

Antenne SUD  
40 Rue de Pinville  
CS 40045  
34060 MONTPELLIER CEDEX 2  
Tél : 04.11.75.72.53

# **Commune de Gemenos (13)**

## **Révision de la carte des aléas miniers**

**RAPPORT 2021/138DE– 21PAC22060**

Date : 09/09/2021



## Commune de Gemenos (13)

### Révision de la carte des aléas miniers

RAPPORT 2021/138DE- 21PAC22060

Diffusion :

Pôle Après-mine SUD

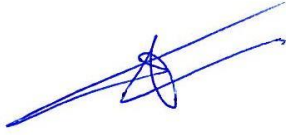
CHARTIER Philippe  
BOUISSAC Marie-Hélène

DREAL Provence-Alpes-Côte d'Azur

FOMBONNE Hubert  
BERILLE Emmanuelle

GEODERIS

HADADOU Rafik

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



## SOMMAIRE

1	Objet - Contexte .....	3
2	Rappel du contexte minier du secteur concerné par l'EDR et des conclusions de l'étude des aléas.....	4
3	Les informations nouvelles issues de l'étude détaillée des risques (EDR) et résultats ...	5
4	Révision de l'aléa effondrement localisé .....	5
4.1	Zonage et emprise de l'aléa effondrement localisé .....	5
4.2	Niveau de l'aléa effondrement localisé .....	6
4.2.1	Intensité de l'aléa .....	6
4.2.2	Prédisposition de l'aléa .....	7
5	Conclusion.....	9
6	Bibliographie.....	10

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Concession de La Baumone – Situation des bâtiments concernés par l'EDR (en orange : aléa effondrement localisé moyen / en vert : aléa de niveau faible) – Fond BD ORTHO® IGN .....	4
Figure 2 : Concession de La Baumone – Axe vraisemblable de la Grande Descenderie rencontrée par le forage SD2d – Fond BD ORTHO® IGN.....	6
Figure 3 : Nouvelle cartographie de l'aléa effondrement localisé sur le secteur concerné – Fond BD ORTHO®IGN .....	8

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Classes d'intensité de l'aléa « effondrement localisé » .....	7
---	---

**Mots clés** : Gémenos ; La Baumone ; aléa ; effondrement localisé ; forages ; mouvements de terrain ; révision ; lignite



## 1 OBJET - CONTEXTE

La concession de lignite de la Baumone située dans le département des Bouches-du-Rhône, a été exploitée entre la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle et le début du XX<sup>ème</sup> siècle. Cette concession a fait l'objet d'une étude des aléas 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]). 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).

Une campagne d'investigations par forages a été menée fin 2020. Les résultats de cette campagne de forages ont permis de préciser la localisation des travaux miniers souterrains, la qualité géotechnique des terrains superficiels et de revoir le niveau de risque (cf. [4]). Ces nouvelles données permettent également de préciser ponctuellement l'aléa.

Par ailleurs, le guide d'évaluation des aléas miniers, publié en 2018 (cf. [5]), propose une évolution de l'évaluation de l'aléa « effondrement localisé ».

Ce rapport présente ainsi la synthèse des résultats de l'EDR et la révision de l'aléa effondrement localisé. Il se conclut par le rendu actualisé du zonage des aléas mouvements de terrain sur la commune de Gémenos dont le fond utilisé est la BD ORTHO<sup>®</sup> IGN.

