

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

# **Communes de Ventabren et Coudoux (13)**

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

**RAPPORT 2021/171DE– 21PAC22060**

Date : 25/11/2021




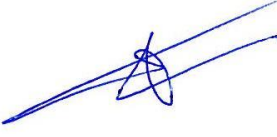

## Communes de Ventabren et Coudoux (13)

### Révision de la carte des aléas miniers

RAPPORT 2021/171DE- 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 sur travaux.....	7
4.1	Zonage de l'aléa effondrement localisé .....	7
4.2	Niveau de l'aléa effondrement localisé .....	7
4.2.1	Intensité de l'aléa .....	7
4.2.2	Prédisposition de l'aléa .....	8
4.2.2.1	Travaux miniers reconnus .....	8
4.2.2.2	Travaux miniers non reconnus .....	10
4.2.2.3	Zone potentiellement affectée par les travaux miniers.....	11
4.2.3	Niveaux de l'aléa.....	13
5	Révision de l'aléa effondrement localisé sur puits.....	14
5.1	Puits René .....	14
5.2	Puits d'aérage de la galerie Bertrand .....	14
6	Révision de l'aléa émission de gaz de mine .....	16
7	Conclusion.....	17
8	Bibliographie.....	18

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Concession de Coudoux – Situation des bâtiments concernés par l'EDR (en orange : aléa moyen / en vert : aléa faible) – Fond BD ORTHO© IGN .....	4
Figure 2 : Localisation des travaux souterrains reconnus sur fond de BD ORTHO© IGN et extrait plan minier de la concession de Coudoux (en rouge : travaux reconnus visuellement ou par le forage SD1) .....	6
Figure 3: Schéma et exemples du mécanisme de remontée de cloche de fontis à l'origine d'un effondrement localisé .....	9
Figure 4 : Travaux souterrains concernés par l'aléa effondrement localisé sur fond de Plan minier la concession de Coudoux.....	11
Figure 5 : Travaux miniers souterrains, affleurements de couches lignitifères et zone potentiellement affectée par les travaux miniers sur le secteur de Coudoux - fond SCAN25©IGN .....	12
Figure 6 : Vue du mur en parpaings à la jonction du TB et du puits René (cf. [3]).....	14
Figure 7 : Localisation des puits Rouard et Laplace au droit de la galerie Bertrand sur - fond de BD ORTHO© IGN .....	15

## LISTE DES TABLEAUX

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

## LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Approche volumétrique déterministe de la hauteur de remontée de cloche de fontis  
Annexe 2 : Coupe lithologique du Puits René  
Annexe 3 : Cartes d'aléa effondrement localisé des communes de Ventabren et Coudoux (hors texte)

**Mots clés** : Ventabren ; Coudoux ; aléa ; effondrement localisé ; forages ; mouvements de terrain ; révision ; lignite

## 1 OBJET - CONTEXTE

La concession de lignite de Coudoux 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 2008** (cf. [1]<sup>1</sup>). 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 impactait des enjeux existants et en particulier 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. [2]). Ce classement a identifié la concession de Coudoux 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 Ventabren (cf. Figure 1).

Une campagne d'investigations par forages a été menée fin 2020 puis une reconnaissance visuelle et un levé au laser 3D des travaux accessibles ont été réalisés au cours du premier trimestre 2021. Les résultats de ces investigations ont permis de préciser la localisation et l'état des travaux miniers souterrains et la qualité géotechnique des terrains superficiels et ainsi de préciser le niveau de risque (cf. [3]). Ces nouvelles données permettent également de préciser ponctuellement l'aléa effondrement localisé.

Enfin, en ce qui concerne l'aléa émission de gaz de mine, le bassin de Vèdes-la Fare a été intégré à la hiérarchisation menée par GEODERIS à partir de 2013 et l'analyse menée amène aujourd'hui à supprimer cet aléa.

Par ailleurs, le guide d'évaluation des aléas miniers, publié en 2018 (cf. [4]), propose une évolution de l'évaluation de l'intensité de l'aléa « effondrement localisé ».

Ce rapport présente ainsi la synthèse des résultats de l'EDR et la révision de l'aléa effondrement localisé associé et formalise par la suppression de l'aléa émission de gaz de mine. Il se conclut par le rendu actualisé du zonage des aléas mouvements de terrain sur les communes de Ventabren et Coudoux dont le fond utilisé est la BD Ortho<sup>®</sup> IGN.

---

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

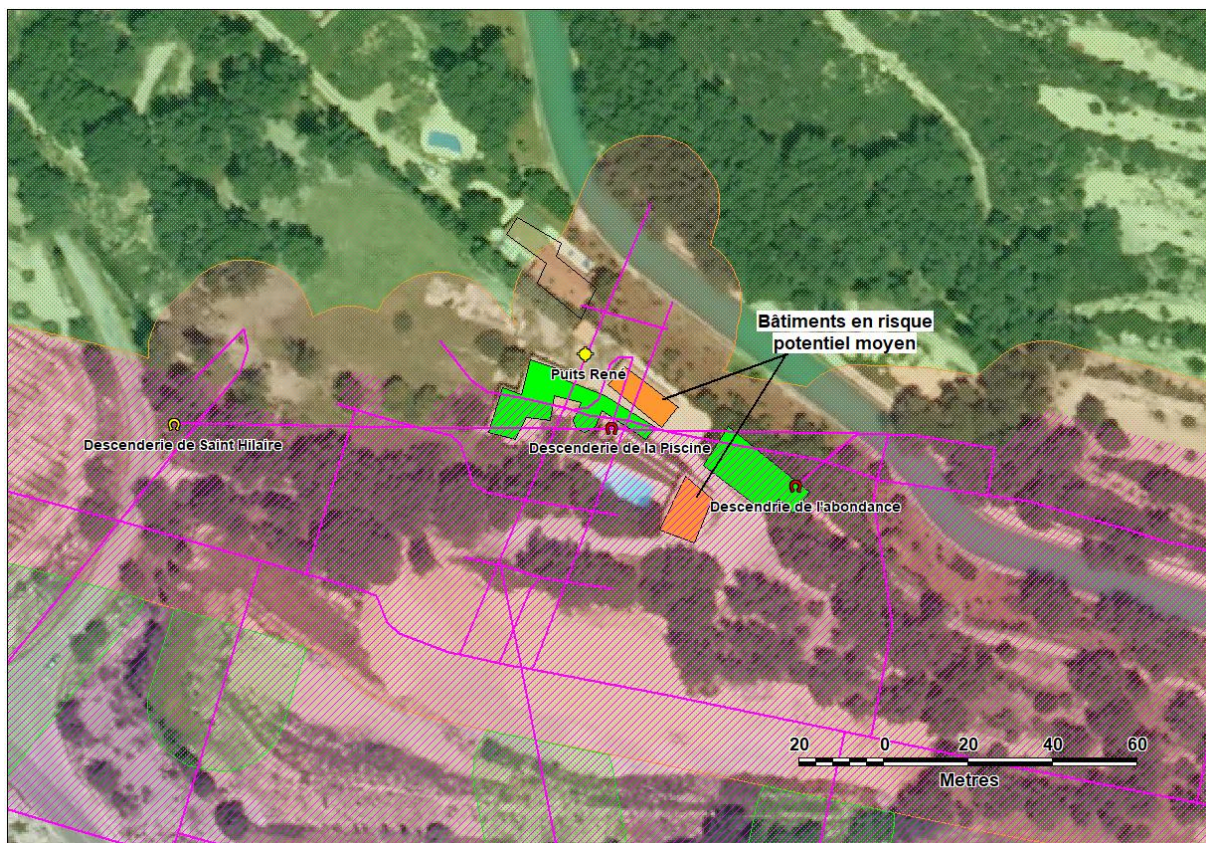
## 2 RAPPEL DU CONTEXTE MINIER DU SECTEUR CONCERNE PAR L'EDR ET DES CONCLUSIONS DE L'ETUDE DES ALEAS

L'étude d'aléas « mouvements de terrain » sur les communes de Ventabren et Coudoux, établie en 2008 (cf. Figure 1) a notamment mis en évidence l'existence d'une zone d'aléa « effondrement localisé » de niveau moyen liée aux anciennes exploitations minières de lignite menées au début du XX<sup>ème</sup> siècle au quartier Saint-Hilaire de la concession de Coudoux.

Ce niveau d'aléa est expliqué par la présence à faible profondeur (inférieure à 35 m) de galeries, descenderies et travaux d'exploitations d'une couche de lignite de 1,7 m de puissance dont l'état est méconnu (travaux intégralement ou partiellement remblayés, éboulés, vides ?).

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

- D'une marge d'incertitude de positionnement des travaux évalués entre 5 et 10 m considérant 5 m pour les ouvrages débouchant au jour matérialisés sur le terrain et jusqu'à 10 m pour les travaux localisés à partir du géoréférencement des plans d'exploitations minières (cf. Figure 1) ;
- D'une marge d'influence de l'effondrement localisé prise sécuritairement égale à 5 m en raison de la méconnaissance de la qualité géotechnique des terrains de recouvrement dans un contexte de formations géologiques pouvant être peu cohérentes (alternances de bancs marno-calcaires).



