

Bassin de lignite de Provence (13) Evaluation et cartographie des aléas

Sous-Préfecture d'Aix en-Provence
24 janvier 2017



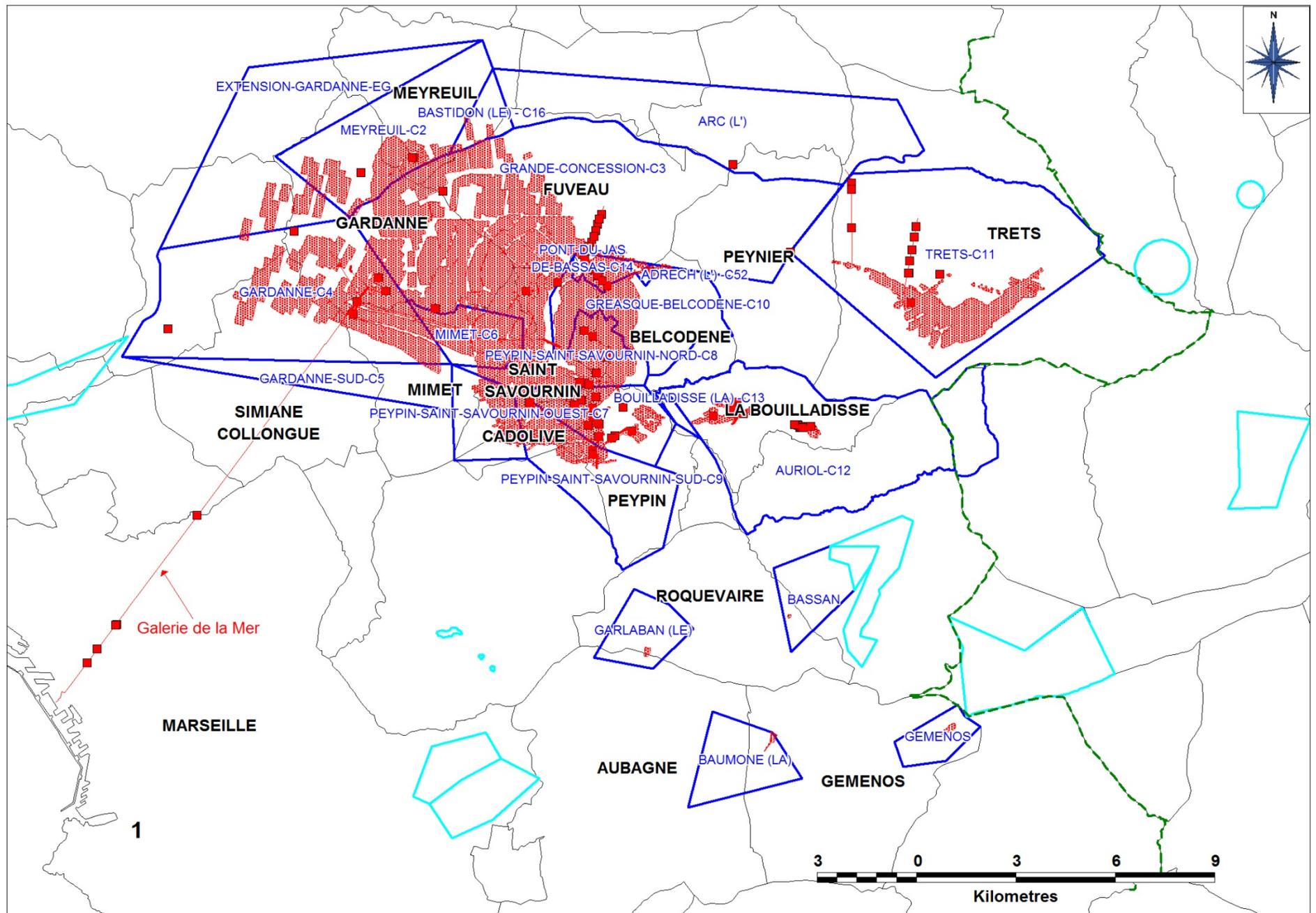
Plan de l'exposé

- ❑ Présentation du Bassin de Provence
- ❑ Méthodologie de réalisation d'une étude des aléas miniers
- ❑ Phase informative
- ❑ Phase d'évaluation des aléas
- ❑ Conclusion



Présentation du Bassin de Provence

Périmètre de la zone d'étude



Périmètre de la zone d'étude

19 communes concernées par les 15 titres miniers du Bassin de Provence :

- Allauch
- Belcodène
- Bouc-Bel-Air
- Cadolive
- Fuveau
- Gardanne
- Gréasque
- La Bouilladisse
- La Destrousse
- Marseille
- Meyreuil
- Mimet
- Peynier
- Peypin
- Rousset
- Saint-Savournin
- Septème-les-Vallons
- Simiane-Collongue
- Trets

| Référence | Nom | Surface (ha) | Date d'attribution | Remarques |
|-----------|------------------------------------|--------------|--------------------|--|
| C2 | Meyreuil | 1 440 | 1902 | |
| C3 | Grande Concession | 6 200 | 1809 | |
| C4 | Gardanne | 2 950 | 1817 | |
| C5 | Gardanne Sud | 696 | 1938 | |
| C6 | Mimet | 440 | 1821 | |
| C7 | Peypin et Saint-Savournin Ouest | 490 | 1922 | |
| C8 | Peypin Saint-Savournin Nord | 680 | 1809 | |
| C9 | Peypin et Saint Savournin Sud | 1 010 | 1823 | |
| C10 | Gréasque et Belcodène | 1 050 | 1809 | |
| C11 | Trets | 7 130 | 1809 | |
| C12 | Auriol | 2 550 | 1813 | |
| C13 | La Bouilladisse | 48 | 1922 | |
| C14 | Pont du Jas de Bassas | 130 | 1843 | |
| C16 | Bastidon | 200 | 1962 | Extension postérieure à la nationalisation |
| EG | Extension du périmètre de Gardanne | 2 130 | 1981 | Extension postérieure à la nationalisation |

3 communes concernées par les 4 titres miniers du sud Bassin de Provence :

- Aubagne
- Gemenos
- Roquevaire

| Nom | Surface (ha) | Date d'octroi | Date renonciation |
|-------------|--------------|---------------|-------------------|
| Bassan | 437 | 1831 | 1911 |
| Gemenos | 256 | 1856 | 1964 |
| Le Garlaban | 406 | 1824 | 1932 |
| La Beaumone | 564 | 1887 | Orphelin |

Historique



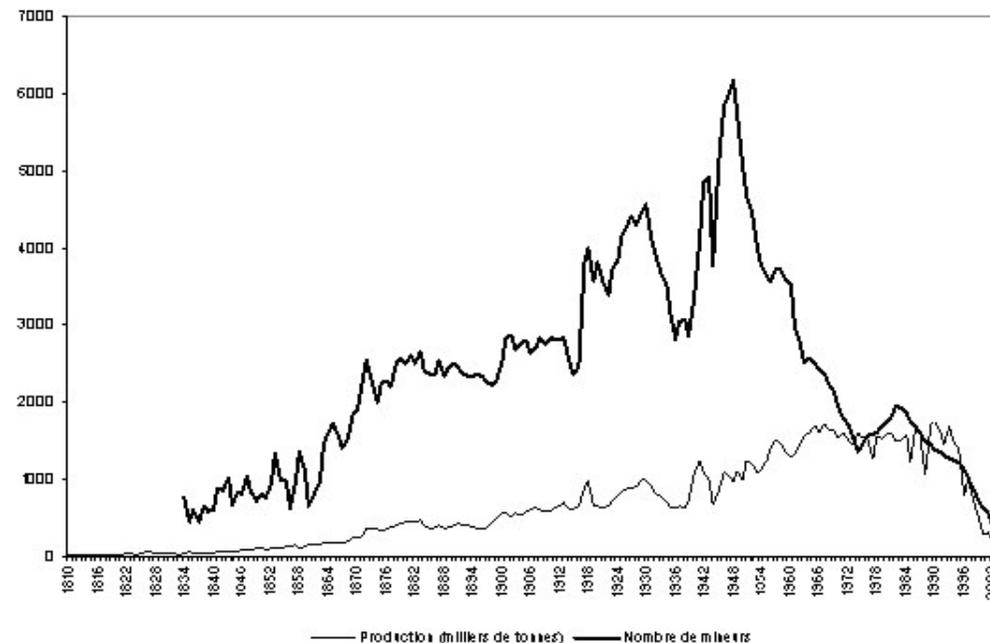
Puits Yvon Morandat (diamètre 10 m)

- Premières recherches de « pierre à charbon » autorisées au XV^{ème} siècle
- Une exploitation débute au XVI^{ème} siècle et reste artisanale jusqu'au début du XIX^{ème} siècle
- Octroi de concessions après législation minière de 1810 (on en a dénombré jusqu'à 24 couvrant près de 32000 ha)
- 1946 : Nationalisation au profit des Charbonnages de France (non reprise des 4 concessions du sud (arrêt des travaux mi XIX^{ème} siècle pour 3 concessions jugées inexploitable et 1921 pour La Beaumone)
- Exploitations souterraines mécanisées
- 2003 : Arrêt des travaux

Production :

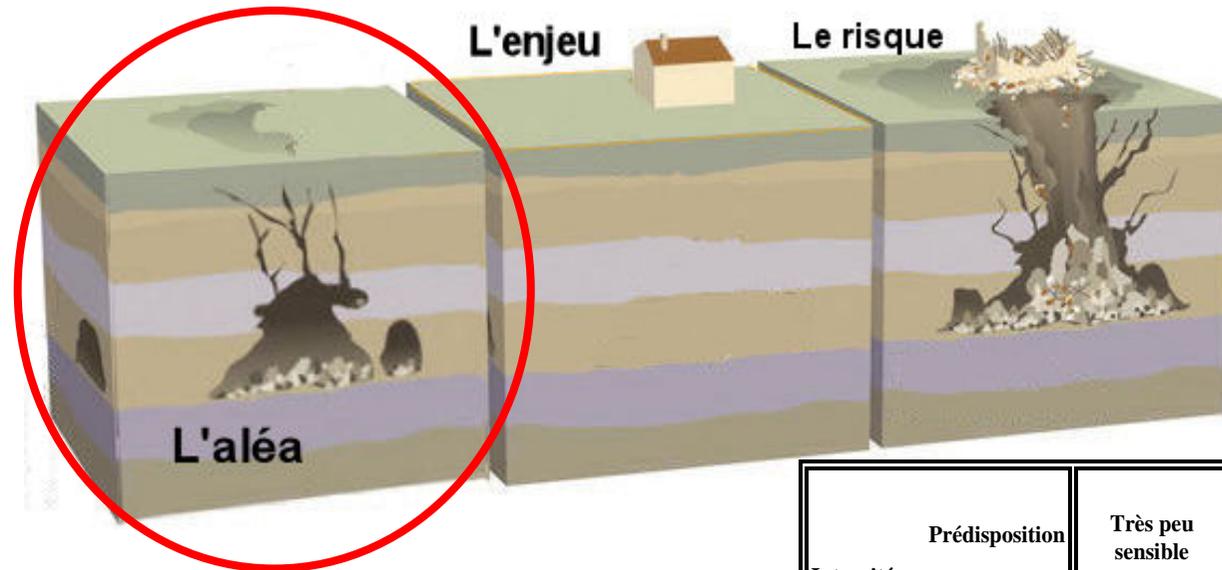
- 130 millions de tonnes nettes produites (dont la moitié depuis 1946) pour le Bassin de Provence
- Un peu plus de 3000 tonnes pour La Beaumone et production insignifiante pour les 3 autres concessions du sud

Production et effectifs du bassin minier des B.-D.-R. (1810-2003).



