



**Bassin lignitifère de Provence  
Evaluation et cartographie des aléas  
« mouvements de terrain » relatifs aux  
galeries techniques du carreau du puits  
Gerard à Mimet (13)**

**Réponse à la saisine n°2024-05**

**Version finale  
2024/088DE – 24PAC33010**

**Le 14/05/2024**

Diffusion :

Pôle après-mine sud

Philippe CHARTIER  
Philippe VIALLE

DREAL Provence-Alpes-Côte-d'Azur

Hubert FOMBONNE  
David DUPUIS

Nom de l'antenne en charge du rapport : Antenne Sud,  
40 Rue de Pinville, CS 40045  
34060 MONTPELLIER Cedex 2  
Tél : +33(0)4 11 28 50 70

Rédaction : Thierry Delaunay, le 06/05/2024  
Vérification : Olivier Lefebvre, le 06/05/2024  
Approbation : Monique Terrier, le 13/05/2024

## SOMMAIRE

1	Objet - Contexte .....	5
2	Rappel des aléas sur le carreau du puits Gerard.....	5
3	Documents disponibles et visite de site .....	6
3.1	Documents.....	6
3.2	Visite de site .....	6
4	Analyse des elements disponibles et evaluation des aléas mouvements de terrain relatifs aux galeries techniques .....	6
4.1	Définition des « galeries techniques » et limite de l'analyse .....	6
4.2	Descriptions des galeries techniques retenues.....	6
4.2.1	Galerie n°1 .....	7
4.2.2	Galerie n°2 .....	7
4.2.3	Galerie n°3 .....	7
5	Evaluation de l'aléa .....	8
5.1	Evaluation de la prédisposition à l'aléa effondrement localisé .....	8
5.2	Evaluation de l'intensité .....	8
5.3	Evaluation de l'aléa effondrement localisé .....	9
5.4	Cartographie des aléas .....	9
6	Conclusion.....	10

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation du dépôt charbonnier le long du carreau du puits Gerard et cartographie des aléas sur fond BD Ortho® de l'IGN .....	13
Figure 2 : Localisation des galeries techniques sur le plan du carreau du puits Gerard et coupe de la salle de la galerie n°1 .....	14
Figure 3 : Cartographie informative du carreau du puits Gerard – Fond BD Ortho de l'IGN et plan du carreau .....	15
Figure 4 : Coupe synthétique du puits Gerard et du rampant de ventilation (galerie n°3).....	17
Figure 5 : Représentation schématique de la cartographie de l'aléa effondrement localisé (en vert) lié à la présence de galeries.....	18
Figure 6 : Nouvelle cartographie des aléas sur le carreau du puits Gerard – commune de Mimet - Fond BD Ortho® de l'IGN .....	19

## LISTE DES PHOTOGRAPHIES

Photo 1 : Puits Gerard .....	23
Photo 2 : Galerie n°1 - Entrée .....	23
Photo 3 : Galerie n°1 - Salle .....	24
Photo 4 : Galerie n°1 - Bifurcation .....	24
Photo 5 : Galerie n°2 .....	25
Photo 6 : Galerie n°2 – Décollement à l'entrée sous-sol ventilateurs .....	25
Photo 7 : Départ du rampant depuis le sous-sol des ventilateurs .....	27
Photo 8 : Conduite de ventilation maintenue.....	27

**Mots clés :** Bassin de Provence ; Mimet ; aléa ; effondrement localisé ; galeries techniques ; PPRM ; lignite

# 1 OBJET - CONTEXTE

Dans le cadre de la concertation relative à l'établissement du PPRM de la commune de Mimet, située dans le bassin lignitifère de Provence (Bouches-du-Rhône), Madame la commissaire enquêtrice a demandée, suite à une visite du carreau du puits Gerard, la prise en compte des galeries techniques dans l'étude des aléas mouvements de terrain qui sert de fondement à l'élaboration du dit PPRM.

Suite à cette demande, la DREAL Provence-Alpes-Côte d'Azur, par l'intermédiaire du Pôle Après-mine Sud, a sollicité GEODERIS afin d'évaluer les aléas résultant de ces galeries techniques liées au puits Gerard.

Ce rapport présente les documents d'archives disponibles du carreau du puits Gerard et les observations sur site puis leur analyse en termes d'aléas. Il se conclut par le rendu actualisé de la carte d'aléa effondrement localisé de la commune de Mimet dont les fonds topographiques ou photographiques géoréférencés utilisés sont les fonds IGN dont la BD Ortho® IGN.