**Figure 1 : Concession de Coudoux – Situation des bâtiments concernés par l'EDR (en orange : aléa moyen / en vert : aléa faible) – Fond BD ORTHO© IGN**



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

La campagne de reconnaissances des travaux souterrains a été menée par visites des travaux accessibles et par la réalisation d'un forage au droit d'une portion de galerie inaccessible. Ces reconnaissances ont visé à lever et vérifier l'état géotechnique des travaux souterrains et à apprécier la nature et la qualité géomécanique des terrains de recouvrement au droit des travaux. 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.

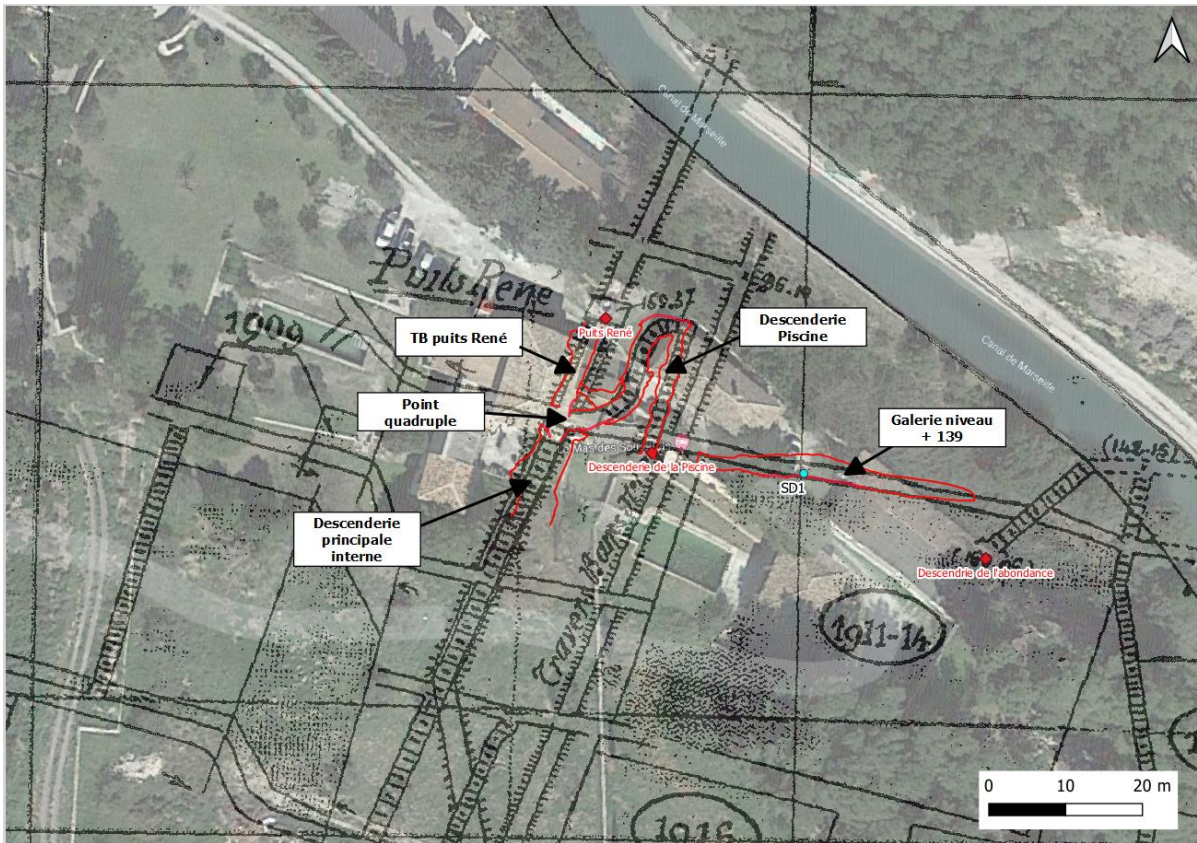
Les travaux reconnus correspondent à :

- la galerie de tête du premier niveau (ou niveau + 139) exploité rencontrée par le forage SD1 à 20 m de profondeur ;
- la descenderie dite « de la Piscine » orientée SSW-NNE et pentée de 30° sur les 20 premiers mètres puis orientée NNE-SSW et pentée de 25° sur les 20 mètres suivant pour rejoindre le point (appelé « point quadruple ») correspondant à l'intersection de la galerie précédente (tronçons Est et Ouest), du travers-banc du puits René et de la descenderie principale interne ;
- le travers-banc du puits René, orienté SSW-NNE entre le point quadruple au Sud et la base du puits René au Nord. Il est horizontal, long de 11 m et situé entre 18 et 22 m de profondeur ;
- La descenderie principale interne, reconnue sur 11 m linéaires (entre 19 et 25 m de profondeur), orientée NNE-SSW et pentée de 25° desservant en aval du point quadruple tous les niveaux exploités.

Tous ces ouvrages ont été observés vides avec des largeurs variant de 1,7 à 3 m (jusqu'à 5 m pour la descenderie principale interne) et des hauteurs comprises entre 1,5 et 2,5 m. L'état géotechnique des galeries et descenderies reconnues s'est avéré relativement dégradé et évolutif, en particulier les portions creusées en couche.

Par ailleurs, le long de ces galeries, les bords des chantiers d'exploitations ont été observés remblayés jusqu'au toit.

Les terrains de recouvrement composés d'alternances marno-calcaires ont présentés lors du forage de bonnes caractéristiques géotechniques. La partie peu cohésive de surface est de faible épaisseur ( $\leq 1$  m au niveau du forage).



**Figure 2 : Localisation des travaux souterrains reconnus sur fond de BD ORTHO© IGN et extrait plan minier de la concession de Coudoux (en rouge : travaux reconnus visuellement ou par le forage SD1)**

## 4 REVISION DE L'ALEA EFFONDREMENT LOCALISE SUR TRAVAUX

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.

### 4.1 Zonage 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 des travaux souterrains a été estimée entre 5 et 10 m dans le cadre de l'étude des aléas (cf. [1]). Le levé 3D des travaux reconnus par le forage et par les visites permet de réduire leur incertitude de positionnement à 1 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. En dehors des travaux reconnus, les marges d'incertitude sont maintenues telles qu'évaluées dans le cadre de l'étude des aléas.

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 5 m dans le cadre de l'étude des aléas (cf. [1]). L'épaisseur des terrains faiblement cohésifs, et ainsi la marge d'influence, est réduite à celle des formations marno-calcaires altérés rencontrés en forage à savoir 1 m. Au total, l'aléa est donc affiché avec une marge de 3 m autour des travaux miniers.

### 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. [4]), 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. [4]) :

- 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-remblayé à proximité de la surface (Profondeur centimétrique)	Effondrement auto-remblayé 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, les données acquises par le forage et les observations sur site montrent que les terrains de surface ont de bonnes propriétés mécaniques (calcaires affleurants) avec une portion faiblement cohésive de surface de 1 m de puissance maximum. Ainsi, dans l'hypothèse où la rupture d'une galerie ou d'une descenderie entraînerait une remontée de cloche de fontis jusqu'en surface, le diamètre d'un effondrement localisé serait de 4 m maximum (largeur galerie 2 m + 1 m de terrains non cohésifs de part et d'autre), valeur qui relève selon le guide méthodologique d'évaluation des aléas (cf. [4]) d'une intensité limitée.

## 4.2.2 Prédiposition de l'aléa

Dans le cadre de l'étude des aléas (cf. [1]), les niveaux de prédiposition à l'effondrement localisé sur le quartier Saint-Hilaire de la concession de Coudoux ont été retenus de la manière suivante :

- sensible pour les galeries de niveaux (voies de roulage) et les descenderies comprises entre 0 et 35 m de profondeur. Le même niveau a été retenu pour la descenderie de Saint-Hilaire plus pentée (39°) entre 0 et 45 m de profondeur et pour la portion de descenderie de l'Abondance non remblayée comprise entre 20 et 45 m de profondeur ;
- peu sensible pour les portions de galeries de niveaux (voies de roulage) et les descenderies comprises entre 35 et 50 m de profondeur. Le même niveau a été retenu pour la descenderie de Saint-Hilaire plus pentée entre 45 et 60 m de profondeur et pour la portion de descenderie de l'Abondance remblayée entre 0 et 20 m et celle comprise entre 45 et 60 m de profondeur ;
- peu sensible mais non exclu sur les zones d'affleurements des veines de lignite en raison de la présence de deux effondrements localisés au nord des travaux connus du quartier de Saint-Hilaire, et dont un en particulier car situé au nord de la ligne de l'affleurement de la veine exploitée (cf. Figure 5 § 4.2.2.3) ;
- non sensible (aléa nul) au droit des chantiers d'exploitation menés par tailles montantes remblayées considérant que les volumes de vides résiduels y sont peu volumineux et seraient rapidement auto-comblés en cas de rupture du toit de ces chantiers. En revanche, en cas de surcharge, des phénomènes de tassement ont été retenus comme possible (aléa de niveau faible) dans la frange de ces travaux situés à moins de 50 m de profondeur.

### 4.2.2.1 Travaux miniers reconnus

Dans le secteur investigué, les travaux miniers reconnus correspondent à des galeries horizontales (portion galerie de niveau + 139 et travers-banc du puits René) ou inclinées (descenderie de la Piscine et portion de la descenderie principale interne) et leur point d'intersection appelé point « quadruple ».

