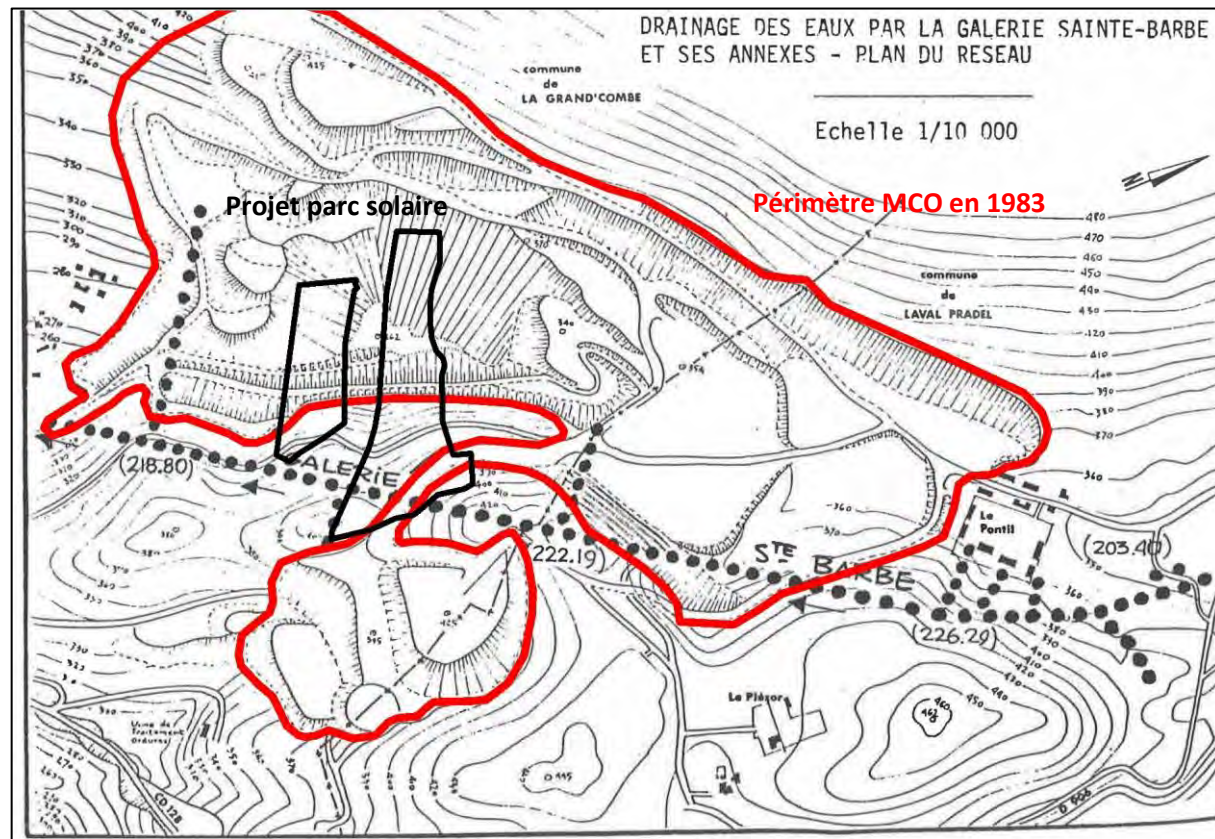
3.6.1 - Emprise et nature des travaux

Le chantier a été exploité en 4 fosses successives se développant du Sud-Ouest au Nord-Est dans l'alignement du pli-faille chevauchant de Malpertuis (orientation N40°). Les stériles de découverte étaient mis en remblai progressivement du Sud vers le Nord en comblement des fosses précédentes.

La fosse 1 située au Sud-Est a débuté au droit de l'ancien puits de la forêt et s'est étendue jusqu'à l'actuel piste charbon, soit approximativement au Nord de l'îlot n°2 du projet de parc solaire. Les stériles ont été déposés sur les bordures Ouest, Est et Sud de la verse de la forêt et dans la verse de la Marine.

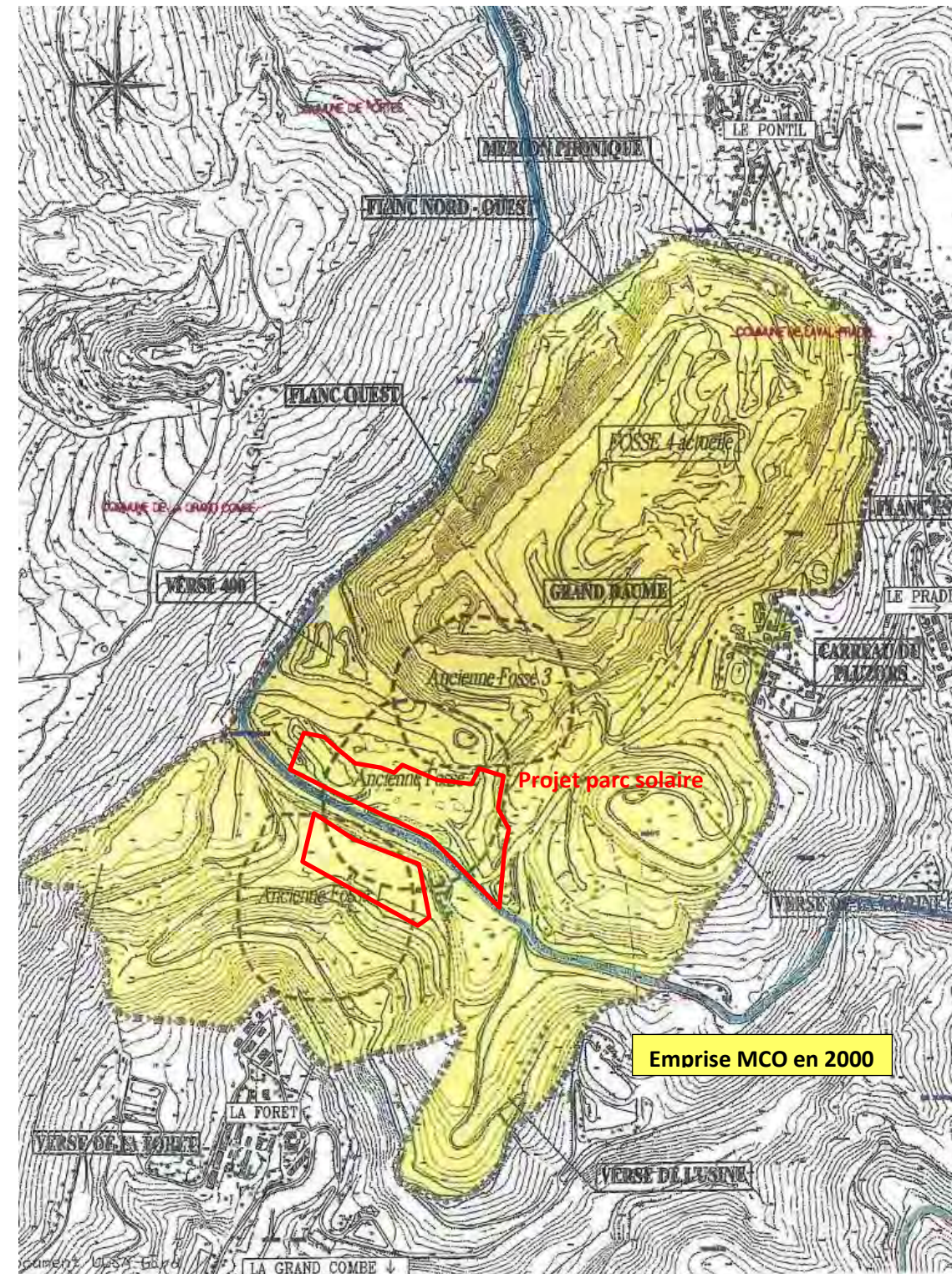
La profondeur de la fosse 1 atteignait la cote 262m en 1983 sous les îlots n°1 et n°2 d'après le plan de situation de l'époque.

Les fosses 2 et 3 ont prolongé l'exploitation vers le Nord jusqu'en limite du site du puits du Pontil. Les stériles ont remblayé en partie la fosse 1 puis la fosse 2, la verse de la Marine et la verse de l'Usine.

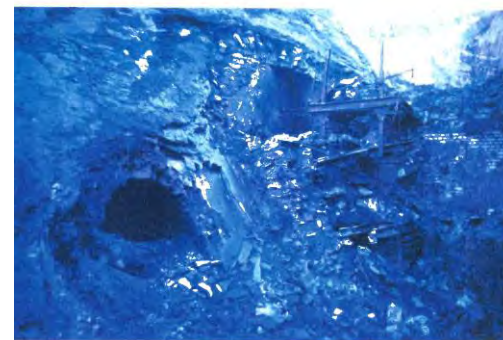


Emprise de la MCO en 1983 – Source HBCM

La fosse 4 située à l'extrémité Nord du chantier a été exploitée pour récupérer le stock de charbon autour des puits du Pontil et de Castelnau ainsi que le dressant de Grand Baume (Couche Rase et Abilon). Le fond de fosse a atteint la cote 225m NGF au niveau de la recette de la galerie Sainte-Barbe. Il a ensuite été remblayé jusqu'à la cote 285m NGF, cote du fond actuelle. Les stériles ont également fini de remblayer les fosses 2 et 3 jusqu'à la cote 400m NGF (d'où le nom de verse 400).



Emprise de la MCO avant réaménagement (DADT en 2000) – Source BRGM



Photographies avant/après réaménagement – Source BRGM

Photographie des travaux recoupés par la fosse 4
Source HBCM 1996

3.6.2 - La verse 400

Nature des matériaux

La verse 400 a été déposée au niveau des fosses 2 et 3 dont le creusement maximum a atteint la cote 240m.

De la cote 240 m à la cote 350 m, les matériaux déposés sont des stériles de découverte, grès schisteux grossiers.

De la cote 350 m à la cote 375 m, en zone Ouest sont déposés les stériles de découverte du Serre des Andats. Il s'agit de matériaux schisto-gréseux à dominance gréseuse. Le pourcentage d'éléments fins est très faible dans ce type de matériaux. La quantité de blocs est très élevée. Il s'agit d'un matériau à forte perméabilité (10^{-5} m/s à 10^{-2} m/s).

De la cote 375 m NGF à la cote 410 m sont déversés des schistes du lavoir, d'une part sur la plateforme et d'autre part dans le talus de la fosse 4. Ces matériaux sont de couleur noirâtre. Ils ont une granulométrie peu étalée avec peu d'éléments très fins ($< 80 \mu\text{m}$) et peu d'éléments grossiers. Les éléments se présentent sous la forme de plaquettes.

Géométrie

En zone Sud, la plateforme est limitée par la piste de charbon présentant 3 m de hauteur. Lors de l'état des lieux de 1998, elle était, limitée au Nord par la verse de schistes du lavoir et la verse du Serre des Andats. Ce bassin ainsi formé servait de lieu de stockage intermédiaire du charbon et d'anciens terrils de l'exploitation du fond.

La géométrie de la verse 400 a été remodelée lors du projet de réaménagement de la MCO dans les années 2000. La surface de la plate-forme sommitale a été divisée par deux dans le sens Nord-Sud pour le prélèvement des remblais destinés au réaménagement des flancs Est et Ouest de la fosse 4. Le talus Nord de la verse a été divisé en plusieurs parties par des banquettes de 6 à 8m de largeur tous les 20m de hauteur environ. Une descente d'eau en enrochements a été réalisée dans le thalweg artificiel créé pour le raccordement des banquettes de gestion des eaux de surface des flancs Est et Ouest de la fosse.

3.6.3 - La verse de la forêt

Nature des matériaux

La base de la verse de la forêt est constituée d'anciens terrils issus de l'exploitation souterraine ; composés de schistes houillers noirâtres associés à une proportion non négligeable d'éléments charbonneux (terril de la cote 525, et terril de la Forêt). Ces matériaux présentent une forte altérabilité et de faibles caractéristiques mécaniques générant des glissements lors de leur mise en verse. La forte proportion de fines (plus de 20 % d'éléments fins) leur donne une perméabilité très faible (entre 10^{-7} m/s et 10^{-9} m/s).

Les matériaux de la verse sont constitués de matériaux schisto-gréseux plus grossiers et drainants. Certaines zones peuvent être caractérisées par des passages plus schisteux et fins. Mis en place par déversement et sur plusieurs niveaux de construction, les éléments les plus grossiers se retrouvent par ségrégation en pied de dépôt, au niveau des plateformes. La perméabilité est moyenne à élevée, variant de 10^{-5} m/s à 10^{-2} m/s. La proportion d'éléments fins est inférieure à 20 % et la quantité de blocs peut être très élevée donnant à la verse des caractéristiques à la rupture assez élevées.

Géométrie

La verse est constituée en plusieurs niveaux marqués par des plateformes. Chaque niveau de verse représente 30 à 80 m de haut. Le talus en pied de verse est le plus important. Il atteint une pente de 37° . L'îlot n°2 du projet de parc solaire sera installé sur la plate-forme sommitale de la verse à la cote 385m, composée des matériaux grossiers résistants.

Les talus ont été réaménagés selon le principe suivant :

- les sommets de talus sont écrêtés selon un profil arrondi.
- Les parties basses des talus sont laissées à l'équilibre limite à une pente de 35° à 37° . Ceci donne aux pentes une forme convexe.
- Les plateformes sont réduites à des banquettes variant entre 5 et 20 m de large. Ces banquettes sont aménagées de fossés habillés de blocs gréseux de 0,30 m de diamètre moyen.
- Les banquettes ont une pente longitudinale qui varie de 3,5% à 7 %.

Gestion des eaux et érosion

La gestion des eaux de surface est assurée par le réseau de banquettes inter-talus qui sont équipés de fossés conduisant les ruissellements vers l'Est jusqu'à une descente en enrochements située au niveau du terrain naturel.

A l'Ouest, seule la zone supérieure de la verse est reliée à une descente d'eau rejoignant le hameau de Camp Fougères.

Il n'existe aucune gestion des eaux sur la plateforme supérieure. Ceci crée en sommet de verse une ravine importante qui traverse les banquettes inférieures.

Lors de l'état des lieux de 1998, les banquettes étaient déjà comblées et débordaient, créant des ravines profondes dans les talus en aval. Le talus de pied de verse était l'un des plus affectés par le ravinement. Les talus convexes présentaient une forte érodabilité.

La verse de la Forêt était affectée par 3 zones instables qui concernaient de faibles volumes. Il s'agissait de petits glissements superficiels dans le versant Ouest ou au pied de la verse. Aucun indice de glissement profond n'était visible.