---

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

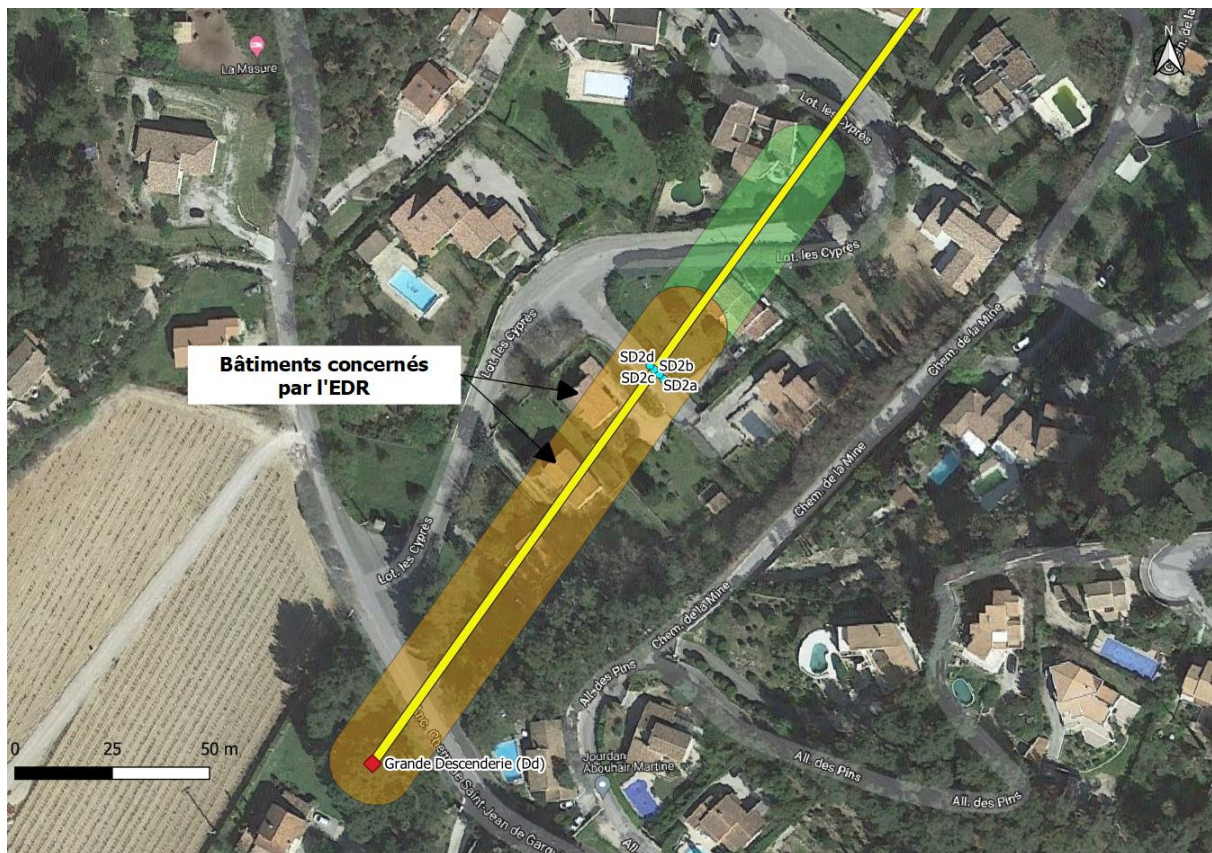
## 2 RAPPEL DU CONTEXTE MINIER DU SECTEUR CONCERNE PAR L'EDR ET DES CONCLUSIONS DE L'ETUDE DES ALEAS

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 d'un recouvrement géologique constitué d'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 à 5 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).



**Figure 1 : Concession de La Baumone – Situation des bâtiments concernés par l'EDR (en orange : aléa effondrement localisé moyen / en vert : aléa de niveau faible) – Fond BD ORTHO® IGN**



### **3 LES INFORMATIONS NOUVELLES ISSUES DE L'ETUDE DETAILLEE DES RISQUES (EDR) ET RESULTATS**

Pour des raisons d'inaccessibilité aux travaux souterrains, les reconnaissances ont été réalisées par forages destructifs depuis la surface. Ces reconnaissances ont visé à rechercher la Grande Descenderie sur et à proximité de sa position retenue sur la carte des aléas et d'apprécier la nature et la qualité géomécanique des terrains de recouvrement dans l'environnement proche de la galerie. En effet, le niveau de risque dépend principalement de l'intensité du phénomène d'effondrement localisé donnée par son diamètre, dont la valeur est fonction de l'épaisseur des terrains faiblement cohésifs de surface.

Les investigations par forages menées en décembre 2020 ont rencontré la Grande Descenderie dans un tronçon où elle s'est vraisemblablement effondrée entre 14 et 24 m de profondeur. L'absence de vide franc a été interprété comme l'auto-comblement de la descenderie par le foisonnement des matériaux éboulés suite à la rupture de son toit.

Bien que la portion de la descenderie située au droit des bâtiments n'ait pas été observée, les données acquises par les forages ont par ailleurs montré que les terrains superficiels présentent de bonnes propriétés mécaniques (banc de grès résistant de 6 m d'épaisseur) avec une portion de terrains limoneux faiblement cohésive de surface de 1 m maximum.