En ce qui concerne les chantiers d'exploitation, ils ont été observés en plusieurs points le long de la galerie de niveau + 139 à l'arrière de murs de pierres sèches. Leur remblayage jusqu'au toit a été confirmé. Ainsi, les éventuels vides résiduels au sein de ces chantiers sont certainement de dimensions limitées (< 5 m<sup>3</sup>) qui, en cas de rupture du toit, seront rapidement auto-comblés confirmant l'absence de possibilité de survenue d'un effondrement localisé en surface.

Dans ces conditions, le mécanisme à l'origine d'un éventuel effondrement localisé en surface est la remontée d'une cloche de fontis suite à la rupture du toit d'une galerie ou d'une descenderie (cf. Figure 3).



**Figure 3: Schéma et exemples du mécanisme de remontée de cloche de fontis à l'origine d'un effondrement localisé**

La remontée d'une cloche de fontis par dégradation des terrains au-dessus d'une galerie peut se poursuivre tant que le foisonnement n'a pas permis de combler le vide disponible dans celle-ci. Sur ce principe, un calcul basé sur une approche volumique déterministe s'attachant à la hauteur de remontée de cloche de fontis est réalisé. Ce calcul est fonction des dimensions des galeries, des inclinaisons pour les descenderies et de la nature du terrain de recouvrement. En comparant cette hauteur à l'épaisseur du recouvrement, il est possible de déterminer si l'effondrement apparaîtra en surface ou non.

Les profondeurs limites retenues dans l'étude des aléas ont été déterminées par ce calcul selon les données disponibles (essentiellement d'archives) durant la phase informative. Ces calculs sont repris en considérant les nouvelles données acquises par les investigations (cf. annexe 1).

Le recouvrement au-dessus des travaux du secteur d'étude est constitué d'alternances de bancs métriques calcaires et marneux. De manière sécuritaire, aucun de ces bancs n'est considéré comme suffisamment résistant pour agir comme une poutre (banc raide) qui bloquerait la remontée d'une cloche de fontis. Les valeurs du coefficient de foisonnement (selon la classification R.T.R. (Recommandations pour les Terrassements Routiers (RTR). SETRA et LCPC. 1976, réédité sous le nom de guide GTR en 2000) sont retenues entre 1,3 à 1,5.

En considérant les dimensions des vides reconnus, les résultats des nouveaux calculs indiquent qu'il est très peu probable qu'un fontis initié au sein d'une galerie ou descenderie débouche au jour si le recouvrement est supérieur à (cf. [3]) :

- 20 m pour la galerie de niveau + 139 ;
- 25 m pour le travers-banc du puits René ;
- 25 m pour la Descenderie de la Piscine ;
- 35 m pour le point quadruple ;
- 35 m pour la Descenderie principale interne.

Ainsi, toute remontée de cloche de fontis initiée le long du travers-banc René, de la Descenderie de la Piscine ou du point quadruple dont les profondeurs sont inférieures à la valeur calculée peut déboucher en surface.

Pour la galerie de niveau + 139 et la Descenderie principale interne, lorsque les galeries s'approfondissent, respectivement au-delà de 20 et 35 m, leur auto-comblement permet d'écarter le phénomène d'effondrement localisé.

Le calcul pour la première portion de la descenderie de la Piscine, n'a pas été réalisé car son inclinaison (30°) est proche de la valeur minimale de l'angle de talus retenu (35°). Dans ces conditions, toute remontée de cloche de fontis initiée le long de cette portion dont la profondeur maximale est de 14 m peut déboucher en surface.

L'état géotechnique des galeries et descenderies reconnues et creusées en couche (galerie de niveau + 139, portion basse de la descenderie de la Piscine et point quadruple) est relativement dégradé. Dans ces secteurs, les dégradations et signes d'instabilité observés sont multiples : fracturation et chutes du toit, écaillages de parement, montées de voûte sur 1 m.

En revanche, les ouvrages creusés en travers-banc, et en particulier la première portion (portion haute) de la Descenderie de la Piscine, sont apparus en bon état géotechnique et ne présentent pas de signe d'instabilité récents (quelques chutes de toit anciennes au niveau des bancs marneux).

Dans ces conditions, la prédisposition à la rupture du toit de ces ouvrages qui initie la remontée d'une cloche de fontis est nouvellement qualifiée de :

- Sensible à très sensible pour les ouvrages creusés en couche, à savoir la galerie de niveau + 139, la portion basse de la descenderie de la Piscine, le point quadruple et la portion haute de la descenderie principale interne ;
- Peu sensible à sensible pour les ouvrages creusés en travers-banc, à savoir la première portion (portion haute) de la descenderie de la Piscine et le travers-banc du puits René ;

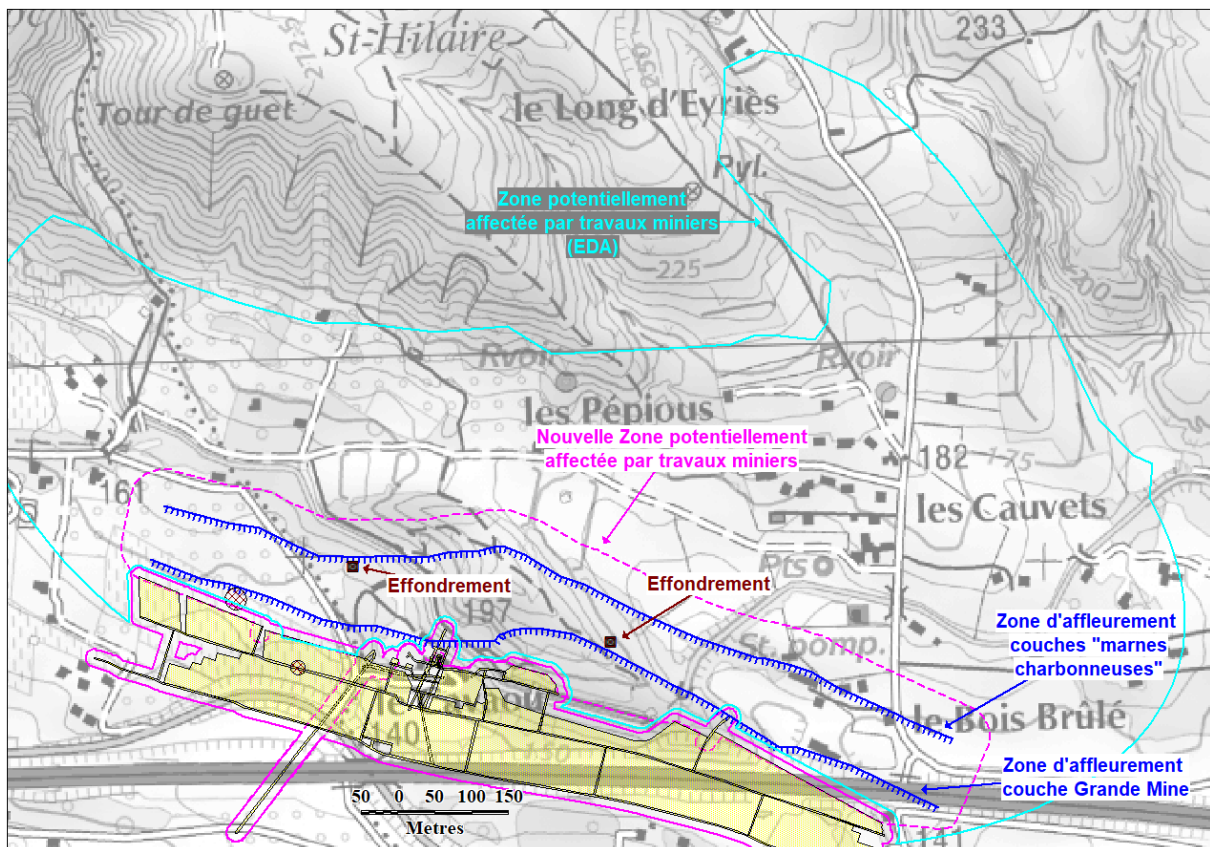
#### 4.2.2.2 Travaux miniers non reconnus

Les autres galeries ou descenderies du quartier Saint-Hilaire n'ayant pas été géotechniquement reconnues, la prédisposition à l'aléa effondrement localisé y est maintenu à un niveau sensible. Néanmoins, considérant selon les documents d'archives qu'elles présentent des dimensions similaires à celles reconnues, l'aléa est par transposition nouvellement retenu à leur portion située à moins de 25 m de profondeur (voir 20 m pour la galerie Bertrand de de section plus réduite (largeur 1,2 m et hauteur 1,5 m). Cela concerne (cf. Figure 4) :

- la galerie de niveau + 142 (dans laquelle débouche la descenderie de l'Abondance à 20 m de profondeur) ;
- les remontées d'aérage débouchant en surface (Est et Ouest) jusqu'à 25 m de profondeur,
- la descenderie de Saint-Hilaire jusqu'à 25 m de profondeur effectivement plus inclinée (39°) mais sachant qu'elle est creusée en travers-banc ;
- la galerie Bertrand creusée en travers-banc jusqu'à sa jonction avec la descenderie de Saint-Hilaire en considérant qu'elle est située à moins de 20 m de profondeur sur tout son tracé. En effet, les archives sources de la concession de Coudoux, disponibles au Département de Prévention et Sécurité Minière du BRGM à Gardanne (13) et consultées dans le cadre de cette étude, indiquent que la galerie Bertrand a été creusée en 1849 pour assurer l'exhaure des eaux d'infiltration du canal de Marseille mis en service entre 1846 et 1847 au sein des premiers travaux souterrains entamés



partir de cette coupe, les zones d'affleurements des couches lignitifères ont été tracées en considérant un pendage constant de 30° vers le Sud. Le positionnement des deux effondrements observés se situe pour le premier au niveau de l'affleurement de la couche Grande Mine et pour le second au niveau de l'affleurement de la couche de marnes charbonneuses. Cette concordance géographique tend à confirmer que ces effondrements sont potentiellement liés à d'anciens travaux aux affleurements non répertoriés. Ceci confirme ainsi le maintien d'une zone potentiellement affectée par les travaux miniers. En revanche, en l'absence d'autres couches identifiées plus en profondeur sur la coupe du puits et d'observations de désordres plus au nord, cette zone et celle de l'aléa effondrement localisé de niveau *faible* associé sont réduites à la zone d'affleurements identifiés et en prenant une marge d'incertitude de 50 m.