## 2 RAPPEL DES ALEAS SUR LE CARREAU DU PUIS GERARD

Le Bassin lignitifère de Provence a fait l'objet de la part de GEODERIS en 2010 d'une étude préliminaire des aléas et en 2016 d'une étude détaillée des aléas miniers. En 2021, une révision des aléas liée à la prise en compte des problématiques de tassement, glissement et échauffement sur les dépôts charbonniers a été réalisée. Les trois rapports relatifs à ces études sont :

- *Bassin de lignite de Provence - Anciennes concessions détenues par les Charbonnages de France - Définition et cartographie préliminaire de l'aléa - Edition par commune.* Rapport **GEODERIS S2010/37DE-10PAC2210** ;
- *Bassin de lignite de Provence (13) - Révision et mise à jour des aléas liés à l'ancienne activité minière - Rapport de synthèse.* Rapport **GEODERIS S2016/004DE-16PAC22070**.
- *Bassin lignitifère de Provence - Révision des aléas échauffement, tassement et glissement sur les dépôts liés à l'exploitation minière sur les communes de Gardanne, Gréasque, La Bouilladisse, Mimet et Simiane-Collongue (13).* Rapport **GEODERIS 2021/039DE – 21PAC36020**

Ces deux derniers documents servent de fondement à l'élaboration des PPRM des communes du bassin de Provence et en particulier celle de Mimet.

Le carreau du puits Gerard présente le long de ses limites sud-ouest et ouest des zones d'aléas relatifs au dépôt de stériles charbonneux le bordant (Figure 1 annexe 1) avec des aléas « échauffement » de niveau moyen, « tassement » de niveau faible et « glissement superficiel » de niveau faible.

A noter qu'aucun aléa n'a été retenu au niveau du puits Gerard car sa colonne est entièrement bétonnée jusqu'à l'approche de la recette de la galerie de la mer (environ 265 m de profondeur) et seul un tubage d'1,5 m de diamètre a été maintenu et équipé d'un ascenseur pour l'accès au niveau des installations de pompage à partir de cette profondeur.

### 3 DOCUMENTS DISPONIBLES ET VISITE DE SITE

#### 3.1 Documents

Deux documents d'archives des Charbonnages de France conservés au sein du BRGM / DPSM ont été mis à disposition de GEODERIS :

- Le plan altimétrique du carreau du puits Gerard à l'échelle du 1/200 et daté du septembre 1981 dont la dernière modification date du 03 mai 1985 (Figure 2 annexe 1) ;
- Une coupe synthétique du puits Gerard présentant le principe du remplissage au béton de de sa colonne et du rampant de ventilation (Figure 4 annexe 1).

#### 3.2 Visite de site

Une visite du site a été réalisée le 14 mars 2024 en collaboration avec le BRGM/DPSM. Ont été visités :

- Le bâtiment du puits Gerard et ses sous-sols ;
- L'ancien bâtiment de la machinerie d'extraction et ses sous-sols ;
- Les sous-sols des installations du ventilateur.

### 4 ANALYSE DES ELEMENTS DISPONIBLES ET EVALUATION DES ALEAS MOUVEMENTS DE TERRAIN RELATIFS AUX GALERIES TECHNIQUES

#### 4.1 Définition des « galeries techniques » et limite de l'analyse

La demande de Madame la Commissaire Enquêtrice concerne la prise en compte des « galeries techniques » du carreau du puits Gerard dans l'évaluation des aléas « mouvements de terrain ». A ce titre, GEODERIS propose la définition des galeries techniques suivante et sur lesquels ce type d'aléas peut être envisagé :

*Galerie technique : Ouvrage linéaire souterrain maçonné ou non, indiqué sur les plans de mine et dédié à l'aéragé, l'exhaure, l'acheminement de matériaux ou du personnel afin de permettre l'exploitation d'un gisement minier. Cela inclut également les ouvrages souterrains non reliés à celui d'exploitation tels que les dynamitières, amorcières ou galerie école.*

Dans le cas d'un ouvrage souterrain, l'occurrence d'un aléa mouvements de terrain nécessite que l'ouvrage soit suffisamment volumineux et présente un recouvrement composé de terrains (roches, terres, remblais, sols). Cela exclu de la présente analyse les réseaux enterrés (conduites, électricité, autre) et les sous-sols des bâtiments, non susceptibles de générer un aléa mouvement de terrain et pour lesquels l'examen de tout autre aléa ne relève pas des compétence techniques de GEODERIS.

#### 4.2 Descriptions des galeries techniques retenues

A la lecture du plan du carreau du puits Gerard et suite à la visite du site, trois ouvrages sont considérés comme des galeries techniques (Figure 2 et Figure 3 annexe 1) :

- Une première galerie (galerie n°1) nommée « galerie technique » sur le plan partant de l'angle nord du bâtiment du puits Gerard ;
- Une seconde galerie (galerie n°2) également nommée « galerie technique » sur le plan reliant les sous-sols du bâtiment de la machinerie d'extraction au sous-sol des ventilateurs ;
- Une troisième galerie (galerie n°3) correspondant au rampant de ventilation allant du sous-sol des ventilateurs jusqu'au du puits Gerard.

