

Antenne SUD  
40 Rue Pinville  
CS 40045  
34060 MONTPELLIER CEDEX 2  
Tél : +33 (0)4 11 75 72

## **Bassins lignitifères provençaux Commune de Gémenos (13)**

### **Synthèse de l'étude de risque lié au phénomène d'effondrement localisé**

**RAPPORT 2021/021DE – 21NAT23020**

Date : 04/02/2021



## Bassins lignitifères provençaux Commune de Gémenos (13)

### Synthèse de l'étude de risque lié au phénomène d'effondrement localisé

RAPPORT 2021/021DE – 21NAT23020

Diffusion :

Pôle Après-Mine Sud

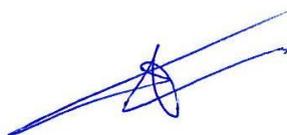
DREAL Provence-Alpes-Côte d'Azur

GEODERIS

Philippe CHOQUET  
Marie-Hélène BOUISSAC

Hubert FOMBONNE  
Emmanuelle BERILLE

Rafik HADADOU

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	T. DELAUNAY	O. LEFEBVRE	R. HADADOU
Visa			



## SOMMAIRE

1	Cadre et objectif .....	3
2	Rappel des conclusions de l'étude des aléas.....	5
3	Déroulement de l'étude.....	5
4	Description des sites et stratégie des reconnaissances (Phase 1).....	6
4.1	Description du site .....	6
4.2	Stratégie des reconnaissances .....	7
5	Résultats et interprétations (Phases 2 et 3) .....	8
5.1	Résultats des reconnaissances.....	8
5.2	Analyse de risques résiduels.....	10
6	Conclusion.....	11
7	Bibliographie.....	13

**Mots clés** : effondrement localisé ; aléa ; enjeux ; risque ; investigations ; La Baumone ; Gémenos ; Bouches-du-Rhône ; lignite



## 1 CADRE ET OBJECTIF

La présente étude porte sur les travaux miniers menés sur l'ancienne concession pour lignite de La Baumone, situé dans le département des Bouches-du-Rhône (13).

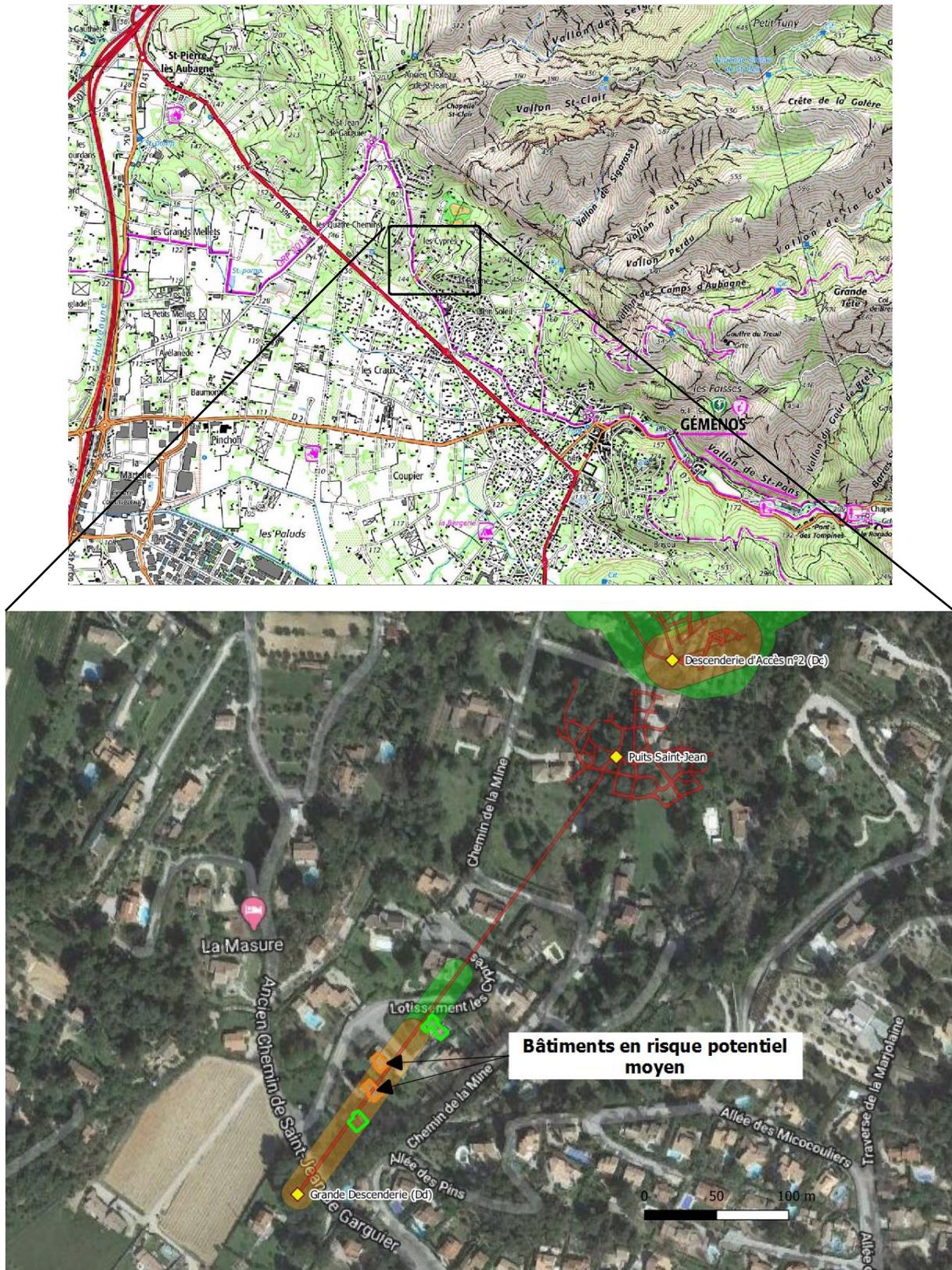
Cette concession, exploitée entre la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle et le début du XX<sup>ème</sup> siècle, a fait l'objet d'une étude des aléas liés à l'exploitation minière en 2009 (cf. [1]<sup>1</sup>). Cette étude a été reprise dans celle couvrant l'ensemble du bassin minier dont elle dépend en 2016 (cf. [2]). En ce qui concerne les travaux souterrains, le phénomène d'effondrement localisé a été retenu en aléa et évalué à des niveaux faible et moyen. Une partie des aléas de niveau moyen impacte des enjeux existants (essentiellement des habitations individuelles).