**Figure 5 : Travaux miniers souterrains, affleurements de couches lignitifères et zone potentiellement affectée par les travaux miniers sur le secteur de Coudoux - fond SCAN25©IGN**



### 4.2.3 Niveaux de l'aléa

En conséquence et par croisement de la prédisposition et de l'intensité, l'aléa effondrement localisé est nouvellement retenu à un niveau :

- moyen pour les ouvrages creusés en couche, à savoir ;
  - portion de la galerie de niveau + 139 située à moins de 20 m de profondeur ;
  - portion basse de la descenderie de la Piscine ;
  - point quadruple ;
  - portion de la descenderie principale interne située à moins de 35 m de profondeur ;
- faible pour les ouvrages creusés en travers-banc ;
  - portion haute de la descenderie de la Piscine ;
  - travers-banc du puits René ;
  - portions de la descenderie Saint-Hilaire et des remontées d'aérage Est et Ouest situées à moins de 25 m de profondeur ;
  - galerie Bertrand ;
  - tête de la descenderie de l'Abondance ;
- faible au niveau de la zone d'affleurements des couches lignitifères.

## 5 REVISION DE L'ALEA EFFONDREMENT LOCALISE SUR PUIITS

### 5.1 Puits René

Dans le cadre de l'étude des aléas (cf. [1]), l'aléa effondrement localisé lié au puits René a été évalué à un niveau faible notamment en raison de l'absence de connaissance de l'état de comblement entre sa recette au niveau du TB du puits René (- 24 m) et celle au niveau - 98 m. Les investigations menées dans le cadre de l'étude de risque (cf. [3]) ont permis d'observer qu'au niveau du TB, le mur de coffrage en parpaings du bouchon béton du puits René était en bon état géotechnique (cf. Figure 6). Néanmoins, ce mur ayant été édifié à la limite puits / galerie et sans ancrage, une rupture liée au débouillage des remblais sous-jacents au bouchon pourrait potentiellement amener à sa déstabilisation et par conséquent celle des remblais sus-jacents et de la dalle en surface. Bien que ce phénomène soit peu probable car conditionné à la conjonction de plusieurs facteurs défavorables, il n'est pas totalement exclu et entraîne le maintien d'un aléa effondrement localisé faible au niveau du puits René.



Figure 6 : Vue du mur en parpaings à la jonction du TB et du puits René (cf. [3])

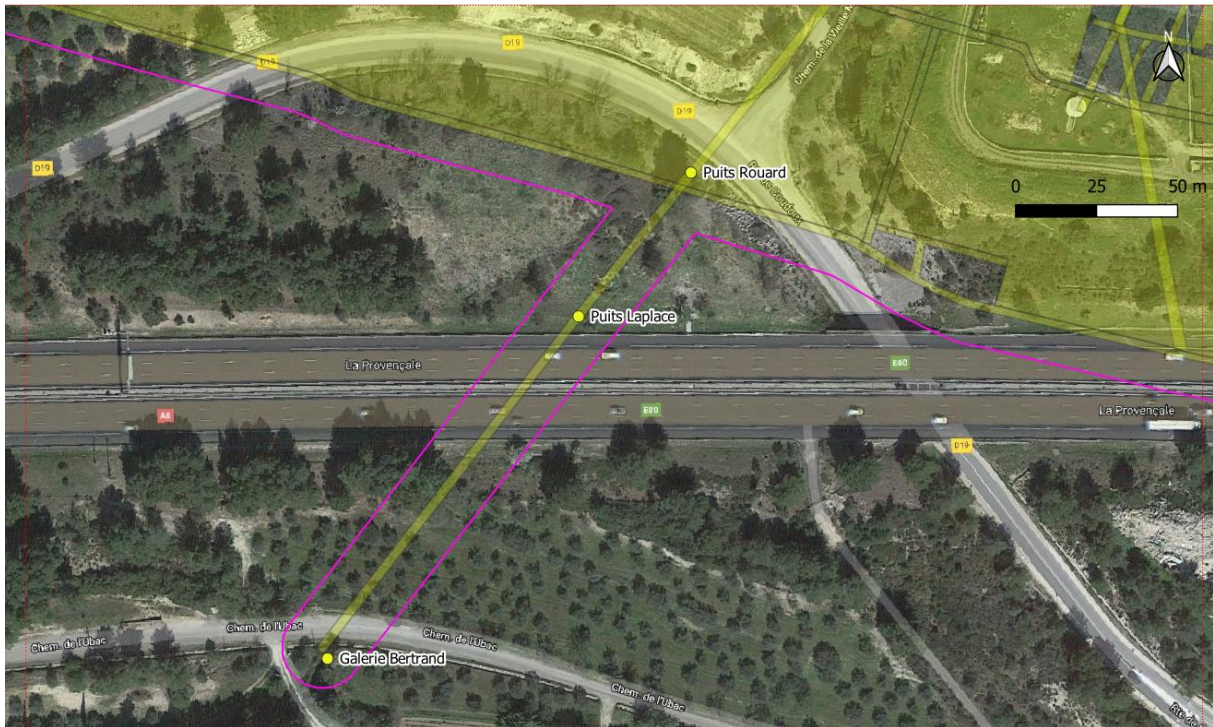
### 5.2 Puits d'aérage de la galerie Bertrand

Les archives sources consultées dans le cadre de cette étude indiquent que la galerie d'écoulement Bertrand présentait deux puits d'aérage (nommés Laplace et Rouard) respectivement situés à 130 et 186 m de l'entrée de la galerie. Ces puits auraient été comblés à l'issue des travaux.

Ces deux puits n'avaient été identifiés lors de l'étude des aléas (cf. [1]). Ces nouvelles données amènent aujourd'hui à cartographier ces ouvrages. Ces puits devaient présenter une faible section au regard de leur seul rôle d'aérage et une faible profondeur (la galerie Bertrand étant située à moins de 20 m de profondeur). En revanche, leur simple remblayage à la fin des travaux probablement avec des matériaux tout venant et non drainants peu amener à terme à leur déstabilisation sous l'action de l'eau circulant dans la galerie. Pour cette raison, nous

retenons une prédisposition sensible à l'effondrement localisé pour ces deux puits. Par croisement avec un niveau d'intensité limitée (à l'image de celui retenu pour les travaux souterrains), l'aléa effondrement localisé est y évalué à un niveau faible.

La cartographie de l'aléa lié à ces deux puits est construite selon un cercle autour de chaque puits ayant des marges d'incertitude de localisation et d'influence aux valeurs identiques à celle de la galerie Bertrand qu'ils desservaient.




**Figure 7 : Localisation des puits Rouard et Laplace au droit de la galerie Bertrand sur - fond de BD ORTHO© IGN**  
(en rose : enveloppe des travaux souterrains comprenant leur incertitude de localisation)

## 6 REVISION DE L'ALEA EMISSION DE GAZ DE MINE

L'aléa « émission de gaz de mine » est un des phénomènes pris en compte dans le cadre du décret en Conseil d'Etat n°2000-547 du 16 juin 2000 relatif à l'évaluation des aléas miniers. Pour que l'existence de cet aléa soit effective et justifie qu'il soit étudié, il est nécessaire que trois éléments principaux soient réunis :

- la présence d'un volume de vides résiduels suffisamment important pour constituer un réservoir ;
- la présence au sein des travaux d'un mélange dangereux ;
- une possibilité d'émission en surface en quantité significative.

En 2008, lors de l'étude initiale (cf. [1]), un aléa émission de gaz de mine faible avait été retenu autour de certains ouvrages débouchant au jour. Suite aux évolutions méthodologiques (cf. [8]) et à la hiérarchisation menée par GEODERIS, l'affichage d'un aléa n'est aujourd'hui plus jugé pertinent compte tenu de la taille réduite des réservoirs potentiels (cf. [7]).

Les cartes d'aléa émission de gaz de mine produites dans l'étude initiale sont aujourd'hui caduques. 

Quelques mesures menées pendant l'étude des risques au droit de cinq ouvrages débouchant au jour n'ont pas montré de circulations ou d'anomalie notable (la teneur en CO<sub>2</sub> n'excède pas 0,05%).