### **4 REVISION DE L'ALEA EFFONDREMENT LOCALISE**

Les investigations menées dans le cadre de l'EDR ont permis d'acquérir des connaissances nouvelles qui conduisent à revoir l'aléa « mouvement de terrain » dans le secteur concerné en termes d'emprise et de niveau.

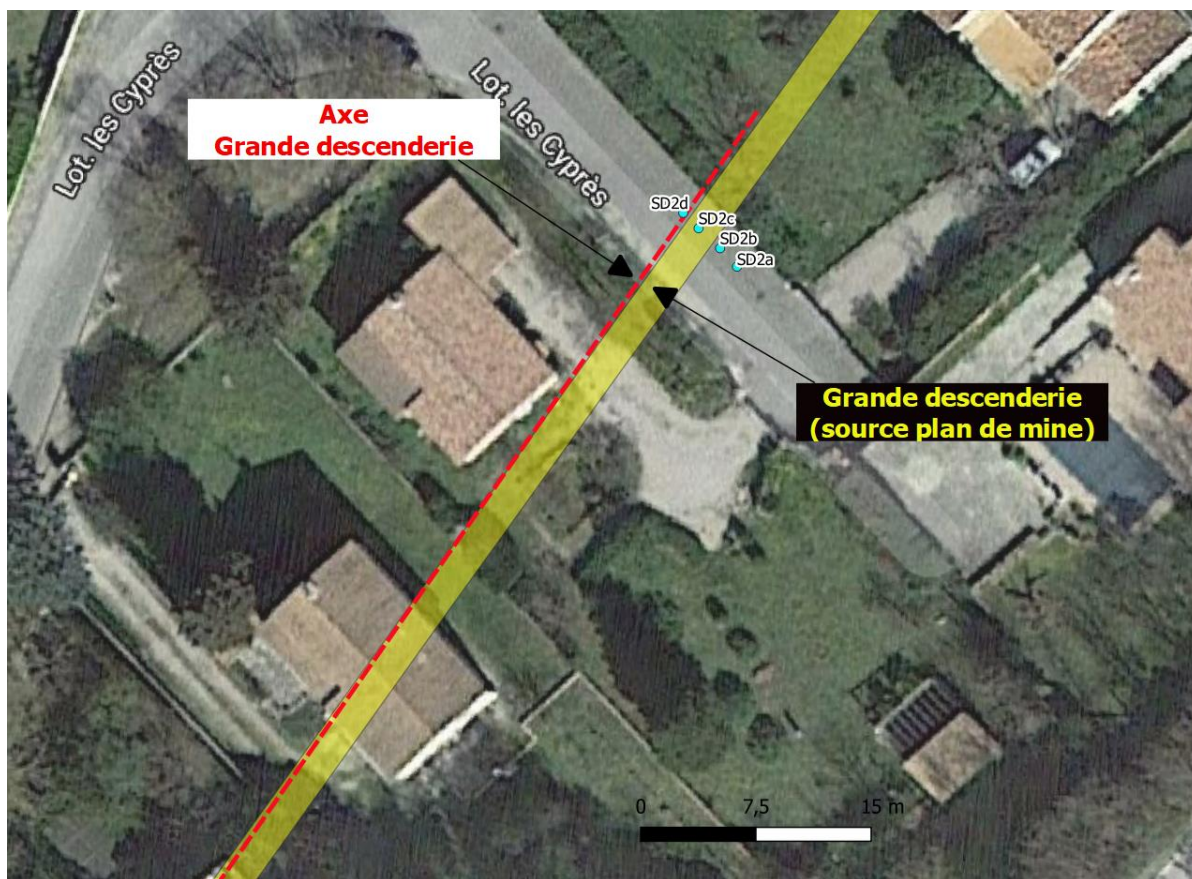
Remarque : Aucune information nouvelle n'a été retrouvée ou portée à notre connaissance, qui permettrait de modifier les autres zones d'aléas cartographiées lors de l'étude des aléas (cf. [1] et [2]).

#### **4.1 Zonage et emprise de l'aléa effondrement localisé**

La révision concerne en premier lieu l'emprise de l'aléa « effondrement localisé » suite à la réduction des marges d'incertitude de positionnement des travaux souterrains et d'influence du phénomène d'effondrement localisé.