Méthodologie de réalisation d'une étude des aléas miniers

ALEA



ALEA = INTENSITE × PROBABILITE

l'intensité d'un phénomène

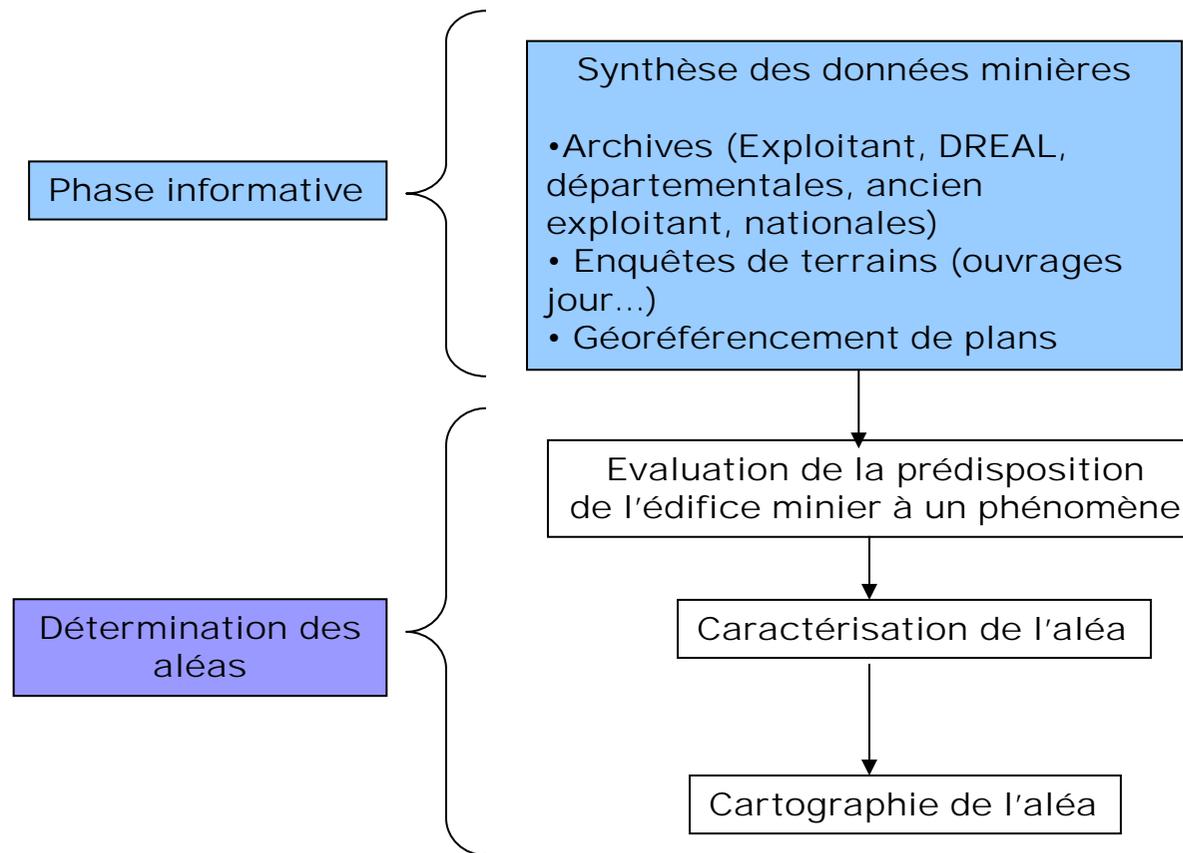
hiérarchisée selon l'importance des dégâts prévisibles : le volume mobilisable, la vitesse d'apparition sont entre autres des critères permettant de qualifier l'intensité

sa probabilité d'occurrence, ou sa prédisposition

prédisposition d'un site à être affecté (présence d'évènements passés et comparaison à d'autres configurations ou bassins de risque similaires)

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

Démarche adoptée



L'étude et la carte des aléas localisent et hiérarchisent les zones exposées à des phénomènes potentiels redoutés. Les aléas sont classés selon plusieurs niveaux, en tenant compte de la nature des phénomènes, de leur prédisposition d'occurrence et de leur intensité.

L'étude d'aléas n'intègre pas la nature de l'occupation de la surface. Elle transcrit, de manière objective, le potentiel de dangers ou de nuisances que l'ancienne exploitation minière est susceptible d'engendrer, à terme, dans le secteur d'étude.

Phasage des études sur le Bassin de Provence

- 2008-2010 : Etude préliminaire des aléas (étude validée par une expertise internationale)

Rapport GEODERIS S2010/37DE-10PAC2210

- 2011-2015 : Etude détaillée de l'aléa « affaissement » (étude validée par un comité d'experts nationaux)

- 2011-2013 : Etude pilote : communes de Trets et Bouilladisse puis Gardanne, Mimet, Greasque, Belcondene, Peypin, Fuveau, Saint-Savournin, Cadolive
- 2013-2015 : Révision aléa sur l'ensemble des communes du bassin

Rapport GEODERIS S2015/068DE-15PAC36040

- 2014-2015 : Etude détaillée de l'aléa « inondation »

Rapport GEODERIS S2015/075DE-15PAC36040

- 2015-2016 : Investigations complémentaires en zones d'aléa « effondrement localisé »

Rapport GEODERIS N2016/006DE-16NAT23060

- 2016 : Mise à jour des aléas sur l'ensemble des communes du bassin

Rapport GEODERIS N2016/004DE-16PAC22070

Phasage des études sur les communes d'Aubagne, Roquevaire et Gemenos

- 2007-2008 : Etude des aléas « mouvements de terrain » de la concession de Bassan (commune de Roquevaire)
Rapport GEODERIS S2008/25DE-08PAC2220
- 2008-2009 : Etude des aléas « mouvements de terrain » de la concession de La Beaumone (commune de Gemenos)
Rapport GEODERIS S2009/055DE-09PAC2230
- 2015-2016 : Etude détaillée et mise à jour des aléas sur l'ensemble des 3 communes
Rapport GEODERIS S2016/021DE-16PAC22020

Phase informative

Données pour la réalisation des études

Sur le bassin de Provence

- Etude préliminaire des aléas réalisées sur la base des fichiers de données CdF ;
- Etude détaillée des aléas à partir :
 - des données sources disponibles collectées auprès du fond d'archives de CdF, des archives de la DREAL, du BRGM, des Archives Départementales et Nationales. Au total ~ 800 dossiers consultés (300 plans, PV de visites, etc.).
 - de visites et levés sur sites (ODJ, Terrils, Désordres, etc.) ;
 - d'investigations complémentaires locales en zones d'aléa « effondrement localisé » par sondages.

Sur les concessions du sud

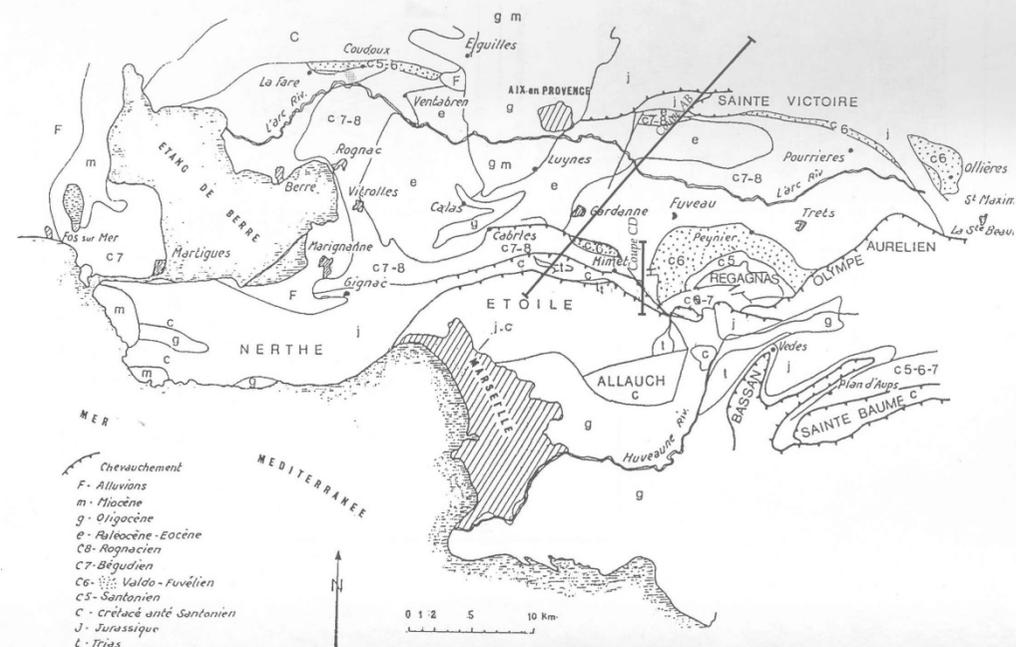
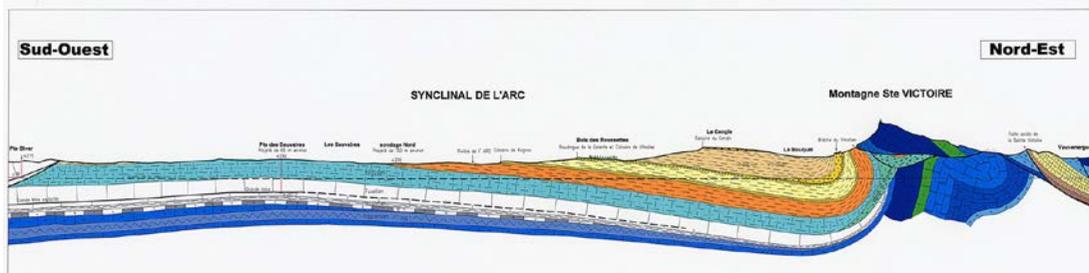
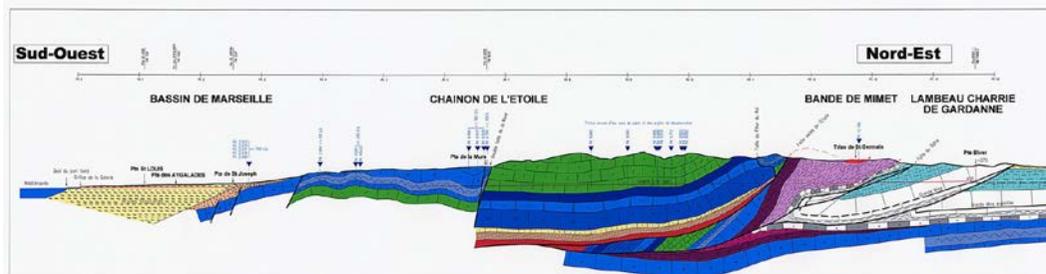
Etudes détaillées réalisées à partir :

- des archives disponibles collectées des archives de la DREAL, du BRGM, des Archives Départementales et Nationales ;
- de visites et levés sur sites

Géologie et Gîtologie

Les couches de lignite du Bassin de Provence appartiennent aux séries sédimentaires du Bassin de l'Arc datant du Crétacé supérieur (environ 80 million d'années). Elles sont interstratifiées au cœur des calcaires du Fuvélien. Les couches sédimentaires sont globalement tabulaires (pendage 5 à 10° vers le sud et l'ouest) localement redressées le long de chevauchements (pendage 20 à 30° vers le sud-ouest).

Les bandes lignitifères des concessions du sud du Bassin de Provence appartiennent, pour les concessions de Bassan et Gemenos aux mêmes séries sédimentaires argilo-calcaires du Crétacé supérieur où les couches répertoriées dans des écailles sont redressées (pendage 60° sud). Pour les deux autres concessions, les couches sont localisées au sein des formations détritiques à dominante argileuse plus récentes de l'Oligocène (entre 30 et 35 Millions d'années : Stampien – concession de Garlaban et Rupélien – concession de La Beaumone) au pendage plus ou moins marqué (30 à 45° sud-ouest pour la Beaumone)