Dans le cadre du programme national de gestion du risque lié aux zones d'aléa « effondrement localisé », les sites concernés ont fait l'objet d'un inventaire des enjeux en 2012. Suite à cet inventaire, les sites ont été hiérarchisés en appliquant la méthodologie nationale mise en place par GEODERIS (cf. [3]). Cette méthodologie s'appuie principalement sur le critère Surface du fontis attendu (Sf) / Surface au sol du bâtiment (Sb) noté Sf/Sb, avec un seuil de vulnérabilité moyen fixé au-delà de 20% et une vulnérabilité forte au-delà d'un rapport de 35%. Le risque pour les personnes est plus élevé lorsque le bâtiment est de type collectif (R+2).

Ce classement a identifié la concession de La Baumone comme devant être étudiée dans le cadre d'une étude détaillée des risques (EDR). En effet, les résultats ont mis en évidence la présence de deux bâtiments en risque potentiel de niveau moyen vis-à-vis des personnes et situés dans l'emprise de l'ancienne exploitation de lignite sur la commune de Gémenos (cf. Figure 1).

---

<sup>1</sup> Référence en fin de document, chapitre bibliographie.



**Figure 1 : Concession de La Baumone – Situation des bâtiments à risque potentiel moyen au regard des zones d’aléa effondrement localisé retenues (cf. [2]) (en orange : aléa moyen / en vert : aléa faible) – Fonds SCAN 25 et BD ORTHO® IGN**

## 2 RAPPEL DES CONCLUSIONS DE L'ETUDE DES ALEAS

La carte d'aléa « mouvements de terrain » de la commune de Gémenos, établie en 2009 puis reprise en 2016 (cf. Figure 1) a notamment mis en évidence l'existence d'une zone d'aléa « effondrement localisé » de niveau moyen liée à la Grande Descenderie desservant l'ancienne exploitation minière de lignite de la Baumone datant du tout début du XX<sup>ème</sup> siècle aujourd'hui en partie urbanisée.

Ce niveau d'aléa est expliqué par la présence de cette descenderie située à faible profondeur (inférieure à 30 m) dont l'état est inconnu (remblayée, éboulée, vide ?) et parce qu'elle est recouverte par une alternance de formations sablo-gréseuses de résistance mécanique hétérogène.

Par ailleurs, la cartographie des zones d'aléas a tenu compte :

- D'une marge d'incertitude de positionnement de la galerie évaluée le long de son tracé entre 5 et 10 m en considérant, selon les plans miniers, qu'elle est rectiligne sur toute sa longueur (environ 360 m) entre son entrée matérialisable et son débouché dans la zone d'exploitation du puits Saint-Jean (cf. Figure 1) ;
- D'une marge d'influence de l'effondrement localisé prise sécuritairement égale à 3 m en raison de la méconnaissance de la qualité géotechnique des terrains de recouvrement dans un contexte de formations géologiques pouvant être peu cohérentes (argiles et marnes).

## 3 DEROULEMENT DE L'ETUDE

Une Etude Détaillée des Risques (EDR) prévoit trois phases :

1. Définition de la stratégie et du programme des reconnaissances ;
2. Travaux de reconnaissance, forages et auscultation d'éventuels vides détectés ;
3. Analyse des risques et, le cas échéant, recommandations d'actions de surveillance et/ou de traitement du risque.

Sur le secteur concerné, les deux premières phases, ont été réalisées au second semestre 2020. Le présent rapport de synthèse constitue la dernière phase d'une EDR. Les éventuelles modifications de l'aléa consécutives aux éléments nouveaux mis en évidence lors des investigations feront l'objet d'un rapport spécifique ultérieur.