Eaux souterraines

Aucune nappe permanente n'est présente dans la verse de la Forêt. Les matériaux sont en effet beaucoup trop drainants. Aucun niveau d'eau n'a été relevé dans les suivis piézométriques des années 90. L'eau de percolation circule vraisemblablement à l'interface terrain naturel/remblais. Lors de l'état des lieux de 1998, des sources apparaissaient au milieu des verses de la Forêt cote 352 m (SNO 31 t SNO 36). Elles sont de faible débit et se tarissent en été. Elles sont situées au niveau des plates-formes intermédiaires. Il existe donc des circulations d'eau préférentielle au contact verse-substratum avec résurgences dans les talus par le biais de niveaux imperméables dans la verse (surface de roulement des camions par exemple).

Il n'existe aucune résurgence due aux travaux miniers souterrains sous la verse de la Forêt. La nappe principale des travaux miniers est réglée dans cette zone par la galerie Ste Barbe. Cette galerie permet de maintenir la nappe à 70 m sous les verses.

3.7 - CONCLUSION SUR LA PRESENCE DE VIDES MINIERS AU DROIT DU PROJET

Coupe de synthèse de la verse 400 et des travaux miniers Source HBCM - 1996	Document n°16.036/ 8	Dans le texte
Carte de synthèse des travaux miniers situés à moins de 35m de profondeur sur l'emprise du projet	Document n°16.036/ 9	En annexe

Ilot n°1 et n°2 :

D'après le plan de la MCO en 1983 ci-avant, les 3/4 des îlots n°1 et n°2 du projet de parc solaire sont situés au droit de l'ancienne fosse n°1. Ainsi, il ne reste plus de vides miniers résiduels entre la surface et le fond de la fosse à la cote 262m.

Une coupe topographique dans l'axe de la MCO a été retrouvée dans les archives. Elle passe au droit des îlots n°1 et n°2 et présente la topographie initiale, la topographie avant réaménagement et l'épaisseur des remblais.

Nous avons replacé sur cette coupe les travaux miniers et les galeries Philippot, de roulage du Pontil et Sainte-Barbe. Cette coupe confirme l'absence de vides miniers résiduels jusqu'à 150m de profondeur sous les îlots n°1 et n°2.

Extrémité Est de l'îlot n°2 et îlot n°3 :

Sur la carte de la MCO en 2000 ci-avant, présentant la topographie en fin d'exploitation, l'emprise finale de la MCO englobe la totalité de l'emprise du projet solaire. L'îlot n°3 est alors situé en bordure Est de l'ancienne fosse d'exploitation n°2.

Bien qu'aucun plan topographique de cette fosse n'ait été retrouvé dans les archives et que la profondeur d'exploitation au droit de l'îlot n°3 ne soit pas connue, il paraît réaliste de considérer qu'il n'existe plus de travaux à moins de 20m de profondeur dans ce secteur.

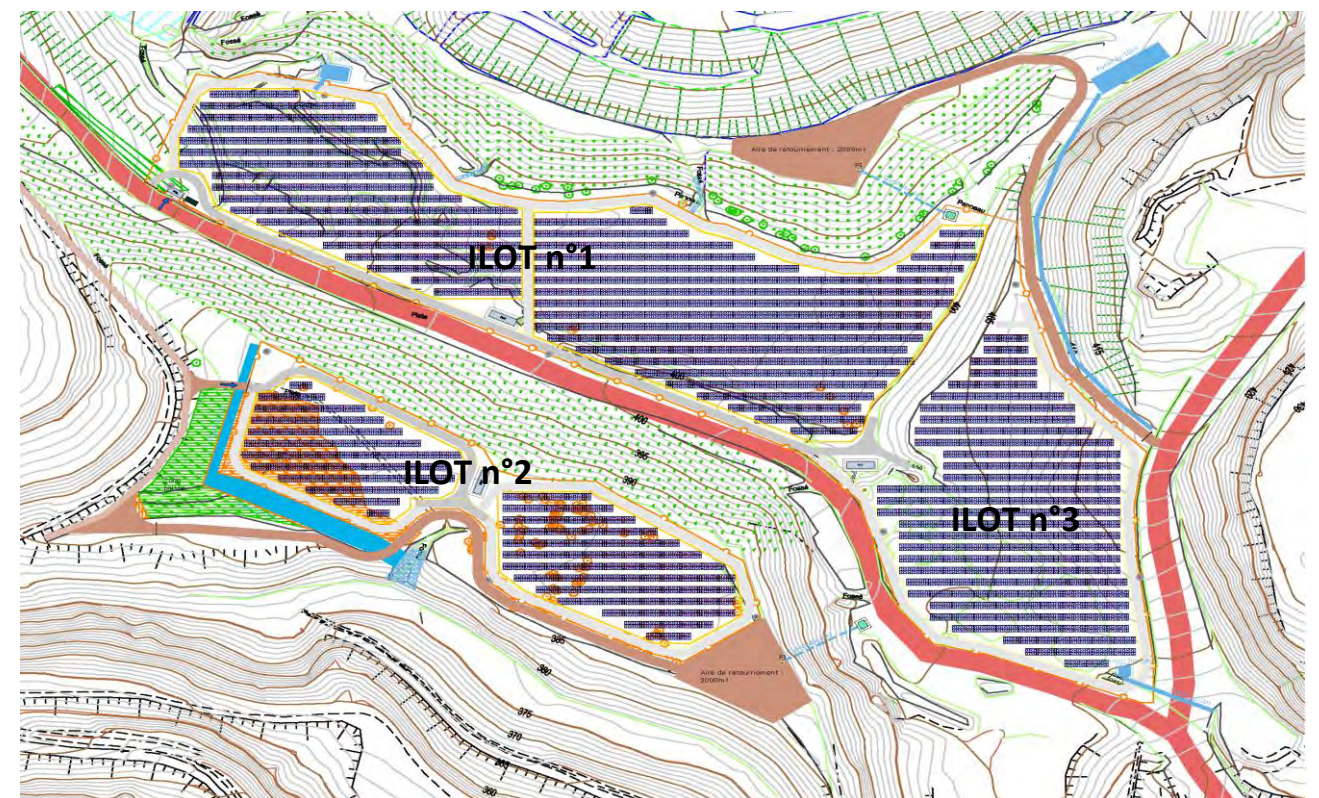
Des vides résiduels peuvent cependant se trouver entre 20m et 50m de profondeur. Des remblais de stériles de l'exploitation ont été déposés par-dessus.

De même pour l'extrémité Est de l'îlot n°2 qui se situe en bordure de l'ancienne fosse n°1. Des vides résiduels des travaux en couches Minette, Portails et Plomb peuvent se trouver à une profondeur comprise entre 25m et 50m.

Ces vides correspondent aux exploitations de faible ampleur depuis les affleurements des couches. Une section de 4m² (largeur 2m par hauteur 2m) paraît plausible compte tenu de l'ancienneté de ces travaux (avant 1950).

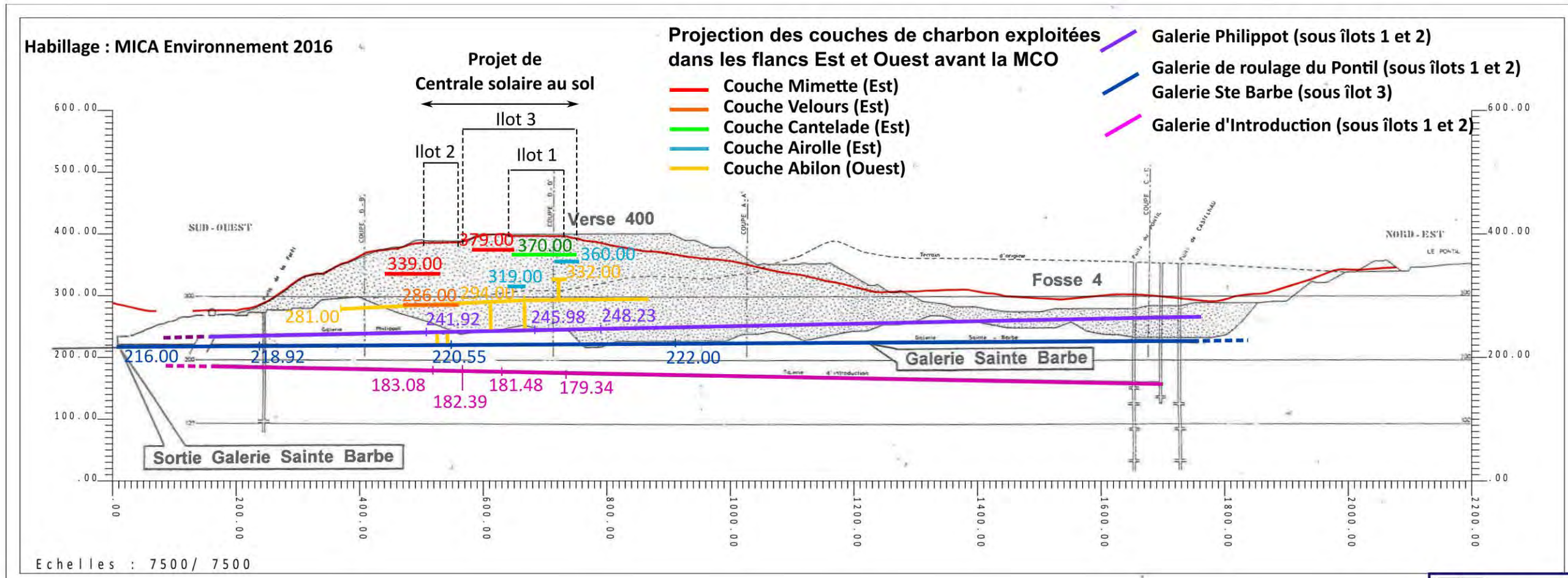
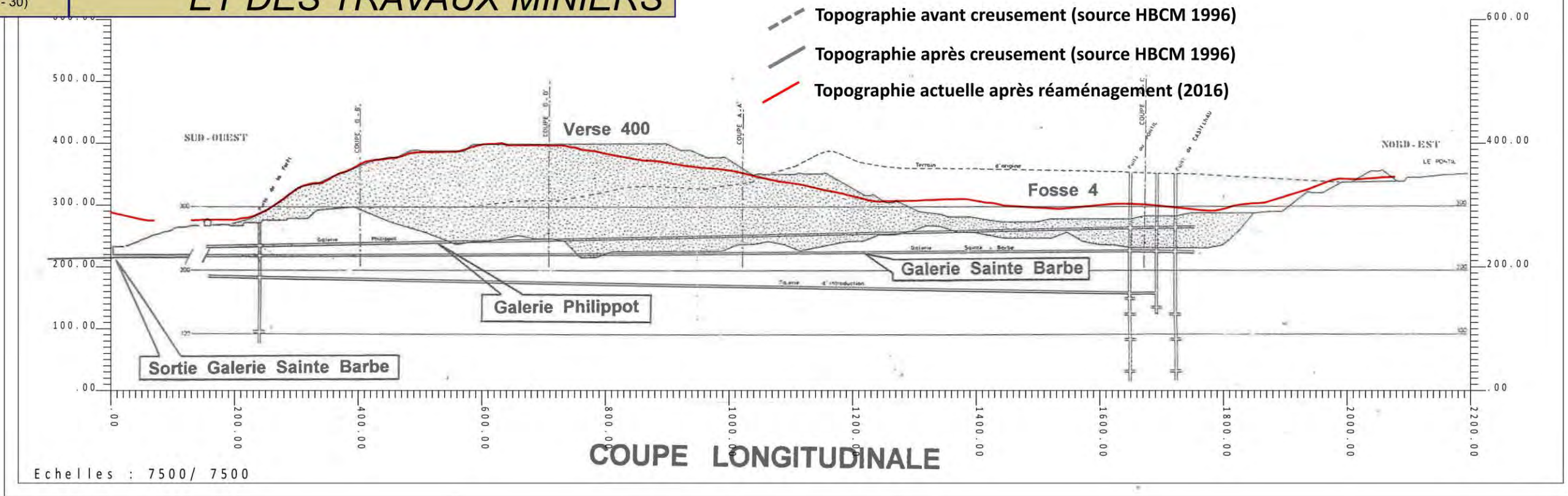
En conclusion, le dressant de Grand Baume a été exploité entièrement par la MCO au droit de l'emprise du projet solaire. Seuls quelques vides miniers de faible ampleur peuvent subsister à l'extrémité Est du projet entre 20m et 50m de profondeur. Ils correspondraient aux exploitations anciennes des couches en plateure depuis les affleurements de la Montagne Ste-Barbe.

L'emprise des travaux miniers à moins de 35m de profondeur dans les périmètres du projet a été retracée sur le document 9 à partir des anciennes galeries et en tenant compte d'une marge d'erreur de localisation de 30m (rayon du cercle centré sur la localisation des galeries). Cette carte servira de base pour la détermination de l'emprise de l'aléa effondrement localisé déterminé dans le chapitre suivant.



Localisation des îlots sur le plan masse

COUPE DE SYNTHESE DE LA VERSE 400 ET DES TRAVAUX MINIERS



4 - ETUDE DES ALEAS MOUVEMENTS DE TERRAIN A L'ETAT ACTUEL

4.1 - DEFINITION ET METHODE D'EVALUATION DES ALEAS

4.1.1 - Définition et cadre de l'étude

L'aléa représente un phénomène naturel d'occurrence et d'intensité données. Il qualifie la probabilité d'atteinte des enjeux du site par le phénomène naturel envisagé dans une optique d'analyse à long terme (échelle centennale).

L'évaluation de l'aléa « mouvements de terrain » résultant de la présence de cavités souterraines ou de mouvements sur les ouvrages de surface a pour but d'identifier les zones susceptibles de mettre en péril, à terme, les personnes et les biens exposés en surface afin de les prendre en compte dans l'aménagement du territoire.

Le présent rapport constitue une analyse détaillée des aléas et des risques de mouvements de terrains sur les versants 400 et de la forêt de la MCO de Grand Baume dans le cadre du projet d'installation d'une centrale photovoltaïque sur le site. Cette étude est réalisée en complément de l'étude préliminaire d'aléas GEODERIS / BRGM qui a défini des niveaux d'aléas à l'échelle de la concession de Grand Combe Ouest.

4.1.2 - Méthode d'évaluation

L'analyse réalisée dans le cadre de ce rapport est basée sur la méthodologie définie par INERIS (Annexe 4 du rapport INERIS DRS-07-79371-17209A). La méthode d'évaluation décrite dans le rapport INERIS est reprise ci-dessous.

4.1.2.1. Qualification de l'intensité

L'intensité de chaque aléa peut être hiérarchisée en plusieurs niveaux à partir de critères tels que l'importance des dégâts prévisibles pour un phénomène donné en se basant sur les observations de terrain et l'analyse de la base de données.