La marge d'incertitude de la Grande Descenderie a été estimée à 5 m dans le cadre de l'étude des aléas (cf. [1] et [2]). Celle-ci ayant été rencontrée par le forage SD2d à 1 m au Nord-Ouest de sa position cartographiée à partir des plans (cf. Figure 2), l'incertitude est réduite à 2 m. Cette réduction n'intègre pas l'incertitude du fond topographique utilisé à savoir la BD ORTHO de l'IGN qui est de 1 m.

La marge d'influence du phénomène d'effondrement localisé correspondant à son extension latérale maximale en surface (épaisseur maximale des terrains superficiels faiblement cohésifs en tenant compte d'un angle de 45°) a été prise égale à 3 m dans le cadre de l'étude des aléas (cf. [1] et [2]). L'épaisseur des terrains faiblement cohésifs, et ainsi la marge d'influence, est réduite à celle des formations limoneuses rencontrées en forage à savoir 1 m.



**Figure 2 : Concession de La Baumone – Axe vraisemblable de la Grande Descenderie rencontrée par le forage SD2d – Fond BD ORTHO® IGN**

## 4.2 Niveau de l'aléa effondrement localisé

### 4.2.1 Intensité de l'aléa

Le guide d'évaluation des aléas miniers, publié en 2018 (cf. [5]), propose une évolution des valeurs-seuils qui distinguent les intensités limitée et modérée pour l'évaluation de l'aléa « effondrement localisé ». Cette nouvelle grille propose un seuil de coupure à 5 m (Tableau 1), alors qu'il était auparavant fixé à 3 m.

En effet, la réalisation des cartes d'aléa mouvements de terrain liés à la présence d'anciens travaux miniers montre que le phénomène majoritairement prévu en termes de superficie d'aléa est l'effondrement localisé. Une analyse statistique réalisée sur plus de 1800 effondrements localisés miniers notamment montre que (cf. [5]) :

- plus d'un tiers des effondrements ont un diamètre strictement inférieur à 3 m et près des deux tiers ont un diamètre inférieur à 5 m ;
- en zone d'aléa faible, plus de la moitié des effondrements recensés ont un diamètre inférieur à 3 m et plus de 80 % un diamètre inférieur à 5 m.

Classe d'intensité	Diamètre de l'effondrement localisé - Seuils 2006	Diamètre de l'effondrement localisé - Seuils 2018
Très limitée	Effondrement auto-remlayé à proximité de la surface (Profondeur centimétrique)	Effondrement auto-remlayé à proximité de la surface (Profondeur centimétrique)
Limitée	$\varnothing < 3 \text{ m}$	$\varnothing < 5 \text{ m}$
Modérée	$3 \text{ m} < \varnothing < 10 \text{ m}$	$5 \text{ m} < \varnothing < 10 \text{ m}$
Elevée	$\varnothing > 10 \text{ m}$	$\varnothing > 10 \text{ m}$

**Tableau 1 : Classes d'intensité de l'aléa « effondrement localisé »**

Cette évolution conduit à réévaluer l'intensité de l'aléa « effondrement localisé » retenu sur le secteur concerné. En effet, compte tenu de la largeur de la Grande Descenderie (2 m) et de l'épaisseur des terrains faiblement cohésifs de surface (1 m), le diamètre d'un effondrement localisé qui surviendrait en surface n'excéderait pas 5 m. L'intensité de l'aléa effondrement localisé est donc nouvellement retenue à un niveau limitée.

#### 4.2.2 Prédisposition de l'aléa

Dans le cadre de l'étude des aléas (cf. [1]), les niveaux de prédisposition à l'effondrement localisé pour la Grande Descenderie ont été retenus de la manière suivante :

- sensible pour la portion de la galerie comprise entre 0 et 20 m de profondeur ;
- peu sensible pour la portion comprise entre 25 et 35 m de profondeur ;
- nul pour les portions situées au-delà de 35 m de profondeur.

La limite de profondeur à 20 m a été définie à partir d'un calcul volumique permettant de déterminer la capacité à l'auto-comblement de la descenderie en cas de rupture et d'éboulement de son toit. En d'autres termes, il a été simulé la hauteur maximale de remontée d'une cloche de fontis en considérant les caractéristiques géométriques de la descenderie, l'angle de talus naturel des terrains de recouvrement (pente à l'équilibre des matériaux éboulés) ainsi que leur coefficient de foisonnement.

Ces deux derniers paramètres n'étant pas précisément connus, ils ont été respectivement évalués selon les valeurs représentatives des formations constituant le recouvrement gréseux au-dessus de la descenderie issues du G.T.R.<sup>2</sup>. Le coefficient de foisonnement a ainsi été considéré entre 1,3 et 1,4 et l'angle de talus entre 35° et 40°.

Remarque : l'inclinaison de la descenderie étant de l'ordre de 10°, ce paramètre n'a pas été pris en compte dans les calculs considérant que son influence était négligeable.

La limite à 35 m a quant à elle été retenue considérant un diamètre de cloche de fontis potentiellement plus faible (70% à 80% de la largeur de la descenderie) et une frange de terrains altérés et peu foisonnants de surface de plusieurs mètres.

Le retour d'expérience des investigations par forages montre :

- l'auto-comblement de la cloche de fontis, atteint à une dizaine de mètres au-dessus de la descenderie ;
- la bonne qualité mécanique des terrains de recouvrement à l'exception du premier mètre en surface constitué de limons.

<sup>2</sup> Guide des Terrassements Routiers. LCPC – SETRA, 2000.

Ces données tendent à montrer que les propriétés des terrains de recouvrement (angle de talus et foisonnement) sont proches voire légèrement meilleures que les valeurs sécuritaires retenues dans les calculs. Un test réalisé avec un coefficient de foisonnement 1,45 et un angle de talus de 45°, révèle une hauteur de remontée de cloche comprise entre 10 et 11 m, valeur équivalente à celle observée par forage. De plus, les forages ont montré une épaisseur très faible de terrains altérés et non foisonnants.

Considérant l'analyse de ces nouveaux éléments, la prédisposition à l'effondrement localisé est nouvellement retenue pour la seule portion de la descenderie comprise entre 0 et 20 m de profondeur. Au-delà, elle est considérée comme nulle. La limite à 20 m est conservée de manière sécuritaire pour tenir compte de possibles variations locales des propriétés des terrains ainsi que de la possibilité que le forage n'ait recoupé qu'une portion de la cloche de fontis et non la totalité de sa hauteur.

Les niveaux de prédisposition sont ainsi réévalués en cohérence avec ce retour d'expérience, à savoir ;

- sensible pour la portion de la galerie comprise entre 0 et 10 m de profondeur ;
- peu sensible pour la portion comprise entre 10 et 20 m de profondeur.

En conséquence et par croisement de la prédisposition et de l'intensité, l'aléa effondrement localisé lié à la Grande Descenderie est nouvellement retenu à un niveau *faible* pour sa portion comprise entre 0 et 20 m de profondeur (cf. Figure 3).

Remarque : seul l'aléa relatif à la Grande Descenderie a fait l'objet de cette mise à jour, en l'absence d'éléments complémentaires permettant de préciser l'intensité de l'aléa sur les autres secteurs.



**Figure 3 : Nouvelle cartographie de l'aléa effondrement localisé sur le secteur concerné – Fond BD ORTHO®IGN**  
(pontillés rouges : axe Grande Descenderie ; en vert plein : aléa effondrement localisé faible ; en bleu filaire : emprise de l'ancien aléa effondrement localisé faible et moyen)

## 5 CONCLUSION

Les informations nouvelles acquises lors de l'étude de risques menée entre fin 2020 et début 2021 par GEODERIS sur la commune de Gémenos, ainsi que l'évolution de la méthodologie d'évaluation de l'intensité de l'aléa « effondrement localisé », ont permis de réduire, sur le secteur de la Grande Descenderie, l'emprise de l'aléa « effondrement localisé », et surtout d'y déclasser le niveau de l'aléa « effondrement localisé » de moyen à faible.

Les autres zones d'aléas présents sur la commune n'ont pas été modifiés par rapport à l'étude des aléas de 2016.

L'extrait cartographique du secteur révisé sur fond BD Ortho® IGN est fourni en Figure 2 du présent rapport. La table SIG de l'aléa effondrement localisé modifié est par ailleurs fournie sur support informatique.

## 6 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 lignifères 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] Bassins lignifères provençaux - Commune de Gémenos (13) - Synthèse de l’étude de risque lié au phénomène d’effondrement localisé. Rapport GEODERIS 2021/021DE-21NAT23020, février 2021
- [5] Guide d’évaluation des aléas miniers. Rapport INERIS DRS-17-164640-01944A, 2018