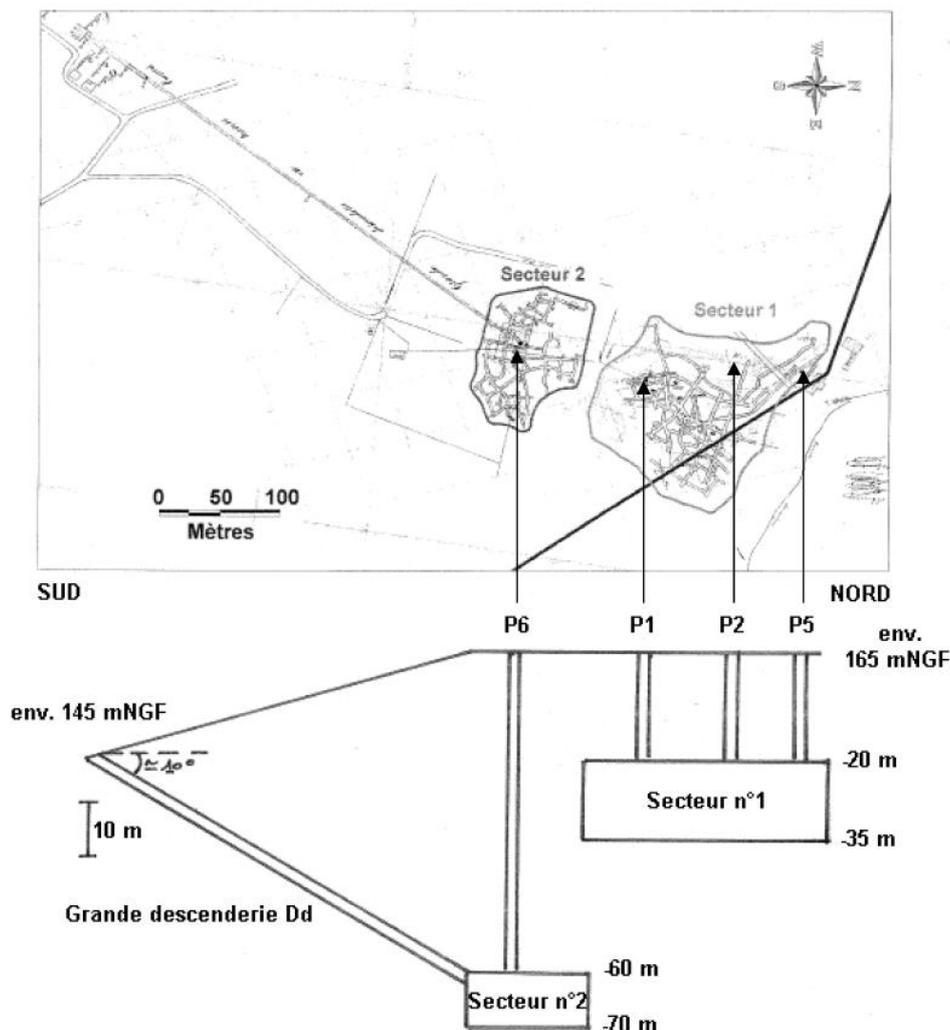
## 4 DESCRIPTION DES SITES ET STRATEGIE DES RECONNAISSANCES (PHASE 1)

### 4.1 Description du site

Les deux enjeux bâtis potentiellement à risque se situent dans le lotissement des Cyprès sur la commune de Gémenos. Ils se localisent au droit d'une portion d'une ancienne descenderie nommée « Grande descenderie » qui desservait au NE l'exploitation minière du puits Saint-Jean.

Selon les données d'archives et l'interprétation des plans miniers, cette descenderie, orientée SW-NE, présente une longueur de 360 m et une inclinaison constante décrite à  $8^\circ$  dans les archives (pente de 14 cm par mètre), valeur confirmée par les calculs réalisés à partir des plans (cf. Figure 2). Sa section n'est pas connue mais est a été estimée dans le cadre de l'étude des aléas à  $4 \text{ m}^2$  en considérant une largeur et une hauteur de 2 m.

Au niveau des bâtiments en question, respectivement localisés à 90 et 100 m de l'entrée, la descenderie se situe entre 20 et 25 m de profondeur.



## 4.2 Stratégie des reconnaissances

Pour des raisons d'inaccessibilité aux travaux souterrains, les reconnaissances ont été réalisées par sondages destructifs depuis la surface avec possibilité d'auscultation des cavités en cas de vides rencontrés.

Les objectifs des reconnaissances ont été multiples :

- Rechercher des travaux miniers connus sur plans pour les caractériser (localisation, profondeur, dimensions, état, remblayage ou présence de vides, etc.). Cela concerne, en l'occurrence la « Grande descenderie » à l'origine de l'aléa « effondrement localisé » défini au niveau des bâtiments ;
- Réduire l'incertitude de calage des travaux miniers par rapport à la surface dans les secteurs à enjeux ;
- Apprécier la nature et la qualité géomécanique des terrains de recouvrement de ces exploitations minières.

La campagne de sondages a été menée en décembre 2020. 4 sondages destructifs, totalisant 140 mètres linéaires, ont été réalisés sur la voirie à proximité du bâtiment à risque potentiel de niveau moyen le plus au nord (cf. Figure 2 et Figure 3).

Les logs des forages réalisés dans le cadre de la présente EDR sont présentés en annexe 1.