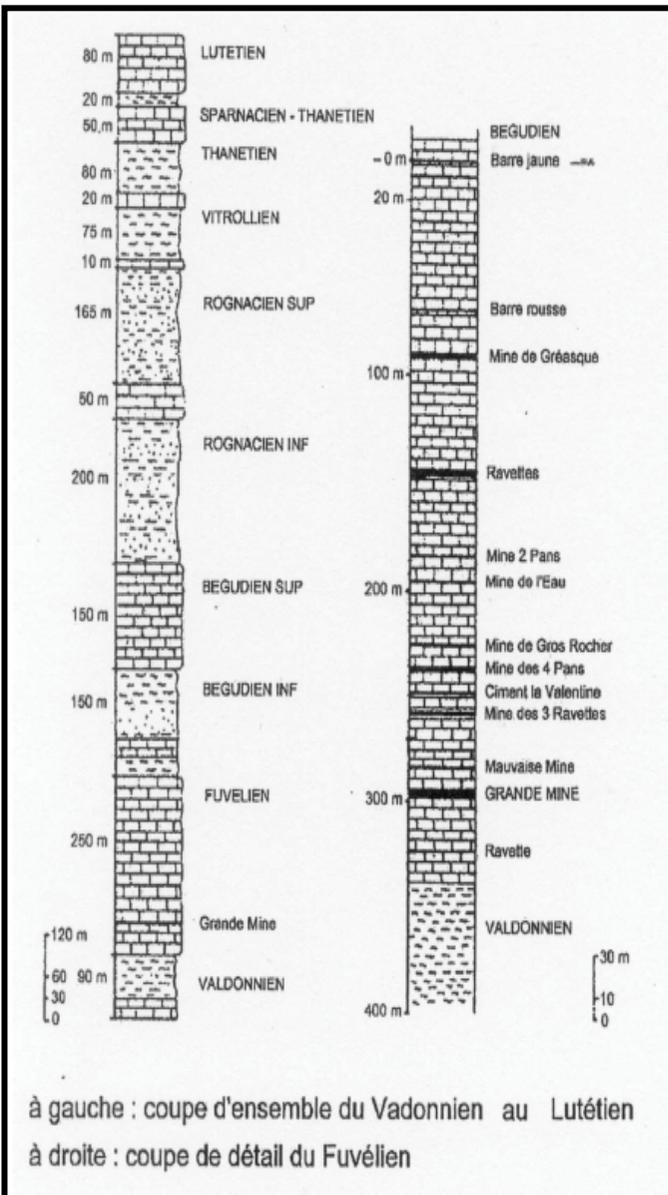
Géologie et Gîtologie

| Nom de la couche | Espace entre les couches | Epaisseur moyenne |
|--|--|---|
| « Mine de Fuveau » ou « Mine de Gréasque » | 140 à 200 m au-dessus de Grande Mine (70 à 90 m sous la barre jaune marquant la limite entre le Fuvélien et le Bégudien) | 0,90 m |
| « Mine des Deux Pans » | 70 à 120 m au-dessus de Grande Mine (10 à 15 m au-dessus de Mine de l'eau) | 0,40 m |
| « Mine de l'eau » | 65 à 100 m au-dessus de Grande Mine (15 à 30 m au-dessus de Gros Rocher) | 0,65 m |
| « Mine du Gros Rocher » | 50 à 70 m au-dessus de Grande Mine (8 à 10 m au-dessus de 4 Pans) | 0,80 m à 1,15 m dont 0,40 m de calcaire |
| « Mine des Quatre Pans » | 40 à 60 m au-dessus de Grande Mine | 0,80 m à 1,55 m |
| « Mauvaise Mine » | 7 à 10 m au-dessus de Grande Mine | 0,80 m à 1,30 m |
| « Grande Mine » | Prise comme référence | 1,80 m à 3,50 m (gisement en place) et 4,20 m à 5,30 m (dans Lambeau Charrié) |

Bassin de Provence : 7 couches (ou mines) exploitées dont la principale fut la couche Grande Mine

Sud bassin de Provence : travaux de recherche ou d'exploitation d'une couche (couche Grande Mine pour concessions Bassan et Gemenos et couche lignite Oligocène pour La Beaumone et Le Garlaban)

NB : sur le bassin de Provence le mur de la couche dite « ciment la Valentine » intercalée entre les couches de lignite a été localement exploitée en carrière souterraine pour « Pierre à ciment » (vides créés de 2,5 à 4 m de puissance entre 0 et 100 m de profondeur)

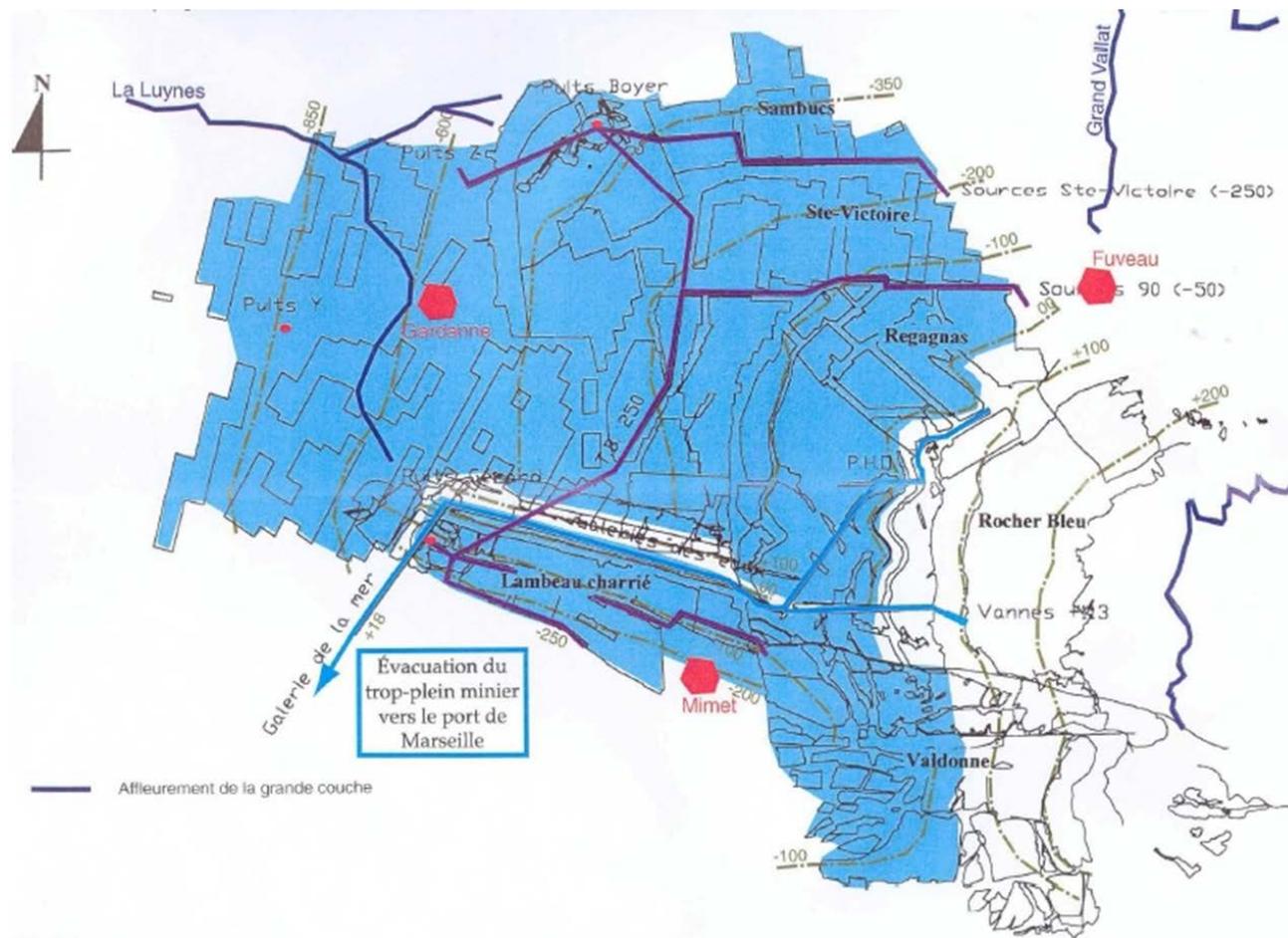


Coupe du Bassin de l'Arc

Hydrogéologie minière du bassin de Provence

Un réservoir de plus de 40 millions de m³ dont la cote de débordement est prévue par la galerie de la Mer (14,6 km de long) à + 18 m NGF au niveau du puits Gérard. Le débit de transit moyen est de 700 m³/h. En 2010, atteinte de la cote – 50 m NGF et maintien à celle-ci par pompage au puits Gérard. Le rejet des eaux pompées est assuré au large du port de Marseille (environ 300 m) par des conduites en PEHD équipant la galerie de la Mer depuis le puits Gérard.

Par ailleurs, le régime des autres exutoires de sub-surface qui collectent actuellement une partie des eaux d'infiltration n'est pas modifié



Ouvrages débouchant au jour

Environ 1000 ouvrages débouchant au jour (ODJ) recensés de type puits, galeries et surtout descenderies. Les 3/4 sont des descenderies sur affleurements dont plus de 200 étaient déjà abandonnées en 1805. On dénombre une soixantaine de puits d'exploitation (premier puits foncé en 1820).

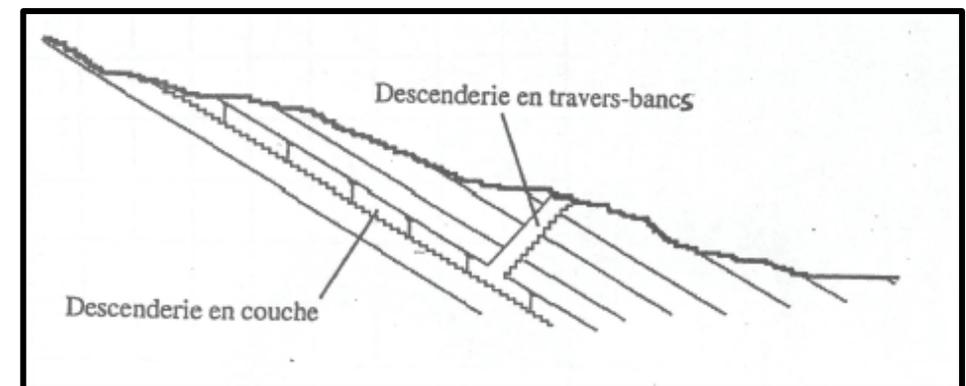
La plupart des ouvrages ne sont plus visibles. L'ensemble des ODJ sont fermés ou mis en sécurité



Puits Z



Descenderie remblayée, restaurée

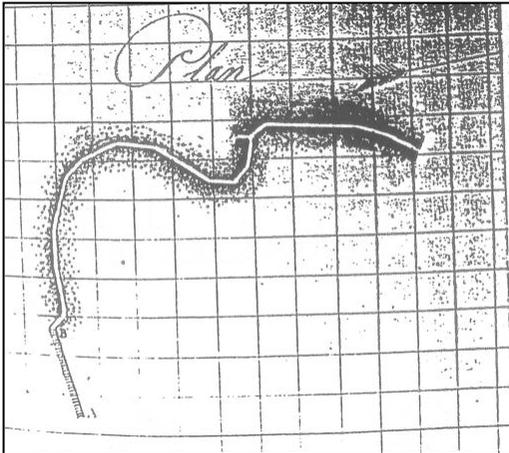


Des méthodes d'exploitation très variées

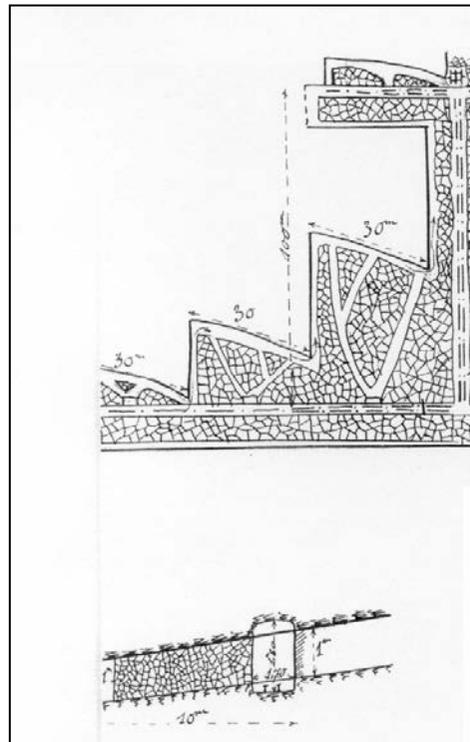
Exploitation depuis la surface jusqu'à plus de 1000 m de profondeur (puits Yvon Morandat 1100 m)

Exploitation « artisanales » anciennes (< 1850) à faible profondeur (< 100 m)

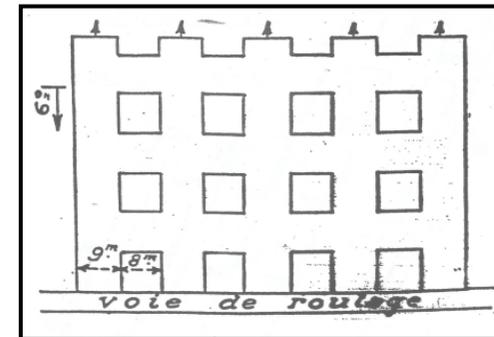
Exploitation par chambres et piliers abandonnés à moyenne profondeur (entre 100 m et 600 m)



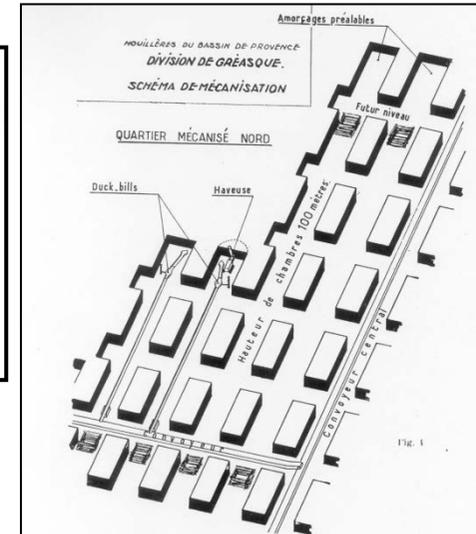
Galleries filantes



En arêtes de poissons (remblayé)