De manière à hiérarchiser les dégâts ou nuisances potentielles en cas de survenance du désordre, il est classique de définir l'intensité en quatre classes (très limitée, limitée, modérée et élevée), dont le contenu sera défini en fonction de la nature des mécanismes et phénomènes attendus sur le site.

4.1.2.2. Qualification de la prédisposition

A chaque aléa doit être également rattaché une « probabilité d'occurrence », dont l'évaluation s'avère difficile dans le domaine des mouvements de terrains (phénomènes non périodiques).

La notion de probabilité d'occurrence est appréhendée par le concept de « prédisposition du site » vis-à-vis d'un type donné d'instabilité. Des critères, si possible paramétriques, témoignant de la « sensibilité » ou de « l'activité » du phénomène redouté sont donc établis en fonction de la configuration étudiée. L'analyse de la fréquence des événements passés (« retour d'expérience ») fait, naturellement, partie intégrante de la démarche.

Par ailleurs, il n'est pas rare de ne pas connaître avec certitude l'existence ou la localisation de vides miniers et de ne pas disposer des données nécessaires à la détermination de l'extension précise des désordres ou nuisances possibles. Le manque d'informations disponibles est alors géré par la notion de « présomption » en distinguant les zones où le phénomène redouté est seulement suspecté des zones pour lesquelles l'aléa est avéré.

La démarche doit être mise en œuvre pour chaque type de phénomène qui se voit attribuer une sensibilité spécifique. Il est d'usage de définir quatre classes de prédisposition (très peu sensible, peu sensible, sensible et très sensible) dont le contenu sera défini en fonction de la nature des mécanismes et phénomènes attendus sur le site.

4.1.2.3. Qualification de l'aléa

La hiérarchisation de l'aléa résulte du croisement d'une intensité avec la prédisposition correspondante. Le principe de qualification de l'aléa consiste donc à combiner les critères permettant de caractériser l'intensité d'un phénomène redouté avec les critères permettant de caractériser sa classe de prédisposition.

On utilise, à cette fin, une matrice de synthèse dont les principes de constitution sont illustrés dans le tableau suivant, en précisant que chaque site peut donner lieu à des ajustements pour s'adapter à un contexte spécifique. Classiquement on se limite à trois classes d'aléas : faible, moyen et fort.

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

Qualification de l'aléa en fonction de l'intensité et de la prédisposition (source INERIS)

Un exemple d'ajustement en fonction du site peut être le classement de l'aléa en catégorie négligeable lorsque la prédisposition est très peu sensible et l'intensité très limitée.

4.2 - EVALUATION PRELIMINAIRE DES ALEAS PAR GEODERIS / BRGM

Les aléas de type mouvements de terrain ont été étudiés sur l’ensemble de la concession de Grand Combe Ouest dans le rapport GEODERIS S 2011/66DE–11LRO2215 du 08/09/11 qui reprend et synthétise le rapport BRGM – RP-59348-FR.

Les verses 400 et de la Forêt sur lequel porte la présente étude spécifique des aléas mouvements de terrain est un dépôt superficiel mis en place en remblayage des fosses d’exploitation de la MCO de Grand Baume à l’aplomb des anciens travaux miniers souterrains.

Par conséquent, l’étude préliminaire GEODERIS / BRGM apporte les conclusions suivantes au droit du projet de parc solaire :

Type d’aléa	Niveau d’aléa	Argumentation
Affaissement	nul	<ul style="list-style-type: none"> Pas d’exploitation en chambres et piliers au droit du projet
Effondrement localisé	faible à moyen	<ul style="list-style-type: none"> Moyen pour le dressant de Grand Baume dans l’hypothèse que les travaux sont remontés en surface et ont laissé une couronne non exploitée Faible pour les travaux situés à moins de 50m de profondeur Faible pour les galeries non retrouvées
Tassement	faible	<ul style="list-style-type: none"> Travaux situés à moins de 50m de profondeur Verses ayant fait l’objet d’un réaménagement
Ravinement	moyen	D’après l’étude antérieure Géoderis S 2008/43DE
Glissement	nul	D’après l’étude antérieure Géoderis S 2008/43DE
Combustion	nul	D’après l’étude antérieure Géoderis S 2008/43DE

Dans la suite du rapport, seront étudiés uniquement les aléas « effondrement localisé », « tassement » et « ravinement » conformément aux conclusions de l’étude d’aléas GEODERIS. L’aléa « combustion » sera également étudié car des dépôts de charbon ont été faits en surface de la verse 400.

A noter que nous n’avons pas pu consulter le rapport GEODERIS S 2008/43DE ayant déterminé les aléas ravinement, glissement et combustion.

4.3 - LE PHENOMENE D’EFFONDREMENT LOCALISE – ETAT ACTUEL

Résultats des calculs de remontée de fontis	Document n°16.036/ 10	En annexe
Carte de l’aléa effondrement localisé sur l’emprise du projet Etat actuel à 1 : 2 500	Document n°16.036/ 11	En annexe

4.3.1 - Description du phénomène

L’effondrement localisé correspond à deux types de phénomènes :

- un éboulement des parois d’un vide minier dont l’emprise ne se propage pas à l’ensemble de la couche exploitée. Ce phénomène se manifeste par une cloche d’effondrement ou fontis qui peut remonter jusqu’à la surface. Il peut s’agir d’une rupture au toit d’une galerie ou d’un chantier exploité, de l’effondrement d’une tête de puits ou d’une entrée de galerie.
- Un éboulement par écroulement d’un pilier isolé qui ne se propage pas à l’ensemble des autres piliers de la chambre d’exploitation.

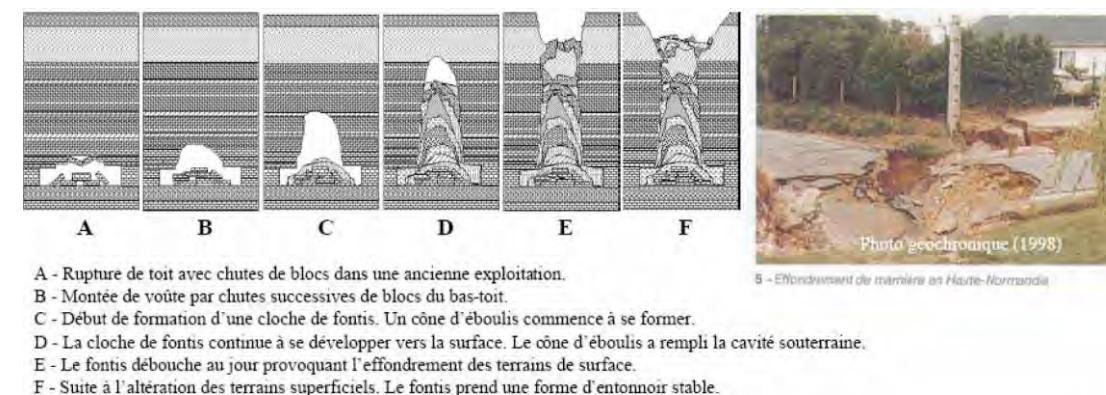
Dans la majorité des cas, ces phénomènes se produisent dans les exploitations à faible profondeur. Les conséquences en surface peuvent être importantes de par la formation d’un cratère de diamètre allant de quelques mètres à une dizaine de mètres. La profondeur des effondrements n’excède pas les quelques mètres en général.

L’étude préliminaire d’aléas de GEODERIS a établi que les effondrements localisés par fontis peuvent se produire dans les galeries et travaux souterrains :

- à moins de 50m de profondeur pour des vides de 3m de hauteur
- à moins de 25m de profondeur pour des vides de 2m de hauteur

Le niveau d’aléa est estimé en fonction de l’origine de l’effondrement : une galerie, un chantier d’exploitation ou un ouvrage débouchant au jour.

Le phénomène d’effondrement par rupture de piliers n’est pas retenu car il n’y a pas eu d’exploitation par chambres et piliers dans l’emprise du projet de parc solaire.



Principe de formation d’un fontis (d’après Vachat, 1982)

4.3.2 - Evaluation de l'aléa effondrement localisé

a) Qualification de la prédisposition sur l'emprise du projet

Galeries et travaux de la Montagne Ste-Barbe :

L'étude préliminaire d'aléas de GEODERIS et BRGM a qualifié de **peu sensible la prédisposition des galeries et travaux souterrains situées à moins de 50m de profondeur dans le secteur du projet de parc solaire**. Il s'agit des travaux en couche depuis les anciens affleurements de la Montagne Ste-Barbe à l'Est.

Ce niveau de sensibilité a été retenu car les vides résiduels de ce type de travaux sont faibles et que les galeries d'accès ont disparu et sont recouverts par les verses de la MCO.

Dans les secteurs étudiés en détail par GEODERIS et BRGM (hors emprise projet du parc solaire), l'étude a montré que les effondrements localisés ne pouvaient pas remonter en surface au-delà de 25m de profondeur car la taille des vides résiduels n'excède pas 2m.

En dehors de ces secteurs détaillés, une marge de sécurité a été prise et cette sensibilité a été retenue pour les travaux jusqu'à 50m de profondeur.

Dans la présente étude, nous avons refait les calculs de fontis pour des travaux ayant laissé des vides résiduels de 2m de hauteur maximum avec les paramètres suivants :

- Vide de 2m de largeur et 2 de hauteur ;
- Rayon de fontis compris entre 80% et 100% du rayon maximal possible (demi-largeur de galerie) ;
- Foisonnement de 1,3 pour les terrains schisteux de couverture ;
- Angle de frottement naturel des terrains de 35° (2m de schistes gréseux laissés en place puis recouverts par les verses) ;
- Angle du fontis en surface dans les verses 35° (voir schéma du fontis en annexe).

Les résultats présentés en annexe montrent qu'au-delà de 31m, les fontis ne remontent pas jusqu'à la surface.

D'après les calculs, le diamètre d'un fontis peut être compris entre 25m et 82m et avoir une profondeur de 0,001m et 0,35m maximum. Plus la cuvette sera évasée moins elle sera profonde.

Par conséquent, la prédisposition à l'apparition d'effondrements localisés générés par les galeries et travaux d'exploitation de la Montagne Ste-Barbe est peu sensible pour les travaux à moins de 35m de profondeur sur l'emprise du projet de parc solaire. Elle est nulle pour les travaux plus profonds.

Travaux dans le dressant de Grand Baume :

L'étude a qualifié de **sensible** les travaux d'exploitation du dressant de Grand Baume. Il s'agit des travaux dans les couches Abilon et Rase qui sont redressées verticalement en limite Sud-Est du gisement, dans l'axe de NNE-SSW de la MCO.

Ce niveau de sensibilité a été retenu car l'étude suppose que des vides résiduels peuvent subsister à proximité de la surface (couronne non exploitée).

Or l'étude préliminaire d'aléas GEODERIS n'a pas tenu compte de l'exploitation de la MCO qui a eu notamment pour objectif de récupérer le charbon laissé entre la surface et le fond du dressant de Grand Baume. Comme il a été montré dans les chapitres précédents, il ne reste plus de vide minier dans l'axe de la MCO jusqu'à 150m de profondeur.

Par conséquent, la prédisposition à l'apparition d'effondrements localisés générés par les travaux d'exploitation du dressant de Grand Baume est nulle sur l'emprise du projet de parc solaire.

b) Qualification de l'intensité sur l'emprise du projet

L'intensité **limitée** retenue par l'étude préliminaire pour les galeries et travaux de faible ampleur tels que ceux de la Montagne Ste-Barbe est maintenue sur l'emprise du projet car les calculs donnent des tassements de l'ordre du centimètre si un fontis apparaît en surface.

c) Niveau de l'aléa effondrements localisés sur l'emprise du projet

La qualification de l'aléa résulte du croisement entre la prédisposition et l'intensité de cet aléa. La prédisposition étant **peu sensible** et l'intensité **limitée**, l'aléa effondrements localisés liés aux galeries et travaux peu profonds est alors qualifié de **faible** sur l'ensemble du projet.

Aléa effondrements ETAT ACTUEL	Prédisposition	Intensité	Aléa
GALERIES et TRAVAUX : Profondeur < 35 m	Peu Sensible	Limitée	Faible
GALERIES et TRAVAUX : 35 m < Profondeur	Nulle	-	Nul

La carte de l'aléa effondrement localisé sur l'emprise du projet de parc solaire est établie à partir de la carte de synthèse des travaux souterrains décrite dans le chapitre 3.7 précédent. Elle prend en compte une marge d'incertitude de localisation des travaux miniers de 30m ajoutée au rayon de la dépression maximale générant un tassement de 2cm en surface (60m) soit un rayon de 90m centré sur les anciennes galeries situées à moins de 35m de profondeur.

4.4 - LE PHENOMENE DE TASSEMENT – ETAT ACTUEL

Carte de l'aléa tassement sur l'emprise du projet Etat actuel à 1 : 2 500	Document n°16.036/ 12	En annexe
--	-----------------------	-----------

4.4.1 - Description des phénomènes

Le phénomène de tassement peut être un affaissement de faible ampleur dont les travaux souterrains en sont à l'origine. Ce phénomène a été analysé dans le chapitre précédent.

Un second type de tassement, affectant les ouvrages de surface mais indépendant des travaux miniers, peut être causé par les cycles de retrait / gonflement des argiles. Ce phénomène se caractérise par un gonflement du volume des argiles avec l'augmentation de la teneur en eau et une diminution de leur volume dans le cas contraire sous les effets des battements de nappe ou des modifications climatiques (pluie et sécheresse). Ce type de tassement est limité aux sols argileux à faible profondeur (moins de 3 m en général).

Les tassements sur les ouvrages de surface (terrils et verses) peuvent également être inhérents à leur mode de construction et à la nature des matériaux. Ces tassements peuvent être importants et engendrer des dépressions en surface.

Enfin, des tassements peuvent apparaître suite à la combustion des terrils charbonneux. Les vides créés par la combustion souterraine des matériaux peuvent se répercuter en surface sous forme de cuvette de tassement ou de cavités.

Tous ces types de phénomènes peuvent entraîner l'apparition de fissures dans les ouvrages de surface et les bâtis. Suivant leur ampleur, ils peuvent conduire à des instabilités de pentes.

4.4.2 - Evaluation de l'aléa tassement sur l'emprise du projet

4.4.2.1. Facteurs déclenchant non retenus

- Présence de travaux miniers souterrains

Les tassements que peuvent engendrer les travaux souterrains sont analysés dans l'aléa effondrement localisé. Il s'agit de remontée de fontis pouvant créer des cuvettes en surface. Par conséquent l'analyse de ce phénomène n'est pas traitée dans ce chapitre.

- Retrait / gonflement des argiles

D'après la cartographie départementale de l'aléa retrait / gonflement des argiles, l'emprise du projet ne se trouve pas en zone d'aléa.