**Figure 3 : Situation des bâtiments à risque potentiel moyen et localisation des sondages sur fond BD ORTHO® IGN**



*Figure 4 : Implantation du forage SD2c (vue vers le NW)*

## **5 RESULTATS ET INTERPRETATIONS (PHASES 2 ET 3)**

### **5.1 Résultats des reconnaissances**

Les terrains rencontrés par les sondages ont été les suivants :

#### **SD2a**

- 0 à 0.2 m : enrobé
- 0.2 à 1 m : remblais routiers
- 1 à 2.3 m : grès marneux marron beige
- 2.3 à 8 m : grès plus ou moins grossier induré
- 8 à 10 m : sable beige clair peu induré
- 10 à 18.7 m : alternance de banc de grès plus ou moins induré
- 18.7 à 25.3 m : grès beige induré
- 25.3 à 35 m : calcaire gris clair (perte ponctuelle des fluides à 27.7m)

#### **SD2b**

- 0 à 0.2 m : enrobé
- 0.2 à 2 m : remblais et limons bruns
- 2 à 8 m : grès beige
- 8 à 10 m : sable beige clair peu induré
- 10 à 24 m : grès beige (perte des fluides de forage à 24 m)
- 24 à 35 m : terrain induré, avancé régulière

### **SD2c**

- 0 à 0.15 m : enrobé
- 0.15 à 1.8 m : remblais et limons bruns
- 1.8 à 8 m : grès beige plus ou moins grossier
- 8 à 9.5 m : sable beige clair peu induré
- 9.5 à 16 m : grès beige (perte ponctuelle à 14m puis perte totale à 16 m)
- 16 à 24 m : terrain induré, avancé régulière
- 24 à 35 m : terrain très induré

### **SD2d**

- 0 à 0.15 m : enrobé
- 0.15 à 1.8 m : remblais et limons bruns
- 1.8 à 8 m : grès beige plus ou moins grossier
- 8 à 9.5 m : sable beige clair peu induré
- 9.5 à 14 m : grès beige (perte des fluides de forage à 14 m)
- 14 à 20 m : terrain moyennement induré, avancé irrégulière (reprise ponctuelle des fluides à 18 m)
- 20 à 24 m : terrains meubles (l'outil descend rapidement quasiment sans rotation)
- 24 à 35 m : terrain induré, avancé régulière

Aucun vide franc n'a été rencontré sur les 4 forages.

Les terrains peu résistants de surface sont constitués de remblais et de limons sur une épaisseur de l'ordre de deux mètres. Ces limons ont présenté une cohésion suffisante pour ne pas avoir besoin de mettre en place de tubages provisoires pour la continuité des forages.

Les deux premiers forages (SD2a et SD2b) n'ont pas rencontré de cavité. Passé les terrains limoneux de surface, ils ont recoupés des grès résistants sur 6 m d'épaisseur puis des alternances sablo-gréseuses de moindre résistance sur 10 m (jusqu'à 18 m de profondeur). Au-delà, et jusqu'à la profondeur de 35 m, les terrains de nature gréseuse sont homogènes et résistants.

Les sondages SD2c et SD2d montrent la même géologie jusqu'à 18 m de profondeur. Au-delà et jusqu'à 24 m de profondeur, les terrains traversés ont montré une très faible résistance à la foration traduisant des terrains déstructurés. Il est ainsi très probable que ces deux forages ont recoupé la descenderie qui est effondrée à cet endroit et en particulier le SD2d où les terrains sont presque meubles (avancement de l'outil de forage quasiment uniquement par son propre poids). Dans ces conditions, le sondage SD2c serait plus proche ou contre le parement de la descenderie. Les paramètres de forages (perte de fluide) et l'absence de vide franc montrent que la cloche de remontée de fontis se serait bloquée par autocomblement à 14 m de profondeur soit environ 10 m au-dessus du toit de la descenderie.

En considérant les dimensions de la galerie (largeur et longueur de 2 m), d'un foisonnement et d'un angle de talus des terrains éboulés respectivement de l'ordre de 1,4 à 1,5 et de 45° à 50° (valeurs compatibles pour des formations gréseuses), l'hypothèse d'un autocomblement de l'effondrement avant l'atteinte de la surface est possible d'autant plus si la galerie a été en partie comblée naturellement par des boues de lessivage des terrains ou par écaillage des parements (cas observés sur d'autres bassins miniers). Rappelons que dans l'étude des aléas, les calculs avaient montré qu'une cloche de fontis ne pouvait déboucher en surface si le recouvrement rocheux excédait 20 m d'épaisseur et ceci dans les conditions d'un recouvrement aux caractéristiques plus défavorables à savoir un faible coefficient de foisonnement (1,35) et un faible angle de talus des matériaux éboulés (35°).

## 5.2 Analyse de risques résiduels

La Grande Descenderie a été recoupée par deux forages dans un tronçon où elle s'est probablement effondrée. Aucun vide franc n'a été rencontré au droit de la partie effondrée laissant à penser que la remontée de cloche de fontis qui a suivi la rupture du toit de la descenderie se serait bloquée à 14 m de profondeur.

En l'absence de vide franc, la prédisposition à l'effondrement localisé est évaluée à nul.

Au niveau des bâtiments, situés à entre 10 et 30 m au sud-ouest des sondages, l'état de la descenderie est inconnu (effondrée, partiellement remblayée ou vide). Néanmoins, les données acquises par les sondages montrent que les terrains de surface ont de bonnes propriétés mécaniques avec une portion faiblement cohésive de surface de 1 m maximum. De plus, ils surmontent un banc de grès relativement résistant de 6 m d'épaisseur.