Première méthode
Chambres et piliers abandonnés



Chambres et piliers abandonnés
mécanisés

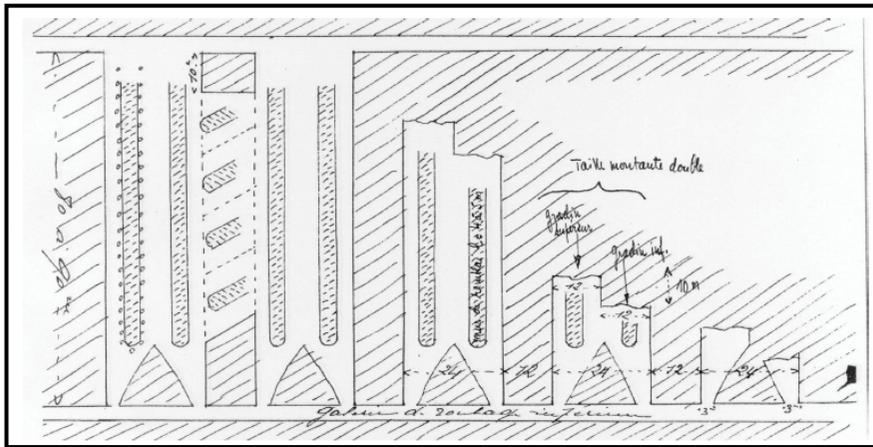
N.B : Au-delà de 300 m de profondeur convergence des piliers atteinte



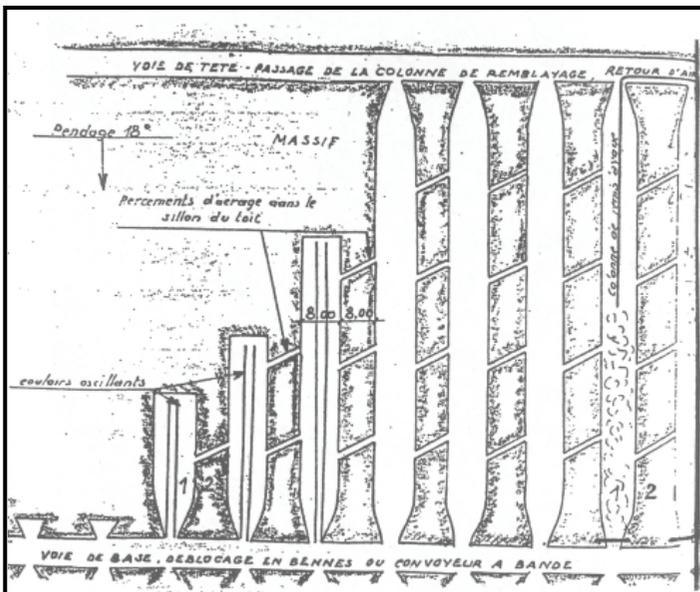
Pilier ruiné quartier profond du puits Hely d'Oisel

Des méthodes d'exploitation très variées

Exploitation par tailles remblayées à moyenne profondeur (entre 100 m et 600 m)

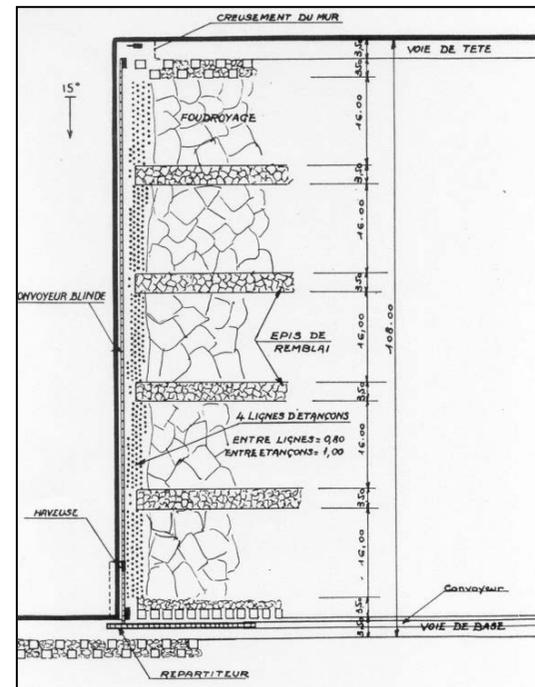
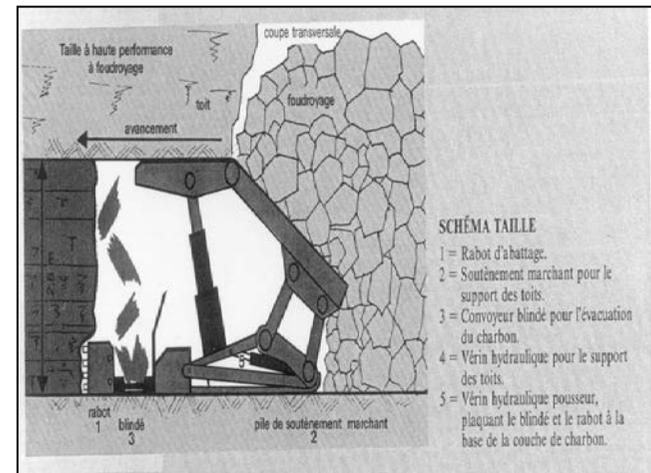


Courtes tailles remblayées (par rangles et bourrages)



Chambres américaines (exploitation du Lambeau Charrié)

Exploitation par longues tailles foudroyées à grande profondeur (> 600 m)



Longues tailles foudroyées (en profondeur)

Désordres

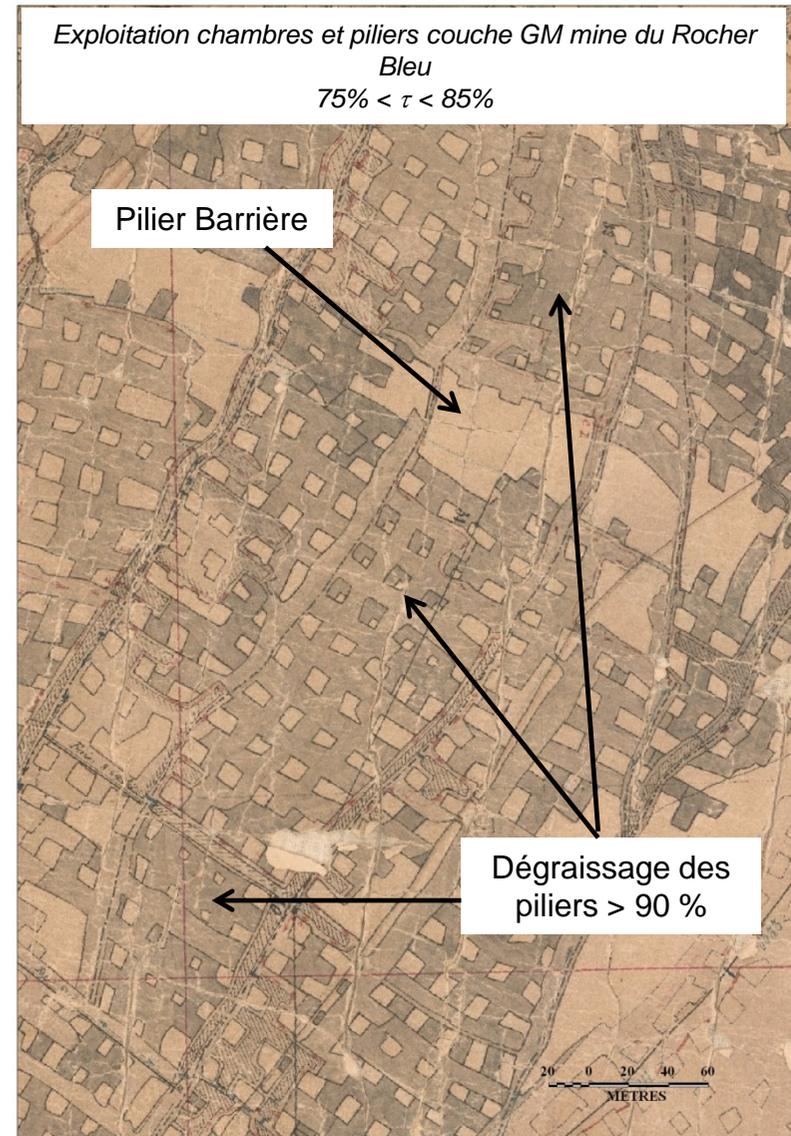
Les désordres de surface recensés sur le bassin de Provence sont peu nombreux :

Pendant l'exploitation :

- 1879 : Effondrement du Rocher Bleu : il s'agirait d'un effondrement qui a affecté l'exploitation en couche Grande Mine. Il a été ressenti à l'époque en surface jusqu'à Gardanne (à une petite dizaine de kilomètres), a entraîné la ruine d'un bâtiment à Gréasque et s'est traduit en surface par un affaissement à manifestations cassantes (ouverture d'une grande fente le long de l'affaissement). Il aurait été consécutif à un essai de dégraissage de quelques piliers portant le défruitement dans le quartier considéré à 90 % et plus ;
- Affaissements de surface provoqués et phénomènes dynamiques liés à l'exploitation totale du gisement par longues tailles.

Post exploitation :

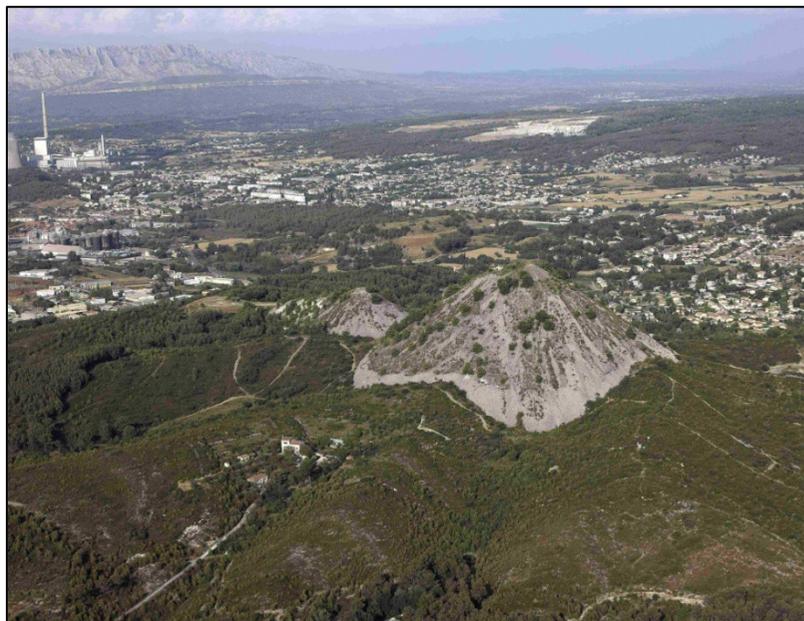
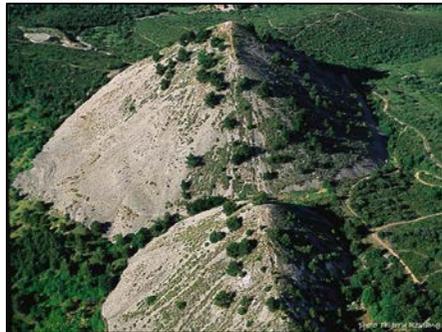
- Un phénomène de glissement sur le teruil du Grappon ;
- Un effondrement localisé sur la galerie de trainage de Valdonne ;
- Quelques effondrements localisés observés sur des têtes de descenderies sur La Bouilladisse et sur puits et travaux de la Beaumone ;
- Un mouvement de terrain avec des manifestations cassantes (désordres du puits L'Huillier, 1974), probablement lié à l'exploitation en couche Grande Mine, avec ouverture de crevasses.