Cette carte a été établie en fonction de la susceptibilité des formations argileuses ou marneuses et de la densité des sinistres répertoriés. Elle est réalisée sur la base de la carte géologique du BRGM à l'échelle du 1 : 50 000.

Par ailleurs, les matériaux composant le terril (schistes grossiers ou fins) ne sont pas sensibles à ce type de phénomène.

Ainsi l'aléa retrait / gonflement des argiles est nul sur l'emprise du projet.

- Combustion de la verse 400 et de la verse de la Forêt

Ce facteur est étudié dans le chapitre suivant traitant du phénomène d'aléa échauffement. L'aléa tassement est moins pénalisant que l'aléa combustion..

4.4.2.2. Niveau de l'aléa tassement sur l'emprise du projet

Le réaménagement du site de Grand-Baume date de 15 ans. Les mouvements de réajustement gravitaire suite aux terrassements sont désormais stabilisés depuis longtemps. Les tassements susceptibles de se produire aujourd'hui sont par conséquent très faibles, de l'ordre du centimètre.

L'étude préliminaire d'aléa a retenu un niveau **faible** pour les tassements dus à la recompaction à long terme des verses de MCO dans la concession de Grand Combe Ouest.

Un niveau faible a également été pris à l'aplomb des travaux souterrains (hors galeries isolées) remblayés, éboulés ou foudroyés et situés à moins de 50 m de profondeur. La présence de remblayage, éboulement ou foudroyage est possible sur l'ensemble des travaux souterrains. Précisons que l'aléa tassement sur travaux souterrain est en majorité superposé à l'aléa effondrement localisé, plus pénalisant.

Aléa tassement – ETAT ACTUEL	Prédisposition	Intensité	Aléa
Emprise de la MCO de Grand Baume	Peu sensible	Limitée	Faible

4.4.3 - Cartographie de l'aléa tassement

L'ensemble de l'emprise de la MCO de Grand Baume comprenant la verse 400 et la verse de la Forêt est cartographié en aléa faible.

4.5 - LE PHENOMENE DE GLISSEMENT ET RAVINEMENT – ETAT ACTUEL

Carte de l'aléa glissement et ravinement sur l'emprise du projet Etat actuel à 1 : 2 500	Document n°16.036/ 13	En annexe
---	-----------------------	-----------

4.5.1 - Description du phénomène

Les phénomènes de glissement de terrain regroupent les glissements profonds, les glissements superficiels, les ravinements et les figures d'érosion superficielle.

Les phénomènes de glissement de terrain peuvent se produire dans les pentes des ouvrages miniers de surface. Suivant le volume de matériaux concerné, il s'agit de glissements superficiels de quelques dizaines de m³ (ravinements, glissements pelliculaires) ou des glissements profonds (sur toute la hauteur du dépôt).

Les causes potentielles des glissements de terrain sont multiples : la mauvaise gestion des eaux de surface ou souterraines, une topographie des talus inadaptée (pentes trop raides, pentes des plates-formes favorisant le débordement des eaux de ruissellement, etc...), érosion ou terrassement en pied des talus, etc...

Les glissements superficiels répandent les matériaux en pied de talus. Le plus souvent les conséquences sont mineures mais les matériaux peuvent parfois entraver la circulation des eaux de pluie ou des cours d'eau en aval. Les écoulements d'eau anarchiques résultant de ces entraves peuvent raviner les talus et conduire à des instabilités de pente plus profondes ou endommager les infrastructures présentes au pied des ouvrages.

Les conséquences des glissements profonds sont la création de cône d'épandage de matériaux en pied de talus sous forme d'éboulement ou de coulées de boue si les matériaux sont gorgés d'eau. Le risque de ruine des constructions présentes à proximité des dépôts de surface peut être élevé.

4.5.2 - Evaluation de l'aléa glissement et ravinement sur l'emprise du projet

L'étude d'aléas préliminaire de GEODERIS et BRGM se base sur l'analyse des dépôts résiduels de surface dans le Gard de 2008 pour évaluer les aléas mouvements de terrain dans la concession de Grand Combe Ouest.

L'ensemble de l'emprise de la MCO de Grand Baume est cartographié en **aléa moyen au ravinement**. Cette qualification s'explique par la présence de nombreuses ravines dans les talus et le manque de végétation dans certains secteurs. Bien que la MCO ait fait l'objet d'un réaménagement, des dysfonctionnement dans la gestion des eaux de ruissellement persistent.

Dans l'étude préliminaire, l'aléa glissement de terrain est nul sur l'emprise de la MCO bien que certains indices de glissements superficiels ont été repérés lors de l'état des lieux de 1998. S'agissant de glissement de peau, donc très peu profonds, ils peuvent être confondus avec l'aléa ravinement.

Lors de l'état des lieux, un talus situé à l'Ouest de la zone de projet présentait des signes de glissement (bourelets, fissures en tête et source à la base). Par conséquent, ce talus est cartographié en **aléa glissement de niveau fort**.

Le risque de glissement profond est nul et les talus sont stables avec des pentes raides.

Sur les plates-formes sommitales qui recevront les panneaux, aucun indice de glissement tel que des fissures ou des niches d'arrachement n'a été relevé.

Aléa Ravinement ETAT ACTUEL	Prédisposition	Intensité	Aléa
Sur l'emprise de la MCO de Grand Baume	Sensible	Limitée	Moyen

Aléa Glissement ETAT ACTUEL	Prédisposition	Intensité	Aléa
Talus à l'Ouest de l'îlot n°1	Très Sensible	Limitée	Fort

4.5.3 - Cartographie de l'aléa glissement et ravinement

L'emprise totale de la MCO de Grand Baume est cartographiée en aléa ravinement de niveau moyen.

Le talus à l'Ouest de l'îlot n°1 est cartographié en aléa glissement de niveau fort.

4.6 - LE PHENOMENE DE COMBUSTION – ETAT ACTUEL

Carte de l'aléa combustion sur l'emprise du projet Etat actuel à 1 : 2 500	Document n°16.036/ 14	En annexe
---	-----------------------	-----------

4.6.1 - Description du phénomène

4.6.1.1. Les facteurs en jeu

Ce phénomène correspond à la combustion des schistes houillers constituant les terrils. Il peut provenir d'une auto-combustion à l'intérieur du terril ou d'un feu extérieur (feu de broussailles par exemple).

L'auto-combustion est favorisée par un apport d'air en quantité juste suffisante dans le terril pour provoquer l'oxydation des produits combustibles, sans toutefois trop ventiler la zone en échauffement (auto-échauffement des éléments carbonneux, oxydation des pyrites, putréfaction de matière organique). Les plus fortes perméabilités observées à la base des terrils de mine réalisés par déversement (grano-classement gravitaire naturel) offrent des entrées d'air qui peuvent activer l'auto-combustion des charbons par effet cheminée.

Les terrils coniques brûlés ou en combustion présentent la zone brûlée la plus épaisse du côté des vents dominants. La combustion se développe parfois en couches, suivant des surfaces privilégiées liées à la granulométrie et à la nature des produits les plus perméables à l'air. On observe parfois des combustions en poches où le développement du foyer s'effectue indépendamment des stratifications au sein du dépôt.

Les paramètres influençant les mécanismes d'auto-combustion sont de deux types :

- Les paramètres liés au matériau de dépôt lui-même :
 - pourcentage de matières volatiles des produits charbonneux,
 - teneur en charbon;
 - teneur en pyrite,
 - humidité,
 - granulométrie,
 - conductivité thermique des matériaux,
 - indice des vides (degré de compactage),
 - perméabilité à l'air et l'eau.

- les paramètres relatifs aux conditions d'environnement :
 - climatologie,
 - pluviométrie,
 - vents dominants,
 - pente des talus,
 - volume du dépôt.

4.6.1.2. Conséquences

Les conséquences de ce phénomène sont des émanations gazeuses toxiques (CO, SO₂, H₂S, CH₄), une forte augmentation de la température des sols, l'apparition de cavité de combustion et dans le cas le plus défavorable l'explosion de talus et la projection de pierres (si un grand volume d'eau s'infiltré dans une zone en combustion à haute température, ou si un glissement de terrain engendre une alimentation brutale en oxygène).

4.6.2 - Evaluation de l'aléa

L'aléa échauffement sur la verse 400 et la verse de la Forêt a été écarté dans l'étude préliminaire d'aléa GEODERIS / BRGM. Seule la base de la verse de la Forêt, constituée par un terril a été cartographiée en aléa faible échauffement de par sa composition en résidus charbonneux. Cette zone est située très en aval et n'a pas d'influence sur le projet.

Aucune archive consultée ne fait référence à une combustion de ces verses. Aucune thermographie n'a été réalisée sur le site.

La visite d'état des lieux n'a pas relevé d'indices d'échauffement tels que des odeurs de soufre, des traces de végétation brûlée ou des dépressions caractéristiques.

Cependant la partie superficielle Ouest de l'îlot n°1 et dans une moindre mesure les extrémités Nord et Est, sont composées de schistes noirs très fins avec des éléments charbonneux. Il s'agit d'anciens dépôts de résidus de lavoir et de charbon extrait de Serre des Andats. Ces dépôts ont été réalisés à la fin de la constitution de la verse 400, sur la plate-forme sommitale. Par la suite, le réaménagement a étalé une partie de ces produits sur la plate-forme finale. Ces matériaux ne sont pas présents en profondeur.

Compte-tenu de la composition du corps de la verse en stériles dépourvu de charbon provenant de la découverte, **le phénomène d'auto-combustion en profondeur est écartée en accord avec l'étude d'aléa préliminaire**. Il reste cependant un risque de combustion par un feu extérieur en surface (feu de broussaille par exemple).

La prédisposition de la plate-forme sommitale de la verse 400 (îlot n°1) est qualifiée de **peu sensible** car sa composition en schistes très fins est peu favorable à la combustion (perméabilité faible à l'air et à l'eau) et les éléments charbonneux sont peu nombreux. Aucun phénomène de combustion ne s'est produit depuis la construction dans les années 1980 (ni par auto-échauffement, ni par feux extérieurs). De plus, l'étude de l'analyse du risque d'incendie de l'ONF en mars 2015 a qualifié l'ensemble du site de **sensibilité au feu de végétation très faible** du fait de l'absence notable de végétation.

L'intensité est supposée limitée car les résidus charbonneux sont présents uniquement en surface.

Par conséquent l'aléa échauffement retenu est faible sur l'emprise de la plate-forme sommitale de la verse 400.

Aléa Combustion ETAT ACTUEL	Prédisposition	Intensité	Aléa
Sur l'emprise de la plate-forme sommitale de la verse 400	Peu sensible	Limitée	Faible

4.6.3 - Cartographie de l'aléa combustion

Les affleurements des schistes très fins noirs sur la plate-forme sommitale de la verse 400 et dans le talus Nord sont cartographiés en aléa combustion de niveau faible.

La plate-forme sommitale de la verse de la Forêt et l'extrémité Est de l'îlot n°1 sont classés en aléa nul car ils sont composés uniquement de stériles grossiers sans éléments charbonneux.

5 - DESCRIPTION DES ENJEUX DU SITE

5.1 - DESCRIPTION DES ENJEUX LIES AUX RISQUES NATURELS SUR LE SITE

D'après l'étude des aléas mouvements de terrain à l'état actuel présentée dans le chapitre précédent, les principaux aléas sont : les effondrements localisés, les tassements, les ravinements et la combustion.

L'aléa principal du site est le ravinement lié à la présence de phénomènes d'érosion localement profonds dans les talus en aval des plates-formes du projet. Il est de niveau moyen. Les autres aléas sont peu importants (niveau faible).

Les enjeux internes du site sont les infrastructures du parc solaire : panneaux photovoltaïque et infrastructures annexes.

Les enjeux externes sont les habitations au pied de la versée de la Forêt au Sud qui pourraient être menacées par des mouvements de terrain.

Le projet d'implantation du parc solaire doit garantir qu'il n'aggrave pas la situation actuelle. Pour cela, l'aménagement doit prendre en compte les prescriptions suivantes :

- Pas de creusement, ni de déversements dans les flancs des versées,
- Pas d'implantation d'infrastructures à moins de 4m des crêtes des talus inférieurs,
- Collecte et gestion des eaux de ruissellement pour éviter les débordements dans les talus inférieurs,
- Limitation des risques d'incendies extérieurs et accès disponible pour les services de sécurité incendie.

5.2 - DEFINITION DES NIVEAUX DE VULNERABILITE DU PROJET ET DU SITE D'ETUDE

Les dommages potentiels ou vulnérabilité du projet et du site d'étude expriment le niveau de conséquences prévisibles sur les vies humaines, les infrastructures et les activités dans l'hypothèse de la survenance d'un aléa.

Le classement du niveau de dommage potentiel retenu dans cette étude est le suivant :

Niveau de dommage	Description
TRES IMPORTANT	Probabilité de pertes de vies humaines, ruine totale de l'ouvrage avec impossibilité d'exploiter jusqu'en fin de travaux
IMPORTANT	Probabilité d'accident avec blessés, dommage à l'infrastructure causant un impact économique fort (coût de réparation > 50% de l'ouvrage initial)
MODERE	Dommages à l'infrastructure causant un faible impact économique (coût de réparation < 50% de l'ouvrage initial)
PEU IMPORTANT	Dommages à l'infrastructure entrant dans le coût d'entretien de l'ouvrage.

Le risque relatif au phénomène considéré est la combinaison de l'aléa et des dommages potentiels. Le niveau de risque est limité dans cette étude à trois classes : faible, moyen et élevé.

Niveau de risque		Dommages potentiels			
		Peu important	Modéré	Important	Très important
Aléa	Faible	Faible	Faible	Moyen	Moyen
	Moyen	Faible	Moyen	Moyen	Elevé

6 - EVALUATION DE L'IMPACT DU PROJET

6.1 - LE PHENOMENE D'EFFONDREMENT LOCALISE APRES AMENAGEMENT DU PROJET

Carte du risque d'effondrement localisé sur l'emprise du projet Etat projeté à 1 : 2 500	Document n°16.036/ 15	En annexe
---	-----------------------	-----------

6.1.1 - Evaluation de l'aléa

Le poids de l'ensemble des installations du projet est négligeable au regard du poids des versées qui recouvrent les travaux souterrains.

En effet, le poids surfacique d'une table de 22 modules photovoltaïque de type « classique » est estimé à 30 kg/m² (1 tonnes sur une emprise de 35m²). Ce poids correspond à un remblai de terre inerte de moins de 5cm d'épaisseur. Cette épaisseur est très faible par rapport à l'épaisseur totale des versées qui reposent sur les travaux souterrains (>20m).

Par conséquent, l'installation du projet ne peut être à l'origine des effondrements localisés dans les travaux souterrains.

L'aléa effondrement localisé après l'aménagement du projet est donc identique à celui déterminé à l'état actuel. Il est faible sur les secteurs où les travaux souterrains sont situés à moins de 35m de profondeur.

6.1.2 - Evaluation de l'impact du projet

L'aléa reste inchangé entre l'état actuel et l'état après aménagement du projet.

Par conséquent, l'impact du projet sur l'aléa effondrement localisé est nul.

6.1.3 - Evaluation du risque d’effondrement

6.1.3.1. Vulnérabilité des installations

Les infrastructures du projet sont susceptibles de subir des mouvements en cas d’apparition d’un fontis.

Les tables de panneaux photovoltaïques seront ancrées au sol par des pieux de faible profondeur (<5m). Les locaux abritant les onduleurs / transformateurs seront posés sur des remblais inertes composés de matériaux grossiers peu sensibles aux tassements.

Un éventuel fontis suite à l’effondrement des travaux souterrains serait matérialisé par une cuvette de tassement.

Dans la zone d’aléa faible, le diamètre d’un fontis peut être compris entre 25m et 82m et avoir une profondeur de 0,35m maximum. Plus la cuvette sera évasée moins elle sera profonde.

L’ancrage des panneaux photovoltaïques par pieux confère une certaine souplesse à l’ensemble de la structure qui pourra suivre les mouvements de tassement de l’ordre du mètre. Les trois à quatre pieux par table de 35m² qui supporteront le poids des panneaux pourront subir des tassements différentiels.

Compte-tenu de la très faible ampleur des mouvements, l’alignement et l’orientation des tables ne seraient que très peu perturbés en cas de fontis. Les locaux abritant les onduleurs / transformateurs seront des structures légères, conçues pour supporter des tassements différentiels.

Le niveau de dommages potentiels sur les installations du projet est qualifié de **peu important** puisqu’il ne s’agirait que du recalage des structures porteuses des tables entrant dans le cadre de l’entretien du parc solaire.

6.1.4 - Qualification du risque d’effondrement localisé

La qualification du risque d’effondrement localisé résulte du croisement entre les niveaux d’aléa et de dommages potentiels aux installations.

L’aléa étant faible sur l’emprise du projet et les dommages peu important, le risque d’effondrement est **faible**.

En dehors du projet, le niveau de dommage étant nul, le risque d’effondrement est **nul**.

Aléa	Dommages potentiels	Risque d’effondrement
Faible	Peu important	Faible

Sur la carte du risque, les zones d’aléas effondrement localisé sont transformées en zone de risque faible. Ces zones correspondent à l’emprise des travaux souterrains situés à moins de 35m de profondeur augmentée de la surface des cônes de tassement pouvant être générés par un fontis (rayon total de 90m).

6.2 - LES PHENOMENES DE TASSEMENT APRES AMENAGEMENT DU PROJET

Carte du risque de tassement sur l’emprise du projet
Etat projeté à 1 : 2 500

Document n°16.036/ 16

En annexe

6.2.1 - Evaluation de l’aléa

La prédisposition au phénomène de tassement qui était qualifiée de **peu sensible** à l’état actuel sur l’emprise du projet reste inchangée après l’aménagement du projet car les plates-formes des versées ne seront que très peu remodelées pour l’installation des infrastructures.

L’intensité du phénomène de tassement sera toujours **limitée** à des mouvements de l’ordre du centimètre.

L’aléa tassement après l’aménagement du projet est donc identique à celui déterminé à l’état actuel. Il est faible sur l’emprise totale du projet.

6.2.1 - Evaluation de l’impact du projet

L’aléa reste inchangé entre l’état actuel et l’état après aménagement du projet.

Par conséquent, l’impact du projet sur l’aléa tassement est nul.

6.2.2 - Evaluation du risque de tassement

6.2.2.1. Vulnérabilité des installations

Les infrastructures du projet peuvent supporter les tassements potentiels de l’ordre du centimètre.

Les éventuels réglages des structures porteuses seraient des travaux légers inclus dans le coût d’entretien du parc solaire.

Par conséquent, le niveau de dommages potentiels sur les installations du projet est qualifié de **peu important**.

6.2.2.2. Qualification du risque de tassement

La qualification du risque de tassement résulte du croisement entre les niveaux d’aléa et de dommages potentiels aux installations.

Le tableau ci-dessous présente les risques en fonction des secteurs du terril.

Aléa	Dommages potentiels	Risque de tassement
Faible	Peu important	Faible

6.3 - LES PHENOMENES DE GLISSEMENT ET RAVINEMENT APRES AMENAGEMENT DU PROJET

6.3.1 - Evaluation de l'aléa

A l'état actuel, l'aléa glissement est nul sur l'emprise du projet de parc solaire.

Après aménagement du projet, ce niveau d'aléa ne sera pas modifié car les installations concerneront uniquement les plates-formes sommitales des versants.

A l'état actuel, la stabilité en grand des versants est assurée. Elle ne sera pas remise en cause par l'implantation du projet qui se tiendra à plus de 4m des crêtes de talus. Cet éloignement permettra d'appliquer les charges du projet dans le corps de la versant qui possède une forte épaisseur et une bonne assise sur le terrain naturel.

Comme évoqué au paragraphe 6.1.1, le poids des installations est négligeable par rapport au poids des versants et ne serait remettre en cause la stabilité générale des talus.

L'aléa ravinement est quant à lui de niveau moyen sur toute l'emprise de la MCO à l'état actuel. Cet aléa ne sera également pas modifié car un projet de gestion des eaux a été établi dans le cadre de l'étude d'impact (voir chapitre 7.1).

Ce projet prévoit des aménagements tels que des bassins de rétentions sous les structures des modules réalisés par décaissements de faible profondeur, des fossés de faible profondeur (15cm environ pour la plateforme nord et 20 cm environ sur la plateforme sud) reliés aux exutoires existants renforcés par enrochements liaisonnés. Les ruissellements seront drainés vers le Nord (fond de fosse 4) ou vers le Sud (ruisseau de Grand Combe).

6.3.2 - Evaluation de l'impact du projet

Sous réserve de l'exécution d'un projet de gestion des eaux de ruissellement dans les règles de l'art, garantissant la non aggravation des phénomènes de ravinements existants en :

- vérifiant le bon fonctionnement hydraulique des ouvrages existants en aval qui recevront les écoulements du projet ;
- contrôlant les débits de ruissellement et dimensionnant en conséquence les nouveaux ouvrages ;
- protégeant de l'érosion les ouvrages à forte pente ;
- éloignant les bassins d'infiltration des crêtes de talus et de la zone d'aléa combustion ;
- végétalisant les sols ;

L'aléa ravinement devient **nul** sur l'emprise du projet et reste inchangé dans les talus en aval.

Dans ces conditions, **l'impact du projet sur l'aléa glissement et ravinement est positif.**

6.3.3 - Evaluation du risque de glissement et ravinement

6.3.3.1. Vulnérabilité des installations

Sur les plates-formes des versants, les installations ne sont pas menacées par les phénomènes de glissement ou d'érosion superficielle car la pente est faible (<5%). Les dommages potentiels sont **nuls**.

Le recul des installations par rapport à la crête des talus est suffisant pour qu'elles soient protégées d'une érosion régressive en cas de glissement de terrain superficiel dans les talus inférieurs.

Le projet de gestion des eaux et la végétalisation des sols contribueront au drainage, à l'infiltration et à l'évapotranspiration des eaux de ruissellements. Ces moyens protégeront en aval les flancs des versants de l'érosion superficielle.

6.3.3.2. Qualification du risque de glissement

La qualification du risque de glissement résulte du croisement entre les niveaux d'aléa et de dommages potentiels aux installations.

Les dommages potentiels étant nuls sur l'emprise du projet, **le risque de glissement et ravinement est nul.**

6.4 - LE PHENOMENE DE COMBUSTION APRES AMENAGEMENT DU PROJET

Cartographie du risque de combustion – Etat projeté à 1 : 2 500	Document n°16036/ 17	En annexe
---	----------------------	-----------

6.4.1 - Evaluation de l'aléa

A l'état actuel, l'aléa combustion a été qualifié de faible sur une partie superficielle de la plate-forme sommitale de la verse 400. Le phénomène d'auto-combustion en profondeur a été écarté. L'installation du projet n'aggraver pas la situation actuelle en respectant les prescriptions suivantes :

- Projet de gestion des eaux de ruissellement ;
- Entretien des ouvrages de gestion des eaux en cours d'exploitation de la centrale ;
- Chemins d'accès à tous les secteurs du projet ;
- Plan de lutte contre les incendies élaboré avec le SDIS30 ;
- Mise en place de 2 citernes de 30m³ au Nord et au Sud du projet ;
- Installation de clôtures et de caméras pour la vidéosurveillance ;
- Démontage possible des installations pour permettre des travaux de traitement des secteurs en combustion, dans le cas où le phénomène se produirait.

Le projet prévoit la fondation des panneaux photovoltaïques par pieux battus ou forés à faible profondeur. Ce type de fondation, généralement proscrit dans les terrils de charbon, s'avère compatible dans le cas de la verse 400 car le risque d'auto-combustion en profondeur est nul.

Avec les mesures évoquées ci-dessus, l'aléa combustion après l'aménagement du projet peut être considéré comme très faible.

6.4.2 - Evaluation de l'impact du projet

L'aléa passe de faible à l'état actuel à très faible à l'état après aménagement du projet. Par conséquent, l'impact du projet sur l'aléa combustion est positif.

6.4.3 - Evaluation du risque de combustion

6.4.3.1. Vulnérabilité des installations

Les tables d'assemblages étant incombustibles, en cas d'échauffement du sol seule une augmentation de la température de la structure est envisageable par conduction.

Avant l'installation des panneaux, les travaux de terrassement pour la préparation des plates-formes permettront de s'assurer qu'aucun phénomène d'échauffement n'est en cours dans l'enceinte du projet. Les traces d'échauffements tels que fumeroles, odeurs de soufre, dépôt de sulfate seront recherchés.

L'accès à tous les secteurs du projet sera possible pour les services incendies. Un plan de lutte contre les incendies intégrant le risque de combustion sera élaboré avec le SDIS30. Les préconisations de l'étude d'analyse du risque d'incendie de l'ONF seront respectées (débroussaillage, pistes périmétrales, citernes et poteaux incendie). La piste extérieure a fait l'objet d'un "groupe sécurité" à la DDTM en juillet 2016. Compte tenu de la topologie du site, de sa proximité avec la piste DFCI A130 et de la qualité de cette dernière, le groupe a retenu la solution consistant à réaliser deux voies sans issues chacune sécurisée par une borne incendie alimentée par une cuve 30m³ situé en amont.

Dans le cas d'une situation exceptionnelle où une combustion se déclare sur l'emprise du projet, les installations seront démontables. Ces mesures pourraient avoir des conséquences économiques importantes sur une surface restreinte du projet (moins de 50% de la surface totale).

Compte tenu des précautions prises lors de l'installation, du plan spécial de lutte contre les incendies, des dispositifs de clôtures, de vidéosurveillance et de la possibilité de démonter les installations, sur l'emprise du projet, le niveau de dommages potentiels est qualifié de modéré.

6.4.3.2. Evaluation du risque

La qualification du risque d'échauffement résulte du croisement entre les niveaux d'aléa et de dommages potentiels aux installations.

L'aléa étant très faible et les dommages modérés, le risque de combustion est alors qualifié de faible sur l'emprise concernée par l'aléa.

Aléa combustion	Dommages potentiels	Risque de combustion
Très Faible	Modérés	Faible

7 - MESURES A METTRE EN PLACE POUR LIMITER LES IMPACTS

7.1 - MESURES POUR LA GESTION DES EAUX

La maîtrise de la gestion des eaux de ruissellement a pour but de limiter l'érosion superficielle sur l'emprise du projet et dans les talus inférieurs. Une mauvaise gestion des eaux peut notamment conduire à :

- des instabilités des pentes, telles que des glissements superficiels ou profonds ;
- des transports et dépôts anarchiques de matériaux fins en aval des verses ;
- des coulées de boue.

A l'état actuel, il y a plusieurs indices de débordements des eaux de ruissellement dans le flanc Nord de la verse 400 et dans le flanc Sud de la verse de la Forêt. Les eaux s'écoulent sur les pistes et les plates-formes, s'infiltrent ou s'évaporent. Plusieurs ravines marquent les talus en aval des plates-formes et descendent jusqu'au pied des verses. Certains ouvrages de gestion des eaux existants ne sont plus fonctionnels suite à des orages violents et notamment suite au débordement de la buse 500 de la piste « Charbon » à l'Ouest du site. Le transport et le dépôt de matériaux par les ruissellements ont également détourné les écoulements des banquettes créant des débordements.

Afin de garantir des impacts nuls sur les phénomènes de glissement et d'érosion superficielle, le projet de parc solaire fait l'objet d'une étude hydrologique dans le cadre d'un dossier loi sur l'eau au titre de la rubrique 2.1.5.0.

Suite à une visite de terrain avec l'ONF et la DDTM le 22 juin 2016, il a été convenu par mail du 11/7/2016 de la DDTM SAT Cévennes, d'étudier les temps de concentration et les axes d'écoulement des eaux de ruissellement issues directement du bassin versant intercepté effectivement par le projet ainsi que l'impact des panneaux sur ces deux paramètres. En effet, suite à cette visite, il apparaît d'un point de vue hydraulique, que l'état initial du terrain d'assiette du projet ainsi que du bassin versant amont intercepté par celui-ci, ne comporte pas de problèmes spécifiques et préalables liés à l'éventuelle réalisation du projet.

L'étude hydrologique prévoit notamment les mesures suivantes :

- Evitement des zones à fort ravinement
- Aménagement et entretien des ouvrages de gestion des eaux au sein du projet.
Le bon fonctionnement hydraulique des ouvrages existants en aval qui recevront les écoulements du projet sera vérifié afin de garantir que les débits de ruissellement n'entraînent pas d'érosion. Les exutoires existants seront consolidés par enrochement liaisonné. Les nouveaux ouvrages seront dimensionnés en conséquence. Les fossés et descentes d'eau seront protégés contre l'érosion lorsque leur pente sera forte (>4%).
- Talutage des sols avec une pente 3H/2V selon l'étude de sol N° CM02.G.2064 de juin 2016 réalisée par GINGER CEBTP à l'intérieur de l'emprise

- Remodelage de la piste d'accès à la plateforme sud et du fossé latéral depuis le carrefour de la piste forestière du Grand baume et de la piste forestière du Bayonnet.
- Maintien d'un couvert végétal sur l'emprise du projet dans la mesure de sa présence après les terrassements pour la préparation de l'installation.
- Implantation des infrastructures et création des pistes sans entraîner de barrages aux écoulements superficiels, ni de déviations pouvant conduire au débordement dans les talus inférieurs, ni de concentration en grande zone de rétention ou de stagnation.

7.2 - MESURES POUR LA STABILITE DES TALUS

Afin de ne pas déstabiliser les talus en appliquant des surcharges défavorables, les pistes périphériques et les fondations par pieux qui supporteront les panneaux devront être implantés à plus de 4m de toute crête de talus.

Le talus au nord sera également consolidé localement pour supprimer tout risque d'affaissement de la plateforme.

7.3 - MESURES POUR LIMITER LES ECHAUFFEMENTS

Les mesures de gestion des eaux évoquées ci-dessus, en concertation avec les services de l'ONF, permettent de contribuer à l'amélioration de la situation (évacuation des eaux de ruissellement et limitation des ravinements).

La réalisation du projet devra permettre également la surveillance des plates-formes vis-à-vis du risque de feu extérieur. Les mesures suivantes seront prises sur l'emprise du projet :

- Observation des terrains lors des travaux de terrassement pour localiser la présence éventuelle de points chauds sur l'emprise du projet, avant l'implantation des panneaux,
- En cas de point chaud avéré, traitement par remblaiement ou exclusion de la zone ;
- Mise en place de structures démontables pour permettre des travaux de traitement du phénomène de combustion ;
- Accès autorisé à l'Etat ou tout organisme qu'il désigne pour les visites de contrôle des verses ;
- Visite et contrôle visuelle par l'exploitant lors de l'entretien du parc solaire,

A ces mesures s'ajoutent celles définies dans « L'étude d'analyse du risque d'incendie » de l'ONF réalisée en mars 2016 :

- Mise en place d'un accès extérieur aux clôtures, accessible aux véhicules de lutte contre les incendies (en complément de la piste DFCI A130 existante : piste « charbon »)
- Débroussaillage dans les bouquets de végétation situés dans les 50m de la clôture du projet, autour des citernes et des poteaux incendie.
- Mise en place de 2 citernes DFCI/DECI de 30 m³ reliées chacune à un poteau incendie sur les 2 aires de retournement au Nord et au Sud du projet.

De plus, le site sera sécurisé par vidéosurveillance 24h/24h. Un monitoring permanent de la centrale sera assuré par le pétitionnaire afin de détecter toutes les 10 minutes des dysfonctionnements de la centrale. Des alertes sont automatiquement envoyées au centre de contrôle à Montpellier. Toute coupure de courant est aussitôt relayée par batterie afin de poursuivre la surveillance du site même si la centrale est déconnectée du réseau

8 - MESURES A METTRE EN PLACE POUR LA SECURITE ET LA SALUBRITE PUBLIQUE

8.1 - TRAVAUX D'INSTALLATION DE LA CENTRALE SOLAIRE

Afin d'assurer la sécurité des travaux d'installation de la centrale solaire, les précautions suivantes seront prises :

- Zone de déchargement des panneaux et des supports en dehors de la zone d'aléa effondrement ;
- Base de vie du chantier installée en dehors de la zone d'aléa effondrement ;
- Zone de stockage des transformateurs en dehors de la zone d'aléa effondrement ;
- Utilisation de véhicules légers pour l'installation des panneaux ;
- Utilisation d'une foreuse de petite taille pour le forage des pieux ;
- Pas d'opération de terrassement par des engins lourds (pelle et camion inférieurs à 20 tonnes).

Les travaux d'installation constituent une phase transitoire du projet.

Avant les travaux d'installation de la centrale, l'étude d'analyse du risque d'incendie préconise de réaliser :

- Le débroussaillage légal de 50m autour de la clôture et autour des bâtiments temporaires ;
- La création et le débroussaillage des pistes périmétrales ;
- Si les travaux interviennent en période de risque maximal d'incendie (15 juin – 15 septembre), une réserve d'eau de 5 m³ minimum sera disposée sur le chantier.

8.2 - EXPLOITATION DE LA CENTRALE SOLAIRE

La centrale solaire n'est pas un établissement recevant du public.

L'emprise du site sera clôturée et l'accès au site sera fermé à clef. Aucune personne étrangère à l'exploitation ne pourra accéder dans l'enceinte du projet. De plus, le site sera sécurisé par vidéosurveillance 24h/24h.

Les précautions suivantes seront prises pour assurer la sécurité du personnel exploitant :

- Faible fréquence d'entretien et de maintenance de la centrale ;
- Utilisation de véhicule léger pour accéder aux panneaux photovoltaïques.

9 - SYNTHÈSE ET CONCLUSION DE L'ÉTUDE D'ALÉA

Le projet de parc solaire sera implanté sur les plates-formes sommitales de la verse 400 et de la verse de la Forêt constituant des haldes de la mine à ciel ouvert (MCO) de Grand Baume appartenant à la concession de houille de Grand Combe Ouest. Il s'étendra sur une superficie d'environ 7,6 ha.

L'étude bibliographique réalisée dans ce rapport n'a pas permis de retrouver un historique détaillé de la mise en dépôt des matériaux. La construction de la verse de la forêt a débuté par des terrils issus de l'exploitation souterraine dont la date n'a pas été retrouvée puis par les stériles de la MCO entre 1980 et 2000. La verse 400 est composée de stériles de la MCO sur toute sa hauteur et de dépôts de schistes de lavoir et de résidus de charbon brut en surface. Les matériaux ont été déversés par voie sèche sans compactage, du Sud vers le Nord.

La présente étude constitue l'évaluation des aléas « mouvements de terrain » présents sur les 2 plates-formes du projet. Il s'agit d'une analyse détaillée des aléas et des risques de mouvements de terrains réalisée en complément de l'étude préliminaire d'aléa GEODERIS (rapport S 2011/66DE- 11LRO2215 du 08/09/11) qui a défini des niveaux d'aléas à l'échelle de la concession de la Grand'Combe Ouest.

Le site d'implantation étant un dépôt superficiel houiller, les phénomènes retenus sont les effondrements localisés, les tassements, les glissements, les ravinements et la combustion des terrains. Les autres phénomènes sont été écartés par l'étude préliminaire GEODERIS. Les résultats de l'évaluation des aléas et des risques de mouvements de terrains sur l'emprise du projet sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

Dans les secteurs d'aléa effondrement localisé faible, le phénomène redouté est un fontis remontant à la surface. Compte-tenu des caractéristiques des matériaux composants les verses et de la faible dimension des vides résiduels, les désordres pourraient être des tassements sous forme de cuvette de 25m à 82m de diamètre et 0,001m à 0,35m de profondeur. Le coût des dommages restera faible et inclus dans le coût d'entretien du parc solaire. (recalage de la structure porteuse si nécessaire).

Des précautions seront prises lors de la phase travaux pour limiter les surcharges appliquées sur le sol. Les zones de stockage et la base vie seront implantées en dehors des zones de risque.

Le risque de combustion est qualifié de faible sur une partie de la verse 400. Aucun phénomène de combustion ne s'est produit depuis la construction dans les années 1980 (ni par auto-échauffement, ni par feux extérieurs). La visite d'état des lieux ainsi que sondages géotechniques n'ont pas relevés d'indices d'échauffement tels que des odeurs de soufre, des fumeroles, des traces de sulfate, des traces de végétation brûlée ou des dépressions caractéristiques. Le phénomène d'auto-combustion interne à la verse est écarté compte-tenu de la nature stérile des matériaux et seul un feu extérieur peut être à l'origine du risque qui ne concerne que la partie superficielle de la plate-forme sommitale. La clôture du site permettra d'éloigner la source d'un éventuel feu extérieur qui pourrait entraîner la combustion des schistes charbonneux. La surveillance par caméra permettra d'alerter rapidement les secours en cas de départ de feu. De plus, l'étude de l'analyse du risque d'incendie de l'ONF en mars 2015 a qualifié l'ensemble du site de sensibilité au feu de végétation très faible du fait de l'absence notable de végétation. Les installations devront être démontables pour permettre le traitement d'une combustion dans un cas très exceptionnel.

En conclusion, l'aménagement du projet n'aggrave pas les aléas de mouvements de terrains sur les verses de la MCO. L'impact du projet est nul sur les mouvements de terrain. Il est positif sur les phénomènes d'érosion superficielle et combustion des plates-formes. Des mesures sont prises pour la gestion des eaux de surface et le risque incendie afin d'assurer la sécurité du public et du personnel exploitant.

Type de phénomène	Niveau d'Aléa à l'état actuel	Niveau d'Aléa après aménagement du projet	Niveau de risque après aménagement du projet
Effondrement localisé	Faible	Faible	Faible
Tassement	Faible	Faible	Faible
Ravinement	Moyen	Nul	Nul
Glissement	Nul	Nul	Nul
Combustion	Faible	Très Faible	Faible

Le ravinement des verses, phénomène majeur, est cartographié en aléa moyen sur toute l'emprise de la MCO à l'état actuel car l'érosion est très développée. Le projet de gestion des eaux va permettre de supprimer les ravinements existants sur les plates-formes qui recevront la centrale solaire et contrôlés les rejets dans les talus inférieurs. Ainsi le risque de ravinement est nul sur les plates-formes et reste inchangé (niveau moyen) dans les talus inférieurs.

ANNEXES

URBA 35

PROJET DE CENTRALE SOLAIRE AU SOL
SITE DE GRAND BAUME
(La Grand-Combe - 30)

E XTRAIT CARTE INFORMATIVE DES TRAVAUX SOUTERRAINS



Exploitations minières et substances métalliques sur l'emprise de la concession de La Grand-Combe Ouest (Gard)
Evaluation et cartographie des aléas mouvements de terrain
CARTE INFORMATIVE GENERALE
ECHELLE : 1/7000

GEODERIS

Limites administratives

- Limite de la concession de La Grand-Combe Ouest
- Limite de commune
- Limite des secteurs détaillés

Géologie

- Affleurement de houille (la couleur est fonction de la couche)
- Faïlle
- Dyke

Désordres miniers

- Effondrement localisé observé
- Effondrement localisé non observé
- Zone de fontis
- Glissement de terrain
- Affaissement

Ouvrages miniers

- Puits visible
- Puits non visible
- Galerie ou travers-banc visible
- Galerie ou travers-banc non visible
- Galerie ou travers-banc sans précisions
- Tunnel minier visible (dépendance)
- Cheminée d'aérage
- Tranchées
- Ouvrage hydraulique

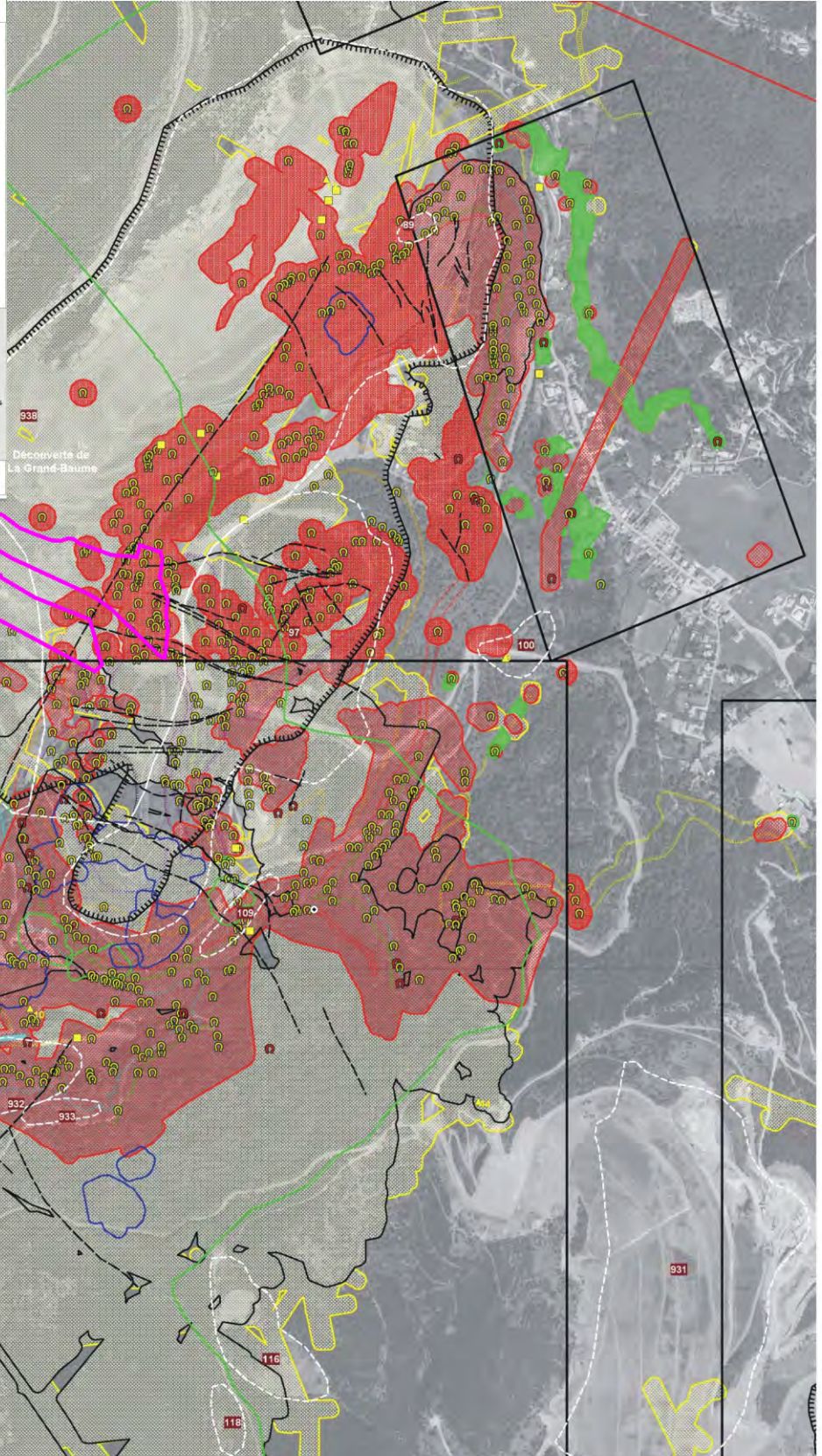
Mine à ciel ouvert (MCO)

- 928 Dépôt résiduel de surface (terril, remblai, versé, scories) avec son n° d'identifiant
- Emprise des travaux miniers pour substances métalliques

Travaux miniers souterrains pour la houille

- Emprise globale des travaux miniers souterrains
- Travaux miniers souterrains inférieurs à 50 m de profondeur
- Travaux miniers souterrains inférieurs à 50 m de profondeur supposés
- Travaux en chambres et piliers avérés
- Travaux en chambres et piliers supposés
- Travaux défilés

Rapport BRGM/RP 59348-FR
décembre 2010
Annexe 6



ECHELLE : 1 / 15 000
Source : BRGM



DOCUMENT 16-036 / 02

URBA 35

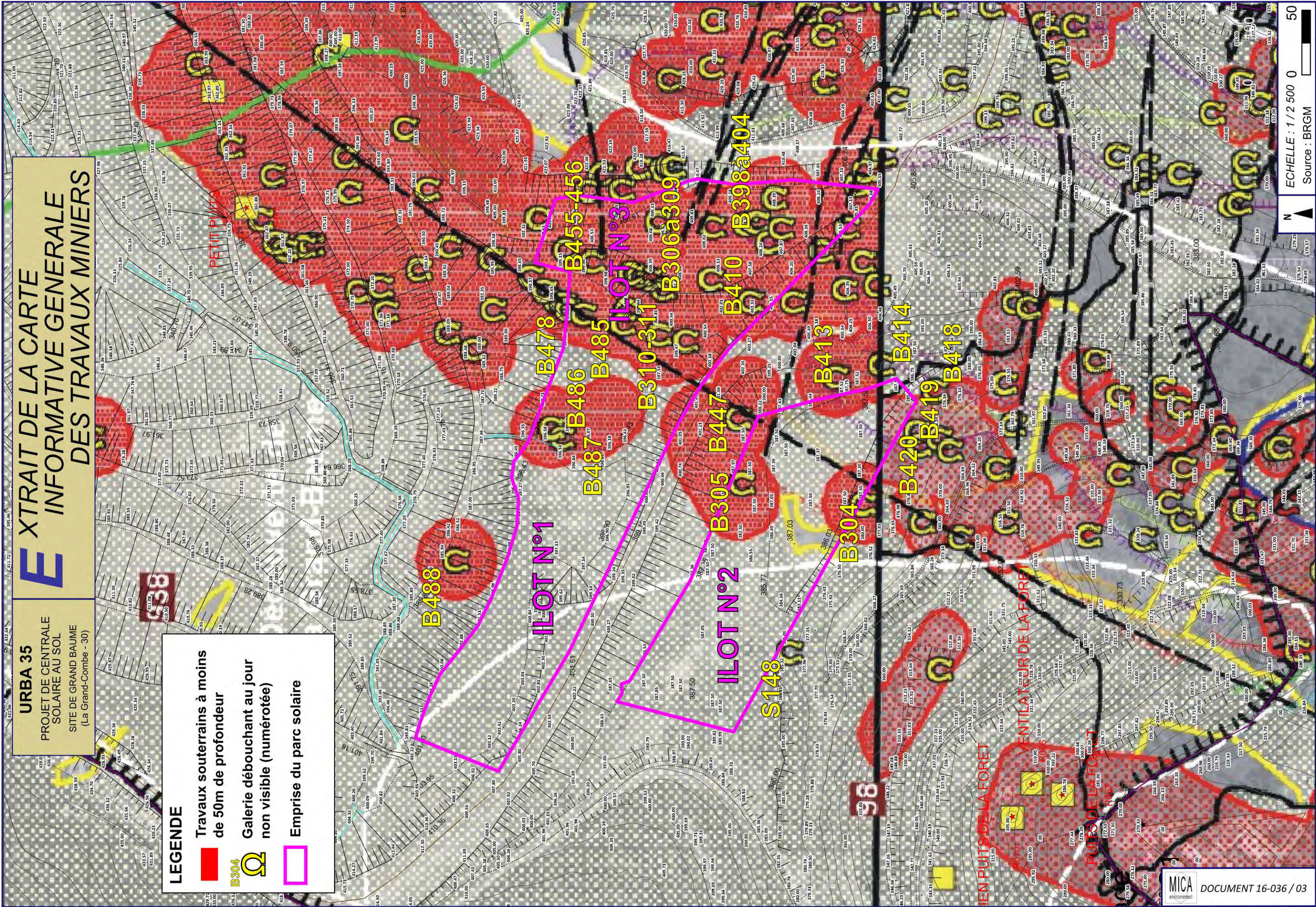
PROJET DE CENTRALE
SOLAIRE AU SOL
SITE DE GRAND BAUME
(La Grand-Combe - 30)



XTRAIT DE LA CARTE
INFORMATIVE GENERALE
DES TRAVAUX MINIERS

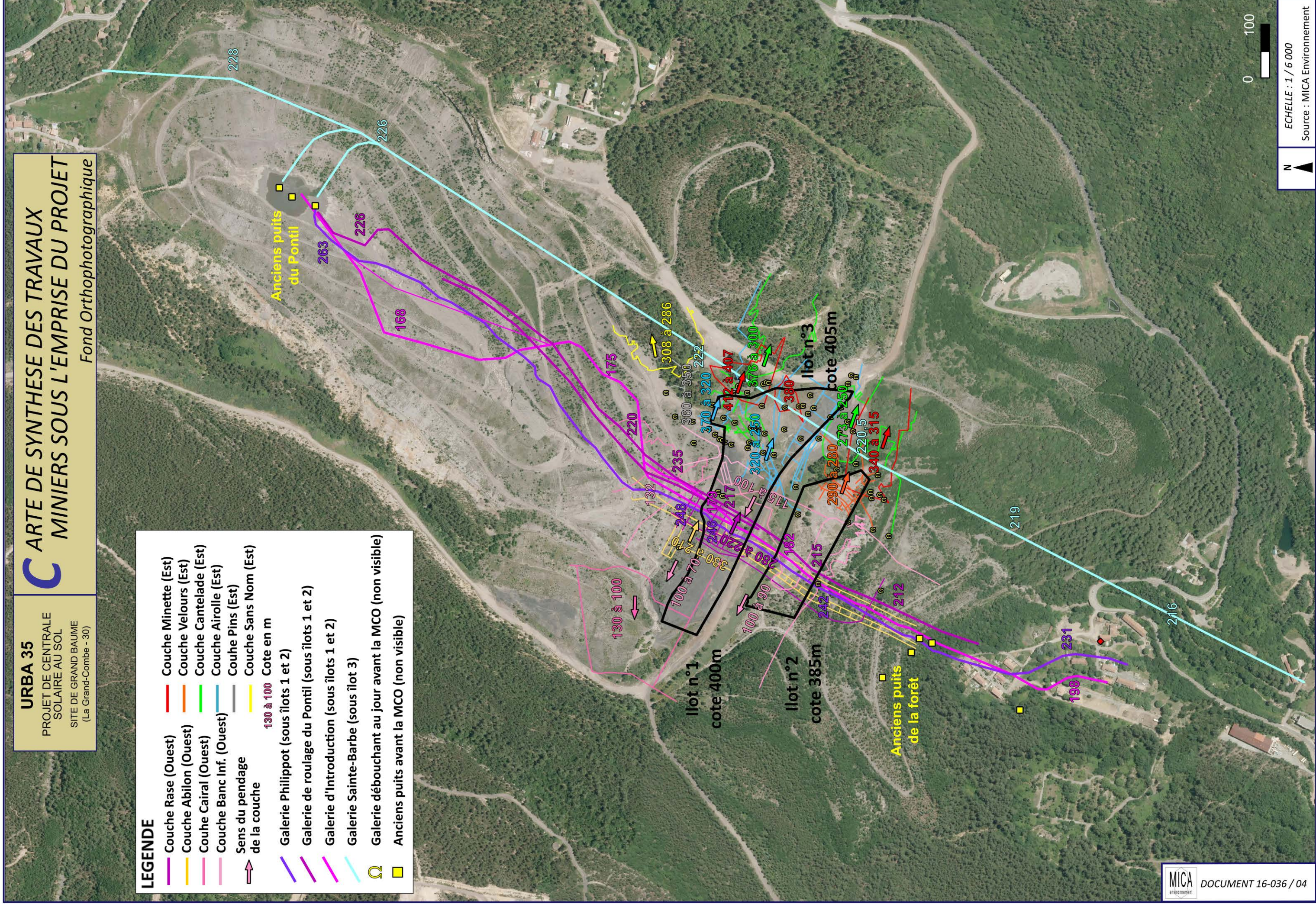
LEGENDE

- Travaux souterrains à moins de 50m de profondeur
- Galerie débouchant au jour non visible (numérotée)
- Emprise du parc solaire



LEGENDE

- Couche Rase (Ouest)
- Couche Abilon (Ouest)
- Couche Cairal (Ouest)
- Couche Banc Inf. (Ouest)
- Sens du pendage de la couche
- Couche Minette (Est)
- Couche Velours (Est)
- Couche Cantelade (Est)
- Couche Airoille (Est)
- Couche Pins (Est)
- Couche Sans Nom (Est)
- ↗ 130 à 100 Cote en m
- Galerie Philippot (sous îlots 1 et 2)
- Galerie de roulage du Pontil (sous îlots 1 et 2)
- Galerie d'Introduction (sous îlots 1 et 2)
- Galerie Sainte-Barbe (sous îlot 3)
- Galerie débouchant au jour avant la MCO (non visible)
- Anciens puits avant la MCO (non visible)



URBA 35

PROJET DE CENTRALE
SOLAIRE AU SOL
SITE DE GRAND BAUME
(La Grand-Combe - 30)

ARTE DE SYNTHESE DES TRAVAUX MINIERS SOUS L'EMPRISE DU PROJET

Fond Plans miniers 1906 et 1951

LEGENDE

- Couche Rase (Ouest)
- Couche Abilon (Ouest)
- Couche Cairal (Ouest)
- Couche Banc Inf. (Ouest)
- Sens du pendage de la couche
- Couche Minette (Est)
- Couche Velours (Est)
- Couche Cantelade (Est)
- Couche Airoille (Est)
- Couche Pins (Est)
- Couche Sans Nom (Est)
- 130 à 100 Cote en m
- Galerie Philippot (sous îlots 1 et 2)
- Galerie de roulage du Pontil (sous îlots 1 et 2)
- Galerie d'Introduction (sous îlots 1 et 2)
- Galerie Sainte-Barbe (sous îlot 3)
- Galerie débouchant au jour avant la MCO (non visible)
- Anciens puits avant la MCO (non visible)

Anciens puits
du Pontil

Anciens puits
de la forêt

Ilot n°1
cote 400m

Ilot n°2
cote 385m

Ilot n°3
cote 405m



URBA 35
PROJET DE CENTRALE
SOLAIRE AU SOL
SITE DE GRAND BAUME
(La Grand-Combe - 30)

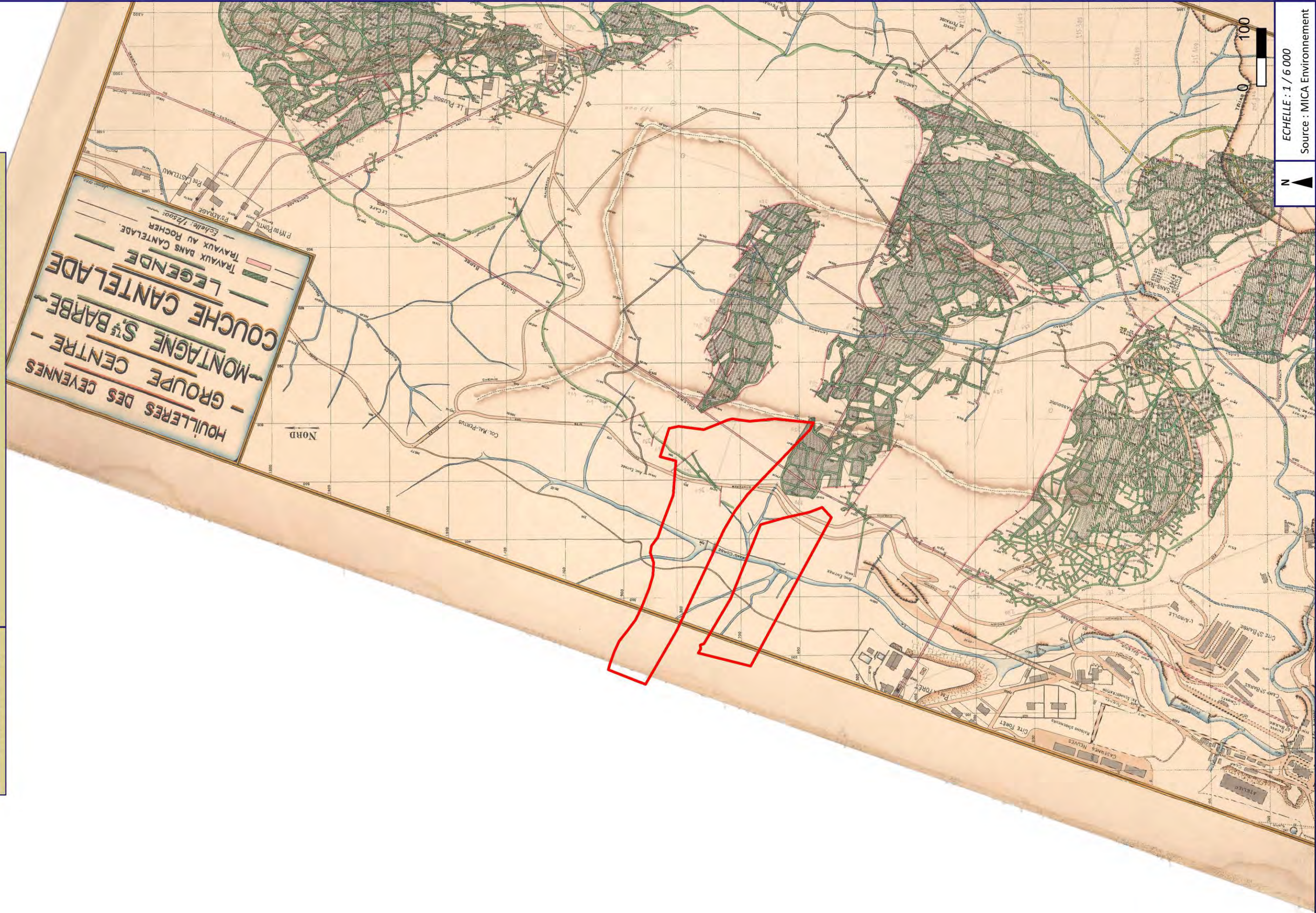
EXTRAIT DU PLAN DES TRAVAUX MINIERES EN COUCHE MIMETTE







URBA 35
PROJET DE CENTRALE
SOLAIRE AU SOL
SITE DE GRAND BAUME
(La Grand-Combe - 30)

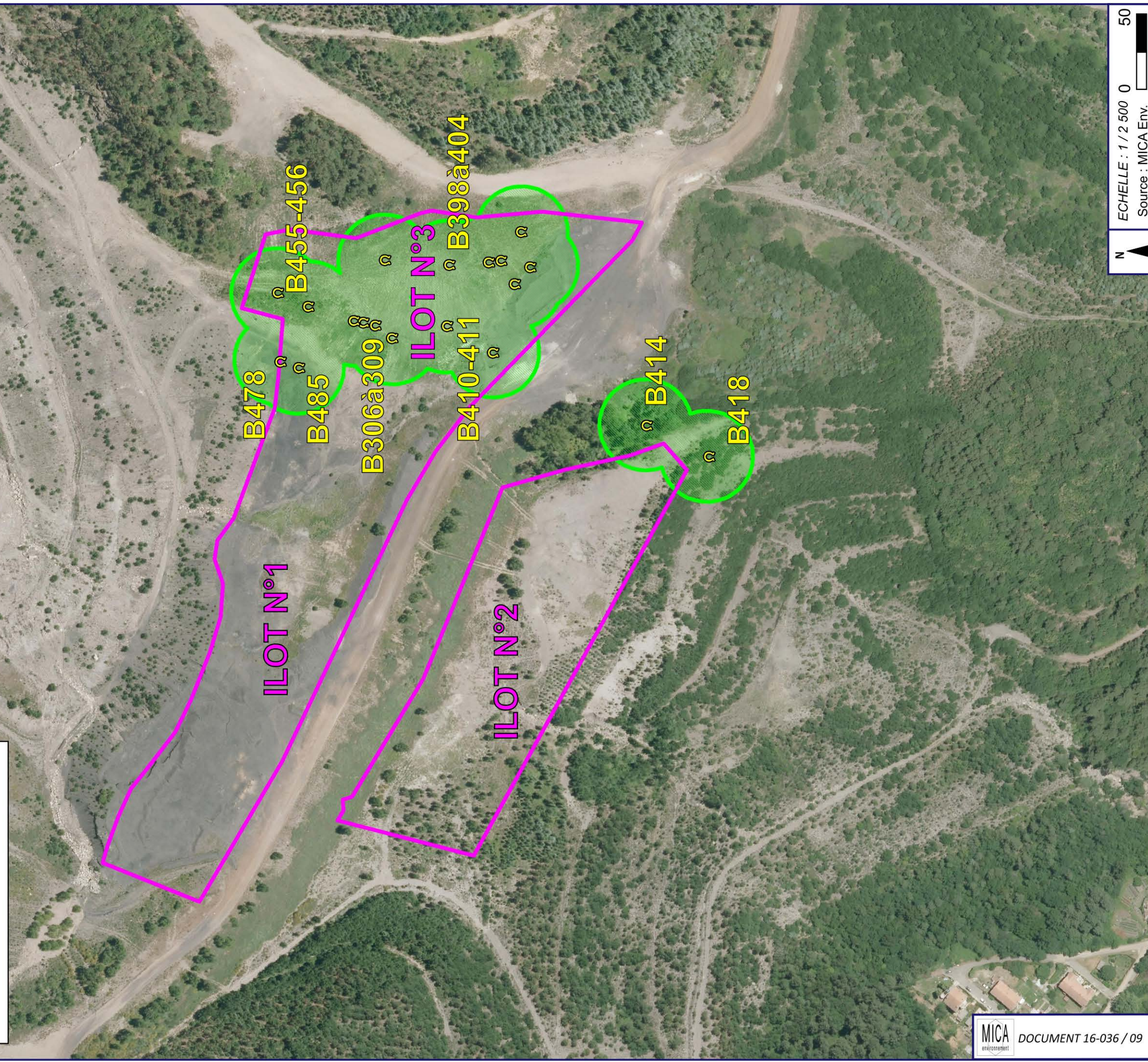
EXTRAIT DU PLAN DES TRAVAUX MINIERES

EN COUCHE CANTÉDALE



LEGENDE

-  Travaux souterrains à moins de 35m de profondeur
-  B304
-  Galerie à moins de 35m de profondeur (numérotée)
-  Emprise du parc solaire



URBA 35

PROJET DE CENTRALE
SOLAIRE AU SOL
SITE DE GRAND BAUME
(La Grand-Combe - 30)

RESULTATS DES CALCULS DE REMONTEE DE FONTIS

Travaux peu profonds pf = 10m

Foisonnement = 1,3 - Angle éboulis = 35°

Hauteur galerie	2.00 m
Largeur galerie	2.00 m
Foisonnement	1.30
Angle du cône d'éboullis	35°
Rayon cloche	1.00 m

Volume éboullis galerie

Hauteur cloche auto-comb

Volume cloche

CONE DE TASSEMENT EN SURFACE

Profondeur toit galerie	10.00 m
Epaisseur terrain déconsolidé	8.00 m
Angle du cône en surfac	35°

Diamètre du cône en surfé

Différence H cloche - Pf gal

Tassement maximal en su

Travaux peu profonds pf = 10m

Foisonnement = 1,3 - Angle éboullis = 35°

Hauteur galerie	2.00 m
Largeur galerie	2.00 m
Foisonnement	1.30
Angle du cône d'éboullis	35°
Rayon cloche	0.80 m

Volume éboullis galerie

Hauteur cloche auto-comb

Volume cloche

CONE DE TASSEMENT EN SURFACE

Profondeur toit galerie	10.00 m
Epaisseur terrain déconsolidé	8.00 m
Angle du cône en surfac	35°

Diamètre du cône en surfa

Différence H cloche - Pf galé

Tassement maximal en sui

Travaux peu profonds pf = 20m

Foisonnement = 1,3 - Angle éboullis = 35°

Hauteur galerie	2.00 m
Largeur galerie	2.00 m
Foisonnement	1.30
Angle du cône d'éboullis	35°
Rayon cloche	0.80 m

Volume éboullis galerie

Hauteur cloche auto-combi

Volume cloche

CONE DE TASSEMENT EN SURFACE

Profondeur toit galerie	20.00 m
Epaisseur terrain déconsolidé	18.00 m
Angle min du cône en surfac	35°

Diamètre du cône en surfac

Différence H cloche - Pf galé

Tassement maximal en sur

Travaux peu profonds pf = 30m

Foisonnement = 1,3 - Angle éboullis = 35°

Hauteur galerie	2.00 m
Largeur galerie	2.00 m
Foisonnement	1.30
Angle du cône d'éboullis	35°
Rayon cloche	0.80 m

Volume éboullis galerie

Hauteur cloche auto-comb

Volume cloche

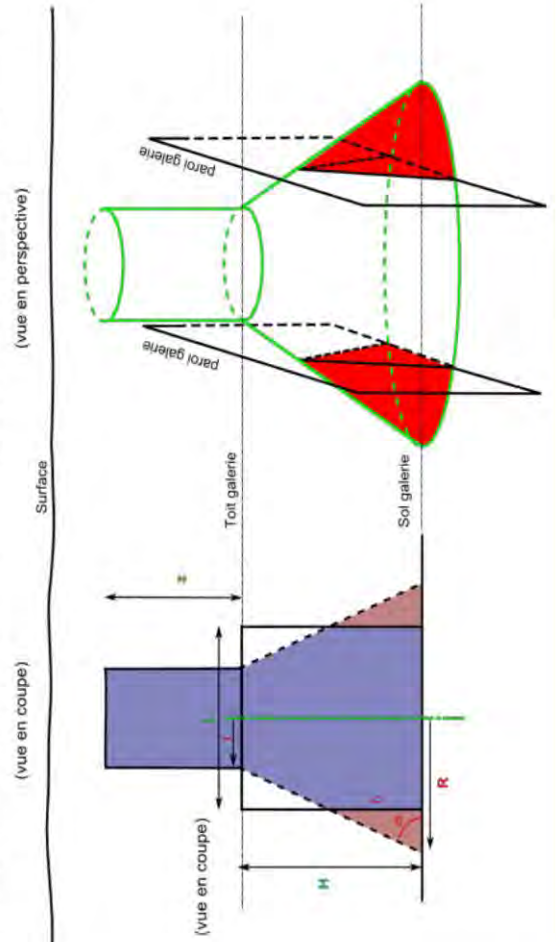
CONE DE TASSEMENT EN SURFACE

Profondeur toit galerie	30.00 m
Epaisseur terrain déconsolidé	28.00 m
Angle min du cône en surfac	35°




Diamètre du cône en surfa

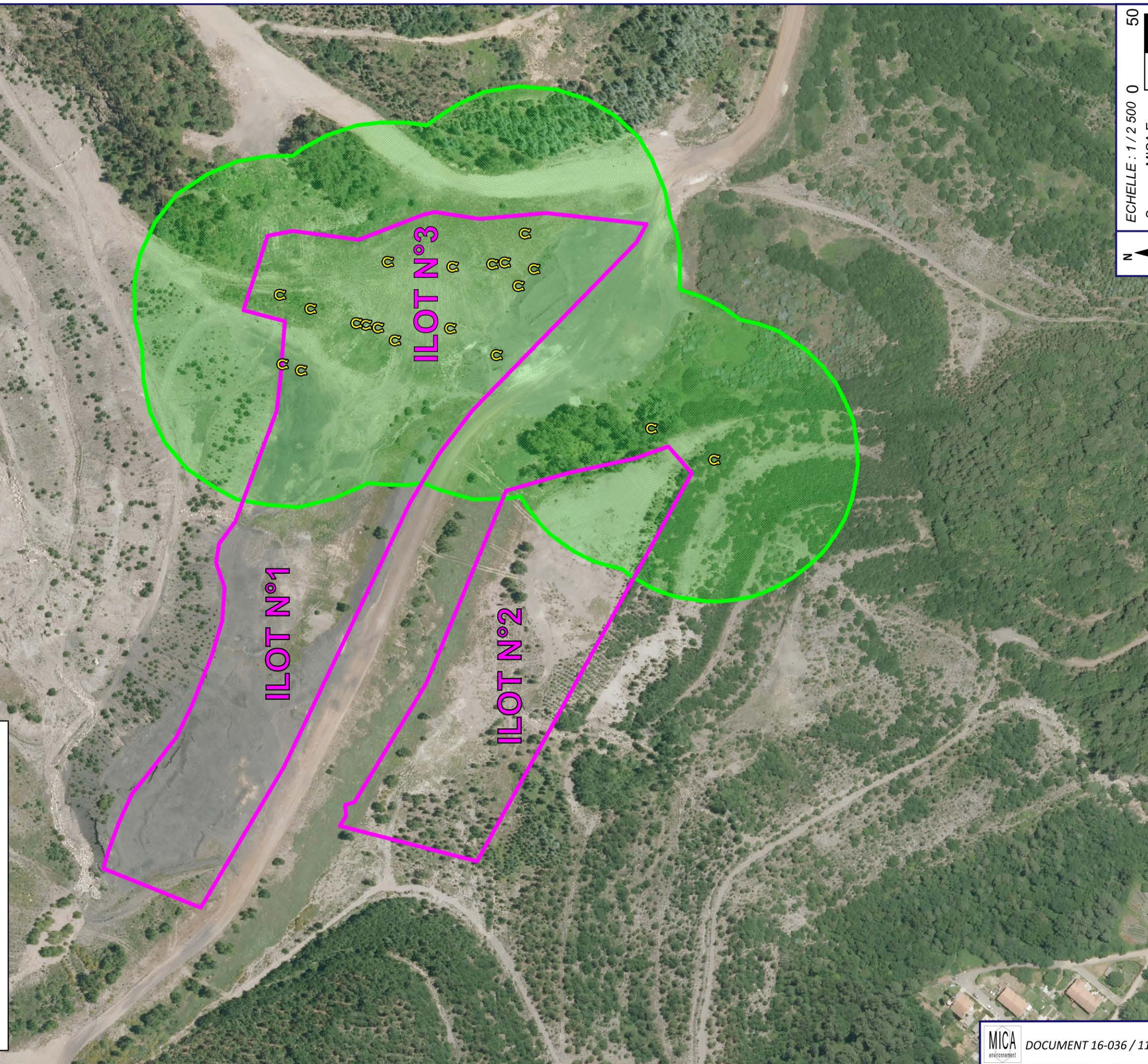
Différence H cloche - Pf galé

Tassement maximal en sui



LEGENDE

-  Aléa effondrement localisé faible
(Tassement de 3cm maximum)
-  Galerie à moins de 35m de
profondeur
-  Emprise du parc solaire



URBA 35
PROJET DE CENTRALE
SOLAIRE AU SOL
SITE DE GRAND BAUME
(La Grand-Combe - 30)

CARTE DE L'ALEA TASSEMENT SUR L'EMPRISE DU PROJET

LEGENDE

 Aléa Tassement faible
(ordre du cm)

 Emprise du parc solaire

ILOT N°1

ILOT N°3

ILOT N°2



ECHELLE : 1 / 2 500 0 50
Source : MICA Env.

URBA 35
PROJET DE CENTRALE
SOLAIRE AU SOL
SITE DE GRAND BAUME
(La Grand-Combe - 30)

CARTE DE L'ALEA RAVINEMENT ET GLISSEMENT SUR L'EMPRISE DU PROJET



LEGENDE

- Aléa Glissement fort
- Aléa Ravinement moyen
- Emprise du parc solaire





URBA 35
PROJET DE CENTRALE
SOLAIRE AU SOL
SITE DE GRAND BAUME
(La Grand-Combe - 30)

CARTE DE L'ALEA COMBUSTION SUR L'EMPRISE DU PROJET



LEGENDE

-  Aléa combustion faible
-  Emprise du parc solaire





ECHELLE : 1 / 2 500 0 50
Source : MICA Env.

URBA 35
PROJET DE CENTRALE
SOLAIRE AU SOL
SITE DE GRAND BAUME
(La Grand-Combe - 30)

CARTE DU RISQUE D'EFFONDREMENT LOCALISE SUR L'EMPRISE DU PROJET



LEGENDE

-  Risque de effondrement faible (tassement 3 cm maximum)
-  Emprise du parc solaire



ECHELLE : 1 / 2 500 0 50
Source : MICA Env.

URBA 35
PROJET DE CENTRALE
SOLAIRE AU SOL
SITE DE GRAND BAUME
(La Grand-Combe - 30)

CARTE DU RISQUE DE TASSEMENT SUR L'EMPRISE DU PROJET



LEGENDE

Risque de tassement faible
(ordre du cm)



Emprise du parc solaire





ECHELLE : 1 / 2 500 0 50
Source : MICA Env.

URBA 35
PROJET DE CENTRALE
SOLAIRE AU SOL
SITE DE GRAND BAUME
(La Grand-Combe - 30)

CARTE DU RISQUE DE COMBUSTION SUR L'EMPRISE DU PROJET



LEGENDE

-  Risque de combustion faible
-  Emprise du parc solaire



ECHELLE : 1 / 2 500 0
Source : MICA Env. 50