Ainsi, dans l'hypothèse pessimiste où, au droit des bâtiments, la galerie serait vide et que la rupture de son toit entraînerait une remontée de cloche de fontis jusqu'en surface, le diamètre d'un effondrement localisé serait de 4 m maximum, valeur qui relève selon le guide méthodologique d'évaluation des aléas (cf. [4]) d'une intensité limitée.

Avec ce niveau d'intensité, **le risque lié au phénomène d'effondrement localisé relatif à la Grande Descenderie est qualifié à un niveau faible pour les bâtiments concernés (sans risque pour les personnes).**

## 6 CONCLUSION

Sur la commune de Gémenos, deux bâtiments étaient, compte tenu de leur vulnérabilité, classés en risque potentiel moyen. Ces bâtiments étaient situés en zone d'aléa « effondrement localisé » de niveau moyen relative à présence de l'ancienne descenderie d'accès aux travaux d'exploitation de lignite de la concession de la Baumone. Ces éléments ont conduit à la réalisation d'une Etude Détaillée des Risques (EDR).

Une campagne de reconnaissances par forages a été réalisée au niveau de la position présumée de la descenderie définie dans l'étude des aléas. Les sondages SD2c et SD2d ont recoupé la descenderie à 24 m de profondeur. Celle-ci se trouve, à cet endroit, effondrée. Les bâtiments concernés se situent respectivement à 10 et 30 m au sud-ouest des sondages, dans un secteur où l'état de la descenderie est inconnu (effondrée, partiellement remblayée ou vide) et ne permet pas d'y exclure la survenue d'un effondrement localisé en surface.

Néanmoins, les terrains présentent des caractéristiques géotechniques qui permettent de définir une frange peu cohésive de surface de faible épaisseur et ainsi de retenir un niveau d'intensité limité d'un éventuel effondrement localisé.

Ainsi, l'analyse de ces éléments conduit à qualifier **le risque pour le bâtiment concerné à un niveau faible. Ces résultats permettent de conclure à l'absence de risque pour les personnes.**

En revanche, ces éléments sont de nature à modifier l'aléa. La révision des aléas sur la commune de Gémenos fera l'objet d'un rapport spécifique.



## 7 BIBLIOGRAPHIE

- [1] *Mine de lignite de Gémenos – Concession de La Baumone (Bouches-du-Rhône) – Phase informative et évaluation des aléas « mouvements de terrain »*. Rapport GEODERIS S2009/55DE-09PAC2230, juin 2009.
- [2] *Exploitations lignitifères provençales (Bouches-du-Rhône et Var) – Concessions de Plan d’Aups, La Bastide Blanche, Gémenos et Garlaban - Evaluation et cartographie des aléas*. Rapport GEODERIS S2016/021DE-16PAC22020, mai 2016
- [3] *Méthodologie d’étude de la vulnérabilité du bâti et de risque en zone d’aléa effondrement localisé (fontis)*. Rapport GEODERIS N2012/004DE – 12NAT2310 – bis – (14/01/2013) – (Annule et remplace la version du 21/12/2012)
- [4] *Guide d’évaluation des aléas miniers*. Rapport INERIS DRS-17-164640-01944A, 2018



## **Annexe 1**

### *Logs de forages*





# SONDAGE DESTRUCTIF SD2A

Dossier : CAI2.K.116

Localité : GEMENOS (13)