#### **4.2.1 Galerie n°1**

L'entrée de la galerie n°1 se situe en sous-sol du bâtiment du puits Gerard (Photo 1 annexe 2) au niveau de son angle nord et au même niveau topographique que la tête du puits (sole de la galerie à - 3,5 m par rapport au terrain naturel (TN)). La galerie progresse horizontalement sous le carreau sur 16 m selon une direction de N10° puis bifurque (Photo 4 annexe 2) vers le nord-ouest sur 24 m. A 15 m de cette bifurcation, une seconde galerie est tracée sur 7 m de longueur perpendiculairement à la première.

La galerie dans son ensemble présente une section de 1,5 m de large pour 2 m de hauteur (Photo 2 annexe 2). Elle est entièrement maçonnée par un cadre béton et contient plusieurs conduites de différents diamètres. A 11 m de l'entrée et jusqu'à la bifurcation (soit sur 5 m de longueur), la galerie est réhaussée formant une salle de 1,5 m de large pour 3,5 m de hauteur (Photo 3 annexe 2). Le plafond de cette salle est constitué de poutrelles et plaques métalliques assurant le rôle d'un plancher sub-affleurant (probablement < 50 cm de profondeur). Une coupe de cette salle est présentée sur le plan du carreau du puits Gerard (Figure 3 annexe 1).

Lors de la visite, la galerie présentait un bon état général. Aucun signe d'instabilité n'a été observé.

#### **4.2.2 Galerie n°2**

La galerie n°2 correspond à un couloir souterrain de liaison légèrement descendant (pente de 3°) entre le sous-sols du bâtiment de la machinerie d'extraction et celui des ventilateurs (Photo 5 annexe 2). La section de la galerie est de 1,7 m de largeur pour 2 m de hauteur. Sa longueur est de 16 m. La profondeur de sa sole est comprise entre 6 m au niveau du bâtiment de la machinerie d'extraction et 7 m au niveau du bâtiment des ventilateurs. Elle est entièrement maçonnée par un cadre béton et contient des gaines et câbles électriques.

Lors de la visite, la galerie présentait un bon état général. Un décollement d'ouverture pluri-millimétriques des maçonneries de la galerie et du bâtiment des ventilateurs a été observé (Photo 6 annexe 2).

#### **4.2.3 Galerie n°3**

La galerie n°3 correspond au rampant de ventilation du puits Gerard. Au départ, ce rampant est constitué de deux ouvrages de 4 m de diamètre (Photo 7 annexe 2). Ils partaient du sous-sol du bâtiment des ventilateurs (base à 7 m de profondeur) pour se rejoindre au bout de 21 m en une seule galerie. Cette dernière (base) atteignait la colonne du puits à une profondeur de 13 m (Figure 4 annexe 1). Les ouvrages du rampant ont été entièrement comblés au béton. Seule une conduite d'aération de diamètre compris, selon le BRGM/DPSM, entre 800 et 1000 m a été maintenue au centre de la galerie (Photo 8 annexe 2). De ce fait la galerie n'est plus visitable aujourd'hui.

## 5 EVALUATION DE L'ALEA

L'évaluation des aléas est réalisée conformément au guide méthodologique des aléas miniers<sup>1</sup>, Les ouvrages souterrains tels que les galeries peuvent être prédisposés au phénomène d'effondrement localisé par le mécanisme de remontée de cloche de fontis. Un effondrement localisé en surface lié à une galerie est au départ causé par l'instabilité du toit de celle-ci. En effet, lorsque la voûte, initiée par la rupture du toit, ne se stabilise pas mécaniquement du fait de la présence de bancs massifs au sein du recouvrement, elle se propage progressivement vers la surface. Si l'espace disponible au sein de la galerie est suffisant pour que les matériaux éboulés et foisonnés puissent s'y accumuler sans bloquer le phénomène par « auto-comblement », la voûte peut atteindre la surface et engendrer un effondrement localisé (fontis).

### 5.1 Evaluation de la prédisposition à l'aléa effondrement localisé

Pour analyser la prédisposition du phénomène et surtout son apparition en surface, deux conditions doivent être analysées :

- la possibilité d'un autocomblement de la cavité du fait de l'augmentation de volume des matériaux entre leur état « en place » et leur état « effondré ». Ce phénomène d'augmentation de volume est aussi appelé foisonnement ;
- la stabilité des cavités qui se créent au cours de la progression du phénomène.