Dépôts de surface

34 terrils inventoriés, de 1000 m² à 32 ha.
7 ont fait l'objet d'études spécifiques par CdF

Aucun terril sur les 4 concessions du sud du Bassin de Provence. Seuls quelques minces dépôts terreux noirs



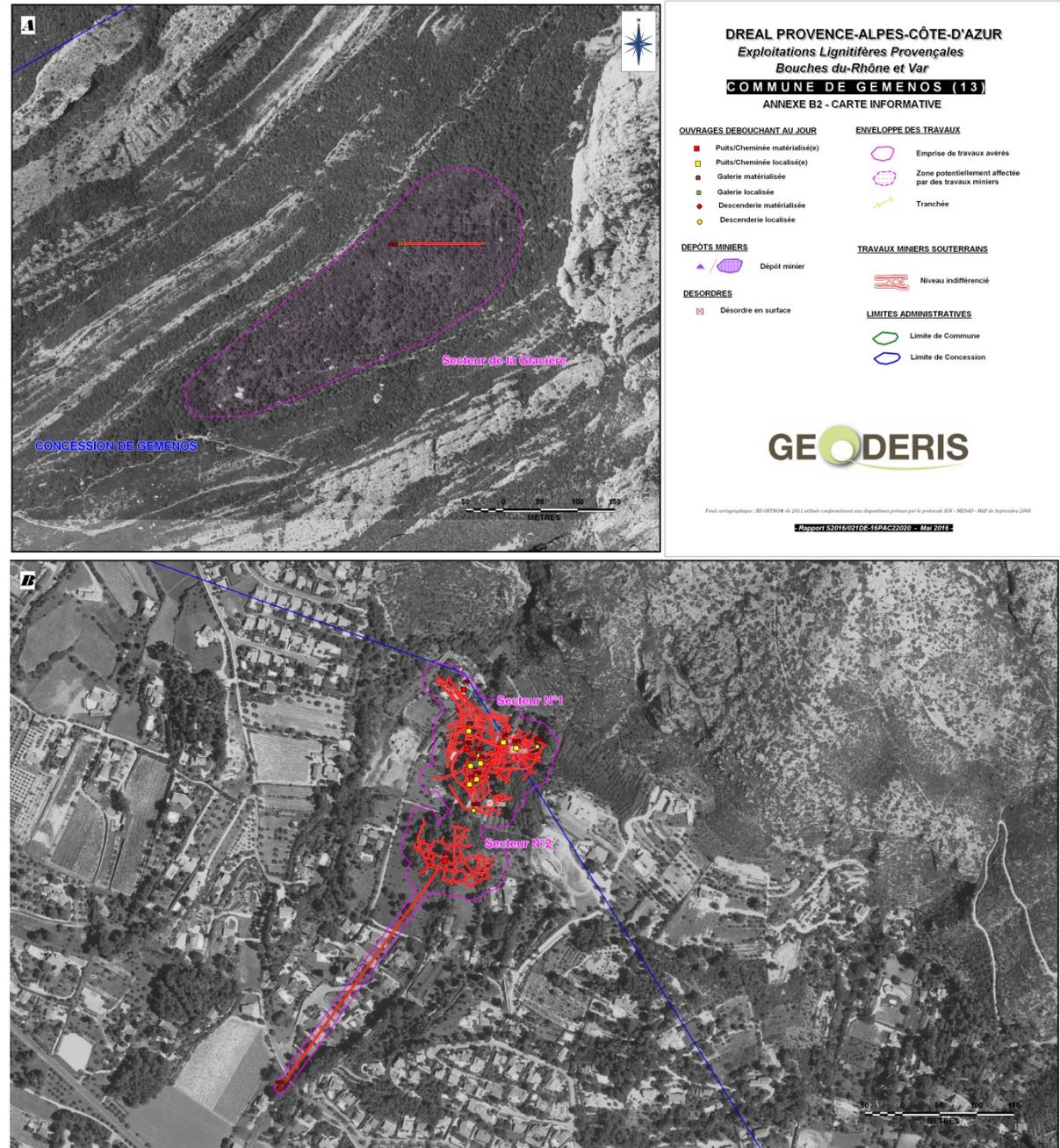
Les Molx

| Communes | Concession | Désignation du terril | Superficie ou volume | Commentaires |
|-----------------------------|------------|----------------------------------|----------------------------------|--|
| Meyreuil | C2 | Défens | 32ha | A fait l'objet d'études détaillées |
| Meyreuil | | Grappon | 8,5ha | A fait l'objet d'études détaillées |
| Meyreuil | | Carreau de Meyreuil | Faible importance | - |
| Fuveau – Gréasque | C3 | Madame d'André | 13,5ha | A fait l'objet d'études détaillées |
| Gréasque | | PHO | 2,64 ha pour 0,1 Mm ³ | Il constitue en partie la plate-forme de Pho |
| Gardanne | | Sauvaires | 35 ha | A fait l'objet d'études détaillées |
| Fuveau | | Bramefan | 78,8 ha | A fait l'objet d'études détaillées |
| Gréasque | | Près neufs | - | Reconverti en zone industrielle |
| Gardanne | | Félicie | 1,8 ha | Carreau du puits de la Félicie |
| Gardanne | | Saint Pierre | 14 ha | A fait l'objet d'études détaillées |
| Gardanne, Simiane | C4 | Molx | 13 ha | A fait l'objet d'études détaillées |
| Mimet | | Terril du puits Gérard | 0,4 ha | - |
| Gardanne | | Terril du puits Biver | 1,1 ha | - |
| Gardanne | | Dépôt entrée galerie St Pierre | - | - |
| Cadolive | C8 | Pâté | 69 000 m ² | Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé |
| Cadolive, Saint Savourmin | | Terril du puits Léonie | 75 000 m ² | Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé |
| Cadolive | | Notre Dame n°1 | 1 000 m ² | Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé |
| Cadolive | | Notre Dame n°2 | 12 000 m ² | Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé |
| Cadolive, Peypin | | Rouvières | 30 000 m ² | Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé |
| Peypin | | Doria | 1 500 m ² | Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé |
| Peypin | | Lecas | 1 700 m ² | Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé |
| Peypin | | Cerveau | 2 300 m ² | Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé |
| Peypin | | Armand | 3 000 m ² | Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé |
| Peypin | | Baume de Marron | 3 000 m ² | Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé |
| Peypin | C9 | Les deux terrils du Puits Armand | 640 000 m ³ | - |
| Cadolive et Saint Savourmin | | Terril du puits Germain | 500 000 m ³ | Ce terril a subi une combustion totale |
| Gréasque et Belcodène | C10 | Terrils de faibles importances | Quelques ares | Ils sont constitués de remblais, pierres de mine et de fines de charbon. Hors code minier |
| Trets | C11 | Un terril | - | A proximité du plan incliné Sainte Barbe, parcelle BY117, propriété des HBCM. Le terril est stabilisé, entièrement recouvert de végétation |
| La Bouilladisse | C12 | Présence d'anciens terrils | De faible importance | Zone de Pinchinier. Totalement envahis par la végétation, devenus invisibles. Ils se situent sur des propriétés privés |
| Fuveau | C14 | Terril de l'Huillier | 1,8ha | Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé |
| Fuveau | | Terril du puits n°12 | 0,2ha | Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé |
| Fuveau | | Terril de la RN06 | 0,2ha | Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé |
| Fuveau | | Terril du puits 14 | 0,8ha | Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé |
| Fuveau | | Terril du puits 15 | 0,04ha | Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé |

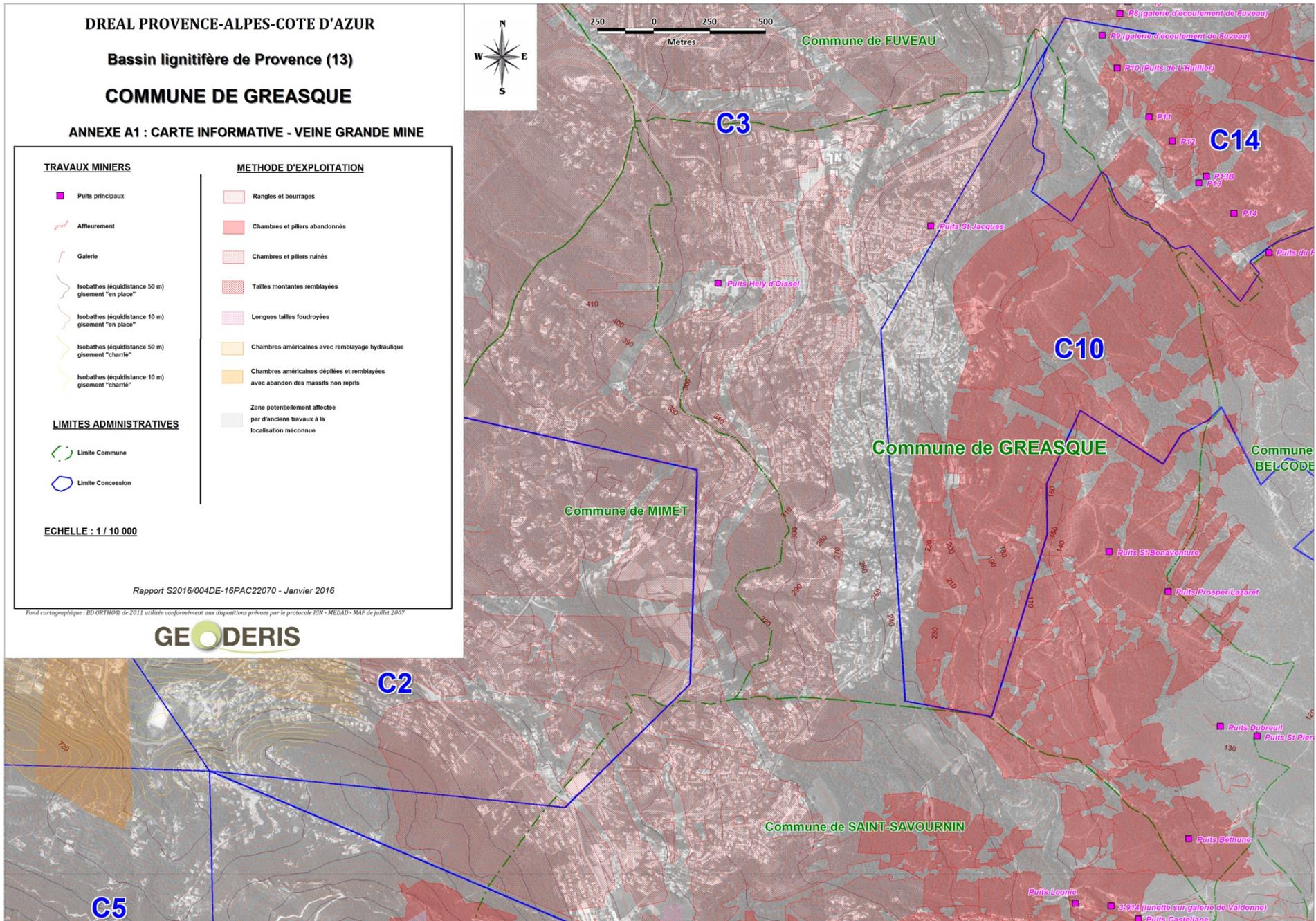
Cartographie informative

1. Scan des plans des travaux du fond (plusieurs générations, échelles, etc...)
2. Géoréférencement des plans en RGF 93.
3. Calque ou digitalisation des plans pour reconstitution d'un plan unique
4. Définition des secteurs homogènes d'exploitation
5. Cartographie de l'ensemble des éléments informatifs

L'ensemble est intégré dans un Système d'Information Géographique (SIG) sous le logiciel MapInfo®



Cartographie informative



Phase d'évaluation des aléas

Phénomènes et mécanismes retenus

Parmi la liste des phénomènes à envisager, les mécanismes retenus sur les secteurs d'étude sont :

- en rouge : retenus pour évaluation des aléas
 - en vert : écartés
 - en bleu : non étudiés (méthodologie en cours d'élaboration)
-
- **Mouvements de terrain**
 - Effondrement localisé (fontis, rupture de tête de puits, rupture de piliers...)
 - Affaissement progressif
 - Effondrement brutal
 - Tassements
 - Glissements ou mouvements de pente
 - Coulées
 - Eroulements rocheux

 - **Echauffement**
 - Auto-échauffement sur terril

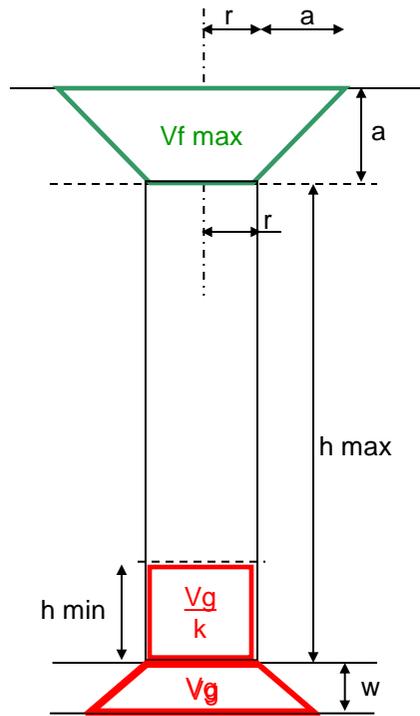
 - **Effets de l'ennoyage**
 - Modification du régime des émergences
 - Modification du régime des cours d'eau
 - Apparition de zones détrempées ou de marécages
 - Inondations des sous-sols et points bas
 - Inondations « brutales »