Chantier : Recherche galeries anciennes mines

Client : GEODERIS

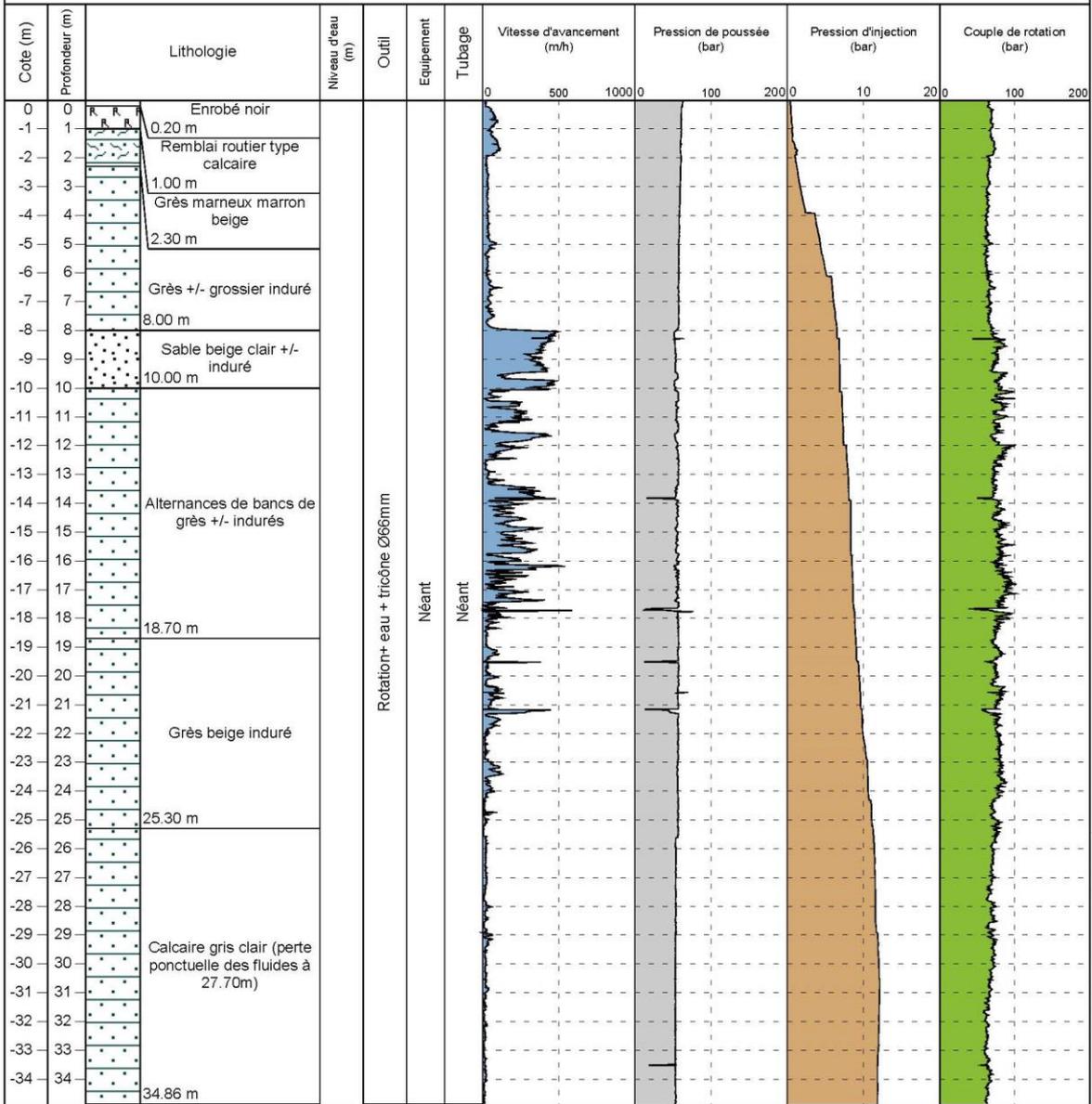
Date début de forage : 08/12/2020

Echelle : 1/188

Date fin de forage : 08/12/2020

Machine : SOCOMAFOR 50-65

Profondeur de fin : 34.86m



Observation :

EXGTE 3.22/LB2GEO103FR

Log destructif - E158-1 V0 du 5/07/2016

Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr



**SONDAGE DESTRUCTIF SD2B**

Dossier : CAI2.K.116

Localité : GEMENOS (13)