Les galeries n°1 et 2, de sections vides relativement importantes (entre 3 et 3,5 m<sup>2</sup>, voire 5,25 m<sup>2</sup> pour la salle de la galerie n°1), se situent à très faible profondeur : 1,5 m pour la galerie n°1 (sauf pour la salle au toit sub-affleurant) et entre 6 et 7 m pour la galerie n°2. A ces profondeurs, ces galeries ont été vraisemblablement creusées dans des terrains de remblais ou très altérés peu foisonnants constituant le sol du carreau. Compte tenu de ces éléments, une rupture du toit des ouvrages pourraient progresser au sein des terrains de recouvrement et déboucher en surface (impossibilité d'auto-comblement).

Les observations sur site n'ont pas montré de signes d'instabilité des galeries n°1 et 2. Néanmoins, la possible absence d'entretien de ces ouvrages sur le long terme ne permet pas d'écarter à terme la possibilité d'une ou de rupture(s) locale(s) du toit des galeries et de la survenue d'un effondrement localisé en surface. Compte tenu de ces éléments, la prédisposition à l'aléa effondrement localisé est évaluée à un niveau peu sensible sur le linéaire total de la galerie n°2 et le linéaire non réhaussé de la galerie n°1. La prédisposition est augmentée à un niveau sensible pour la salle au toit sub-affleurant de la galerie n°1.

En revanche, en ce qui concerne la galerie n°3 (rampant de ventilation), aujourd'hui comblée au béton et ne présentant qu'une conduite d'aération de faible diamètre située entre 6 et 12 m de profondeur, ne prédispose pas à l'occurrence d'un effondrement localisé en cas de rupture.

### 5.2 Evaluation de l'intensité

L'intensité du phénomène d'effondrement localisé en surface, en cas de remontée d'un fontis, est globalement proportionnelle au volume du vide souterrain (et donc aux dimensions de la galerie) et à l'épaisseur des terrains de sub-surface. Le guide méthodologique d'évaluation des aléas miniers propose des classes d'intensité en fonction du diamètre d'un effondrement :

- limitée pour des diamètres < 5 m ;
- modérée pour des diamètres compris entre 5 et 10 m ;
- élevée pour des diamètres > 10 m.

---

<sup>1</sup> Guide d'évaluation des aléas miniers. Document INERIS référencé INERIS-DRS-17-164640-01944A, septembre 2018

D'un point de vue théorique, l'estimation du diamètre d'un effondrement est donnée par la relation :

$$R = R_{\text{cloche}} + hc \times \cot \alpha$$

Avec :

R : Rayon effondrement ;

R<sub>cloche</sub> : le rayon de la cloche de fontis (= 1/2 de la largeur de la galerie) ;

hc : l'épaisseur de terrains non cohésifs ;

$\alpha$  : l'angle de talus naturel (retenu forfaitairement à 45°).

Dans le cas présent, les galeries ont été creusées dans des terrains dont l'épaisseur non cohésive est estimée de l'ordre de 1 m (frange d'une partie du sol du carreau). Cette estimation conduit à définir une intensité limitée (diamètre inférieur à 5 m).

### 5.3 Evaluation de l'aléa effondrement localisé

Par croisement des niveaux de prédisposition avec l'intensité, il est retenu un aléa effondrement localisé de niveau faible sur les linéaires totaux des galeries n°1 et 2 et nul pour la galerie n°3.

### 5.4 Cartographie des aléas

Pour les ouvrages de type galerie, l'extension du zonage de l'aléa effondrement localisé est définie à partir de la localisation et de l'extension de ces ouvrages. Les marges de sécurité retenues pour cartographier l'aléa se décomposent comme suit (Figure 5 annexe 1) :

- une marge d'incertitude globale de localisation des galeries (I) qui est issue de celle des plans miniers ou de celle des levés GPS et de celle du fond BD Ortho® de l'IGN. Le fond utilisé pour le report cartographique est la BD Ortho® de l'IGN pour lequel l'incertitude est considérée de 1 m. Par ailleurs, le plan du carreau du puits Gerard a été géoréférencé à partir de points d'amer pris sur les angles des bâtiments visibles sur le fond BD Ortho de l'IGN. L'incertitude globale de la position des galeries est évaluée à 3 m.
- une marge d'influence (E) correspondant à l'extension latérale maximale d'un fontis en surface prise égale à l'épaisseur des terrains non cohésifs de surface. La valeur maximale de cette marge dans le cas présent est estimée à 1 m (1 m d'épaisseur de terrains non cohésifs avec un angle de talus de 45°).

Les marges d'influence et d'incertitude liées à l'extension de l'aléa et à la précision des levés et/ou des reports cartographiques tels que définis ci-après sont intégrées aux zonages figurés sur la carte d'aléa effondrement localisé présentée en Figure 6 de l'annexe 1.