Par contre, lors de la visite des travaux menée dans la descenderie de la Piscine, des teneurs plus importantes ont été mesurées (plus de 1 %), et ont amené à un signalement de GEODERIS auprès de la DREAL compte tenu du risque potentiel d'intoxication en cas de pénétration dans l'ouvrage (présence d'une cave à vin aménagée en tête d'ouvrage).

Ce phénomène illustre le fait que même si l'ensemble des critères permettant de justifier l'évaluation d'un aléa émission de gaz de mine n'est pas satisfait, les vides miniers, comme tout vide souterrain, peuvent contenir des atmosphères dangereuses pour une personne en cas de contact direct. La note 2019/189DEbis (cf. [6]), réalisée par GEODERIS propose des recommandations en termes de gestion du risque actuel et futur, et attire l'attention sur les situations potentiellement dangereuses pour une prise en compte adaptée en termes de santé publique, en particulier en l'absence de carte d'aléa « émission de gaz de mine ».

## 7 CONCLUSION

Les informations nouvelles acquises lors de l'étude de risques menée entre fin 2020 et début 2021 par GEODERIS sur les communes de Ventabren et Coudoux, ainsi que l'évolution de la méthodologie d'évaluation de l'intensité de l'aléa « effondrement localisé », ont permis de réviser, sur l'ancienne concession de Coudoux (quartier d'exploitation de Saint-Hilaire), l'emprise et les niveaux de l'aléa « effondrement localisé ». Cette révision se traduit par une réduction significative de leur emprise sur les communes de Ventabren et Coudoux.

Par ailleurs, le présent document formalise la suppression de l'aléa « émission de gaz de mine » initialement retenu autour de certains ouvrages du bassin.

Les cartes de l'aléa « effondrement localisé » révisé sur ces communes sont fournies sur fond BD Ortho® IGN en annexe 3 du présent rapport. Les tables SIG modifiées sont par ailleurs fournies sur support informatique.

## 8 BIBLIOGRAPHIE

- [1] Bassin de Lignite de « Vèdes-La Fare » (13) - Titres miniers de Coudoux, la Fare, Vèdes, Liquette et Bassan - Evaluation et cartographie des aléas miniers. Rapport GEODERIS S2008/25DE-08PAC2220, février 2008.
- [2] 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)
- [3] Bassins lignitifères de Provence - Commune de Ventabren (13) - Synthèse de l'étude de risque lié au phénomène d'effondrement localisé. Rapport GEODERIS 2021/067DE-21NAT23020, avril 2021
- [4] Guide d'évaluation des aléas miniers. Rapport INERIS DRS-17-164640-01944A, 2018
- [5] Didier C. et Salmon R. (2004). *Evaluation du risque d'apparition d'un fontis en surface*. JNGG
- [6] Phénomène d'émission de gaz de mine - Préconisations de gestion en zone à risque potentiel – Rapport GEODERIS 2019/189DE\_bis – 19NAT21010
- [7] Phénomène d'émission de gaz de mine - Sites pour lesquels l'évaluation de l'aléa gaz de mine n'est plus justifiée (liste établie au 16/04/2019) – Rapport GEODERIS 2019/266DE – 19NAT21010
- [8] Evaluation de l'aléa « gaz de mine » dans le cadre des plans de prévention des Risques Miniers (PPRM) – Guide méthodologique – Rapport INERIS DRS-15-149493-10366A

## **Annexe 1**

*Approche volumétrique déterministe de la hauteur de remontée  
de cloche de fontis*



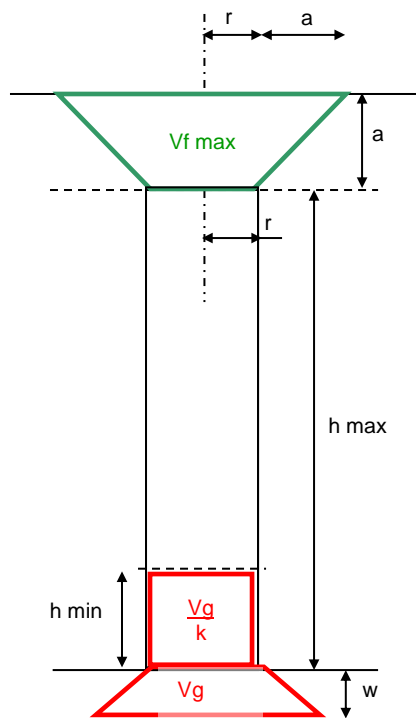


Dans le cas, où un effondrement du toit d'une excavation souterraine est susceptible de survenir, une montée de voûte peut être initiée. Ce mécanisme peut se propager vers la surface (montée de cloche de fontis ou ruptures de banc successives).

Ce phénomène peut être bloqué par :

- l'existence d'un banc rocheux suffisamment résistant pour supporter la contrainte sans se ruiner ;
- le phénomène d'auto-comblement (les terrains éboulés envahissent les volumes disponibles, ils foisonnent et de fait suppriment les vides nécessaires à la poursuite du mécanisme).
- Le nombre généralement « restreint » de désordres observés ne permet pas, à lui seul, d'établir la profondeur limite à partir de laquelle le risque de remontée de fontis en surface devient nul.

Il est possible d'estimer la hauteur maximale de remontée de fontis à partir d'un modèle de calcul prenant en compte en particulier les caractéristiques géométriques des cavités résiduelles ( $V_g$ ), le coefficient de foisonnement ( $k$ ) et l'angle de talus naturel des terrains constituant le recouvrement (cf. [5]).



**Figure 1 : Modélisation de la formation d'un fontis**

Pour ce faire, l'INERIS a développé un outil de calcul s'appuyant sur une modélisation analytique des volumes mis en jeu lors de la propagation d'une cloche d'éboulement ou d'une rupture de bancs successives (cf. [5]).

Cet outil a été appliqué aux conditions des sites retenues, à savoir :

- Les valeurs du coefficient de foisonnement retenues sont issues de la classification R.T.R. (Recommandations pour les Terrassements Routiers (RTR). SETRA et LCPC. 1976) : 1,3 à 1,5 pour les marnes et les calcaires caractérisant les terrains de recouvrement des exploitations du secteur étudié.
- Les valeurs d'angles de talus naturel pour des roches sèches ou humides sont comprises entre 35° et 50°.
- Les dimensions des vides étudiés selon le tableau suivant :

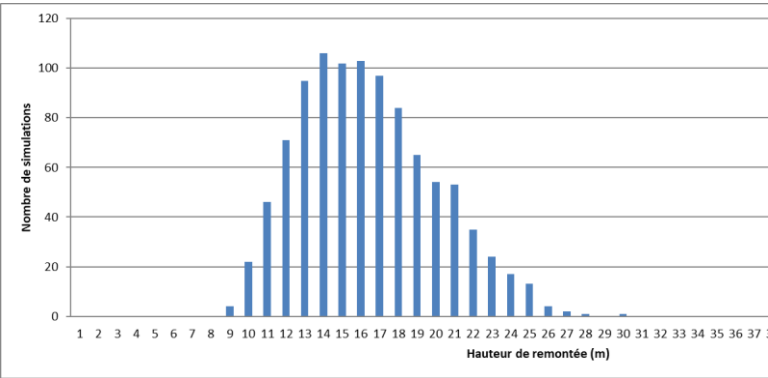
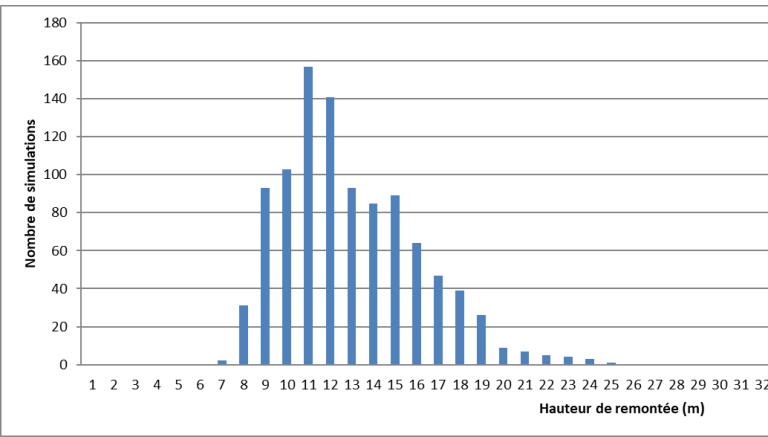
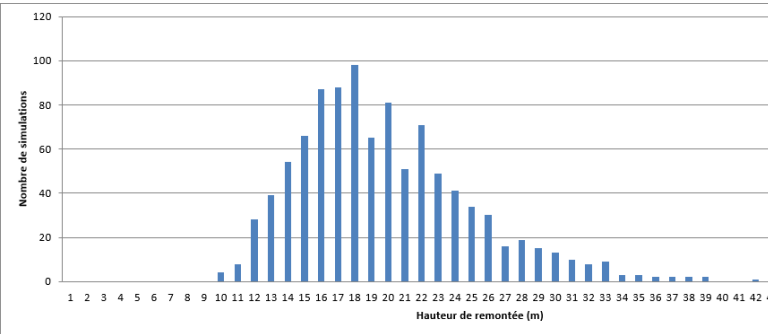
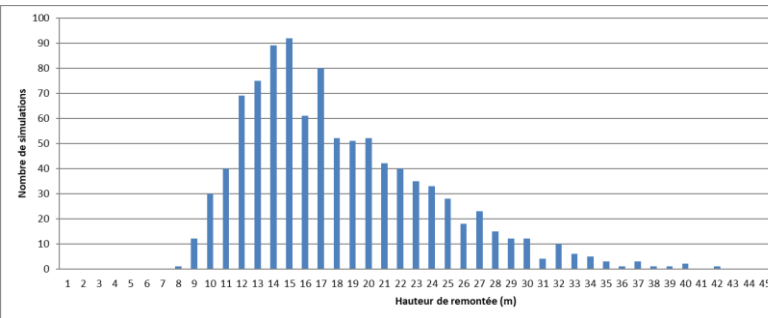
Ouvrage	Zone	Largeur (m)	Hauteur (m)	Inclinaison
Galerie de tête	7	1,7 à 2,7	1,7	-
Travers-banc du puits René	5	2	1,8 à 2,5	-
Descenderie de la Piscine	1	2	2	30°
	3	2,5	1,5	25°
Point quadruple	4	3	1,8 à 2,5	-
Descenderie principale interne	6	5	1,5	25°

De manière sécuritaire, aucun de ces bancs n'est considéré comme suffisamment résistant pour agir comme une poutre (banc raide) qui bloquerait la remontée d'une cloche de fontis.

L'expérience montre que les fontis s'initient sur une largeur égale ou légèrement inférieure à la largeur totale de la galerie (rayon du fontis variant dans une gamme de 80% à 100% du rayon maximal possible).

Le tableau suivant présente pour chaque cas étudié les résultats des calculs de hauteur de remontée de voûte par suite de 1000 simulations de rupture du toit prises au hasard dans toutes leurs configurations possibles.

Cas	Histogramme de simulations	Hauteur retenue	Critère
Galerie de tête		20 m	> 99 % des hauteurs simulées sont inférieures à 20 m

Cas	Histogramme de simulations	Hauteur retenue	Critère
<p><b>Travers-banc du puits René</b></p>		<p>25 m</p>	<p>&gt; 99 % des hauteurs simulées sont inférieures à 25 m</p>
<p><b>Descenderie de la Piscine – Zone 3</b></p>		<p>25 m</p>	<p>100 % des hauteurs simulées sont inférieures à 25 m</p>
<p><b>Point quadruple</b></p>		<p>35 m</p>	<p>&gt; 99 % des hauteurs simulées sont inférieures à 35 m</p>
<p><b>Descenderie principale interne</b></p>		<p>35 m</p>	<p>&gt; 99 % des hauteurs simulées sont inférieures à 35 m</p>



## **ANNEXE 2**

### *Coupe lithologique du Puits René*

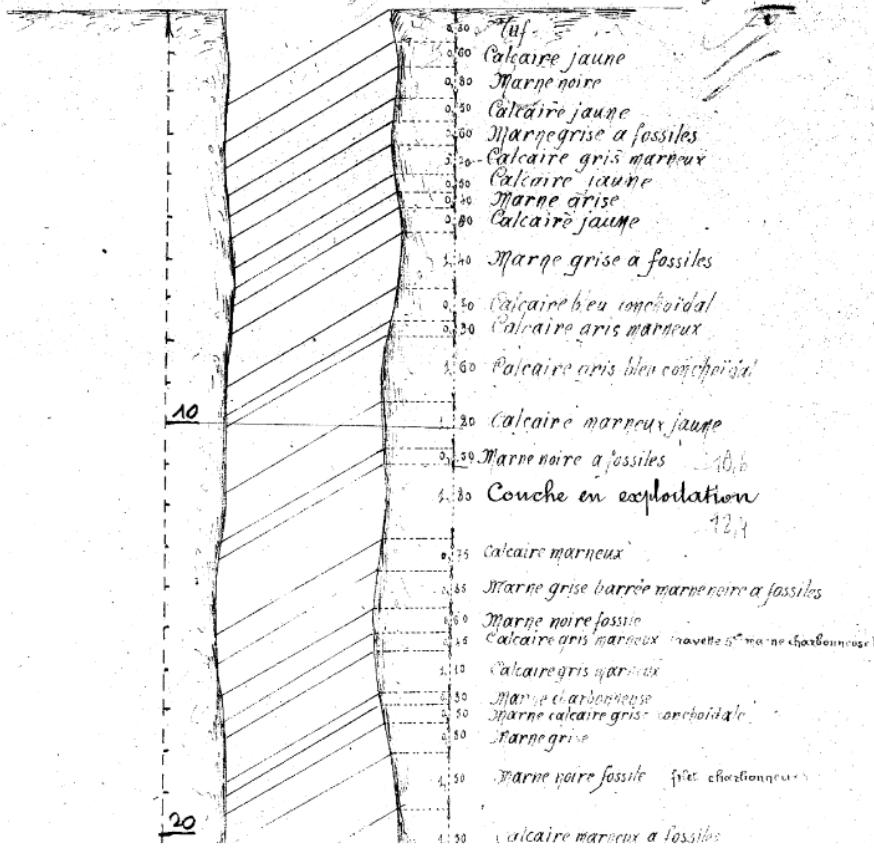


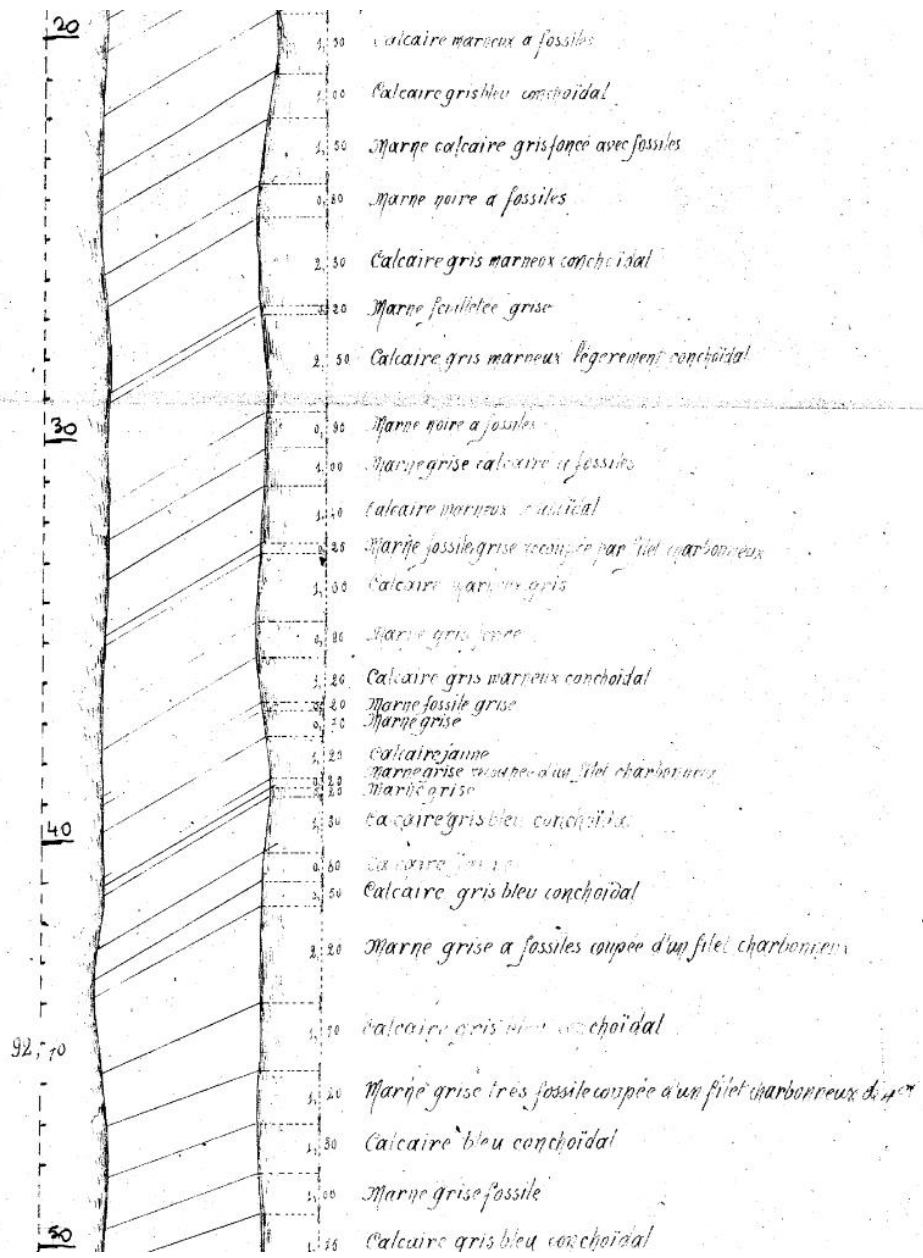
# Mines de Coudoux

1020-31-70

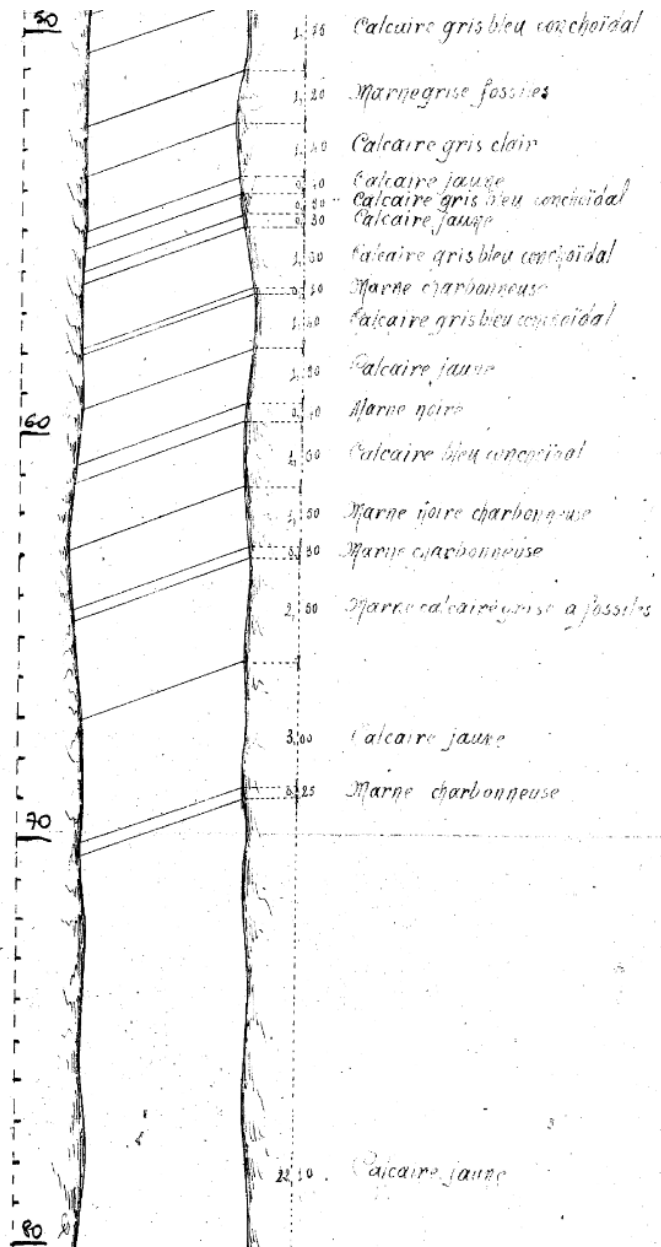


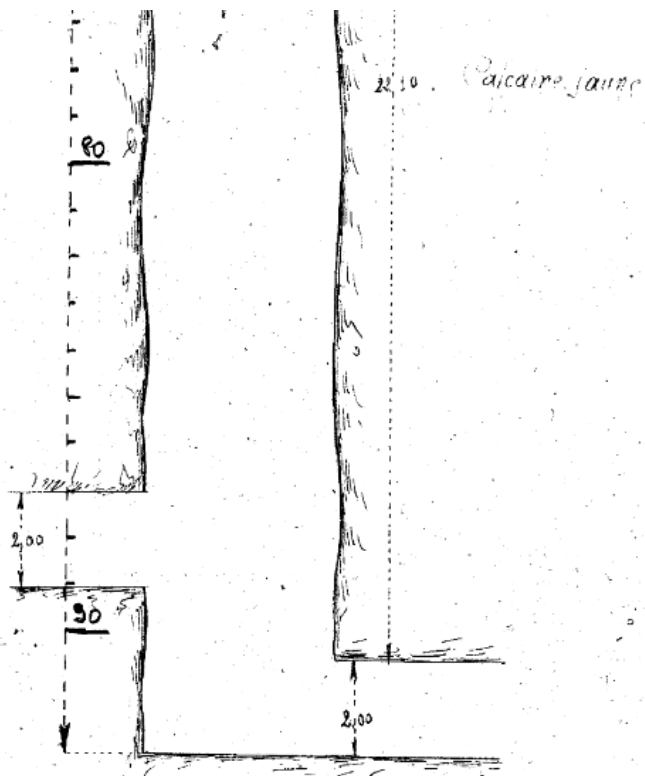
Terrains recoupés sur le parement Est du Quiz René (1/100)











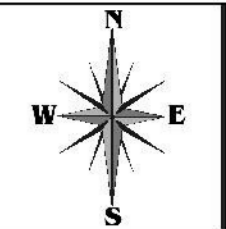
### **ANNEXE 3**

*Cartes d'aléa effondrement localisé des communes de  
Ventabren et Coudoux  
(hors texte)*



# Carte de l'aléa Effondrement localisé

## Commune de Ventabren



### Légende :

#### Ouvrages

- Puits matérialisé
- Ω Galerie localisée
- ◆ Descenderie matérialisée

#### Travaux souterrains

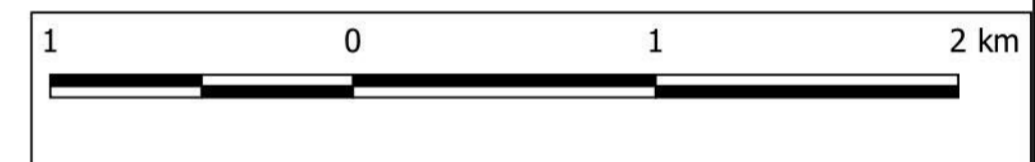
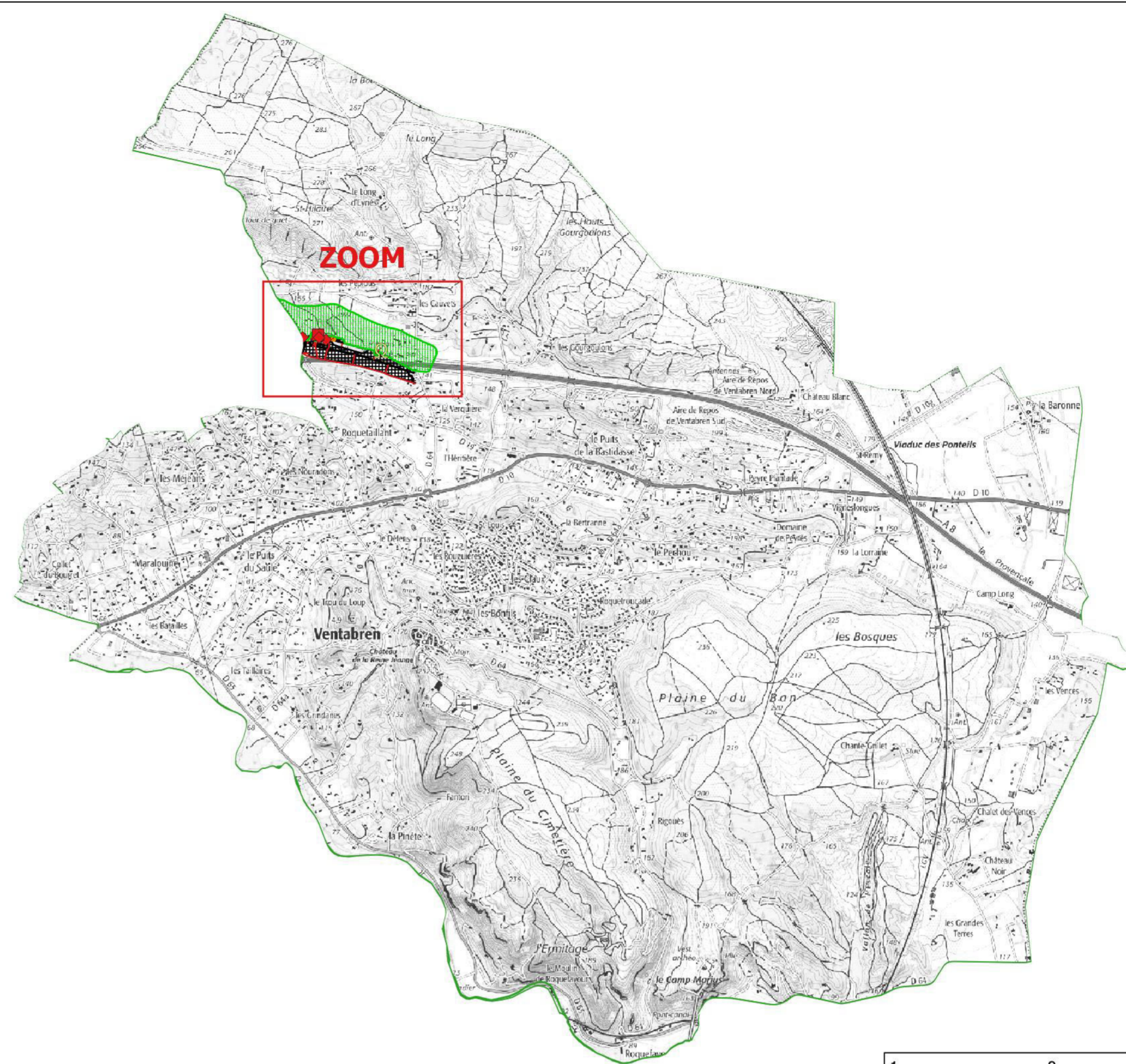
- Galerie - Bure - Travers-banc
- ▨ Dépilage

#### Aléas

- Effondrement localisé faible
- Effondrement localisé moyen

#### Limites administratives

- Commune



### Echelles :

Localisation : 1/25000  
ZOOM : 1/2000

**GEODERIS**

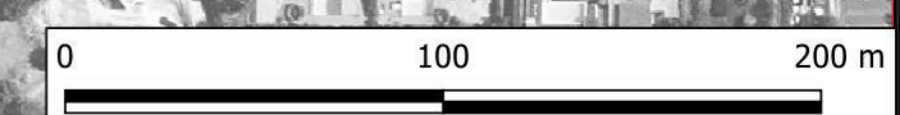
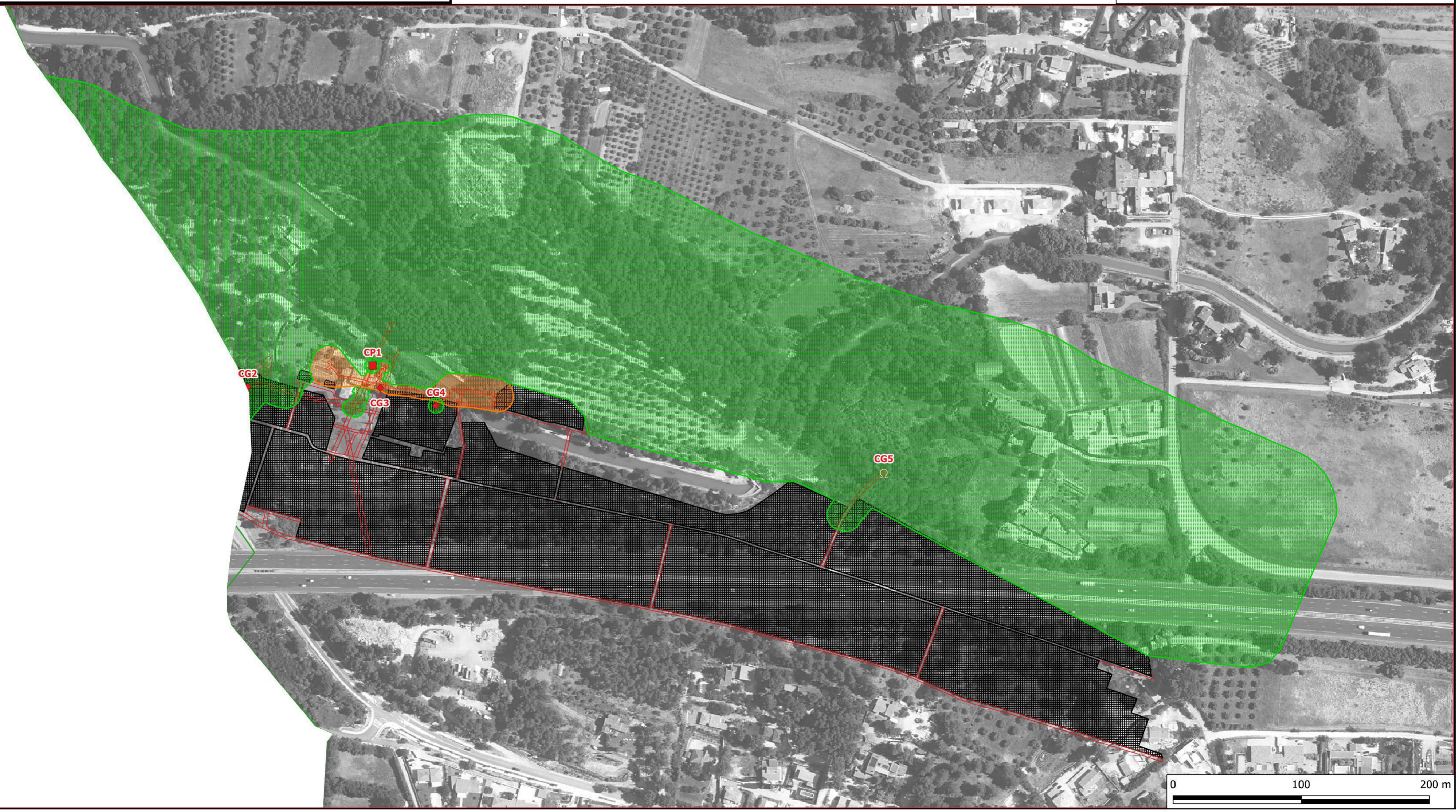
### Fonds cartographiques :

BD ORTHO (Lambert 93) de l'IGN  
SCAN 25 (Lambert 93) de l'IGN

**Annexe**

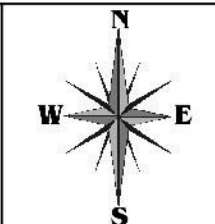
GEODERIS 2021/171DE-21PAC22060

Octobre 2021



# Carte de l'aléa Effondrement localisé

## Commune de Coudoux



### Légende :

#### Ouvrages

- Puits localisé
- Ω Galerie localisée
- ◆ Descenderie matérialisée

#### Aléas

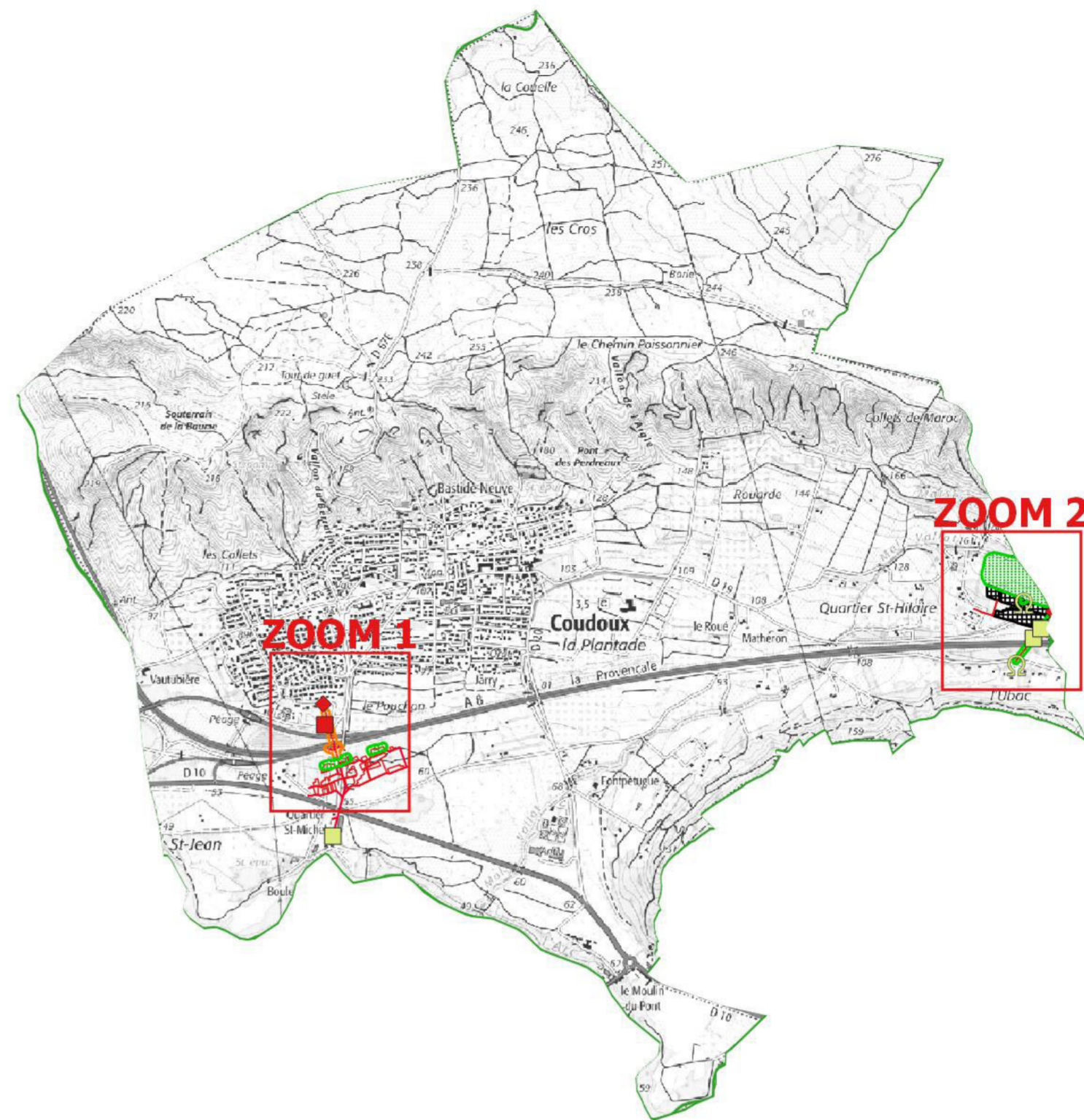
- Effondrement localisé faible
- Effondrement localisé moyen

#### Limites administratives

- Commune

#### Travaux souterrains

- Galerie - Bure - Travers-banc
- Dépilage



### Echelles :

Localisation : 1/25000  
ZOOM : 1/2000

# GEODERIS

### Fonds cartographiques :

BD ORTHO (Lambert 93) de l'IGN  
SCAN 25 (Lambert 93) de l'IGN

### Annexe

GEODERIS 2021/171DE-21PAC22060

Octobre 2021

### ZOOM 1

### ZOOM 2