Chantier : Recherche galeries anciennes mines

Client : GEODERIS

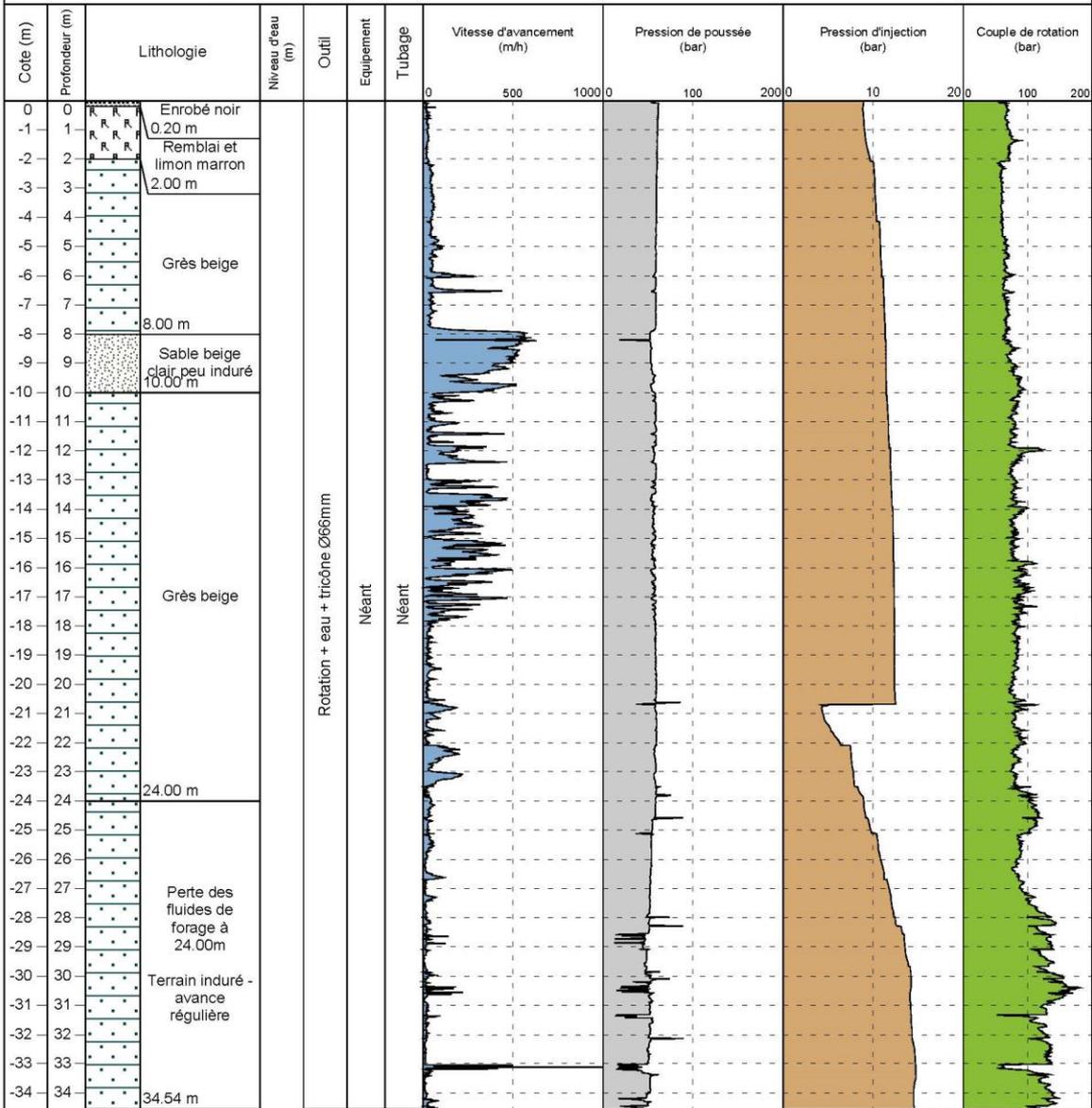
Date début de forage : 08/12/2020

Echelle : 1/186

Date fin de forage : 08/12/2020

Machine : SOCOMAFOR 50-65

Profondeur de fin : 34.54m



Observation :

EXGTE 3.22/LB2GEO103FR

Log destructif - E158-1 V0 du 5/07/2016

Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr

# SONDAGE DESTRUCTIF SD2C

Dossier : CAI2.K.116

Localité : GEMENOS (13)

Chantier : Recherche galeries anciennes mines

Client : GEODERIS

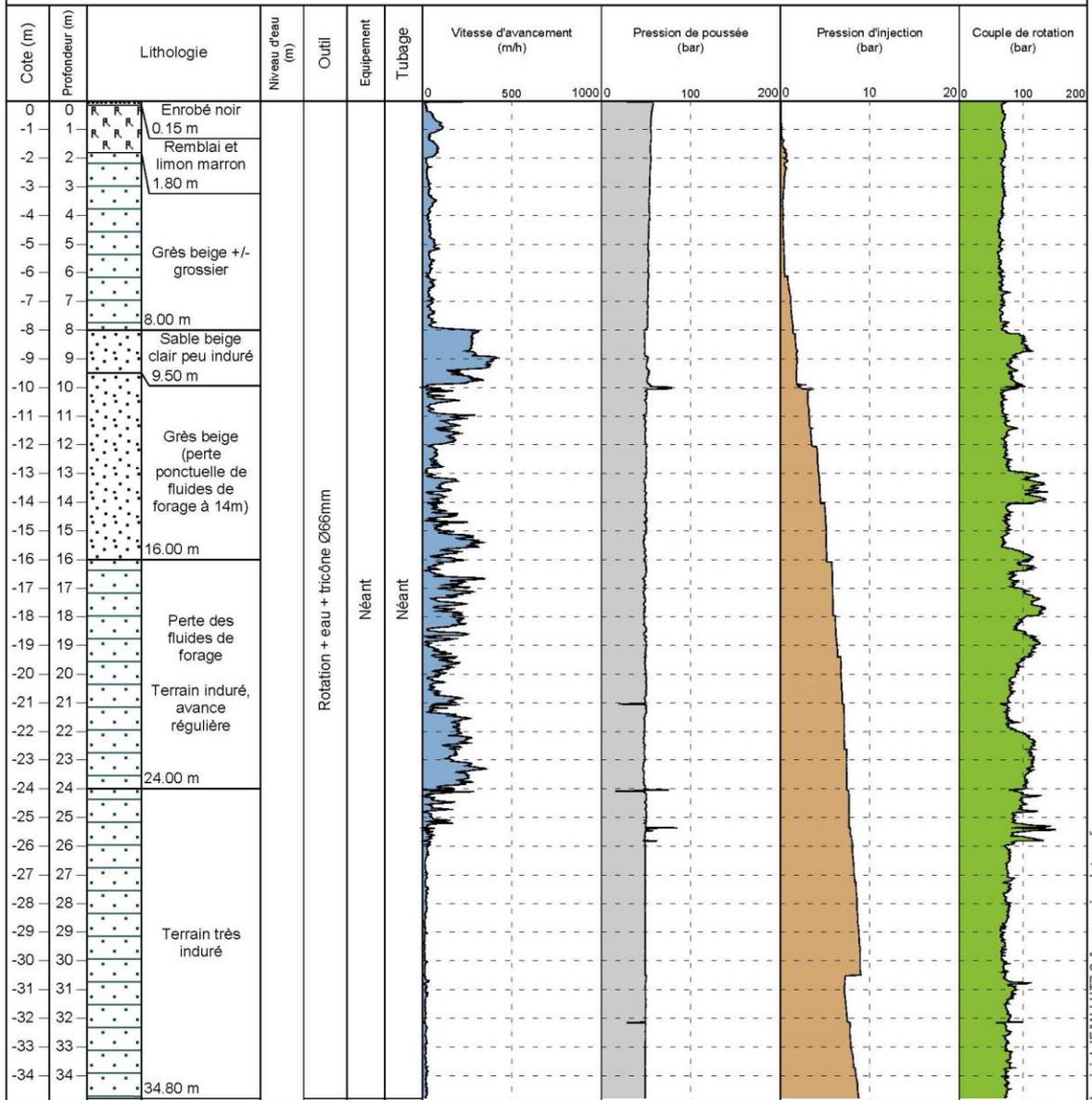
Date début de forage : 09/12/2020

Echelle : 1/188

Date fin de forage : 09/12/2020

Machine : SOCOMAFOR 50-65

Profondeur de fin : 34.80m



Observation :