## 6 CONCLUSION

Suite à une demande de Madame la Commissaire Enquêtrice du PPRM de la commune de Mimet (13), GEODERIS a été saisi par la DREAL Provence-Alpes-Côte d'Azur afin d'évaluer les aléas résultant des galeries techniques liées au puits Gerard.

L'examen des documents miniers disponibles et des observations sur site ont conduit à recenser 3 ouvrages répondant à la définition de « galerie technique » :

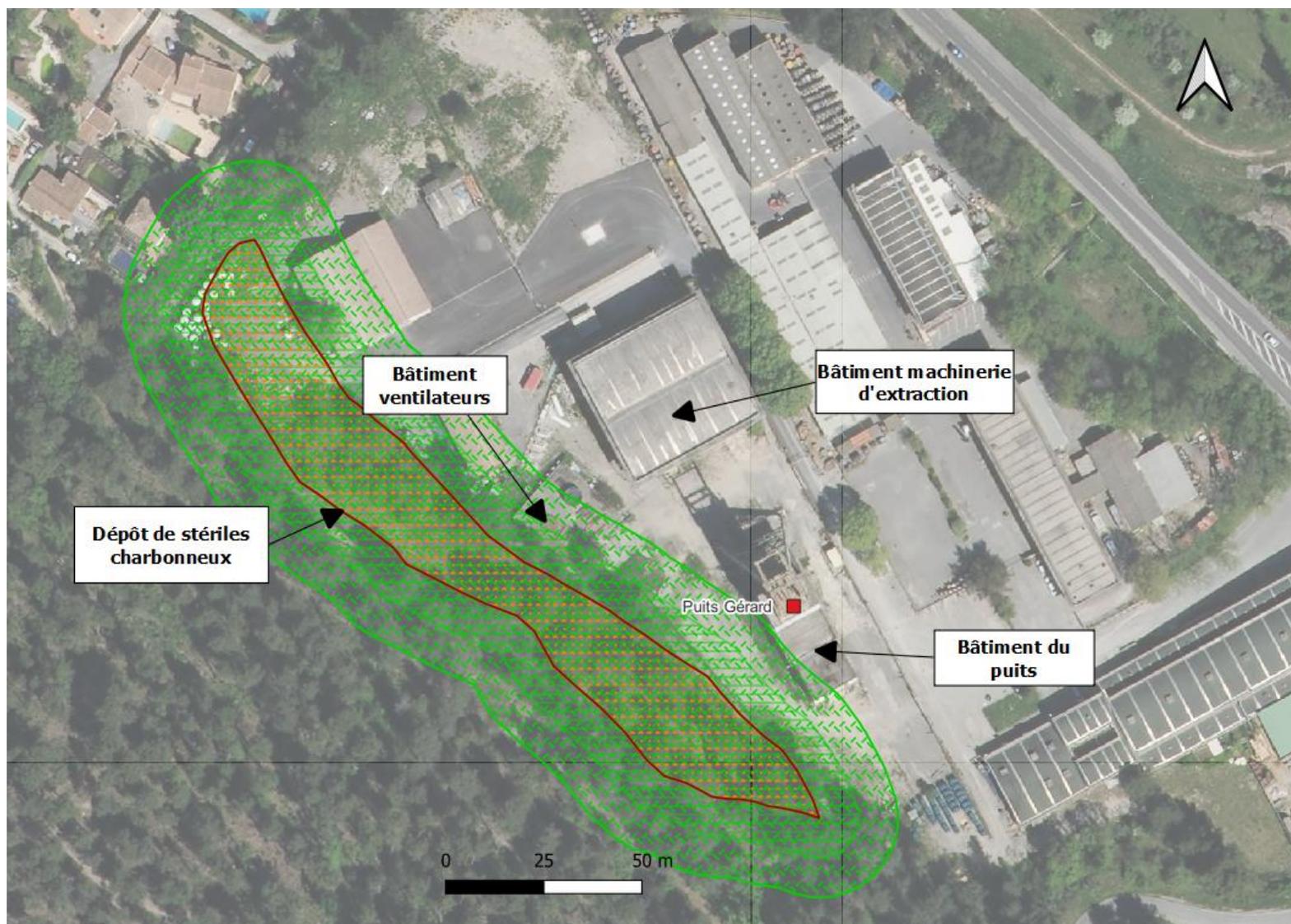
- Une première galerie (galerie n°1) nommée « galerie technique » sur le plan du carreau du puits Gerard partant de l'angle nord du bâtiment du puits Gerard ;
- Une seconde galerie (galerie n°2) également nommée « galerie technique » sur ce même plan reliant les sous-sols du bâtiment de la machinerie d'extraction au sous-sol des ventilateurs ;
- Une troisième galerie (galerie n°3) correspondant au rampant de ventilation allant du sous-sol des ventilateurs jusqu'au du puits Gerard.

L'analyse de ces même éléments menée conformément au guide méthodologique des aléas miniers permet de retenir de **l'aléa effondrement localisé de niveau faible pour les galeries n°1 et 2**. La prédisposition à ce phénomène pour la galerie n°3 a été évalué à un niveau nul en raison des faibles dimensions de la seule conduite maintenue au sein cet ouvrage intégralement comblé au béton.

Ce résultat conduit à la mise à jour de la carte d'aléa effondrement localisé de la commune de Mimet (Figure 6 de l'annexe 1). Les marges d'influence et d'incertitude liées à l'extension de l'aléa et à la précision des levés et/ou des reports cartographiques tels que définis ci-après sont intégrées aux zonages figurés sur la carte d'aléas. Cette révision ne modifie pas les zones d'aléas échauffement, tassement et glissement superficiel liées au dépôt en limite ouest et sud-ouest du carreau. Afin de permettre la prise en compte de ces nouvelles zones d'aléa dans la cartographie associée au PPRM, les données SIG sont transmises à la DREAL en accompagnement du présent rapport.

***ANNEXE 1 : Figures***





**Figure 1 : Localisation du dépôt charbonnier le long du carreau du puits Gerard et cartographie des aléas sur fond BD Ortho® de l'IGN (zone hachures vertes : aléa tassement faible ; zone pointillés oranges : aléa échauffement moyen ; zone pointillés verts : aléa glissement superficiel faible)**

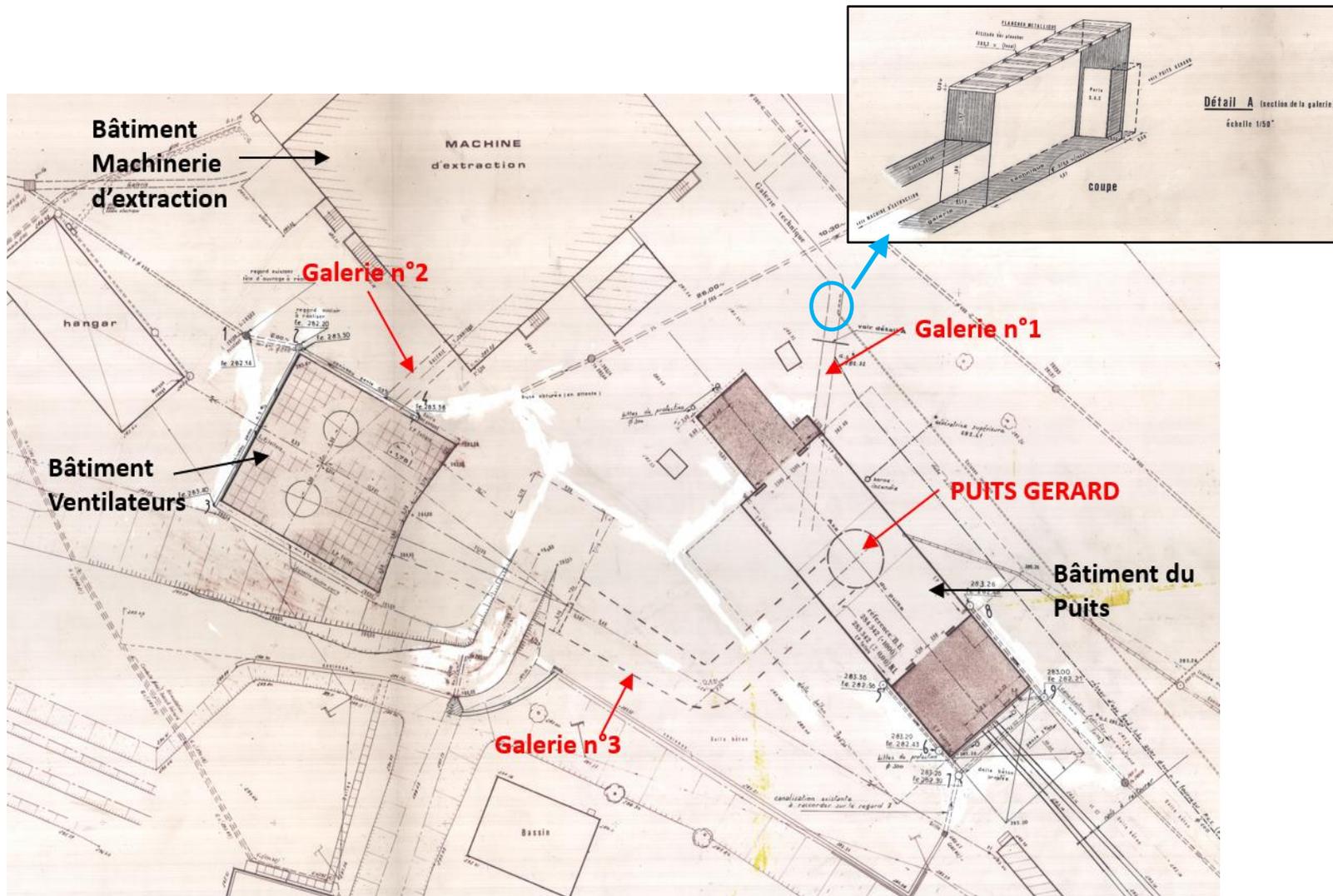
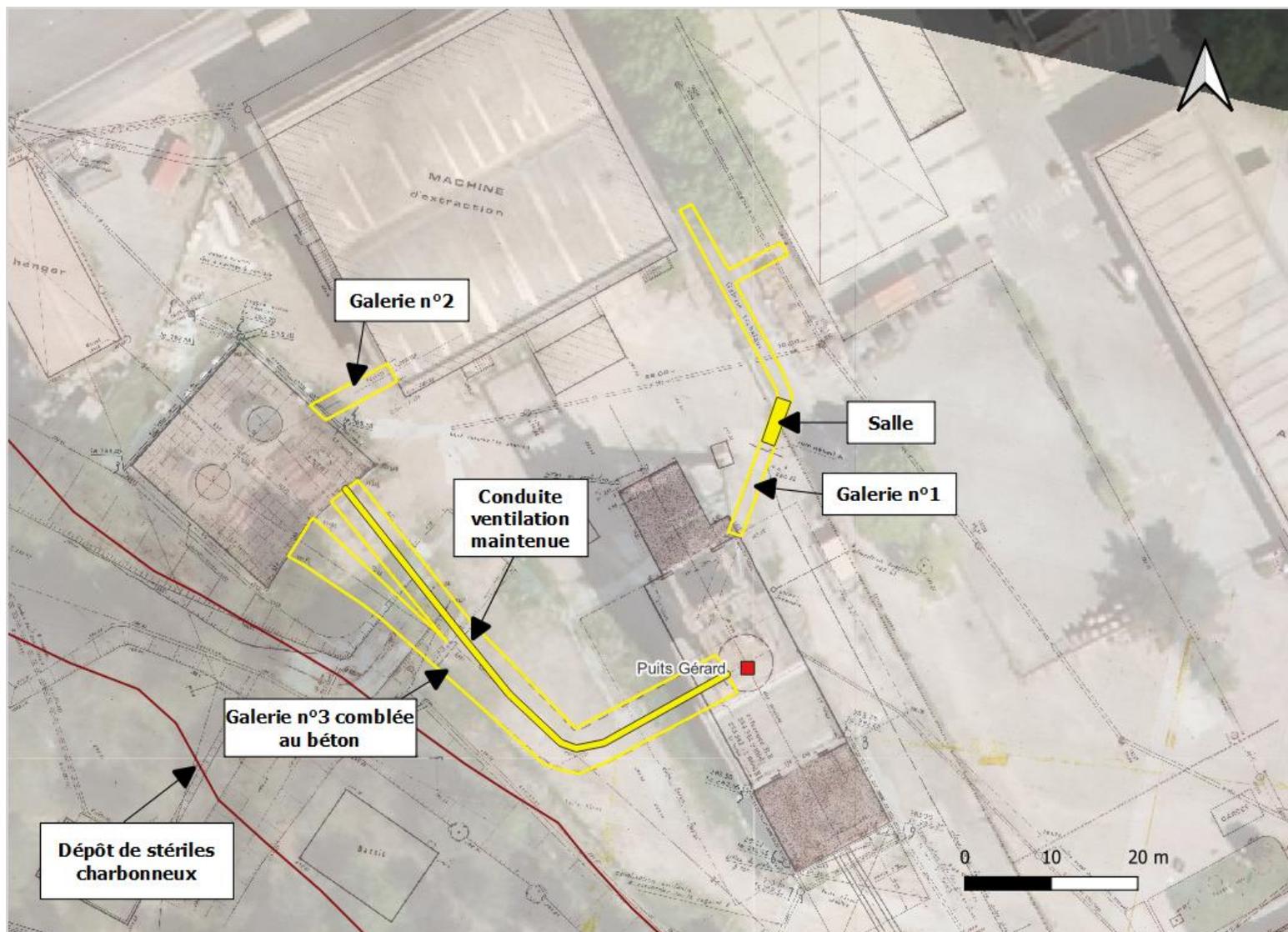


Figure 2 : Localisation des galeries techniques sur le plan du carreau du puits Gerard et coupe de la salle de la galerie n°1



*Figure 3 : Cartographie informative du carreau du puits Gerard – Fond BD Ortho de l'IGN et plan du carreau*



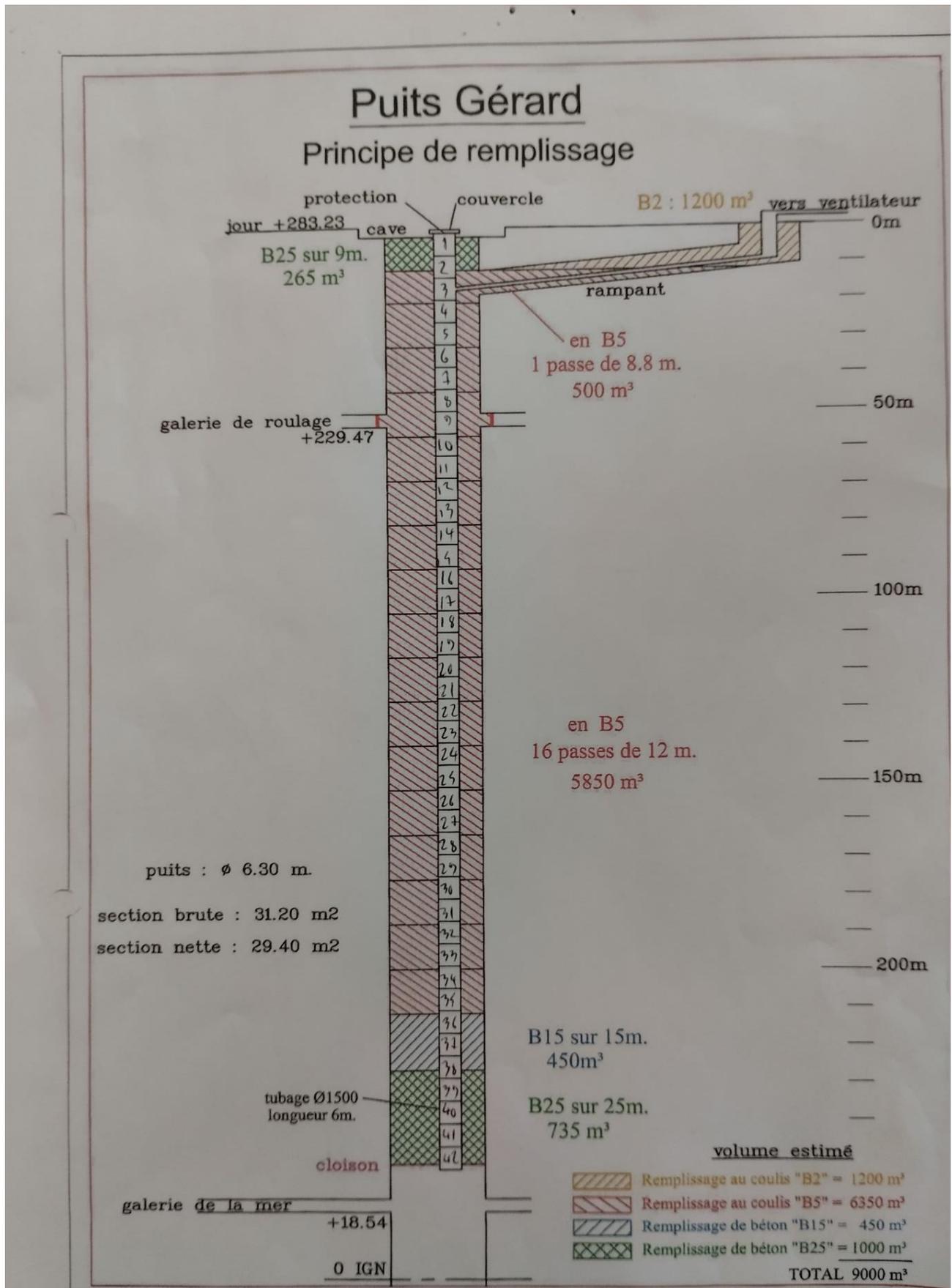


Figure 4 : Coupe synthétique du puits Gerard et du rampant de ventilation (galerie n°3)





**Figure 6 : Nouvelle cartographie des aléas sur le carreau du puits Gerard – commune de Mimet - Fond BD Ortho® de l'IGN**



***ANNEXE 2 : Photographies***





*Photo 1 : Puits Gerard*



*Photo 2 : Galerie n°1 - Entrée*



*Photo 3 : Galerie n°1 - Salle*



*Photo 4 : Galerie n°1 - Bifurcation*



*Photo 5 : Galerie n°2*



*Photo 6 : Galerie n°2 – Décollement à l'entrée sous-sol ventilateurs*





*Photo 7 : Départ du rampant depuis le sous-sol des ventilateurs*



*Photo 8 : Conduite de ventilation maintenue*