 - **Pollution des eaux et des sols**

 - **Émanation de gaz dangereux**
 - Grisou / CO₂ / Radon

L'effondrement localisé

Effondrement localisé : Le fontis



- 1 – Chute de bloc
Montée de voûte
- 2 – Cheminée de remontée
- 3 – Cratère en surface

k : coefficient de foisonnement

Figure 1 : Modélisation de la formation d'un fontis



Commune de Thil Fontis de 1946



Vue du fontis depuis le fond

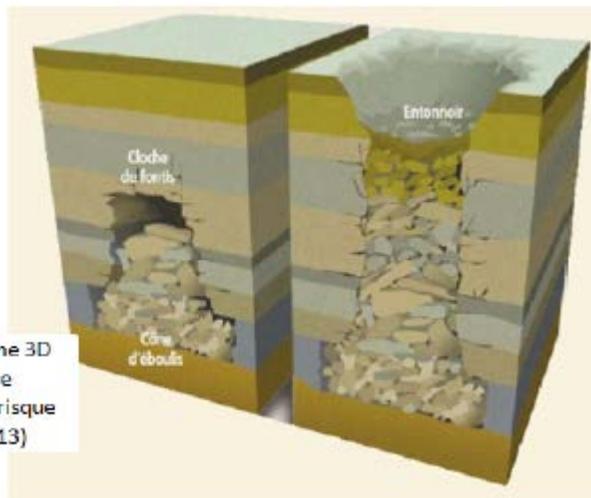
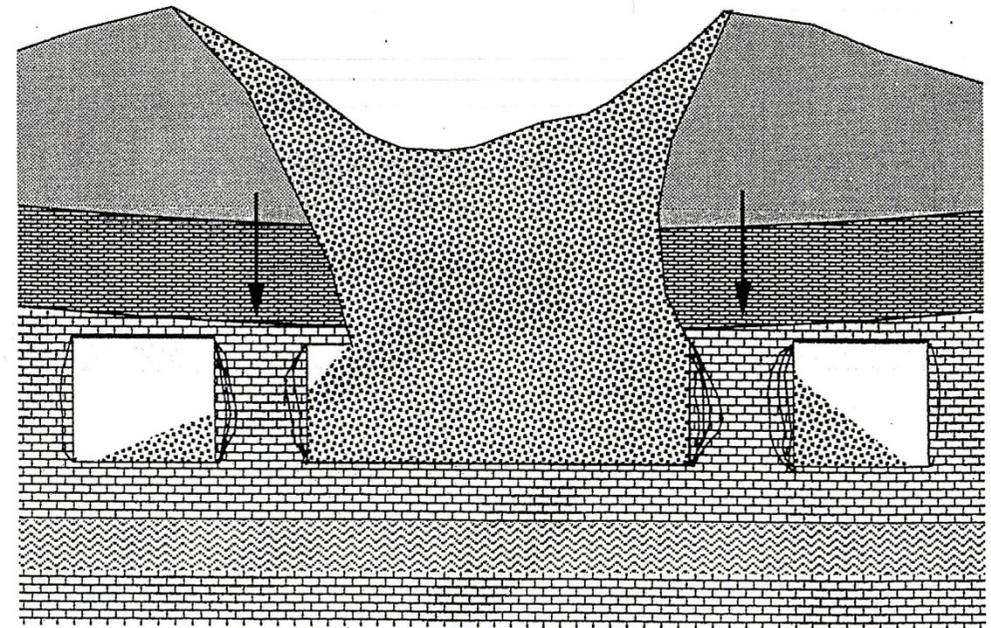
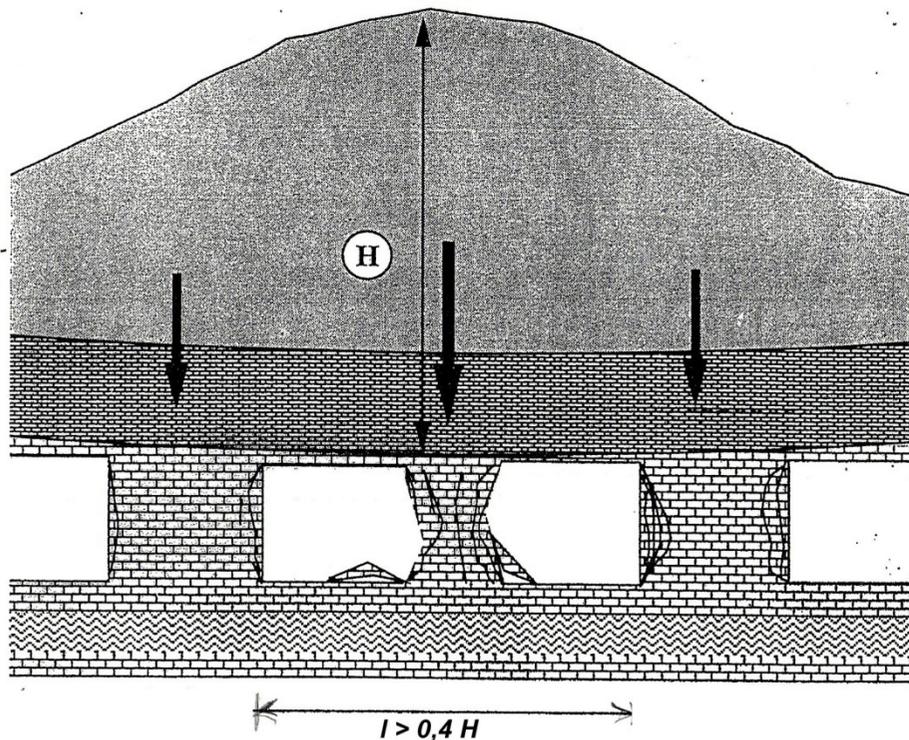


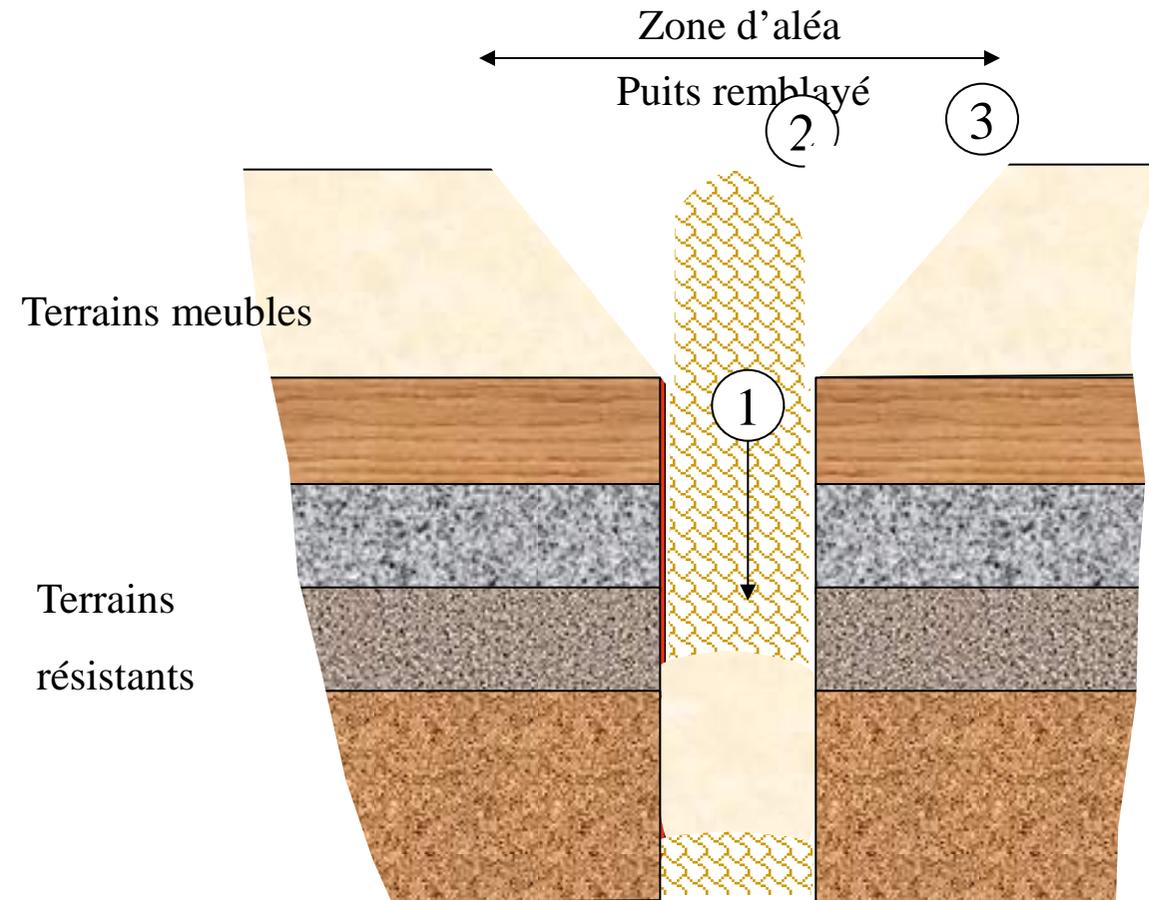
Diagramme 3D
(source
plaquette risque
minier 13)

Effondrement localisé : Rupture d'un pilier

- ❑ Exploitation en plateure ou faiblement pentée
- ❑ Stabilité générale de l'exploitation
- ❑ 1 ou quelques piliers instables [dimension, fracturation, surcharge locale]
 - Rupture du pilier → éboulement du toit (toit peu résistant)
 - Fontis en surface si $l > 0,4 H$ (calcaire)



Effondrement localisé sur puits



- 1 Débourrage du puits
- 2 Rupture du cuvelage
- 3 Rupture tête de puits fontis



Evaluation des aléas

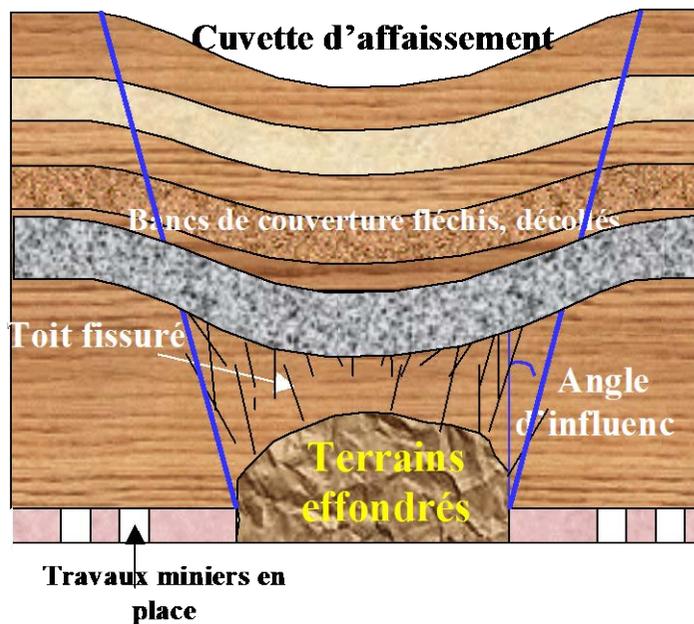
| Site minier | Mécanisme | Configuration | Niveau prédisposition | Niveau d'intensité | Niveau d'aléa | Modalités de la cartographie or incertitude fond cartographique (ici 3 m pour BD Ortho® IGN) | |
|---|---|---|---|-----------------------------|---|---|-------|
| Bassin de Provence | Fontis | Travaux avérés ou suspectés à moins de 50 m de profondeur ou galeries inférieures à 20 m de profondeur | Peu sensible | Modérée (3m < Ø < 10m) | Faible | Emprise travaux avérés ou suspectés + extension latérale de 3 m + Incertitude 10 m pour les travaux avérés et 20 m pour les travaux suspectés | |
| | Débourrage ou rupture tête de puits | Puits remblayés ou dallés dont le rayon inférieur à 2 m | Peu sensible | | Faible | Rayon du puits + extension latérale de 3 m + Incertitude de positionnement des puits « levés » (5 m) ou « non visibles » (10 m) | |
| | | Puits non traités et ouverts dont le rayon est inférieur à 2 m ou remblayés ou dallés et d'un rayon supérieur à 2 m | Sensible | | Moyen | | |
| | Débourrage ou rupture tête de descenderie | Descenderies traitées | Peu sensible | | Faible | Rayon forfaitaire 15 m autour de l'entrée Incertitude de positionnement des descenderies « levées » (5 m) ou « non levées » (10m) | |
| | | Descenderies non traitées | Sensible | | Moyen | | |
| | La Beaumone | Fontis | Galeries isolées jusqu'à 20 m de profondeur | | Sensible | Modérée (3m < Ø < 10m) | Moyen |
| Galeries isolées de 20 à 35 m de profondeur | | | Peu sensible | Faible | | | |
| Travaux à moins de 35 m de profondeur | | | Peu sensible | Faible | | | |
| Débourrage ou rupture tête de puits | | Puits remblayés sans précision | Sensible | Moyen | Rayon du puits + extension latérale de 3 m + Incertitude de positionnement des puits « levés » (3 m) ou « non visibles » (15 m) | | |
| | | Puits maçonné ouvert et entretenu et bures débouchants ? | Très peu sensible | Faible | | | |
| | | | | | | | |
| Bassan | Fontis | Travaux avérés ou suspectés à moins de 30 m de profondeur | Sensible | Limitée à modérée (Ø < 10m) | Moyen | Emprise de la zone potentiellement affectée par des travaux miniers définies autour des désordres connus | |
| Le Garlaban | Fontis | Travaux suspectés à moins de 20 m de profondeur | Peu sensible | Limitée (Ø < 3m) | Faible | Emprise de la zone potentiellement affectée par travaux miniers | |
| | Débourrage ou rupture tête de puits | Puits de recherche | Sensible | Limitée à modérée (Ø < 10m) | Moyen | Rayon forfaitaire 50 m en l'absence de localisation précise de l'ouvrage | |
| Gemenos | Fontis | Travaux suspectés à moins de 35 à 40 m de profondeur | Très peu sensible | Limitée (Ø < 3m) | Faible | Emprise de la zone potentiellement affectée par des travaux miniers définie autour des ODJ connus | |

L'affaissement

Affaissement progressif : Définition

L'affaissement se manifeste par un réajustement des terrains de surface induit par la rupture de quartiers miniers souterrains. Ce type de manifestation concerne souvent les exploitations menées à grande profondeur et sur des extensions horizontales importantes.

Les désordres en surface, généralement lents et progressifs, prennent la forme d'une dépression topographique qui présente une allure de cuvette, sans rupture cassante importante.



Phénoménologie d'affaissements retenu sur le Bassin de Provence (d'après INERIS, 2010)

Exploitation zones profondes
 $H > 250$ m

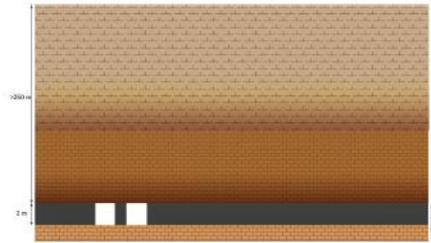


Figure 4a

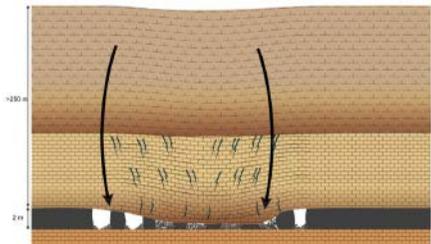


Figure 4b

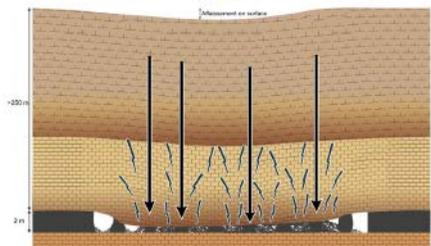


Figure 4c

- Méthode d'exploitation par longues tailles foudroyées, ou
- Méthode d'exploitation par chambres et piliers : ruine des piliers à l'avancement systématique et progressive par contrainte trop importante

AFFAISSEMENT A CARACTERE SOUPLE

Exploitation zones
 $100 \text{ m} < H < 250 \text{ m}$

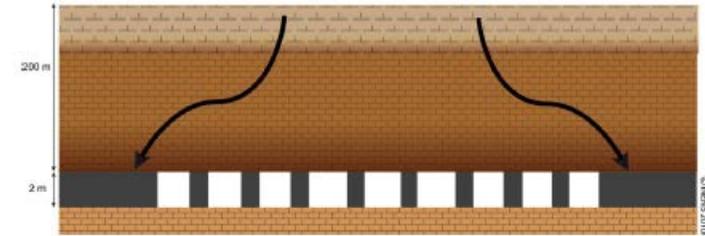


Figure 5a

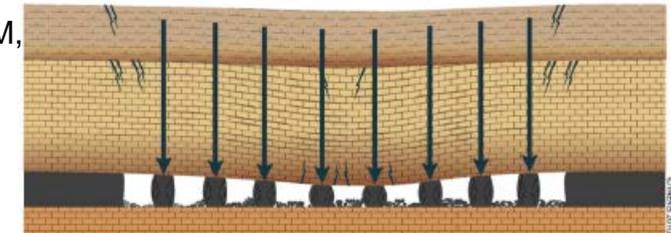


Figure 5b

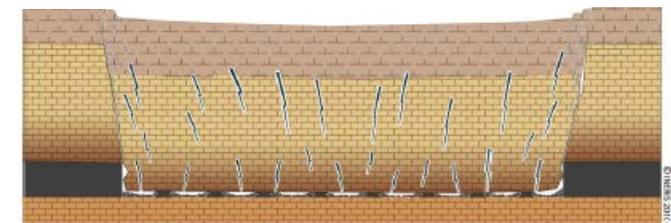


Figure 5c

PHO

RB, Vald., CL, LC, BdM,
La Bouill. et Trets

Vald., CL, LC
(> 100 m), BdM,
La Bouill.
et Trets

RB
LC (< 100 m)

Scénario
« souple »

Scénario
« cassant »

- Méthode d'exploitation par chambres et piliers abandonnés
- Etat d'équilibre
 - Déformation des piliers
 - Effet poutre du toit raide avec report de contraintes sur les bords fermes
 - Décharge des piliers
- Instabilité par ruine du toit lié à l'affaiblissement des piliers
- Pente d'affaissement abrupte et discontinu

AFFAISSEMENT A CARACTERE CASSANT

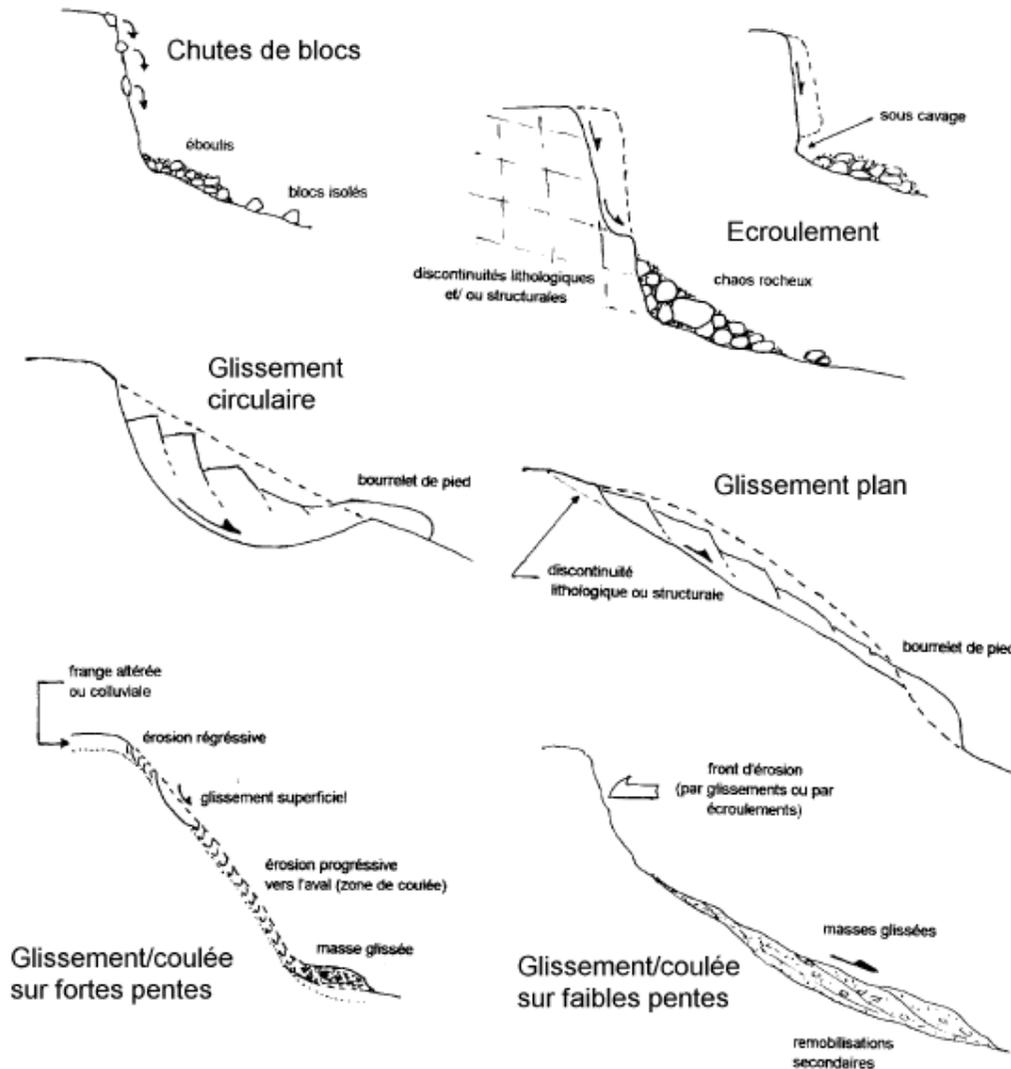
Evaluation des aléas

Aléa affaissement uniquement retenu sur le bassin de Provence

| Mécanisme | Configuration | Niveau prédisposition | Niveau d'intensité | Niveau d'aléa | Modalités de la cartographie or incertitude fond cartographique (ici 3 m pour BD Ortho® IGN) |
|--------------------------------|---|-----------------------|---|--|--|
| A caractère « cassant » | <ul style="list-style-type: none"> - Profondeur inférieur à 300 m et - Exploitation par chambres et piliers et - Toit non faillé à l'échelle du panneau et - Pas d'exploitation d'une couche sus-jacente couvrant l'ensemble du panneau et - Largeur L du panneau supérieure à 0,7 fois la profondeur H, soit $L > 0,7H$ et - Taux de défrètement supérieur à 50% | Peu sensible | Elevée | Moyen | Projection verticale des travaux avec un angle d'influence de 10° Incertitude position des exploitations 10 m |
| A caractère « souple » | <ul style="list-style-type: none"> - Largeur L du panneau supérieure à 0,4 fois la profondeur H et - Taux de défrètement supérieur à 20% et - Pente de cuvette supérieure à 0,2% | Peu sensible | Très limitée (0,2% < Pm < 0,8%) Limitée 0,8% < Pm < 3% Modérée 3% < Pm < 6% Elevée Pm > 6% | Faible à intensité très limitée Faible Faible Moyen | Projection verticale des travaux avec un angle d'influence de 35° si Begudien affleurant et 20° si Fuvélien affleurant Incertitude position des exploitations 10 m |

Mouvements de pente et tassement

Les mouvements de pente et le tassement



TASSEMENT

- sous l'effet d'une surcharge, compaction des terrains meubles constituant les dépôts

MOUVEMENTS DE PENTE

Sur terrils ou fronts de mine à ciel ouvert.
Plusieurs types de mécanismes :

- Glissement superficiel
- Glissement profond (circulaire, plan)
- Coulée
- Chute de blocs
- Ecoulement rocheux

Evaluation des aléas

| Site Minier | Phénomène | Mécanisme | Configuration | Niveau prédisposition | Niveau d'intensité | Niveau d'aléa | Modalités de la cartographie or incertitude fond cartographique (ici 3 m pour BD Ortho® IGN) |
|---------------------------|------------|--------------------------|---|-------------------------|------------------------|---------------|--|
| Bassin de Provence | Glissement | Glissements superficiels | Ensemble des dépôts sauf carreau Meyreuil, Près Neufs | Peu sensible à sensible | Très limitée à limitée | Faible | Talus et marge en pieds de 15 à 25 m suivant terrils |
| | Tassement | | Tous dépôts | Peu sensible | Limitée | Faible | Emprise dépôt |
| Bassan | Tassement | | Travaux avérés ou suspectés à moins de 50 m de profondeur | Peu sensible à sensible | Limitée | Faible | Emprise de la zone potentiellement affectée par des travaux miniers définies autour des désordres connus |

Echauffement

Echauffement : Définition

Il s'agit d'échauffements (accidentels ou spontanés) de matière organique persistant au sein d'ouvrages de dépôt (verses ou terrils) qui peut initier la combustion du minerai charbonneux et générer des incendies. Le mécanisme est engendré par l'oxydation de la matière organique combustible. La combustion spontanée est due à une réaction exothermique comme l'oxydation de la pyrite ou un feu externe (type feu de broussailles).



Terril de Rochebelle (Alès – 30)

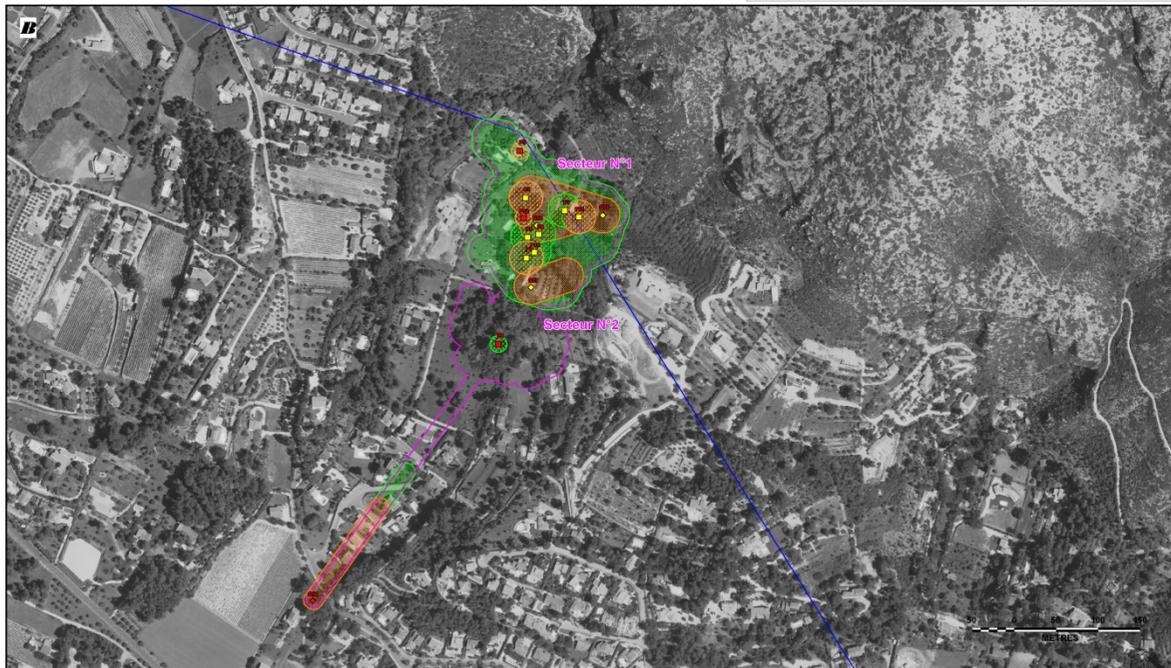
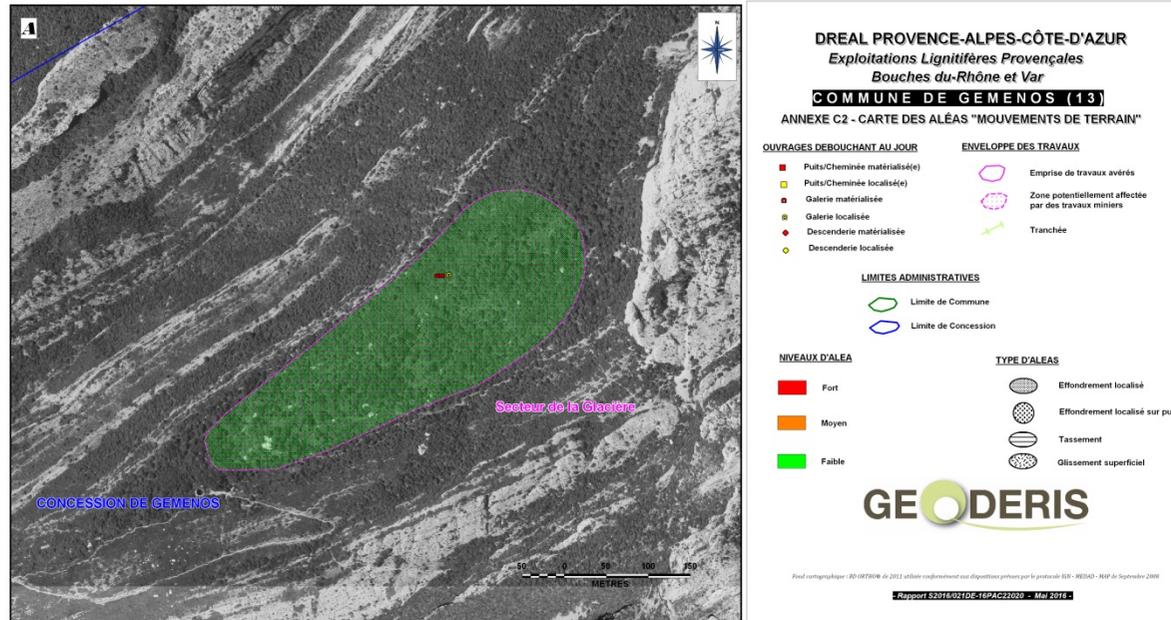
Evaluation des aléas

Aléa échauffement uniquement retenu sur le bassin de Provence

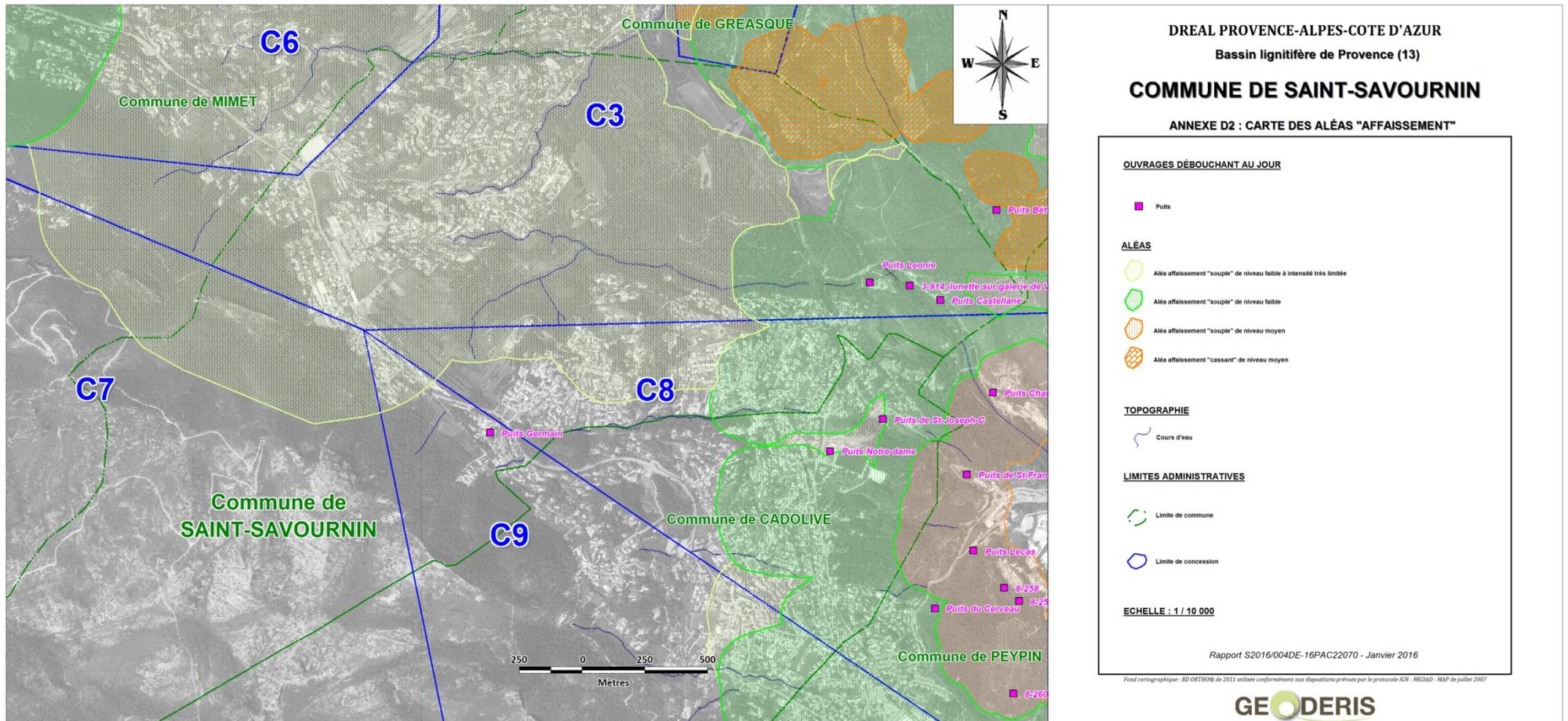
| Phénomène | Mécanisme | Configuration | Niveau prédisposition | Niveau d'intensité | Niveau d'aléa | Modalités de la cartographie or incertitude fond cartographique (ici 3 m pour BD Ortho® IGN) |
|-----------|-----------|--|-----------------------|--------------------|---------------|--|
| Incendie | | Dépôts en cours de combustion (Sauvaires et Défens) | Non qualifiée | Non qualifiée | Moyen | Emprise dépôt ou ligne d'affleurement (incertitude 20 m) |
| | | Dépôts ayant probablement brûlé | Non qualifiée | Non qualifiée | Faible | |
| | | Affleurements avec présence avérée ou suspectée de travaux | Non qualifiée | Non qualifiée | Faible | |

Cartographie des aléas

Exemple de cartographie des aléas « mouvements de terrain »



Exemple de cartographie de l'aléa « affaissement »



Conclusion

Bilan

Sur les 19 communes concernées par les 15 titres miniers du Bassin de Provence, 14 communes présentent des aléas. Les communes d'Allauch, Bouc-Bel-Air, La Destrousse, Rousset et Septème-les-Vallons, bien que sous-minées, ne sont pas concernées par de l'aléa.

Les 3 communes concernées par les 4 titres miniers sud provençaux présentent des aléas dont l'emprise des zones est de faible étendue.

Bilan par commune : Etendues en hectare des zones d'aléas par commune

| Commune | Affaissement | | | | | | Effondrement localise | | Tassement | Glissement | Echauffement | |
|-------------------|--------------|--------------|-------------|-------------------------------|--------|-------|-----------------------|-------|-----------|------------|--------------|-------|
| | cassant 2010 | cassant 2016 | souple 2010 | souple 2016 | | | Faible | Moyen | Faible | Faible | Faible | Moyen |
| | Moyen | | Faible | Faible intensité très limitée | Faible | Moyen | | | | | | |
| Belcodène | 254 | 47 | 306 | 243 | 58 | | 272 | 13 | 7 | 10 | 78 | |
| Cadolive | 105 | | 317 | 12 | 76 | 5 | 18 | 1 | 12 | 10 | 4 | |
| Fuveau | 133 | 125 | 631 | 351 | 137 | | 52 | 11 | 102 | 35 | 13 | |
| Gardanne | 104 | 37 | 443 | 171 | 118 | 52 | 138 | 26 | 58 | 22 | 65 | 37 |
| Greasque | 336 | 216 | 620 | 288 | 302 | | 46 | 14 | 15 | 14 | 12 | |
| La Bouilladisse | 35 | | 105 | 15 | 36 | 8 | 72 | 14 | 1 | 2 | 31 | |
| Marseille | | | | | | | | 4 | | | | |
| Meyreuil | | | | | | | | | 43 | 14 | | 32 |
| Mimet | 129 | 4 | 1093 | 564 | 353 | 9 | 44 | 3 | 1 | 1 | 13 | |
| Peynier | | | 1 | | | | 278 | 14 | 1 | 1 | 61 | |
| Peypin | 191 | 2 | 300 | 15 | 113 | 65 | 114 | 12 | 11 | 8 | 26 | |
| Simiane-Collongue | | | 84 | 24 | 47 | | | | 8 | 5 | | |
| Saint-Savournin | 72 | 11 | 514 | 259 | 87 | | 10 | 1 | 7 | 5 | 3 | |
| Trets | 37 | | 759 | 187 | 274 | | 293 | 8 | 6 | 6 | 61 | |
| Aubagne | | | | | | | 1 | | | | | |
| Gemenos | | | | | | | 9 | 2 | | | | |
| Roquevaire | | | | | | | 3 | 2 | 1 | | | |

MERCI DE VOTRE ATTENTION