EXGTE 3.22/LB2GEO103FR

Log destructif - E158-1 V0 du 5/07/2016

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr



# SONDAGE DESTRUCTIF SD2D

Dossier : CAI2.K.116

Localité : GEMENOS (13)

Chantier : Recherche galeries anciennes mines

Client : GEODERIS

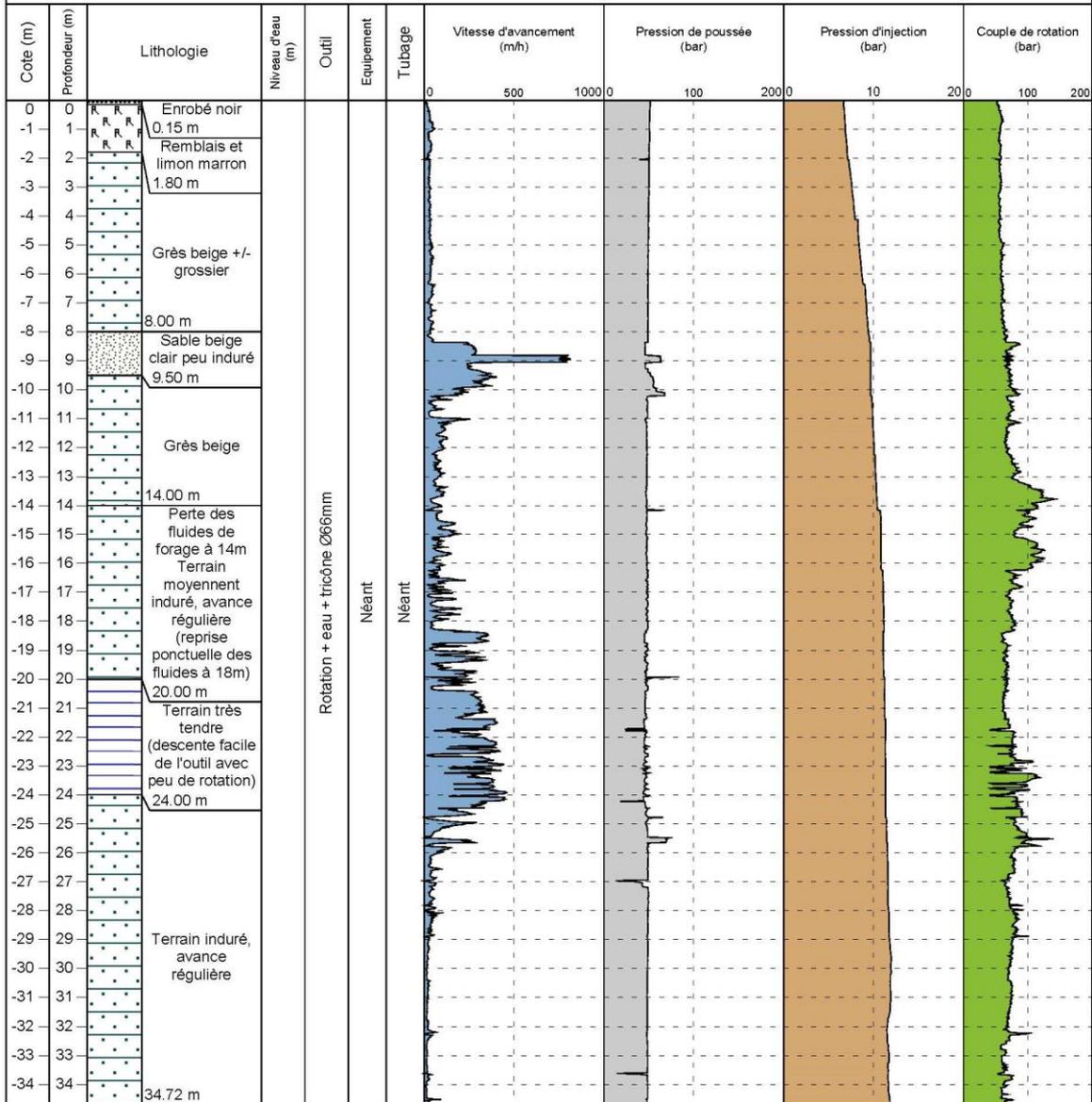
Date début de forage : 09/12/2020

Echelle : 1/187

Date fin de forage : 09/12/2020

Machine : SOCOMAFOR 50-65

Profondeur de fin : 34.72m



Observation :

EXGTE 3.22/LB2GEO103FR

Log destructif - E158-1 V0 du 5/07/2016

Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr