

**PREFET DES BOUCHES-DU-RHÔNE**

DIRECTION DEPARTEMENTALE  
DES TERRITOIRES ET DE LA MER  
SERVICE URBANISME ET RISQUES  
PÔLE RISQUES

DIRECTION REGIONALE  
DE L'ENVIRONNEMENT,  
DEL'AMENAGEMENT  
ET DU LOGEMENT  
SERVICE PRÉVENTION DES RISQUES  
UNITÉ CONTRÔLE INDUSTRIEL ET MINIER

RAA

---

**ARRÊTÉ APPROUVANT L'ÉTABLISSEMENT D'UN PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES MINIERS (LIGNITE)  
SUR LA COMMUNE DE *MIMET***

---

Le Préfet de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur  
Préfet de la zone de défense et de sécurité Sud  
Préfet des Bouches-du-Rhône

- VU** le Code Minier, notamment son article L.174.5 ;
- VU** le Code de l'Environnement, notamment ses articles L.122-4, L.562-1 à L.562-7, R.122-17 à R.122-18 et R.562-1 et suivants ;
- VU** le Code de l'Urbanisme, notamment les articles L.151-43, L.152-7, L.153-60 et R.111-2 ;
- VU** le Code de la Construction et de l'Habitation, notamment son article R.126-1 ;
- VU** le Code des Assurances, notamment l'article L.125.1 et suivants ;
- VU** le Code Civil, notamment les articles L.552, L.553 et L.1384 ;
- VU** le Décret n°2004-374 du 29 avril 2004 relatif aux pouvoirs des Préfets, à l'organisation et à l'action des services de l'État dans les régions et départements ;
- VU** le Décret n°2009-1484 du 3 décembre 2009 modifié relatif aux Directions départementales interministérielles ;
- VU** le Décret n° 2000-547 du 16 juin 2000 relatif à l'application des articles L. 174-5 à L. 174-11 du Code Minier ;
- VU** la Circulaire du 6 janvier 2012 relative à la prévention des risques miniers résiduels ;

- VU l'Arrêté préfectoral en date du 14 octobre 2020, portant prescription d'un Plan de Prévention des Risques (PPR) *miniers* sur la commune de **Mimet** ;
- VU l'Arrêté préfectoral en date du 26 mai 2023 portant prorogation du délai d'approbation du Plan de Prévention des Risques miniers sur la commune de **Mimet** ;
- VU l'Arrêté préfectoral en date du 26 septembre 2023 portant ouverture et organisation d'une enquête publique sur le projet d'établissement d'un Plan de Prévention des Risques *miniers (lignite)* sur le territoire de la commune de **Mimet** ;
- VU le Porter à Connaissance (PAC) du Préfet des Bouches-du-Rhône, en date du 3 août 2017, de la révision et de la mise à jour des aléas liés à l'ancienne activité minière sur le bassin de lignite de Provence ;
- VU l'avis réputé favorable du Vice-Président du Conseil Départemental en date du 7 septembre 2023 ;
- VU l'avis défavorable du conseil municipal de **Mimet** par délibération du 30 juin 2023 ;
- VU l'avis tacite réputé favorable de Monsieur le Président du Centre Régional de la Propriété Forestière PACA ;
- VU l'avis tacite réputé favorable de Monsieur le Président du Conseil Régional Provence-Alpes-Côtes-d'Azur ;
- VU l'avis tacite réputé favorable de Madame la Présidente de la Métropole d'Aix-Marseille-Provence ;
- VU l'avis tacite réputé favorable de Monsieur le Président de la Chambre de Commerce et d'Industrie de Marseille ;
- VU l'avis tacite réputé favorable de Monsieur le Président de la Chambre des Métiers et de l'Artisanat ;
- VU l'avis tacite réputé favorable de Monsieur le Président de la Chambre d'Agriculture des Bouches-du-Rhône ;
- VU l'avis tacite réputé favorable de Monsieur le directeur du SDIS ;
- VU le procès-verbal de communication des observations écrites ou orales et des courriers recueillis au cours de l'enquête publique remis le 30 novembre 2023 par la commissaire enquêtrice ;
- VU les réponses apportées par la Direction Départementale des Territoires et de la Mer des Bouches-du-Rhône aux remarques émises lors de la procédure notamment celles formulées dans le procès-verbal de synthèse des observations de la commissaire enquêtrice remis le 30 décembre 2023 ;
- VU le rapport, les conclusions motivées, ainsi que l'avis favorable avec réserve et recommandations de la Commissaire Enquêtrice en date du 15 décembre 2023 ;

**VU** le rapport de synthèse de la procédure, présenté par la Direction Départementale des Territoires et de la Mer des Bouches-du-Rhône ;

**CONSIDÉRANT** les risques liés à la présence d'anciennes exploitations de mines (*lignite*) au regard des études réalisées par le groupement GEODERIS (dates de publication : 22/01/2016, 21/11/2017, 18/03/2021 et 14/05/2024) ;

**CONSIDÉRANT** la décision n°F-093-20-P-0038 en date du 30 septembre 2020 portant décision après examen au cas par cas de la non soumission à évaluation environnementale du Plan de Prévention des Risques *miniers* de la commune de **Mimet** ;

**CONSIDÉRANT** que les modifications apportées au projet de Plan de Prévention des Risques *miniers (lignite)* sur la commune de **Mimet** à l'issue de l'enquête publique, ne remettent pas en cause l'économie générale du plan ;

**SUR** proposition du Secrétaire Général de la Préfecture des Bouches-du-Rhône,

## ARRÊTE

### ARTICLE 1 :

Le Plan de Prévention des Risques *miniers (lignite)* sur la commune de **Mimet**, tel qu'il est annexé au présent arrêté, est approuvé.

Le dossier comprend :

- un rapport de présentation ,
- un règlement,
- des plans de zonage réglementaire,
- des annexes.

### ARTICLE 2 :

Le Plan de Prévention des Risques *miniers (lignite)* est tenu à la disposition du public dans les locaux :

- de la **mairie de Mimet**,
- de la **Métropole d'Aix-Marseille-Provence**,
- de la **Préfecture des Bouches-du-Rhône / Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM) des Bouches-du-Rhône** / Service Urbanisme (16 rue Antoine Zattara – 13332 Marseille Cedex 3).

Il est également consultable sur le site internet des Services de l'État dans le département des Bouches-du-Rhône, [www.bouches-du-rhone.gouv.fr](http://www.bouches-du-rhone.gouv.fr).

### ARTICLE 3 :

Le présent arrêté sera publié au recueil des actes administratifs de la Préfecture et mention en sera faite en caractères apparents dans un journal diffusé dans le département.

Une copie du présent arrêté sera affichée pendant au moins **un (1) mois** en mairie de **Mimet** et au siège de la **Métropole Aix-Marseille-Provence**. Un certificat signé du Maire et de la Présidente de la Métropole justifiera l'accomplissement de cette mesure de publicité.

Une copie du certificat d'affichage sera adressée à la DDTM des Bouches-du-Rhône.

### ARTICLE 4 :

Des copies du présent arrêté seront adressées :

- au Maire de **Mimet**,
- à la Présidente de la **Métropole Aix-Marseille-Provence**,
- au Directeur Départemental des Territoires et de la Mer des Bouches-du-Rhône,
- au Directeur Régional de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement PACA.

### ARTICLE 5 :

En application de l'article L.562-4 du Code de l'Environnement, le Plan de Prévention des Risques *miniers (lignite)* vaut servitude d'utilité publique.

Conformément à l'article L. 153-60 du Code de l'Urbanisme, il doit être annexé au document d'urbanisme de la commune ou de la Métropole Aix-Marseille-Provence, **sans délai** à compter de la réception du présent arrêté.

#### **ARTICLE 6 :**

Conformément aux dispositions des articles R. 421-1 et suivants du Code de Justice Administrative et du livre IV du Code des Relations entre le Public et l'Administration :

- Le présent arrêté peut faire l'objet dans un délai de **deux (2) mois** à compter de sa notification ou publication, d'un recours gracieux auprès du Préfet des Bouches-du-Rhône ou d'un recours hiérarchique adressé au ministre en charge de l'environnement. Le silence de l'administration vaut rejet implicite au terme d'un délai de **deux (2) mois**.
- Il peut faire également l'objet d'un recours contentieux auprès du tribunal administratif de Marseille soit directement, en l'absence de recours préalable, dans le délai de **deux (2) mois** à compter de sa notification ou publication, soit à l'issue d'un recours préalable dans les **deux (2) mois** à compter du rejet explicite ou implicite des recours gracieux ou hiérarchique.

#### **ARTICLE 7 :**

- Le Secrétaire Général de la **Préfecture des Bouches-du-Rhône**,
- La Maire de la commune de **Mimet**,
- La Présidente de la **Métropole Aix-Marseille-Provence**,
- Le Directeur Départemental des Territoires et de la Mer des Bouches-du-Rhône,
- La Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement PACA,

sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté.

A Marseille, le 24 juin 2024

*signé*



Pour le Préfet  
La secrétaire Générale Adjointe  
Marie-Pervenche PLAZA



**PRÉFET  
DES BOUCHES-  
DU-RHÔNE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

Direction Départementale  
des territoires et de la mer  
Service Urbanisme  
16, rue Antoine Zattara  
13332 Marseille Cedex 3

 04 91 28 40 40  
 ddtm@bouches-du-rhone.gouv.fr

Direction Régionale, de l'Environnement, de  
l'Aménagement et du Logement  
Provence-Alpes-Côte-d'Azur  
Service Prévention des Risques  
Unité Contrôle Industriel et Minier  
16 rue Zattara  
CS 70248  
13331 - Marseille cedex 3

**Approuvé par arrêté  
préfectoral le**

**24 juin 2024**

**COMMUNE  
DE MIMET**

**PLAN DE PREVENTION  
DES RISQUES MINIERES  
(P.P.R.M.)**

**1 – RAPPORT DE PRESENTATION**



## SOMMAIRE

<b>SOMMAIRE</b>	<b>3</b>
<b>CHAPITRE I</b>	<b>7</b>
<b>Procédure d'élaboration du Plan de Prévention des Risques Miniers</b>	<b>7</b>
I.1 Cadre législatif et réglementaire des Plans de Prévention des Risques Miniers (P.P.R.M.)	7
I.2 Qu'est ce qu'un Plan de Prévention des Risques Miniers (P.P.R.M.)?	7
I.3 La procédure d'élaboration du P.P.R.M.	9
I.3.a Prescription	9
I.3.b Evaluation environnementale	9
I.3.c Association, consultation, et concertation	10
I.3.d Enquête publique	10
I.3.e Approbation	12
I.3.f Révision, modification et adaptation du Plan de Prévention des Risques	14
I.4 Historique et contenu du P.P.R.M. de la commune de Mimet	15
I.4.a Historique du P.P.R.M.	15
I.4.b Contenu du P.P.R.M.	16
<b>CHAPITRE II</b>	<b>17</b>
<b>Aleas et risques miniers résiduels Description des phénomènes</b>	<b>17</b>
II.1 Contexte historique et origine des aléas miniers	17
II.2 Définitions	18
II.2.a Définition de la notion d' « enjeu »	18
II.2.b Définition de la notion d' « aléa »	19
II.2.c Définition de la notion de « risque »	19
II.3 Manifestations en surface - aléas mouvements de terrain	19
II.3.a Effondrement localisé lié aux travaux souterrains	19
II.3.b Effondrement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour	21
II.3.c Affaissement	22
II.3.d Tassement et glissement liés aux ouvrages de dépôts	23
II.4 Manifestations en surface – Autres aléas	23
II.4.a Echauffement	23
II.4.b Phénomènes hydrauliques – Inondation	24
<b>CHAPITRE III</b>	<b>25</b>
<b>Evaluation des aleas résiduels miniers du bassin de Provence</b>	<b>25</b>
III.1 Périmètre de l'étude	25
III.2 Contexte géologique et hydrogéologique	27
III.2.a Contexte géologique régional	27
III.2.b Contexte hydrogéologique	28
III.3 Evaluation et caractérisation des aléas résiduels miniers sur le territoire communal	29
III.3.a Aléa effondrement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour	31
III.3.b Cas particulier des puits traités par bouchon autoportant	34
III.3.c Aléa effondrement localisé lié aux travaux souterrains	34
III.3.d Aléa affaissement	35
III.3.e Aléa tassement	39
III.3.f Aléa glissement	40
III.3.g Aléa échauffement	40
III.4 La carte des aléas	42
III.5 La définition des enjeux	42
<b>CHAPITRE IV</b>	<b>45</b>
<b>Le zonage du Plan de Prévention des Risques Miniers</b>	<b>45</b>
IV.1 Définition du zonage réglementaire	48
IV.2 Principe réglementaire pour les projets	52
IV.3 Mesures sur les biens et activités existants	54



IV.4	Mesures de prévention de protection et de sauvegarde	54
<b>CHAPITRE V</b>		<b>55</b>
<b>La portée et les effets du P.P.R.M</b>		<b>55</b>
V.1	P.P.R.M. et urbanisme	55
V.2	Pouvoir de police du Préfet et du Maire	55
V.3	P.P.R.M. et sanctions administratives	56
V.4	P.P.R.M. et Préjudice résultant de l'activité minière	56
V.5	Le cas des clauses minières	56
V.5.a	La « pré-indemnisation » des dommages miniers	57
V.5.b	Cas de Charbonnages de France (Cdf) :	58
V.6	P.P.R.M. et information préventive	58
V.7	P.P.R.M. et IAL	58
V.8	P.P.R.M. et PCS	59
<b>CHAPITRE VI</b>		<b>61</b>
<b>Les mesures de prévention et de surveillance par le département prévention et sécurité minière du BRGM</b>		<b>61</b>
VI.1	Missions du DPSM	61
VI.2	Ouvrages surveillés	62

<i>Illustration 1: schéma d'élaboration d'un PPR.....</i>	<i>13</i>
<i>Illustration 2 : bassin minier des Bouches-du-Rhône (source DADT).....</i>	<i>17</i>
<i>Illustration 3: définition du risque .....</i>	<i>19</i>
<i>Illustration 4 : description du phénomène d'effondrement localisé.....</i>	<i>19</i>
<i>Illustration 5: mécanisme de montée de voûte .....</i>	<i>20</i>
<i>Illustration 6 : mécanisme d'effondrements lié au puits .....</i>	<i>21</i>
<i>Illustration 7 : description du phénomène d'affaissement .....</i>	<i>22</i>
<i>Illustration 8 : périmètre de l'étude détaillée des aléas .....</i>	<i>26</i>
<i>Illustration 9 : coupes stratigraphiques du bassin de l'Arc .....</i>	<i>27</i>
<i>Illustration 10: grille de croisement intensité/prédisposition.....</i>	<i>31</i>
<i>Illustration 11: cartographie de l'aléa effondrement localisé lié aux puits.....</i>	<i>33</i>
<i>Illustration 12 : cartographie de l'aléa effondrement localisé lié à la présence d'une galerie ou d'une descenderie souterraine (vue en plan).....</i>	<i>34</i>
<i>Illustration 13: schéma sur le phénomène d'affaissement.....</i>	<i>38</i>
<i>Illustration 14: évaluation de l'angle d'incidence .....</i>	<i>38</i>
<i>Illustration 15: Carte des enjeux.....</i>	<i>44</i>
<i>Illustration 16: localisation des ouvrages surveillés par le DPSM au titre de l'article L. 163-11 .....</i>	<i>63</i>
<i>Illustration 17: localisation des ouvrages surveillés par le DPSM au titre de l'article L. 174-1 à 4 .....</i>	<i>65</i>
<i>Tableau 1 : caractéristiques des différentes couches de lignite .....</i>	<i>28</i>
<i>Tableau 2 : aléas retenus dans le cadre de l'étude GEODERIS.....</i>	<i>30</i>
<i>Tableau 3: grille d'évaluation des aléas effondrement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour .....</i>	<i>32</i>
<i>Tableau 4: grille d'évaluation des aléas effondrement localisé lié aux travaux souterrains.....</i>	<i>35</i>
<i>Tableau 5: types de méthodes d'exploitation sur le bassin de Provence .....</i>	<i>36</i>
<i>Tableau 6 : critère d'exclusion de l'affaissement à caractère cassant .....</i>	<i>36</i>
<i>Tableau 7 : critère d'exclusion de l'affaissement à caractère souple.....</i>	<i>37</i>
<i>Tableau 8 : classes d'intensité retenues pour le bassin de Provence de l'aléa à caractère souple .....</i>	<i>37</i>
<i>Tableau 9 : grille d'évaluation des aléas affaissement .....</i>	<i>37</i>
<i>Tableau 10: grille d'évaluation des aléas tassement .....</i>	<i>39</i>
<i>Tableau 11: grille d'évaluation des aléas glissement .....</i>	<i>40</i>
<i>Tableau 12 : grille d'évaluation des aléas échauffement.....</i>	<i>41</i>
<i>Tableau 13 : aléas résiduels miniers retenus sur le territoire communal .....</i>	<i>42</i>
<i>Tableau 14: principes de réglementation pour l'aléa Affaissement.....</i>	<i>45</i>
<i>Tableau 15 : principes de réglementation pour l'aléa Effondrement localisé lié.....</i>	<i>46</i>
<i>Tableau 16: principes de réglementation pour l'aléa Effondrement localisé lié .....</i>	<i>46</i>
<i>Tableau 17 : principes de réglementation pour l'aléa Tassement .....</i>	<i>46</i>
<i>Tableau 18 : principes de réglementation pour l'aléa Glissement .....</i>	<i>47</i>
<i>Tableau 19 : principes de réglementation pour l'aléa Echauffement.....</i>	<i>47</i>
<i>Tableau 20: principes de réglementation pour les puits traités par bouchon autoportant.....</i>	<i>47</i>
<i>Tableau 21 : indices des aléas miniers présents sur le territoire communal .....</i>	<i>49</i>
<i>Tableau 22: détermination des zones R du plan de zonage de la commune de Mimet .....</i>	<i>50</i>
<i>Tableau 23 : détermination des zones Ve, B et M du plan de zonage de la commune de Mimet .....</i>	<i>51</i>
<i>Tableau 24: principes réglementaires généraux.....</i>	<i>53</i>
<i>Tableau 25: extrait de l'Arrêté n°TREP2301839A du 22 février 2023, paru au Journal Officiel du 5 mars 2023 .....</i>	<i>62</i>
<i>Tableau 26: extrait de l'Arrêté n°TREP2301839A du 22 février 2023, paru au Journal Officiel du 5 mars 2023 .....</i>	<i>64</i>



## CHAPITRE I

### PROCEDURE D'ELABORATION DU PLAN DE PREVENTION DES RISQUES MINIERS

Le présent Plan de Prévention des Risques régleme nte les zones exposées aux aléas miniers résiduels.

#### **I.1 Cadre législatif et réglementaire des Plans de Prévention des Risques Miniers (P.P.R.M.)**

La loi du 22 juillet 1987, modifiée par la loi du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement, a institué les plans de prévention des risques naturels (P.P.R.N.). Les modalités d'application de la loi ont été définies par le décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995. La procédure P.P.R.N. est désormais définie par les articles L.562-1 à L.562-9 et par les articles R. 562-1 à R. 562-10 (modalités d'application) du Code de l'Environnement.

Les Plans de Prévention des Risques Miniers (P.P.R.M.) sont élaborés par l'Etat conformément aux dispositions de l'article L. 174-5 du Code Minier, c'est à dire « dans les conditions prévues aux articles L.562-1 à 562-7 du Code de l'Environnement pour les plans de prévention des risques naturels prévisibles (P.P.R.N.) ». En conséquence, ces plans (P.P.R.M.) emportent les mêmes effets que les plans de prévention des risques naturels prévisibles. La procédure d'élaboration est définie à l'instar des P.P.R.N. par les articles R. 562-1 à R. 562-10-2 du Code de l'Environnement. Toutefois, l'article L. 174-5 cité ci-dessus précise que les dispositions relatives au fonds de prévention des risques naturels majeurs (dispositions de l'article L. 561-3 du Code de l'Environnement) ne sont pas applicables aux plans de prévention des risques miniers.

Outre le cadre législatif commun aux P.P.R.N., la réglementation relative aux plans de prévention des risques miniers relève également des articles 1 à 5 du décret n° 2000-547 du 16 juin 2000 (modifié) relatif à l'application des articles 94 et 95 du Code Minier.

#### **I.2 Qu'est ce qu'un Plan de Prévention des Risques Miniers (P.P.R.M.)?**

Le Plan de Prévention des Risques Miniers est un document réalisé par l'État dans les territoires les plus exposés aux risques miniers, dont l'objet est d'étudier et de réglementer les zones de risques.

L'objectif majeur du P.P.R.M. est la prise en compte des risques dans les décisions d'aménagement du territoire.

La décision d'élaborer un P.P.R.M. n'est pas systématique sur un territoire. Elle tient compte d'une part, du niveau d'aléa minier résiduel sur le territoire concerné et d'autre part, des enjeux associés. Elle résulte de l'analyse des **aléas** dont l'évaluation a été confiée par la DREAL PACA<sup>1</sup> à GEODERIS

---

<sup>1</sup> Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement Provence Alpes Côte d'Azur

(expert de l'administration pour les risques après-mine) et de l'étude préliminaire des **enjeux** réalisée par la DDTM 13<sup>2</sup>.

L'élaboration des P.P.R.M. suit une programmation priorisée à l'échelle du département.

#### Phase d'évaluation de l'aléa et des enjeux

L'évaluation des aléas miniers résiduels et l'analyse des enjeux<sup>3</sup> menée en concertation avec les collectivités constituent les données de base nécessaires à l'élaboration du P.P.R.M.

#### Délimitation des zones du P.P.R.M.

Le P.P.R.M. délimite les zones directement exposées à des risques et en tant que besoin, d'autres zones non directement exposées mais où certaines occupations ou usages du sol pourraient aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux (Art. L. 562-1 du Code de l'Environnement).

#### Réglementation des zones du P.P.R.M.

Le P.P.R.M. régleme nte l'utilisation des sols, dans l'objectif de garantir la sécurité des personnes, de prévenir les dommages aux biens et de ne pas aggraver les risques.

Le P.P.R.M. régleme nte les projets d'**installations nouvelles** avec un champ d'application étendu puisqu'il peut intervenir sur tout type de construction, d'ouvrage, d'aménagement ou d'exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles, pour leur réalisation, leur utilisation ou leur exploitation (règles d'urbanisme, de construction, d'exploitation, etc.).

Il instaure une réglementation graduée qui s'étend de la possibilité de construire sous certaines conditions jusqu'à son interdiction. Cette interdiction se justifie dans le cas où l'intensité prévisible du risque est trop forte ou lorsque l'objectif de non-aggravation du risque existant ne peut être atteint. Le P.P.R.M. vise ainsi à orienter les choix d'aménagement des territoires en cohérence avec une bonne prise en compte des risques.

Le P.P.R.M. a également pour objectif de contribuer à réduire la vulnérabilité des personnes et des biens déjà implantés en zone de risque. A cet effet, il peut agir sur l'**existant** à travers la prescription de mesures relevant du même champ d'application que celui des projets nouveaux. (Art. R. 562-5 du Code de l'Environnement).

Toutefois, les travaux de prévention imposés à des biens construits ou aménagés conformément aux dispositions du Code de l'Urbanisme avant l'approbation du plan et mis à la charge des propriétaires, exploitants ou utilisateurs ne peuvent porter que sur des aménagements limités dont le coût est inférieur à 10 % de la valeur vénale ou estimée du bien à la date d'approbation du plan.

Le P.P.R.M. peut définir **des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde** qui incombent aux collectivités publiques compétentes, aux propriétaires, exploitants et utilisateurs concernés. Cette possibilité vise notamment les mesures liées à la sécurité des personnes et à l'organisation des secours ainsi que la limitation des dommages aux biens ou le retour à la normale (Art. R. 562-4 du Code de l'Environnement).

En conclusion, le P.P.R.M. permet de :

- ✓ synthétiser la connaissance des risques sur un territoire donné,
- ✓ délimiter les zones exposées aux risques,

---

<sup>2</sup> Direction départementale des territoires et de la mer - Bouches-du-Rhône (13)

<sup>3</sup> Traduction de l'urbanisme, de l'usage des sols sur les communes exposées au risque

- ✓ interdire ou réglementer les projets de construction ou d'aménagement,
- ✓ définir des mesures relatives à l'existant,
- ✓ définir des mesures de prévention, de protection ou de sauvegarde,
- ✓ orienter le développement vers des zones exemptes de risques prévisibles.

En application de l'article R. 562-3 du Code de l'Environnement, le dossier du présent P.P.R.M. comprend :

- ✓ un rapport de présentation, qui présente l'analyse des phénomènes pris en compte, ainsi que leur impact sur les personnes et sur les biens existants et futurs. Il justifie les choix retenus en matière de prévention en indiquant les principes d'élaboration du P.P.R.M. et en explicitant le règlement mis en place,
- ✓ une ou des carte(s) de zonage réglementaire, qui délimitent les zones réglementées par le P.P.R.M.,
- ✓ un règlement qui précise les règles s'appliquant à chacune de ces zones. Le règlement définit ainsi les conditions de réalisation de **tout projet**, les **mesures de prévention, de protection et de sauvegarde** qui incombent aux collectivités et aux propriétaires, exploitants et utilisateurs concernés, ainsi que les mesures de réduction de vulnérabilité applicables aux biens et activités **existants**,
- ✓ des annexes qui présentent l'ensemble des documents non réglementaires utiles à la bonne compréhension du dossier.

### I.3 La procédure d'élaboration du P.P.R.M.

La procédure d'élaboration comprend quatre phases successives:

#### I.3.a Prescription

Le Préfet de département prescrit par arrêté l'établissement du Plan de Prévention des Risques (Art. R. 562-1 du Code de l'Environnement).

Cet arrêté détermine le périmètre et la nature des risques pris en compte et désigne le service déconcentré de l'Etat chargé d'instruire le projet. Cet arrêté définit les modalités de la concertation et de l'association des collectivités territoriales et des établissements publics de coopération intercommunale concernés, relatives à l'élaboration du projet (Art. R. 562-2 du Code de l'Environnement).

#### I.3.b Evaluation environnementale

Selon l'article R. 122-17 du Code de l'Environnement, les plans de prévention des risques miniers sont susceptibles de faire l'objet d'une évaluation environnementale après un examen au cas par cas.

### **I.3.c Association, consultation, et concertation**

Selon l'article R. 562-2 du Code de l'Environnement, il appartient au préfet de définir les modalités de la concertation et de l'association relative à l'élaboration du projet de P.P.R. dans l'arrêté de prescription du présent P.P.R.

Association des collectivités territoriales et des EPCI : Selon l'article R. 562-2 du Code de l'Environnement, les collectivités territoriales et les Etablissements Publics de Coopération Intercommunales concernés doivent être associés à l'élaboration du projet de P.P.R.

Concertation publique : Elle s'adresse à l'ensemble des personnes concernées (collectivités territoriales, organismes professionnels, populations résidentes, etc.), permet d'informer sur les risques et les contraintes qui en découlent et de recueillir les observations et remarques tout au long de la procédure d'élaboration (réunion publique, information, boîte au lettre numérique, pièces du dossier consultables en ligne...).

Consultation des Personnes et Organismes associés (POA) : Le projet de Plan de Prévention des Risques Miniers est soumis à l'avis des conseils municipaux des communes et des organes délibérants des établissements publics de coopération intercommunale compétents pour l'élaboration des documents d'urbanisme dont le territoire est couvert, en tout ou partie, par le plan (Art. R. 562-7 du Code de l'Environnement).

Sont également consultés :

- ✓ les organes délibérant du département et de la région si le projet de plan contient des mesures relevant de leur compétence,
- ✓ les services départementaux d'incendie et de secours intéressés sont consultés sur les mesures de prévention des incendies de forêt ou de leurs effets.
- ✓ la chambre d'agriculture et le centre régional de la propriété forestière si le projet de plan concerne des terrains agricoles ou forestiers,
- ✓ la chambre des métiers ou la chambre de commerce et d'industrie si le projet de plan concerne des zones d'activité artisanale, commerciale ou industrielle (décret n° 2000-547 du 16 juin 2000 (modifié) relatif à l'application des articles 94 et 95 du Code minier).

Tout avis demandé qui n'est pas rendu dans un délai de deux mois à compter de la réception de la demande est réputé favorable.

### **I.3.d Enquête publique**

Le projet de Plan de Prévention des Risques est soumis par le Préfet à une enquête publique dans les formes prévues par les articles R. 123-7 à R. 123-23 du Code de l'Environnement (Art. R. 562-8 du Code de l'Environnement).

L'enquête publique est conduite par un commissaire enquêteur nommé par le président du tribunal administratif dans un délai de 15 jours suivant la demande de désignation par le préfet (Art. R. 123-5 du Code de l'Environnement).

Le dossier soumis à enquête publique comporte les pièces mentionnées à l'article R. 123-8 du Code de l'Environnement et notamment:

- ✓ une note de présentation comprenant les caractéristiques les plus importantes du plan,
- ✓ le projet de P.P.R.M. complet (rapport de présentation, documents graphiques, règlement...),
- ✓ les avis des personnes et organismes associés. Ces avis sont consignés ou annexés aux registres d'enquête publique,
- ✓ un bilan de la concertation publique,
- ✓ la décision sur la procédure d'examen au cas par cas et le cas échéant, les pièces relatives à l'évaluation environnementale (listées à l'alinéa 2 de l'article R. 123-8).

La durée de l'enquête publique est fixée par l'autorité compétente pour ouvrir et organiser l'enquête. Cette durée ne peut être inférieure à trente jours. La durée de l'enquête peut être réduite à quinze jours pour un projet, plan ou programme ne faisant pas l'objet d'une évaluation environnementale (Art L. 123-9 du Code de l'Environnement).

Pendant la durée de l'enquête, le public peut consigner ses observations et propositions sur le registre d'enquête tenu à la disposition du public dans chaque lieu d'enquête ou sur le registre dématérialisé si celui-ci est mis en place. En outre, les observations écrites et orales du public sont également reçues par le commissaire enquêteur ou par un membre de la commission d'enquête, aux lieux, jours et heures prévus. Les observations et propositions du public peuvent également être adressées par voie postale ou par courrier électronique au commissaire enquêteur ou au président de la commission d'enquête.

Les observations et propositions du public transmises par voie postale, ainsi que les observations écrites reçues par le commissaire enquêteur ou par un membre de la commission d'enquête sont consultables au siège de l'enquête.

Les observations et propositions du public transmises par voie électronique sont consultables sur le registre dématérialisé ou, s'il n'est pas mis en place, sur le site Internet de l'autorité compétente pour ouvrir et organiser l'enquête dans les meilleurs délais. (Art. R. 123-13 du Code de l'Environnement).

Après clôture du registre d'enquête, le commissaire enquêteur ou le président de la commission d'enquête rencontre, dans un délai de huit jours, le responsable du projet, plan ou programme et lui communique les observations écrites et orales consignées dans un procès-verbal de synthèse. (Art. R. 123-18 du Code de l'Environnement)

Le commissaire enquêteur ou la commission d'enquête établit un rapport qui relate le déroulement de l'enquête et examine les observations recueillies. Le commissaire enquêteur ou la commission d'enquête consigne, dans une présentation séparée, ses conclusions motivées, en précisant si elles sont favorables, favorables sous réserves ou défavorables au projet (Art. R. 123-19 du Code de l'Environnement).

A l'issue de l'enquête publique, le projet de Plan de Prévention des Risques peut être modifié par le service instructeur (DDTM 13 / DREAL PACA) sur la base du rapport de l'enquête publique et des avis recueillis.



### **I.3.e Approbation**

A l'issue des consultations, le projet de plan de prévention des risques miniers (P.P.R.M.), éventuellement modifié, est approuvé par arrêté préfectoral (Art. R. 562-9 du Code de l'Environnement). Le P.P.R.M. est approuvé dans les trois ans qui suivent l'intervention de l'arrêté prescrivant son élaboration (prorogeable une fois, dans la limite de dix-huit mois sous conditions).

Le Plan de Prévention des Risques approuvé vaut servitude d'utilité publique. Il est annexé au Plan Local d'Urbanisme conformément à l'article L. 153-60 du Code de l'Urbanisme (Art. L. 562-4 du Code l'Environnement).

Les différentes phases de la procédure d'élaboration du P.P.R.M. sont résumées dans le schéma ci-après.

## Schéma d'élaboration d'un PPRM

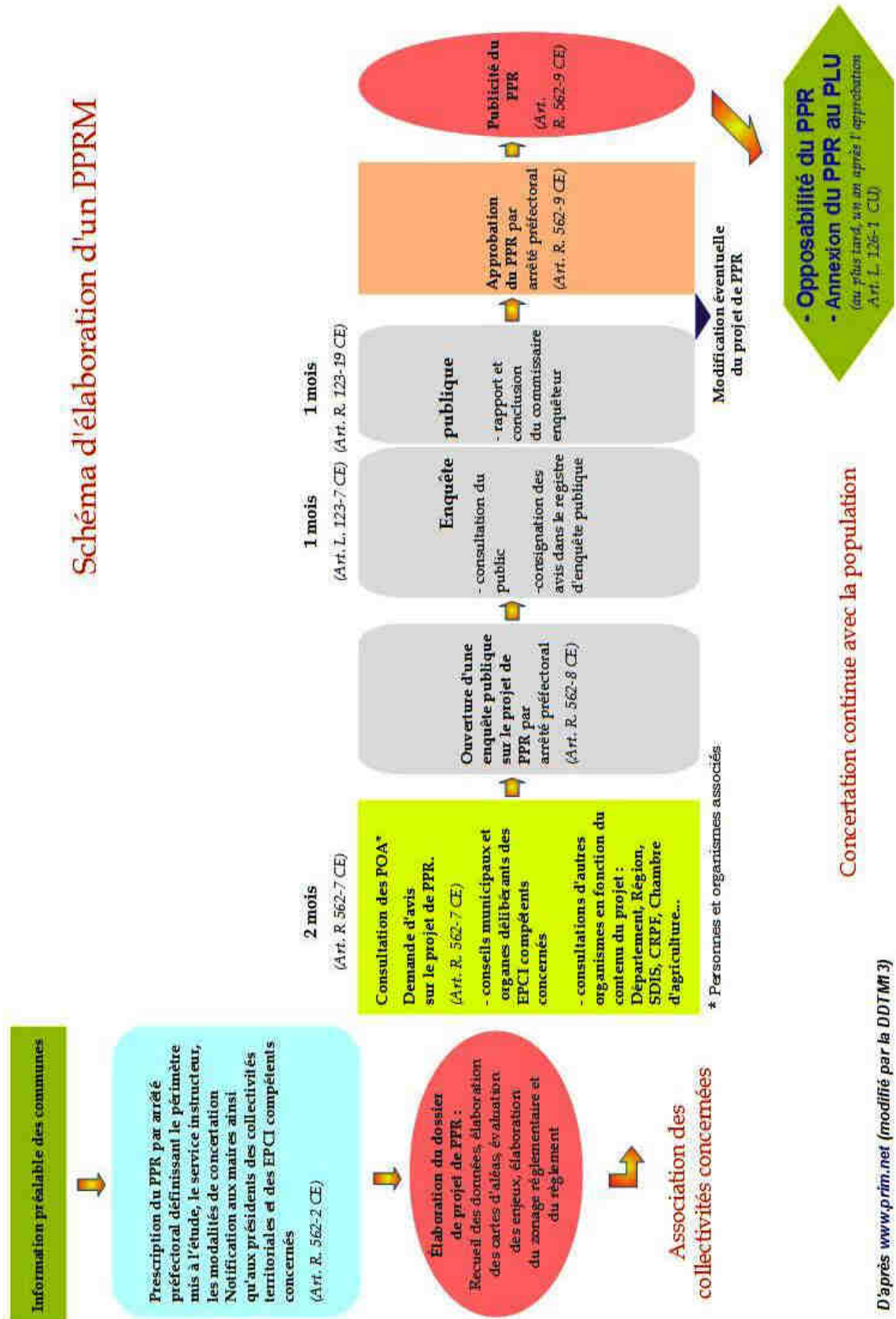


Illustration 1: schéma d'élaboration d'un PPR

Les P.P.R. approuvés peuvent évoluer selon des procédures de modification, de révision ou d'adaptation.

### **I.3.f Révision, modification et adaptation du Plan de Prévention des Risques**

L'article 222 de la loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement a introduit une procédure de modification sans enquête publique des Plans de Prévention des Risques à l'article L. 562-4-1 du Code de l'Environnement. Avant cette réforme, le Plan de Prévention des Risques ne pouvait faire que l'objet d'une révision dans les conditions décrites à l'article R. 562-10 du Code de l'Environnement.

#### Révision d'ensemble du Plan de Prévention des Risques

La révision d'un Plan de Prévention des Risques s'effectue dans les mêmes conditions que la procédure d'élaboration d'un Plan de Prévention des Risques (Art. R. 562-10 du Code de l'Environnement).

#### Révision partielle du Plan de Prévention des Risques

La révision partielle d'un Plan de Prévention des Risques fait l'objet d'une procédure simplifiée. Les consultations et l'enquête publique mentionnées ne sont effectuées que dans les communes sur le territoire desquelles les modifications proposées seront applicables (Art. R. 562-10 Code de l'Environnement).

Les documents soumis à consultation ou enquête publique comprennent :

- ✓ une note synthétique présentant l'objet des modifications envisagées,
- ✓ un exemplaire du plan tel qu'il serait après modification avec l'indication, dans le document graphique et le règlement, des dispositions faisant l'objet d'une modification et le rappel, le cas échéant, de la disposition précédemment en vigueur.

#### Modification d'un Plan de Prévention des Risques

Selon l'article L. 562-4-1 du Code de l'Environnement, le P.P.R. peut également être modifié à condition que la modification envisagée ne porte pas atteinte à l'économie générale du Plan. Cette procédure peut notamment être utilisée pour (Art. R. 562-10-1 Code de l'Environnement) :

- ✓ rectifier une erreur matérielle,
- ✓ modifier un élément mineur du règlement ou de la note de présentation,
- ✓ modifier les documents graphiques délimitant les zones exposées à des risques et celles qui ne sont pas directement exposées aux risques mais où l'utilisation du sol pourrait provoquer ou aggraver les risques ailleurs afin de tenir compte des changements dans les circonstances de fait.

L'arrêté préfectoral précise l'objet de la modification, définit les modalités de la concertation et de l'association. Une telle modification du P.P.R. s'effectue sans enquête publique et seuls sont associés les communes et les E.P.C.I. concernés (Art. R. 562-10-2 Code de l'Environnement).

Le projet de modification et l'exposé de ses motifs sont portés à la connaissance du public en vue de permettre à ce dernier de formuler des observations dans un registre ouvert à cet effet pendant le délai d'un mois précédant l'approbation par le préfet de la modification (Art. L. 562-4-1 Code de l'Environnement).

### Adaptation d'un Plan de Prévention des Risques

Le plan de prévention des risques naturels prévisibles peut également être adapté dans les conditions définies à l'article L. 300-6-1 du code de l'urbanisme.

## **I.4 Historique et contenu du P.P.R.M. de la commune de Mimet**

### **I.4.a Historique du P.P.R.M.**

Suite au dépôt par Charbonnage de France (CdF) du dossier d'arrêt définitif des 12 concessions couvrant la majeure partie de l'exploitation, la DREAL PACA avait missionné en 2006 GEODERIS (Groupement d'Intérêt Public (GIP) constitué entre le BRGM et l'INERIS) afin de synthétiser et cartographier les principales caractéristiques des travaux miniers ainsi que les aléas induits attendus dans le cadre de la gestion de l'après-mine.

Cette première définition et cartographie préliminaire des aléas miniers résiduels sur le bassin de lignite de Provence a été publiée en 2009. Cette étude préliminaire des aléas a été réalisée à **l'échelle du bassin minier** selon les éléments informatifs et les données issus des dossiers de CdF.

Suite à cette étude, la DREAL PACA a demandé à GEODERIS de réaliser une étude détaillée des aléas. Cette étude (*Rapport S 2016/004DE - 16PAC22070 - Date : 22/01/2016 - Bassin de lignite de Provence (13) Révision et mise à jour des aléas liés à l'ancienne activité*) a été réalisée à **l'échelle des communes** à partir de la synthèse documentaire des données et des fonds cartographiques disponibles sur les sites miniers concernés (important travail de collecte d'information, analyse précise des plans miniers sources, de la géologie de recouvrement, prise en compte de la nature et de la profondeur des travaux...).

Un **Porter à Connaissance** (PAC) Minier en date du 3 août 2017 a été envoyé aux communes concernées par les aléas miniers du bassin de lignite de Provence afin de communiquer à ces dernières l'état actuel des connaissances sur les aléas résiduels liés à l'ancienne activité minière et de préciser les principes de prévention à prendre en compte dans l'ensemble des décisions d'urbanisme.

Une actualisation des aléas liés aux dépôts (tassement, glissement, échauffement) a été publiée en 2021 (*RAPPORT 2021/039DE – 21PAC36020 - Date : 18/03/2021 - 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.

Suite à l'envoi d'un courrier par un habitant de la commune en 2017 auquel étaient joints des documents portant sur la localisation de la descenderie n°6-821, GEODERIS a revu l'aléa effondrement localisé lié à cette descenderie (*RAPPORT S 2017/047DE - 17PAC36020 - Date : 21/11/2017*).

Suite à l'enquête publique et à la demande de Madame la commissaire enquêtrice d'une évaluation de l'aléa minier lié à la présence de galeries techniques au droit du carreau du puits, GEODERIS a revu l'aléa effondrement localisé lié aux travaux souterrains sur ce secteur (*RAPPORT 2024/088DE – 24PAC33010 – Date : 14/05/2024*)

Cette étude des aléas résiduels du bassin de lignite de Provence constitue la connaissance la plus aboutie à ce jour des aléas miniers résiduels (étude de référence) et se substitue à l'étude préliminaire de 2009.

Une synthèse des résultats des études de GEODERIS figure au chapitre III.

En raison de l'importance des aléas et des enjeux concernés sur le territoire communal, l'**établissement d'un Plan de Prévention des Risques Miniers** (P.P.R.M.) a été prescrit par arrêté préfectoral le 14 octobre 2020.

Par Décision de l'Autorité environnementale n° F -093-20-P-0038 en date du 30 septembre 2020, après examen au cas par cas, le Plan de Prévention des Risques Miniers de la commune de Mimet n'est pas soumis à évaluation environnementale.

#### **I.4.b Contenu du P.P.R.M.**

Le dossier du P.P.R.M de la commune de Mimet comprend 4 pièces:

- ✓ le présent rapport de présentation (pièce n° 1)
- ✓ les plans de zonage réglementaire (pièce n° 2)
- ✓ le règlement (pièce n° 3)
- ✓ les annexes (pièce n° 4) constituées par:
  - ✓ la carte des enjeux
  - ✓ les cartes d'aléas
  - ✓ des documents techniques (rapports d'études GEODERIS, Guides construction CSTB)

oOo

## CHAPITRE II

### ALEAS ET RISQUES MINIERS RESIDUELS DESCRIPTION DES PHENOMENES

Les aléas pris en compte dans le présent Plan de Prévention des Risques sont les aléas d'origine minière de type mouvements de terrain (affaissement à caractère souple ou cassant, effondrement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour, effondrement localisé lié aux anciens travaux souterrains, tassement, glissement) ainsi que ceux de type échauffement.

L'évaluation des aléas a été effectuée par l'expert public pour les risques après-mine GEODERIS. Ce groupement a pour vocation d'apporter aux administrations centrales et services déconcentrés, en particulier les DREAL, une assistance et expertise en matière d'après-mine. Dans le cadre de la prévention des risques, une de leur mission est d'évaluer les aléas résiduels miniers et d'élaborer des cartes d'aléas des différents risques miniers (mouvements de terrain, échauffement, gaz, inondation, pollution, radiation, etc.).

#### II.1 Contexte historique et origine des aléas miniers

La commune de Mimet se situe dans le périmètre du bassin de lignite de Provence. Le bassin de lignite de Provence se situe entre Aix-en-Provence et Marseille. Il s'étend sur 70 km d'Est en Ouest, depuis Saint-Maximin jusqu'à l'étang de Berre.

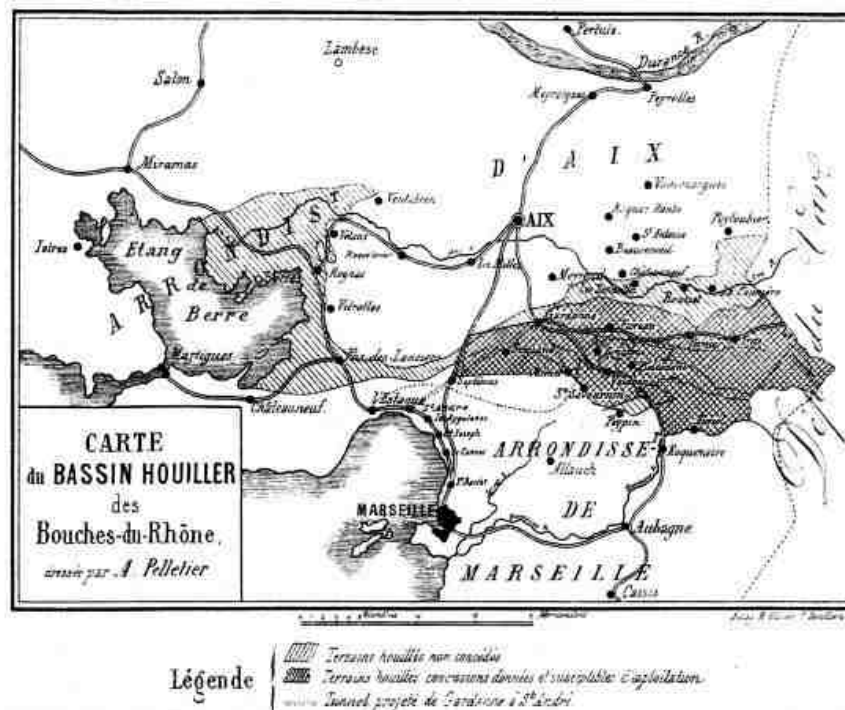


Illustration 2 : bassin minier des Bouches-du-Rhône (source DADT)

Le bassin de lignite de Provence a fait l'objet dès le milieu du XV<sup>ème</sup> siècle d'autorisations de recherche pour la « pierre à charbon ». L'exploitation effective remonte aux alentours de 1600. Elle est restée artisanale jusqu'au début du XIX<sup>ème</sup> siècle puis une véritable législation fut mise en place en 1809 avec la création des premières concessions. Après diverses fusions et changements de titulaires, les concessions du bassin de Provence furent nationalisées au profit de Charbonnages de France (CdF) en 1946.

Les méthodes d'exploitation ont varié dans le temps. L'exploitation au début du XVII<sup>ème</sup> siècle était encore très artisanale avec exploitation à ciel ouvert par fosses des couches de charbon proches de la surface. Par la suite, l'approfondissement progressif des chantiers engendra une modification et une amélioration progressives des techniques (creusement, soutènement, aérage, évacuation des eaux...) et des schémas d'exploitation jusqu'à l'utilisation des méthodes de remblayage hydraulique, des longues tailles foudroyées avec étançons et des tailles montantes remblayées au XX<sup>ème</sup> siècle. (Pour plus d'informations sur les méthodes d'exploitation utilisées sur le bassin de Provence, se reporter au rapport de l'étude GEODERIS en annexe 4-4)

Cette exploitation minière du lignite a laissé d'importants vides résiduels dont la tenue ou la stabilité dépend de leurs caractéristiques (nature du recouvrement (nature des roches, failles), ancienneté, dimension et profondeur des travaux...), des méthodes d'exploitation alors utilisées, de la remontée de la nappe phréatique (ennoyage)...

Ces vides résiduels d'origine **anthropique** peuvent provoquer des mouvements de terrain voire des désordres en surface (une manifestation **naturelle**) pouvant affecter la sécurité des personnes et des biens :

- ✓ l'aléa *effondrement localisé*,
- ✓ l'aléa *affaissement*.

Il faut citer également les aléas suivants qui peuvent provoquer également des désordres en surface pouvant affecter la sécurité des personnes et des biens :

- ✓ les aléas *tassement* et *glissement* liés au dépôts de surface (mouvements de terrain),
- ✓ l'aléa *échauffement*,
- ✓ l'aléa *inondation d'origine minière (évalué mais non retenu sur le territoire communal)*.

L'origine du risque est anthropique alors que sa manifestation en surface est naturelle
---

## II.2 Définitions

### II.2.a Définition de la notion d' « enjeu »

On appelle **enjeux** l'ensemble des personnes, biens, équipements, et/ou environnement susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel ou anthropique.

## II.2.b Définition de la notion d' « aléa »

L'**aléa** correspond à l'éventualité qu'un phénomène se produise sur un site donné en atteignant une intensité ou une gravité qualifiable ou quantifiable.

Dans le domaine du risque minier comme celui du risque naturel, l'aléa résulte du **croisement** de l'**intensité** d'un phénomène redouté et de l'**éventualité** de sa survenance ou prédisposition (croisement ou pondération de l'intensité par la prédisposition = aléa).

L'aléa est hiérarchisé : Les termes « aléa fort » signifient que les zones concernées sont plus prédisposées à l'apparition de dégradations en surface que les zones « d'aléa moyen » ou « d'aléa faible » ou que les phénomènes susceptibles de se produire dans cette zone sont d'un niveau plus élevé.

## II.2.c Définition de la notion de « risque »

Une zone de **risque** est définie comme la partie de la zone d'aléa dans laquelle se trouve un enjeu vulnérable en surface (habitation, infrastructure...).

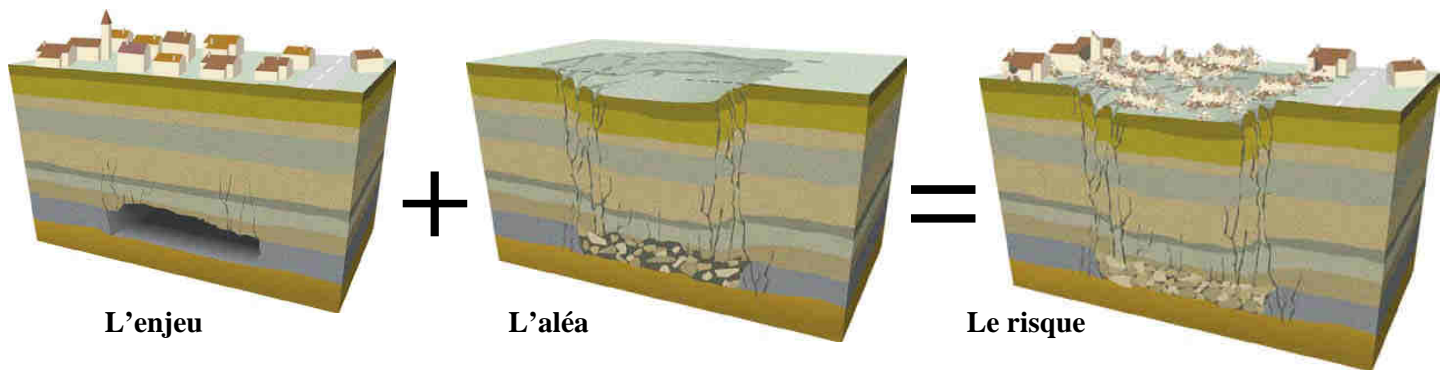
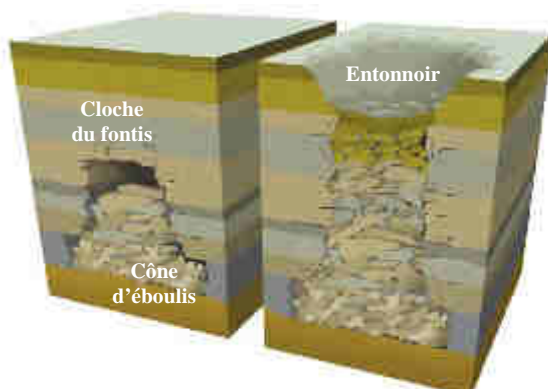


Illustration 3: définition du risque

Conséquence : un aléa minier dans une zone inhabitée, sans bâtiment et sans utilisation du sol particulière ne constitue pas un risque du fait de l'absence d'enjeu.

## II.3 Manifestations en surface - aléas mouvements de terrain

### II.3.a Effondrement localisé lié aux travaux souterrains



Le **fontis** débute par la rupture du toit d'une cavité d'une ancienne exploitation. Les chutes de blocs entraînent une montée progressive de la voûte. Une cloche de fontis se forme et s'élève vers la surface tandis que le cône d'éboulis se développe. Le fontis débouche à ciel ouvert quand les terrains de surface s'effondrent. Avec l'érosion des terrains superficiels, le fontis prend une forme d'entonnoir stable.



Le mécanisme à l'origine d'un effondrement localisé lié aux travaux souterrains sera une remontée de cloche de fontis après rupture au niveau des galeries.

Le fontis est l'effondrement localisé du toit d'une cavité souterraine. Le phénomène conduit à un entonnoir de quelques mètres à quelques dizaines de mètres de diamètre en surface dont l'occurrence dépend principalement du volume des vides ainsi que de l'épaisseur et de la nature des terrains de recouvrement. Les fontis affectent le plus souvent des exploitations en chambre et piliers. Ils se produisent après la fin de l'exploitation en raison de la fatigue de la roche (piliers, toit). L'ennoyage des galeries et le « battement » de la nappe phréatique peuvent aggraver le phénomène.

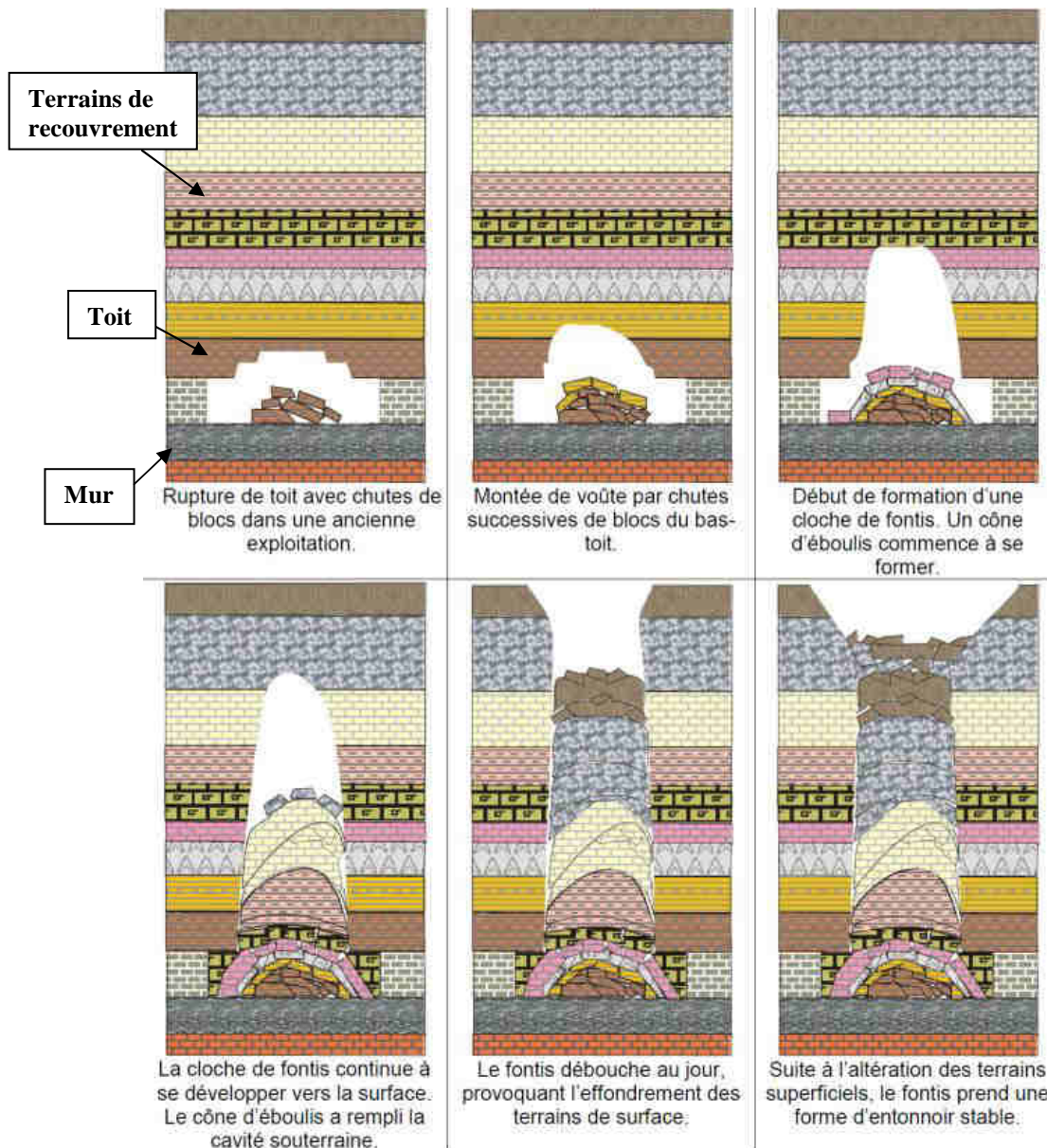


Illustration 5: mécanisme de montée de voûte

### II.3.b Effondrement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour

Ces ouvrages comprennent les puits mais également les descenderies débouchant au jour.

L'effondrement d'une tête de puits génère en surface des désordres assez proches du fontis. Le phénomène résulte de la rupture du bouchon posé sur les vieux puits. Le remblai s'écoule alors dans les travaux souterrains, entraînant éventuellement les terrains environnants.

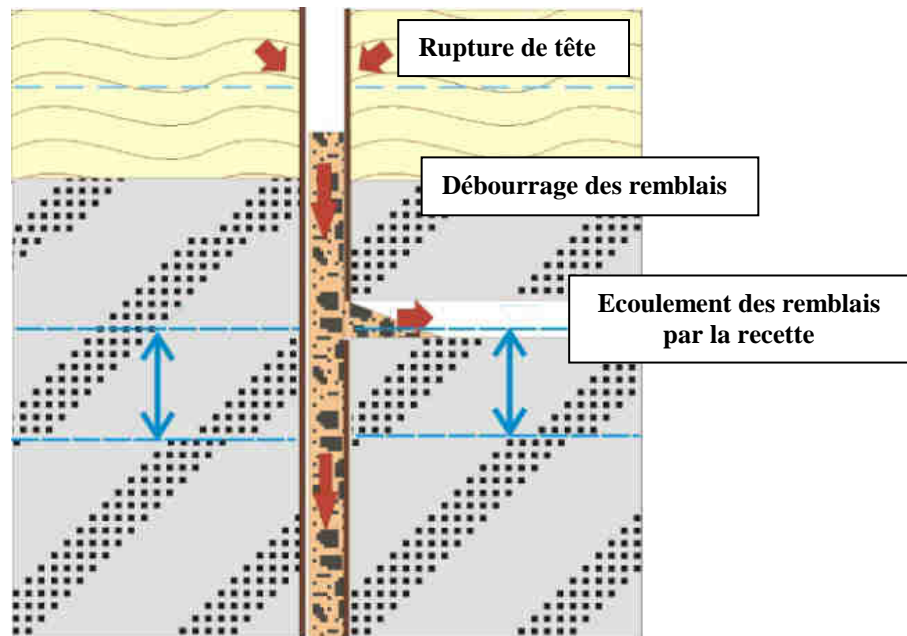


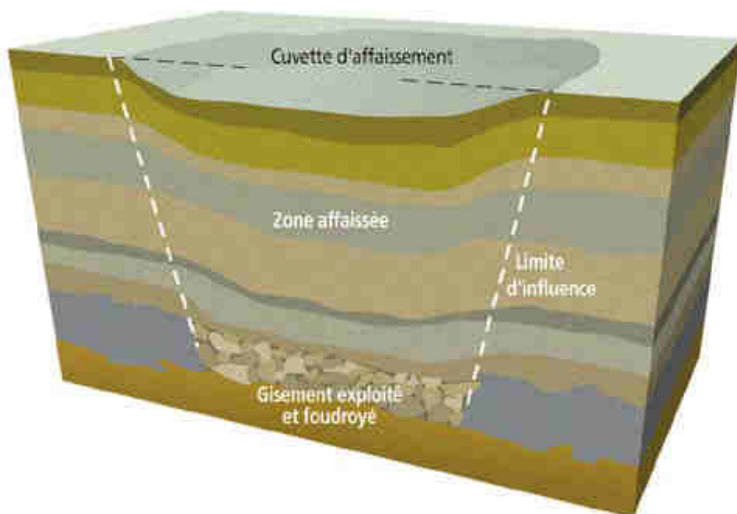
Illustration 6 : mécanisme d'effondrements lié au puits

L'effondrement d'une entrée de descenderie (en surface) peut également provoquer la formation d'un fontis. En effet, le mécanisme à l'origine de l'effondrement localisé d'un puits ou d'une descenderie est le même (débourrage et/ou rupture de tête).

Ils se produisent souvent avec le vieillissement de leurs matériaux constitutifs :

- ✓ dans le cas des puits vides, la rupture de leur tête consiste en l'effondrement du revêtement et des terrains peu compétents environnants dans la colonne du puits vide. Dans le cas d'ouvrages remblayés, ces désordres font nécessairement suite au débourrage du puits, c'est-à-dire à l'écoulement du remblai par une recette du puits libérant un espace en tête de l'ouvrage,
- ✓ au droit des descenderies d'accès. Selon l'inclinaison de la descenderie, le mécanisme à l'origine de l'effondrement localisé sera similaire à celui des puits (de type « fontis »).

### II.3.c Affaissement



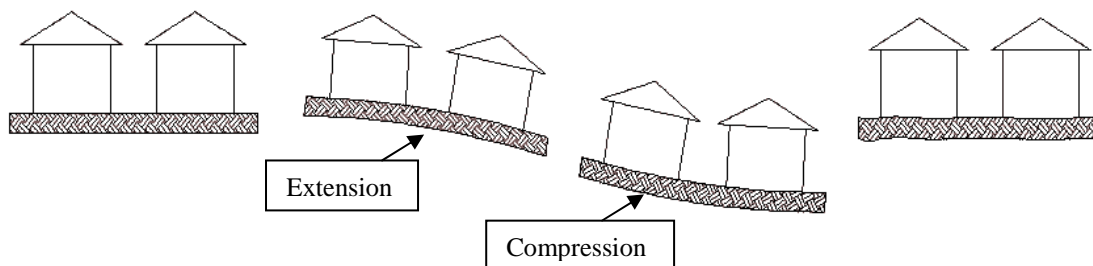
Dans le cas d'une exploitation souterraine, la formation en surface d'une **cuvette d'affaissement** résulte de la propagation de la cloche de foudroyage dans les couches supérieures de la roche. La cuvette d'affaissement a un fond sensiblement horizontal. L'affaissement y est égal à une proportion de l'épaisseur des terrains exploités. Sur les bords de la cuvette, l'affaissement diminue progressivement. Il s'accompagne de phénomènes d'extension en limite extérieure de la cuvette et de compression au centre de la cuvette.

**Illustration 7 : description du phénomène d'affaissement d'une succession de couche de terrain meuble**

Le phénomène d'affaissement minier en surface peut être résumé en quatre phases successives :

- ✓ dans un premier temps on observe les bâtiments avant déformation,
- ✓ dans un deuxième temps on remarque que la partie du sol s'est incurvée vers le bas (formation convexe dite « en dôme ») et la distance entre les constructions s'agrandit,
- ✓ dans un troisième temps, apparaît une formation du sol incurvé avec un centre courbure vers le haut (formation concave dite « en cuvette ») et la distance entre les constructions diminue,
- ✓ dans un dernier temps, les contraintes du sol se compensent pour trouver leur équilibre et les constructions reviennent à une position proche de l'horizontale.

Les figures ci-après illustrent ce phénomène.



En fin d'affaissement, le bâti se trouve sur l'une de ces quatre configurations. **Il n'est pas possible de prévoir la position finale exacte du bâti par rapport à la cuvette définitive.**

La déformation horizontale, nettement plus prépondérante que la déformation verticale dans le dimensionnement du bâtiment, se traduit par un allongement ou un raccourcissement du sol, qui induit des efforts de traction ou de compression dans les fondations de la construction.

*D'après le « guide de dispositions constructives pour le bâti neuf situé en zone d'aléa de type affaissement progressif » - CSTB 2011*

Ces phénomènes provoquent sur les bâtiments des fissurations en zones d'extension, de compression et en zones centrales (souvent moins nocives) ainsi que des mises en pente sur les bords de la cuvette.

Pour les mines qui utilisent le foudroyage comme technique d'exploitation, les affaissements peuvent se produire pendant les travaux. Dans les autres cas les mouvements se produisent de manière différée après la fin des travaux. Ils sont le plus souvent terminés dans les cinq ans qui suivent l'exploitation. Cependant, des phénomènes résiduels peuvent survenir ultérieurement en bordure de cuvette. Ils ont alors une faible ampleur.

#### **Cas particulier de l'affaissement à caractère cassant :**

Les exploitations partielles du Bassin de Provence, et en particulier certains secteurs de chambres et piliers abandonnés, sont en équilibre avec le toit. Le mécanisme de l'affaissement à caractère cassant repose ainsi sur la rupture du toit (qui ne peut plus supporter la déformation) par cisaillement le long des appuis (bord du panneau). Tous les piliers reçoivent alors une surcharge puisqu'ils ne sont plus soulagés par le toit. L'effondrement du panneau au fond est rapide et simultané. Le toit rompu suit et l'ensemble du recouvrement jusqu'en surface descend progressivement le long de la fracture bordant le panneau. La zone affaissée en surface serait dès lors délimitée par un réseau de crevasses à l'aplomb de la périphérie du panneau concerné, d'où le nom retenu « d'affaissement cassant ». Compte tenu de la dynamique de ce mécanisme, il peut s'accompagner d'une ou de plusieurs secousses sismiques.

A la différence de l'affaissement souple, ce phénomène s'accompagne de formation de pentes d'affaissement abruptes et discontinues en surface (décrochements, cassures ouvertes,...). Une autre caractéristique de l'affaissement cassant est la cinétique du phénomène (brutal) qui pourrait s'avérer beaucoup plus rapide que dans le cas d'un affaissement progressif (ou souple). Le développement possible de crevasses en bordure de cuvette peut présenter des risques structurels pour les bâtiments situés dans leur emprise et par conséquent mettre en danger la sécurité de ses occupants.

### **II.3.d Tassement et glissement liés aux ouvrages de dépôts**

Les anciens terrils houillers constitués de matériaux stériles peuvent subir des **tassements** (mouvement de terrain progressif qui s'apparente à un affaissement mais avec des effets de moindre ampleur) ou des **glissements** (mouvements de terrain plus ou moins rapides entraînant un déplacement de matériaux) de faible ampleur lors de la création d'une surcharge par la construction d'un bâtiment ou d'un terrassement mal contrôlé.

## **II.4 Manifestations en surface – Autres aléas**

### **II.4.a Echauffement**

L'aléa **échauffement** est lié à l'oxydation ou combustion de la matière organique combustible au niveau des dépôts de surface (terrils) et au niveau des couches exposées à l'affleurement.

L'échauffement des couches de matière organique peut se faire progressivement, jusqu'à atteindre des températures élevées et dégénérer en feux souterrains, qui suivant les configurations peuvent être à l'origine d'instabilité de surface, de dégagements de gaz toxiques ou d'incendies de forêt.

#### **II.4.b Phénomènes hydrauliques – Inondation**

Les travaux miniers peuvent perturber les circulations superficielles et souterraines des eaux. Les conséquences possibles sont multiples : modifications du bassin versant hydrogéologique, modifications du débit des sources et des cours d'eau, apparitions de zones détrempées et de marécages, inondations de points bas, inondations brutales, etc.

L'aléa **inondation** identifié sur le bassin de Provence par le groupement GEODERIS est soit lié à la modification en surface des émergences (en raison d'un colmatage accidentel de la galerie de la Mer) soit lié aux terrils (en raison de l'apport conséquent d'eau dans les dispositifs de drainage et de collecte des eaux).

Aucun aléa inondation liée aux anciens travaux miniers n'a été retenu sur le territoire communal.

oOo

## CHAPITRE III

### EVALUATION DES ALEAS RESIDUELS MINIERES DU BASSIN DE PROVENCE

L'étude détaillée des aléas a été réalisée par le groupement GEODERIS selon le guide méthodologique « L'élaboration des Plans de Préventions des Risques Miniers – Volet technique relatif à l'évaluation de l'aléa - Les risques de mouvements de terrain, d'inondations et d'émissions de gaz de mine » réalisé par l'INERIS et validé par l'administration.

L'actualisation de l'aléa échauffement a été réalisée selon le guide "Évaluation des aléas miniers - Rapport 2018 / Ineris 17--164640-01944A" publié par l'INERIS en 2018.

#### III.1 Périmètre de l'étude

Après plusieurs siècles d'exploitation plus ou moins intensive, la fermeture de Charbonnages de France, devenus titulaires de 16 titres couvrant l'essentiel du bassin, a été prononcée en 2003. C'est le contour de ces 16 titres qui a guidé le périmètre de l'étude (Rapport S 2016/004DE - 16PAC22070 GEODERIS Date:22/01/2016) des aléas du bassin de lignite de Provence préalable à l'élaboration des P.P.R.M..

Les 17 communes concernées par les titres miniers dont tous les travaux miniers ont été étudiés par GEODERIS sur ce bassin de lignite de Provence sont les suivantes :

- ✓ • **Allauch,**
- ✓ • **Belcodène,**
- ✓ • **Bouc-Bel-Air,**
- ✓ • **Cadolive,**
- ✓ • **Fuveau,**
- ✓ • **Gardanne,**
- ✓ • **Gréasque,**
- ✓ • **La Bouilladisse,**
- ✓ • **La Destrousse,**
- ✓ • **Meyreuil,**
- ✓ • **Mimet,**
- ✓ • **Peynier,**
- ✓ • **Peypin,**
- ✓ • **Rousset,**
- ✓ • **Simiane-Collongue,**
- ✓ • **Saint-Savournin,**
- ✓ • **Trets.**

A signaler que la galerie de la mer, qui rejoint le port de Marseille traverse par ailleurs les communes de **Septème-les-Vallons** et **Marseille**.

**GEODERIS n'a retenu des aléas miniers que sur les communes en vert, au nombre de 14, ci-dessus.**

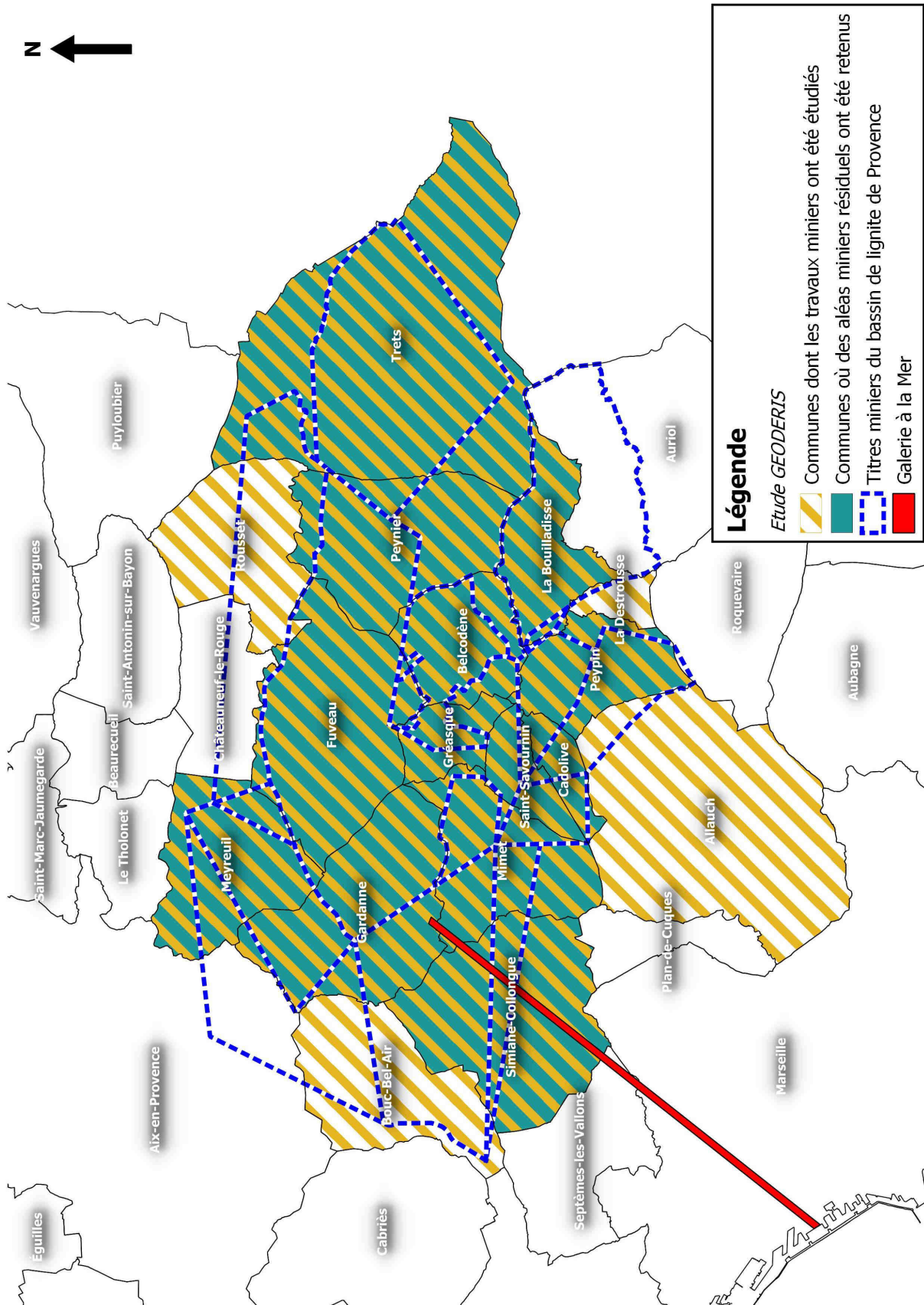
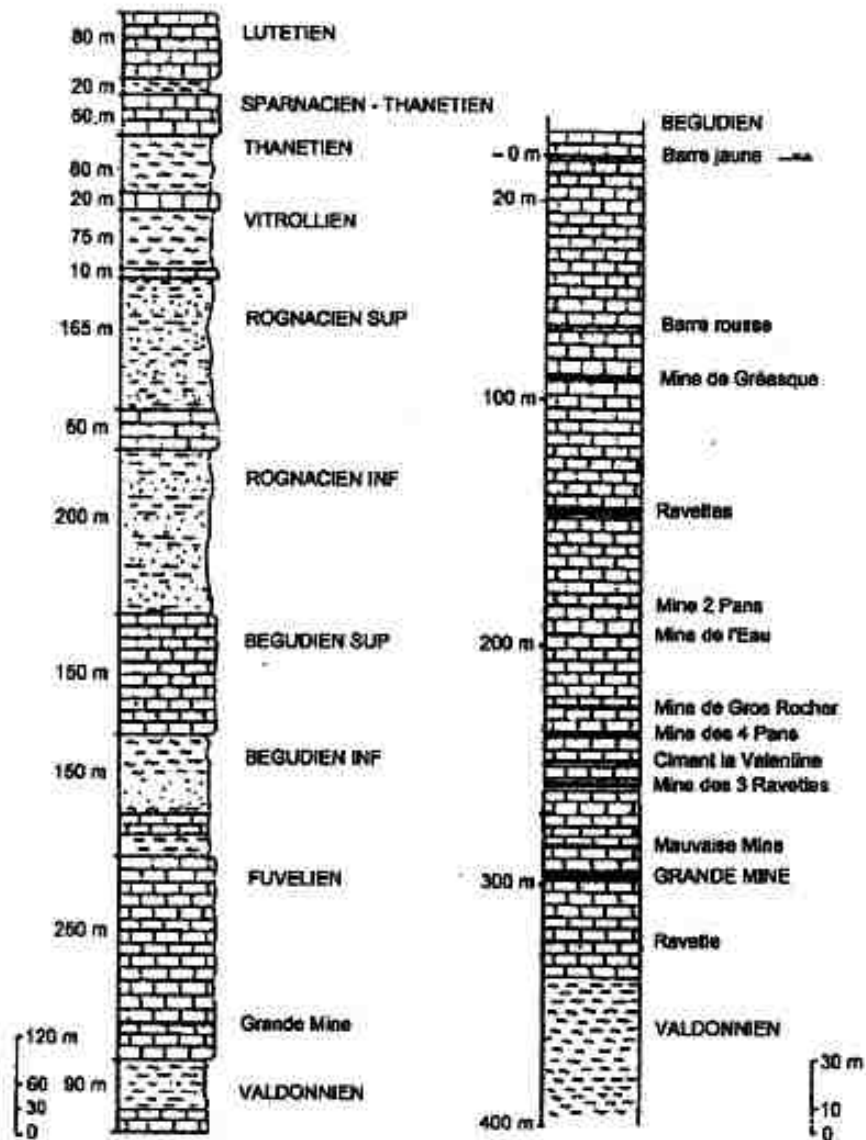


Illustration 8 : périmètre de l'étude détaillée des aléas

## III.2 Contexte géologique et hydrogéologique

### III.2.a Contexte géologique régional

Le gisement de lignite exploité se présente sous forme d'un faisceau de 7 couches insérées dans les calcaires du Fuvélien sédimentés en milieu fluvio-continental lacustre au crétacé supérieur.



à gauche : coupe d'ensemble du Vadonnien au Lutétien  
à droite : coupe de détail du Fuvélien

Illustration 9 : coupes stratigraphiques du bassin de l'Arc



Le lignite se présente soit sous forme de filets de quelques millimètres d'épaisseur, généralement sans continuité, soit sous formes de veinules de quelques centimètres d'épaisseur appelées « ravettes », soit et surtout sous forme de sept couches exploitables appelées « mines ». Parmi ces couches, sept ont pu être exploitées, dont trois de façon très locale (« Mine de Fuveau » ou « Mine de Gréasque », « Mine des Deux Pans » et « Mine de l'eau »).

Ces différentes couches s'échelonnent, du toit vers le mur de la formation fuvélienne, de la manière suivante (cf. tableau 1) :

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

Tableau 1 : caractéristiques des différentes couches de lignite

### III.2.b Contexte hydrogéologique

L'hydrogéologie du bassin se caractérise en surface par la présence du bassin versant de l'Arc, alimenté par une trentaine d'affluents dont la Luyne, dans le bassin versant de laquelle se trouve l'essentiel des travaux miniers.

L'exploitation a entraîné la création de réservoirs aquifères constitués par les vides miniers, alimentés en partie par l'impluvium sur les affleurements du Fuvélien, par des infiltrations en provenance du massif de l'Etoile et par des circulations dans les calcaires fracturés et karstifiés.

Pendant l'exploitation, la mine était maintenue hors d'eau par des pompages pour les travaux profonds, par des galeries d'écoulement gravitaire pour les petits quartiers isolés ou les amonts pendages. Six galeries présentent ainsi un écoulement significatif aujourd'hui.

La Galerie de la Mer, creusée entre le puits Biver et le port de Marseille, longue de 14,6 km avait été réalisée initialement pour régler des problèmes récurrents de drainage des travaux. C'est elle qui, à terme, devra assurer le rôle de drainage du réservoir minier principal.

### **III.3 Evaluation et caractérisation des aléas résiduels miniers sur le territoire communal**

Les différentes investigations ont été réalisées dans le cadre méthodologique retenu pour les études des anciens sites miniers, conformément aux textes réglementaires. Le déroulement de l'étude des aléas s'est donc appuyé sur la démarche établie dans le guide méthodologique d'élaboration des Plans de Prévention des Risques Miniers.

#### **Phase informative**

La première étape de l'étude d'aléa, appelée « phase informative » a consisté entre autres, à positionner sur fond cartographique, les anciens travaux et autres éléments utiles (ouvrages débouchant au jour, indices de désordres, dépôts de surface) dans leur environnement.

Le positionnement des travaux miniers, des ouvrages et désordres qui n'ont pas été retrouvés sur le terrain a été affecté d'une incertitude globale. Ces incertitudes n'apparaissent pas en cartographie de phase informative, mais sont incluses dans les marges prises en compte pour la cartographie des aléas.

Cette phase informative, présente la synthèse des données minières, le repositionnement des travaux dans leur environnement et les éléments utiles et nécessaires à l'évaluation des aléas résiduels (géologie, hydrogéologie, indices de désordres...), l'ensemble s'appuyant sur une enquête de terrain. Le produit de cette phase est une carte informative, positionnant les différents éléments sur la BD Ortho® de l'IGN.

Ces cartes informatives sont consultables en annexe 4 regroupant les différents rendus des études réalisées par le groupement GEODERIS.

#### **Phase d'évaluation et de cartographie de l'aléa.**

Sur la base des données acquises lors de la phase informative, les différents phénomènes potentiellement envisageables, compte tenu de la nature des travaux, ont été étudiés et évalués à la lumière des paramètres spécifiques au site. Enfin, l'enveloppe des zones affectées par les différents aléas a été reportée sur fond cartographique.

Dans le cadre de l'étude préliminaire des aléas menée entre 2006 et 2009, les données de base, conformément au guide méthodologique pour l'élaboration des Plans de Prévention des Risques Miniers, étaient essentiellement issues des dossiers d'arrêt de travaux ou de renonciation déposés par les Charbonnages de France (CdF).

Pour affiner l'évaluation de l'aléa et la cartographie, la première étape a consisté en :

- ✓ la recherche et la collecte d'archives d'exploitation,
- ✓ la numérisation et le géoréférencement des plans miniers sources.

Pour ce faire, un complément d'information a été réalisé auprès des Archives Départementales des Bouches du Rhône puis auprès du Département de Prévention et de Sécurité Minière Sud du BRGM qui possède le fond d'archives de CdF.

Ce complément d'information a principalement intégré une recherche des vieux plans des travaux de lignite et d'éventuels comptes rendus (procès-verbaux de visite, rapports...) dans le but de juger des schémas d'exploitation pratiqués au droit des secteurs soumis aux aléas. L'examen des plans sources a été effectué par le traçage de zones homogènes (découpage en panneaux exploités) défini par couches et selon des critères géométriques d'exploitation (formes, dimensions et méthode d'exploitation semblables). Lorsque les plans sources n'étaient pas disponibles, les schémas d'exploitation des

panneaux observés sur les plans généraux ont été assimilés à ceux de zones proches. Plus de **1400 zones homogènes** ont ainsi été définies sur l'ensemble du bassin.

Cette recherche a été complétée par des enquêtes auprès de personnes cibles (maires, anciens mineurs,...), des dépouillements d'archives (rapports journaliers d'exploitation, dossiers d'indemnisation,...), des examens de photographies aériennes, des recherches de mesures topographiques, des visites d'anciens travaux mais également des analyses de sondages de reconnaissance (nature des recouvrements, nature des vides,...).

Suite à cette étude de 2016, GEODERIS a actualisé les cartes informatives et d'aléa effondrement localisé sur la commune de Mimet en 2017.

Une actualisation des aléas liés aux dépôts (tassement, glissement, échauffement) a été réalisée en 2021 sur les communes de Gardanne, Gréasque, La Bouilladisse, Mimet et Simiane-Collongue.

Suite à l'enquête publique, GEODERIS a revu l'aléa effondrement localisé lié aux travaux souterrains à l'aplomb des galeries techniques du carreau du puits Gérard (mai 2024).

L'ensemble a été formalisé sous un Système d'Information Géographique (SIG) élaboré sous le logiciel MapInfo®.

Les aléas miniers **retenus sur le territoire communal** dans le cadre de l'étude GEODERIS au nombre de six sont les aléas de type **mouvements de terrain** (effondrement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour, effondrement localisé lié aux travaux souterrains, affaissement soit à caractère « souple » soit à caractère « cassant », tassement, glissement) ainsi que l'aléa de type **échauffement**.


Aléas retenus sur le territoire communal	
Mouvements de terrain	effondrement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour
	effondrement localisé lié aux travaux souterrains
	affaissement
	tassement
	glissement
	échauffement

**Tableau 2 : aléas retenus dans le cadre de l'étude GEODERIS**

L'aléa inondation, bien que évalué, n'a pas été retenu sur le territoire communal par GEODERIS.

Les aléas « gaz de mine », pollutions des sols ou des eaux n'ont pas été évalués dans le cadre de cette étude. De plus, l'activité sismique liée au réaménagement des terrains n'a pas été retenue comme une source d'aléa durable sur le bassin de Provence.

Pour rappel, l'aléa résulte du croisement de l'intensité d'un phénomène redouté et de l'éventualité de sa survenance ou prédisposition.

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

**Illustration 10: grille de croisement intensité/prédisposition**

### Incertitude de localisation

L'affichage de l'aléa lié à un élément minier intègre l'extension du phénomène, l'incertitude de localisation intrinsèque de l'ouvrage ou du secteur de travaux concerné et une incertitude propre au support cartographique.

Ces incertitudes n'apparaissent pas en cartographie de phase informative, mais sont incluses dans les marges prises en compte pour l'affichage des aléas.

**L'ensemble des études d'aléa minier réalisées par GEODERIS est consultable en annexe 4.**

## III.3.a Aléa effondrement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour

### Les niveaux d'aléa

Selon les données de traitement des puits fournis dans les Dossiers d'Arrêt Définitif des Travaux miniers (DADT) de Charbonnages de France (CdF), trois catégories de puits ont été distinguées pour qualifier leur prédisposition à l'effondrement localisé :

- ✓ les puits non traités et demeurant ouverts. Il s'agit des puits hors concession situés le long de la galerie de la mer. Leur prédisposition a été qualifiée de sensible,
- ✓ les puits remblayés mais ne comportant pas de bouchon béton. Dans cette configuration, tout effondrement localisé de la tête de puits nécessite l'écoulement préalable du remblai. Ce phénomène bien que peu probable ne peut être exclu. Par conséquent, la prédisposition à un aléa effondrement localisé pour ce type d'ouvrage a été qualifiée de peu sensible. Il en est de même pour les puits recouverts d'une simple dalle, car ces puits récents sont massivement bétonnés et la probabilité de rupture du revêtement et par conséquent des terrains environnants apparaît réduite (puits Z et Morandat mais également puits Gérard),
- ✓ les puits traités comportant un bouchon autoportant. Le traitement ayant rétabli la continuité physique des terrains, aucun aléa n'est à considérer à l'aplomb de ces ouvrages. Toutefois, afin de ne pas déstabiliser le système de protection en place, une zone de protection inconstructible a été définie autour de ces ouvrages.

Pour les entrées des descenderies, deux catégories ont été retenues :

- ✓ les entrées de descenderies traitées par CdF et pour lesquelles la prédisposition à l'aléa effondrement localisé a été qualifiée de peu sensible. En effet, les traitements réalisés ne permettent pas de certifier l'absence de vides résiduels et par conséquent d'exclure totalement la survenue d'un aléa effondrement localisé,
- ✓ les entrées de descenderies non traitées (descenderie non retrouvée) ou potentiellement traitées mais non confirmés dans les DADT de CdF (absence de recolement). Pour celles-ci, la prédisposition à l'aléa effondrement localisé a été qualifiée de *sensible* sur tout le tronçon potentiellement instable, à savoir les 20 premiers mètres.

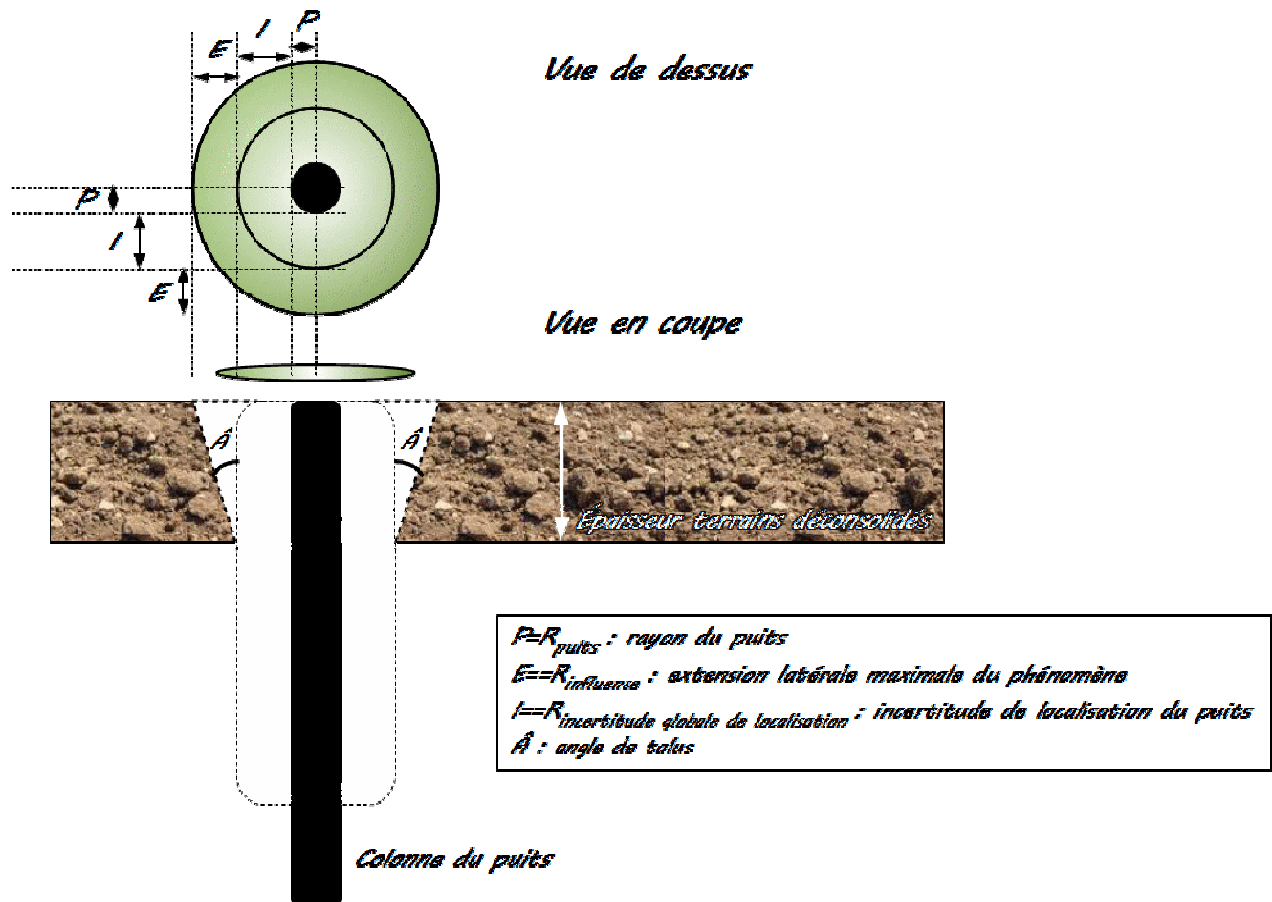
En tenant compte d'une intensité évaluée à un niveau *modéré*, l'aléa effondrement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour a été retenu à un niveau :

- ✓ **moyen** pour les puits non traités et demeurant ouverts,
- ✓ **faible** pour les puits remblayés mais ne comportant pas de bouchon béton,
- ✓ **nul** pour les puits traités comportant un bouchon autobloquant,
- ✓ **faible** pour les entrées de descenderies traitées,
- ✓ **moyen** pour les entrées de descenderies non traitées.

Type d'ouvrage	Niveau de prédisposition	Niveau d'intensité	Niveau d'aléa
Puits non traités et demeurant ouverts	<i>Sensible</i>	<i>Modérée</i>	<b>Moyen</b>
Puits remblayés mais ne comportant pas de bouchon béton	<i>Peu sensible</i>	<i>Modérée</i>	<b>Faible</b>
Puits traités comportant un bouchon autobloquant	Voir paragraphe III.3.b		
Entrées de descenderies traitées	<i>Peu sensible</i>	<i>Modérée</i>	<b>Faible</b>
Entrées de descenderies non traitées	<i>Sensible</i>	<i>Modérée</i>	<b>Moyen</b>

Tableau 3: grille d'évaluation des aléas effondrement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour

### La cartographie de l'aléa



**Illustration 11: cartographie de l'aléa effondrement localisé lié aux puits**

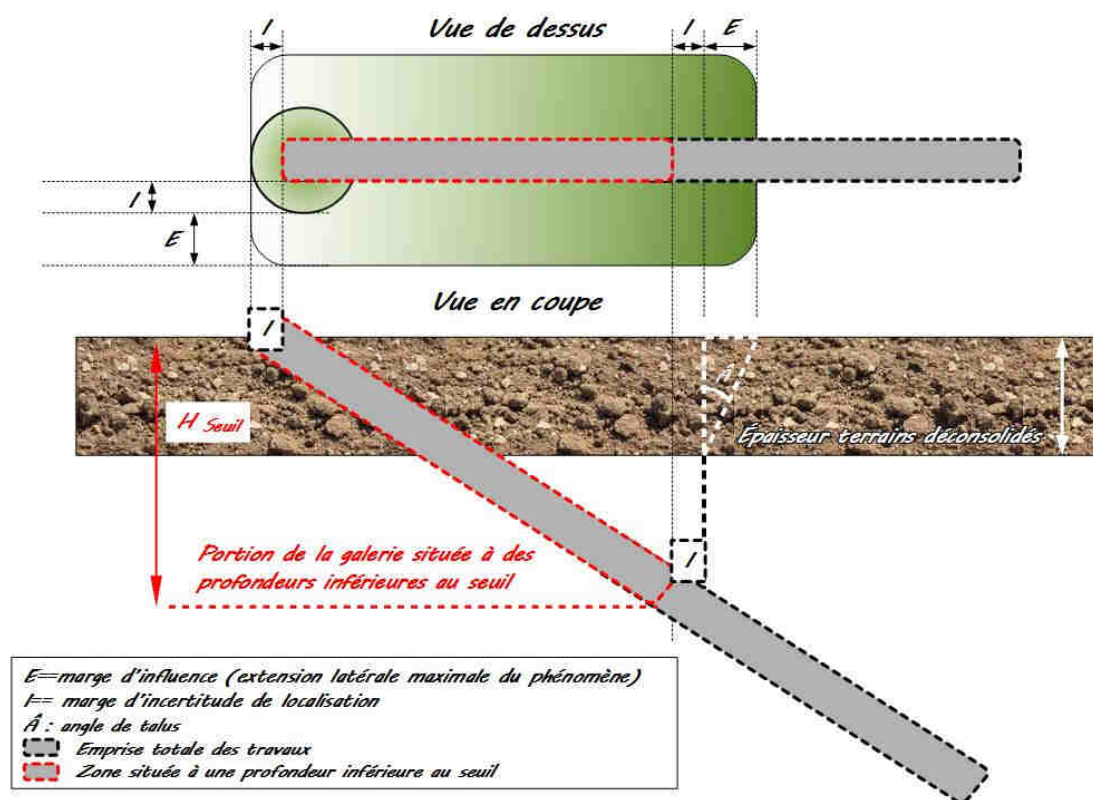
**Pour les puits**, la zone d'aléa est circulaire. Le rayon de la zone d'aléa a été défini à partir du centre du puits de la façon suivante (cf. figure 22) :

$$R = R_{\text{puits}} + R_{\text{influence}} + R_{\text{incertitude globale de localisation}}$$

Avec :

- ✓  $R_{\text{puits}}$  : Rayon du puits,
- ✓  $R_{\text{influence}}$  : rayon relatif à l'extension latérale du cône d'effondrement correspondant à un angle de talus de 45° pris dans les terrains déconsolidés,
- ✓  $R_{\text{incertitude globale de localisation}}$  : Incertitude comprenant l'incertitude de localisation intrinsèque de l'ouvrage ou du secteur de travaux concerné et une incertitude propre au support cartographique (la BD ORTHO® IGN).

Pour les **descenderies**, l'extension de la zone d'aléa est définie à partir de la localisation de la descenderie et est cartographiée sous la forme d'un cercle dont le rayon correspond à la marge retenue. Celle-ci se décompose en une marge d'incertitude globale de localisation de la descenderie et de celle du fond BD ORTHO® à laquelle s'ajoute un rayon forfaitaire qui tient compte de la marge d'extension latérale du phénomène mais surtout de la projection horizontale du tronçon de la descenderie évalué comme potentiellement instable à savoir les 10 premiers mètres.



**Illustration 12 : cartographie de l'aléa effondrement localisé lié à la présence d'une galerie ou d'une descendrière souterraine (vue en plan)**

### III.3.b Cas particulier des puits traités par bouchon autoportant

Les puits traités par bouchon autoportant sont présumés sans aléa. Toutefois, afin de ne pas déstabiliser le système de protection en place, un cercle de rayon de 10 mètres auquel s'ajoute une incertitude de localisation estimée à 3 m pour la BD Ortho® IGN a été défini à partir de la localisation et de l'extension de ces puits traités.

### III.3.c Aléa effondrement localisé lié aux travaux souterrains

#### Les niveaux d'aléa

Pour les **galeries**, une prédisposition évaluée soit à *peu sensible* soit à *peu sensible à sensible* a été retenue associée à une intensité qualifiée de *limitée* ou *modérée* selon la galerie étudiée. A ces prédispositions et intensités correspondent des niveaux d'aléa **faible** ou **moyen**.

Pour les **travaux souterrains**, les observations, le retour d'expérience et les modélisations réalisées dans le cadre de l'étude préliminaire ont conduit GEODERIS à retenir un aléa de niveau **faible** pour les exploitations dont la profondeur n'excède pas 50 m. Ce niveau résulte d'un croisement d'une prédisposition évaluée, pour les mêmes raisons que pour le fontis, à *peu sensible* et d'une intensité, également, *modérée*.

Pour les **travaux « mal localisés »**, les guides méthodologiques proposent dans ce cas de figure (cas de travaux connus mais avec une localisation très mauvaise – la surface des travaux par rapport à la surface d’incertitude est très faible) de retenir une prédisposition *très peu sensible* à l’effondrement localisé. Par ailleurs, compte tenu de l’absence d’information sur l’extension de ces travaux, le niveau d’intensité est pris équivalent aux autres configurations à savoir *modéré*. En conséquence, l’aléa effondrement localisé sur ces zones potentiellement affectées par des travaux miniers est évalué à un niveau **faible**.

Type d'ouvrage	Niveau de prédisposition	Niveau d'intensité	Niveau d'aléa
Galeries	<i>Peu sensible</i>	<i>Limitée</i>	<b>Faible</b>
	<i>Peu sensible à Sensible</i>	<i>Modérée</i>	<b>Moyen</b>
Travaux souterrains	<i>Peu sensible</i>	<i>Modérée</i>	<b>Faible</b>
Travaux « mal localisés »	<i>Très peu sensible</i>	<i>Modérée</i>	<b>Faible</b>

**Tableau 4: grille d'évaluation des aléas effondrement localisé lié aux travaux souterrains**

### La cartographie de l'aléa

Pour les **galeries**, l’extension de la zone d’aléa est définie à partir de la localisation et de l’extension de ces ouvrages. La marge retenue pour cartographier l’aléa se décompose comme suit :

- ✓ une marge d’incertitude globale de localisation des galeries et de celle du fond BD ORTHO®,
- ✓ une marge d’influence correspondant à l’extension latérale maximale d’un fontis en surface prise égale à l’épaisseur des terrains très peu cohésifs de surface et d’un angle de talus de 45°.

Pour les **travaux souterrains**, l’extension de la zone d’aléa est définie selon l’emprise des travaux d’exploitations situés à moins de 50 m de profondeur. Les emprises tiennent compte de la marge d’incertitude de localisation des travaux d’exploitation concernés prises à 10 m. La marge d’influence, correspondant à l’extension latérale maximale d’un effondrement localisé en surface prise égale à l’épaisseur des terrains très peu cohésifs de surface, a été ajoutée pour le tracé de l’aléa.

Pour les **travaux « mal localisés »**, il s’agit des secteurs au voisinage proche des affleurements et pour lesquels la présence de travaux miniers à moins de 50 m de profondeur est suspectée. L’emprise de ces travaux suspectés est tracée à partir des affleurements et tient compte des éléments de pendage des couches. Une marge d’incertitude de 20 m liée à celle de la position de la ligne d’affleurement est ajoutée. Aucune marge d’influence n’a été ajoutée considérant le zonage défini comme globalisant.

### **III.3.d Aléa affaissement**

Deux paramètres fondamentaux jouent un rôle majeur sur la nature des phénomènes d’instabilité potentiels :

- ✓ la configuration du gisement (matériau, épaisseur, profondeur),
- ✓ la méthode d’exploitation (totale ou partielle).



On distingue deux méthodes d'exploitation : totale ou partielle. Les exploitations totales sont des exploitations où le charbon est extrait dans sa totalité avec traitement assurant la disparition intégrale des vides (foudroyage, remblaiement) tandis que les exploitations partielles sont des exploitations permettant la persistance de vides résiduels.

Exploitation totale	Exploitation partielle
Exploitation par longues tailles foudroyées	Exploitation artisanale ancienne
	Exploitation par chambres et piliers abandonnés
	Exploitation par tailles remblayées

**Tableau 5 : types de méthodes d'exploitation sur le bassin de Provence**

Il est considéré que les phénomènes d'affaissement ont pour origine l'instabilité des exploitations partielles en couche Grande Mine. Sur ce principe, l'examen des plans sources a été effectué par le traçage de zones homogènes (découpage en panneaux exploités) défini en couche Grande Mine où les formes et dimensions des exploitations sont semblables. Cela exclut de fait, d'une part, les exploitations artisanales par galeries filantes aux affleurements et, d'autre part, les exploitations par longues tailles foudroyées récentes et très profondes (le foudroyage ayant entraîné dans la foulée un affaissement de surface).

Les conditions nécessaires à l'occurrence d'un affaissement à caractère cassant sont la présence d'un toit massif. C'est le cas du recouvrement composé uniquement des calcaires fuvéliens.

Selon le groupement GEODERIS, la raideur du toit va être diminuée et exclure le caractère cassant dans les cas résumés dans le tableau ci-après.

Critère d'exclusion de l'affaissement cassant	Condition de réalisation du critère d'exclusion
Lorsque le toit est déformé ou a déjà rompu	Profondeur supérieure à 300 m
	Exploitation par tailles remblayées
	Toit très faillé à l'échelle du panneau
	Exploitation d'une couche sus-jacente couvrant l'ensemble du panneau
Lorsque la largeur panneau exploité est insuffisante	Largeur L du panneau inférieure à 0,7 fois la profondeur H, soit $L < 0,7H$
La présence de travaux miniers non fragiles	Taux de défruitement <sup>4</sup> inférieur à 50%

**Tableau 6 : critère d'exclusion de l'affaissement à caractère cassant**

Lorsque l'une de ces conditions de réalisation du critère d'exclusion est vérifiée, le phénomène d'affaissement à caractère cassant est exclu. En revanche, le phénomène d'affaissement à caractère souple reste toujours envisageable. Les mêmes critères, mais avec d'autres conditions, vont alors permettre de définir l'occurrence de ce phénomène.

Les critères d'exclusion d'un affaissement à caractère souple sont résumés dans le tableau ci-après.

<sup>4</sup> proportion de minerai exploité : rapport entre la surface déhouillée et la surface totale du panneau exploité  
36/66

Critère d'exclusion de l'affaissement souple	Condition de réalisation du critère d'exclusion
Lorsque la largeur du panneau exploité est insuffisante	Largeur L du panneau inférieure à 0,4 fois la profondeur H, soit $L < 0,4H$
Travaux miniers non fragiles	Taux de défrètement inférieur à 20%
Effets perceptibles en surface (mise en pente attendue)	Pente de cuvette inférieure à 0,2%

Tableau 7 : critère d'exclusion de l'affaissement à caractère souple

### Les niveaux d'aléa

L'intensité de l'aléa affaissement à caractère **souple** a été regroupée en 5 classes suivant la mise en pente du sol en cas de réalisation de ce dernier.

Classe d'intensité	Mise en pente (en %)
Négligeable (sans aléa)	$P_m < 0,2$
Très limitée	$0,2 < P_m < 0,8$
Limitée	$0,8 < P_m < 3$
Modérée	$3 < P_m < 6$
Elevée	$P_m > 6$

Tableau 8 : classes d'intensité retenues pour le bassin de Provence de l'aléa à caractère souple

L'intensité de l'aléa affaissement à caractère **cassant** a été qualifiée d'*élevée* en référence à la rétroanalyse de l'effondrement d'un quartier du Rocher Bleu ayant eu lieu en 1879 (estimation de quelques dizaines de centimètres de décrochement).

La prédisposition de l'affaissement cassant a été également qualifiée de *peu sensible*.

En l'absence de phénomène d'affaissement non provoqué recensé pendant la montée des eaux (depuis l'arrêt des exploitations, l'ennoyage naturel des travaux s'est engagé), la prédisposition à l'affaissement à caractère **souple** a été qualifiée de *peu sensible*.

Par croisement des niveaux de prédisposition et d'intensité retenus, les aléas affaissement sur le bassin de Provence ont été évalués selon le tableau suivant :

Type de phénomène	Niveau de prédisposition	Niveau d'intensité	Niveau d'aléa
Affaissement à caractère cassant	<i>Peu sensible</i>	<i>Elevée</i>	Moyen
		<i>Elevée</i>	Moyen
Affaissement à caractère souple	<i>Peu sensible</i>	<i>Modérée</i>	Faible
		<i>Limitée</i>	Faible
		<i>Très limitée</i>	Faible ( $0,2 < Pente < 0,8\%$ )

Tableau 9 : grille d'évaluation des aléas affaissement

On remarquera que l'aléa de niveau moyen peut se référer à l'affaissement à caractère souple ou à l'affaissement à caractère cassant et que le niveau d'aléa faible se réfère uniquement à l'affaissement à caractère souple.

### La cartographie de l'aléa

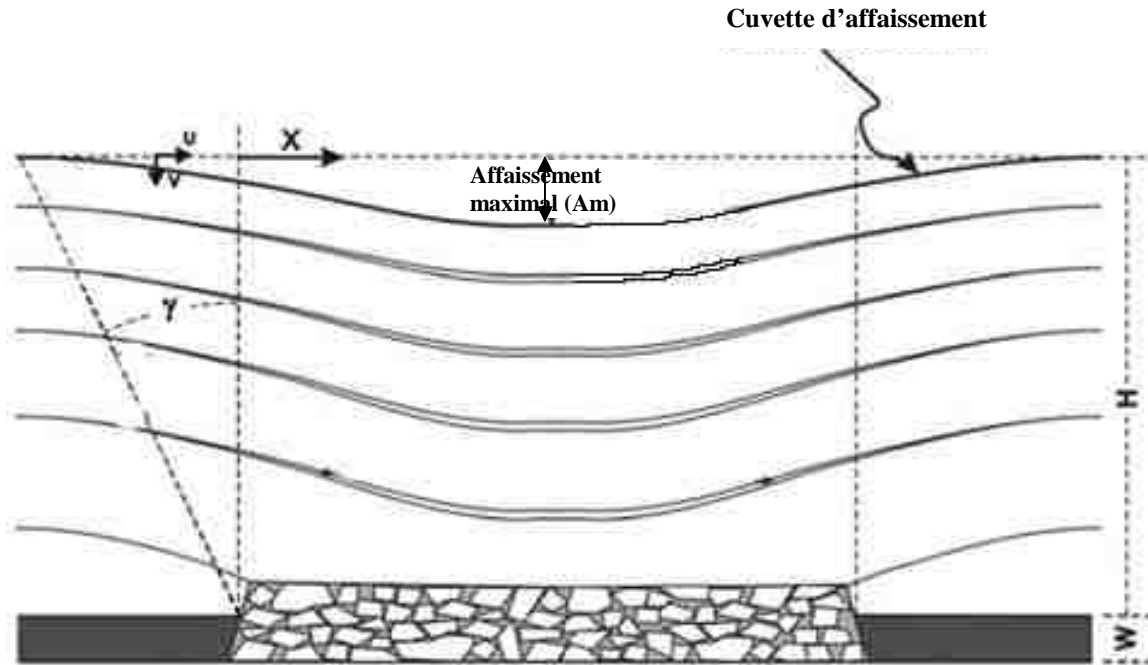


Illustration 13: schéma sur le phénomène d'affaissement

### Marge d'influence

La zone possiblement influencée par un affaissement n'est pas réduite à la projection horizontale du panneau exploité en surface mais est augmentée d'un angle dit « angle d'incidence »  $\gamma$  pris par rapport à la verticale passant par l'extrémité du panneau au fond (voir schéma ci-dessus).

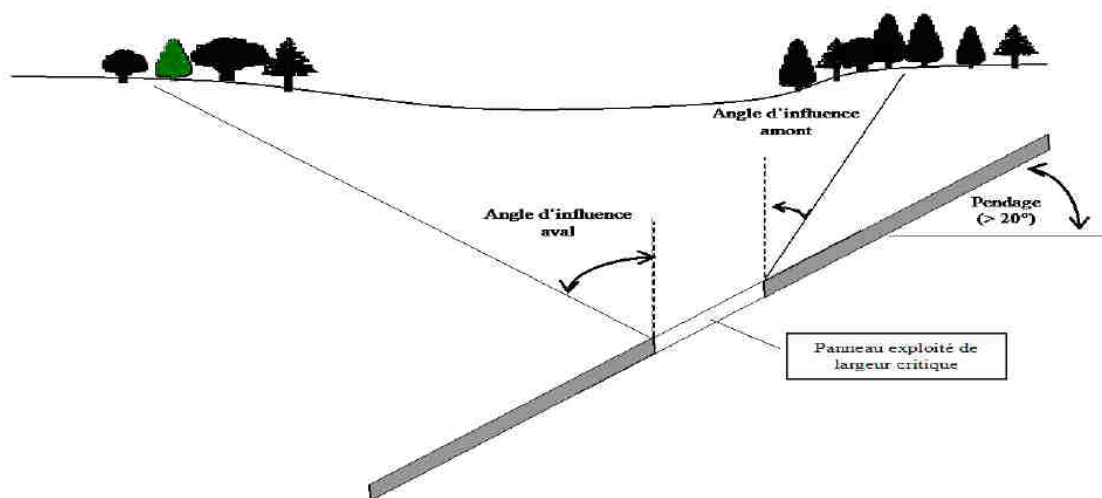


Illustration 14: évaluation de l'angle d'incidence

Pour les exploitations en couche pentée (voir schéma ci-dessous), en raison de la dissymétrie, l'angle d'influence aval (plus grand que l'angle  $\gamma$  en pendage subhorizontal) est plus important que l'angle d'incidence amont (plus petit que l'angle  $\gamma$  en pendage subhorizontal).

L'angle d'influence du phénomène d'affaissement à caractère cassant a été pris à  $10^\circ$ . Néanmoins, un aléa affaissement souple (d'un angle d'influence de  $20^\circ$ ) a été considéré en pourtour de ces zones d'affaissement à caractère cassant car il n'est pas exclu que le phénomène redouté revête un caractère souple.

L'angle d'influence du phénomène d'affaissement à caractère souple dépend directement de la nature géologique des terrains présents à l'affleurement. Pour les gisements en plateaux un angle d'incidence de  $20^\circ$  a été pris. Pour les gisements pentés, l'angle amont varie entre  $15^\circ$  et  $20^\circ$ , les angles aval entre  $25^\circ$  et  $35^\circ$ .

### III.3.e Aléa tassement

Sur le bassin de Provence, le phénomène de tassement ne concerne que les terrains remaniés de surface, à savoir les dépôts de surface ou terrils.

Parmi les principaux facteurs classiques de prédisposition aux tassements de remblais anthropiques, sont retenus :

- ✓ l'épaisseur des remblais,
- ✓ la nature et la granulométrie des matériaux déposés,
- ✓ la méthode de mise en place des remblais (avec ou sans compactage).

La mise en place des dépôts a été assurée par simple déversement gravitaire. Ceci ne garantit donc pas une compaction complète.

Les zones de dépôts recensés lors de la phase informative sont concernées par ce phénomène.

#### Les niveaux d'aléa

Au droit de chaque terril, la prédisposition à un aléa de type tassement a été qualifiée de *peu sensible* car la plupart d'entre eux ont acquis une certaine cohésion qui confère à l'édifice une capacité non négligeable de supporter une surcharge. De par leur nature, ces phénomènes présentent une intensité *limitée*. Le croisement de la prédisposition et de l'intensité du phénomène attendu a conduit à retenir un aléa tassement **faible** au droit de chaque terril.

Type de phénomène	Niveau de prédisposition	Niveau d'intensité	Niveau d'aléa
Tassement	<i>Peu sensible</i>	<i>Limitée</i>	<b>Faible</b>

Tableau 10: grille d'évaluation des aléas tassement

#### La cartographie de l'aléa

La cartographie de l'aléa tassement concerne les emprises exactes des dépôts définies lors de la phase informative. Aucune marge n'a été ajoutée puisque le phénomène se développe au droit exact des dépôts.

### III.3.f Aléa glissement

#### Les niveaux d'aléa

Les phénomènes potentiels seraient assimilables à des glissements superficiels dont l'intensité estimée est *limitée* à l'exception du terril de Molx (intensité *modérée*) en raison de sa forte pente et de l'absence d'aménagement. Néanmoins, ce dernier composé d'éléments grossiers (granulométrie décimétrique) à bonne cohésion est peu sensible à produire des phénomènes de glissement. Au final, tous les ouvrages de dépôt, y compris le Molx sont affectés d'un aléa glissement de niveau **faible** à l'exception du terril du puits Biver.

En effet, sur la commune de Gardanne, le terril du puits Biver 1 a été, en partie, reclassé en zone d'alea de niveau moyen après une actualisation de l'alea tassement et glissement réalisée par GEODERIS en 2018-2020.

Type de phénomène	Niveau de prédisposition	Niveau d'intensité	Niveau d'aléa
Glissement	<i>Peu sensible</i>	<i>Limitée ou modéré</i>	<b>Faible</b>
	<i>sensible</i>	<i>modéré</i>	<b>Moyen</b>

Tableau 11: grille d'évaluation des aléas glissement

#### La cartographie de l'aléa

La cartographie de l'aléa glissement concerne la base des dépôts recensés. En effet, il est considéré que les glissements auraient potentiellement un impact en pied de terrils dont la marge a été prise à 15, 20 ou 25 m selon la hauteur du dépôt.

### III.3.g Aléa échauffement

#### Les niveaux d'aléa

Plusieurs échauffements ou indices d'échauffements sur certains terrils du bassin ont été rapportés par les mairies concernées lors des consultations menées dans le cadre de l'élaboration du présent Plan de Prévention de Risques.

En reprenant les éléments rapportés par les mairies, les données d'archives sur les dépôts et en appliquant la méthodologie d'évaluation des aléas inscrite au guide "Evaluation des aléas miniers" élaboré à la demande de la direction générale de la prévention des risques (ministère de la Transition écologique et solidaire) et publié en 2018, l'aléa échauffement a été actualisé par GEODERIS en 2020.

La prédisposition à l'échauffement tient compte de trois critères:

- ✓ la nature des matériaux constitutifs de l'ouvrage de dépôt,
- ✓ la manifestation de phénomènes analogues,
- ✓ l'existence d'observations ou mesures thermiques.

Trois catégories de terrils et de dépôts ont été distinguées par GEODERIS:

Catégorie 1: Les terrils ou dépôts présentant une portion charbonneuse négligeable à nulle (stériles de creusement de descenderies ou terril totalement brûlé)

Catégorie 2: Les terrils ou dépôts constitués de pierre de mines susceptibles de présenter ponctuellement une portion charbonneuse (cas des terrils auto-échauffés avec présence potentiel de « poches » résiduelles de matériaux charbonneux)

Catégorie 3: Les terrils ou dépôts présentant une portion charbonneuse non brûlée (cas des dépôts présentant des matériaux charbonneux à l’affleurement ou ayant subi un échauffement récent)

Considérant l’ensemble des données informatives, il a été retenu un niveau de prédisposition :

- ✓ *Nul* pour les terrils et dépôts de catégorie 1,
- ✓ *Peu sensible* pour les terrils et dépôts de catégorie 2,
- ✓ *Sensible à très sensible* pour les terrils et dépôts de catégorie 3.

Type de phénomène	Niveau de prédisposition	Niveau d’intensité	Niveau d’aléa
	<i>Nul</i>	/	<b>Nul</b>
Echauffement sur dépôts	<i>Peu sensible</i>	<i>Limitée</i>	<b>Faible</b>
	<i>Sensible à très sensible</i>	<i>Limitée</i>	<b>Moyen</b>
Echauffement Couches à l’affleurement ou sur dépôts			<b>Faible</b>

**Tableau 12 : grille d’évaluation des aléas échauffement**

Dans le secteur d’études, l’auto-échauffement historique des terrils étant achevé, les échauffements récents répertoriés se sont concentrés sur des « poches » résiduelles de matériaux charbonneux ne mettant en combustion que quelques dizaines de mètres cubes de matériaux sur des surfaces peu importantes (quelques dizaine de mètres carrés). Ce retour d’expérience a amené GEODERIS à retenir une intensité de niveau *limité* pour les terrils et dépôts prédisposés à l’échauffement.

**La cartographie de l’aléa**

L’aléa échauffement concerne certains dépôts du bassin. Dans ce cas, le tracé de l’aléa échauffement est défini selon l’emprise exacte de ces dépôts. Aucune marge n’a été ajoutée puisque le phénomène se développe au droit exact des dépôts.

L’aléa échauffement concerne également les affleurements où la présence de travaux miniers est avérée ou supposée. Dans ce cas, le tracé de l’aléa échauffement est défini le long des lignes de ces affleurements. Une marge d’incertitude de 20 m liée à la position de la ligne d’affleurement est ajoutée.

### III.4 La carte des aléas

La carte des aléas miniers (carte 4-1) est établie, en prenant en compte tous les aléas identifiés par l'étude de GEODERIS représentés en fonction de la nature des phénomènes et de leur niveau (faible, moyen ou fort). Les aléas miniers retenus *sur le territoire communal* sont indiqués dans le tableau ci-après :

Aléas retenus sur le territoire communal		niveaux
Mouvements de terrain	effondrement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour	faible
		moyen
	effondrement localisé lié aux travaux souterrains	faible
	affaissement	faible intensité très limitée (souple)
		faible (souple)
		Moyen (souple)
		moyen (cassant)
tassement	faible	
glissement	faible	
échauffement	faible	
	moyen	

Tableau 13 : aléas résiduels miniers retenus sur le territoire communal

Pour rappel, à ces aléas s'ajoute les périmètres de protection définis autour des puits traités par bouchon autoportant.

### III.5 La définition des enjeux

Les enjeux d'aménagement traduisent le mode d'occupation du sol (Carte des enjeux, Annexe 4-2), Ils comprennent deux classes:

- ✓ les espaces urbanisés qui se caractérisent notamment par un faisceau d'indices comme le nombre de constructions existantes, la distance du terrain par rapport au bâti existant, la continuité des parcelles bâties, et le niveau de desserte par les équipements,
- ✓ les espaces non urbanisés comprenant les zones agricoles, les zones naturelles et forestières, les zones d'urbanisation diffuse...

Le PPR vise à définir les conditions de constructibilité au regard des risques dans une enveloppe définie en fonction d'un certain nombre de critères qui traduisent l'occupation du sol existante (continuité de vie, renouvellement urbain, formes urbaines, typologie des terrains, friches urbaines ou industrielles, espaces de revalorisation ou de restructuration urbaine...).

La caractérisation des enjeux pour le présent PPR a été réalisée par la DDTM 13 à partir des données géomatiques du territoire. L'étude visait à établir une cartographie de la partie de la commune exposée aux aléas miniers en distinguant les deux classes déjà mentionnées ci-dessus (les espaces urbanisés, les espaces non urbanisés).

#### Méthode d'identification des enjeux

L'occupation du sol s'apprécie en fonction de la réalité physique des lieux (terrains, photos, cartes, bases de données bâti, cadastre...). La délimitation des secteurs urbanisés se limite aux espaces « strictement bâtis ».

Le recueil des données nécessaires à la détermination des enjeux est effectué par :

- ✓ des visites sur le terrain,
- ✓ l'identification de la nature et de l'occupation du sol (BD Bâti, orthophoto),
- ✓ l'analyse du contexte humain et économique,
- ✓ l'examen des documents d'urbanisme (PLU, permis délivrés),
- ✓ des échanges avec les services de la commune.

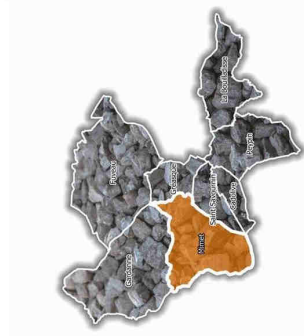
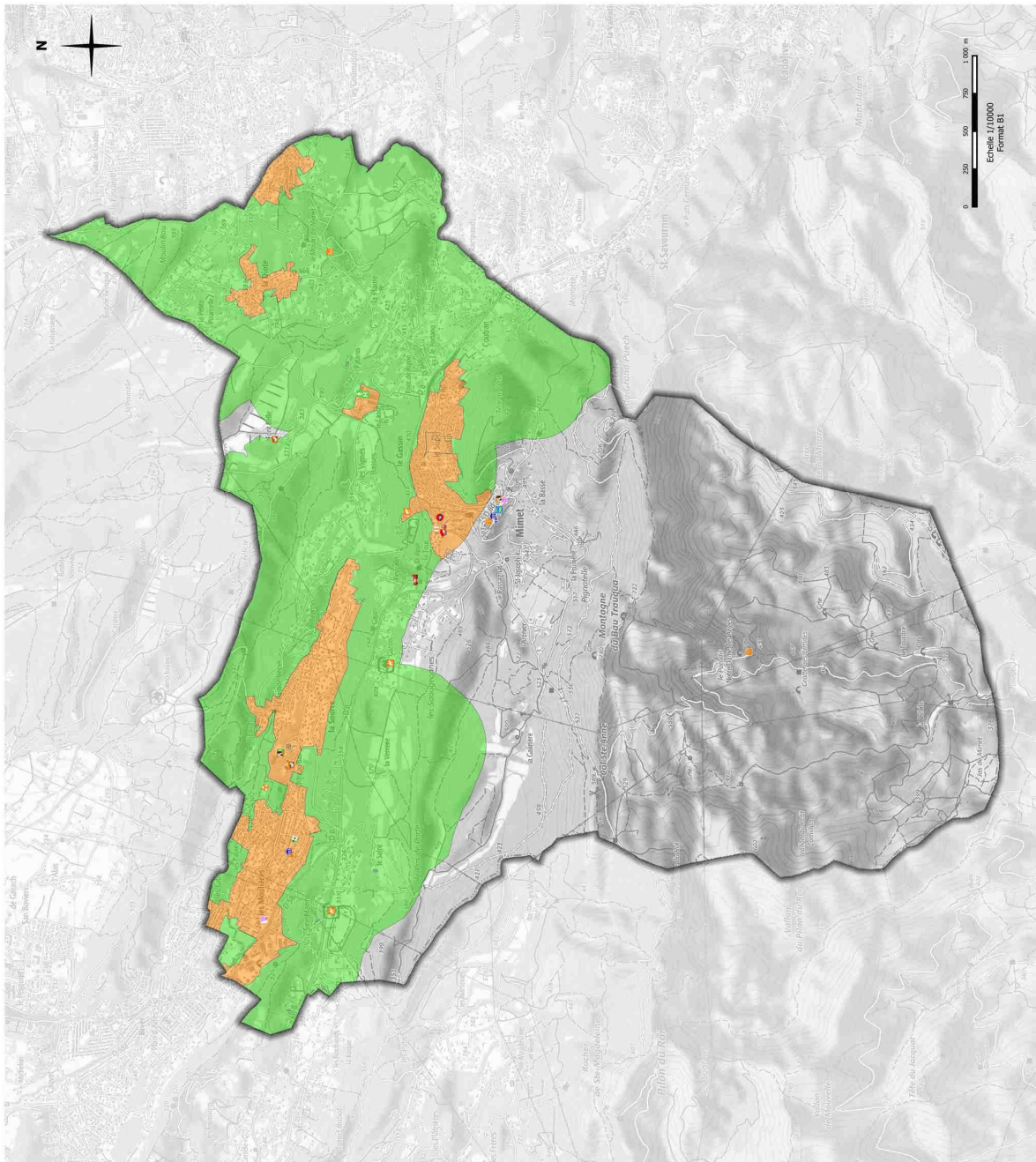
A cet égard, la démarche engagée apporte une connaissance des territoires soumis au risque, notamment par le recensement :

- ✓ des établissements recevant du public en général (ERP) ;
- ✓ des établissements recevant du public sensible (hôpitaux, écoles, maisons de retraite, prisons, etc.) dont l'évacuation peut s'avérer délicate en cas de crise,
- ✓ des équipements utiles à la gestion de crise (centre de secours, gendarmerie, lieu de rassemblement et/ou d'hébergement durant la crise, etc.),
- ✓ des activités économiques,
- ✓ des projets communaux.

Cette cartographie des enjeux a été élaborée indépendamment de toute étude d'aléa et n'anticipe en rien la définition du risque. Il s'attache à croiser, à l'échelle de l'îlot urbain, des critères qualitatifs avec des données quantitatives.

La distinction entre zones urbanisées et zones non urbanisées permet de superposer la carte des aléas et celle des enjeux qui conduit, par croisement, à la définition du plan de zonage réglementaire (chapitre IV suivant).





- Légende**
- Mises à disposition
  - **Enjeux - Occupation du sol**
  - Zones non urbanisées exposées aux aléas
  - Zones urbanisées exposées aux aléas
  - **Enjeux spécifiques**
  - **Enjeux spécifiques de Mimet**
  - Culture / Loisirs
  - Bibliothèque
  - Centre de loisirs
  - Ancienne mairie
  - Cinéma
  - Anciens bureaux, Acadie
  - Infrastructure sportive
  - Lieu de culte
  - Office de tourisme
  - Centre de secours, CCF
  - Centre de santé
  - Services techniques
  - **Créatif / Social**
  - Mairie, Centre de santé
  - Centre commercial
  - **Tourisme**
  - Hôpital
  - Restaurant
  - **Enseignement**
  - Ecole, collège, lycée
  - Université

<p><b>COMMUNE DE MIMET</b></p> <p><b>PLAN DE PREVENTION DES RISQUES MINIERES</b> (tenite)</p>	<p><b>4-2 CARTE DES ENJEUX</b></p> <p style="text-align: right; font-size: small;">Echelle 1/10000 Format B1</p>
---	--

Illustration 15: Carte des enjeux

## CHAPITRE IV

### LE ZONAGE DU PLAN DE PREVENTION DES RISQUES MINIERS

Conformément aux préconisations nationales, les principes généraux de la délimitation des zones réglementaires (plan de zonage) reposent sur le croisement de la carte des aléas et de celle des enjeux actuels.

Ces principes généraux sont décrits dans les tableaux ci-après :

*Principes généraux de réglementation pour les aléas miniers résiduels (lignite)*

Aléa Affaissement	Enjeux	
	Espaces urbanisés	Espaces non urbanisés
Moyen (cassant)	<b>Inconstructibles</b>	
Faible et Moyen (souple)	<b>Constructibles sous conditions</b>	<b>Inconstructibles*</b>
Faible intensité très limitée (souple)	<b>Constructibles sous conditions</b>	

**Tableau 14: principes de réglementation pour l'aléa Affaissement**

\* Exception pour les installations ou bâtiments nécessaires et liés aux activités agricole, piscicole ou forestière

Le mécanisme à l'origine de l'effondrement localisé d'un puits ou d'une descenderie est le même (débouillage et/ou rupture de tête). Les aléas liés à ces ouvrages seront donc réglementés de manière identique (voir tableau ci-dessous).

Aléa Effondrement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour	Enjeux	
	Espaces urbanisés	Espaces non urbanisés
Moyen	Inconstructibles	
Faible	Inconstructibles	

**Tableau 15 : principes de réglementation pour l'aléa Effondrement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour**

Aléa Effondrement localisé lié aux travaux souterrains	Enjeux	
	Espaces urbanisés	Espaces non urbanisés
Faible	Constructibles sous conditions	Inconstructibles*

**Tableau 16: principes de réglementation pour l'aléa Effondrement localisé lié aux travaux souterrains**

\*Exception pour les installations ou bâtiments nécessaires et liés aux activités agricole, piscicole ou forestière

Aléa Tassement	Enjeux	
	Espaces urbanisés	Espaces non urbanisés
Faible	Constructibles sous conditions	Inconstructibles*

**Tableau 17 : principes de réglementation pour l'aléa Tassement**

\*Exception pour les installations ou bâtiments nécessaires et liés aux activités agricole, piscicole ou forestière

Aléa Glissement	Enjeux	
	Espaces urbanisés	Espaces non urbanisés
Faible	<b>Constructibles sous conditions</b>	<b>Inconstructibles*</b>

**Tableau 18 : principes de réglementation pour l'aléa Glissement**

\*Exception pour les installations ou bâtiments nécessaires et liés aux activités agricole, piscicole ou forestière

Aléa Echauffement	Enjeux	
	Espaces urbanisés	Espaces non urbanisés
Moyen	<b>Inconstructibles</b>	
Faible	<b>Constructibles sous conditions</b>	<b>Inconstructibles*</b>

**Tableau 19 : principes de réglementation pour l'aléa Echauffement**

\*Exception pour les installations ou bâtiments nécessaires et liés aux activités agricole, piscicole ou forestière

A ces aléas, il faut ajouter les périmètres de protection autour des puits traités par bouchon autoportant :

	Enjeux	
	Espaces urbanisés	Espaces non urbanisés
<b>Puits traités</b>	<b>Inconstructibles</b>	

**Tableau 20: principes de réglementation pour les puits traités par bouchon autoportant**

## IV.1 Définition du zonage réglementaire

Le croisement des différents aléas et des enjeux a donc conduit à retenir et définir des zones **VIOLET Vi**, **ROUGE R**, **MARRON M**, **BLEU B** et **VERT Ve**.

Ainsi, le zonage réglementaire du P.P.R.M de la commune de Mimet comprend :

- ✓ des zones **VIOLET Vi** correspondant à des espaces urbanisés ou non, directement exposés à un aléa (très préjudiciable) effondrement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour ou situés à l'intérieur des périmètres de protection définies autour des puits traités par bouchon autoportant. Dans ces zones, il n'existe pas de mesure de protection technique ou économiquement supportable pour y permettre l'implantation de nouvelles constructions. D'une manière générale, la construction y est interdite. Seuls l'entretien, la gestion courante du bâti existant sont autorisés.
- ✓ des zones **ROUGE R** correspondant à des espaces urbanisés ou non, directement exposés à un aléa minier très préjudiciable (de par sa nature ou son niveau). Dans ces zones, il n'existe pas non plus de mesure de protection technique ou économiquement supportable pour y permettre l'implantation de nouvelles constructions. A l'instar de la zone **VIOLET**, d'une manière générale, la construction y est interdite. Seuls l'entretien, la gestion courante et des extensions mesurées du bâti existant sont autorisés.
- ✓ des zones **MARRON M** correspondant à des espaces non urbanisés qui sont directement exposés à des aléas miniers. Il convient de préserver ces zones de toute urbanisation dans l'objectif de ne pas créer de nouveaux risques par la création d'enjeux supplémentaires. L'entretien, la gestion courante et les extensions limitées du bâti existant ainsi que les projets nécessaires et liés à l'activité agricole, piscicole ou forestière y sont autorisés sous condition.
- ✓ des zones **BLEU B** correspondant à des espaces urbanisées qui sont directement exposés à des aléas miniers pour lesquels il existe des mesures de protection techniquement possibles et financièrement supportables par un propriétaire individuel ou par la collectivité. La construction y est admise sous condition.
- ✓ des zones **VERT Ve** correspondant à des espaces urbanisées ou non, exposés exclusivement à un aléa affaissement minier de niveau faible intensité très limitée. La construction y est admise sous condition.

Dans toutes ces zones réglementaires, les « équipements et ouvrages techniques nécessaires au fonctionnement des services publics » tels que définis au paragraphe I.3.c du règlement du PPR sont autorisés sous condition.

Le plan de zonage du Plan de Prévention des Risques Miniers (P.P.R.M.) de la commune de Mimet, cartographié à l'échelle du 1/2500, est établi à partir du croisement des différents aléas miniers et des enjeux suivant la procédure explicitée ci-après.

Les aléas miniers résiduels présents sur le territoire communal sont au nombre de 6 auxquels il faut rajouter un pseudo-aléa: les périmètres de protection définis autour des puits traités par bouchon autoportant indicées *P*.

Par commodité, des lettres ont été affectées aux différents aléas en fonction de leur nature et de leurs niveaux (d'aléa) suivant la nomenclature indiquée dans le tableau 21 ci-dessous.

Nature de l'aléa  Niveau de l'aléa	Affaissement progressif	Effondrement Localisé Sur ouvrage débouchant au jour	Effondrement localisé sur travaux souterrains	Tassement	Glissement	Echauffement
	Faible intensité très limitée	@				
Faible	<i>a</i>	<i>o</i>	<i>e</i>	<i>t</i>	<i>g</i>	<i>f</i>
Moyen	<i>â</i>	<i>O</i>				<i>F</i>
Moyen à caractère cassant	<i>A</i>					

Tableau 21 : indices des aléas miniers présents sur le territoire communal

Ces aléas sont reportés sur les cartes des aléas (Pièce n° 4, Annexe 4-1) et les plans de zonage réglementaire (Pièce n° 2).

Les secteurs exposés aux aléas trop préjudiciables (lettres en rouge ou violet du tableau 21) sont classés en zones **ROUGE R** ou **VIOLET Vi** suivant la méthode exposée dans le tableau 22 ci-après.

Aléas Miniers	Enjeux	
	Zone urbanisée	Zone non urbanisée
<i>Effondrement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour, quel que soit le niveau d'aléa o et O</i> <i>ou/et</i> <i>Périmètres de protection autour des puits traités par bouchon autoportant P</i> Et en présence éventuelle des autres aléas	<b>Vi</b>	<b>Vi</b>
<i>Affaissement (cassant) Moyen A</i> <i>ou/et</i> <i>Echauffement Moyen F</i> Et en l'absence d'aléa <i>Effondrement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour Faible o, Moyen O</i> et en dehors des périmètres de protection autour des puits traités par bouchon autoportant P Et en présence éventuelle des autres aléas	<b>R</b>	<b>R</b>

**Tableau 22: détermination des zones R du plan de zonage de la commune de Mimet**

Ainsi les zones **R** ne peuvent pas être déclinées avec les indices o, O ou P contrairement aux zones **Vi** (par exemple **Vi** (o), **Vi** (o, e), **Vi** (O, A), etc.)

Les secteurs **exclusivement** exposés aux aléas @, a, â, e, t, g, ou f (lettres en noir du tableau 21) sont classés en zones **VERT Ve**, **BLEU B (B)** ou **MARRON M (M1 et M2)** suivant la méthode exposée dans le tableau 23 suivant :

Aléas miniers	Enjeux	
	Zone urbanisée	Zone non urbanisée
<i>Affaissement (souple)</i> <b>Faible intensité très limitée @</b>	<b>Ve</b>	<b>Ve</b>
Sans <i>aléa affaissement</i> mais en présence d'aléa(s) e ou f	Zone non présente sur le territoire communal	<b>M1</b>
<i>Affaissement (souple)</i> <b>Faible intensité très limitée @</b> en présence d'aléa(s) e, t ou g <i>Ou</i> <i>Affaissement (souple)</i> <b>Faible a ou Moyen â</b> en présence éventuelle d'aléa(s) e, t, g ou f	<b>B</b>	<b>M2</b>

**Tableau 23 : détermination des zones Ve, B et M du plan de zonage de la commune de Mimet**

Pour les zones **VERT Ve**, **BLEU B** et **MARRON M**, la présence ou non de l'aléa affaissement ou un niveau d'aléa affaissement différent permet de distinguer ces zones réglementées.

Pour une zone du tableau ci-dessus, par exemple la zone **B**, la nécessaire présence de l'aléa affaissement à caractère souple, la zone **B** peut également inclure l'aléa effondrement localisé lié à des travaux souterrains (e), l'aléa tassement (t), l'aléa glissement (g) et l'aléa échauffement de niveau faible (f).

La couche SIG de zonage (application de la méthode explicitée ci-dessus) a été réalisée sous le logiciel Qgis à l'aide d'un algorithme écrit sous la forme d'un script en langage Python.

Le règlement (Pièce n° 3) du Plan de Prévention des Risques Miniers (PPRM) précise les mesures associées aux zones réglementaires (**Vi**, **R**, **M**, **B** et **Ve**).

Par ailleurs, le règlement définit des mesures spécifiques sur l'**existant** et des **mesures de prévention de protection et de sauvegarde**.



## IV.2 Principe réglementaire pour les projets

Sont assimilés à **un projet** « toutes occupation et utilisation du sol, tous travaux, tout type de construction, d'ouvrage, d'aménagement ou d'exploitation agricole, forestière, artisanale, commerciale ou industrielle de quelque nature qu'ils soient ». Ainsi les projets d'extension, de changement de destination ou de reconstruction de biens existants après sinistre sont, comme tout projet nécessitant une déclaration de travaux ou l'obtention préalable d'un permis de construire, réglementés au titre des projets.

Concernant le risque minier, les mesures réglementaires répondent à des objectifs de sécurité. Ils consistent essentiellement en une protection visant la limitation des dommages sur les biens et la sauvegarde des vies humaines en cas de survenance de l'aléa.

### En zones **VIOLET Vi**

Les travaux relatifs à l'entretien et au maintien en l'état des constructions peuvent être autorisés, sans préjudice du respect des autres dispositions d'urbanisme.

### En zones **ROUGE R**

Les travaux relatifs à l'entretien et au maintien en l'état des constructions peuvent être autorisés, sans préjudice du respect des autres dispositions d'urbanisme.

Les extensions limitées du bâti existant sont autorisées.

### En zones **MARRON M**

Les travaux relatifs à l'entretien et au maintien en l'état des constructions peuvent être autorisés, sans préjudice du respect des autres dispositions d'urbanisme.

Les extensions limitées du bâti existant sont autorisées.

Les constructions liées et nécessaires aux exploitations agricoles, piscicoles ou forestières sont autorisées à condition de respecter les prescriptions du règlement.

### En zones **BLEU B**

La grande majorité des projets est autorisée à condition de respecter les prescriptions du règlement.

### En zones **VERT Ve**

Tout type de construction, d'ouvrage, d'aménagement est autorisé à condition de respecter les prescriptions du règlement.

Dans toutes ces zones réglementaires, les « équipements et ouvrages techniques nécessaires au fonctionnement des services publiques » tels que définis au paragraphe I.3.c du règlement du PPR sont autorisés sous condition.

Zone <b>VIOLET</b>	Zone <b>ROUGE</b>	Zone <b>MARRON</b>	Zone <b>BLEU</b>	Zone <b>VERT</b>
<b>RECONSTRUCTIONS</b>				
<i>Autorisées sous réserve de prescriptions</i>				
<b>CREATIONS Hors Ouvrages, Equipements et Infrastructures</b>				
<i>Etablissements recevant des populations vulnérables interdits</i>  <i>Etablissements stratégiques interdits</i>  <i>Locaux de logements interdits</i>  <i>Locaux d'activités interdits</i>  <i>Locaux de stockage interdits</i>	<i>Etablissements recevant des populations vulnérables interdits</i>  <i>Etablissements stratégiques interdits</i>  <i>Locaux de logements interdits</i>  <i>Locaux d'activités interdits</i>  <i>Locaux de stockage interdits</i>	<i>Etablissements recevant des populations vulnérables interdits</i>  <i>Etablissements stratégiques interdits</i>  <i>Locaux de logements interdits</i>  <i>Locaux d'activités interdits</i>  <i>locaux de stockage interdits</i>  <i>Constructions liées et nécessaires aux exploitations agricoles, piscicoles ou forestières autorisées *</i>	<i>Etablissements stratégiques autorisés si aucune implantation alternative possible en dehors de la zone Bleu*</i>  <i>Etablissements recevant des populations vulnérables autorisés *</i>  <i>Locaux de logements autorisés *</i>  <i>Locaux d'activités autorisés *</i>  <i>Locaux de stockage autorisés *</i>	<i>Autorisées *</i>
<b>EXTENSIONS hors ANNEXES</b>				
<i>Interdites</i>	<i>Limitées</i>	<i>Celles liées et nécessaires aux exploitations agricoles, piscicoles ou forestières autorisées *</i>  <i>Sinon limitées</i>	<i>Autorisées *</i>	<i>Autorisées *</i>
<b>ANNEXES</b>				
<i>Interdites</i>	<i>Limitées</i>	<i>Celles liées et nécessaires aux exploitations agricoles, piscicoles ou forestières autorisées *</i>  <i>Sinon limitées</i>	<i>Autorisées *</i>	<i>Autorisées *</i>
<b>OUVRAGES, EQUIPEMENTS ET INFRASTRUCTURES</b>				
<i>Autorisés *</i>				

**Tableau 24: principes réglementaires généraux**

\* sous réserve de prescriptions

### **IV.3 Mesures sur les biens et activités existants**

De manière générale, les mesures sur les biens et activités existants intéressent des études ou des travaux de modification. Elles visent la sécurité des personnes ainsi que la limitation des dommages aux biens ou le retour à la normale.

### **IV.4 Mesures de prévention de protection et de sauvegarde**

Les mesures de prévention de protection et de sauvegarde s'appliquent transversalement à toutes les zones (Rouge, Bleu,...). Ce sont notamment les mesures d'ensemble que doivent prendre particuliers, gestionnaires de réseaux ou d'établissements et les mesures collectives de la compétence d'un maître d'ouvrage public.

La mise en œuvre de prévention, de protection et de sauvegarde et des mesures sur les biens et activités existantes peuvent être rendue obligatoire immédiatement après approbation jusqu'à un délai pouvant atteindre 5 ans.

oOo

## CHAPITRE V

### LA PORTEE ET LES EFFETS DU P.P.R.M

#### V.1 P.P.R.M. et urbanisme

Le P.P.R.M. vaut servitude d'utilité publique (Art. L. 562-4 du Code de l'Environnement). A ce titre, il doit être annexé au Plan Local d'Urbanisme (P.L.U), conformément à l'article L. 153-60 du Code de l'Urbanisme.

Dans tout le périmètre du P.P.R.M., les dispositions du règlement s'imposent en supplément des règles définies au P.L.U. C'est le texte le plus contraignant qui prévaut.

D'une manière générale, il appartient aux communes et Etablissements Publics de Coopération Intercommunale (EPCI) compétents de prendre en compte ces dispositions pour les intégrer dans leurs politiques d'aménagement du territoire.

Le non-respect de ces dispositions peut se traduire par des sanctions au titre du Code de l'Urbanisme, du Code Pénal ou du Code des Assurances.

#### V.2 Pouvoir de police du Préfet et du Maire

##### Pouvoir de police du Préfet

En vertu de l'article L. 2215-1 du Code Général des Collectivités Territoriales (C.G.C.T.), le préfet dispose d'un pouvoir de police générale propre ainsi que d'un pouvoir de substitution en cas de carence du maire dans l'exercice de ses pouvoirs de police.

##### Pouvoir de police du Maire

En application de l'article L. 2212-2 5 du Code Général des Collectivités Territoriales, le maire a l'obligation de prendre les mesures nécessaires afin de prévenir, par des précautions convenables, et de faire cesser, par la distribution des secours nécessaires, les accidents et fléaux calamiteux tels que les inondations, ruptures de digues, éboulement de terre ou de rochers, avalanches, etc.

La première obligation pesant sur le maire concerne la signalisation des risques naturels connus ou prévisibles. En effet, s'il n'existe pas pour la commune d'obligation permanente et généralisée de signaler les risques, le maire a néanmoins le devoir de signaler les dangers particuliers auxquels les administrés peuvent se trouver exposés (mouvements de terrain, inondation,...).

Les travaux de prévention constituent le second type de mesures devant être utilisées par le maire afin d'atténuer ou de prévenir les effets d'un accident naturel.

### V.3 P.P.R.M. et sanctions administratives

Lorsqu'en application de l'article L. 562-1 du Code de l'Environnement, le préfet a rendu obligatoire la réalisation de mesures de prévention, de protection et de sauvegarde et des mesures relatives aux biens et activités existants, et que les personnes auxquelles incombait la réalisation de ces mesures ne s'y sont pas conformées dans le délai prescrit, le préfet peut, après une mise en demeure restée sans effet, ordonner la réalisation de ces mesures aux frais du propriétaire, de l'exploitant ou de l'utilisateur concerné.

### V.4 P.P.R.M. et Préjudice résultant de l'activité minière

Le régime d'indemnisation des catastrophes naturelles ne s'applique pas au risque minier.

Selon l'article L.155-3 du Code Minier (Nouveau), l'exploitant est responsable des dommages causés par son activité. A défaut, on recherchera le titulaire du titre minier. Il peut s'exonérer de sa responsabilité en apportant la preuve d'une cause étrangère. La charge de la preuve n'incombe pas à la victime, c'est à l'exploitant de démontrer sa non responsabilité. La responsabilité n'est pas limitée à la durée de validité du titre minier ni à son périmètre.

En cas de disparition ou de défaillance de l'exploitant, l'Etat est garant de la réparation des dommages.

L'indemnisation des dommages immobiliers liés à l'activité minière présente ou passée consiste en la remise en l'état de l'immeuble sinistré. Lorsque l'ampleur des dégâts subis par l'immeuble rend impossible la réparation de ces désordres dans des conditions normales, l'indemnisation doit permettre au propriétaire de l'immeuble sinistré de recouvrer dans les meilleurs délais la propriété d'un immeuble de consistance et de confort équivalents (Art. L. 155-6 du Code Minier (Nouveau)).

Prescription de 5 ans à compter de la manifestation du dommage (Art. 2224 du Code Civil)

### V.5 Le cas des clauses minières

Avant le 15 juillet 1994, certains contrats de mutation avait une Clause insérée exonérant l'exploitant de sa responsabilité de réparer les dommages causés par son activité minière.

La loi n°94-588 du 15 juillet 1994 frappe de nullité d'ordre public toute clause intervenue à compter du 15 juillet 1994 dans un contrat de mutation conclu avec une collectivité locale ou une personne physique (codifiée à l'article L. 155-4 du Code Minier (Nouveau)).

La loi n°99-245 du 30/3/99 dite loi « après-mine » permet l'indemnisation des propriétaires « clausés » victimes d'un sinistre minier survenu (codifiée à l'article L. 155-5 du Code Minier (Nouveau)).

Cette loi met en place un régime d'indemnisation des propriétaires « clausés » par l'État sous certaines conditions cumulatives (Art. R. 421-75 du Code des Assurances) :

- ✓ rapport géotechnique établissant l'origine minière du sinistre,
- ✓ indemnisation des particuliers et des collectivités locales,
- ✓ survenance d'un sinistre minier (définition : affaissement ou accident miniers soudains, ne trouvant pas son origine dans des causes naturelles et provoquant la ruine d'un ou

plusieurs immeubles bâtis ou y occasionnant des dommages dont la réparation équivaut à une reconstruction totale ou partielle),

- ✓ arrêté préfectoral de constat de sinistre minier,
- ✓ dommage matériel direct et substantiel.

Modalités d'indemnisation (Art. R. 421-77 du Code des Assurances) :

- ✓ remise en l'état de l'immeuble sinistré,
- ✓ lorsque la réparation du bien sinistré est économiquement ou techniquement impossible, « l'indemnisation doit permettre au propriétaire de l'immeuble sinistré de recouvrer dans les meilleurs délais la propriété d'un immeuble de consistance et de confort équivalents. »,
- ✓ dans le cas où la remise en état est impossible, l'indemnisation s'accompagne de la remise à l'État à titre gratuit du bien sinistré.

### V.5.a La « pré-indemnisation » des dommages miniers

La loi n°2003-699 du 30/7/2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels confie au fonds de garantie des assurances obligatoires de dommages (FGAOD) la mission d'indemniser les propriétaires victimes de dommages immobiliers d'origine minière survenus à compter du 1<sup>er</sup> septembre 1998, sur les immeubles occupés à titre d'habitation principale:

- ✓ principe de la réparation intégrale plafonnée à 300.000 euros pour les dommages immobiliers réparables (Art. R. 421-76 du Code des Assurances),
- ✓ lorsque la réparation des désordres est rendue impossible par l'ampleur des dégâts, la réparation intégrale doit permettre au propriétaire de l'immeuble sinistré de recouvrer dans les meilleurs délais la propriété d'un immeuble de consistance et de confort équivalents (Art. L. 421-17 du Code des Assurances), toujours dans la limite de 300.000 euros (Art. R. 421-76 du Code des Assurances),
- ✓ le FGAOD n'intervient pas pour les collectivités, entreprises, commerces.

Saisi d'une demande d'indemnité le FGAOD fait procéder à une expertise dans un délai d'un mois maximum et à ses frais (Art. R. 421-75 du Code des Assurances) notamment pour établir l'origine minière des dommages. Pour les immeubles grevés d'une clause minière les experts doivent préciser, en outre, si les dommages sont substantiels et directs, si la cause déterminante des dommages est un sinistre minier et si un Arrêté Préfectoral (AP) de constat de sinistre minier a été pris par le préfet.

L'indemnisation a lieu dans les 3 mois de la remise de l'expertise ou de l'Arrêté Préfectoral de sinistre minier. Le Fonds est subrogé dans les droits des victimes que l'Etat a indemnisées:

- ✓ pour les propriétaires « non clausés » il peut se retourner vers l'exploitant sur la base de l'article L.155-3 du Code Minier,
- ✓ pour les propriétaires « clausés » il peut se retourner vers l'État sur la base de l'article L.155-5 du Code Minier(Nouveau).

Pour les autres cas (maisons secondaires, entreprises, collectivités,...), il y a nécessité de se retourner vers l'exploitant directement. Pour rappel, en cas de disparition ou de défaillance de l'exploitant, l'Etat est garant de la réparation des dommages.

### V.5.b Cas de Charbonnages de France (Cdf) :

Le décret n°2007-1806 du 21 décembre 2007 portant dissolution et mise en liquidation de CdF a prévu que « à compter du 1er janvier 2008, l'ensemble des droits et obligations de CdF est transféré à l'Etat ».

Ces obligations comprennent :

- ✓ la mise en oeuvre de la surveillance des risques miniers résiduels au titre de l'article L.174-1 du Code Minier (Nouveau), des installations hydrauliques de sécurité (IHS) (Art. L.163-11 du Code Minier (Nouveau))
- ✓ l'indemnisation des dommages causés sur d'anciennes concessions de Charbonnage de France.

### V.6 P.P.R.M. et information préventive

Concernant l'information de la population par les communes, l'article L. 125-2 du Code de l'Environnement dispose que :

*"Dans les communes où un P.P.R.N a été prescrit ou approuvé, le maire informe la population au moins une fois tous les deux ans, par des réunions publiques communales ou tout autre moyen approprié, sur les caractéristiques du ou des risques naturels connus dans la commune, les mesures de prévention et de sauvegarde possibles, les dispositions du plan, les modalités d'alerte, l'organisation des secours, les mesures prises par la commune pour gérer le risque, ainsi que sur les garanties prévues à l'article L.125-1 du Code des Assurances. Cette information est délivrée avec l'assistance des services de l'Etat compétents, à partir des éléments portés à connaissance du maire par le représentant de l'Etat dans le département [...]".*

Les Plans de Prévention des Risques Miniers emportant les mêmes effets que les Plans de Prévention des Risques Naturels prévisibles (Art. L. 174-5 du Code Miner (Nouveau)), cette disposition s'applique dans le cadre des P.P.R.M.

### V.7 P.P.R.M. et IAL

Lors de la vente ou de la location d'un bien immobilier bâti ou non bâti, l'article L.125-5 du Code de l'Environnement crée, pour le propriétaire de ce bien, une double obligation **d'Information des Acquéreurs/Locataires** (IAL) sur :

- ✓ la situation du bien au regard des risques pris en compte dans un **Plan de Prévention des Risques** naturels et technologiques prescrit ou approuvé,
- ✓ les **sinistres** subis par le bien, à partir des indemnisations consécutives à un événement ayant fait l'objet d'un arrêté de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle ou technologique.

Les Plans de Prévention des Risques Miniers emportant les mêmes effets que les Plans de Prévention des Risques Naturels prévisibles (article L-174-5 du Code Miner), cette disposition s'applique aux présent P.P.R.

Un état des risques, fondé sur les informations transmises par le Préfet de département au maire de la commune où est situé le bien, fourni par le bailleur, est joint aux baux commerciaux en cas de mise en vente ou de location de l'immeuble.

Lorsqu'un immeuble bâti a subi un sinistre ayant donné lieu au versement d'une indemnité, le vendeur ou le bailleur de l'immeuble est tenu d'informer par écrit l'acquéreur ou le locataire de tout sinistre survenu pendant la période où il a été propriétaire de l'immeuble ou dont il a été lui-même informé en application des présentes dispositions. En cas de vente de l'immeuble, cette information est mentionnée dans l'acte authentique constatant la réalisation de la vente.

En cas de non-respect des dispositions de l'article L.125-5, l'acquéreur ou le locataire peut poursuivre la résolution du contrat ou demander au juge une diminution du prix.

De plus, l'article L. 154-2 du Code Minier stipule que « le vendeur d'un terrain sur le tréfonds duquel une mine a été exploitée est tenu d'en informer par écrit l'acheteur ; il l'informe également, pour autant qu'il les connaisse, des dangers ou inconvénients importants qui résultent de l'exploitation. » Il convient de préciser que ceci s'applique également en dehors des zones réglementées au présent P.P.R.M.

De cette prescription découle l'activité dite de « renseignement minier », assurée par le BRGM<sup>5</sup> dans le cadre de la gestion de l'après-mine, à travers le DPSM (Département de Prévention et de Sécurité Minière).

## V.8 P.P.R.M. et PCS

La procédure de mise en œuvre du **Plan Communal de Sauvegarde** (P.C.S.) est codifiée aux articles R. 731-1 et suivants du Code de la Sécurité Intérieure.

Un Plan Communal de Sauvegarde (P.C.S.) (Art. R. 731-10 du Code de la Sécurité Intérieure) doit être élaboré pour les communes dans **un délai de deux ans** à compter de la date d'approbation par le préfet du département d'un Plan de Prévention des Risques Naturels.

Le PCS définit, sous l'autorité du maire, l'organisation prévue par la commune pour assurer l'alerte, l'information, la protection et le soutien de la population au regard des risques connus. Il établit un recensement et une analyse des risques à l'échelle de la commune. Il intègre et complète les documents d'information élaborés au titre des actions de prévention. Le Plan Communal de Sauvegarde complète les plans Orsec de protection générale des populations (Art. R. 731-1 du Code de la Sécurité Intérieure).

L'analyse des risques porte sur l'ensemble des risques connus auxquels la commune est exposée. Elle s'appuie notamment sur les informations recueillies lors de l'élaboration du Dossier Départemental sur les Risques Majeurs (DDRM) établi par le préfet du département, les Plans de Prévention des Risques Naturels prévisibles ou les Plans Particuliers d'Intervention (PPI) approuvés par le préfet, concernant le territoire de la commune (Art. R. 731-2 du Code de la Sécurité Intérieure).

Le PCS comprend l'ensemble des documents de compétence communale contribuant à l'information préventive et à la protection de la population notamment le Document d'Information Communal sur les Risques Majeurs (DICRIM), le diagnostic des risques et des vulnérabilités locales...(Art. R. 731-3 du Code de la Sécurité Intérieure).

Les Plans de Prévention des Risques Miniers, emportant les mêmes effets que les Plans de Prévention des Risques Naturels prévisibles (article L-174-5 du Code Minier), cette disposition s'applique au présent P.P.R.

---

<sup>5</sup> Bureau de Recherches Géologiques et Minières



oOo

## CHAPITRE VI

### LES MESURES DE PREVENTION ET DE SURVEILLANCE PAR LE DEPARTEMENT PREVENTION ET SECURITE MINIERE DU BRGM<sup>6</sup>

#### VI.1 Missions du DPSM

Les dispositions du Code minier confèrent à l'État un large champ de responsabilités, notamment techniques après la fin de l'exploitation. Le BRGM s'est vu confier, par modification de son décret d'organisation administrative et financière, la mission de gestion technique des surveillances et travaux dans le cadre de l'arrêt définitif des travaux miniers et des préventions des risques miniers. Le Département Prévention et Sécurité Minière (DPSM) du BRGM a été créé spécifiquement pour cette mission.

Le décret n° 2006-402 du 4 avril 2006, modifiant le décret n° 59-1205 du 23 octobre 1959 relatif à l'organisation administrative et financière du BRGM et portant dispositions transitoires relatives à Charbonnages de France, confie donc au BRGM la gestion d'installations post-minières, suivant des listes fixées tous les ans par arrêtés ministériels.

Les textes de loi qui encadrent le suivi des ouvrages surveillés sont les suivants :

- ✓ l'article L. 163-11 du Code Minier : il est appliqué aux installations hydrauliques de sécurité (IHS). Dans le cas présent, il concerne principalement des ouvrages dont la mesure de niveau d'eau, la gestion et l'entretien, ont pour finalité de contrôler et maîtriser la remontée de la nappe minière dans les différentes unités hydrogéologiques ou vérifier l'influence d'un pompage sur le niveau de ladite nappe,
- ✓ les articles L. 174-1 et 2 du Code Minier : ils concernent des installations de prévention des risques pour lesquelles des inspections et mesures sont faites pour suivre l'évolution d'une problématique non hydraulique, par exemple, celle de la présence potentielle de gaz sur un ancien site minier, de risques d'affaissement ou d'échauffements d'amas de résidus miniers (liste non exhaustive),
- ✓ la réglementation des installations classées pour l'environnement (ICPE) dans le cadre du Code de l'Environnement dont la principale finalité est la prévention des pollutions.

---

<sup>6</sup> Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM)

## VI.2 Ouvrages surveillés

La liste des ouvrages surveillés en 2023 a été définie par l'Arrêté Ministériel n°TREP2301839A du 22 février 2023, paru au Journal Officiel du 4 mars 2023, fixant la liste des installations gérées par le BRGM au titre des 9e et 10e alinéas de l'article 1er du décret n° 59-1205 du 23 octobre 1959 relatif à l'organisation administrative et financière du BRGM. Cet arrêté mentionne dans le bassin houiller de Provence pour l'année 2023 la surveillance de :

- ✓ Installations Hydrauliques de Sécurité (art. L. 163-11 du Code Minier):
  - ✓ cinq émergences minières,
  - ✓ une canalisation,
  - ✓ une station de pompage,
  - ✓ une station de relevage des eaux,
  - ✓ deux piézomètres,
  - ✓ une station de traitement des eaux.

Bassin minier	Nature de l'installation	Concession	Commune	Nom de l'installation ou de la zone surveillée
Sud	Émergences minières	C3	Fuveau	Galerie de Fuveau
		C8	Peypin	Galerie la Doria
		C11	Trets	Galerie Desfarges
		C12	La Boulladisse	Galerie de Pinchinier
		Hors concession C4-C5	Marseille-Mimet-Simiane	Galerie de la Mer
	Piézomètres	C4	Gardanne	Puits Y
			Mimet	Puits Gérard
	Canalisations	C3	Fuveau-Gréasque	Madame d'André
	Stations de relevage des eaux	C3	Gardanne	Les Sauvaires
	Stations de pompage	C4	Mimet	Puits Gérard
	Stations de traitement des eaux	Hors concession C4-C5	Marseille-Mimet-Simiane	Galerie de la Mer complétée par 3 sondages en mer

Tableau 25: extrait de l'Arrêté n°TREP2301839A du 22 février 2023, paru au Journal Officiel du 5 mars 2023

La localisation des ouvrages surveillés au titre de l'article L. 163-11 est donnée ci-dessous.

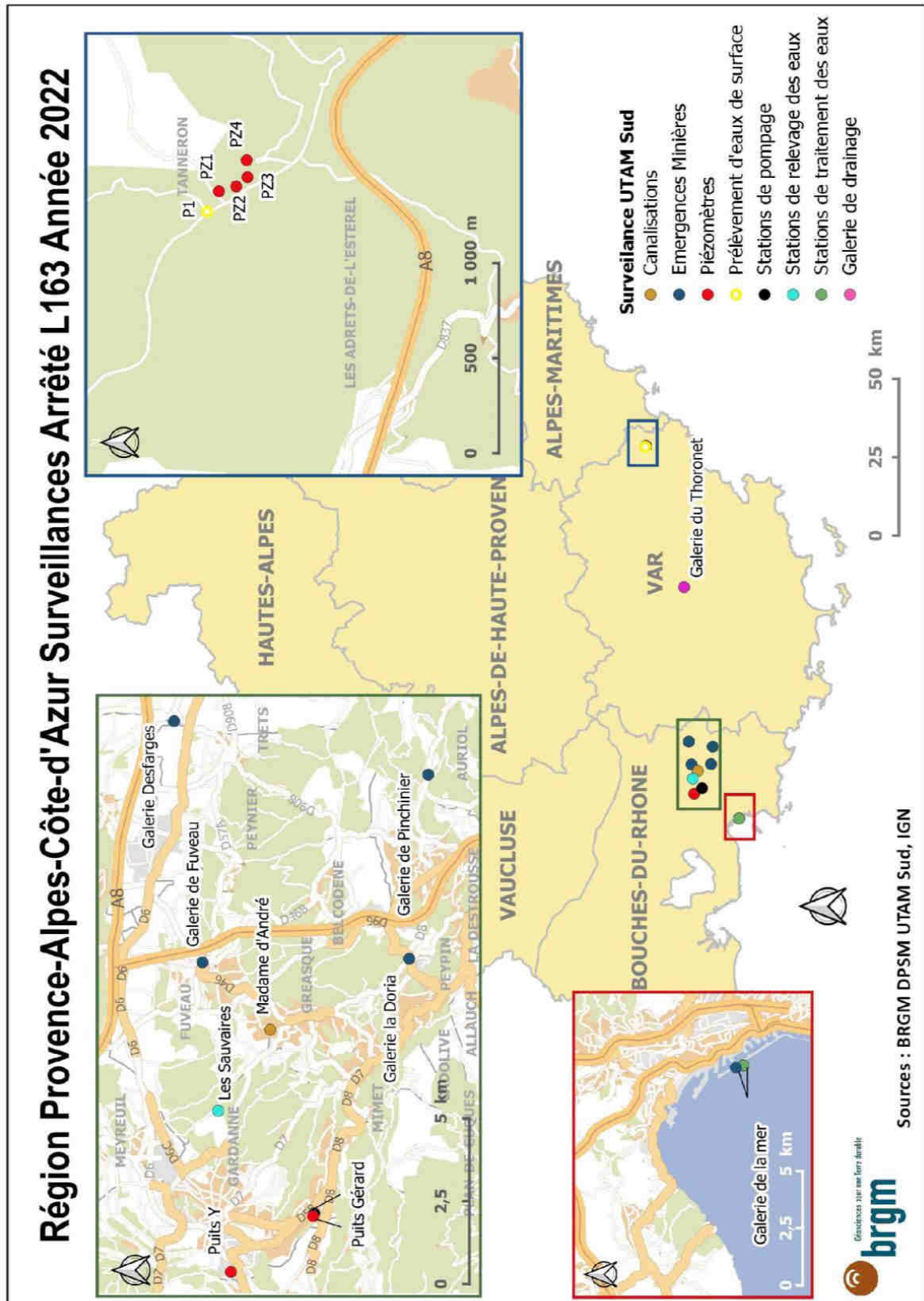


Illustration 16: localisation des ouvrages surveillés par le DPSM au titre de l'article L. 163-11

- ✓ Équipements de Prévention, de Surveillance et de Sécurité (art. L. 174-1 à 4 du Code Minier):
  - ✓ huit exutoires de gaz de mine ;
  - ✓ un réseau de nivellement ;
  - ✓ cinq zones surveillées par microsismique ;
  - ✓ quatre dépôts de minerais ou de résidus.

Bassin minier	Nature de l'installation	Concession	Commune	Nom de l'installation ou de la zone surveillée		
Sud	Exutoires de gaz de mine	C3	Gréasque	Puits Béthune		
				Puits Prosper		
		C4	Gardanne	Forage Gardanne		
		C6	Mimet	Forage Mimet 3		
		C8	Peypin	Forage Champisse		
				Forage Lecas		
		C14	Fuveau	Forage Fuveau 2		
	Puits L'Huillier					
	Réseaux de nivellement	C4-C2-C3-C6-C8-C9-C10-C14-EG	Aix-en-Provence - Allauch-Belcodène - Bouc Bel Air- Cadolive – Fuveau - Gardanne-Gréasque – Mimet – Peypin – Simiane - Saint- Savournin	Provence		
	Zones surveillées par microsismique	C4	Gardanne-Mimet	Biver		
				C8	Cadolive-Saint-Savournin	Cadolive
				C9	Cadolive-Peypin	Peypin
				C10	Saint-Savournin	Saint-Savournin
				C14	Fuveau	Fuveau
	Dépôt de minerai ou de résidus	C3	Fuveau	Madame d'André		
				C3	Gardanne	Les Sauvaires
				C2	Meyreuil	Terril du Grappon
				C2	Meyreuil	Le Défends

Tableau 26: extrait de l'Arrêté n°TREP2301839A du 22 février 2023, paru au Journal Officiel du 5 mars 2023

La localisation des ouvrages surveillés au titre de l'article L. 174-1 à 4 est donnée en annexe 2.

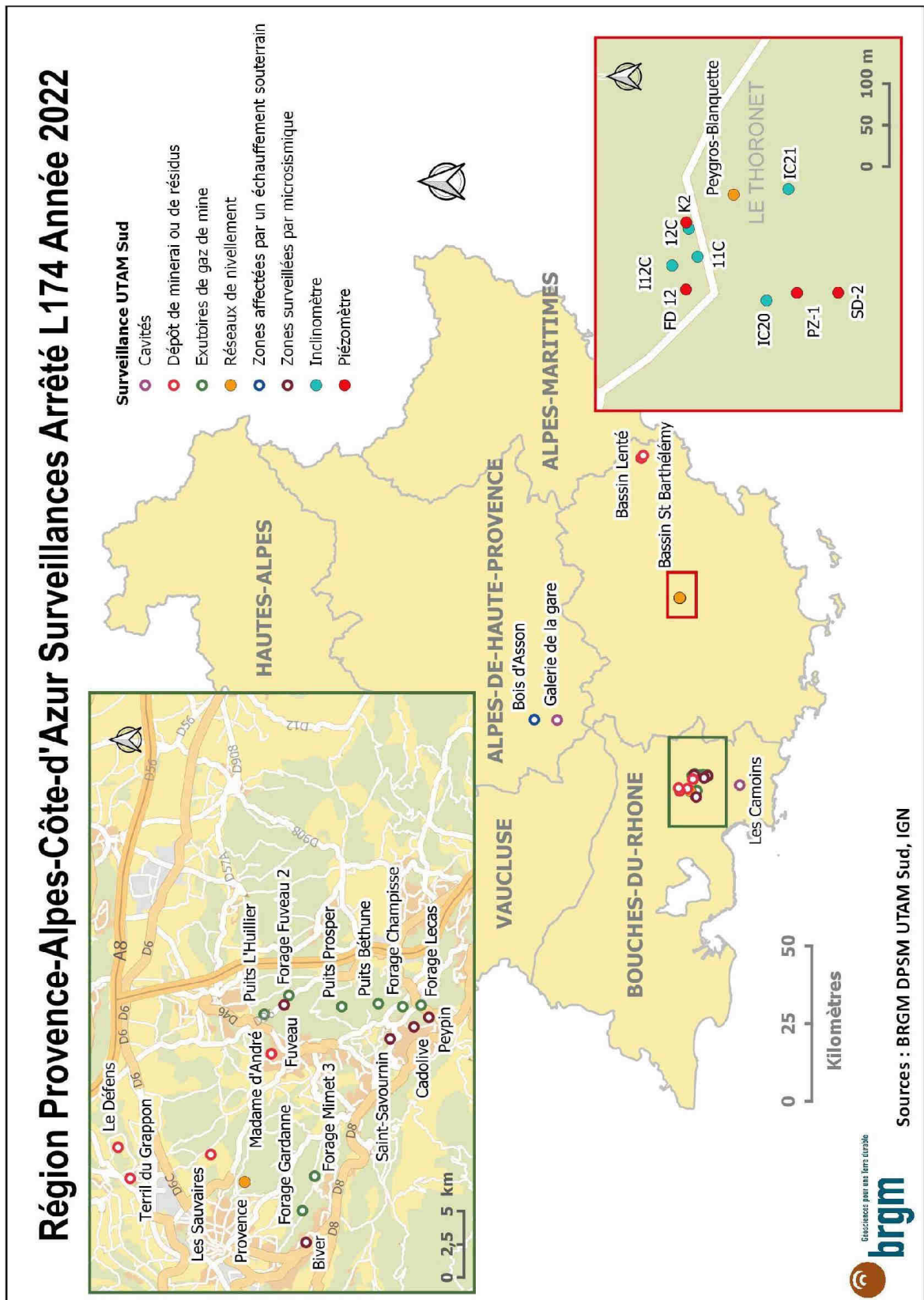
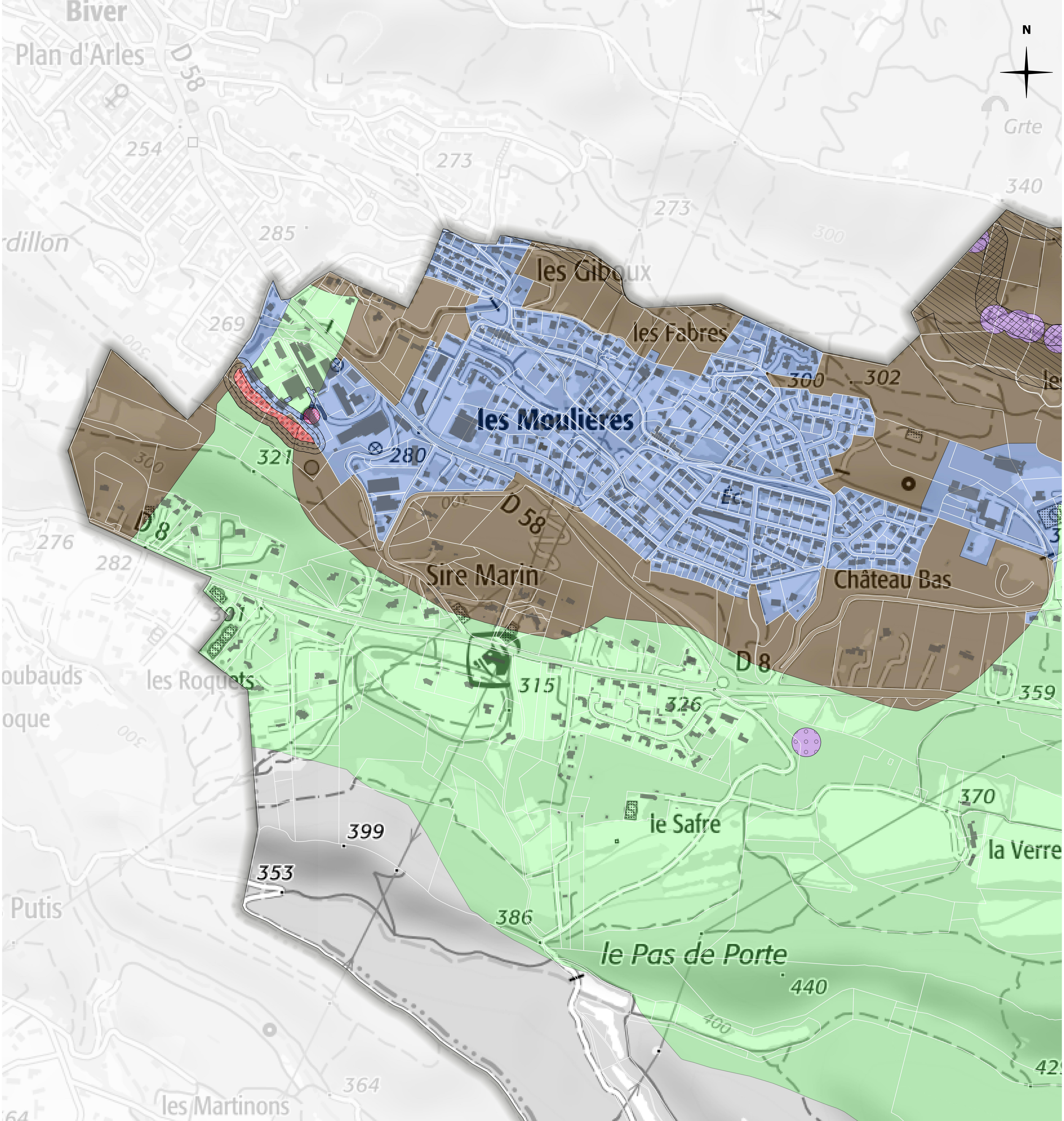


Illustration 17: localisation des ouvrages surveillés par le DPSM au titre de l'article L. 174-1 à 4





**PRÉFET DES BOUCHES-DU-RHÔNE**  
 Direction Départementale des Territoires et de la Mer  
 Service Urbanisme  
 Pôle Risques  
 28, rue Antoine Zola  
 13552 Marseille Cedex 3  
 0491 900000

Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Climat  
 Provence-Alpes-Côte d'Azur  
 Service Prévention des Risques  
 Unité Contrôle Industriel et Minier  
 14 rue Dalmat  
 CS 70248  
 13551 Marseille cedex 3  
 13921 - Marseille cedex 3

Approuvé par arrêté préfectoral le 24 juin 2024

**COMMUNE DE MIMET**

**PLAN DE PREVENTION DES RISQUES MINIERES (lignite)**

**2 - PLAN DE ZONAGE REGLEMENTAIRE PLANCHE 1 AU 1/2500°**

Echelle 1/2500  
Format A0

**Légende des aléas**

**ALEAS MINIERES (lignite)**

**Aléa Affaissement en zone Rouge et Violet**

⊙ A: moyen (cassant)  
 ⊙ B, a, b: souple de niveau faible intensité très limitée, faible et moyen

**Puits traités par bouchon autoportant**

P: périmètres de protection

**Aléa Effondrement localisé lié aux travaux souterrains**

⊙: faible

**Aléa Tassement (dépôts de surface)**

⊙: faible

**Aléa Glissement (dépôts de surface)**

⊙: faible

**Aléa Echauffement**

⊙: faible  
 ⊙: moyen  
 ⊙: fort

**ENJEUX**

■: bâtis  
 ■: terrains de sport

**Remarques sur les légendes**

La présence d'aléa effondrement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour se traduisant systématiquement par une zone Vi (Violet), les symboles relatifs à cet aléa (a, b, moyen) n'apparaissent donc pas sur la légende des aléas ci-dessus.

Les zones d'aléa affaissement à caractère souple sont représentées par des cercles de couleur noire et celles à caractère cassant par des cercles de couleur rouge, conformément à la légende des aléas, uniquement pour les zones Rouge ou Violet.

D'une manière générale, pour connaître le niveau d'aléa affaissement (a, b, moyen), il faut se reporter à la carte 4-1 des aléas miniers.

**Légende du zonage**

Les aléas A, a, B, P et F (voir légende des aléas ci-dessus pour connaître la correspondance entre cette nomenclature et les aléas) génèrent des zones inconstructibles suivant la méthodologie exposée dans le tableau ci-dessous.

Aléas miniers/carières souterraines	Enjeux	
	Zone urbanisée	Zone non urbanisée
Effondrement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour qui ont fait l'objet d'un avis favorable (A, B, P) et Moyen (F) Périmètres de protection autour des puits traités par bouchon autoportant P Et en présence éventuelle des autres aléas	V <sub>i</sub>	V <sub>i</sub>
Affaissement (cassant) Moyen A Echauffement Moyen F Et en présence d'aléa Effondrement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour (a, b, moyen) et/ou en dehors des périmètres de protection autour des puits traités par bouchon autoportant P Et en présence éventuelle des autres aléas	R	R

Les aléas a, b, a, b, c, f, g (voir légende des aléas ci-dessus pour connaître la correspondance entre cette nomenclature et les aléas) engendrent des zones Bleu, Marron ou Vert suivant la méthodologie exposée dans le tableau ci-dessous.

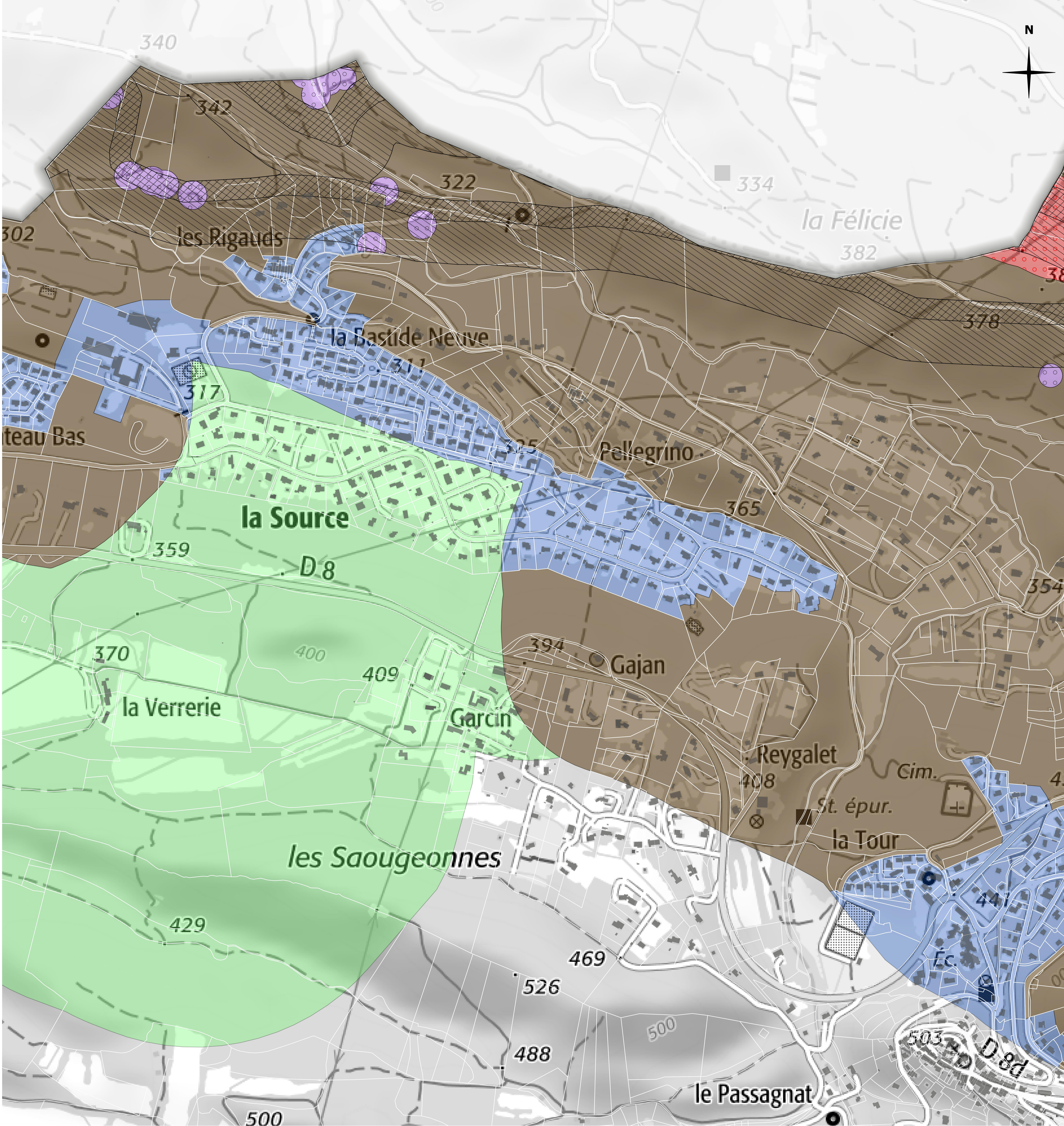
Aléas miniers	Enjeux	
	Zone urbanisée	Zone non urbanisée
Affaissement (souple) Faible intensité très limitée ⊙	V.	V.
Sans aléa affaissement mais en présence d'aléas a, b, c, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, v, w, x, y, z	non présent sur le territoire communal	M1
Affaissement (souple) Faible intensité très limitée ⊙ en présence d'aléas a, b, c, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, v, w, x, y, z	B	M2



0 50 100 150 200 250 m

Echelle 1/2500  
Format A0





**PRÉFET DES BOUCHES-DU-RHÔNE**  
 Direction Départementale des Territoires et de la Mer  
 Service Urbanisme  
 Pôle Risques  
 26, rue Antoine Zaccari  
 13552 Marseille Cedex 5  
 Date: 24/06/2024

Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Climat  
 Provence-Alpes-Côte d'Azur  
 Service Prévention des Risques  
 Unité Centrale Industriel et Minier  
 14 rue Dalmat  
 CS 70248  
 13551 Marseille cedex 5

Source: SIMAR 2020-2024  
 80900-0004  
 03/01/2023  
 DRMA, PACA / GEODRHS, 2018-2021  
 IGNRS, 2020  
 IGN 13, 2024

Approuvé par arrêté préfectoral le 24 juin 2024

**COMMUNE DE MIMET**

**PLAN DE PREVENTION DES RISQUES MINIERES (lignite)**

**2 - PLAN DE ZONAGE REGLEMENTAIRE PLANCHE 2 AU 1/2500°**

Echelle 1/2500  
Format A0

**Légende des alics**

**ALEAS MINIERES (lignite)**

**Alics Affaissement en zone Rouge et Violet**

⊙ A: moyen (cassant)  
 ⊙ B: faible

**Puits traités par bouchon autoportant**

P: périmètres de protection

**Alics Effondrement localisé lié aux travaux souterrains**

⊙: faible

**Alics Tassement (dépôts de surface)**

⊙: faible

**Alics Glissement (dépôts de surface)**

⊙: faible

**Alics Echauffement**

⊙: faible  
 ⊙: moyen

**ENJEUX**

■: bâtis  
 ■: terrains de sport

**Remarques sur les légendes**

La présence d'**alic affaissement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour** se traduisant systématiquement par une zone Vi (Violet), les symboles relatifs à cet alic (A, B, moyen) n'apparaissent donc pas sur la légende des alics ci-contre.

Les zones d'**alic affaissement à caractère souple** sont représentées par des cercles de couleur noire et celles à **caractère cassant** par des cercles de couleur rouge, conformément à la légende des alics, uniquement pour les zones Rouge ou Violet.

D'une manière générale, pour connaître le niveau d'**alic affaissement** (A, B, moyen), il faut se reporter à la carte 4-1 des alics miniers.

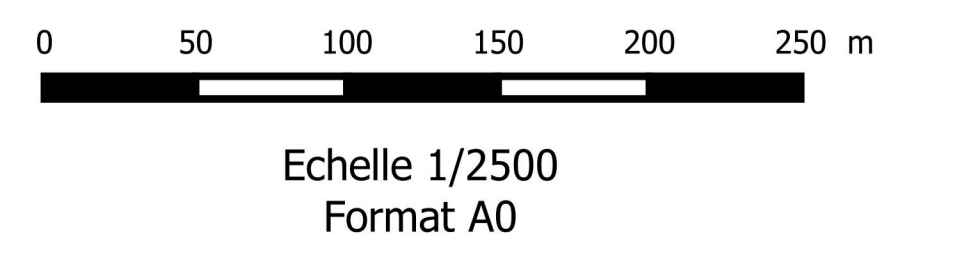
**Légende du zonage**

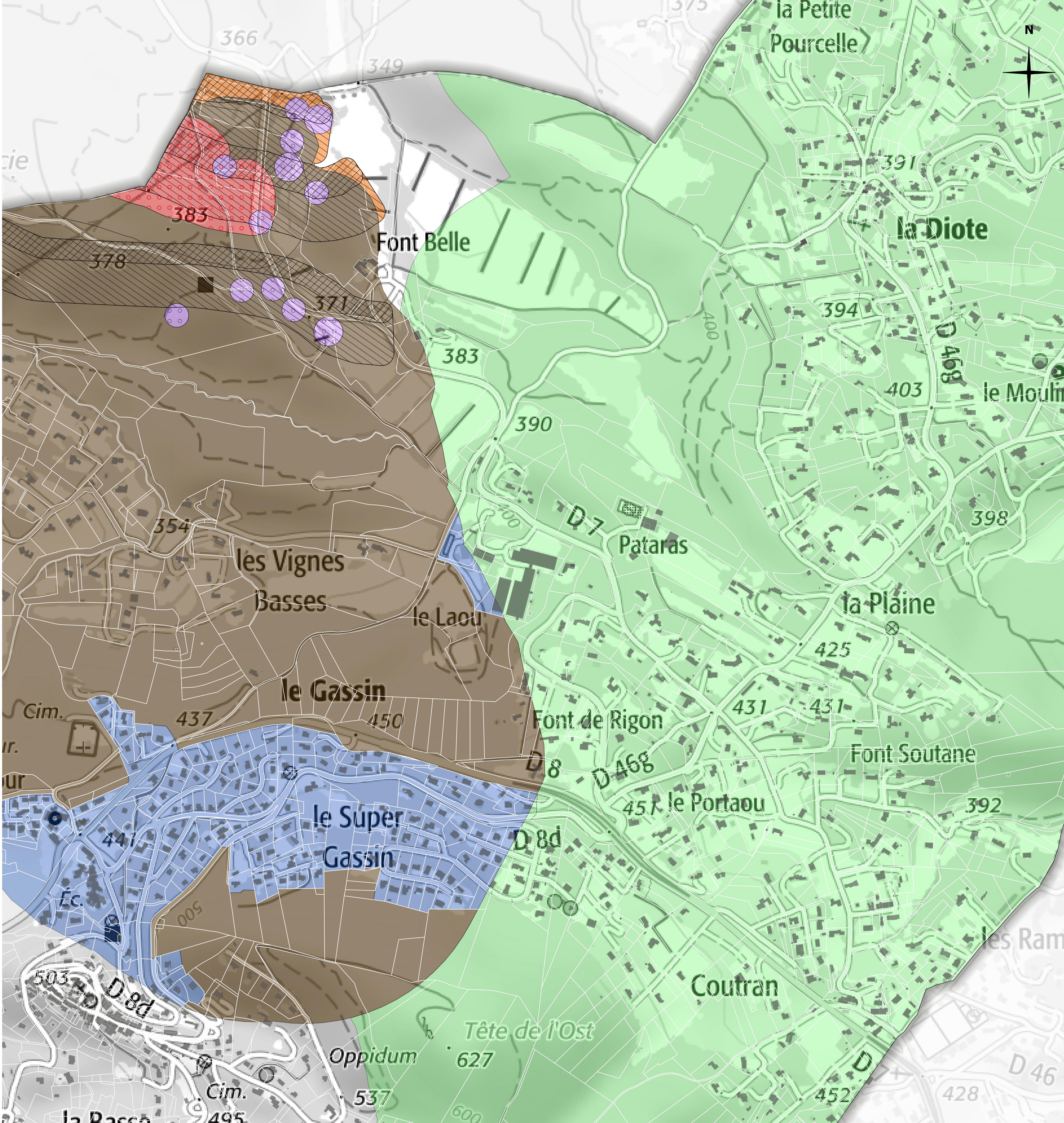
Les alics A, B, P et F (voir légende des alics ci-dessus) pour connaître la correspondance entre cette nomenclature et les alics) génèrent des zones inconstructibles suivant la méthodologie exposée dans le tableau ci-dessous.

Alics miniers/carrières souterraines	Enjeux	
	Zone urbanisée	Zone non urbanisée
Effondrement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour qui ont fait l'objet d'un traitement (Faible A et Moyen B) Périmètres de protection autour des puits traités par bouchon autoportant P Et en présence éventuelle des autres alics	V <sub>i</sub>	V <sub>i</sub>
Affaissement (cassant) Moyen A Echauffement Moyen F Et en l'absence d'alic Effondrement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour (Faible A, Moyen B) et en l'absence des périmètres de protection autour des puits traités par bouchon autoportant P Et en présence éventuelle des autres alics	R	R

Les alics A, B, P et F (voir légende des alics ci-dessus) pour connaître la correspondance entre cette nomenclature et les alics) engendrent des zones Btu, Marou ou Vert suivant la méthodologie exposée dans le tableau ci-dessous.

Alics miniers	Enjeux	
	Zone urbanisée	Zone non urbanisée
Affaissement (souple) Faible intensité très limitée ⊙ en présence d'alic(s) A et B ou F	V <sub>i</sub>	V <sub>i</sub>
Sans alics affaissement mais en présence d'alic(s) A et B ou F	non présent sur la zone de référence communale	M1
Affaissement (souple) Faible intensité très limitée ⊙ en présence d'alic(s) A et B ou F ou Affaissement (souple) Faible A ou Moyen B en présence éventuelle d'alic(s) A, B, P, F ou F	B	M2





**PRÉFET DES BOUCHES-DU-RHÔNE**  
 Direction Départementale des Territoires et de la Mer  
 Service Urbanisme  
 Pôle Risques  
 26, rue Antoine Zola  
 13552 Marseille Cedex 3  
 0491 2020

Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Climat  
 Provence-Alpes-Côte d'Azur  
 Service Prévention des Risques  
 Unité Centrale Industrie et Mines  
 12 rue Dalmat  
 05 1024  
 13551 Marseille cedex 3

Source : SICM 0000000-0004  
 80000-0004  
 02/01/2023  
 OMR, PACA / GEDERS, 2018-2021  
 08/01/2023  
 DDM 13, 2024

Approuvé par arrêté préfectoral le 24 juin 2024

**COMMUNE DE MIMET**

**PLAN DE PREVENTION DES RISQUES MINIERES (lignite)**

**2 - PLAN DE ZONAGE REGLEMENTAIRE**  
**PLANCHE 3 AU 1/2500°**

Echelle 1/2500  
 Format A0

**Légende des alics**

**ALEAS MINIERES (lignite)**

**Alics Affaissement en zone Rouge et Violet**

- A: moyen (cassant)
- B, C: souples de niveau faible
- D: intérêt très limité, faible et moyen

**Puits traités par bouchon autoportant**

- P: périmètres de protection

**Alics Effondrement localisé lié aux travaux souterrains**

- E: faible

**Alics Tassement (dépôts de surface)**

- F: faible

**Alics Glissement (dépôts de surface)**

- G: faible

**Alics Echauffement**

- H: faible
- I: moyen

**ENJEUX**

- J: faible
- terrains de sport

**Remarques sur les légendes**

La présence d'**alic affaissement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour** se traduisant systématiquement par une zone Vi (Violet), les symboles relatifs à cet alic (A, B, C, D) n'apparaissent donc pas sur la légende des alics ci-contre.

Les zones d'**alic affaissement à caractère cassant** sont représentées par des cercles de couleur noire et celles à **caractère souple** par des cercles de couleur rouge, conformément à la légende des alics, uniquement pour les zones Rouge ou Violet.

D'une manière générale, pour connaître le niveau d'**alic affaissement** (A, B, C, D) d'une intensité très limitée, à, faible, à, moyen), il faut se reporter à la carte 4-1 des alics miniers.

**Légende du zonage**

Les alics A, B, C, D, E, F (voir légende des alics ci-dessus) pour connaître la correspondance entre cette nomenclature et les alics) génèrent des zones inconstructibles suivant la méthodologie exposée dans le tableau ci-dessous.

Alics miniers/carrières souterraines	Enjeux	
	Zone urbanisée	Zone non urbanisée
Effondrement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour qui ont fait l'objet de travaux de consolidation (Alics E et I) et Moyen (D) ou Périmètres de protection autour des puits traités par bouchon autoportant P	V <sub>i</sub>	V <sub>i</sub>
Si en présence éventuelle des autres alics		
Affaissement (cassant) Moyen A	R	R
Echauffement Moyen F		
Si en présence d'alic Effondrement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour (Alics E et I) et Moyen (D) et au-delà des périmètres de protection autour des puits traités par bouchon autoportant P		
Si en présence éventuelle des autres alics		

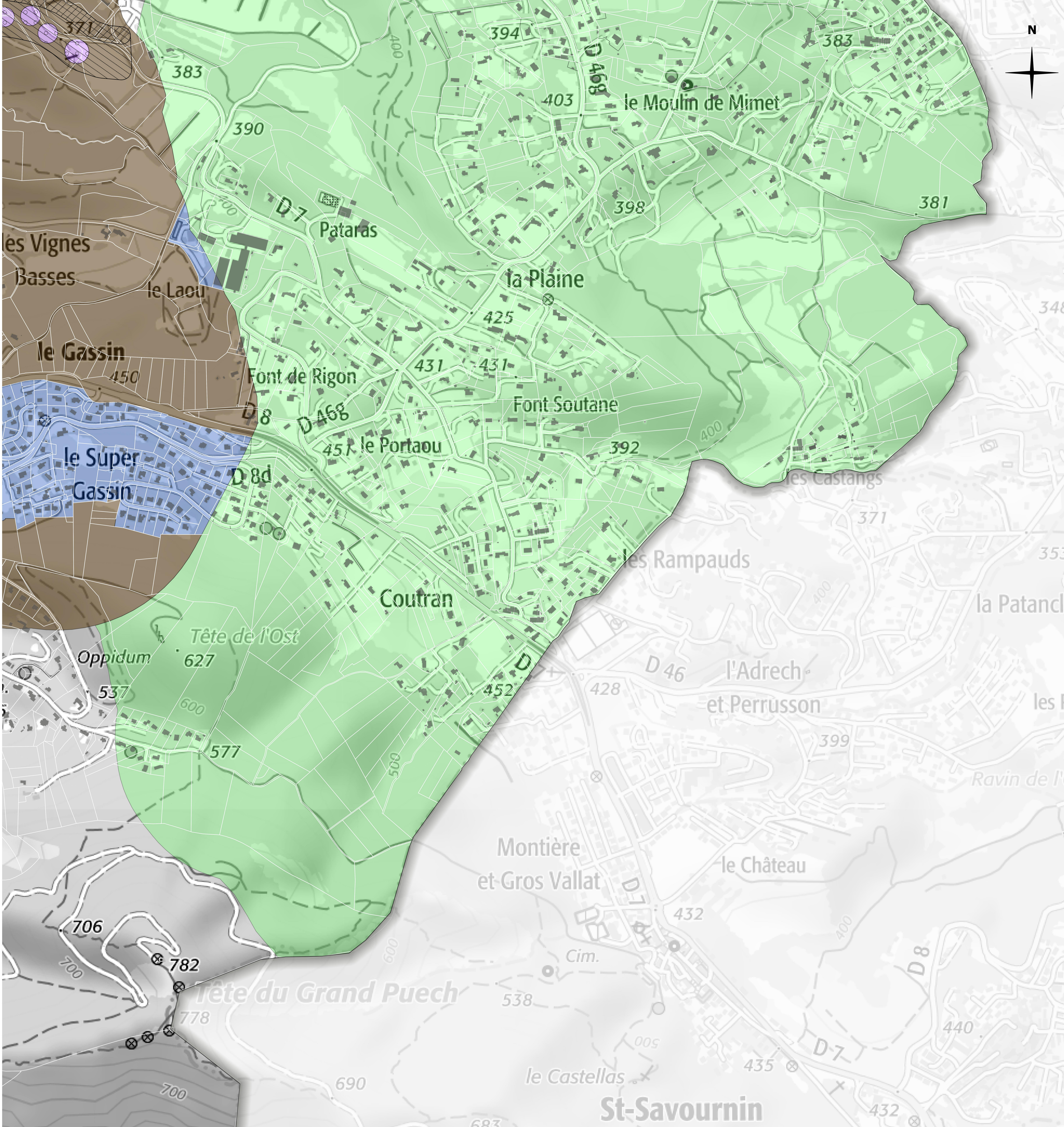
Les alics G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z (voir légende des alics ci-dessus) pour connaître la correspondance entre cette nomenclature et les alics) engendrent des zones Bleu, Maron ou Vert suivant la méthodologie exposée dans le tableau ci-dessous.

Alics miniers	Enjeux	
	Zone urbanisée	Zone non urbanisée
Affaissement (souple) Faible intensité très limitée @ en présence d'alic(s) E et I et B ou	V.	V.
Sans alics affaissement mais en présence d'alic(s) E et I et B ou	non présent sur le territoire communal	M1
Affaissement (souple) Faible intensité très limitée @ en présence d'alic(s) E et I et B ou	B	M2
Affaissement (souple) Faible à ou Moyen à en présence éventuelle d'alic(s) A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z		



0 50 100 150 200 250 m

Echelle 1/2500  
 Format A0



**PRÉFET DES BOUCHES-DU-RHÔNE**  
 Direction Départementale des Territoires et de la Mer  
 Service Urbanisme  
 Pôle Risques  
 26, rue Antoine Zaccari  
 13552 Marseille Cedex 5  
 Date: 24/06/2024  
 Version: 01

Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Climat  
 Provence-Alpes-Côte d'Azur  
 Service Prévention des Risques  
 Unité Centrale Industrie et Mines  
 16 rue de la République  
 CS 70248  
 13521 Marseille cedex 3

Source: IGN, BRGM, BRISQ  
 SIREN: 50209  
 COG: 13073  
 SIREN: 50209  
 COG: 13073  
 SIREN: 50209  
 COG: 13073

**COMMUNE DE MIMET**  
**PLAN DE PREVENTION DES RISQUES MINIERES**  
 (lignite)

**2 - PLAN DE ZONAGE REGLEMENTAIRE**  
**PLANCHE 4 AU 1/3000°**

Echelle 1/3000  
 Format A0

**Légende des aléas**

**ALEAS MINIERES (lignite)**

**Aléa Affaissement en zone Rouge et Violet**

A: moyen (cassant)  
 B: faible  
 C: souple de niveau faible  
 D: intéressé très limitée, faible et moyen

**Puits traités par bouchon autoportant**

P: périmètres de protection

**Aléa Effondrement localisé lié aux travaux souterrains**

e: faible  
 f: fort

**Aléa Tassement (dépôts de surface)**

t: faible

**Aléa Glissement (dépôts de surface)**

g: faible

**Aléa Effaouffement**

f: faible  
 F: moyen

**ENJEUX**

bts: bords  
 terrains de sport

**Remarques sur les légendes**

La présence d'aléa effondrement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour se traduisant systématiquement par une zone Vi (Violet), les symboles relatifs à cet aléa (e, faible, O, moyen) n'apparaissent donc pas sur la légende des aléas ci-contre.

Les zones d'aléa affaissement à caractère souple sont représentées par des cercles de couleur noire et celles à caractère cassant par des cercles de couleur rouge, conformément à la légende des aléas, uniquement pour les zones Rouge et Violet.

D'une manière générale, pour connaître le niveau d'aléa affaissement (e, faible intense très limitée, à, faible, à, moyen), il faut se reporter à la carte 4-1 des aléas miniers.

**Légende du zonage**

Les aléas A, wO, P et F (voir légende des aléas ci-dessus pour connaître la correspondance entre cette nomenclature et les aléas) génèrent des zones inconstructibles suivant la méthodologie exposée dans le tableau ci-dessous.

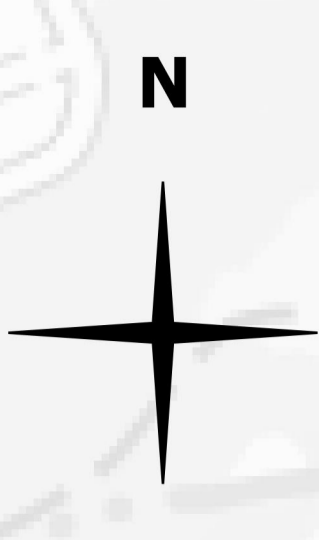
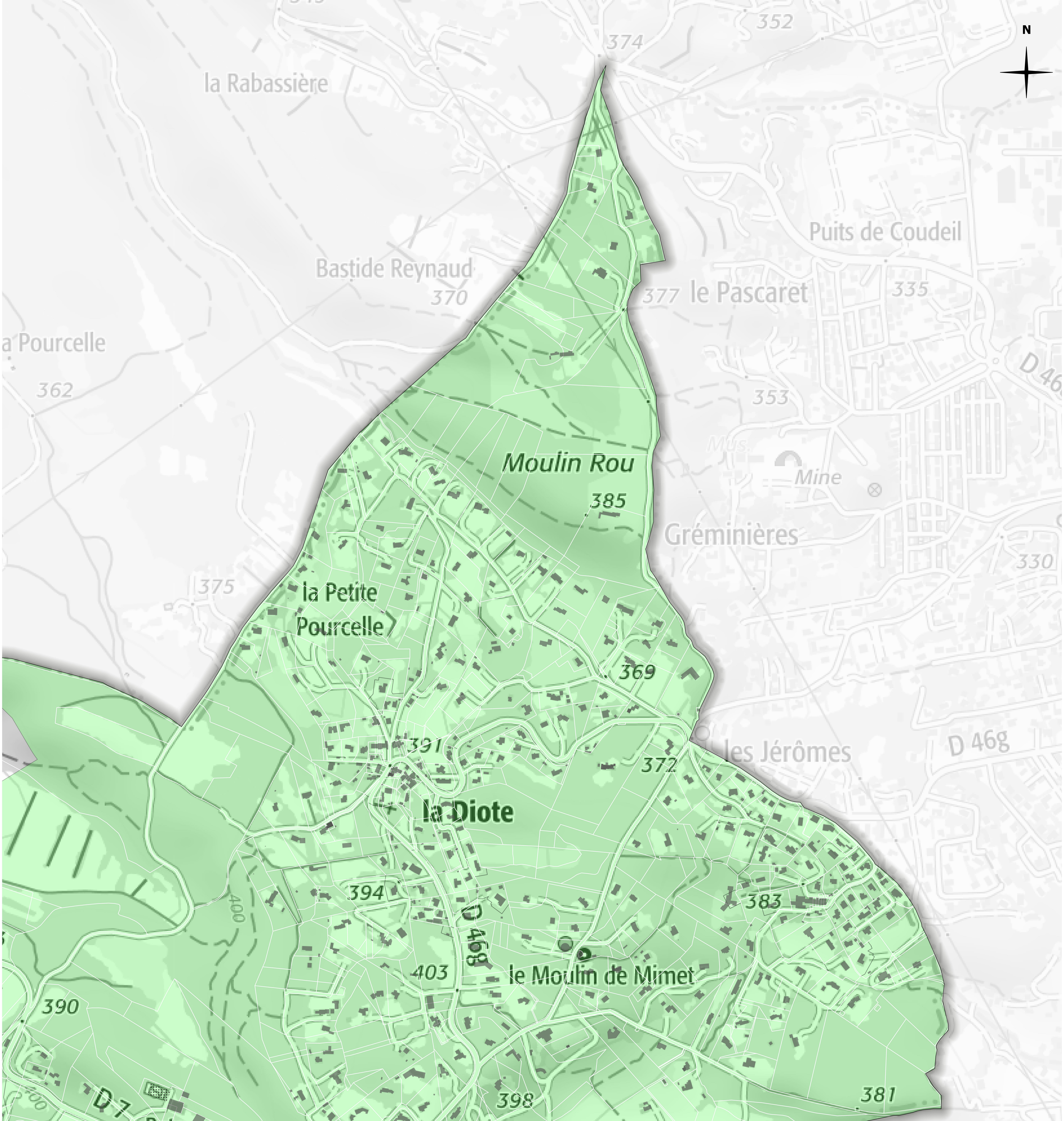
Aléas miniers/carières souterraines	Enjeux	
	Zone urbanisée	Zone non urbanisée
Effondrement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour sans que soit le niveau d'aléa (Faible e et Moyen O) Périmètres de protection autour des puits traités par bouchon autoportant P Et en présence éventuelle des autres aléas	V <sub>i</sub>	V <sub>i</sub>
Affaouffement (cassant) Moyen A Affaissement Moyen F Et en présence d'aléa Effondrement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour Faible w, Moyen O et au delà des périmètres de protection autour des puits traités par bouchon autoportant P Et en présence éventuelle des autres aléas	R	R

Les aléas a, wO, a, d, e, f, g (voir légende des aléas ci-dessus pour connaître la correspondance entre cette nomenclature et les aléas) engendrent des zones Bts, Maron ou Vert suivant la méthodologie exposée dans le tableau ci-dessous.

Aléas miniers	Enjeux	
	Zone urbanisée	Zone non urbanisée
Affaouffement (souple) Faible intense très limitée O Faible intense très limitée O Et en présence d'aléas (e) et (f) ou (g)	V.	V.
Sans aléa affaissement mais en présence d'aléas (e) et (f) ou (g)	non présent sur le territoire communal	M1
Affaouffement (souple) Faible intense très limitée O Et en présence d'aléas (e) et (f) ou (g)	B	M2



0 50 100 150 200 250 m  
 Echelle 1/3000  
 Format A0



**PRÉFET DES BOUCHES-DU-RHÔNE**  
Direction Départementale des Territoires et de la Mer  
 Service Urbanisme  
 Pôle Risques  
 26, rue Antoine Zaccari  
 13512 Marseille Cedex 5  
 0491 900000

Direction Régionale de l'Environnement, de l'Urbanisme et du Climat  
 Provence-Alpes-Côte d'Azur  
 Service Prévention des Risques  
 Unité Centrale Industriel et Mine  
 18 rue de l'Industrie  
 CS 70248  
 13521 Marseille cedex 3

Source : IGN/BRGM/BRG  
 IGN/BRGM/BRG  
 IGN/BRGM/BRG  
 IGN/BRGM/BRG  
 IGN/BRGM/BRG  
 IGN/BRGM/BRG  
 IGN/BRGM/BRG

Approuvé par arrêté préfectoral le **24 juin 2024**

**COMMUNE DE MIMET**

**PLAN DE PREVENTION DES RISQUES MINIERES (lignite)**

**2 - PLAN DE ZONAGE REGLEMENTAIRE**  
**PLANCHE 5 AU 1/2500°**

Echelle 1/2500  
Format A0

**Légende des alics**

Alics MINIERES (lignite)	Alics Tassement (dépôts de surface)
<b>Alics Affaissement en zone Rouge et Violet</b>	<b>Alics Tassement (dépôts de surface)</b>
⊙ A: moyen (cassant)	□ f: faible
⊙ B: faible de niveau faible	□ g: faible
⊙ C: très faible de niveau très faible	<b>Alics Effacement</b>
⊙ P: périmètres de protection	□ f: faible
<b>Alics Effondrement localisé lié aux travaux souterrains</b>	□ M: moyen
□ f: faible	■ N: nul
	■ S: terrains de sport

**Remarques sur les légendes**

La présence d'**alic effondrement localisé** lié aux ouvrages débouchant **au jour** se traduisant systématiquement par une zone Vi (Violet), les symboles relatifs à cet alic (ou faible, O. moyen) n'apparaissent donc pas sur la légende des alics ci-contre.

Les zones d'**alic affaissement à caractère souple** sont représentées par des cercles de couleur noire et celles à **caractère cassant** par des cercles de couleur rouge, conformément à la légende des alics, uniquement pour les zones Rouge ou Violet.

D'une manière générale, pour connaître le niveau d'**alic affaissement** (@ faible intense très limitée, à, faible, à, moyen), il faut se reporter à la carte 4-1 des alics miniers.

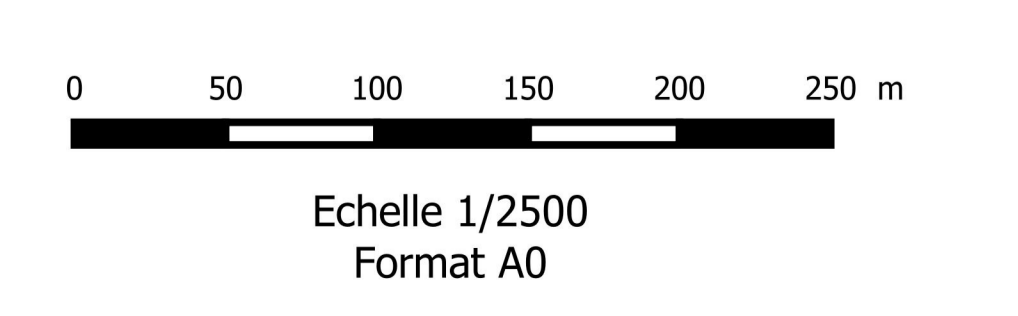
**Légende du zonage**

Les alics A, O, P et F (voir légende des alics ci-dessus pour connaître la correspondance entre cette nomenclature et les alics) génèrent des zones inconstructibles suivant la méthodologie exposée dans le tableau ci-dessous.

Alics miniers/carrières souterraines	Enjeux	
	Zone urbanisée	Zone non urbanisée
<b>Affaissement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour ou lié au niveau d'aic (faible et à moyen O)</b> Périmètres de protection autour des puits traités par bouchon autoportant P Et en présence éventuelle des autres alics	V <sub>i</sub>	V <sub>i</sub>
<b>Affaissement (cassant) Moyen A</b> <b>Affaissement Moyen P</b> Et en présence d'aic Effondrement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour, faible, à, moyen O et en dehors des périmètres de protection autour des puits traités par bouchon autoportant P Et en présence éventuelle des autres alics	R	R

Les alics @, a, à, c, f, g (voir légende des alics ci-dessus pour connaître la correspondance entre cette nomenclature et les alics) engendrent des zones Bku, Marro ou Vert suivant la méthodologie exposée dans le tableau ci-dessous.

Alics miniers	Enjeux	
	Zone urbanisée	Zone non urbanisée
<b>Affaissement (souple) Faible intense très limitée @</b> en présence d'aic(s) e et/ou f	V.	V.
Sans alics affaissement mais en présence d'aic(s) e et/ou f	non présent sur la zone de compétence	M1
<b>Affaissement (souple) Faible intense très limitée @</b> ou <b>Affaissement (souple) Faible a ou Moyen à</b> en présence éventuelle d'aic(s) e, f, g, m ou f	B	M2







**PRÉFET  
DES BOUCHES-  
DU-RHÔNE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

Direction Départementale  
des territoires et de la mer  
Service Urbanisme  
Pôle Risques  
16, rue Antoine Zattara  
13332 Marseille Cedex 3

 04 91 28 40 40  
 ddtm@bouches-du-rhone.gouv.fr

Direction Régionale, de l'Environnement, de  
l'Aménagement et du Logement  
Provence-Alpes-Côte-d'Azur  
Service Prévention des Risques  
Unité Contrôle Industriel et Minier  
16 rue Zattara  
CS 70248  
13331 - Marseille cedex 3

**Approuvé par arrêté  
préfectoral le**

**24 juin 2024**

**COMMUNE  
DE MIMET**

**PLAN DE PREVENTION  
DES RISQUES MINIERS**

*(lignite)*

**3 – REGLEMENT**



**SOMMAIRE**

<b>CHAPITRE I</b>	<b>5</b>
<b>Portée du règlement P.P.R. Disposition générale</b>	<b>5</b>
I.1 Le champ d'application	5
I.1.a Le cadre réglementaire	5
I.1.b La définition du zonage réglementaire	5
I.1.c La portée du P.P.R.M.	9
I.2 Les autres réglementations à appliquer	10
I.2.a Gestion et travaux forestiers	10
I.2.b Gestion des réseaux	10
I.3 Définitions au sens du présent règlement	11
I.3.a Définition de la notion de « vulnérabilité d'usage » lors de changement de destination en Zones <b>ROUGE</b> , <b>VIOLET</b> ou <b>MARRON</b>	11
I.3.b Définition de la notion de « changement d'affectation »	14
I.3.c Définition de la notion d' « équipements et ouvrages techniques nécessaires au fonctionnement des services publics »	14
I.3.d Définition de la notion d'« aires de services »	14
I.3.e Définition de la notion de « constructions annexes »	14
I.3.f Définition de la notion d' « extension »	15
I.3.g Définition de la notion d' « Habitat Léger de Loisirs »	15
I.3.h Niveau d'endommagement	15
<b>CHAPITRE II</b>	<b>17</b>
<b>Réglementation des projets</b>	<b>17</b>
II.1 Dispositions applicables aux projets en Zones <b>VIOLET Vi</b>	19
Article II.1.a Interdictions	20
Article II.1.b : Autorisations sans condition	21
Article II.1.c : Autorisations avec prescriptions (voir article II.1.d)	23
Article II.1.d : Prescriptions sur les conditions de réalisation, utilisation et exploitation	24
II.2 Dispositions applicables aux projets en Zones <b>ROUGE R</b>	27
Article II.2.a : Interdictions	28
Article II.2.b : Autorisations sans condition	29
Article II.2.c : Autorisations avec prescriptions (voir article II.2.d)	31
Article II.2.d : Prescriptions sur les conditions de réalisation, utilisation et exploitation	32
II.3 Dispositions applicables aux projets en Zones <b>MARRON M</b>	35
Article II.3.a : Interdictions	36
Article II.3.b : Autorisations sans condition	37
Article II.3.c : Autorisations avec prescriptions (voir article II.3.d)	39
Article II.3.d : Prescriptions sur les conditions de réalisation, utilisation et exploitation	41
II.4 Dispositions applicables aux projets en Zones <b>BLEU B</b>	47
Article II.4.a : Interdictions	48
Article II.4.b : Autorisations sans condition	49
Article II.4.c : Autorisations avec prescriptions (voir article II.4.d)	50
Article II.4.d : Prescriptions sur les conditions de réalisation, utilisation et exploitation	51
II.5 Dispositions applicables aux projets en Zones <b>VERT Ve</b>	57
Article II.5.a : Autorisations sans condition	58
Article II.5.b : Autorisations avec prescriptions	59
Article II.5.c : Prescriptions sur les conditions de réalisation, utilisation et exploitation	60
<b>CHAPITRE III</b>	<b>63</b>
<b>Mesures sur les biens et activités existants</b>	<b>63</b>
<b>CHAPITRE IV</b>	<b>65</b>
<b>Mesures de prévention, de protection et de sauvegarde</b>	<b>65</b>

IV.1	Mesures visant la sécurité et l'information du public	65
IV.1.a	Pour la commune et l'Etablissement Public de Coopération Intercommunale (E.P.C.I.)	65
IV.1.b	Pour les personnes privées, physiques ou morales	66
IV.1.c	Pour les concessionnaires de réseaux destinés aux publics : routes, énergies, eau potable, assainissement, communications.	67
<b>CHAPITRE V</b>		<b>69</b>
<b>Dispositions constructives réglementaires</b>		<b>69</b>
V.1	Dispositions constructives simplifiées pour une construction type à usage de maison individuelle en zone d'aléa affaissement de niveau faible intensité très limitée (Pente inférieure à 1%)	69
V.1.a	domaine de validité des prescriptions simplifiées	69
V.1.b	Nature des prescriptions simplifiées	71
V.2	Dispositions constructives en zones d'aléa affaissement minier à caractère souple (hors aléa affaissement de niveau faible intensité très limitée) et de retrait gonflement des argiles	78



## CHAPITRE I

### PORTEE DU REGLEMENT P.P.R.

#### DISPOSITION GENERALE

#### I.1 Le champ d'application

Le présent règlement du Plan de Prévention des Risques Miniers (P.P.R.M.) s'applique aux parties du territoire de la commune de Mimet concernées par des aléas miniers résiduels.

##### I.1.a Le cadre réglementaire

La loi du 22 juillet 1987, modifiée par la loi du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement, a institué les plans de prévention des risques naturels (PPRN). Les modalités d'application de la loi ont été définies par le décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995. La procédure P.P.R.N est désormais définie par les articles L.562-1 à L.562-9 et par les articles R. 562-1 à R. 562-10 (modalités d'application) du Code de l'Environnement.

Les Plans de Prévention des Risques Miniers (P.P.R.M.) sont élaborés par l'Etat conformément aux dispositions de l'article L. 174-5 du Code Minier, c'est à dire « dans les conditions prévues aux articles L.562-1 à 562-7 du Code de l'Environnement pour les plans de prévention des risques naturels prévisibles (P.P.R.N) ». En conséquence, ces plans (P.P.R.M.) emportent les mêmes effets que les plans de prévention des risques naturels prévisibles. La procédure d'élaboration est définie à l'instar des P.P.R.N. par les articles R. 562-1 à R. 562-10-2 du Code de l'Environnement. Toutefois, l'article L. 174-5 déjà cité ci-dessus précise que les dispositions relatives au fonds de prévention des risques naturels majeurs (dispositions de l'article L. 561-3 du Code de l'Environnement) ne sont pas applicables aux plans de prévention des risques miniers.

Outre le cadre législatif commun aux P.P.R.N., la réglementation relative aux plans de prévention des risques miniers relève également des articles 1 à 5 du décret n° 2000-547 du 16 juin 2000 (modifié) relatif à l'application des articles 94 et 95 du Code Minier.

##### I.1.b La définition du zonage réglementaire

En application de l'article L. 562-1 du Code de l'Environnement, le P.P.R.M. délimite, en tant que besoin, les zones directement exposées à des risques et d'autres zones non directement exposées mais où certaines occupations ou usages du sol pourraient aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux.

Afin de définir ces zones réglementaires du P.P.R.M., au préalable, deux types d'enjeux ont été distingués:

- ✓ les espaces urbanisés qui se caractérisent notamment par un faisceau d'indices comme le nombre de constructions existantes, la distance du terrain par rapport au bâti existant, la continuité des parcelles bâties, et le niveau de desserte par les équipements.

- ✓ les espaces non urbanisés comprenant les zones agricoles, les zones naturelles et forestières, les zones d'urbanisation diffuse...

Les aléas miniers identifiés (affaissement, effondrement, tassement, glissement,...) sur le territoire communal sont présentés dans le rapport de présentation du présent P.P.R.M.

Le croisement des différents aléas et des enjeux a, ensuite, conduit à retenir et définir des zones **VIOLET Vi**, **ROUGE R**, **MARRON M**, **BLEU B** et **VERT Ve**.

Ainsi, le zonage réglementaire du P.P.R. de la commune de Mimet comprend :

- ✓ des zones **VIOLET Vi** correspondant à des espaces urbanisés ou non, directement exposés à un aléa (très préjudiciable) effondrement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour ou situés à l'intérieur des périmètres de protection définies autour des puits traités par bouchon autoportant. Dans ces zones, il n'existe pas de mesure de protection technique ou économiquement supportable pour y permettre l'implantation de nouvelles constructions. D'une manière générale, la construction y est interdite. Seuls l'entretien, la gestion courante du bâti existant sont autorisés.
- ✓ des zones **ROUGE R** correspondant à des espaces urbanisés ou non, directement exposés à un aléa minier très préjudiciable (de par sa nature ou son niveau). Dans ces zones, il n'existe pas non plus de mesure de protection technique ou économiquement supportable pour y permettre l'implantation de nouvelles constructions. A l'instar de la zone **VIOLET**, d'une manière générale, la construction y est interdite. Seuls l'entretien, la gestion courante et des extensions mesurées du bâti existant sont autorisés.
- ✓ des zones **MARRON M** correspondant à des espaces non urbanisés qui sont directement exposés à des aléas miniers. Il convient de préserver ces zones de toute urbanisation dans l'objectif de ne pas créer de nouveaux risques par la création d'enjeux supplémentaires. L'entretien, la gestion courante et les extensions limitées du bâti existant ainsi que les projets nécessaires et liés à l'activité agricole, piscicole ou forestière y sont autorisés sous condition.
- ✓ des zones **BLEU B** correspondant à des espaces urbanisées qui sont directement exposés à des aléas miniers pour lesquels il existe des mesures de protection techniquement possibles et financièrement supportables par un propriétaire individuel ou par la collectivité. La construction y est admise sous condition.
- ✓ des zones **VERT Ve** correspondant à des espaces urbanisées ou non, exposés exclusivement à un aléa affaissement minier de niveau faible intensité très limitée. La construction y est admise sous condition.

Dans toutes ces zones réglementaires du PPR, les « équipements et ouvrages techniques nécessaires au fonctionnement des services publics » tels que définis au paragraphe I.3.c du présent règlement sont autorisés sous condition.

Le plan de zonage du Plan de Prévention des Risques Miniers (P.P.R.M.) de la commune de Mimet, cartographié à l'échelle du 1/2500, est établi à partir du croisement des différents aléas miniers et des enjeux suivant la méthode explicitée ci-après.

Les aléas miniers résiduels présents sur le territoire communal sont au nombre de 6 auxquels il faut rajouter un pseudo-aléa: les périmètres de protection définis autour des puits traités par bouchon autoportant indicés *P*.

Par commodité, des lettres ont été affectées aux différents aléas en fonction de leur nature et de leurs niveaux (d'aléa) suivant la nomenclature indiquée dans le tableau 1 ci-dessous.

Nature de l'aléa Niveau de l'aléa	Affaissement progressif	Effondrement Localisé Sur ouvrage débouchant au jour	Effondrement localisé sur travaux souterrains	Tassement	Glissement	Echauffement
Faible intensité très limitée	@					
Faible	<i>a</i>	<i>o</i>	<i>e</i>	<i>t</i>	<i>g</i>	<i>f</i>
Moyen	<i>â</i>	<i>O</i>				<i>F</i>
Moyen à caractère cassant	<i>A</i>					

Tableau 1: Indices des aléas miniers présents sur le territoire communal

Ces aléas sont reportés sur les cartes des aléas (Pièce n° 4, Annexe 4-1) et les plans de zonage réglementaire (Pièce n° 2).

Les secteurs exposés aux aléas trop préjudiciables (lettres en rouge ou violet du tableau 1) sont classés en zones **ROUGE R** ou **VIOLET Vi** suivant la méthode exposée dans le tableau 2 ci-après.

Aléas Miniers	Enjeux	
	Zone urbanisée	Zone non urbanisée
<p><i>Effondrement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour, quel que soit le niveau d'aléa <b>o</b> et <b>O</b></i>  <i>ou/et</i>  <i>Périmètres de protection autour des puits traités par bouchon autoportant <b>P</b></i>                      Et en présence éventuelle des autres aléas</p>	<b>Vi</b>	<b>Vi</b>
<p><i>Affaissement (cassant) <b>Moyen A</b></i>  <i>ou/et</i>  <i>Echauffement <b>Moyen F</b></i>                      Et en l'absence d'aléa <i>Effondrement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour <b>Faible o</b>, <b>Moyen O</b></i> et en dehors des périmètres de protection autour des puits traités par bouchon autoportant <b>P</b>                      Et en présence éventuelle des autres aléas</p>	<b>R</b>	<b>R</b>

**Tableau 2: Détermination des zones R et Vi du plan de zonage de la commune de Mimet**

Ainsi les zones **R** ne peuvent pas être déclinées avec les indices o, O ou P contrairement aux zones **Vi** (par exemple **Vi (o)**, **Vi (o, F)**, **Vi (O, A)**, etc.)

Les secteurs **exclusivement** exposés aux aléas @, a, â, e, t, g ou f (lettres en noir du tableau 1) sont classés en zones **VERT Ve**, **BLEU B (B)** ou **MARRON M (M1, M2)** suivant la méthode exposée dans le tableau 3 suivant :

Aléas miniers	Enjeux	
	Zone urbanisée	Zone non urbanisée
<i>Affaissement (souple)</i> <b>Faible intensité très limitée @</b>	<b>Ve</b>	<b>Ve</b>
Sans <i>aléa affaissement</i> mais en présence d'aléa(s) e ou f	Zone non présente sur le territoire communal	<b>M1</b>
<i>Affaissement (souple)</i> <b>Faible intensité très limitée @</b> en présence d'aléa(s) e, t ou g <i>Ou</i> <i>Affaissement (souple)</i> <b>Faible a ou Moyen â</b> en présence éventuelle d'aléa(s) e, t, g ou f	<b>B</b>	<b>M2</b>

**Tableau 3 : Détermination des zones Ve, B et M du plan de zonage de la commune de Mimet**

Pour les zones **VERT Ve**, **BLEU B** et **MARRON M**, la présence ou non de l'aléa affaissement ou un niveau d'aléa affaissement différent permet de distinguer ces zones réglementées.

Pour une zone du tableau ci-dessus, par exemple la zone **B**, la nécessaire présence de l'aléa affaissement à caractère souple, la zone **B** peut également inclure l'aléa effondrement localisé lié à des travaux souterrains (e), l'aléa tassement (t), l'aléa glissement (g) et l'aléa échauffement de niveau faible (f).

Le présent règlement du Plan de Prévention des Risques Miniers (P.P.R.M.) précise les mesures associées aux différentes zones réglementaires (**Vi, R, M, B et Ve**).

### I.1.c La portée du P.P.R.M.

En application de l'article L. 562-1 du Code de l'Environnement, le présent règlement fixe les dispositions applicables aux biens et activités **existants**<sup>1</sup> ainsi qu'à l'implantation de toutes **nouvelles** constructions et installations, à l'exécution de tous travaux et à l'exercice de toutes activités, sans préjudice de l'application des autres législations et réglementations en vigueur.

Les Plans de Prévention des Risques Miniers peuvent fixer des règles particulières de construction, d'aménagement et d'exploitation en ce qui concerne la nature et les caractéristiques des bâtiments ainsi que leurs équipements et installations (Art. R. 126-1 Code de la construction).

Pour les biens construits ou aménagés conformément aux dispositions du Code de l'Urbanisme et avant l'approbation du P.P.R., le règlement du P.P.R. peut imposer des mesures visant à la réduction de la vulnérabilité des bâtiments existants et de leurs occupants. Ces dispositions, à réaliser dans **un**

<sup>1</sup> La date de référence pour les "constructions existantes" visées dans le corps des règles, est celle d'approbation du présent P.P.R.M.

**délai maximum de 5 ans** après l'approbation du P.P.R., ne s'imposent que dans la limite de 10% de la valeur vénale du bien considéré à la date d'approbation du plan (en application de l'article R.562-5 du Code de l'Environnement).

Selon l'article L. 562-1-II-3° du Code de l'Environnement, un P.P.R. peut également définir **des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde** dans les zones exposées aux risques qui doivent être prises par les collectivités publiques dans le cadre de leurs compétences, ainsi que celles qui peuvent incomber aux particuliers.

## **I.2 Les autres réglementations à appliquer**

### **I.2.a Gestion et travaux forestiers**

En particulier dans **les zones exposées aux mouvements de terrain**, les travaux et les coupes de bois devront garantir une gestion durable des zones boisées, selon les prescriptions des articles L. 124-1 et suivants, L. 312-1 et suivants, L 313-1 et suivants du Code Forestier (nouveau).

En application de l'article L. 341-5 du Code Forestier (nouveau), l'autorisation de défrichement peut être refusée lorsque la conservation des bois et forêts ou des massifs qu'ils complètent, ou le maintien de la destination forestière des sols, sont reconnus nécessaires au maintien des terres sur les montagnes ou sur les pentes (alinéa 1 dudit article) et à la protection des personnes et des biens et de l'ensemble forestier dans le ressort duquel ils sont situés contre les risques naturels (alinéa 9 dudit article).

Les boisements sont autorisés sous réserve que le peuplement soit réalisé en essences résistantes aux chocs (chutes de blocs). L'exploitation du bois devra éviter les trouées de trop grandes dénivelées. Ces exploitations seront soumises à autorisation des autorités compétentes et un plan d'exploitation devra être joint à la demande.

### **I.2.b Gestion des réseaux**

En application de l'article L. 732-1 du Code de la Sécurité Intérieure, les exploitants d'un service, destiné au public, d'assainissement, de production ou de distribution d'eau pour la consommation humaine, d'électricité ou de gaz, ainsi que les opérateurs des réseaux de communications électroniques ouverts au public prévoient les mesures nécessaires au maintien de la satisfaction des besoins prioritaires de la population lors des situations de crise.

En application de l'article L. 732-2 du Code de la Sécurité Intérieure, afin de favoriser le retour à un fonctionnement normal de ces services ou de ces réseaux en cas de crise, les exploitants des services ou réseaux mentionnés à l'article L. 732-1 désignent un responsable au représentant de l'Etat dans le département, ainsi qu'au représentant de l'Etat dans le département du siège de la zone de défense lorsque leur activité dépasse les limites du département.

Afin d'assurer le maintien de la satisfaction des besoins prioritaires (définis à l'article R. 732-1 du Code de la Sécurité Intérieure), l'article R. 732-3 du Code de la Sécurité Intérieure prévoit notamment que les exploitants mentionnés à l'article L 732-1 susvisé prennent toutes mesures pour :

- ✓ protéger leurs installations contre les risques, agressions et menaces prévisibles,
- ✓ alerter **sans délai** l'autorité compétente de l'imminence ou de la survenue d'une défaillance grave de leurs installations susceptible de porter atteinte à la continuité du service.

En application de l'article L. 732-3 du Code de la Sécurité Intérieure, les maîtres d'ouvrage et exploitants d'ouvrages routiers, ferroviaires ou fluviaux ainsi que les exploitants de certaines

catégories d'établissements recevant du public garantissent aux services de secours la disposition d'une capacité suffisante de communication radioélectrique à l'intérieur de ces ouvrages et établissements.

En application de l'article L. 732-4 du Code de la Sécurité Intérieure, afin de favoriser le retour à un fonctionnement normal de ces services ou de ces réseaux en cas de crise, les exploitants des services ou réseaux mentionnés à l'article L. 733 désignent un responsable au représentant de l'Etat dans le département, ainsi qu'au représentant de l'Etat dans le département du siège de la zone de défense et de sécurité lorsque leur activité dépasse les limites du département.

### I.3 Définitions au sens du présent règlement

#### I.3.a Définition de la notion de « vulnérabilité d'usage » lors de changement de destination en Zones **ROUGE**, **VIOLET** ou **MARRON**

Définition de la « vulnérabilité d'usage » après la recodification du Code de l'Urbanisme de 2015

L'article R. 151-27 du Code de l'Urbanisme distingue cinq classes de constructions. Chacune de ces classes est divisée en sous-destinations par l'article R. 151-28 du Code de l'Urbanisme :

- ✓ l'habitation :
  - ✓ logement,
  - ✓ hébergement.
- ✓ le commerce et les activités de service :
  - ✓ artisanat et commerce de détail,
  - ✓ restauration,
  - ✓ commerce de gros,
  - ✓ activités de services où s'effectue l'accueil d'une clientèle,
  - ✓ hébergement hôtelier et touristique,
  - ✓ cinéma.
- ✓ l'exploitation agricole ou forestière :
  - ✓ exploitation agricole,
  - ✓ exploitation forestière.
- ✓ les équipements d'intérêt collectif et services publics :
  - ✓ locaux et bureaux accueillant du public des administrations publiques et assimilés,
  - ✓ locaux techniques et industriels des administrations publiques et assimilés,
  - ✓ établissements d'enseignement, de santé et d'action sociale,
  - ✓ salles d'art et de spectacles,
  - ✓ équipements sportifs,
  - ✓ autres équipements recevant du public.
- ✓ les autres activités des secteurs secondaires ou tertiaires :
  - ✓ industrie,
  - ✓ entrepôt,
  - ✓ bureau,
  - ✓ centre de congrès et d'exposition.

On distingue le changement de destination entre destinations et le changement de destination entre sous-destinations.

Afin d'apprécier s'il y a ou non un changement de destination (entre destinations), il convient d'abord d'examiner la destination de la construction puis de qualifier la destination du projet. Il y a un changement de destination lorsqu'un bâtiment existant passe d'une des cinq catégories définies par l'article R.151-27 du Code de l'Urbanisme à une autre de ces catégories.

Il existe également un changement de destination entre sous-destinations. Ce changement de destination peut être soumis à autorisation d'urbanisme lorsque « le changement de sous-destination » (passage d'une des 20 sous-destinations à une autre) s'accompagne de travaux ayant pour effet de modifier les structures porteuses ou la façade d'un bâtiment.

Ces 20 classes de sous-destination ont été regroupées ici en fonction de leur vulnérabilité en 3 catégories : **B**, **C** et **D**. A été ajoutée une catégorie de vulnérabilité spécifique (**A**) pour les établissements stratégiques ou recevant des populations vulnérables, tels que définis dans le présent règlement.

**A** : établissements recevant des populations vulnérables et établissements stratégiques.

**B** : locaux de logement, qui regroupent les locaux « à sommeil » : logement, hébergement, hébergement hôtelier et touristique, sauf hôpitaux, maisons de retraite... visés au A/. Cette notion correspond à tout l'établissement ou toute la construction, et non aux seules pièces à sommeil. Gîtes et chambres d'hôtes (définies par le Code du Tourisme) font partie des locaux de logement. Pour les hôtels, gîtes et chambres d'hôtes, la création d'une chambre ou d'un gîte supplémentaire est considérée comme la création d'un nouveau logement.

**C** : locaux d'activités : artisanat et commerce de détail, restauration, commerce de gros, activités de services où s'effectue l'accueil d'une clientèle, cinéma, industrie, bureau, centre de congrès et d'exposition.

**D** : locaux de stockage : entrepôt, exploitation agricole ou forestière hors logement.

Les équipements d'intérêt collectif et services publics (gymnase, piscine publique, école, mairie, services techniques, caserne, etc.) sont rattachés aux catégories de locaux correspondants (par exemple, les crèches et bâtiments scolaires sont des établissements recevant des populations vulnérables, les casernes et services techniques relèvent des établissements stratégiques, les gymnases et piscines publiques appartiennent aux locaux d'activité).

Changement de destination et réduction de la vulnérabilité : dans le règlement, il est parfois indiqué que des travaux sont admis sous réserve de ne pas augmenter la vulnérabilité. Sera considéré comme changement de destination augmentant la vulnérabilité une transformation qui accroît le nombre de personnes dans le lieu ou qui augmente le risque, comme par exemple la transformation d'une remise en logement. Par rapport aux 4 catégories citées précédemment, la hiérarchie suivante, par ordre décroissant de vulnérabilité, a été proposée : **A > B > C > D**.

Par exemple, la transformation d'une remise (catégorie **D**) en commerce (catégorie **C**) va dans le sens de l'augmentation de la vulnérabilité (**C > D**), tandis que la transformation d'une école (catégorie **A**) en commerce (catégorie **C**) réduit cette vulnérabilité (**C < A**).

A noter :

Bien que ne changeant pas de catégorie de vulnérabilité (**B**), la transformation d'un logement en plusieurs logements accroît la vulnérabilité.

Définition de la « vulnérabilité d'usage » avant la recodification du Code de l'Urbanisme de 2015

L'article R. 123-9 du code de l'urbanisme distinguait neuf classes de constructions :



- ✓ l'habitation,
- ✓ l'hébergement hôtelier,
- ✓ les bureaux,
- ✓ le commerce,
- ✓ l'artisanat,
- ✓ l'industrie,
- ✓ l'exploitation agricole ou forestière,
- ✓ la fonction d'entrepôt,
- ✓ les constructions et installations nécessaires aux services publics ou d'intérêt collectif.

Afin d'apprécier s'il y a ou non un changement de destination il convient d'abord d'examiner la destination de la construction puis de qualifier la destination du projet. Il y a changement de destination lorsqu'un bâtiment existant passe d'une des neuf catégories définies par l'article R.123-9 du code de l'urbanisme à une autre de ces catégories.

Ces 9 classes ont été regroupées ici en fonction de leur vulnérabilité en 3 catégories : **B**, **C** et **D**. A été intercalée une catégorie de vulnérabilité spécifique (**A**) pour les établissements stratégiques ou recevant des populations vulnérables, tels que définis dans le présent lexique.

**A** : établissements recevant des populations vulnérables et établissements stratégiques.

**B** : locaux de logement, qui regroupent les locaux « à sommeil » : habitation, hébergement hôtelier, sauf hôpitaux, maisons de retraite... visés au A/. Cette notion correspond à tout l'établissement ou toute la construction, et non aux seules pièces à sommeil. Gîtes et chambres d'hôtes (définies par le code du tourisme) font partie des locaux de logement. Pour les hôtels, gîtes et chambres d'hôtes, la création d'une chambre ou d'un gîte supplémentaire est considérée comme la création d'un nouveau logement.

**C** : locaux d'activités : bureau, commerce, artisanat, industrie.

**D** : locaux de stockage : fonction d'entrepôt, bâtiments d'exploitation agricole ou forestière hors logement.

Les constructions et installations nécessaires aux services publics ou d'intérêt collectif (gymnase, piscine publique, école, mairie, services techniques, caserne, etc.) sont rattachées aux catégories de locaux correspondants (par exemple, les crèches et bâtiments scolaires sont des établissements recevant des populations vulnérables, les casernes et services techniques relèvent des établissements stratégiques, les gymnases et piscines publiques appartiennent aux locaux d'activité).

Changement de destination et réduction de la vulnérabilité : dans le règlement, il est parfois indiqué que des travaux sont admis sous réserve de ne pas augmenter la vulnérabilité. Sera considéré comme changement de destination augmentant la vulnérabilité une transformation qui accroît le nombre de personnes dans le lieu ou qui augmente le risque, comme par exemple la transformation d'une remise en logement. Par rapport aux 4 catégories citées précédemment, la hiérarchie suivante, par ordre décroissant de vulnérabilité, a été proposée : **A > B > C > D**.

Par exemple, la transformation d'une remise (catégorie **D**) en commerce (catégorie **C**) va dans le sens de l'augmentation de la vulnérabilité (**C > D**), tandis que la transformation d'une école (catégorie **A**) en commerce (catégorie **C**) réduit cette vulnérabilité (**C < A**).

A noter :

Bien que ne changeant pas de catégorie de vulnérabilité (**B**), la transformation d'un logement en plusieurs logements accroît la vulnérabilité.



### **I.3.b Définition de la notion de « changement d'affectation »**

Sera considéré comme un changement d'affectation, l'aménagement des parties d'un bâtiment non comptabilisées dans le calcul de la surface de plancher (garage, cave, cellier,...).

Par exemple : dans une maison individuelle, transformation du garage en chambre à coucher.

### **I.3.c Définition de la notion d' « équipements et ouvrages techniques nécessaires au fonctionnement des services publics »**

#### **Equipements techniques ou infrastructures de transport:**

Il s'agit de toutes les installations techniques et leurs bâtiments édifiés par des services publics, tels que les infrastructures routières y compris les aires de services, ferroviaires, les postes de transformation, les poteaux, pylônes et réseaux secs de distribution d'énergie (gaz, électricité,...) et de télécommunications (Internet, fibre optique,...), des réseaux humides (eau potable, assainissement, etc.)...

#### **Ouvrages techniques:**

Il s'agit des ouvrages de production, de distribution/approvisionnement ou de traitement et leurs bâtiments tels que les centrales électriques, les centrales photovoltaïques, les éoliennes, les châteaux d'eau, les stations d'épuration, les stations de relevage d'eau, les ouvrages nécessaires à l'exploitation des captages d'eau...

### **I.3.d Définition de la notion d'« aires de services »**

Espaces commerciaux aménagés dans une emprise autoroutière (station-essence, boutiques, restaurations, parkings, tables pique-nique, jeux pour enfants...).

### **I.3.e Définition de la notion de « constructions annexes »**

Dépendance séparée d'un bâtiment principal, non habitable, ayant la fonction de local technique, abri de jardin, appentis ou garage...

### I.3.f Définition de la notion d' « extension »

Extension de construction existante : Au sens du présent règlement, elle s'entend en continuité et/ou en discontinuité avec les bâtiments déjà existants à la date d'approbation du P.P.R., sur l'emprise foncière de la construction existante.

L'extension peut être réalisée par :

- ✓ l'extension de l'emprise au sol, qui constitue une augmentation de l'emprise au sol existante dit extension latérale,
- ✓ la surélévation, qui consiste en la création d'un niveau supplémentaire sans augmentation de l'emprise au sol.

### I.3.g Définition de la notion d' « Habitat Léger de Loisirs »

Les **habitats Légers de Loisirs** comprennent quatre catégories d'habitat définies par le Code de l'Urbanisme : les Habitations Légères de Loisirs, les Caravanes, les Résidences Mobiles de Loisirs et les résidences démontables.

- ✓ **Habitations Légères de Loisirs** : constructions démontables ou transportables, destinées à une occupation temporaire ou saisonnière à usage de loisir (Art. R. 111-37 Code de l'Urbanisme),
- ✓ **Caravanes** : véhicules terrestres habitables qui sont destinés à une occupation temporaire ou saisonnière à usage de loisir, qui conservent en permanence des moyens de mobilité leur permettant de se déplacer par eux-mêmes ou d'être déplacés par traction et que le code de la route n'interdit pas de faire circuler (Art. R. 111-47 Code de l'Urbanisme),
- ✓ **Résidences Mobiles de Loisirs** (Mobil home) : véhicules terrestres habitables qui sont destinés à une occupation temporaire ou saisonnière à usage de loisir, qui conservent des moyens de mobilité leur permettant d'être déplacés par traction mais que le code de la route interdit de faire circuler (Art. R. 111-41 Code de l'Urbanisme),
- ✓ **Résidences démontables** : installations sans fondation constituant l'habitat permanent de leurs utilisateurs disposant d'équipements intérieurs ou extérieurs et pouvant être autonomes vis-à-vis des réseaux publics. Elles sont destinées à l'habitation et occupées à titre de résidence principale au moins huit mois par an. Ces résidences ainsi que leurs équipements extérieurs sont, à tout moment, facilement et rapidement démontables. (Art. R. 111-51 Code de l'Urbanisme).

### I.3.h Niveau d'endommagement

L'échelle d'endommagement du National Coal Board (1975) a été adoptée de manière à hiérarchiser les désordres attendus dans la structure d'un bâtiment. Cette échelle comprend cinq niveaux de N1 à N5 correspondant aux désordres prévisibles énumérés comme suit:

Pour le **niveau N1** (dommages négligeables ou très légers) :

1. fissures très légères dans les plâtres,
2. légères fissures isolées dans le bâtiment, non visibles de l'extérieur.

Pour le **niveau N2** (dommages légers) :

1. plusieurs fissures légères visibles à l'intérieur du bâtiment,

2. les portes et fenêtres peuvent se coincer,
3. des réparations aux murs et plafonds peuvent être nécessaires.

Pour le **niveau N3** (dommages appréciables) :

1. fissures légères visibles de l'extérieur,
2. les portes et fenêtres sont coincées,
3. les canalisations sont rompues.

Le **niveau N4** correspond aux dommages subis de niveau sévère dont les désordres peuvent être :

1. des canalisations rompues ou dégradées,
2. des fractures ouvertes dans les murs,
3. des châssis de portes et fenêtres tordus,
4. des sols en pente,
5. murs hors d'aplomb ou bombés, localement étayés,
6. quelques déchaussements des poutres,
7. en cas de compression, un chevauchement des joints dans les toits et soulèvement des murs en briques, avec fissures horizontales.

Le dernier **niveau N5**, correspondant aux dommages très sévères, représente l'effondrement partiel ou total quasi-certain :

1. le bâtiment doit être reconstruit partiellement ou complètement,
2. les poutres des planchers et de la toiture sont déchaussées et nécessitent d'être étayées,
3. l'inclinaison des planchers et des murs est très importante,
4. en cas de compression, gauchissement et bombement sévères des murs et du toit.

Les trois premiers niveaux d'endommagement (N1 à N3) correspondent aux dommages architecturaux. Les deux derniers niveaux de désordres (N4 et N5) correspondant respectivement aux dommages fonctionnels (état limite de service (ELS)) et structurels (état limite ultime (ELU)), ne permettent plus d'assurer la « viabilité » du bâtiment du fait de désordres trop importants, et avec risque d'effondrement partiel ou total pour le dernier niveau.

oOo

## CHAPITRE II

### REGLEMENTATION DES PROJETS

L'ensemble des prescriptions édictées dans ce chapitre, ne s'applique qu'aux projets autorisés postérieurement à la date d'approbation du Plan de Prévention des Risques Miniers (constructions nouvelles, reconstruction, modification ou extension de constructions existantes,...). Les mesures sur les biens et activités existants<sup>2</sup> sont abordées au chapitre III.

Sont assimilés à un projet « toutes occupation et utilisation du sol, tous travaux, tout type de construction, d'ouvrage, d'aménagement ou d'exploitation agricole, forestière, artisanale, commerciale ou industrielle de quelque nature qu'ils soient ». Ainsi les projets d'extension, de changement de destination ou de reconstruction de biens existants après sinistre sont, comme tout projet nécessitant une déclaration de travaux ou l'obtention préalable d'un permis de construire, réglementés au titre des projets.

En application de l'article L.562-1 du Code de l'Environnement, le présent règlement définit les conditions de réalisation, d'utilisation et d'exploitation des constructions, des ouvrages, des espaces mis en culture ou plantés existants à la date de l'approbation du plan qui doivent être prises par les propriétaires, exploitants ou utilisateurs. Les conditions de réalisation se traduisent par le respect des règles d'urbanisme et des règles de construction (sous la responsabilité du maître d'ouvrage, du propriétaire, de l'occupant ou utilisateur). Les conditions d'utilisation sont des règles liées à l'usage des biens, ouvrages ou exploitations.

Les maîtres d'ouvrage qui s'engagent à respecter les règles de construction lors du dépôt de permis de construire et les professionnels chargés de réaliser les projets sont responsables des études ou dispositions qui relèvent du Code de la Construction en application de son article R. 126-1. Néanmoins il apparaît nécessaire lors de la délivrance d'une autorisation (de construire, de lotir, etc.) que l'**autorité compétente** en la matière rappelle au maître d'ouvrage, au-delà du visa et par note distincte, l'existence des dispositions obligatoires voire les recommandations et conseils.

Il s'agit là d'un souci de bonne administration mais aussi de l'exercice des compétences de l'Etat et des Maires au titre du droit de l'information des citoyens sur le risque (Art. L. 125-2 Code de l'Environnement).

En tout état de cause, l'autorité compétente en matière d'urbanisme veillera à ce que la réalisation des études requises par le P.P.R.M. soient attestées par le maître d'œuvre et que cette attestation soit jointe au permis de construire ou de la déclaration de travaux.

Les maîtres d'ouvrage des travaux, aménagements et exploitations de différentes natures sont responsables des prescriptions et interdictions qui y sont rattachées.

<sup>2</sup> La date de référence pour les "constructions existantes" visées dans le corps des règles, est celle d'approbation du présent Plan de Prévention des Risques Miniers (P.P.R.M.)



**Pour tous les projets, le maître d'ouvrage prendra toutes les dispositions appropriées aux risques créés par les travaux et les aménagements. Il s'assurera, en particulier, de ne pas endommager les ouvrages miniers, de ne pas aggraver les aléas, les risques et ses effets, de ne pas en provoquer de nouveaux.**

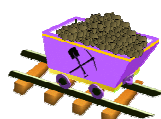
*D'une manière générale, tous les projets autorisés ne doivent pas conduire à fragiliser les bâtiments existants ou à aggraver les dégâts en cas de survenance d'un aléa minier*

## II.1 Dispositions applicables aux projets en Zones **VIOLET Vi**

Les zones **VIOLET Vi** correspondent à des espaces urbanisés ou non, exposés directement à l'aléa effondrement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour (*o/O*) quel que soit le niveau d'aléa ou situés à l'intérieur des périmètres de protection définis autour des puits traités par bouchon autoportant *P*.

Ces zones **VIOLET** sont éventuellement exposées aux autres aléas miniers présentés dans le tableau 1.

*Conformément à l'article R.431-16 du Code de l'Urbanisme, lorsque la construction projetée est subordonnée par le présent plan de prévention des risques à la réalisation d'une étude préalable permettant d'en déterminer les conditions de réalisation, d'utilisation ou d'exploitation, le dossier joint à la demande de permis de construire doit comprendre une attestation établie par le maître d'œuvre du projet (architecte, bureau d'études etc..) ou par un expert agréé certifiant la réalisation de cette étude et constatant que le projet prend en compte ces conditions au stade de la conception.*



## Article II.1.a Interdictions

**Sont interdits tous les projets nouveaux à l'exception de ceux visés aux articles II.1.b et II.1.c**

### Sont notamment interdits

- la reconstruction des bâtiments détruits par l'effet d'un aléa effondrement localisé,
- le changement de destination allant dans le sens de l'augmentation de la vulnérabilité d'usage (cf. Définition de la vulnérabilité d'usage lors de changement de destination – paragraphe I.3.a),
- la création ainsi que l'extension et l'augmentation de la capacité d'accueil des terrains aménagés de camping et de caravanage, des parcs résidentiels de loisirs, des villages de vacances à hébergement léger, des terrains aménagés destinés à l'accueil des gens du voyage et des parcs d'attraction,
- l'implantation d'habitats légers de loisirs (cf. Définition de la notion d'habitat léger de loisir – paragraphe I.3.g),
- les piscines enterrées ou semi-enterrées,
- dans les zones d'aléa échauffement (f) l'usage de tous feux (écobuage,...).





## Article II.1.b : Autorisations sans condition

### **Concernant les INTERVENTIONS SUR LES BATIMENTS EXISTANTS (changement de destination, modification, ... ) :**

#### **Sont autorisés**

- les changements de destination sans augmentation de la vulnérabilité d'usage (cf. Définition de la vulnérabilité d'usage lors de changement de destination – paragraphe I.3.a),

**- les modifications suivantes des constructions existantes. Ces modifications ne doivent pas conduire à une augmentation cumulée de plus de 20 m<sup>2</sup> de surface de plancher et d'emprise au sol ni à la transformation d'un logement en plusieurs logements (cette augmentation de surface n'est autorisée qu'une seule fois à compter de la date d'approbation du présent PPR):**

- les travaux de maintenance (changement de fenêtres, réfection de toiture, mises aux normes...),
- les travaux de réhabilitation des bâtiments existants visant à apporter des éléments de confort,
- les travaux d'isolation ou de récupération d'énergie (ex.: panneaux solaires),
- les travaux destinés à rendre accessibles les constructions aux personnes handicapées,
- les modifications d'aspect des bâtiments existants,
- l'aménagement des combles,
- les changements d'affectation<sup>3</sup>.

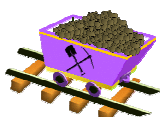
- les travaux de démolition de constructions existantes,
- la matérialisation au sol d'emplacements de stationnement dans le cadre d'un projet de construction ou d'aménagement urbain.

### **Concernant les OUVRAGES, EQUIPEMENTS ET INFRASTRUCTURES :**

#### **Sont autorisés**

- l'aménagement d'espaces verts (création, nivellement, plantation, etc.),
- les utilisations agricoles traditionnelles : parcs, clôtures, cultures, etc.,
- la réalisation de clôtures,
- les aménagements publics légers tels que le mobilier urbain,

<sup>3</sup> La notion de « changement d'affectation » est définie au paragraphe I.3.b



- les travaux relatifs à l'entretien, au maintien en l'état et à la mise en sécurité des équipements et ouvrages techniques nécessaires au fonctionnement des services publics<sup>6</sup>.



**Article II.1.c : Autorisations avec prescriptions (voir article II.1.d)**

**Concernant les INTERVENTIONS SUR LES BATIMENTS EXISTANTS (changement de destination, modification, ... ) :**

**Sont autorisés**

- la reconstruction des bâtiments détruits ou démolis sous réserve :
  - de ne pas créer de logements ou d'activités supplémentaires,
  - que l'emprise au sol projetée soit inférieure ou égale à l'emprise au sol démolie,
  - que la surface de plancher projetée soit inférieure ou égale à la surface de plancher démolie,
  - de ne pas augmenter le nombre de niveaux,
  - que le sinistre ne soit pas causé par un aléa effondrement localisé<sup>4</sup>.
- les travaux ayant pour objet de diminuer la vulnérabilité de la construction ou d'augmenter la sécurité des personnes comme le renforcement des fondations,
- les travaux visant à la réduction ou la suppression des aléas,
- l'implantation de piscine hors sol.

**Concernant les OUVRAGES, EQUIPEMENTS ET INFRASTRUCTURES :**

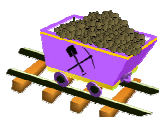
**Sont autorisés**

- la création ou l'extension des équipements et ouvrages techniques nécessaires au fonctionnement des services publics<sup>5</sup>,
- sous réserve de démontrer l'impossibilité d'une implantation alternative, les voiries et les aires de stationnement,
- les travaux visant à la réduction ou la suppression des aléas,
- l'exploitation et la création des carrières.

---

<sup>4</sup>Aléa effondrement localisé lié à des ouvrages débouchant au jour ou effondrement localisé lié à des travaux souterrains

<sup>5</sup>La notion de « équipements et ouvrages techniques nécessaires au fonctionnement des services publics » est définie au paragraphe I.3.c



## Article II.1.d : Prescriptions sur les conditions de réalisation, utilisation et exploitation

**Pour les projets autorisés à l'article II.1.c, sont prescrites les conditions suivantes de réalisation, utilisation, exploitation**

### Afin de limiter la vulnérabilité aux aléas miniers

- les projets devront concevoir et réaliser un raccordement des réseaux intérieurs et extérieurs (énergies, eau potable, assainissement, communications,...) de manière à éviter les ruptures ou les fuites,
- les précipitations et l'infiltration des eaux de surface constituant un facteur fréquent de déclenchement et d'accélération des phénomènes d'effondrement et d'apparition de fontis, les eaux pluviales et usées doivent être évacuées vers un ouvrage hydraulique (caniveau ou fossé mère par exemple) ou un exutoire naturel (vallon) capable d'accepter un débit supplémentaire de manière à éviter toute infiltration dans les périmètres de protection définis autour des puits traités par bouchon autoportant (*P*), dans les zones d'aléa effondrement localisé (lié aux ouvrages débouchant au jour ou lié aux travaux souterrains - *o/O* et *e*) ainsi que dans les zones d'aléa tassement/glissement (*t/g*),  
si cette évacuation n'est pas techniquement possible, le maître d'ouvrage devra:
  - soit réaliser une étude spécifique confiée à un bureau d'étude compétent qui déterminera les conditions d'épandage et de rejet des eaux permettant de ne pas déstabiliser les ouvrages miniers (puits, entrée de descenderie ou galerie), ne pas aggraver l'aléa (absence d'impact) et de ne pas provoquer de nouveaux risques,
  - soit réaliser, lorsque le réseau collectif existe, des travaux visant au rejet des eaux (eaux usées, eaux pluviales, eaux de drainage, eaux de vidange des piscines ou de bassins) dans le réseau collectif.

Le maître d'ouvrage doit veiller à l'assurance d'une maintenance régulière des dispositifs mis en place et à la vérification périodique de leur fonctionnement.

---

### **Pour les implantations de piscine hors sol**

---

En cas de fuite, l'apport d'eau provenant du bassin de la piscine peut jouer un rôle pathogène et avoir des conséquences néfastes sur les constructions avoisinantes. En conséquence, les canalisations des piscines hors sol ne doivent pas être enterrées et les raccordements devront être conçus et réalisés de manière à éviter les ruptures ou les fuites d'eau.

---

### **Pour les travaux ayant pour objet de diminuer la vulnérabilité de la construction ou d'augmenter la sécurité des personnes**

---

Une étude géotechnique détaillée devra être réalisée au préalable par un bureau d'études afin d'apprécier l'impact des travaux prévus. Quant aux travaux de renforcement, ils devront être préconisés par une étude du bâtiment réalisée par un bureau d'études spécialisé.



---

**Pour les travaux  
visant à la réduction ou  
à la suppression des aléas**

---

Une étude géotechnique détaillée devra être réalisée au préalable par un bureau d'études afin d'apprécier l'impact des travaux prévus.

---

**Pour la création ou l'extension  
des ouvrages, équipements et  
infrastructures**

---

**Pour les projets autorisés de construction d'ouvrages (équipements et ouvrages techniques nécessaires au fonctionnement des services publics, aires de stationnement...), une étude géotechnique spécifique devra être réalisée. Celle-ci définira les dispositions constructives garantissant une tenue pérenne, la stabilité de ou des ouvrages et la sécurité des personnes à la survenance des aléas miniers résiduels au droit du projet (identifiés sur les cartes de zonage réglementaire et les cartes d'aléas).**

**Les dispositions techniques définies par l'étude devront être mises en œuvre par le maître d'ouvrage.**

Les ouvrages créés (voiries, réseaux, aires de stationnement, équipements et ouvrages techniques nécessaires au fonctionnement des services publics,...) devront permettre un accès en sécurité aux ouvrages miniers tout en garantissant l'usage des projets (par exemple, l'ouvrage sera accessible sans entraîner de coupure du trafic sur une voie routière et en permettant le stationnement sécurisé du véhicule nécessaire à la réalisation des mesures de surveillance).

Dans les zones d'échauffement (f), ces ouvrages ne devront pas être soumis à combustion et ne pas générer une mise en combustion en phase chantier ou en phase d'exploitation,

Les bâtiments créés à l'occasion de la création ou de l'extension des ouvrages, équipements et infrastructures et nécessaires au fonctionnement de ces derniers devront respecter les dispositions relatives aux constructions autorisées prescrites dans la section subséquente.

---

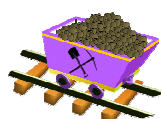
**Pour les projets de création de  
bâtiments autorisés  
à l'article II.1.c (reconstruction...)**

---

**Une étude devra être réalisée dès la conception du projet. L'objectif de l'étude sera de limiter les dommages à la structure vis à vis des aléas retenus au droit du projet par la définition et la mise en œuvre de modalités de construction du bâti (conditions d'implantation et de voisinage, choix de la forme et des dimensions, choix des matériaux, renforcement de la superstructure (murs porteurs et chaînage), renforcement et profondeur d'ancrage des fondations, conception adaptée des éléments secondaires et non structuraux, conception adaptée des réseaux,...).**

**Pour la mise en œuvre des règles de construction, il est recommandé de faire appel à un bureau d'études structure.**

*Ci-dessous, les prescriptions relatives aux aléas présents (identifiés sur les cartes de zonage réglementaire et les cartes d'aléas) au droit du projet de création de bâtiment.*



### **Zones d'aléa mouvements de terrain lié aux anciennes exploitations minières (effondrement localisé, affaissement, tassement, glissement)**

Une étude géologique et géotechnique appropriée devra être réalisée dès la conception du projet afin de définir et de mettre en œuvre les modalités de construction du bâti.

Dans la mesure du possible, la stabilité d'ensemble du bâtiment doit répondre à un niveau d'endommagement ne dépassant pas le **niveau N3** (portes coincées et canalisations rompues) tel que défini dans le paragraphe I.3.h du présent règlement.

### **Zones d'aléa échauffement (f)**

Une étude géologique et géotechnique appropriée devra être réalisée dès la conception du projet afin de définir et de mettre en œuvre les modalités de construction du bâti.

La conception des bâtiments doit tenir compte de la présence de cet aléa. Le pétitionnaire doit donc prendre des précautions particulières.

Cette étude définira les préconisations à mettre en œuvre afin de prendre en compte ce type d'aléa et d'éviter notamment l'oxygénation des couches superficielles de charbon (couches affleurantes sur le terrain). De plus, la construction doit être adaptée à la présence possible de gaz avec une ventilation satisfaisante et un non confinement.

Vis-à-vis de la présence possible d'émanation de gaz, on pourra envisager :

1. la mise en place de dispositif de ventilation de type aspirant (mise en dépression) pour les bâtiments disposant de vide sanitaire ou soubassements non occupés,
2. la mise en place de dispositif de ventilation de type soufflant (mise en surpression) pour les bâtiments avec des espaces habités ou fréquentés sous le niveau du sol (cave, sous-sol par exemple),
3. la mise en surpression (ventilation type soufflante) du premier niveau pour les bâtiments ne disposant pas de vide sanitaire ni d'espaces habités ou fréquentés sous le niveau du sol.



**Pour tous les projets, le maître d'ouvrage prendra toutes les dispositions appropriées aux risques créés par les travaux et les aménagements. Il s'assurera, en particulier, de ne pas endommager les ouvrages miniers, de ne pas aggraver les aléas, les risques et ses effets, de ne pas en provoquer de nouveaux,**

*D'une manière générale, tous les projets autorisés ne doivent pas conduire à fragiliser les bâtiments existants ou à aggraver les dégâts en cas de survenance d'un aléa minier*

## **II.2 Dispositions applicables aux projets en Zones **ROUGE R****

Les zones **ROUGE R** correspondent à des espaces urbanisés ou non, exposés directement à au moins l'un des aléas suivants :

- l'affaissement (**A**) à caractère cassant (niveau moyen),
- l'échauffement de niveau moyen (**F**).

Ces zones **ROUGE** sont éventuellement exposées aux autres aléas miniers présentés dans le tableau 1 à l'exception des aléas **o/O et P**.

*Conformément à l'article R.431-16 du Code de l'Urbanisme, lorsque la construction projetée est subordonnée par le présent plan de prévention des risques à la réalisation d'une étude préalable permettant d'en déterminer les conditions de réalisation, d'utilisation ou d'exploitation, le dossier joint à la demande de permis de construire doit comprendre une attestation établie par le maître d'œuvre du projet (architecte, bureau d'études etc..) ou par un expert agréé certifiant la réalisation de cette étude et constatant que le projet prend en compte ces conditions au stade de la conception.*



## Article II.2.a : Interdictions

**Sont interdits tous les projets nouveaux à l'exception de ceux visés aux articles II.2.b et II.2.c**

### Sont notamment interdits

- la reconstruction des bâtiments détruits par l'effet d'un aléa effondrement localisé,
- le changement de destination allant dans le sens de l'augmentation de la vulnérabilité d'usage (cf. Définition de la vulnérabilité d'usage lors de changement de destination – paragraphe I.3.a),
- la création ainsi que l'extension et l'augmentation de la capacité d'accueil des terrains aménagés de camping et de caravanage, des parcs résidentiels de loisirs, des villages de vacances à hébergement léger, des terrains aménagés destinés à l'accueil des gens du voyage et des parcs d'attraction,
- l'implantation d'habitats légers de loisirs (cf. Définition de la notion d'habitat léger de loisir – paragraphe I.3.g),
- dans les zones d'aléa échauffement (**f, F**) l'usage de tous feux (écobuage,...).





## Article II.2.b : Autorisations sans condition

### Concernant les INTERVENTIONS SUR LES BATIMENTS EXISTANTS (extension, changement de destination, modification, ... ) :

#### Sont autorisés

- les travaux relatifs à l'entretien et au maintien des constructions :
  - les travaux de maintenance (changement de fenêtres, réfection de toiture, mises aux normes...),
  - les travaux d'isolation ou de récupération d'énergie (ex.: panneaux solaires),
  - les travaux destinés à rendre accessibles les constructions aux personnes handicapées,
  - les modifications d'aspect des bâtiments existants.
- les changements de destination sans augmentation de la vulnérabilité d'usage (cf. Définition de la vulnérabilité d'usage lors de changement de destination – paragraphe I.3.a),
- les extensions hors annexes limités à 20 m<sup>2</sup> de surface de plancher et d'emprise au sol (cette augmentation de surface de 20 m<sup>2</sup> n'est autorisée qu'une seule fois à compter de la date d'approbation du présent PPR et ne doit pas conduire à la transformation d'un logement en plusieurs logements),

**- les modifications suivantes des constructions existantes. Ces modifications ne doivent pas conduire à une augmentation cumulée de plus de 20 m<sup>2</sup> de surface de plancher et d'emprise au sol (cette augmentation de surface n'est autorisée qu'une seule fois à compter de la date d'approbation du présent PPR et ne doit pas conduire à la transformation d'un logement en plusieurs logements) :**

- les travaux de réhabilitation des bâtiments existants visant à apporter des éléments de confort,
- la construction d'annexes<sup>6</sup> non habitables disjointes du bâtiment principal,
- l'aménagement des combles,
- les changements d'affectation<sup>7</sup>.

- les terrasses désolidarisées des autres constructions,
- la création de serres et de tunnels / bi-tunnels agricoles,
- les travaux de démolition de constructions existantes,

<sup>6</sup> La notion de « constructions annexes » est définie au paragraphe I.3.e

<sup>7</sup> La notion de « changement d'affectation » est définie au paragraphe I.3.b



- les aménagements temporaires, démontables ou mobiles nécessaires à l'organisation de manifestations événementielles temporaires, à l'exclusion des équipements destinés à l'hébergement ou au camping,
- la création de structures ouvertes (auvents, préaux, halles publiques, ombrières photovoltaïques, manèges équestres, etc.) à condition qu'elles soient ouvertes sur au moins 75 % de leur périmètre,
- la matérialisation au sol d'emplacements de stationnement dans le cadre d'un projet de construction ou d'aménagement urbain.

### **Concernant les OUVRAGES, EQUIPEMENTS ET INFRASTRUCTURES :**

#### ***Sont autorisés***

- l'aménagement d'espaces verts (création, nivellement, plantation, etc.),
- les utilisations agricoles traditionnelles : parcs, clôtures, cultures, etc.,
- la réalisation de clôtures,
- les aménagements publics légers tels que le mobilier urbain,
- les travaux relatifs à l'entretien, au maintien en l'état et à la mise en sécurité des équipements et ouvrages techniques nécessaires au fonctionnement des services publics<sup>11</sup>,
- les cimetières.



**Article II.2.c : Autorisations avec prescriptions (voir article II.2.d)**

**Concernant les INTERVENTIONS SUR LES BATIMENTS EXISTANTS (extension, changement de destination, modification, ... ) :**

**Sont autorisés**

- la reconstruction des bâtiments détruits ou démolis sous réserve :
  - de ne pas créer de logements ou d'activités supplémentaires,
  - que l'emprise au sol projetée soit inférieure ou égale à l'emprise au sol démolie,
  - que la surface de plancher projetée soit inférieure ou égale à la surface de plancher démolie,
  - de ne pas augmenter le nombre de niveaux,
  - que le sinistre ne soit pas causé par un aléa effondrement localisé<sup>8</sup>.
- les travaux ayant pour objet de diminuer la vulnérabilité de la construction ou d'augmenter la sécurité des personnes comme le renforcement des fondations,
- les travaux visant à la réduction ou la suppression des aléas,
- les piscines.

**Concernant les OUVRAGES, EQUIPEMENTS ET INFRASTRUCTURES :**

**Sont autorisés**

- les travaux d'aménagements sportifs et d'équipements légers d'animation et de loisirs de plein air ouverts au public sauf en zone d'échauffement de niveau moyen (F). Est également autorisée la création de locaux non habités et strictement nécessaires à ces activités sportives, d'animation et de loisirs tels que sanitaires, vestiaires, locaux à matériels, dans la limite de 100 m<sup>2</sup> d'emprise au sol et de surface de plancher. L'utilisation de ces installations à des fins d'hébergement est interdite,
- les voiries, aires de stationnement,
- la création ou l'extension des équipements et ouvrages techniques nécessaires au fonctionnement des services publics<sup>9</sup>,
- les travaux visant à la réduction ou la suppression des aléas,
- l'exploitation et la création des carrières.

<sup>8</sup>Aléa effondrement localisé lié à des ouvrages débouchant au jour ou effondrement localisé lié à des travaux souterrains

<sup>9</sup>La notion de « équipements et ouvrages techniques nécessaires au fonctionnement des services publics » est définie au paragraphe I.3.c



## Article II.2.d : Prescriptions sur les conditions de réalisation, utilisation et exploitation

**Pour les projets autorisés à l'article II.2.c, sont prescrites les conditions suivantes de réalisation, utilisation, exploitation**

### Afin de limiter la vulnérabilité aux aléas miniers

- les projets devront concevoir et réaliser un raccordement des réseaux intérieurs et extérieurs (énergies, eau potable, assainissement, communications,...) de manière à éviter les ruptures ou les fuites,
- les précipitations et l'infiltration des eaux de surface constituant un facteur fréquent de déclenchement et d'accélération des phénomènes d'effondrement et d'apparition de fontis, les eaux pluviales et usées doivent être évacuées vers un ouvrage hydraulique (caniveau ou fossé mère par exemple) ou un exutoire naturel (vallon) capable d'accepter un débit supplémentaire de manière à éviter toute infiltration dans les périmètres de protection définis autour des puits traités par bouchon autoportant (*P*), dans les zones d'aléa effondrement localisé (lié aux ouvrages débouchant au jour ou lié aux travaux souterrains - *o/O* et *e*) ainsi que dans les zones d'aléa tassement/glissement (*t/g*),  
si cette évacuation n'est pas techniquement possible, le maître d'ouvrage devra:
  - soit réaliser une étude spécifique confiée à un bureau d'étude compétent qui déterminera les conditions d'épandage et de rejet des eaux permettant de ne pas déstabiliser les ouvrages miniers (puits, entrée de descenderie ou galerie), ne pas aggraver l'aléa (absence d'impact) et de ne pas provoquer de nouveaux risques,
  - soit réaliser, lorsque le réseau collectif existe, des travaux visant au rejet des eaux (eaux usées, eaux pluviales, eaux de drainage, eaux de vidange des piscines ou de bassins) dans le réseau collectif.

Le maître d'ouvrage doit veiller à l'assurance d'une maintenance régulière des dispositifs mis en place et à la vérification périodique de leur fonctionnement.

### Pour les implantations de piscine

En cas de fuite, l'apport d'eau provenant du bassin de la piscine peut jouer un rôle pathogène et avoir des conséquences néfastes sur les constructions avoisinantes. En conséquence, une étude devra être réalisée afin de concevoir et réaliser la construction de manière à éviter les ruptures ou les fuites d'eau.

De plus, en zone d'aléa effondrement localisé lié aux travaux souterrains, le respect d'une distance minimale de 5 mètres est prescrit entre toute installation/construction d'une piscine ou d'un bassin d'agrément et tout bâtiment (hors annexe).



---

**Pour les travaux ayant pour objet  
de diminuer la vulnérabilité de la  
construction ou d'augmenter la  
sécurité des personnes**

---

Une étude géotechnique détaillée devra être réalisée au préalable par un bureau d'études afin d'apprécier l'impact des travaux prévus. Quant aux travaux de renforcement, ils devront être préconisés par une étude du bâtiment réalisée par un bureau d'études spécialisé.

---

**Pour les travaux  
visant à la réduction ou  
à la suppression des aléas**

---

Une étude géotechnique détaillée devra être réalisée au préalable par un bureau d'études afin d'apprécier l'impact des travaux prévus.

---

**Pour les projets de création ou  
d'extension de bâtiments autorisés  
à l'article II.2.c (reconstruction...)**

---

**Une étude devra être réalisée dès la conception du projet. L'objectif de l'étude sera de limiter les dommages à la structure vis à vis des aléas retenus au droit du projet par la définition et la mise en œuvre de modalités de construction du bâti (conditions d'implantation et de voisinage, choix de la forme et des dimensions, choix des matériaux, renforcement de la superstructure (murs porteurs et chaînage), renforcement et profondeur d'ancrage des fondations, conception adaptée des éléments secondaires et non structuraux, conception adaptée des réseaux,...).**

**Pour la mise en œuvre des règles de construction, il est recommandé de faire appel à un bureau d'études structure.**

*Les extensions autorisées doivent être désolidarisées du bâtiment existant par un joint de dilatation dont la largeur doit être adaptée aux aléas miniers présents au droit du projet.*

*Ci-dessous, les prescriptions relatives aux aléas présents (identifiés sur les cartes de zonage réglementaire et les cartes d'aléas) au droit du projet de création de bâtiment.*

**Zones d'aléa mouvements de terrain lié aux anciennes exploitations minières (effondrement localisé, affaissement, tassement, glissement)**

Une étude géologique et géotechnique appropriée devra être réalisée dès la conception du projet afin de définir et de mettre en œuvre les modalités de construction du bâti.

Dans la mesure du possible, la stabilité d'ensemble du bâtiment doit répondre à un niveau d'endommagement ne dépassant pas le **niveau N3** (portes coincées et canalisations rompues) tel que défini dans le paragraphe I.3.h du présent règlement.

**Zones d'aléa échauffement (f, F)**

Une étude géologique et géotechnique appropriée devra être réalisée dès la conception du projet afin de définir et de mettre en œuvre les modalités de construction du bâti.

La conception des bâtiments doit tenir compte de la présence de cet aléa. Le pétitionnaire doit donc prendre des précautions particulières et une étude spécifique doit être réalisée.



Cette étude définira les préconisations à mettre en œuvre afin de prendre en compte ce type d'aléa et d'éviter notamment l'oxygénation des couches superficielles de charbon (couches affleurantes sur le terrain). De plus, la construction doit être adaptée à la présence possible de gaz avec une ventilation satisfaisante et un non confinement.

Vis-à-vis de la présence possible d'émanation de gaz, on pourra envisager :

1. la mise en place de dispositif de ventilation de type aspirant (mise en dépression) pour les bâtiments disposant de vide sanitaire ou soubassements non occupés,
2. la mise en place de dispositif de ventilation de type soufflant (mise en surpression) pour les bâtiments avec des espaces habités ou fréquentés sous le niveau du sol (cave, sous-sol par exemple),
3. la mise en surpression (ventilation type soufflante) du premier niveau pour les bâtiments ne disposant pas de vide sanitaire ni d'espaces habités ou fréquentés sous le niveau du sol.

---

**Pour la création ou l'extension  
des ouvrages, équipements et  
infrastructures**

---

**Pour les projets autorisés de construction d'ouvrages (équipements et ouvrages techniques nécessaires au fonctionnement des services publics, aires de stationnement...), une étude géotechnique spécifique devra être réalisée. Celle-ci définira les dispositions constructives garantissant une tenue pérenne, la stabilité de ou des ouvrages et la sécurité des personnes à la survenance des aléas miniers résiduels au droit du projet (identifiés sur les cartes de zonage réglementaire et les cartes d'aléas).**

**Les dispositions techniques définies par l'étude devront être mises en œuvre par le maître d'ouvrage.**

Dans les zones d'échauffement (**f, F**), ces ouvrages ne devront pas être soumis à combustion et ne pas générer une mise en combustion en phase chantier ou en phase d'exploitation,

Les bâtiments créés à l'occasion de la création ou de l'extension des ouvrages, équipements et infrastructures et nécessaires au fonctionnement de ces derniers devront respecter les dispositions relatives aux constructions autorisées prescrites dans la section précédente.



**Pour tous les projets, le maître d'ouvrage prendra toutes les dispositions appropriées aux risques créés par les travaux et les aménagements. Il s'assurera, en particulier, de ne pas endommager les ouvrages miniers, de ne pas aggraver les aléas, les risques et ses effets, de ne pas en provoquer de nouveaux.**

*D'une manière générale, tous les projets autorisés ne doivent pas conduire à fragiliser les bâtiments existants ou à aggraver les dégâts en cas de survenance d'un aléa minier*

### II.3 Dispositions applicables aux projets en Zones **MARRON M**

Les zones **MARRON M** correspondent à des espaces non urbanisés qui sont directement exposés à des aléas de niveau moyen et/ou faible et sont constituées:

- ✓ des zones **M1** exposées au moins à un des aléas suivant:
  - ✓ effondrement localisé lié aux travaux souterrains de niveau faible (e),
  - ✓ échauffement de niveau faible (f).
- ✓ des zones **M2** exposées :
  - ✓ soit à l'aléa affaissement à caractère souple de niveau faible intensité très limitée (@) superposé à au moins un des aléas suivant :
    - tassement de niveau faible (t),
    - glissement de niveau faible (g).
  - ✓ soit à l'aléa affaissement à caractère souple de niveau faible (a) ou moyen (â) éventuellement superposé à un ou plusieurs des aléas suivants :
    - effondrement localisé lié aux travaux souterrains de niveau faible (e),
    - tassement de niveau faible (t),
    - glissement de niveau faible (g),
    - échauffement de niveau faible (f).

*Conformément à l'article R.431-16 du Code de l'Urbanisme, lorsque la construction projetée est subordonnée par le présent plan de prévention des risques à la réalisation d'une étude préalable permettant d'en déterminer les conditions de réalisation, d'utilisation ou d'exploitation, le dossier joint à la demande de permis de construire doit comprendre une attestation établie par le maître d'œuvre du projet (architecte, bureau d'études etc..) ou par un expert agréé certifiant la réalisation de cette étude et constatant que le projet prend en compte ces conditions au stade de la conception.*



### Article II.3.a : Interdictions

**Sont interdits tous les projets nouveaux à l'exception de ceux visés aux articles II.3.b et II.3.c**

**Sont notamment interdits**

- la reconstruction des bâtiments détruits par l'effet d'un aléa effondrement localisé,
- le changement de destination allant dans le sens de l'augmentation de la vulnérabilité d'usage (cf. Définition de la vulnérabilité d'usage lors de changement de destination – paragraphe I.3.a),
- dans les zones d'aléa échauffement (f) l'usage de tous feux (écobuage,...).





### Article II.3.b : Autorisations sans condition

#### **Concernant les CREATIONS DE BATIMENTS NEUFS EX-NIHILO :**

##### **Sont autorisés**

- la création des terrains aménagés de camping et de caravanage, des parcs résidentiels de loisirs, des villages de vacances à hébergement léger, des terrains aménagés destinés à l'accueil des gens du voyage et des parcs d'attraction,
- l'implantation d'habitats légers de loisirs (cf. Définition de la notion d'habitat léger de loisir – paragraphe I.3.g).

#### **Concernant les INTERVENTIONS SUR LES BATIMENTS EXISTANTS (extension, changement de destination, modification, ... ) :**

##### **Sont autorisés**

- l'extension et l'augmentation de la capacité d'accueil des terrains aménagés de camping et de caravanage, des parcs résidentiels de loisirs, des villages de vacances à hébergement léger, des terrains aménagés destinés à l'accueil des gens du voyage et des parcs d'attraction,
- l'implantation d'habitats légers de loisirs (cf. Définition de la notion d'habitat léger de loisir – paragraphe I.3.g),
- les travaux relatifs à l'entretien et au maintien des constructions :
  - les travaux de maintenance (changement de fenêtres, réfection de toiture, mises aux normes...),
  - les travaux d'isolation ou de récupération d'énergie (ex.: panneaux solaires),
  - les travaux destinés à rendre accessibles les constructions aux personnes handicapées,
  - les modifications d'aspect des bâtiments existants.
- les changements de destination sans augmentation de la vulnérabilité d'usage (cf. Définition de la vulnérabilité d'usage lors de changement de destination – paragraphe I.3.a),
- les extensions hors annexes limités à 20 m<sup>2</sup> de surface de plancher et d'emprise au sol (cette augmentation de surface de 20 m<sup>2</sup> n'est autorisée qu'une seule fois à compter de la date d'approbation du présent PPR et ne doit pas conduire à la transformation d'un logement en plusieurs logements),



**- les modifications suivantes des constructions existantes. Ces modifications ne doivent pas conduire à une augmentation cumulée de plus de 20 m<sup>2</sup> de surface de plancher et d'emprise au sol (cette augmentation de surface n'est autorisée qu'une seule fois à compter de la date d'approbation du présent PPR et ne doit pas conduire à la transformation d'un logement en plusieurs logements) :**

- les travaux de réhabilitation des bâtiments existants visant à apporter des éléments de confort,
- la construction d'annexes<sup>10</sup> non habitables disjointes du bâtiment principal,
- l'aménagement des combles,
- les changements d'affectation<sup>11</sup>.

- les terrasses désolidarisées des autres constructions,
- la création de serres et de tunnels / bi-tunnels agricoles,
- les travaux de démolition de constructions existantes,
- les aménagements temporaires, démontables ou mobiles nécessaires à l'organisation de manifestations évenementielles temporaires,
- la création de structures ouvertes (auvents, préaux, halles publiques, ombrières photovoltaïques, manèges équestres, etc.) à condition qu'elles soient ouvertes sur au moins 75 % de leur périmètre,
- la matérialisation au sol d'emplacements de stationnement dans le cadre d'un projet de construction ou d'aménagement urbain.

### **Concernant les OUVRAGES, EQUIPEMENTS ET INFRASTRUCTURES :**

#### **Sont autorisés**

- l'aménagement d'espaces verts (création, nivellement, plantation, etc.),
- les utilisations agricoles traditionnelles : parcs, clôtures, cultures, etc.,
- la réalisation de clôtures,
- les aménagements publics légers tels que le mobilier urbain,
- les travaux relatifs à l'entretien, au maintien en l'état et à la mise en sécurité des équipements et ouvrages techniques nécessaires au fonctionnement des services publics<sup>16</sup>,
- les cimetières.

<sup>10</sup> La notion de « constructions annexes » est définie au paragraphe I.3.e

<sup>11</sup> La notion de « changement d'affectation » est définie au paragraphe I.3.b



**Article II.3.c : Autorisations avec prescriptions (voir article II.3.d)**

**Concernant les CREATIONS DE BATIMENTS NEUFS EX-NIHILO :**

**Sont autorisés**

- la création des constructions liées et nécessaires aux exploitations agricoles, piscicoles ou forestières,
- les piscines.

**Concernant les INTERVENTIONS SUR LES BATIMENTS EXISTANTS (extension, changement de destination, modification, ... ) :**

**Sont autorisés**

- les extensions des constructions liées et nécessaires aux exploitations agricoles, piscicoles ou forestières,
- la reconstruction des bâtiments détruits ou démolis sous réserve :
  - de ne pas créer de logements ou d'activités supplémentaires,
  - que l'emprise au sol projetée soit inférieure ou égale à l'emprise au sol démolie,
  - que la surface de plancher projetée soit inférieure ou égale à la surface de plancher démolie,
  - de ne pas augmenter le nombre de niveaux,
  - que le sinistre ne soit pas causé par un aléa effondrement localisé<sup>12</sup>,
- les travaux ayant pour objet de diminuer la vulnérabilité de la construction ou d'augmenter la sécurité des personnes comme le renforcement des fondations,
- les travaux visant à la réduction ou la suppression des aléas,
- les piscines.

**Concernant les OUVRAGES, EQUIPEMENTS ET INFRASTRUCTURES :**

**Sont autorisés**

- les travaux d'aménagements sportifs et d'équipements légers d'animation et de loisirs de plein air ouverts au public. Est également autorisée la création de locaux non habités et strictement nécessaires à ces activités sportives, d'animation et de loisirs

---

<sup>12</sup>Aléa effondrement localisé lié à des ouvrages débouchant au jour ou effondrement localisé lié à des travaux souterrains



tels que sanitaires, vestiaires, locaux à matériels, dans la limite de 100 m<sup>2</sup> d'emprise au sol et de surface de plancher. L'utilisation de ces installations à des fins d'hébergement est interdite,

- les voiries, aires de stationnement,
- la création ou l'extension des équipements et ouvrages techniques nécessaires au fonctionnement des services publics<sup>13</sup>,
- les travaux visant à la réduction ou la suppression des aléas,
- l'exploitation et la création des carrières.

---

<sup>13</sup> La notion de « équipements et ouvrages techniques nécessaires au fonctionnement des services publics » est définie au paragraphe I.3.c



### Article II.3.d : Prescriptions sur les conditions de réalisation, utilisation et exploitation

**Pour les projets autorisés à l'article II.3.c, sont prescrites les conditions suivantes de réalisation, utilisation, exploitation**

#### *Afin de limiter la vulnérabilité aux aléas miniers*

- les projets devront concevoir et réaliser un raccordement des réseaux intérieurs et extérieurs (énergies, eau potable, assainissement, communications,...) de manière à éviter les ruptures ou les fuites,
- les précipitations et l'infiltration des eaux de surface constituant un facteur fréquent de déclenchement et d'accélération des phénomènes d'effondrement et d'apparition de fontis, les eaux pluviales et usées doivent être évacuées vers un ouvrage hydraulique (caniveau ou fossé mère par exemple) ou un exutoire naturel (vallon) capable d'accepter un débit supplémentaire de manière à éviter toute infiltration dans les périmètres de protection définis autour des puits traités par bouchon autoportant (*P*), dans les zones d'aléa effondrement localisé (lié aux ouvrages débouchant au jour ou lié aux travaux souterrains - *o/O* et *e*) ainsi que dans les zones d'aléa tassement/glissement (*t/g*),

si cette évacuation n'est pas techniquement possible, le maître d'ouvrage devra:

- soit réaliser une étude spécifique confiée à un bureau d'étude compétent qui déterminera les conditions d'épandage et de rejet des eaux permettant de ne pas déstabiliser les ouvrages miniers (puits, entrée de descenderie ou galerie), ne pas aggraver l'aléa (absence d'impact) et de ne pas provoquer de nouveaux risques,
- soit réaliser, lorsque le réseau collectif existe, des travaux visant au rejet des eaux (eaux usées, eaux pluviales, eaux de drainage, eaux de vidange des piscines ou de bassins) dans le réseau collectif.

Le maître d'ouvrage doit veiller à l'assurance d'une maintenance régulière des dispositifs mis en place et à la vérification périodique de leur fonctionnement.

#### Pour les implantations de piscine

En cas de fuite, l'apport d'eau provenant du bassin de la piscine peut jouer un rôle pathogène et avoir des conséquences néfastes sur les constructions avoisinantes. En conséquence, une étude devra être réalisée afin de concevoir et réaliser la construction de manière à éviter les ruptures ou les fuites d'eau.

De plus, en zone d'aléa effondrement localisé lié aux travaux souterrains, le respect d'une distance minimale de 5 mètres est prescrit entre toute installation/construction d'une piscine ou d'un bassin d'agrément et tout bâtiment (hors annexe).



---

**Pour les travaux ayant pour objet  
de diminuer la vulnérabilité de la  
construction ou d'augmenter la  
sécurité des personnes**

---

Une étude géotechnique détaillée devra être réalisée au préalable par un bureau d'études afin d'apprécier l'impact des travaux prévus. Quant aux travaux de renforcement, ils devront être préconisés par une étude du bâtiment réalisée par un bureau d'études spécialisé.

---

**Pour les travaux  
visant à la réduction ou  
à la suppression des aléas**

---

Une étude géotechnique détaillée devra être réalisée au préalable par un bureau d'études afin d'apprécier l'impact des travaux prévus.

---

**Pour les projets de création ou  
d'extension de bâtiments autorisés  
à l'article II.3.c (reconstruction,  
constructions liées et nécessaires  
aux exploitations agricoles,  
piscicoles ou forestières...)**

---

**Une étude doit être réalisée dès la conception du projet. L'objectif de l'étude sera de définir et de mettre en œuvre les modalités de construction du bâti. Le projet doit respecter les objectifs de performance à atteindre suivant les aléas identifiés au droit de ce dernier. Ces objectifs sont énoncés par type et niveau d'aléa dans les paragraphes ci-après.**

**Pour la mise en œuvre des règles de construction, il est recommandé de faire appel à un bureau d'études structure.**

*Les extensions autorisées doivent être désolidarisées du bâtiment existant par un joint de dilatation dont la largeur doit être adaptée aux aléas miniers présents au droit du projet.*

*Ci-dessous, les prescriptions relatives aux aléas présents (identifiés sur les cartes de zonage réglementaire et les cartes d'aléas) au droit du projet de création de bâtiment.*

### **Zones d'aléa effondrement localisé lié à des travaux souterrains de niveau faible (e)**

Une étude géologique et géotechnique appropriée devra être réalisée dès la conception du projet afin de définir et de mettre en œuvre les modalités de construction du bâti.

Les objectifs de performance cités ci-dessous doivent être respectés par la définition (par l'étude) et la mise en œuvre de règles particulières de construction portant à la fois sur le gabarit des constructions et sur l'utilisation de techniques particulières de renforcement notamment :

- conditions d'implantation et de voisinage,
- choix de la forme et des dimensions,
- choix des matériaux,
- renforcement de la superstructure (murs porteurs et chaînage),



- renforcement et profondeur d'ancrage des fondations,
- conception adaptée des éléments secondaires et non structuraux,
- conception adaptée des réseaux.

Ces prescriptions concernent directement la stabilité et la tenue du clos et du couvert des constructions.

**Niveau de performance à respecter :**

La stabilité d'ensemble du bâtiment doit répondre à un niveau d'endommagement ne dépassant pas le **niveau N3** (portes coincées et canalisations rompues) tel que défini dans le paragraphe I.3.h du présent règlement pour la survenance d'un fontis d'un diamètre maximum de 5 mètres

Les porteurs de projets et leurs bureaux d'études pourront se référer pour le choix de dispositions constructives adaptées aux aléas miniers au guide d'aide à la décision réalisé par le CSTB relatif à l'aléa de type fontis :

« *Guide de dispositions constructives pour le bâti neuf situé en zone d'aléa de type fontis – CSTB – septembre 2011* »

Ce guide est téléchargeable sur le site Internet des services de l'État dans le département des Bouches-du-Rhône à l'adresse suivante :

<http://www.bouches-du-rhone.gouv.fr/Politiques-publiques/Environnement-risques-naturels-et-technologiques/La-prevention/Porter-a-connaissance-du-risque-minier>

**Zones d'aléa affaissement à caractère souple (@, a, â)**

Une étude géologique et géotechnique appropriée devra être réalisée dès la conception du projet afin de définir et de mettre en œuvre les modalités de construction du bâti.

Les objectifs de performance cités ci-dessous doivent être respectés par la définition (par l'étude) et la mise en œuvre de règles particulières de construction portant à la fois sur le gabarit des constructions et sur l'utilisation de techniques particulières de renforcement notamment :

- conditions d'implantation et de voisinage,
- choix de la forme et des dimensions,
- mise en place de joints d'affaissement,
- choix des matériaux,
- renforcement de la superstructure (murs porteurs et chaînage),
- renforcement et profondeur d'ancrage des fondations,
- conception adaptée des éléments secondaires et non structuraux,
- conception adaptée des réseaux (énergies, eau potable, assainissement, communications,...) de manière à éviter les ruptures ou les fuites.

Ces prescriptions concernent directement la stabilité et la tenue du clos et du couvert des constructions.



**Niveau de performance à respecter pour la zone M2 :**

La stabilité d'ensemble du bâtiment doit répondre à un niveau d'endommagement ne dépassant pas le **niveau N3** (fissures d'aspect) tel que défini dans le paragraphe I.3.h du présent règlement pour la survenance de la mise en pente indiquée sur la carte 4-3 intitulée « Carte de mise en pente - aléa affaissement »

Pour connaître le niveau d'aléa, se reporter à la carte 4.1 des aléas miniers.

Les porteurs de projets et leurs bureaux d'études pourront se référer pour le choix de dispositions constructives adaptées aux aléas miniers au guide d'aide à la décision réalisé par le CSTB relatif à l'aléa de type affaissement :

« *Guide de dispositions constructives pour le bâti neuf situé en zone d'aléa de type affaissement progressif – CSTB – octobre 2004* »

Ce guide est téléchargeable sur le site Internet des services de l'État dans le département des Bouches-du-Rhône à l'adresse suivante :

<http://www.bouches-du-rhone.gouv.fr/Politiques-publiques/Environnement-risques-naturels-et-technologiques/La-prevention/Porter-a-connaissance-du-risque-minier>

---

Pour l'aléa affaissement de niveau faible intensité très limitée, les objectifs de performance sont déjà en partie traduits pour une construction type à usage de maison individuelle dans des dispositions forfaitaires simplifiées figurant au paragraphe V.1.

---

---

Dans les zones d'aléa affaissement à caractère souple de niveau faible (hors intensité très limitée) et moyen qui se superposent aux zones réglementaires du PPR retrait gonflement des argiles approuvé de la commune, ces dispositions liées au risque minier établies par les porteurs de projets et leurs bureaux doivent être adaptées afin de prendre en compte cet aléa retrait gonflement des argiles en intégrant/ajoutant les dispositions constructives définies au paragraphe V.2 du présent règlement

---

**Zones d'aléa tassement (t)**

Le porteur de projet devra réaliser une étude géologique et géotechnique afin d'évaluer la profondeur du dépôt, de définir les principes constructifs adaptés et d'éviter toute oxygénation des éventuels résidus de charbon présents dans les dépôts. La structure de la construction devra être conçue de manière à ce que les fondations reposent sur le terrain naturel capable de les supporter. L'étude de conception G2<sup>14</sup> au sens de la norme NF-P 94-500 sera considérée comme un minimum. Elle sera si nécessaire accompagnée des missions géotechniques suivantes.

Les dispositions techniques définies par l'étude devront être mises en œuvre par le maître d'ouvrage.

**Niveau de performance à respecter :**

La stabilité d'ensemble du bâtiment doit répondre à un niveau d'endommagement ne dépassant pas le **niveau N3** (portes coincées et canalisations rompues) tel que défini dans le paragraphe I.3.h du présent règlement.

---

<sup>14</sup> ou de niveau équivalent en cas de modification des normes en vigueur





### Zones d'aléa glissement (g)

Une étude géologique et géotechnique appropriée de type G2<sup>14</sup> minimum au sens de la norme NF-P 94-500 (elle sera si nécessaire accompagnée des missions géotechniques suivantes) devra apporter la preuve que le terrain peut supporter les travaux, installations, ouvrages ou constructions envisagés, sans être exposé à un risque de glissement et sans aggraver les risques pour les tiers et sur les parcelles environnantes.

Cette étude consistera en:

- une reconnaissance des terrains adaptée à la problématique des glissements,
- la définition de dispositions techniques (parades, gestion des eaux...) ainsi que la détermination des modalités d'entretien et de maintenance, par un bureau d'études spécialisé afin de garantir la sécurité du projet vis-à-vis des risques d'instabilité des talus (glissements de terrain). Le maître d'ouvrage doit veiller à l'assurance d'une maintenance régulière de son système de protection et à la vérification périodique de sa pérennité,
- la définition des modalités de construction du bâti par le bureau d'études.

Les dispositions techniques définies par l'étude devront être mises en œuvre par le maître d'ouvrage.

#### Niveau de performance à respecter :

La stabilité d'ensemble du bâtiment doit répondre à un niveau d'endommagement ne dépassant pas le **niveau N3** (portes coincées et canalisations rompues) tel que défini dans le paragraphe I.3.h du présent règlement.

### Zones d'aléa échauffement (f)

Le pétitionnaire doit prendre des précautions particulières et une étude spécifique prenant en compte cet aléa dès la conception doit être réalisée.

Cette étude définira les préconisations à mettre en œuvre afin de prendre en compte ce type d'aléa et d'éviter notamment l'oxygénation des couches superficielles de charbon (couches affleurantes sur le terrain). De plus, la construction doit être adaptée à la présence possible de gaz avec une ventilation satisfaisante et un non confinement.

Vis-à-vis de la présence possible d'émanation de gaz, on pourra envisager :

1. la mise en place de dispositif de ventilation de type aspirant (mise en dépression) pour les bâtiments disposant de vide sanitaire ou soubassements non occupés,
2. la mise en place de dispositif de ventilation de type soufflant (mise en surpression) pour les bâtiments avec des espaces habités ou fréquentés sous le niveau du sol (cave, sous-sol par exemple),
3. la mise en surpression (ventilation type soufflante) du premier niveau pour les bâtiments ne disposant pas de vide sanitaire ni d'espaces habités ou fréquentés sous le niveau du sol.



---

**Pour la création ou l'extension  
des ouvrages, équipements et  
infrastructures**

---

**Pour les projets autorisés de construction d'ouvrages (équipements et ouvrages techniques nécessaires au fonctionnement des services publics, aires de stationnement...), une étude géotechnique spécifique devra être réalisée. Celle-ci définira les dispositions constructives garantissant une tenue pérenne, la stabilité de ou des ouvrages et la sécurité des personnes à la survenance des aléas miniers résiduels au droit du projet (Identifiés sur les cartes de zonage réglementaire et les cartes d'aléas).**

**Les dispositions techniques définies par l'étude devront être mises en œuvre par le maître d'ouvrage.**

Dans les zones d'échauffement (f), ces ouvrages ne devront pas être soumis à combustion et ne pas générer une mise en combustion en phase chantier ou en phase d'exploitation,

Les bâtiments créés à l'occasion de la création ou de l'extension d'ouvrages et nécessaires au fonctionnement de ces derniers devront respecter les dispositions relatives aux constructions autorisées prescrites dans la section précédente.



**Pour tous les projets, le maître d'ouvrage prendra toutes les dispositions appropriées aux risques créés par les travaux et les aménagements. Il s'assurera, en particulier, de ne pas endommager les ouvrages miniers, de ne pas aggraver les aléas, les risques et ses effets, de ne pas en provoquer de nouveaux.**

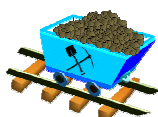
*D'une manière générale, tous les projets autorisés ne doivent pas conduire à fragiliser les bâtiments existants ou à aggraver les dégâts en cas de survenance d'un aléa minier*

## II.4 Dispositions applicables aux projets en Zones **BLEU B**

Les zones **BLEU B** correspondent à des espaces urbanisés qui sont directement exposés à des aléas de niveau moyen et/ou faible et sont constituées:

- ✓ des zones **B** exposées :
  - ✓ soit à l'aléa affaissement à caractère souple de niveau faible intensité très limitée (@) superposé à au moins un des aléas suivant :
    - effondrement localisé lié aux travaux souterrains de niveau faible (e),
    - tassement de niveau faible (t),
    - glissement de niveau faible (g).
  - ✓ soit à l'aléa affaissement à caractère souple de niveau faible (a) éventuellement superposé à un ou plusieurs des aléas suivants :
    - effondrement localisé lié aux travaux souterrains de niveau faible (e),
    - tassement de niveau faible (t),
    - glissement de niveau faible (g).

*Conformément à l'article R.431-16 du Code de l'Urbanisme, lorsque la construction projetée est subordonnée par le présent plan de prévention des risques à la réalisation d'une étude préalable permettant d'en déterminer les conditions de réalisation, d'utilisation ou d'exploitation, le dossier joint à la demande de permis de construire doit comprendre une attestation établie par le maître d'œuvre du projet (architecte, bureau d'études etc..) ou par un expert agréé certifiant la réalisation de cette étude et constatant que le projet prend en compte ces conditions au stade de la conception.*



## Article II.4.a : Interdictions

### Sont interdits

- les établissements stratégiques sauf en cas d'impossibilité d'implantation alternative en dehors de la zone **BLEU**.

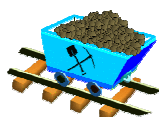


## Article II.4.b : Autorisations sans condition

**Sont autorisés sans condition dans toutes les zones B tous les projets nouveaux à l'exception de ceux visés aux articles II.4.a et II.4.c**

### Sont notamment autorisés sans condition

- les extensions du bâti existant de moins de 20 m<sup>2</sup> de surface de plancher ou d'emprise ou sol - la mise en place d'un joint de dilatation est prescrite - (L'affranchissement aux prescriptions particulières visés à l'article II.4.d n'est autorisé qu'une seule fois par unité foncière à compter de la date d'approbation du présent PPR),
- la création ainsi que l'extension et l'augmentation de la capacité d'accueil des terrains aménagés de camping et de caravanage, des parcs résidentiels de loisirs, des villages de vacances à hébergement léger, des terrains aménagés destinés à l'accueil des gens du voyage et des parcs d'attraction,
- les changements de destination,
- la création de serres et de tunnels / bi-tunnels agricoles,
- les travaux de démolition,
- les travaux relatifs à l'entretien, au maintien en l'état et à la mise en sécurité des équipements et ouvrages techniques nécessaires au fonctionnement des services publics<sup>19</sup>.



### Article II.4.c : Autorisations avec prescriptions (voir article II.4.d)

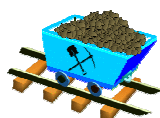
#### Sont autorisés avec prescriptions dans toutes les zones B les projets nouveaux suivants :

- la création et l'extension de locaux de logement, d'activités, de stockage,
- la création et l'extension d'établissements sensibles,
- la création d'établissements stratégiques si impossibilité d'implantation alternative en dehors de la zone **BLEU**;
- l'extension d'établissements stratégiques,
- la reconstruction sous réserve que le sinistre ne soit pas causé par un aléa effondrement localisé<sup>15</sup>,
- les travaux ayant pour objet de diminuer la vulnérabilité de la construction ou d'augmenter la sécurité des personnes comme le renforcement des fondations,
- la création ou l'extension des équipements et ouvrages techniques nécessaires au fonctionnement des services publics<sup>16</sup>,
- les voiries, aires de stationnement,
- les travaux visant à la réduction ou la suppression des aléas,
- les piscines,
- l'exploitation et la création des carrières.

---

<sup>15</sup>Aléa effondrement localisé lié à des ouvrages débouchant au jour ou effondrement localisé lié à des travaux souterrains

<sup>16</sup>La notion de « équipements et ouvrages techniques nécessaires au fonctionnement des services publics » est définie au paragraphe I.3.c



## Article II.4.d : Prescriptions sur les conditions de réalisation, utilisation et exploitation

**Pour les projets autorisés à l'article II.4.c, sont prescrites les conditions suivantes de réalisation, utilisation, exploitation**

### **Afin de limiter la vulnérabilité aux aléas miniers**

- les projets devront concevoir et réaliser un raccordement des réseaux intérieurs et extérieurs (énergies, eau potable, assainissement, communications,...) de manière à éviter les ruptures ou les fuites,
- les précipitations et l'infiltration des eaux de surface constituant un facteur fréquent de déclenchement et d'accélération des phénomènes d'effondrement et d'apparition de fontis, les eaux pluviales et usées doivent être évacuées vers un ouvrage hydraulique (caniveau ou fossé mère par exemple) ou un exutoire naturel (vallon) capable d'accepter un débit supplémentaire de manière à éviter toute infiltration dans les périmètres de protection définis autour des puits traités par bouchon autoportant (*P*), dans les zones d'aléa effondrement localisé (lié aux ouvrages débouchant au jour ou lié aux travaux souterrains - *o/O* et *e*) ainsi que dans les zones d'aléa tassement/glissement (*t/g*),

si cette évacuation n'est pas techniquement possible, le maître d'ouvrage devra:

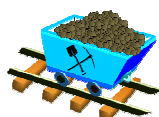
- soit réaliser une étude spécifique confiée à un bureau d'étude compétent qui déterminera les conditions d'épandage et de rejet des eaux permettant de ne pas déstabiliser les ouvrages miniers (puits, entrée de descenderie ou galerie), ne pas aggraver l'aléa (absence d'impact) et de ne pas provoquer de nouveaux risques,
- soit réaliser, lorsque le réseau collectif existe, des travaux visant au rejet des eaux (eaux usées, eaux pluviales, eaux de drainage, eaux de vidange des piscines ou de bassins) dans le réseau collectif.

Le maître d'ouvrage doit veiller à l'assurance d'une maintenance régulière des dispositifs mis en place et à la vérification périodique de leur fonctionnement.

### **Pour les implantations de piscine**

En cas de fuite, l'apport d'eau provenant du bassin de la piscine peut jouer un rôle pathogène et avoir des conséquences néfastes sur les constructions avoisinantes. En conséquence, une étude devra être réalisée afin de concevoir et réaliser la construction de manière à éviter les ruptures ou les fuites d'eau.

De plus, en zone d'aléa effondrement localisé lié aux travaux souterrains, le respect d'une distance minimale de 5 mètres est prescrit entre toute installation/construction d'une piscine ou d'un bassin d'agrément et tout bâtiment (hors annexe).



---

**Pour les travaux ayant pour objet  
de diminuer la vulnérabilité de la  
construction ou d'augmenter la  
sécurité des personnes**

---

Une étude géotechnique détaillée devra être réalisée au préalable par un bureau d'études afin d'apprécier l'impact des travaux prévus. Quant aux travaux de renforcement, ils devront être préconisés par une étude du bâtiment réalisée par un bureau d'études spécialisé.

---

**Pour les travaux  
visant à la réduction ou  
à la suppression des aléas**

---

Une étude géotechnique détaillée devra être réalisée au préalable par un bureau d'études afin d'apprécier l'impact des travaux prévus.

---

**Pour les projets de création ou  
d'extension de bâtiments autorisés  
à l'article II.4.c**

---

**Une étude doit être réalisée dès la conception du projet. L'objectif de l'étude sera de définir et de mettre en œuvre les modalités de construction du bâti. Le projet doit respecter les objectifs de performance à atteindre suivant les aléas identifiés au droit de ce dernier. Ces objectifs sont énoncés par type et niveau d'aléa dans les paragraphes ci-après.**

**Pour la mise en œuvre des règles de construction, il est recommandé de faire appel à un bureau d'études structure.**

*Les extensions autorisées doivent être désolidarisées du bâtiment existant par un joint de dilatation dont la largeur doit être adaptée aux aléas miniers présents au droit du projet.*

*Ci-dessous, les prescriptions relatives aux aléas présents (identifiés sur les cartes de zonage réglementaire et les cartes d'aléas) au droit du projet de création de bâtiment.*

#### **Zones d'aléa effondrement localisé lié à des travaux souterrains de niveau faible (e)**

Une étude géologique et géotechnique appropriée devra être réalisée dès la conception du projet afin de définir et de mettre en œuvre les modalités de construction du bâti.

Les objectifs de performance cités ci-dessous doivent être respectés par la définition (par l'étude) et la mise en œuvre de règles particulières de construction portant à la fois sur le gabarit des constructions et sur l'utilisation de techniques particulières de renforcement notamment :

- conditions d'implantation et de voisinage,
- choix de la forme et des dimensions,
- choix des matériaux,
- renforcement de la superstructure (murs porteurs et chaînage),
- renforcement et profondeur d'ancrage des fondations,
- conception adaptée des éléments secondaires et non structuraux,





- conception adaptée des réseaux.

Ces prescriptions concernent directement la stabilité et la tenue du clos et du couvert des constructions.

#### **Niveau de performance à respecter :**

La stabilité d'ensemble du bâtiment doit répondre à un niveau d'endommagement ne dépassant pas le **niveau N3** (portes coincées et canalisations rompues) tel que défini dans le paragraphe I.3.h du présent règlement pour la survenance d'un fontis d'un diamètre maximum de 5 mètres

Les porteurs de projets et leurs bureaux d'études pourront se référer pour le choix de dispositions constructives adaptées aux aléas miniers au guide d'aide à la décision réalisé par le CSTB relatif à l'aléa de type fontis :

« *Guide de dispositions constructives pour le bâti neuf situé en zone d'aléa de type fontis – CSTB – septembre 2011* »

Ce guide est téléchargeable sur le site Internet des services de l'État dans le département des Bouches-du-Rhône à l'adresse suivante :

<http://www.bouches-du-rhone.gouv.fr/Politiques-publiques/Environnement-risques-naturels-et-technologiques/La-prevention/Porter-a-connaissance-du-risque-minier>

#### **Zones d'aléa affaissement à caractère souple (@, a)**

Une étude géologique et géotechnique appropriée devra être réalisée dès la conception du projet afin de définir et de mettre en œuvre les modalités de construction du bâti.

Les objectifs de performance cités ci-dessous doivent être atteints par la définition (par l'étude) et la mise en œuvre de règles particulières de construction portant à la fois sur le gabarit des constructions et sur l'utilisation de techniques particulières de renforcement notamment :

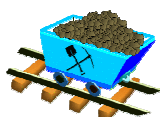
- conditions d'implantation et de voisinage,
- choix de la forme et des dimensions,
- mise en place de joints d'affaissement,
- choix des matériaux,
- renforcement de la superstructure (murs porteurs et chaînage),
- renforcement et profondeur d'ancrage des fondations,
- conception adaptée des éléments secondaires et non structuraux,
- conception adaptée des réseaux (énergies, eau potable, assainissement, communications,...) de manière à éviter les ruptures ou les fuites.

Ces prescriptions concernent directement la stabilité et la tenue du clos et du couvert des constructions.

#### **Niveau de performance à respecter pour la zone **B**:**

La stabilité d'ensemble du bâtiment doit répondre à un niveau d'endommagement ne dépassant pas le **niveau N3** (portes coincées et canalisations rompues tel que défini dans le paragraphe I.3.h du présent règlement pour la survenance de la mise en pente indiquée sur la carte 4-3 intitulée « Carte de mise en pente - aléa affaissement »

Pour connaître le niveau d'aléa, se reporter à la carte 4.1 des aléas miniers.



Les porteurs de projets et leurs bureaux d'études pourront se référer pour le choix de dispositions constructives adaptées aux aléas miniers au guide d'aide à la décision réalisé par le CSTB relatif à l'aléa de type affaissement :

« *Guide de dispositions constructives pour le bâti neuf situé en zone d'aléa de type affaissement progressif – CSTB – octobre 2004* »

Ce guide est téléchargeable sur le site Internet des services de l'État dans le département des Bouches-du-Rhône à l'adresse suivante :

<http://www.bouches-du-rhone.gouv.fr/Politiques-publiques/Environnement-risques-naturels-et-technologiques/La-prevention/Porter-a-connaissance-du-risque-minier>

---

Pour l'aléa affaissement de niveau faible intensité très limitée, les objectifs de performance sont déjà en partie traduits pour une construction type à usage de maison individuelle dans des dispositions forfaitaires simplifiées figurant au paragraphe V.1.

---

---

Dans les zones d'aléa affaissement à caractère souple de niveau faible (hors intensité très limitée) qui se superposent aux zones réglementaires du PPR retrait gonflement des argiles approuvé de la commune, ces dispositions liées au risque minier établies par les porteurs de projets et leurs bureaux doivent être adaptées afin de prendre en compte cet aléa retrait gonflement des argiles en intégrant/ajoutant les dispositions constructives définies au paragraphe V.2 du présent règlement

---

### Zones d'aléa tassement (t)

Le porteur de projet devra réaliser une étude géologique et géotechnique afin d'évaluer la profondeur du dépôt, de définir les principes constructifs adaptés et d'éviter toute oxygénation des éventuels résidus de charbon présents dans les dépôts. La structure de la construction devra être conçue de manière à ce que les fondations reposent sur le terrain naturel capable de les supporter. L'étude de conception G2<sup>17</sup> au sens de la norme NF-P 94-500 sera considérée comme un minimum. Elle sera si nécessaire accompagnée des missions géotechniques suivantes.

Les dispositions techniques définies par l'étude devront être mises en œuvre par le maître d'ouvrage.

#### Niveau de performance à respecter :

La stabilité d'ensemble du bâtiment doit répondre à un niveau d'endommagement ne dépassant pas le **niveau N3** (portes coincées et canalisations rompues) tel que défini dans le paragraphe I.3.h du présent règlement.

### Zones d'aléa glissement (g)

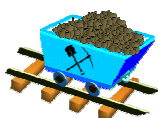
Une étude géologique et géotechnique appropriée de type G2<sup>14</sup> minimum au sens de la norme NF-P 94-500 (elle sera si nécessaire accompagnée des missions géotechniques suivantes) devra apporter la preuve que le terrain peut supporter les travaux, installations, ouvrages ou constructions envisagés, sans être exposé à un risque de glissement et sans aggraver les risques pour les tiers et sur les parcelles environnantes.

Cette étude consistera en:

- une reconnaissance des terrains adaptée à la problématique des glissements,

---

<sup>17</sup> Ou de niveau équivalent en cas de modification des normes en vigueur



- la définition de dispositions techniques (parades, gestion des eaux...) ainsi que la détermination des modalités d'entretien et de maintenance, par un bureau d'études spécialisé afin de garantir la sécurité du projet vis-à-vis des risques d'instabilité des talus (glissements de terrain). Le maître d'ouvrage doit veiller à l'assurance d'une maintenance régulière de son système de protection et à la vérification périodique de sa pérennité,
- la définition des modalités de construction du bâti par le bureau d'études.

Les dispositions techniques définies par l'étude devront être mises en œuvre par le maître d'ouvrage.

**Niveau de performance à respecter :**

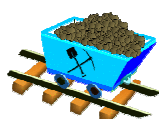
La stabilité d'ensemble du bâtiment doit répondre à un niveau d'endommagement ne dépassant pas le **niveau N3** (portes coincées et canalisations rompues) tel que défini dans le paragraphe I.3.h du présent règlement.

**Pour la création ou l'extension  
des ouvrages, équipements et  
infrastructures**

**Pour les projets autorisés de construction d'ouvrages (équipements et ouvrages techniques nécessaires au fonctionnement des services publics, aires de stationnement...), une étude géotechnique spécifique devra être réalisée. Celle-ci définira les dispositions constructives garantissant une tenue pérenne, la stabilité de ou des ouvrages et la sécurité des personnes à la survenance des aléas miniers au droit du projet (identifiés sur les cartes de zonage réglementaire et les cartes d'aléas).**

**Les dispositions techniques définies par l'étude devront être mises en œuvre par le maître d'ouvrage.**

Les bâtiments créés à l'occasion de la création ou de l'extension d'ouvrages et nécessaires au fonctionnement de ces derniers devront respecter les dispositions relatives aux constructions autorisées prescrites dans la section précédente.





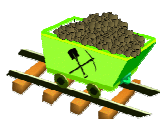
**Pour tous les projets, le maître d'ouvrage prendra toutes les dispositions appropriées aux risques créés par les travaux et les aménagements. Il s'assurera, en particulier, de ne pas endommager les ouvrages miniers, de ne pas aggraver les aléas, les risques et ses effets, de ne pas en provoquer de nouveaux.**

*D'une manière générale, tous les projets autorisés ne doivent pas conduire à fragiliser les bâtiments existants ou à aggraver les dégâts en cas de survenance d'un aléa minier*

## **II.5 Dispositions applicables aux projets en Zones **VERT Ve****

Les zones **VERT Ve** correspondent à des espaces urbanisés ou non, exposés à un aléa affaissement minier de niveau faible intensité très limitée (@).

*Conformément à l'article R.431-16 du Code de l'Urbanisme, lorsque la construction projetée est subordonnée par le présent plan de prévention des risques à la réalisation d'une étude préalable permettant d'en déterminer les conditions de réalisation, d'utilisation ou d'exploitation, le dossier joint à la demande de permis de construire doit comprendre une attestation établie par le maître d'œuvre du projet (architecte, bureau d'études etc..) ou par un expert agréé certifiant la réalisation de cette étude et constatant que le projet prend en compte ces conditions au stade de la conception.*

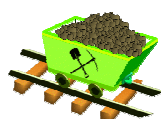


## Article II.5.a : Autorisations sans condition

**Sont autorisés sans condition dans toutes les zones Ve tous les projets nouveaux à l'exception de ceux visés aux articles II.5.b**

### *Sont notamment autorisés sans condition*

- les extensions du bâti existant de moins de 20 m<sup>2</sup> de surface de plancher ou d'emprise ou sol - la mise en place d'un joint de dilatation est prescrite - (L'affranchissement aux prescriptions particulières visés à l'article II.4.d n'est autorisé qu'une seule fois par unité foncière à compter de la date d'approbation du présent PPR),
- la création ainsi que l'extension et l'augmentation de la capacité d'accueil des terrains aménagés de camping et de caravanage, des parcs résidentiels de loisirs, des villages de vacances à hébergement léger, des terrains aménagés destinés à l'accueil des gens du voyage et des parcs d'attraction,
- les changements de destination,
- la création de serres et de tunnels / bi-tunnels agricoles,
- les travaux de démolition,
- les travaux relatifs à l'entretien, au maintien en l'état et à la mise en sécurité des équipements et ouvrages techniques nécessaires au fonctionnement des services publics<sup>22</sup>,
- les piscines.



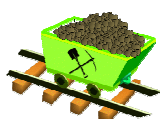
## Article II.5.b : Autorisations avec prescriptions

- la création et l'extension de locaux de logement, d'activités, de stockage,
- la création et l'extension d'établissements sensibles,
- la création et l'extension d'établissements stratégiques,
- la reconstruction sous réserve que le sinistre ne soit pas causé par un aléa effondrement localisé<sup>18</sup>,
- les travaux ayant pour objet de diminuer la vulnérabilité de la construction ou d'augmenter la sécurité des personnes comme le renforcement des fondations,
- la création ou l'extension des équipements et ouvrages techniques nécessaires au fonctionnement des services publics<sup>19</sup>,
- les voiries, aires de stationnement,
- les travaux visant à la réduction ou la suppression des aléas.

---

<sup>18</sup>Aléa effondrement localisé lié à des ouvrages débouchant au jour ou effondrement localisé lié à des travaux souterrains

<sup>19</sup>La notion de « équipements et ouvrages techniques nécessaires au fonctionnement des services publics » est définie au paragraphe I.3.c



## Article II.5.c : Prescriptions sur les conditions de réalisation, utilisation et exploitation

**Pour les projets autorisés à l'article II.5.b, sont prescrites les conditions suivantes de réalisation, utilisation, exploitation**

### **Prescriptions communes à toutes les zones Vert**

#### **Afin de limiter la vulnérabilité à l'aléa affaissement (@)**

**Pour les travaux ayant pour objet de diminuer la vulnérabilité de la construction ou d'augmenter la sécurité des personnes**

Une étude géotechnique détaillée devra être réalisée au préalable par un bureau d'études afin d'apprécier l'impact des travaux prévus. Quant aux travaux de renforcement, ils devront être préconisés par une étude du bâtiment réalisée par un bureau d'études spécialisé.

**Pour les travaux visant à la réduction ou à la suppression des aléas**

Une étude géotechnique détaillée devra être réalisée au préalable par un bureau d'études afin d'apprécier l'impact des travaux prévus.

**Pour les projets de création ou d'extension de bâtiments autorisés à l'article II.5.b**

**Une étude doit être réalisée dès la conception du projet. L'objectif de l'étude sera de définir et de mettre en œuvre les modalités de construction du bâti. Le projet doit respecter les objectifs de performance à atteindre énoncés ci-après.**

**Pour la mise en œuvre des règles de construction, il est recommandé de faire appel à un bureau d'études structure.**

*Les extensions autorisées doivent être désolidarisées du bâtiment existant par un joint de dilatation dont la largeur doit être adaptée aux aléas miniers présents au droit du projet.*

*Ci-dessous, les prescriptions relatives à l'aléa affaissement présent au droit du projet de création de bâtiment.*

Les objectifs de performance cités ci-dessous doivent être respectés par la définition (par l'étude) et la mise en œuvre de règles particulières de construction portant à la fois sur le gabarit des constructions et sur l'utilisation de techniques particulières de renforcement notamment :

- conditions d'implantation et de voisinage,
- choix de la forme et des dimensions,
- mise en place de joints d'affaissement,





- choix des matériaux,
- renforcement de la superstructure (murs porteurs et chaînage),
- renforcement et profondeur d'ancrage des fondations,
- conception adaptée des éléments secondaires et non structuraux,
- conception adaptée des réseaux (énergies, eau potable, assainissement, communications,...) de manière à éviter les ruptures ou les fuites.

Ces prescriptions concernent directement la stabilité et la tenue du clos et du couvert des constructions.

**Niveau de performance à respecter :**

La stabilité d'ensemble de l'ouvrage ou du bâtiment doit répondre à un niveau d'endommagement ne dépassant pas le **niveau N3** (fissures d'aspect) tel que défini dans le paragraphe I.3.h du présent règlement pour la survenance d'une mise en pente de 1 % (affaissement minier)

---

Pour une construction type à usage de maison individuelle, les objectifs de performance sont déjà en partie traduits dans des dispositions forfaitaires simplifiées figurant au paragraphe V.1.

---

---

**Pour la création ou l'extension  
des ouvrages, équipements et  
infrastructures**

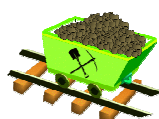
---

**Pour les constructions d'ouvrages (équipements et ouvrages techniques nécessaires au fonctionnement des services publics, aires de stationnement...), une étude géotechnique spécifique devra être réalisée. Celle-ci définira les dispositions constructives garantissant une tenue pérenne, la stabilité de ou des ouvrages et la sécurité des personnes à la survenance d'une mise en pente de 1% (affaissement).**

**Les dispositions techniques définies par l'étude devront être mises en œuvre par le maître d'ouvrage.**

Les bâtiments créés à l'occasion de la création ou de l'extension d'ouvrages et nécessaires au fonctionnement de ces derniers devront respecter les dispositions relatives aux bâtiments prescrites dans la section précédente.

oOo





## CHAPITRE III

### MESURES SUR LES BIENS ET ACTIVITES EXISTANTS

De manière générale les mesures visent des études ou des travaux de modification des biens et activités déjà situés dans les zones réglementées par un PPR au moment de son approbation. Elles concernent l'aménagement, l'utilisation et l'exploitation de tous types de bâtiments, d'ouvrages, d'espaces agricoles ou forestiers.

Elles doivent être prises par les propriétaires, exploitants, utilisateurs ou les collectivités publiques compétentes.

Elles visent la sécurité des personnes, la limitation des dommages aux biens et le retour à la normale.

---

#### Recommandations à toutes les zones

---

Les précipitations et l'infiltration des eaux de surface constituant un facteur fréquent de déclenchement et d'accélération des phénomènes d'effondrement et d'apparition de fontis, est recommandée, dans toutes les zones du P.P.R, l'évacuation des eaux pluviales et usées vers un ouvrage hydraulique (caniveau ou fossé mère par exemple) ou un exutoire naturel (vallon) capable d'accepter un débit supplémentaire de manière à éviter toute infiltration dans les périmètres de protection définis autour des puits traités par bouchon autoportant (*P*), dans les zones d'aléa effondrement localisé (lié aux ouvrages débouchant au jour ou lié aux travaux souterrains - *o/O* et *e*) ainsi que dans les zones d'aléa tassement/ glissement (*l/g*),

Si cette évacuation n'est pas techniquement possible, le maître d'ouvrage pourra:

- soit réaliser une étude spécifique confiée à un bureau d'étude compétent afin de déterminer les conditions d'épandage et de rejet des eaux pour ne pas déstabiliser les ouvrages miniers (puits, entrée de descenderie ou galerie), ne pas aggraver l'aléa (absence d'impact) et ne pas provoquer de nouveaux risques,
- soit réaliser, lorsque le réseau collectif existe, des travaux visant au rejet des eaux (eaux usées, eaux pluviales, eaux de drainage, eaux de vidange des piscines ou de bassins) dans le réseau collectif.

Le maître d'ouvrage devra alors veiller à l'assurance d'une maintenance régulière du système et vérification périodique de son bon fonctionnement.

oOo



## CHAPITRE IV

### MESURES DE PREVENTION, DE PROTECTION ET DE SAUVEGARDE

Ces mesures ont pour objectif d'agir sur les phénomènes naturels ou sur la vulnérabilité des personnes et des biens.

Les mesures de **prévention** permettent d'améliorer la connaissance, d'assurer l'information préventive, de favoriser la conscience du risque et la mémoire du risque, et d'anticiper par la surveillance et l'alerte.

Les mesures de **protection** permettent de diminuer l'intensité de l'aléa par l'entretien ou la réhabilitation des dispositifs de protection existants ou sa réduction par la création de nouveaux dispositifs.

Les mesures de **sauvegarde** permettent de maîtriser ou réduire la vulnérabilité des personnes : plans d'alerte et d'évacuation, moyens d'évacuation,... et de garantir un retour rapide à la normale après la crise.

Selon l'article R. 562-4 du Code de l'Environnement, le Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN) peut définir des règles relatives aux réseaux et infrastructures publics desservant son secteur d'application, visant à faciliter les éventuelles mesures d'évacuation ou l'intervention des secours, prescrire aux particuliers ou à leurs groupements la réalisation de travaux contribuant à la prévention des risques et leur confier la gestion de dispositifs de prévention des risques ou d'intervention en cas de survenance des phénomènes considérés, subordonner la réalisation de constructions ou d'aménagements nouveaux à la constitution d'associations syndicales chargées de travaux nécessaires à la prévention des risques, notamment l'entretien des espaces et, le cas échéant, la réalisation ou l'acquisition, la gestion et le maintien en condition d'ouvrages ou de matériels.

Le P.P.R.M. précise les mesures rendues obligatoire et fixe les délais de réalisation.

En application de l'article L. 562-1 du Code de l'Environnement, les travaux et mesures de prévention suivants, peuvent en tant que de besoin être rendus obligatoires, **dans un délai maximum de 5 ans** à compter de la date d'approbation du PPR pour l'existant et au fur et à mesure des aménagements nouveaux.

#### IV.1 Mesures visant la sécurité et l'information du public

##### IV.1.a Pour la commune et l'Etablissement Public de Coopération Intercommunale (E.P.C.I.)

###### Mesures de prévention

**Information de la population** par le maire au moins une fois tous les deux ans postérieurement à l'approbation du présent plan, dans les termes prévus à l'article L 125-2 du Code de l'Environnement.

Dans les six premiers mois suivant la mise en application du P.P.R.M., ils (Commune et EPCI) informeront les concessionnaires de réseaux présents sur les territoires qu'ils administrent, de l'existence et de la disponibilité des documents dans les mairies, aux sièges des établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) concernés et à la préfecture des Bouches-du-Rhône.

Un **Dossier d'Information Communal sur les Risques Majeurs** (D.I.C.R.I.M) dans le respect du droit à l'information des citoyens sur les risques majeurs doit être établi **dès la transmission par le préfet** des informations nécessaires à son élaboration, le Dossier Départemental sur les Risques Majeurs (D.D.R.M). Les articles R. 125-10 et R 125-11 du Code de l'Environnement fixent le champ d'application, la procédure d'élaboration et le contenu du D.I.C.R.I.M.

**Les consignes de sécurité** figurant dans le Document d'Information Communal sur les Risques Majeurs (D.I.C.R.I.M) et celles éventuellement fixées par les exploitants ou les propriétaires des locaux et terrains (mentionnés à l'article R. 125-14 du Code de l'environnement) sont portées à la connaissance du public par voie d'affiches.

Si lors de travaux, un ouvrage débouchant au jour (tête de puits de mine, galerie) est découvert, le maître d'ouvrage devra avertir les services de l'État compétents. Le projet devra alors être revu en fonction de l'implantation de l'ouvrage et de son aléa associé.

### Mesures de sauvegarde

Réalisation ou mise à jour du Plan Communal de Sauvegarde (PCS) **dans un délai de 2 ans** à compter de la date d'approbation du présent plan.

## **IV.1.b Pour les personnes privées, physiques ou morales**

### Constatation des désordres

La surveillance des zones de risque est confiée au DPSM (Département de Prévention et de Surveillance Minière du BRGM<sup>20</sup>) par des arrêtés ministériels qui paraissent chaque année. Ils évoluent car les fréquences, moyens de surveillance ainsi que le risque (enjeu ou aléa) à surveiller peuvent évoluer.

Les arrêtés sont consultables sur le site du DPSM à l'adresse suivante :

<http://dpsm.brgm.fr>

Cependant, toute personne ayant constaté la survenance d'un désordre minier ou d'un indice susceptible de révéler ou prévenir cette survenance, doit en informer **sans délai** le maire qui communique **sans délai** au représentant de l'État les éléments dont il dispose à ce sujet.

En particulier, doit être signalé **sans délai** à l'autorité compétente, tout désordre constaté par un maître d'œuvre au cours de travaux d'aménagement et de mise en sécurité. Le maître d'œuvre en avisera le ou les propriétaires intéressé(s).

---

<sup>20</sup> Bureau de Recherches Géologiques et Minières

### **Mesures de prévention**

Conformément à l'article L. 154-2 du code minier, « Le vendeur d'un terrain sur le tréfonds duquel une mine a été exploitée est tenu d'en informer par écrit l'acheteur ; il l'informe également, pour autant qu'il les connaisse, des dangers ou inconvénients importants qui résultent de l'exploitation. A défaut de cette information, l'acheteur peut choisir soit de poursuivre la résolution de la vente, soit de se faire restituer une partie du prix. Il peut aussi demander, aux frais du vendeur, la suppression des dangers ou des inconvénients qui compromettent un usage normal du terrain lorsque le coût de cette suppression ne paraît pas disproportionné par rapport au prix de la vente. Les dispositions du présent article s'appliquent également à toute forme de mutation immobilière autre que la vente. ».

En application de l'article L. 125-5 du Code de l'Environnement, les acquéreurs ou locataires de biens immobiliers situés dans des zones couvertes par un plan de prévention des risques technologiques ou par un plan de prévention des risques, prescrit ou approuvé, dans des zones de sismicité ou dans des zones à potentiel radon définies par voie réglementaire, sont informés par le vendeur ou le bailleur de l'existence de ces risques.

#### **IV.1.c Pour les concessionnaires de réseaux destinés aux publics : routes, énergies, eau potable, assainissement, communications.**

I. - Les exploitants d'un service, destiné au public, d'assainissement, de production ou de distribution d'eau pour la consommation humaine, d'électricité ou de gaz, ainsi que les opérateurs des réseaux de communications électroniques ouverts au public prévoient les mesures nécessaires au maintien de la satisfaction des besoins prioritaires de la population lors des situations de crise. (L. 732-1 Code de la Sécurité Intérieure)

II. - Les maîtres d'ouvrage et exploitants d'ouvrages routiers, ferroviaires ou fluviaux ainsi que les exploitants de certaines catégories d'établissements recevant du public garantissent aux services de secours la disposition d'une capacité suffisante de communication radioélectrique à l'intérieur de ces ouvrages et établissements (L. 732-3 Code de la Sécurité Intérieure).

L'article R 732-9 du Code de la Sécurité Intérieure fixe les catégories d'ouvrages et d'établissements soumis à cette obligation.

III. - Afin de favoriser le retour à un fonctionnement normal de ces services ou de ces réseaux en cas de crise, les exploitants des services ou réseaux mentionnés aux articles L. 732-1 et L 732-3 désignent un responsable au représentant de l'Etat dans le département, ainsi qu'au représentant de l'Etat dans le département du siège de la zone de défense lorsque leur activité dépasse les limites du département.

Pour satisfaire les dispositions mentionnées ci-dessus, les gestionnaires de réseaux seront tenus au titre du présent P.P.R.M. :

- d'élaborer un diagnostic des installations au regard du risque concerné : ce diagnostic doit permettre d'identifier les réseaux situés sur le territoire communal, d'évaluer leur degré d'exposition, d'analyser leur vulnérabilité et les effets des aléas mouvements de terrain d'origine minière,
- de définir et mettre en œuvre un plan pluriannuel de mesures de réduction de la vulnérabilité. A titre d'exemple, on citera :
  - les mesures adaptées afin de limiter les dysfonctionnements et les dégâts en fonction des enjeux préalablement définis,

- le contrôle périodique de l'état des réseaux et l'élaboration d'un programme d'entretien intégrant le risque,
- le remplacement des tronçons dégradés et des canalisations sensibles aux déformations du sous-sol, même de faible amplitude.

Ces mesures devront être réalisées dans **un délai de cinq ans** à compter de la date d'approbation du P.P.R.M.

oOo



## CHAPITRE V

### DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES REGLEMENTAIRES

#### **V.1 Dispositions constructives simplifiées pour une construction type à usage de maison individuelle en zone d'aléa affaissement de niveau faible intensité très limitée (Pente inférieure à 1%)**

##### **V.1.a domaine de validité des prescriptions simplifiées**

Les prescriptions suivantes concernent les bâtiments construits en zone d'aléa affaissement de niveau faible intensité très limitée (Pente inférieure à 1%).

Ces dispositions permettront au bâtiment de rester à un niveau d'endommagement inférieur ou égale à N3 tel que défini au paragraphe I.3.h du présent règlement. Dans ce cas, la sécurité des occupants n'est pas directement menacée.

Les problèmes de contre-pente des réseaux et des VRD (Voirie et Réseau Divers) ne sont pas visés ici.

Ces dispositions sont issues du rapport d'étude "Constructibilité dans le bassin de lignite de Provence (13) - Aléa affaissement progressif de niveau faible intensité très limitée (pente $\leq$ 1%) et retrait-gonflement des argiles" réalisé par le CSTB et publié en octobre 2020 (voir rapport en Annexe 4 du PPR)

La construction projetée doit vérifier les conditions de validité suivantes:

- ✓ une mise en œuvre de qualité et le respect des normes en vigueur et des Documents Techniques Unifiés (DTU). Les bâtiments sont supposés respecter, a minima, les règles de l'art de la construction : les Normes Françaises – Documents Techniques Unifiés (et les Avis Techniques) régissant notamment les modes de mise en œuvre de techniques de construction et les règles usuelles de conception et de calculs (Eurocode 2 pour les structures en béton armé, Eurocode 3 pour les structures métalliques, Eurocode 4 pour les structures mixtes acier-béton, et Eurocode 6 pour les ouvrages en maçonnerie).
- ✓ les bâtiments sont construits sur un terrain ne présentant pas de risque d'éboulis localisé, de glissement d'ensemble ou tout autre désordre lié à la mécanique des sols,
- ✓ typologie du bâti neuf :
  - bâtiment rectangulaire sur deux niveaux maximum et sans sous-sol (R+1),
  - forme simple ne comportant pas de décrochements en plan,
  - hauteur d'étage maximale de 3 m, largeur maximale de 8 m et longueur maximale de 16 m, avec la longueur qui ne dépasse pas 2 fois la largeur,
  - fondations superficielles en béton armé sur un même niveau,
  - ossature en béton armé ou maçonnerie chaînée,
  - charpente traditionnelle ou ferme.

Dans la mesure du possible, on essaiera de concevoir une structure dont la forme au sol se rapproche le plus possible du carré.

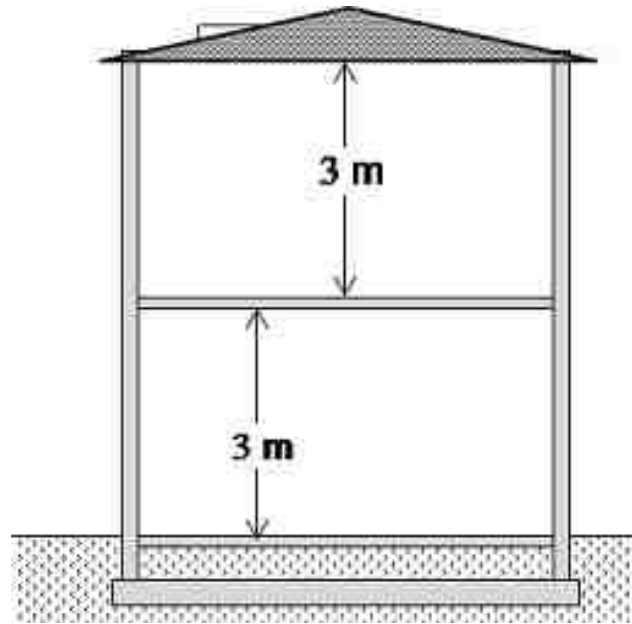


Illustration 1: bâtiment type maison individuelle R+1

- ✓ dans le cas de formes complexes, les constructions doivent être ramenées à des sous-structures simples indépendantes séparées les unes des autres par des joints verticaux **d'une largeur de 10 cm minimum** (Illustration 2), tant au niveau des fondations qu'au niveau de la superstructure.

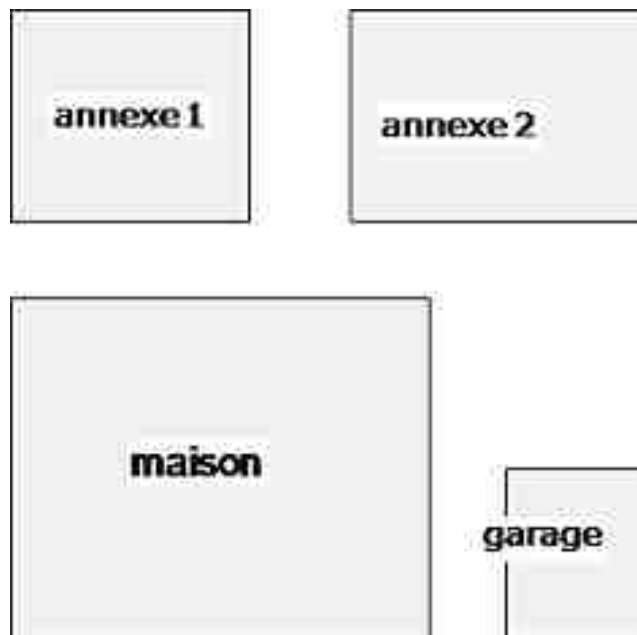


Illustration 2: exemple d'un bâtiment de forme complexe se composant de sous-structures indépendantes

Afin d'éliminer des transmissions de charges d'un bâtiment à l'autre, ces joints doivent être maintenus libres et dégagés de tous objets ou matériaux susceptibles de l'obstruer et de le rendre impropre à sa destination première. Ils doivent être protégés sur toutes leurs faces par les couvre-joints qui sont capable d'absorber des déplacements relatifs entre deux constructions, sans transmettre des efforts notables.

### V.1.b Nature des prescriptions simplifiées

Depuis les fondations jusqu'à la superstructure, les éléments structuraux doivent être correctement alignés et superposés afin de permettre un comportement le plus homogène possible de la structure.

#### Implantation

Prescriptions :

- ✓ la construction ne doit pas être implantée à proximité d'un rebord de crête et d'un pied de talus (ou d'une falaise) dont la pente est supérieure à 10 %. Cette zone de proximité s'étend jusqu'à une distance égale à deux fois la hauteur du talus ou de la falaise (Illustration 4),
- ✓ les bâtiments doivent être implantés en dehors d'un terrain dont la pente moyenne est supérieure à 10 %. Au-delà de cette déclivité, le risque de changements des états d'équilibre des terres n'est plus maîtrisable pour le type de constructions visées par ici,
- ✓ si les conclusions de l'étude aboutissent à un rabattement de nappe, la construction est interdite.

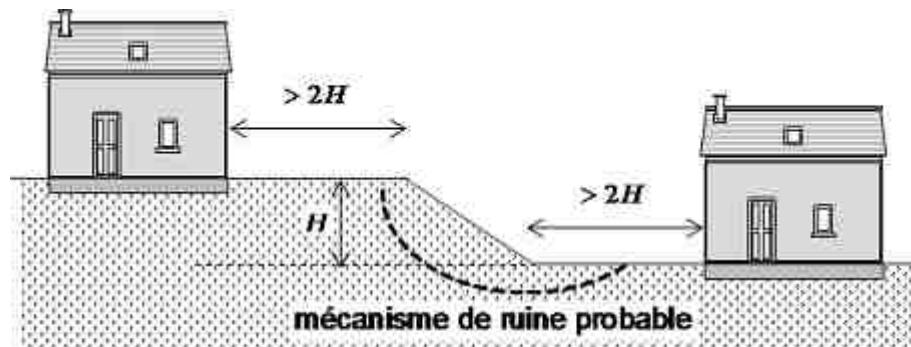


Illustration 3: exemple d'implantation de la construction par rapport à des talus et à des falaises dont les pentes sont réputées stables

#### Fondation

Prescriptions :

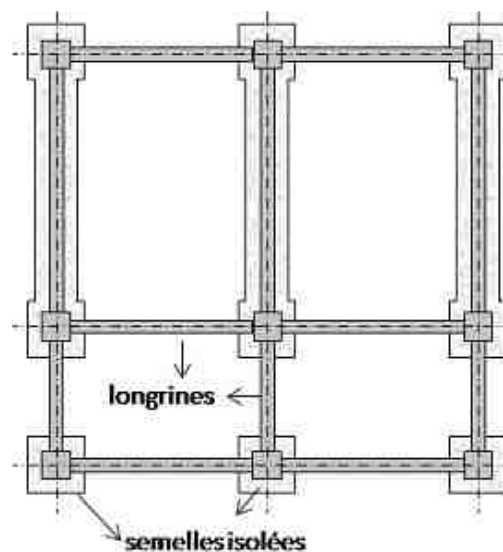


Illustration 4: exemple de liaisonnement des fondations isolées par longrines

Dans le plan horizontal, les fondations doivent être filantes et constituer un système homogène. Dans le cas de fondations isolées, elles doivent être reliées entre elles par un réseau de longrines intérieures et périphériques rendant l'ensemble rigide dans les deux directions de son plan principal et interdisant tout déplacement relatif (voir Illustration 4 par exemple).

Ces longrines doivent être solidarisiées des fondations par scellement des armatures.

Pour une meilleure maîtrise de l'interaction sol-structure, les fondations doivent être coulées sur le sol avec interposition d'une **couche de sable de 10 cm d'épaisseur minimum**.

Dans la direction verticale, toutes les fondations doivent être hors gel (**profondeur minimale de 70 cm**) et réalisées sur un même plan, aucun décrochement vertical n'étant permis. Dans la mesure du possible, les charges seront réparties au mieux sur l'ensemble des fondations et la contrainte du sol devra être la plus homogène possible (voir Illustration 5).

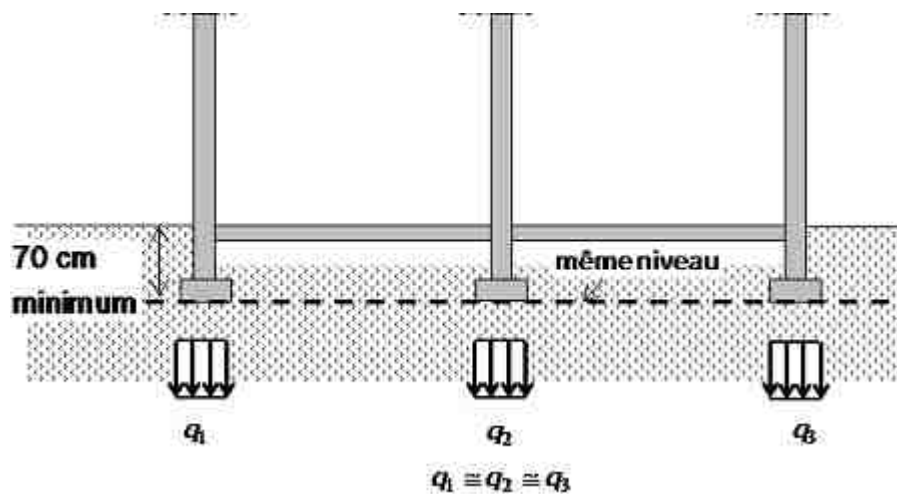


Illustration 5: exemple de plan d'assise des fondations

Les fondations d'ouvrages secondaires, tels que murets, terrasse, doivent être indépendantes et désolidarisées de l'ouvrage principal (Illustration 7), avec un **joint d'une largeur de 5 cm minimum**.

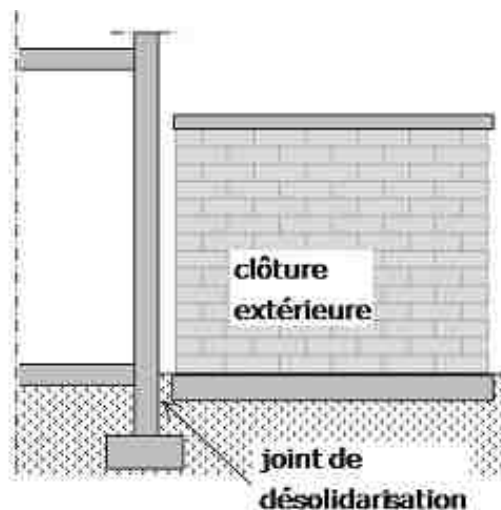
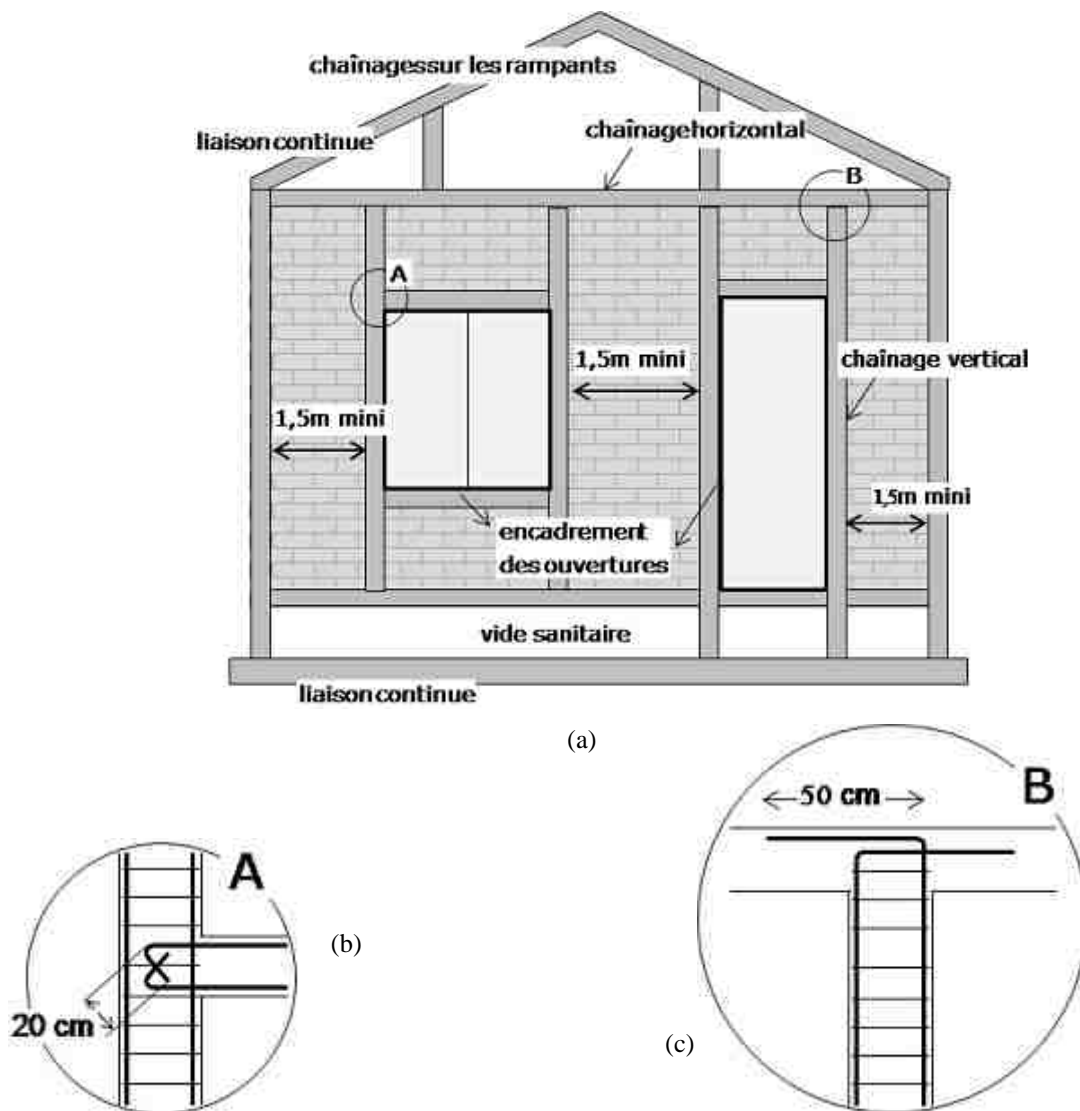


Illustration 6: exemple de désolidarisation des fondations des ouvrages secondaires

## Superstructure

Prescriptions :

Il est essentiel de pouvoir assurer une distribution correcte des charges au sein de la structure par la répartition uniforme de la résistance et la rigidité tant en plan qu'en hauteur. Dans ce cas, la transmission des efforts entre les éléments de structure peut être assurée par la continuité des armatures aux angles des chaînages. De ce point de vue, les renforcements classiques de type chaînage (Illustration 7) peuvent augmenter la résistance et la ductilité du bâtiment. Il en résulte que des chaînages continus constitués d'armatures filantes à recouvrement ou ancrage total doivent être disposés aux extrémités des voiles ou des panneaux, à toutes les intersections de murs porteurs (chaînages verticaux), à toutes les intersections des murs et de planchers (chaînages horizontaux en parties haute et basse des murs). Les éléments maçonnés de grande dimension doivent être recoupés d'un chaînage vertical **tous les 3 m maximum** pour éviter les grandes déformations.



**Illustration 7: exemple de (a) chaînages d'encadrement des ouvertures d'un mur en maçonnerie, (b) croisement des raidisseurs horizontal et vertical et (c) croisement du raidisseur vertical et du plancher**

## **Toitures**

Prescriptions :

La structure de toiture doit être fixée aux chaînages à des endroits qui ne seront pas déstabilisés par le report de charges ponctuelles, l'ancrage pouvant être réalisé à l'aide d'équerres ou sabots métalliques, ou de chevilles.

La pente de la toiture doit tenir compte de la pente prévisible maximale de l'affaissement afin de continuer à assurer la fonction d'étanchéité (définie en situation de concomitance du vent et de la pluie) et du clos et couvert. Il en découle qu'on doit prévoir une pente de toiture au moins égale à la somme de la pente minimale admissible requise dans le DTU (correspondant au type de toiture retenu) et de la pente prévisible maximale d'affaissement de 1 %. Il faut ensuite mettre en place un écran de sous toiture dont la mise en œuvre est prévue dans le DTU de la série 40. Les écrans souples devront relever de la procédure d'Avis Technique en tant que procédé non traditionnel.

Compte tenu du risque d'effondrement sous accumulation d'eau, risque inhérent aux toitures en tôles d'aciers nervurées, les revêtements d'étanchéité sur support en tôles d'aciers nervurées sont proscrits pour les pentes de toit inférieures à 3 %. De plus, les descentes d'eau pluviales doivent être prévues au minimum à chaque angle de la toiture afin d'assurer une évacuation de l'eau en cas de mise en pente du bâtiment, cette dernière étant prise égale à 2 % au minimum. Dans ce cas, les gouttières et les descentes d'eau doivent être dimensionnées selon le DTU 60.11 et en fonction de la plus grande surface « mouillée » de la toiture possible.

## **Matériaux**

Les matériaux employés, de préférence du type « béton armé » devront répondre aux spécifications techniques les plus exigeantes. À ce sujet, le projeteur pourra se reporter aux règles de calcul du béton armé et du béton précontraint, définies dans les Eurocodes correspondants.

Les matériaux utilisés aussi bien en structure qu'en clos et couverts doivent présenter des performances de résistance et un niveau de durabilité largement éprouvés.

Cela suppose qu'ils doivent :

- ✓ être conformes, pour ceux relevant du domaine traditionnel, aux documents normatifs en vigueur (DTU et Normes NF ou EN),
- ✓ relever de l'Avis Technique pour les matériaux et procédés innovants.

Par ailleurs, les matériaux doivent satisfaire à des exigences de caractéristiques minimales, afin d'éviter une détérioration prématurée des performances mécaniques de l'ouvrage. Ces considérations conduisent à établir les prescriptions comme suit.

- Béton

Prescriptions :

Le béton utilisé doit être de bonne qualité et facile à mettre en œuvre, plutôt ductile, et dispose la résistance caractéristique minimale à la compression de 25 MPa. En exécution, il convient de veiller à respecter la constance des propriétés du béton.

- Armatures

Prescriptions :

Pour assurer une réserve de déformation plastique des éléments en béton armé, les armatures doivent être à haute adhérence (HA), de nuance Fe E 500 (limite élastique à 500 MPa) et disposer d'un allongement garanti sous charge maximale d'au moins 5 %. Les distances d'enrobage des aciers vis-à-

vis de la paroi la plus voisine doivent respecter les dispositions constructives définies dans l'Eurocode 2.

- Éléments de maçonneries

Les éléments de maçonneries peuvent être pleins ou creux. Ils peuvent être :

- ✓ en blocs pleins de béton courant (granulats calcaires ou siliceux) ou de béton cellulaire,
- ✓ en blocs perforés de béton à perforations verticales,
- ✓ en blocs creux en béton courant,
- ✓ en briques creuses de terre cuite à perforations horizontales,
- ✓ en briques pleines de terre cuite,
- ✓ en blocs perforés de terre cuite à perforations verticales.

Prescriptions :

Les blocs pleins ou assimilés doivent disposer d'une **épaisseur minimale de 15 cm**. Les éléments présentant des fissures ou des épaufrures significatives (pouvant nuire à la résistance) sont systématiquement à retirer de la construction.

Les blocs perforés sont assimilés à des blocs pleins aux deux conditions suivantes :

- ✓ disposer de perforations verticales perpendiculairement au plan de pose,
- ✓ avoir une résistance supérieure à 12 MPa.

Les blocs creux doivent comporter une cloison intermédiaire orientée parallèlement au plan du panneau et disposer d'une **épaisseur minimale de 20 cm**.

Les blocs de béton doivent répondre aux résistances minimales suivantes :

- ✓ 6 MPa pour les blocs creux de 20 cm d'épaisseur (B60 ou B80),
- ✓ 12 MPa pour les blocs pleins ou perforés de 15 cm d'épaisseur (B120 ou B160).

Les blocs de briques de terre cuite doivent répondre aux résistances minimales suivantes :

- ✓ 6 MPa pour les briques creuses de terre cuite de 20 cm d'épaisseur (BCTC 20 – 60 et BCTC 20 -80),
- ✓ 6 MPa pour les briques pleines en blocs perforés de terre cuite de 20 cm d'épaisseur minimale (BPTC 20 – 60, par exemple),
- ✓ 12 MPa pour les blocs perforés de terre cuite de 15 cm d'épaisseur (BPTC 15 – 120 et BPTC 15 – 150).

- Mortier de jointoiment

Prescriptions :

Le mortier utilisé pour le jointoiment doit être aussi plastique et souple que possible. Les grains de sable, constitutifs du mortier, doivent être inférieurs à 5 mm tandis que l'épaisseur des joints doit être supérieure à **15 mm**.

## Éléments non structuraux

Les corps d'état techniques tels que le chauffage, la VMC, l'électricité ne sont pas visés ici.

- Murs de clôture

Prescriptions :

Les murs de clôture doivent impérativement être désolidarisés du bâtiment d'un joint d'affaissement d'une **largueur minimale de 5 cm**.

- Façades légères

En comparaison avec des façades traditionnelles en maçonnerie ou en béton, une façade légère est construite avec des matériaux légers et industriels. Elle peut être :

- ✓ une façade rideau, située entièrement en avant du nez de plancher,
- ✓ une façade semi-rideau, dont la paroi extérieure est située en avant du nez de plancher et la paroi intérieure située entre deux planchers consécutifs,
- ✓ une façade panneau insérée entre planchers,
- ✓ une verrière inclinée à plus de 15° par rapport à la verticale, qui se prolonge en façade.

- Menuiseries extérieures

Pour éviter les désordres résultant de la déformation du gros œuvre, il y a lieu de permettre un déplacement relatif entre le gros œuvre et la menuiserie. Un principe général consiste à réserver des jeux suffisants selon les niveaux d'endommagement prévisibles. Cela peut aller de pattes équerres avec trous de fixation oblongs jusqu'à des dispositions spécifiques détaillées ci-après. En effet, les dispositions classiques autorisent un défaut d'équerrage de 5 mm maximum, expliquant le coincement des vantaux à partir du niveau d'endommagement N2.

- Escaliers

Prescriptions :

Les escaliers peuvent être en bois, métal ou en béton armé. Les escaliers maçonnés, les escaliers sur voûte sarrasine ainsi que des marches prévues en console dans les murs sont proscrits.

- Éléments en console verticale

Il peut s'agir d'acrotères, de garde-corps, de corniches ou de tout autre élément en maçonnerie fixé uniquement à leur base.

Prescriptions :

Compte tenu de la mise en pente de la construction lors de l'affaissement, les éléments en console verticale quand ils sont réalisés en maçonnerie doivent être encadrés par des chaînages horizontaux et verticaux (espacés tous les **3 m maximum**) et reliés à la structure porteuse.

- Conduits maçonnés

Prescriptions :

Du fait de l'inclinaison du bâtiment lors de l'affaissement et des sollicitations induites sur la souche, les cheminées doivent systématiquement être pourvues de raidisseurs métalliques situés à chaque angle du terminal (les souches peuvent également être munies d'haubanage). Les conduits de fumée doivent être adossés aux murs intérieurs sans affaiblir la section résistante du mur.

À l'intérieur de la construction, les conduits doivent être liaisonnés à la charpente et à chaque plancher par des attaches métalliques. Afin de réduire l'élancement des souches, il est fortement



recommandé d'implanter les cheminées à proximité du faîtage (notamment en cas de forte inclinaison de la toiture).

- Réseaux: installation au gaz :

Un bureau d'études compétent doit vérifier/examiner la faisabilité d'une installation au gaz et dans l'affirmative, définir des systèmes de sécurisation adaptés à cette dernière.

- Réseaux: canalisations pour l'eau et installations d'évacuation :

Prescriptions :

La pénétration des canalisations dans le bâtiment doit s'effectuer par un dispositif souple – dispositif en ligne ou éléments de liaison en métal déformable. Il est interdit de disposer des canalisations, quelles que soient leurs dimensions, dans les chaînages et dans les panneaux de contreventement. Aucune canalisation ne doit être placée dans l'emplacement libre des joints d'affaissements. La fixation des canalisations extérieures (gouttières et descentes d'eaux pluviales, par exemple) doit être prévue par des étriers ou tout autre dispositif qui ne les maintiennent pas solidement aux murs.

Les liaisons entre les réseaux extérieurs (installations de raccordement au réseau public) et le bâtiment ainsi que celles entre le bâtiment et l'égout, doivent être placées au milieu de la façade avant. Les canalisations peuvent être regroupées dans un emplacement prévu à cet effet (puisard) dont les parois sont soigneusement désolidarisées du bâtiment.

Les canalisations secondaires doivent avoir au moins une inclinaison supérieure à celle prescrite dans les Normes et DTU en vigueur. Cette mesure constructive, qui tient compte du changement de la pente des canalisations lors de l'inclinaison du bâtiment, permet la vidange des installations d'eau sous pression.

*Pour le cas d'une construction type traité ci-dessus pour l'usage de maison individuelle, la comparaison montre qu'il n'y a pas d'exigences contradictoires entre les dispositions présentées ci-dessus et celles requises pour le retrait gonflement telles que définies dans un Plan de Prévention des Risques retrait-gonflement des argiles.*

## V.2 Dispositions constructives en zones d'aléa affaissement minier à caractère souple (hors aléa affaissement de niveau faible intensité très limitée) et de retrait gonflement des argiles

La construction projetée doit vérifier au préalable les conditions de validité suivante:

- ✓ une mise en œuvre de qualité et le respect des normes en vigueur et des Documents Techniques Unifiés (DTU). Les bâtiments sont supposés respecter, a minima, les règles de l'art de la construction : les Normes Françaises – Documents Techniques Unifiés (et les Avis Techniques) régissant notamment les modes de mise en œuvre de techniques de construction et les règles usuelles de conception et de calculs (Eurocode 2 pour les structures en béton armé, Eurocode 3 pour les structures métalliques, Eurocode 4 pour les structures mixtes acier-béton, et Eurocode 6 pour les ouvrages en maçonnerie).

Dans le cas où le projet se situe également dans une zone d'un Plan de Prévention des Risques Retrait Gonflement des Argiles (PPR-RGA), les conditions de réalisation, utilisation et exploitation définies par l'étude prescrite par le présent règlement (pour les zones d'aléa affaissement à caractère souple de niveau faible et moyen) doivent être adaptées de la manière suivante:

### Fondations

Prescriptions :

Il est possible de réaliser (illustration 8) dans un premier temps une assise en gros béton, ancrées suffisamment pour respecter les prescriptions du PPR-RGA, puis de couler la semelle de fondation sur ce gros béton, moyennant l'interposition d'une couche de glissement.

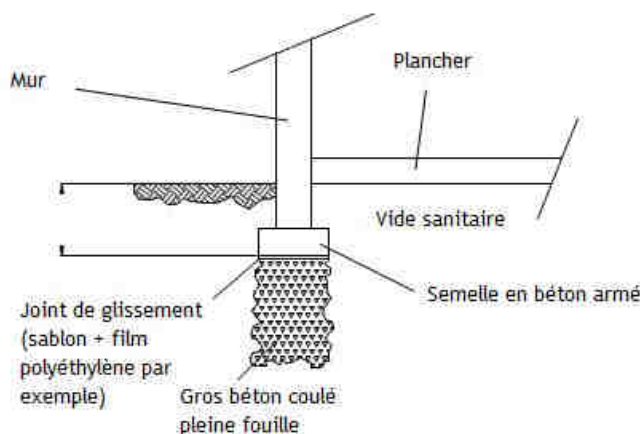


Illustration 8

### Homogénéité du sol d'ancrage

L'approfondissement des assises de fondation pour chercher un sol homogène doit s'effectuer par des puits ou semelles en gros béton, avec interposition d'une surface de glissement avec la semelle (interposition à la profondeur de 80 cm), la solution « fondation profonde » (au sens du DTU 13.2) étant proscrite.

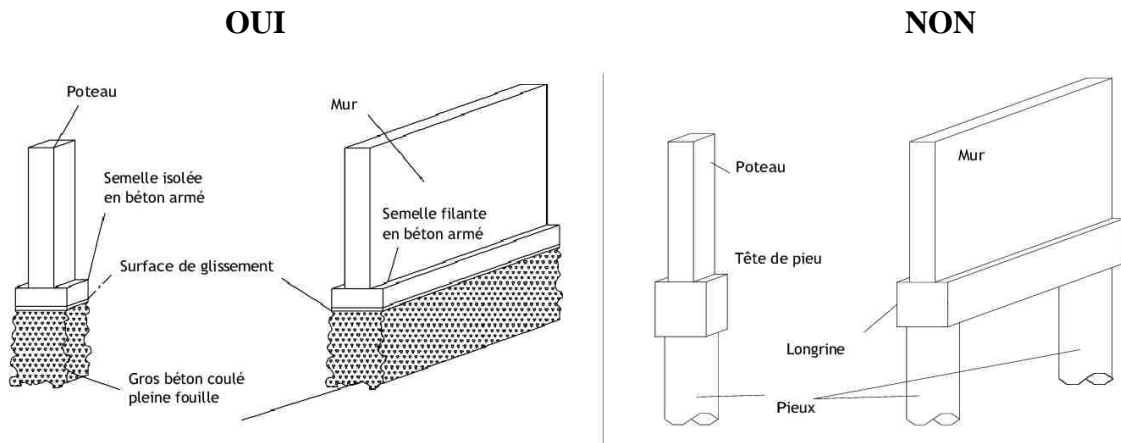


Illustration 9

### Coulage du béton

Le lit de sable peut être mis sur du gros béton, ou remplacé par un joint de glissement, dans le cas où l'ancrage de la fondation doit être supérieure à 80 cm.

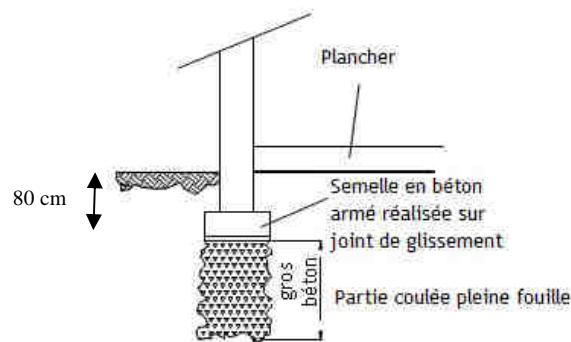


Illustration 10

Le bétonnage en pleine fouille ne concerne que le gros béton, la partie « semelle » étant réalisée après coup.

### Diaphragme en béton

Il faut prescrire l'interposition d'un espace entre le diaphragme et sol, vide ou rempli d'un matériau très compressible (coffrage carton, isolant, autre).

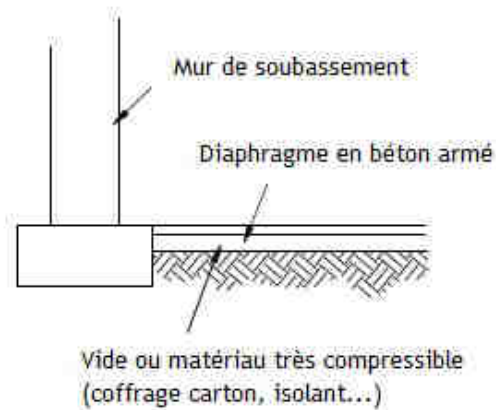


Illustration 11

### Plancher bas

Il n'est autorisé que des planchers sur vide sanitaire.

### Position des drains

Afin de bien la respecter, la tranchée périphérique ne peut pas recevoir le système de drainage.

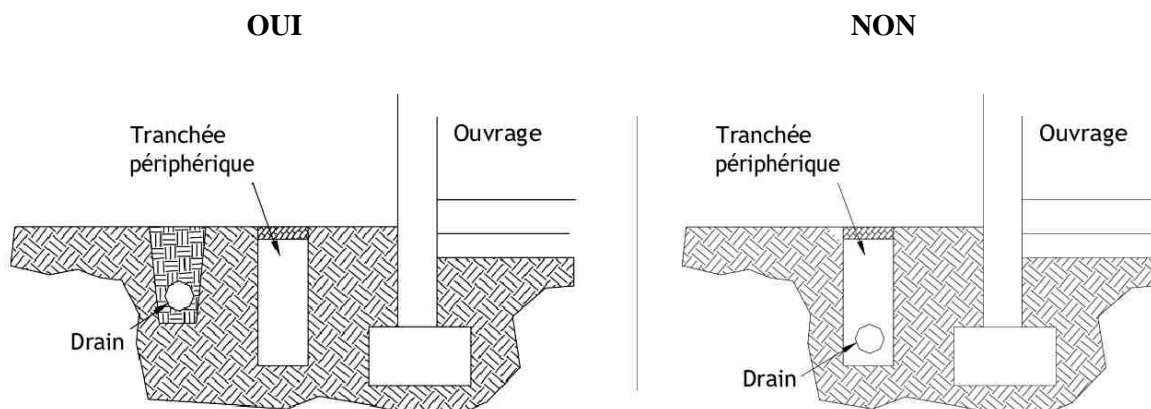


Illustration 12

### Aménagements extérieurs

La tranchée périphérique augmente les risques d'évaporation et d'infiltration importante qui favorisent les variations rapides de teneur en eau des sols et donc le phénomène de gonflement ou retrait, qui peuvent être évités en complétant les prescriptions comme suit:

- ✓ soit par l'ajout d'une membrane géotextile en recouvrement des parois de la tranchée ou de la tranchée d'une **largeur minimale de 1,50 mètres**,
- ✓ soit par la réalisation d'une terrasse ou équivalent au dessus de cette tranchée d'une **largeur minimale de 1,50 mètres**. Dans ce cas, celle-ci doit être réalisée comme un ouvrage secondaire, suffisamment désolidarisée de l'ouvrage principal.

Le problème du drainage devant être traité par ailleurs. Le dispositif de drainage doit être éloigné d'une **distance minimale de 2 mètres** par rapport à la construction tout en étant situé à une distance d'au moins 50 cm par rapport aux abords de la terrasse ou du géotextile.

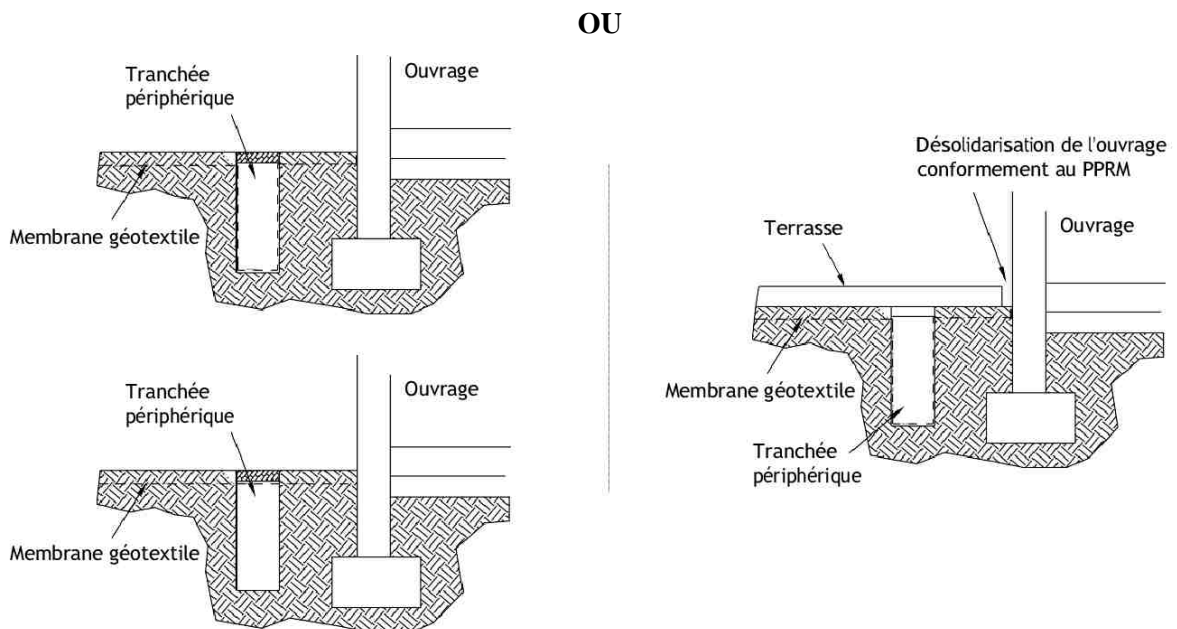
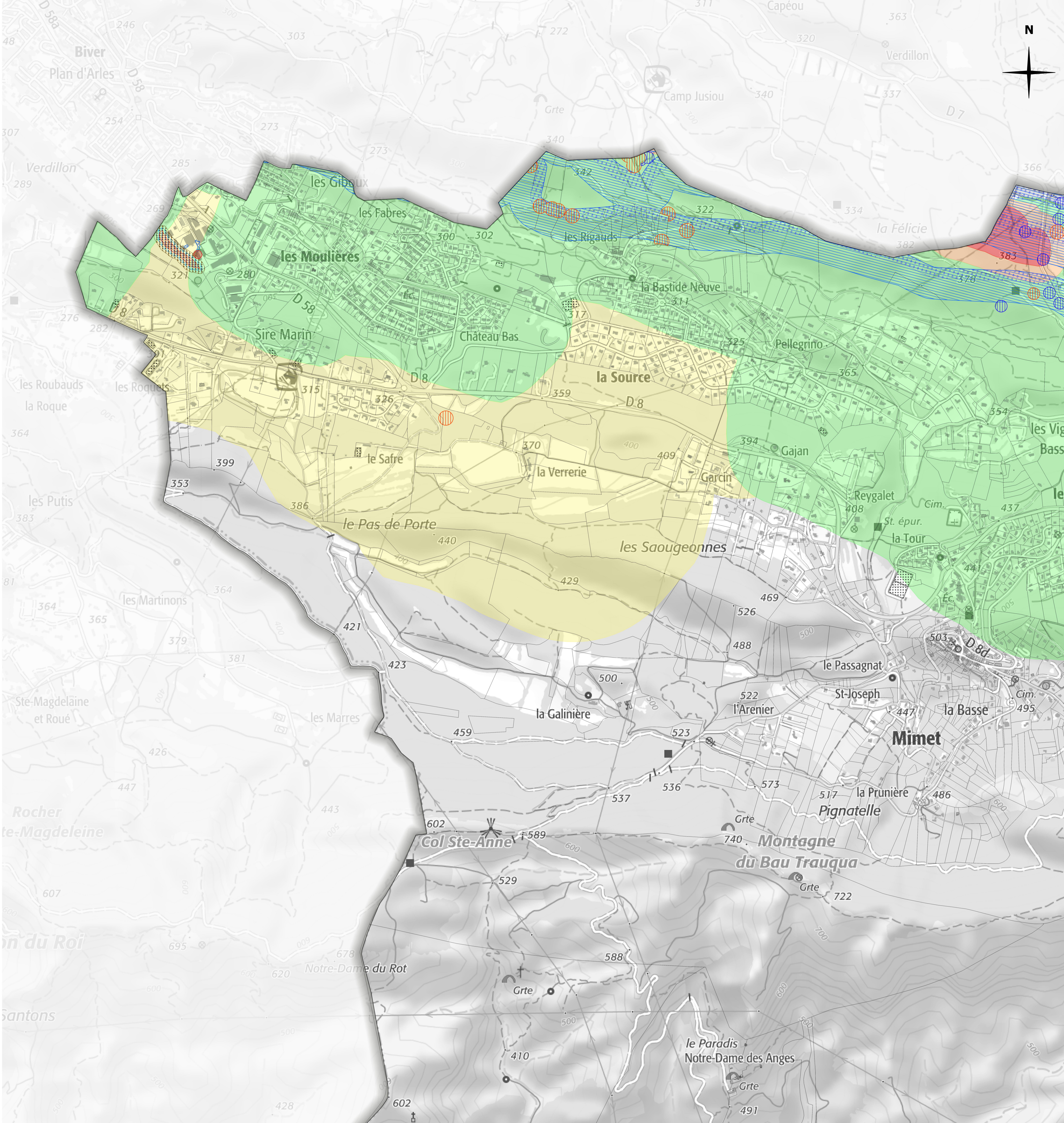


Illustration 13



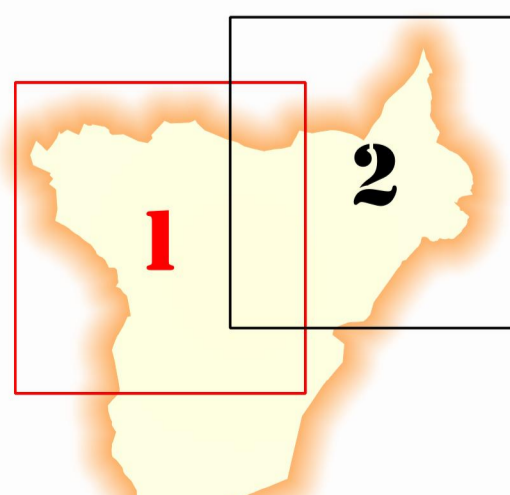

**PRÉFET DES BOUCHES-DU-RHÔNE**  
 Direction Départementale des Territoires et de la Mer  
 Service Urbanisme  
 Pôle Risques  
 28, rue Antoine Zattari  
 13552 Marseille Cedex 3  
 Directeur  
 Fabrice

Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Climat  
 Provence-Alpes-Côte d'Azur  
 Service Prévention des Risques  
 Unité Centrale Inondation et Météo  
 14 rue Danton  
 CS 70248  
 13521 Marseille cedex 5  
 13521 - Marseille cedex 5

Sources :  
 IGN  
 BRGM  
 DSDP 2023  
 DREAL PACA - GIC/DRH 2016-2021  
 DDTM 13\_2024

Approuvé par arrêté préfectoral le  
**24 juin 2024**

**COMMUNE DE MIMET**  
**PLAN DE PREVENTION DES RISQUES MINIERES**  
 (lignite)



**4-1 CARTE DES ALEAS MINIERES**  
**PLANCHE 1 AU 1/5000°**

Echelle 1/5000  
 Format A0

**Légende**

**Aléas**

**Aléa Affaissement**

- faible intensité très limitée
- faible
- moyen
- moyen (cassant)

**Aléa Effondrement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour**

- faible
- moyen

**Puits traités par bouchon autoportant**

- périmètres de protection

**Aléa Effondrement localisé lié aux travaux souterrains**

- faible

**Aléa Tassement**

- faible

**Aléa Glissement**

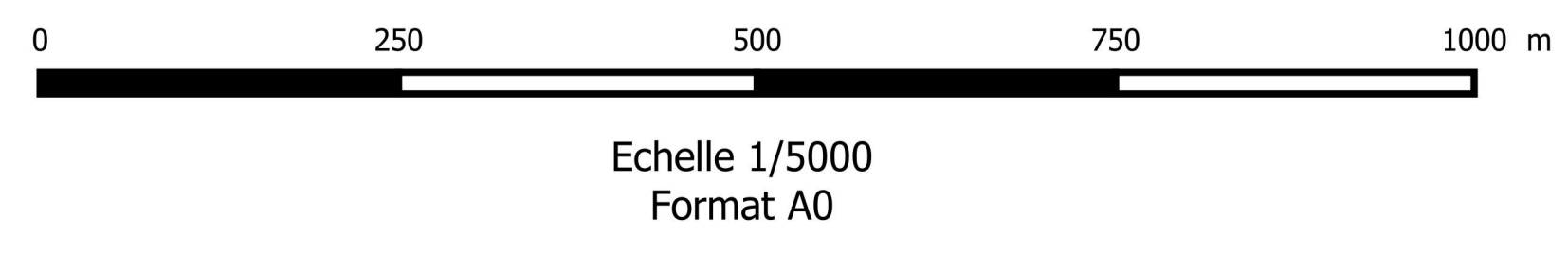
- faible

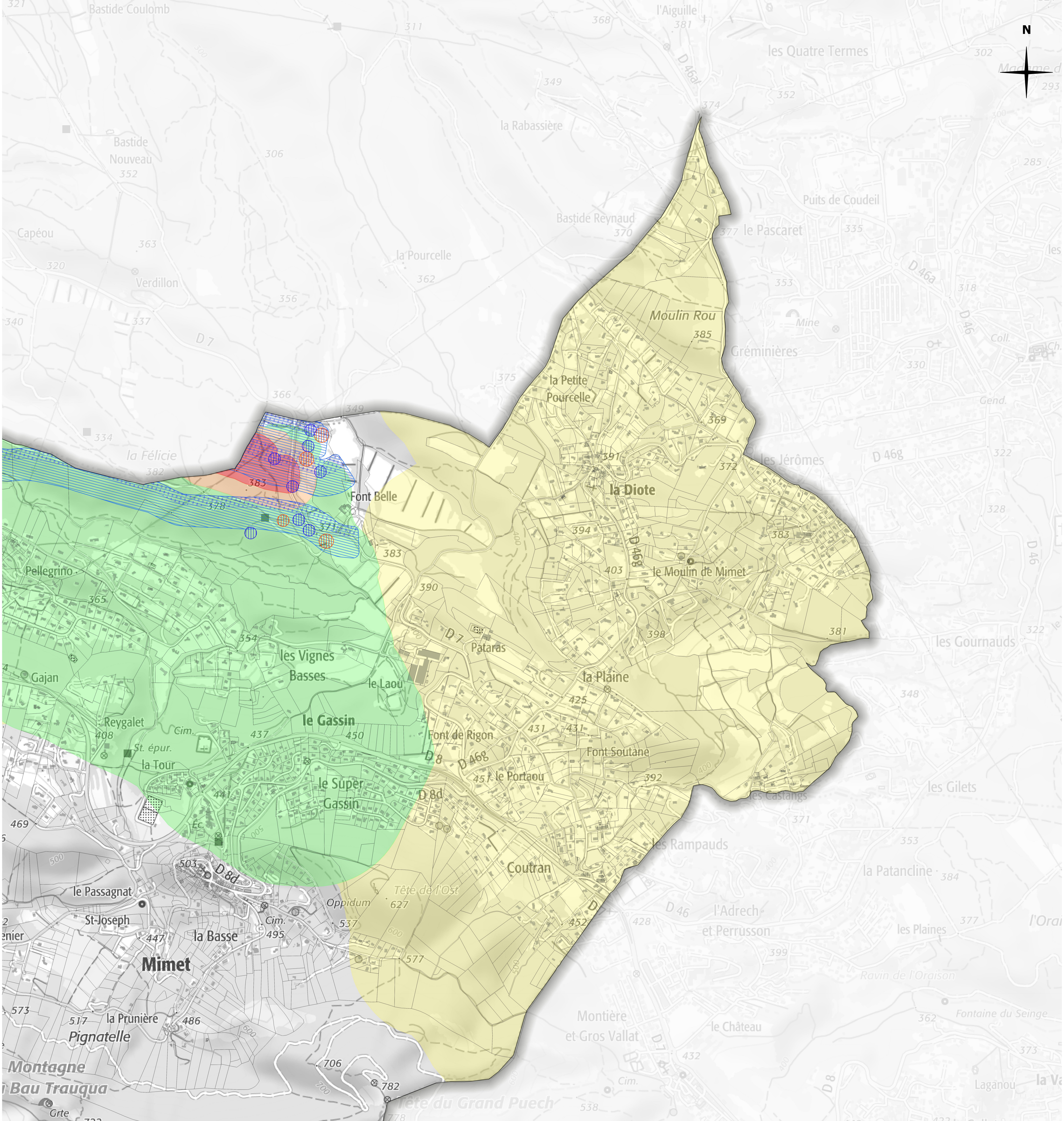
**Aléa Echauffement**

- faible
- moyen

**Enjeux**

- bâties
- terrains de sport





**PRÉFET DES BOUCHES-DU-RHÔNE**  
 Direction Départementale des Territoires et de la Mer  
 Service Urbanisme  
 Pôle Risques  
 18, rue Antoine Duffaut  
 13552 Marseille Cedex 3

Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Climat  
 Provence-Alpes-Côte d'Azur  
 Service Prévention des Risques  
 Unité Centrale Inondation et Météo  
 14 rue Danton  
 CS 70248  
 13552 Marseille cedex 3

Sources :  
 IGN  
 SDAGE-Rhône  
 DSDP 2023  
 DREAL PACA - GIC/DRH/13/2018-2023  
 DDTM 13/2024

Approuvé par arrêté préfectoral le  
**24 juin 2024**

**COMMUNE DE MIMET**  
**PLAN DE PREVENTION DES RISQUES MINIERES**  
*(lignite)*

**4-1 CARTE DES ALEAS MINIERES**  
**PLANCHE 2 AU 1/5000°**

Echelle 1/5000  
 Format A0

**Légende**

**Aléas**

**Aléa Affaissement**

- faible intensité très limitée
- faible
- moyen
- moyen (cassant)

**Aléa Effondrement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour**

- faible
- moyen

**Aléa Effondrement localisé lié aux travaux souterrains**

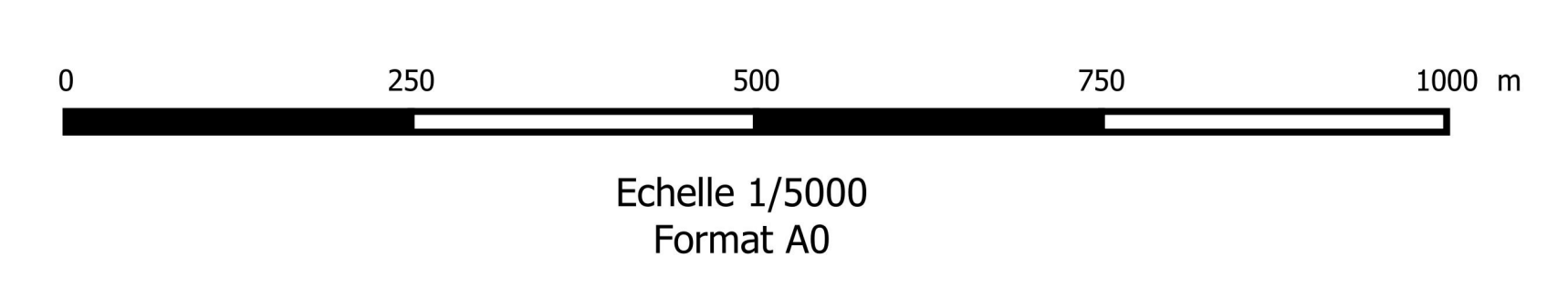
- faible

**Aléa Echauffement**

- faible

**Enjeux**

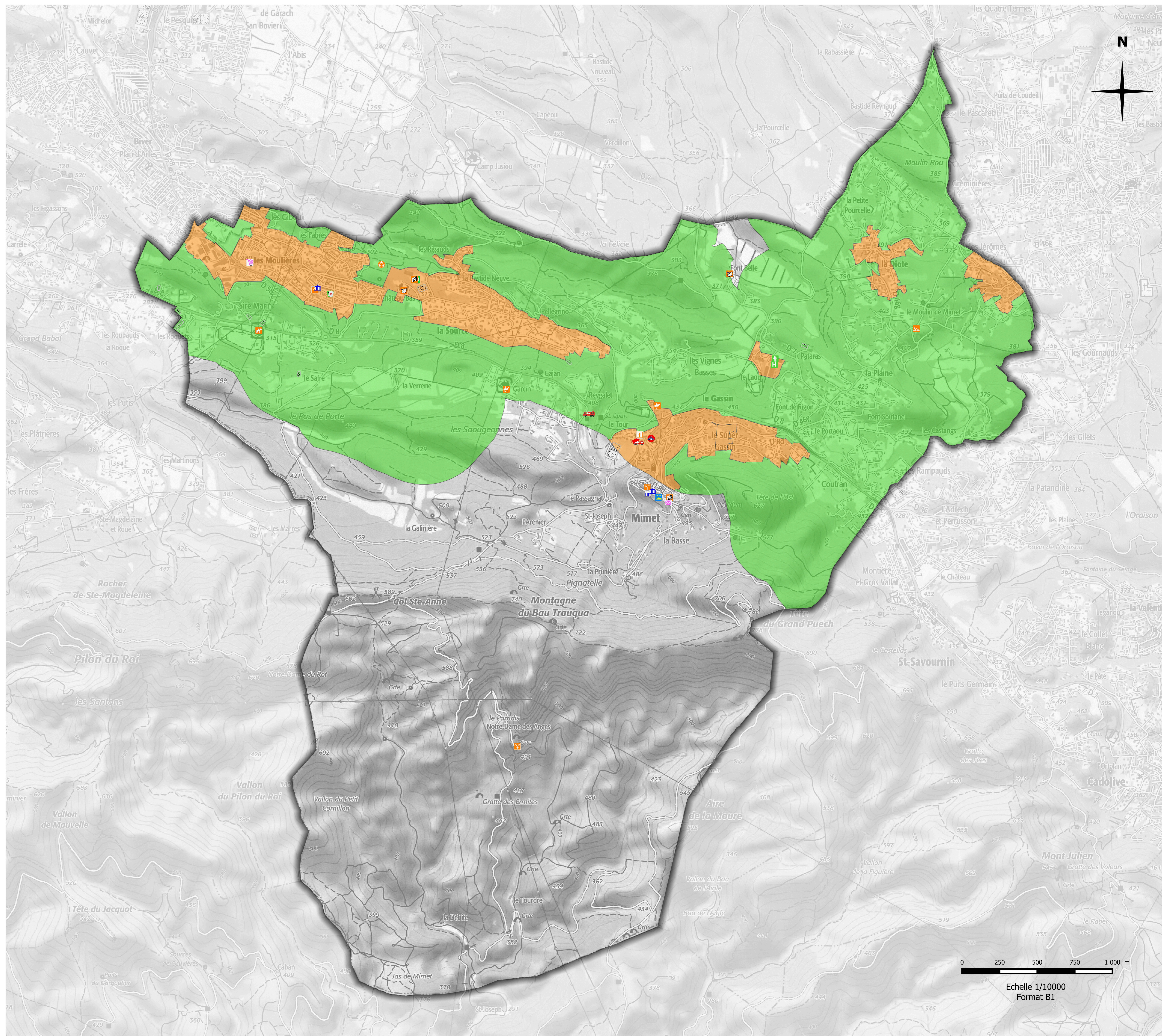
- bâti
- terrains de sport





**Légende**

- Bâti
- Terrains de sport
- Enjeux - Occupation du sol**
- Zones non urbanisées exposées aux aléas
- Zones urbanisées exposées aux aléas
- Enjeux spécifiques**
- Administratif**
- Mairie
- Annexe mairie
- Tribunal
- Secours/Sécurité**
- Centre de secours, CCFF
- Gendarmerie
- Police municipale
- Services techniques
- Santé/Social**
- Hôpital, clinique
- Crèche
- Maison de retraite
- Foyer 3ème age
- Centre social
- Enseignement**
- Ecole, collège, lycée
- Université
- Culture/Loisirs**
- Bibliothèque
- Centre de loisirs
- Cinéma
- Centre équestre, écurie
- Infrastructure sportive
- Lieu de culte
- Office de tourisme
- Salle de réception
- Salle polyvalente
- Commercial**
- Bureau de poste
- Centre commercial
- Tourisme**
- Hôtel
- Restaurant



<p> <b>PREFET DES BOUCHES-DU-RHÔNE</b> Gilles ZAPPALÀ Président</p> <p>Direction Départementale des Territoires et de la Mer Service Urbanisme Pôle Risques 16, rue Antoine Zattara 13332 Marseille Cedex 3</p>	<p>Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Provence-Alpes-Côte d'Azur Service Prévention des Risques Unité Contrôle Industriel et Minier 18 rue Zattara CS 70348 13331 - Marseille cedex 3</p>	<p>Source : SCAN258-010N BDTopo-030N DGFIP, 2023 DREAL PROV. / GEODRIS, 2016-2021 DDIM 13, 2024</p> <p><b>Approuvé par arrêté préfectoral le 24 Juin 2024</b></p>
---	--	---

**COMMUNE DE MIMET**

**PLAN DE PREVENTION DES RISQUES MINIERES (lignite)**

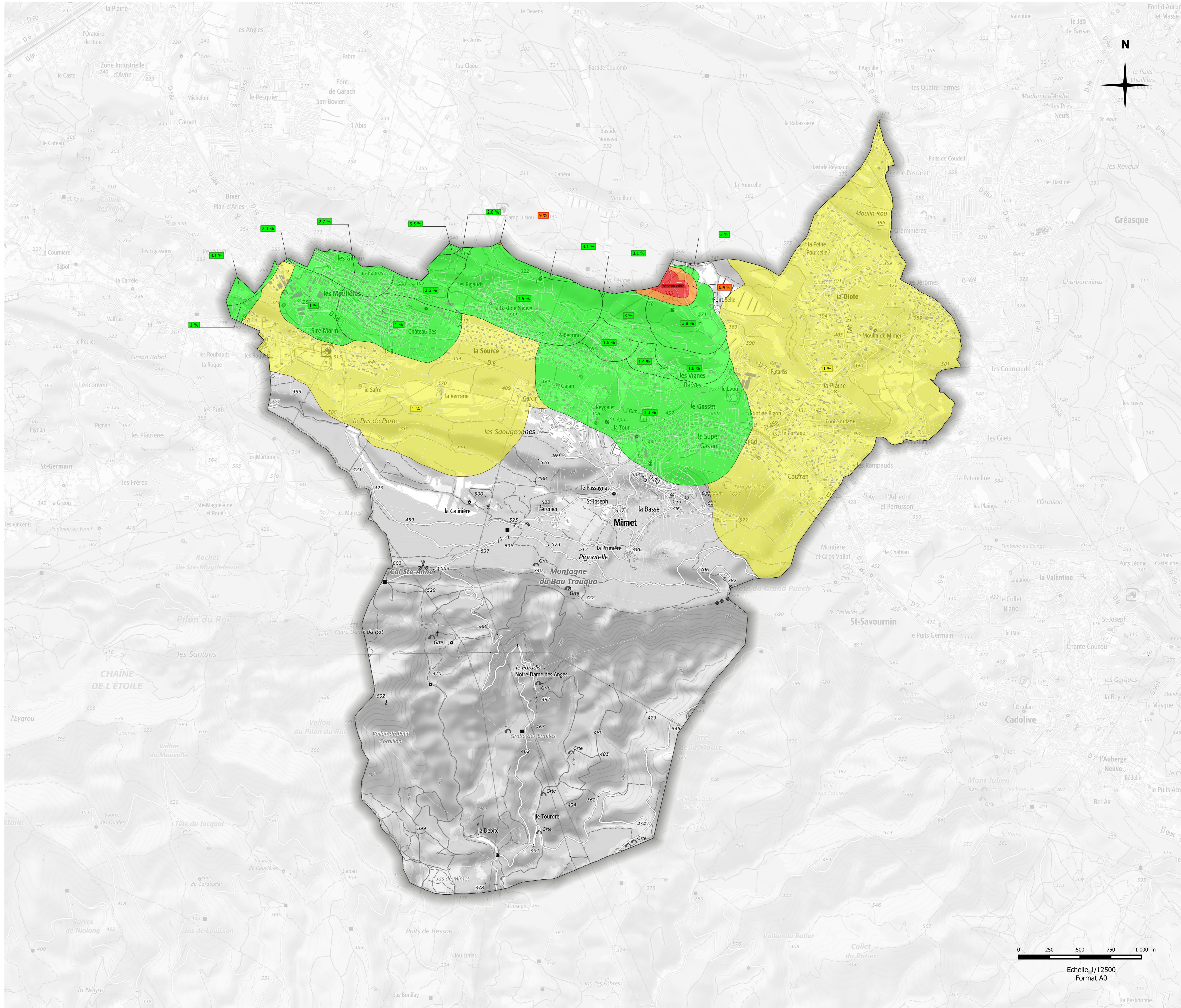
4-2 CARTE DES ENJEUX

Echelle 1/10000  
Format B1



Echelle 1/10000  
Format B1






**Légende**

- moyen (casant)
- moyen (souple)
- faible (souple)
- faible intensité très limitée (souple)
- Mise en pente en pourcentage

<p><b>PRÉFET DES BOUCHES-DU-RHÔNE</b>  <small>Michel Pignatelli</small></p>	<p>Direction Départementale des Territoires et de la Mer          Service Urbanisme          Pôle Risques          18, rue Antoine Zola          13332 Marseille cedex 3</p>	<p>Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement          Pôle Aléas Côte d'Azur          Service Prévention des Risques          Unité Cartes Industriel et Minier          18 rue Zola          05 10248          13014 Marseille cedex 3</p>	<p>Approuvé par arrêté préfectoral le  <b>24 Juin 2024</b></p>
<p><b>COMMUNE DE MIMET</b></p> <p><b>PLAN DE PREVENTION DES RISQUES MINIERES (lignite)</b></p>			
<p>Source: SCANESURMINIERE          BTPP 2023          CREAL PNAI / GEDERIS 2018          DOTM 13 2024</p>			
<p><b>4-3 CARTE DES MISES EN PENTE (Aléa Affaissement)          PLANCHE GENERALE AU 1/12500</b></p>			<p>Echelle 1/12500          Format A0</p>



**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 » :

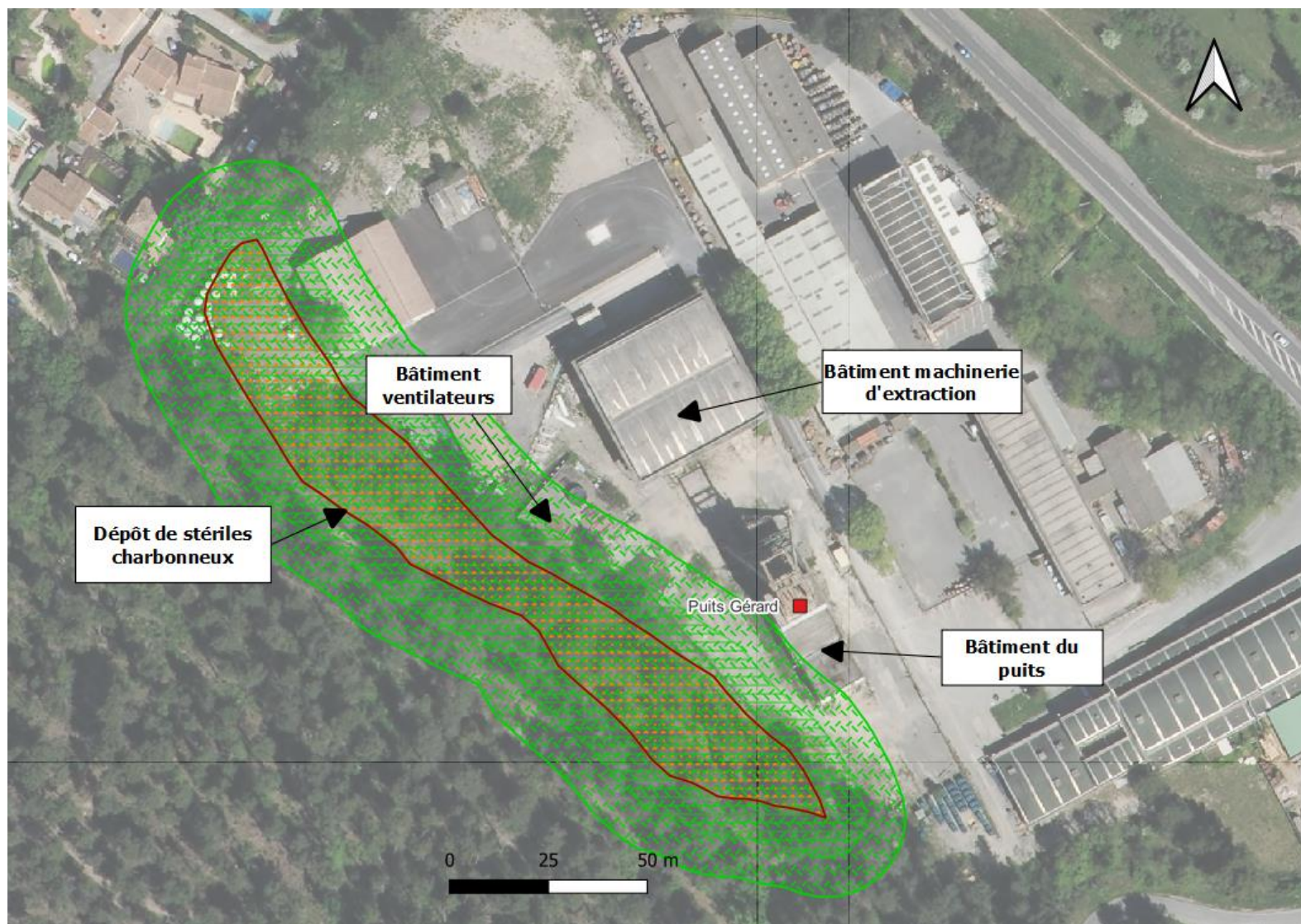
- Une première galerie (galerie n°1) nommée « galerie technique » sur le plan du carreau du puits Gerard partant de l'angle nord du bâtiment du puits Gerard ;
- Une seconde galerie (galerie n°2) également nommée « galerie technique » sur ce même plan reliant les sous-sols du bâtiment de la machinerie 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)**

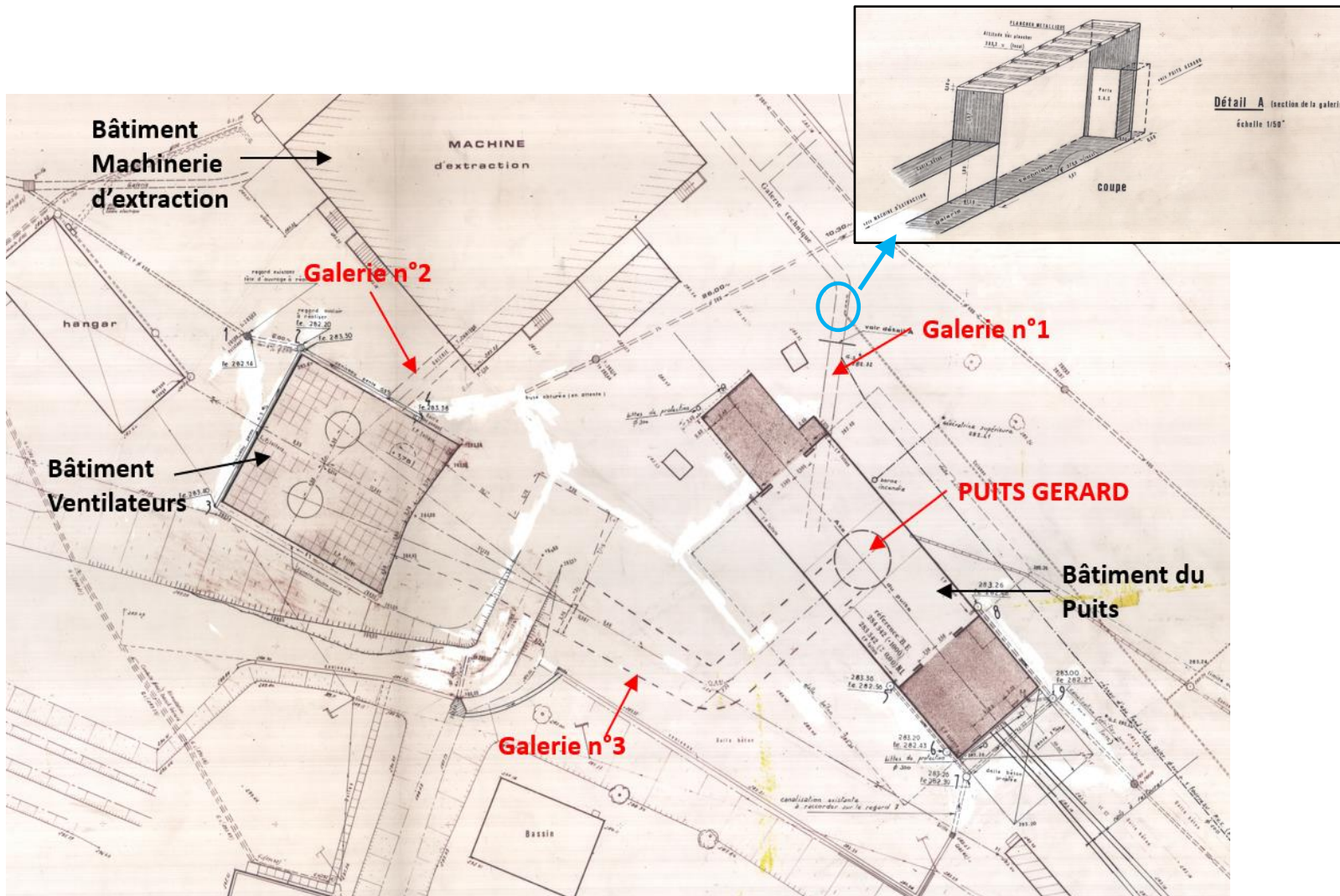
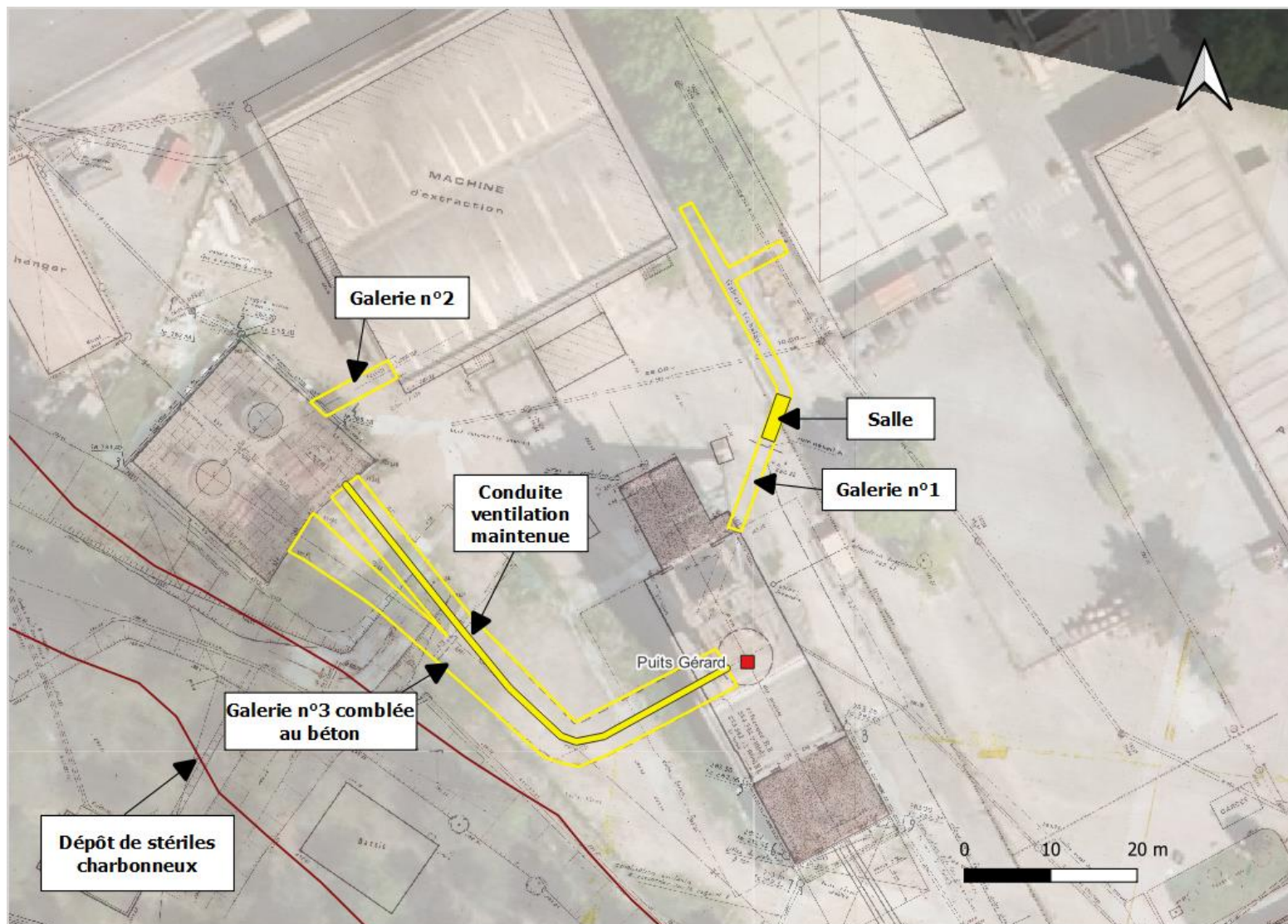


Figure 2 : Localisation des galeries techniques sur le plan du carreau du puits Gerard et coupe de la salle de la galerie n°1



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





# Puits Gérard

## Principe de remplissage

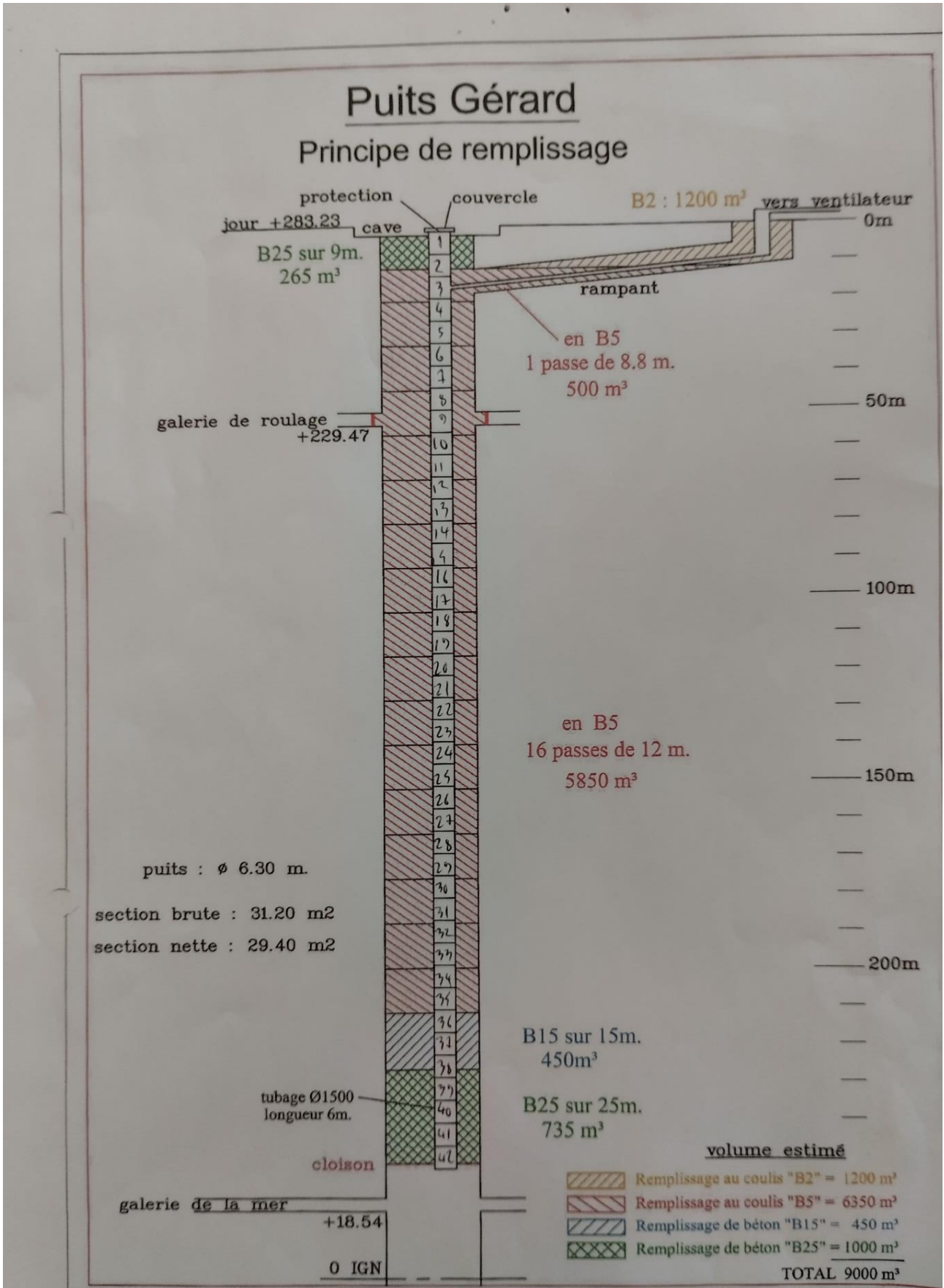


Figure 4 : Coupe synthétique du puits Gerard et du rampant de ventilation (galerie n°3)

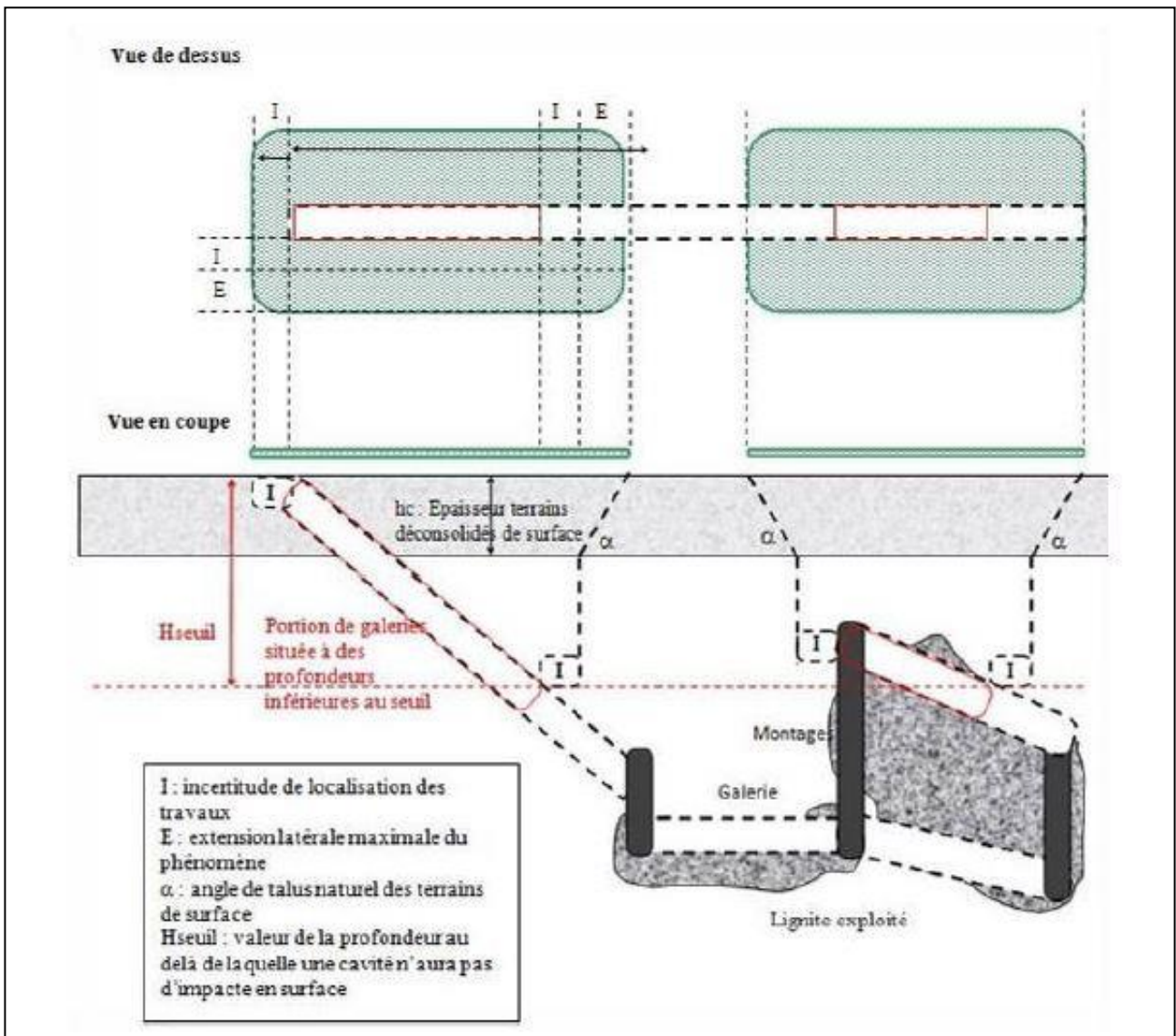


Figure 5 : Représentation schématique de la cartographie de l'aléa effondrement localisé (en vert) lié à la présence de galeries



**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*

**Bassin lignitifère de Provence  
Révision des aléas échauffement, tassement et  
glissement sur les dépôts liés à l'exploitation  
minière sur les communes de Gardanne,  
Greasque, La Bouilladisse, Mimet et Simiane-  
Collongue  
(13)**

**RAPPORT 2021/039DE – 21PAC36020**

Date : 18/03/2021



**Bassin lignitifère de Provence**  
**Révision des aléas échauffement, tassement et**  
**glissement sur les dépôts liés à l'exploitation**  
**minière sur les communes de Gardanne,**  
**Greasque, La Bouilladisse, Mimet et Simiane-**  
**Collongue**  
**(13)**

RAPPORT 2021/039DE – 21PAC36020

Diffusion :

Pôle Après Mines Sud


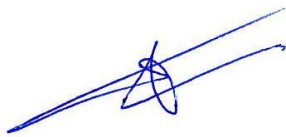

Philippe CHOQUET  
 Marie-Hélène BOUISSAC

DREAL Provence-Alpes-Côte d'Azur

Hubert FOMBONNE  
 Emmanuelle BERILLE

GEODERIS

Rafik HADADOU

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





## SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>Contexte.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Généralités sur les terrils du Bassin lignitifère de Provence.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Définition et mécanismes du phénomène d'échauffement sur terril.....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Démarche mise en œuvre.....</b>	<b>7</b>
4.1	Sélection des dépôts.....	7
4.2	Données d'archives .....	12
4.3	Visites de sites.....	13
4.4	Evolution des dépôts dans le temps.....	13
4.4.1	Emprise des dépôts .....	13
4.4.2	Evolution dans le temps .....	13
4.5	Synthèse informative .....	13
<b>5</b>	<b>Evaluation de l'aléa échauffement.....</b>	<b>14</b>
5.1	Evaluation de la prédisposition.....	14
5.2	Evaluation de l'intensité .....	15
5.3	Evaluation de l'aléa.....	15
<b>6</b>	<b>Révision de la cartographie des aléas tassement et glissement.....</b>	<b>21</b>
<b>7</b>	<b>Conclusion.....</b>	<b>22</b>

**Mots-clés :** Bassin de Provence ; Gardanne ; Greasque ; La Bouilladisse ; Mimet ; Simiane-Collongue ; terril ; révision ; aléa ; échauffement ; tassement ; glissement ; lignite



# 1 CONTEXTE

Les études des aléas (cf. [1]<sup>1</sup> et [2]) sur le Bassin Lignitifère de Provence (13), menées entre 2009 et 2016, ont été portées à connaissance auprès des communes concernées en date du 24 janvier 2017. Plusieurs échauffements ou indices d'échauffements sur certains terrils du bassin ont été rapportés par les mairies concernées lors des consultations menées dans le cadre de l'élaboration du Plan de Prévention de Risques Minier (PPRM). En particulier, un échauffement suivi d'une combustion partielle du terril du puits Léonie (commune de Saint-Savournin) sont survenus en septembre 2017, alors que ce terril ne présentait pas d'aléa échauffement à l'issue de l'évaluation réalisée.

Lors de ces études, la méthodologie ne contenait pas de cadrage des modalités de l'évaluation de l'aléa échauffement. Il a été appliqué comme principe qu'un aléa était retenu pour les seuls terrils présentant des points de combustions avérées (cas des terrils du Défens sur la commune de Meyreuil et de Sauvaires sur la commune de Gardanne) ou une capacité à l'auto-échauffement (sans élément déclencheur extérieur). Il avait été considéré lors de l'analyse que les points en échauffement rapportés par les mairies par exemple sur les terrils de Bramefan (commune de Fuveau) et de Madame d'André (communes de Fuveau et Gréasque) étaient éteints et ne justifiaient donc pas d'y retenir un aléa.

En reprenant les éléments rapportés par les mairies, les données d'archives sur ces dépôts et en appliquant la méthodologie d'évaluation des aléas inscrite au guide des aléas de 2018 (cf. [3]), des révisions de l'aléa échauffement sur 3 terrils ont été produites en 2019 (terril Léonie sur la commune de Saint-Savournin, cf. [4]) et en 2020 (terril de Madame d'André sur les communes de Fuveau et Gréasque et terril de Bramefan sur la commune de Fuveau – cf. [15]).

Afin d'avoir une cartographie homogène à l'échelle du bassin, la DREAL Provence-Alpes-Côte d'Azur, par l'intermédiaire du Pôle Après-mine Sud, a demandé à GEODERIS une révision de l'aléa échauffement sur l'ensemble des terrils du bassin. Un premier rapport a été produit en octobre 2020 pour les communes de Cadolive, Fuveau, Peypin et Saint-Savournin pour lesquelles le PPRM est prescrit et en cours d'élaboration (cf. [14]).

Ce deuxième rapport s'intéresse aux communes de Gardanne, Gréasque, La Bouilladisse et Mimet dont le PPRM est en cours de prescription. Cette étude concerne également la commune de Simiane-Collongue qui est en partie couverte par le terril des Molx.

---

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

## **2 GENERALITES SUR LES TERRILS DU BASSIN LIGNITIFERE DE PROVENCE**

Selon les données issues des dossiers de Déclaration d'Arrêt Définitif des Travaux miniers (DADT), le Bassin de Provence comporte un total de 145 dépôts cartographiés. Ces dépôts sont d'emprises variables couvrant quelques dizaines de mètres carrés à plusieurs dizaines d'hectares. Parmi ces 145 dépôts, les Charbonnages de France (CdF) distinguent 34 terrils qui sont listés dans les dossiers des DADT (cf. Tableau 1). Les 109 dépôts restants figurent sur les cartes annexées aux dossiers sans plus de précision.

Parmi les 34 terrils inventoriés, d'ampleurs inégales, 7 ont fait l'objet par les Charbonnages de France (CdF) d'études détaillées par rapport à la stabilité, à la gestion des eaux ou aux problèmes d'échauffement, avec parfois réaménagement de sites. A ce jour, quatre terrils font l'objet d'une surveillance par l'Etat ; terrils du Grappon (commune de Meyreuil), Défens (commune de Meyreuil), Sauvaires (commune de Gardanne) et Madame d'André (communes de Fuveau et Gréasque). L'objectif fixé est de contrôler l'impact de l'échauffement résiduel sur l'état des terrils, de relever tous les désordres potentiellement à l'origine d'instabilités ou de nuisances environnementales et de vérifier l'état des dispositifs de prévention (fossés, bassins, clôtures, signalisations, etc.) mis en place.

Les terrils sont principalement constitués de pierres de mine (résidus de lavage des calcaires houillers) et de résidus de tris (criblage) de charbon (fines), parfois de mâchefers et de cendres issus d'anciennes installations thermiques ou de fours à chaux, à l'exception du terril de Bramefan (commune de Fuveau) qui est constitué du stockage des cendres de la centrale thermique de Gardanne endiguées entre des dépôts de « pierres de mine » contenant environ 15 % de produits charbonneux.

Les 111 dépôts restants souvent de modestes dimensions sont plutôt constitués de stériles de creusement mais peuvent contenir une proportion non négligeable de pierres de mine.

Communes	Concession	Désignation du terril	Superficie ou volume	Commentaires
Meyreuil	C2	Défens	32ha	A fait l'objet d'études détaillées
Meyreuil		Grappon	6,5ha	A fait l'objet d'études détaillées
Meyreuil		Carreau de Meyreuil	Faible importance	-
Fuveau – Gréasque	C3	Madame d'André	13,5ha	A fait l'objet d'études détaillées
Gréasque		PHO	2,64 ha pour 0,1 Mm <sup>3</sup>	Il constitue en partie la plate-forme de Pho
Gardanne		Sauvaires	35 ha	A fait l'objet d'études détaillées
Fuveau		Bramefan	78,6 ha	A fait l'objet d'études détaillées
Gréasque		Près neufs	-	Reconverti en zone industrielle
Gardanne		Félicie	1,6 ha	Carreau du puits de la Félicie
Gardanne	C4	Saint Pierre	14 ha	A fait l'objet d'études détaillées
Gardanne, Simiane		Molx	13 ha	A fait l'objet d'études détaillées
Mimet		Terril du puits Gérard	0,4 ha	-
Gardanne		Terril du puits Biver	1,1 ha	-
Gardanne		Dépôt entrée galerie St Pierre	-	-
Cadolive	C8	Pâté	69 000 m <sup>2</sup>	Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé
Cadolive, Saint Savournin		Terril du puits Léonie	75 000 m <sup>2</sup>	Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé
Cadolive		Notre Dame n°1	1 000 m <sup>2</sup>	Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé
Cadolive		Notre Dame n°2	12 000 m <sup>2</sup>	Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé
Cadolive, Peypin		Rouvrières	30 000 m <sup>2</sup>	Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé
Peypin		Doria	1 500 m <sup>2</sup>	Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé
Peypin		Lecas	1 700 m <sup>2</sup>	Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé
Peypin		Cerveau	2 300 m <sup>2</sup>	Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé
Peypin		Armand	3 000 m <sup>2</sup>	Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé
Peypin		Baume de Marron	3 000 m <sup>2</sup>	Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé
Peypin	C9	Les deux terrils du Puits Armand	640 000 m <sup>3</sup>	-
Cadolive et Saint Savournin		Terril du puits Germain	500 000 m <sup>3</sup>	Ce terril a subi une combustion totale
Gréasque et Belcodène	C10	Terrils de faibles importances	Quelques ares	Ils sont constitués de remblais, pierres de mine et de fines de charbon. Hors code minier
Trets	C11	Un terril	-	A proximité du plan incliné Sainte Barbe, parcelle BY117, propriété des HBCM. Le terril est stabilisé, entièrement recouvert de végétation
La Bouilladisse	C12	Présence d'anciens terrils	De faible importance	Zone de Pinchinier. Totalement envahis par la végétation, devenus invisibles. Ils se situent sur des propriétés privés
Fuveau	C14	Terril de l'Huillier	1,6ha	Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé
Fuveau		Terril du puits n°12	0,2ha	Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé
Fuveau		Terril de la RN98	0,2ha	Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé
Fuveau		Terril du puits 14	0,8ha	Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé
Fuveau		Terril du puits 15	0,04ha	Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé

**Tableau 1 : Principales caractéristiques des terrils recensés**

### 3 DEFINITION ET MECANISMES DU PHENOMENE D'ECHAUFFEMENT SUR TERRIL

Le phénomène d'échauffement de dépôts ou terrils houillers autrement appelé « feu de terril » peut être déclenché spontanément (on parle alors d'auto-échauffement) ou provoqué par le contact de feux vifs au droit du terril ou du dépôt (feux de forêts naturels, écobuages...).

Dans le premier cas, il s'agit d'un phénomène de combustion du charbon consécutif à la réaction exothermique de l'oxydation des sulfures (pyrite) présents au sein des matériaux par mise à l'air libre. Ce déclenchement spontané de la combustion se réalise généralement peu de temps (quelques mois à quelques années) après la mise en dépôts des stériles houillers ou plus rarement et plus tardivement (pas de cas répertorié sur le bassin de Provence), au contact d'un rayonnement thermique solaire important sur une période d'exposition prolongée (sécheresse). Les matériaux ainsi brûlés se transforment alors en chaux.

Dans le second cas, le phénomène est provoqué par un événement extérieur venant perturber « l'état d'équilibre thermique » des matériaux du terril. Le déclenchement de la combustion peut être lié soit à une exposition à des feux vifs des matières charbonneuses encore présentes dans le terril suite à des incendies de forêts naturels ou anthropiques (écobuages...) ou par mise à l'air de matériaux non brûlés suite à des phénomènes de glissements ou à l'occasion de terrassements. Si l'apport d'oxygène est suffisant, la combustion peut alors se propager profondément dans le terril en suivant préférentiellement les « couches » les plus charbonneuses.

Remarque : L'extinction par arrosage d'eau dans le cas d'un incendie lié à un feu de terril est a priori proscrite. En effet, l'eau en apport insuffisant entraîne au contact du charbon en combustion la formation de gaz de monoxyde de carbone (CO) et de dihydrogène (H<sub>2</sub>) nommé « gaz à l'eau » qui est inflammable et explosif au contact de l'oxygène (air).

## 4 DEMARCHE MISE EN ŒUVRE

La prédisposition d'un terril à l'échauffement est définie par le guide des aléas selon 3 critères (cf. [3]) :

- **De la nature des matériaux constitutifs de l'ouvrage de dépôt.** Les dépôts les plus prédisposés à entrer en combustion sont les dépôts dits de mine ou de fosse, constitués de produits « tout-venant » à la granulométrie hétérogène issus des creusements de galeries au rocher, de voies au charbon et des résidus de schéidage du charbon extrait. A contrario, les terrils dits de lavoir sont moins prédisposés à l'échauffement car ils sont constitués de matériaux de granulométrie plus fine et plus régulière (0-20 mm), de nature essentiellement schisteuse. Ils peuvent contenir des matières carbonées en proportion encore notable, mais d'autant moins que les lavoirs dont ils sont issus sont plus modernes ;
- **De la manifestation de phénomènes analogues** sur d'autres ouvrages de dépôts, sur le site ou dans des configurations identiques ou proches ;
- **De l'existence d'observations ou mesures thermiques** (par exemple par thermographie) attestant qu'un mécanisme d'échauffement affecte l'ouvrage.

En tenant compte de ces critères, la démarche mise en œuvre pour la révision de l'aléa échauffement sur les terrils a débuté par un complément informatif défini en trois phases :

- Sélection des dépôts concernés ;
- Consultation du fond d'archives de CdF stockées au Département de Prévention et Sécurité Minière du BRGM à Gardanne ;
- Visites de terrain de l'ensemble des dépôts concernés.

### 4.1 Sélection des dépôts

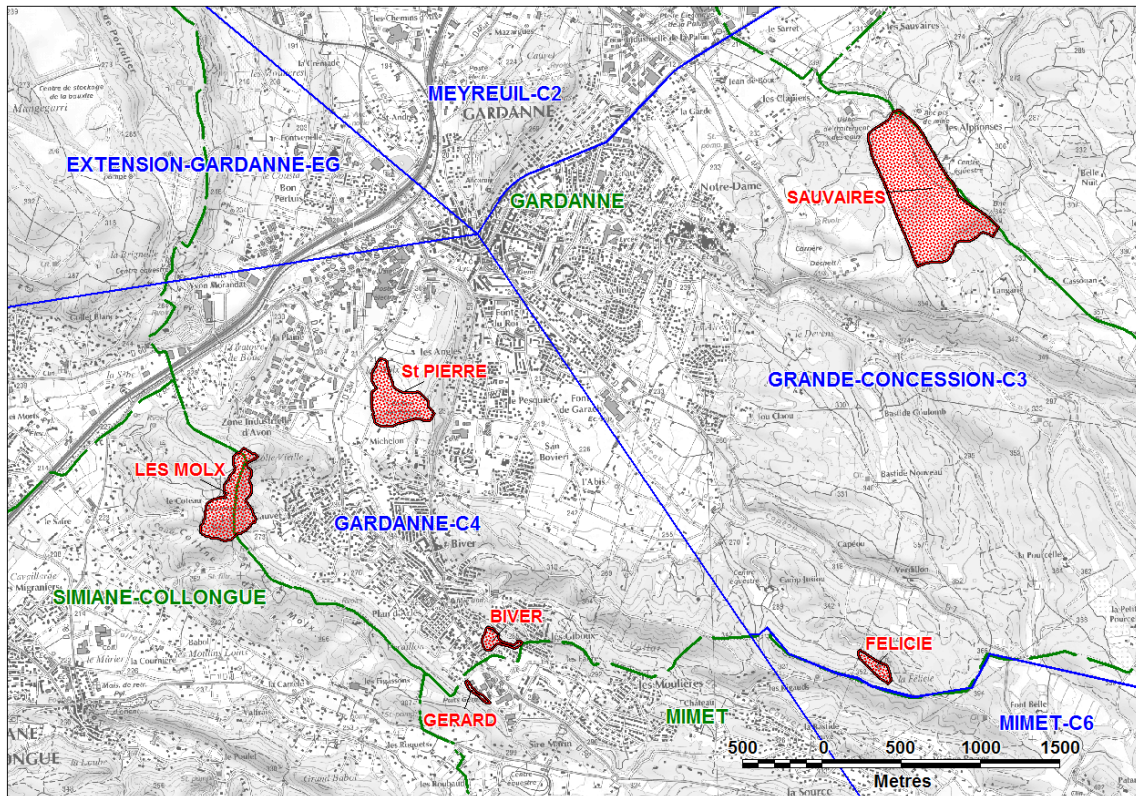
Le Bassin de Provence comporte 145 dépôts dont 34 terrils. Outre les 34 terrils retenus pour évaluation de l'aléa échauffement, une sélection parmi les 111 dépôts restants a été réalisée selon deux critères d'exclusion de la prédisposition à l'échauffement. Ces critères ont pour objectif de déterminer la nature des matériaux constitutifs de l'ouvrage de dépôt et d'y estimer la quantité de portion charbonneuse potentiellement non brûlée. Les deux critères retenus sont :

- **Les dimensions du dépôt** : Superficie inférieure à 500 m<sup>2</sup> et hauteur inférieure à 5 m ; la portion charbonneuse est d'autant plus faible si le dépôt présente un volume restreint ;

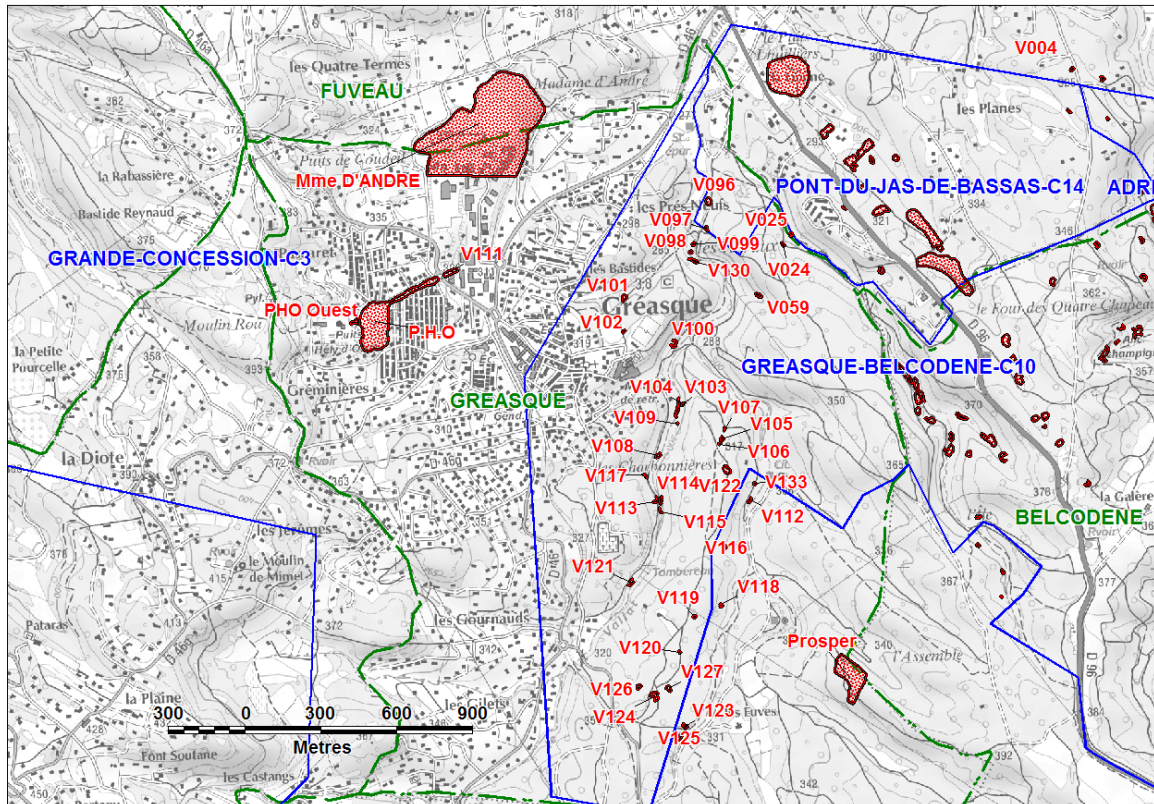
et

- **La composition du dépôt** estimée en fonction du type d'ouvrage débouchant au jour (ODJ) à l'origine de ce dépôt : exemple d'un dépôt situé en sortie d'une descenderie ancienne, à l'exploitation peu profonde, quasi totalement constitué de stériles de creusement (calcaires).

Les communes de Gardanne, Greasque, La Bouilladisse, Mimet et Simiane-Collongue présentent 53 dépôts et terrils (cf. Figure 1, Figure 2 et Figure 3). A l'issue de cette sélection, 12 d'entre eux ont été retenus pour l'évaluation de l'aléa échauffement (cf. Tableau 2).

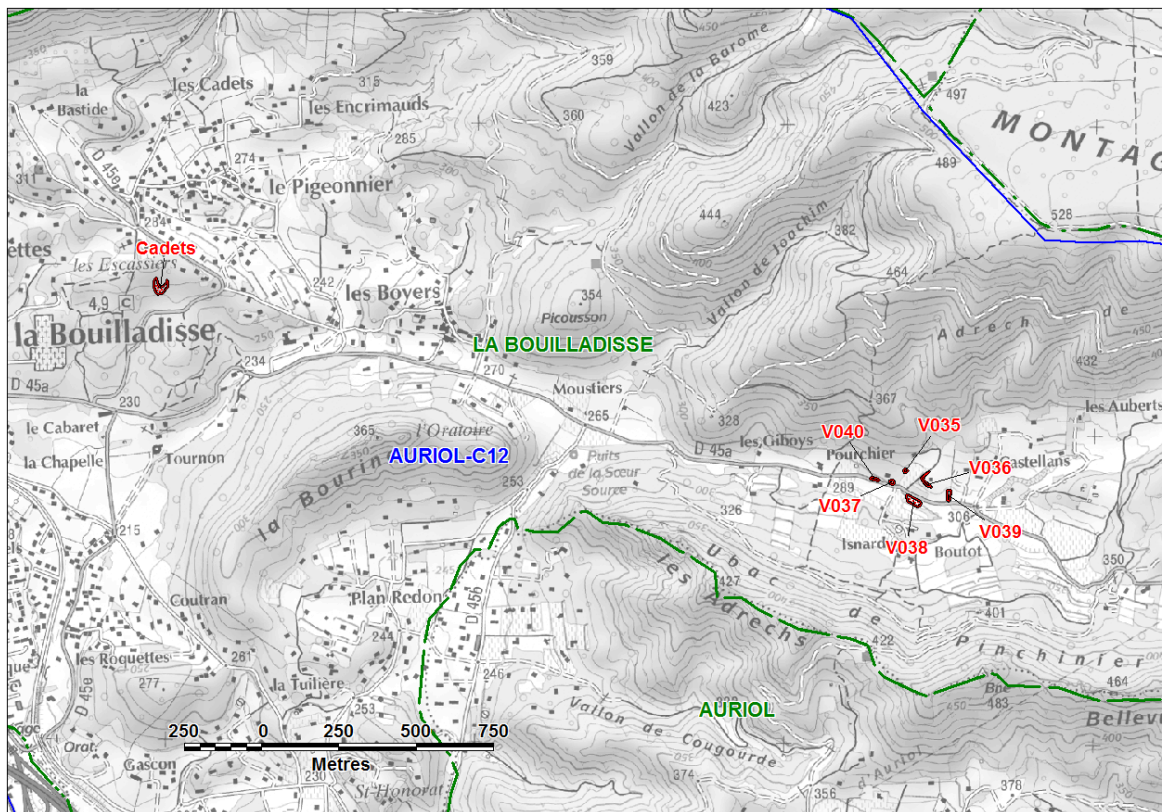


**Figure 1 : Localisation des dépôts et terrils répertoriés dans les dossiers de la DADT de CdF sur les communes de Gardanne, Mimet et Simiane-Collongue (fond SCAN25® IGN)**



**Figure 2 : Les dépôts et terrils répertoriés dans les dossiers de la DADT de CdF sur les communes de Greasque (fond SCAN25® IGN)**





**Figure 3 : Localisation des dépôts et terriils répertoriés dans les dossiers de la DADT de CdF sur la commune de La Bouilladisse (fond SCAN25® IGN)**

Commune	Nom dépôt / n° dépôt	Superficie <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> )	Hauteur maximum (m)	ODJ d'origine	Evaluation de l'aléa échauffement	Observations
Gardanne	Felicie (V001)	16 663	10	Puits Felicie 1	<b>Retenu</b>	
	Biver (V135)	14 446	20	Puits Biver 1	<b>Retenu</b>	
	Saint-Pierre (V137)	90 504	30	Exploitation de Gardanne	<b>Retenu</b>	
	Sauvaires (V141)	371 964	50	Puits Sauvaires	<b>Retenu</b>	
Gardanne et Simiane-Collongue	Les Molx (V142)	110 535	85		<b>Retenu</b>	
Greasque	V024	95	< 5	Descenderies 10-E1 et 10-E2	Non retenu	
	V025	203	< 5	Descenderie 14-51	Non retenu	En grande partie sur commune de Fuveau
	V059	300	< 5	Descenderies 10-D3 et 10-D4	Non retenu	
	Prosper (V074)	11 814	5	Puits Prosper	<b>Retenu</b>	
	V096	478	< 5	Descenderie 14-A1	Non retenu	
	V097	172	< 5	Descenderie 10-C6	Non retenu	
	V098	107	< 5	Descenderie 10-C5	Non retenu	
	V099	147	< 5	Descenderie 10-A3	Non retenu	
	V100	322	< 5	Descenderie 10-B8	Non retenu	
	V101	380	< 5	Descenderie 10-B9	Non retenu	
	V102	104	< 5	Galerie 10-B10	Non retenu	
	V103	360	< 5	Descenderie 10-B5	Non retenu	
	V104	83	< 5	Descenderie 10-B7	Non retenu	
	V105	223	< 5	Descenderies 10-G4 et 10-G8	Non retenu	
	V106	65	< 5	Descenderie 10-G4	Non retenu	
	V107	69	< 5	Descenderie 10-B4	Non retenu	
	V108	281	< 5	Descenderie 10-B4	Non retenu	
	V109	50	< 5	Descenderie 10-B6	Non retenu	
	P.H.O (V110)	22 263	10	Puits Hely d'Oisel	<b>Retenu</b>	Dans la continuité de P.H.O
	P.H.O Ouest (V110 bis)	450	< 5		<b>Retenu</b>	
	V111	882	< 5		Non retenu	
	V112	157	< 5	Descenderie 10-G3	Non retenu	
	V113	202	< 5	Descenderie 10-B1	Non retenu	
	V114	231	< 5	Descenderie 10-B2	Non retenu	
	V115	136	< 5	Descenderie 10-B2	Non retenu	
	V116	161	< 5	Descenderie 3-G2	Non retenu	
	V117	126	< 5	Descenderie 10-B3	Non retenu	
	V118	118	< 5	Descenderie 3-F9	Non retenu	
	V119	144	< 5	Descenderie 10-E	Non retenu	
	V120	93	< 5	Descenderie 10-F	Non retenu	
	V121	356	< 5	Descenderies 10-C et 10-Y	Non retenu	
	V122	615	< 5	Descenderie 10-H	Non retenu	
	V123	251	< 5	Descenderie 3-J3	Non retenu	
V124	782	< 5	Descenderie 10-F4	Non retenu		
V125	429	< 5	Descenderie 3-J	Non retenu		
V126	248	< 5	Descenderie 10-F3	Non retenu		
V127	307	< 5	Descenderie 10-F2	Non retenu		
V130	366	< 5	Descenderies 10-C3 et 10-C4	Non retenu		
V133	100	< 5	Descenderie 3-G7	Non retenu		
Mme d'André (V138)	129 900	30	Puits Hely d'Oisel	<b>Retenu</b>	En partie sur la commune de Fuveau	

<sup>2</sup> Les superficies indiquées sont issues des emprises cartographiques des fichiers informatiques des dossiers associés aux DADT des concessions de Cdf.

Commune	Nom dépôt / n° dépôt	Superficie <sup>3</sup> (m <sup>2</sup> )	Hauteur maximum (m)	ODJ d'origine	Evaluation de l'aléa échauffement	Observations
<b>La Bouilladisse</b>	V035	103	< 5	Descenderie 12-486	Non retenu	
	V036	317	< 5	Descenderie 12-40N	Non retenu	
	V037	193	< 5	Cheminée 12-R9	Non retenu	
	V038	1 031	5	Descenderies 12-491 et 12-487	<b>Retenu</b>	
	V039	353	< 5	Descenderie 12-421	Non retenu	
	V040	223	< 5	Cheminée 12-R8	Non retenu	
	Cadets (V075)	1 177	5	Puits des Cadets	<b>Retenu</b>	
<b>Mimet</b>	Gerard (V134)	4 062	15	Puits Gerard	<b>Retenu</b>	

\* selon le dossier de la DADT de CdF

**Tableau 2 : Liste des dépôts et terrils retenus pour évaluation de l'aléa échauffement sur les communes de Fuveau, Cadolive, Peypin et Saint-Savournin**

<sup>3</sup> Les superficies indiquées sont issues des emprises cartographiques des fichiers informatiques des dossiers associés aux DADT des concessions de CdF.

## 4.2 Données d'archives

Le fond d'archives des Charbonnages de France disponibles dans les locaux du DPSM / BRGM à Gardanne a été consulté le 27 janvier 2021. Ont été consultés, les dossiers des DADT et les documents relatifs aux anciennes concessions dans lesquels les dépôts sont répertoriés, à savoir :

- la concession dite Grande Concession – C3, qui couvre en partie les communes de Gardanne et Greasque ;
- la concession de Gardanne – C4, qui couvre en partie les communes de Gardanne, Mimet et Simiane-Collongue ;
- la concession d'Auriol – C12, qui couvre la commune de La Bouilladisse

Des évènements relatifs à des échauffements de terrils ont été répertoriés dans ces archives.

- En 1994, sur le terril de Madame d'André, des indices de combustion (émanations gazeuses nauséabondes) ont été détectés au niveau de la décharge intercommunale. Ce secteur en échauffement a été traité par confinement (apport de terres) en 1996 puis en 2000. En parallèle, un léger échauffement superficiel avait été repéré en 1995 sur un talus de faibles dimensions en partie Sud du terril. L'examen thermographique réalisé en septembre 2000 indiquait la présence d'un secteur en échauffement en partie haute au Nord de la plateforme orientale et de l'ancienne zone de décharge ainsi que de deux petits secteurs « tièdes » au Sud et au Sud-Est de cette même plateforme. En 2002, le thermogramme n'indiquait plus d'échauffement au niveau de ces deux derniers points. Les échauffements de 1994 et 1995 n'étaient plus actifs ;
- En 1994, sur le terril Gerard, un échauffement sous l'usine de traction-levage a été traité par sondages et injection de bentonite-ciment.

Par ailleurs, des échauffements en 1997, en 2006 et en 2017 sur d'autres terrils ou dépôts du bassin de Provence (terril Rouvières, dépôt charbonneux au droit des champignonnières de Valdonne et sur le terril du carreau du puits Léonie) ont été répertoriés dans le cadre de l'étude menée en 2020 sur les communes de Cadolive, Fuveau, Peypin et Saint-Savournin (cf. [14]).

Les études (stabilité et échauffement) et des analyses thermographiques des plus importants terrils du bassin ont été menées par l'INERIS pour le compte de CdF en 2001 et 2005 postérieurement à l'arrêt des travaux (cf. [5], [7], [11] et [12]). Sur le secteur concerné, ces études concluent que :

- le terril Saint-Pierre présentait encore des points en combustion en 2001, points qui ont été observés éteints en 2005 ;
- le terril des Sauvaires présentait, malgré le traitement par masques de terre, encore trois points tièdes en 2005 au niveau du flanc Ouest, de la pointe Nord et de la butte centrale secteur Est ;
- le terril Molx présentait encore un point en combustion en 2007 considéré comme résiduel (en cours d'extinction).

### **4.3 Visites de sites**

La visite des sites a été réalisée le 26 janvier 2021. Certaines parties de terril n'ont pas pu être observés « de près » en raison de leur présence en propriété privée.

Les observations montrent que l'essentiel des dépôts est aujourd'hui végétalisé, avec présence de sols, laissant peu de points d'observations des matériaux les constituant. Quelques affleurements épars sur certains d'entre eux révèlent la présence de chaux (cas des terrils Saint-Pierre, du PHO) témoignant d'une combustion ou, au contraire, de sols riches en matériaux charbonneux (cas du terril Prosper, par exemple).

### **4.4 Evolution des dépôts dans le temps**

Un examen des anciennes photographies aériennes a été mené afin de vérifier l'évolution des terrils et des dépôts dans le temps (emprise, végétalisation, etc.).

#### **4.4.1 Emprise des dépôts**

Dans le cadre des études des aléas (cf. [1] et [2]) menées entre 2009 et 2016, la cartographie des dépôts du Bassin lignitifère de Provence était issue des fichiers informatiques des dossiers associés aux DADT (Déclarations d'Arrêt Définitif des Travaux miniers) des 16 concessions du bassin fournies par les Charbonnages de France aux services de l'Etat en 2002.

Une étude de vérification de cette cartographie a été menée en 2018 (cf. [8]). Cette étude avait conduit à préciser le contour des terrils PHO et Biver suite à différents décaissements et aménagements d'une partie de ces terrils.

Sur les 4 communes concernées par la présente étude, l'emprise des dépôts y a été globalement confirmée. En effet, leur géométrie a peu évolué depuis la fin de leur exploitation (années 1980 pour les plus récents) et aucune zone d'emprunts récente de matériaux n'a été observée. Seuls les tracés des terrils Felicie et Biver ont été précisés à partir des observations de détails des photographies aériennes anciennes.

#### **4.4.2 Evolution dans le temps**

Depuis la fin de leur exploitation (années 1980 pour les plus récents), l'essentiel des dépôts s'est végétalisé plus ou moins rapidement au cours des années. Les végétalisations les plus tardives observées datent des années 2000. A l'exception du terril des Molx peu végétalisé, ils apparaissent aujourd'hui enherbés ou couverts de forêt avec la formation de sols qui peuvent localement être épais (décimétrique à pluridécimétriques).

Par ailleurs, certains terrils ou parties de terrils ont été réaménagés et présentent aujourd'hui des installations. Ce fut le cas du terril Gerard, qui a été terrassé pour l'aménagement du carreau du puits foncé en 1945 aujourd'hui converti en zone industrielle. Les plateformes sommitales des terrils de Mme d'André et des Sauvaires accueillent des parcs photovoltaïques. La moitié nord du terril PHO a quant à elle été aménagée en skate park.

### **4.5 Synthèse informative**

Pour chaque terril ou dépôt retenu pour évaluation de l'aléa échauffement, l'ensemble des données informatives est formalisé sous forme de fiches synthétiques en annexe 1 du présent document.

## 5 EVALUATION DE L'ALEA ECHAUFFEMENT

### 5.1 Evaluation de la prédisposition

La prédisposition à l'échauffement tient compte de trois critères (cf. § 4) :

- La nature des matériaux constitutifs de l'ouvrage de dépôt ;
- La manifestation de phénomènes analogues ;
- L'existence d'observations ou mesures thermiques.

Les principaux terrils du bassin de Provence ont subi, ou subissent toujours pour certains, le phénomène d'auto-échauffement depuis leur mise en dépôt.

Sur les communes concernées par l'étude, les terrils Sauvaires et de Mme d'André présentaient encore récemment des zones en combustion. Ces terrils sont surveillés à raison d'une périodicité biannuelle. Les dernières thermographies réalisées en 2019 ne montrent plus de points en combustion sur le terril de Mme d'André (cf. [14]). Il en est de même sur le terril Sauvaires, où le point encore tiède situé en pointe nord du terril (en dehors du parc photovoltaïque) observé en 2018 (cf. [10]), n'était plus présent en 2019. Néanmoins, le rapport de surveillance du BRGM/DPSM précise que les mesures ont pu être perturbées par l'ensoleillement important le jour du levé (cf. [13]).

Pour les autres terrils, selon les archives de CdF, l'auto-combustion, serait aujourd'hui achevée, pour les terrils des Molx, PHO, Saint-Pierre et Gerard (cf. [7]) dont la mise en dépôt s'est interrompue pour les plus récents dans les années 1980 suite à l'arrêt des puits d'extraction qui alimentaient ces dépôts. Les quelques observations sur site (présence de chaux à l'affleurement) témoignent d'une combustion, au moins partielle, pour le terril PHO et Saint-Pierre mais aussi par ailleurs pour les terrils Biver et des Cadets.

Néanmoins, les échauffements de 1994 sur le terril Gerard ainsi qu'en 1997, 2006 et 2017 sur d'autres terrils du bassin (cf. § 4.2 et [14]) montrent que ponctuellement des « poches » résiduelles de matériaux charbonneux non brûlés peuvent être encore présentes. Elles ont été confirmées par l'observation à l'affleurement de ces matériaux, en particulier sur le terril Prosper et le dépôt V038. Ainsi ces « poches » résiduelles sont susceptibles d'être mises en combustion notamment avec le concours d'un événement extérieur (incendies, écobuage, terrassements, etc.).

Ces éléments confirment la capacité à l'échauffement provoqué (deuxième critère de prédisposition) des terrils du bassin de Provence dès lors qu'ils comportent suffisamment de matériaux charbonneux (autrement appelés « pierres de mine »).

Les deuxième et troisième critères ainsi vérifiés, le niveau de prédisposition à l'échauffement des terrils et dépôts retenus reposent sur la seule nature des matériaux les constituants. Trois catégories de terrils et de dépôts peuvent être distinguées :

- Catégorie 1 : Les terrils ou dépôts présentant une portion charbonneuse négligeable à nulle (stériles de creusement de descenderies ou terril totalement brûlé) ;
- Catégorie 2 : Les terrils ou dépôts constitués de pierre de mines susceptibles de présenter ponctuellement une portion charbonneuse (cas des terrils auto-échauffés avec présence potentielle de « poches » résiduelles de matériaux charbonneux) ;
- Catégorie 3 : Les terrils ou dépôts présentant une portion charbonneuse non brûlée (cas des dépôts présentant des matériaux charbonneux à l'affleurement ou ayant subi un échauffement récent).

En l'absence d'études de sols, l'évaluation de la constitution des terrils ou des dépôts repose sur les observations de surface. A défaut d'observations (sites inaccessibles ou au couvert végétal trop dense), les terrils sont sécuritairement classés dans la deuxième catégorie.

Considérant l'ensemble des données informatives, il est retenu un niveau de prédisposition :

- Nul pour les terrils et dépôts de catégorie 1 ;
- Peu sensible les terrils et dépôts de catégorie 2 ;
- Sensible à très sensible pour les terrils et dépôts de catégorie 3.

## 5.2 Evaluation de l'intensité

Selon le guide des aléas (cf. [3]), l'évaluation de l'intensité est basée sur les conséquences prévisibles dans la zone d'influence de l'échauffement, et en particulier sur la sécurité des personnes et des biens. En d'autres termes et toutes choses égales par ailleurs, c'est la capacité d'un échauffement à générer des nuisances et/ou des dégâts importants (incendie, émanation de fumées et de gaz). C'est donc principalement le volume de matériaux susceptibles d'entrer en combustion ou l'emprise de la zone en surface impactée qui influe sur cette capacité. Ce sont donc les paramètres de volume et de superficie des terrils qui sont retenus comme grandeur représentative de l'intensité de l'aléa échauffement.

L'étude détaillée des aléas (cf. [2]) avait retenu une intensité de niveau modéré dans le cas des terrils du bassin de Provence encore en auto-échauffement, à savoir les terrils de Sauvaires et du Défens dont le volume de matériaux en combustion atteignaient plusieurs centaines de mètres cubes sur des surfaces relativement étendues. Les dernières analyses thermographiques menées sur le terril des Sauvaires ne montrent plus qu'un seul point tiède de faible superficie. Pour ce dernier, l'intensité est déclassée à un niveau limité.

Pour les autres terrils, l'auto-échauffement historique étant achevé, les échauffements récents répertoriés se sont concentrés sur des « poches » résiduelles de matériaux carbonneux ne mettant en combustion que quelques dizaines de mètres cubes de matériaux sur des surfaces peu importantes (quelques dizaine de mètres carrés). Ce retour d'expérience amène à retenir une intensité de niveau limité pour les terrils et dépôts prédisposés à l'échauffement et concernés par la présente étude.

## 5.3 Evaluation de l'aléa

Le niveau d'aléa « échauffement sur dépôt » est qualifié par croisement de la prédisposition et de l'intensité. L'aléa est évalué à un niveau nul, faible ou moyen selon les configurations des différents terrils ou dépôts retenues (cf. Tableau 3).

Compte tenu qu'un échauffement se manifeste au droit exact des terrils ou des dépôts, la cartographie de l'aléa ne présente pas de marge d'extension latérale pour ce phénomène. Ainsi, à l'exception de l'incertitude du support cartographique (1 m pour la BD ORTHO® IGN), aucune marge supplémentaire (incertitude ou influence) n'a été ajoutée à l'aléa échauffement calé sur l'emprise exacte des terrils et des dépôts (cf. **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, Figure 5 et Figure 6).

Remarque : Une partie des secteurs concernés a été par ailleurs cartographiée en aléa échauffement sur affleurement dans le cadre de l'étude des aléas (cf. [3]). Pour faciliter la lecture des cartes lorsque des zones d'aléa échauffement sur terril et affleurement présentant un même niveau se chevauchent, elles ont été fusionnées.

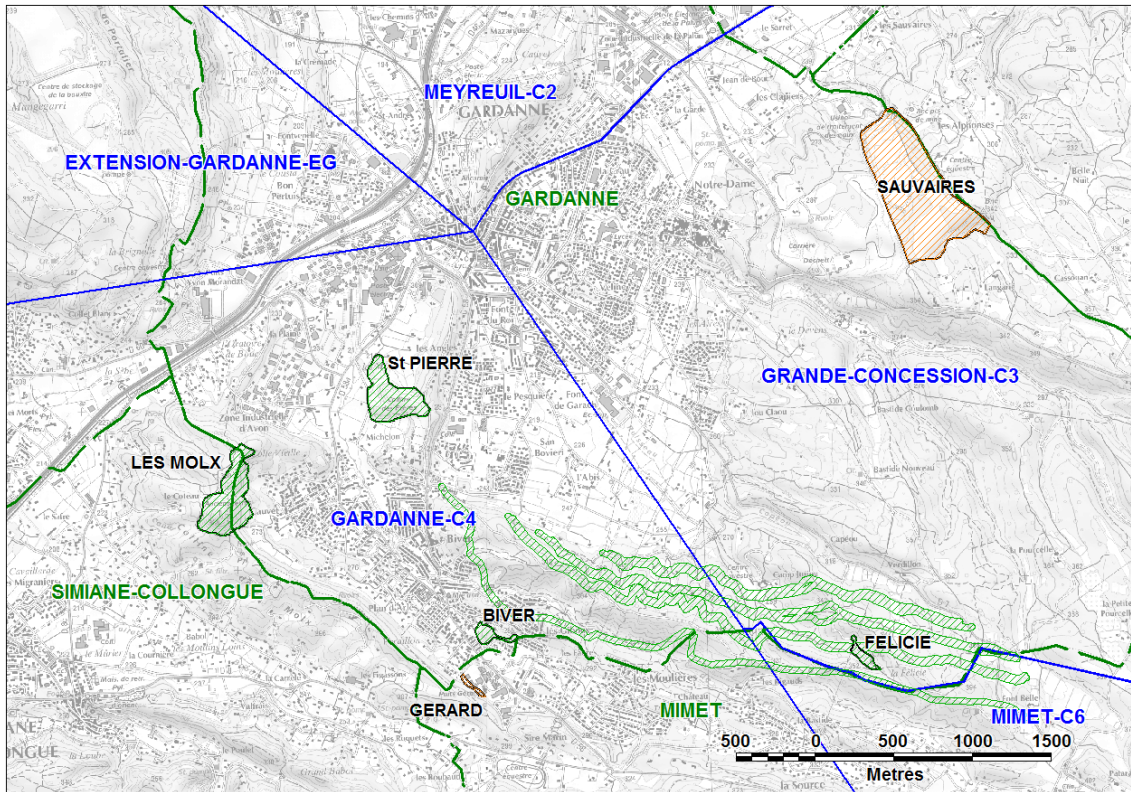




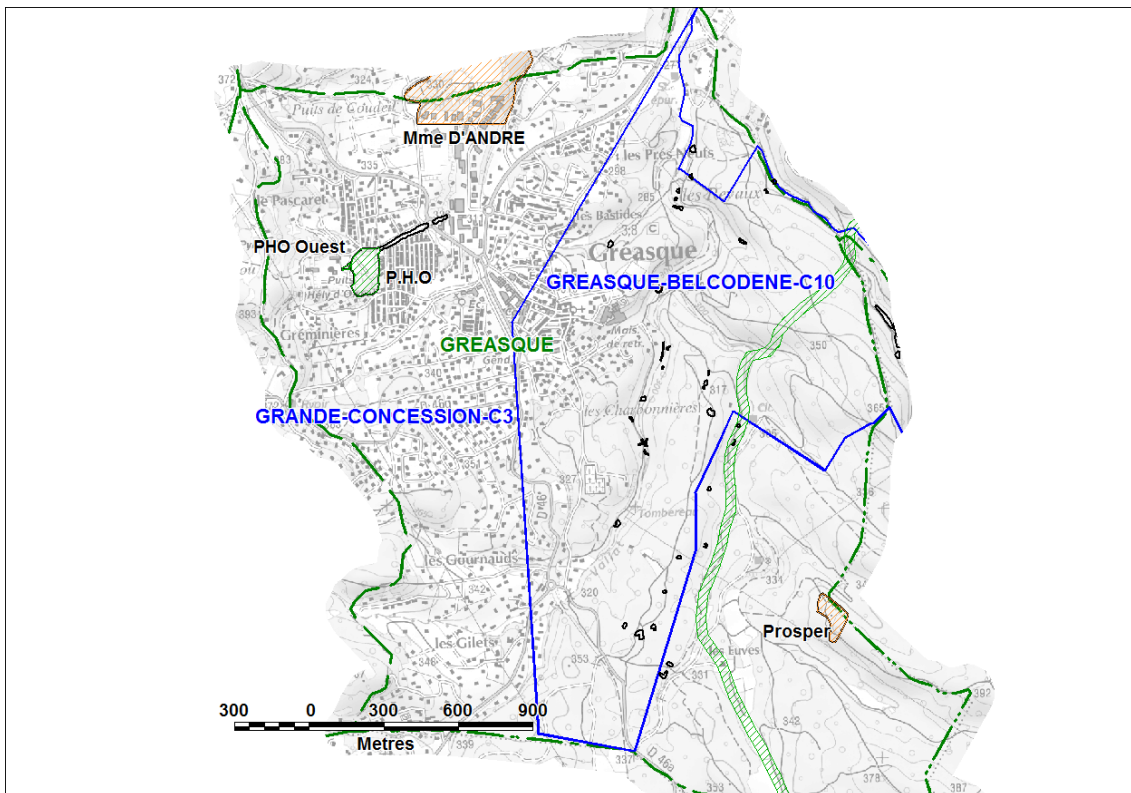
Commune	Nom terril / n° terril	Critères de prédisposition à l'échauffement			Prédisposition	Intensité	Aléa
		Nature des matériaux	Manifestations d'échauffement	Mesures thermiques			
Gardanne	Felicie (V001)	Stériles de mine	Traces de chaux	/	Peu sensible	Limitée	Faible
	Biver (V135)	Stériles de mine + traces de chaux.	Terril au moins en partie brûlé	/	Peu sensible	Limitée	Faible
	Saint-Pierre (V137)	Stériles de mine + stériles de creusement et cendres volantes	Autoéchauffement actif jusqu'en 2001	Plus de points chauds sur mesures 2005	Peu sensible	Limitée	Faible
	Sauvaires (V141)	Stériles de mine + stériles de creusement et cendres volantes	Autoéchauffement actif (terrill surveillé)	Point tiède en pointe nord du terril en 2018	Sensible à très sensible	Limitée	Moyen
Gardanne et Simiane-Collongue	Les Molx (V142)	Stériles de mine + stériles de creusement	Autoéchauffement actif jusqu'en 2007	Point tiède en pointe sud du terril en 2007	Peu sensible	Limitée	Faible
Greasque	Prosper (V074)	Stériles de mine. Matériaux charbonneux affleurant	/	/	Sensible à très sensible	Limitée	Moyen
	PHO	Stériles de mine + traces de chaux.	Terril au moins en partie brûlé	/	Peu sensible	Limitée	Faible
	PHO (cavalier)	Stériles de creusement	/	/	Nul	/	Nul
	PHO_Ouest	Stériles de mine	/	/	Peu sensible	Limitée	Faible
	Mme d'André (V138)	Stériles de mine	1994, 1995 et 2000 (terrill surveillé)	Pas de points chauds sur mesures 2019	Sensible à très sensible	Limitée	Moyen
La Bouilladisse	Dépôt (V038)	Stériles de mine. Matériaux charbonneux affleurant	Terril au moins en partie brûlé	/	Sensible à très sensible	Limitée	Moyen
	Cadets (V075)	Stériles de mine + traces de chaux	/	/	Peu sensible	Limitée	Faible
Mimet	Gerard (V134)	Stériles de mine	1994	/	Sensible à très sensible	Limitée	Moyen

**Tableau 3 : Synthèse de l'aléa échauffement des terrills et dépôts sur les communes de Fuveau, Cadolive, Peypin et Saint-Savournin**

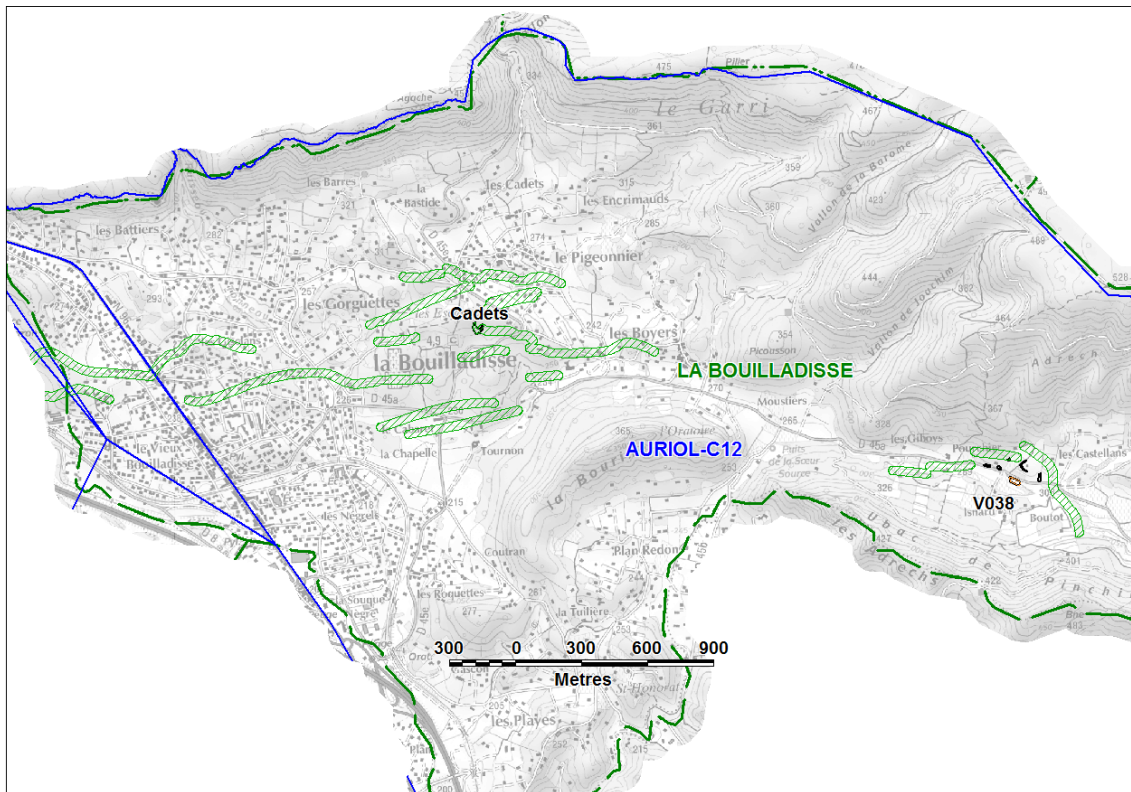




**Figure 4 : Nouvelle carte d'aléa échauffement sur les communes de Gardanne, Mimet et Simiane-Collongue – Fond SCAN25® IGN**  
 (zone orange : aléa échauffement moyen ; zone verte : aléa échauffement faible)



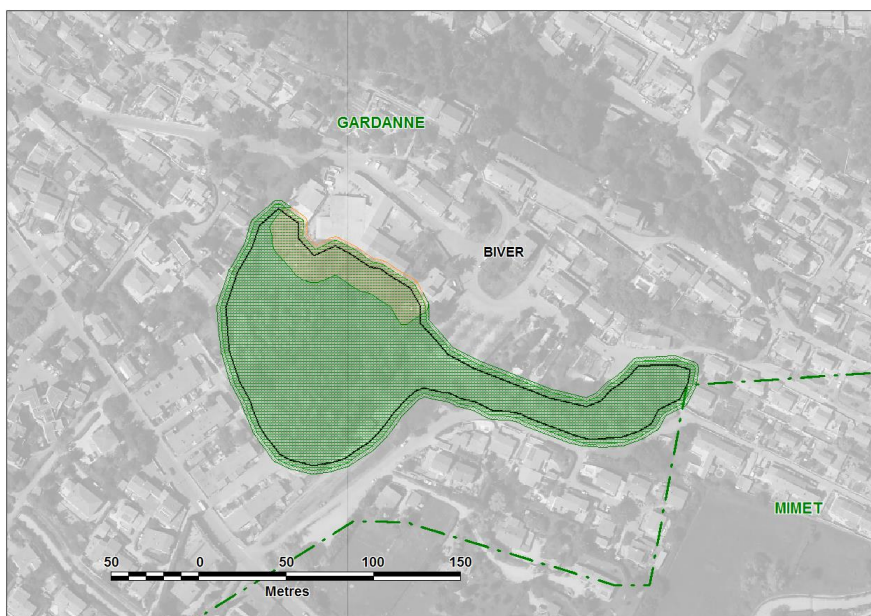
**Figure 5 : Nouvelle carte d'aléa échauffement sur la commune de Greasque - Fond SCAN25® IGN**  
 (zone orange : aléa échauffement moyen ; zone verte : aléa échauffement faible)



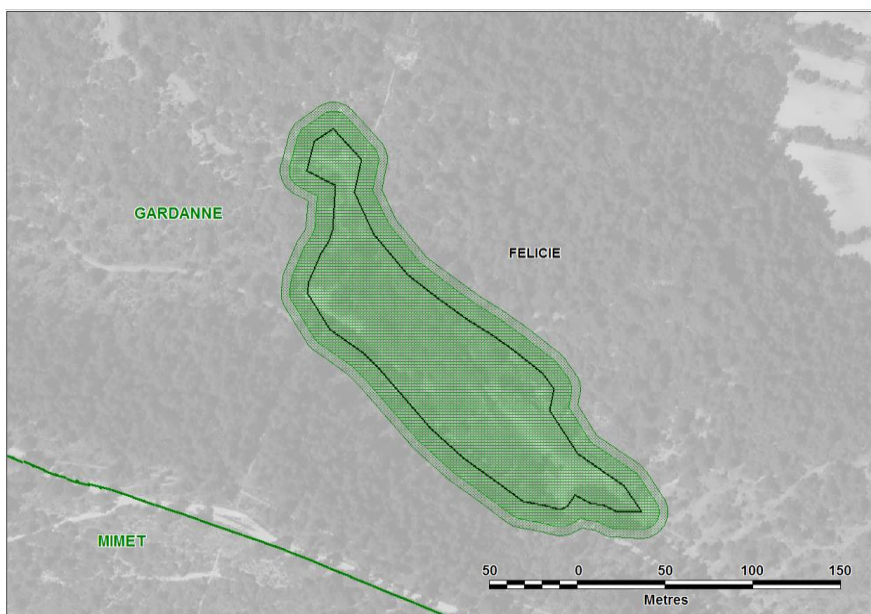
**Figure 6 : Nouvelle carte d'aléa échauffement sur la commune de La Bouilladisse -  
Fond SCAN25® IGN**  
(zone orange : aléa échauffement moyen ; zone verte : aléa échauffement faible)

## 6 REVISION DE LA CARTOGRAPHIE DES ALEAS TASSEMENT ET GLISSEMENT

L'analyse de ces nouveaux éléments informatifs conduit à retenir un aléa échauffement de niveau faible à moyen pour 12 des 53 terrils et dépôts répartis sur les communes de Gardanne, Greasque, La Bouilladisse, Mimet et Simiane-Collongue. L'examen des anciennes photographies aériennes a par ailleurs conduit à préciser l'emprise des terrils de Biver et Felicie sur la commune de Gardanne. Pour ces derniers, la cartographie des aléas tassement et glissement associés à ces terrils ont été révisés en fonction de leurs nouveaux contours (cf. Figure 7 et Figure 8).



**Figure 7 : Nouvelle carte d'aléa tassement et glissement aux niveaux du terril Biver sur la commune de Gardanne - Fond BD ORTHO® IGN**  
(zone trame orange : aléa glissement moyen ; zone trame verte : aléa glissement faible ; zone hachures horizontales vertes : aléa tassement faible)



**Figure 8 : Nouvelle carte d'aléa tassement et glissement aux niveaux du terril Felicie sur la commune de Gardanne - Fond BD ORTHO® IGN**  
(zone trame verte : aléa glissement faible ; zone hachures horizontales vertes : aléa tassement faible)

## 7 CONCLUSION

Plusieurs échauffements se sont récemment produits sur certains terrils du bassin de Provence dont le plus récent qui a concerné le terril de l'ancien carreau du puits Léonie sur la commune de Saint-Savournin en date de 2017. Ces événements ont conduits en 2019 et 2020 à la révision ponctuelle de l'aléa échauffement sur les secteurs concernés.

Afin que l'évaluation de l'aléa échauffement sur les terrils et dépôts soit homogène sur l'ensemble des communes du bassin de Provence, La DREAL Provence-Alpes-Côte d'Azur a sollicité à GEODERIS pour la révision de cet aléa en tenant compte du récent retour d'expérience relatif aux phénomènes de ce type. Un premier rapport a été produit en octobre 2020 pour les communes de Cadolive, Fuveau, Peypin et Saint-Savournin pour lesquelles le PPRM est prescrit et en cours d'élaboration (cf. [14]).

Ce deuxième rapport s'intéresse aux communes de Gardanne, Greasque, La Bouilladisse et Mimet dont le PPRM est en cours de prescription. Cette étude concerne également la commune de Simiane-Collongue qui est en partie couverte par le terril des Molx.

145 terrils ou dépôts sont répertoriés sur le bassin de Provence dont 53 répartis sur les communes de Gardanne, Greasque, La Bouilladisse, Mimet et Simiane-Collongue. La démarche mise en œuvre a consisté à réaliser un complément informatif en exploitant les archives sources des Charbonnages de France et en visitant les terrils et dépôts potentiellement concernés par des phénomènes d'échauffement.

Parmi ces 53 terrils, ceux de Mme d'André sur la commune de Greasque et des Sauvaires sur la commune de Gardanne, étant encore récemment sujets à des échauffements, font l'objet d'une surveillance par l'Etat. Les documents consultés et les visites de sites montrent que bien qu'aucun signe d'échauffement n'ait été relevé depuis plusieurs années sur les autres dépôts concernés par la présente étude, ils peuvent encore ponctuellement présenter des « poches » résiduelles de matériaux charbonneux non consommés susceptibles d'être le siège d'échauffement.

L'analyse de ces nouveaux éléments informatifs conduit à retenir un aléa échauffement de niveau faible à moyen pour 12 des 53 terrils et dépôts répartis sur les communes de Gardanne, Greasque, La Bouilladisse, Mimet et Simiane-Collongue. L'examen des anciennes photographies aériennes a par ailleurs conduit à préciser la cartographie de l'emprise des terrils Felicie et Biver sur la commune de Gardanne. Le zonage des aléas tassement et glissement associés a été ajusté à ces précisions.

Les tables SIG des terrils, des aléas échauffement, tassement et glissement modifiées sont fournies sur support informatique.

## Bibliographie

- [1] *Bassin de lignite de Provence – Anciennes concessions détenues par les Charbonnages de France – Définition et cartographie préliminaire de l'aléa*. Rapport GEODERIS S2009/58DE-09PAC2210, juin 2009
- [2] *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, janvier 2016
- [3] *Guide d'évaluation des aléas miniers*. Rapport INERIS DRS-17-164640-01944A, 2018.
- [4] *Bassin lignitifère de Provence - Révision des emprises des terrils et dépôts - Mise à jour de la carte informative et d'aléas associés de la commune de Saint-Savournin*. Rapport GEODERIS 2019/187DE-19PAC36060, juillet 2019
- [5] *Terril Saint-Pierre (13) – Etat des lieux - Examen thermographique*. Rapport INERIS-DRS-01-20673/R08, juillet 2001.
- [6] *Houillères de Provence - Terrils de Notre-Dame, Saint-Joseph et Saint-François (Cadolive, Peypin – Bouches-du-Rhône) - Etat des lieux*. Rapport INERIS DRS-05-66343/R03, décembre 2005.
- [7] *Bassin houiller de Provence (13) – Analyse thermographique des terrils*. Rapport INERIS DRS-07-81756-06784A, mai 2007.
- [8] *Bassin lignitifère de Provence - Révision des emprises des terrils et dépôts - Mise à jour des cartes informatives et d'aléas tassement et glissement des communes de Greasque et Gardanne*. Rapport GEODERIS S 2018/109DE – 18PAC36050, octobre 2018
- [9] *Bassin houiller de Provence - Surveillance thermographique des terrils Madame d'Andrée, Le Défens, Les Sauvaires - Communes de Fuveau, Meyreuil, Gardanne (Bouches du Rhône)*. Rapport BRGM/RP-63600 FR, avril 2014.
- [10] *Bassin houiller de Provence - Surveillance thermographique des terrils Madame d'Andrée, Le Défens, Les Sauvaires - Communes de Fuveau, Meyreuil, Gardanne (13)*. Rapport BRGM/RP-68352 FR, octobre 2018.
- [11] *Echauffement du terril des Sauvaires – Examen thermographique et proposition de traitement*. Rapport INERIS DRS-00-20673/R05, décembre 2000.
- [12] *Bassin houiller de Provence (Bouches-du-Rhône) – Terril des Molx – Etat des Lieux et examen thermographique*. Rapport INERIS DRS-03-20673/R17, avril 2003.
- [13] *Bassin houiller de Provence - Surveillance thermographique des terrils Madame d'Andrée, Le Défens, Les Sauvaires - Communes de Fuveau, Greasque, Meyreuil et Gardanne (13)*. Rapport BRGM/RP-69773 FR, mars 2020.
- [14] *Bassin lignitifère de Provence Révision des aléas échauffement, tassement et glissement sur les dépôts liés à l'exploitation minière sur les communes de Cadolive, Fuveau, Peypin et Saint-Savournin (13)*. Rapport GEODERIS 2020/171DE – 20PAC36020, octobre 2020

**[15]** *Bassin lignitifère de Provence - Éléments de réponse aux questions formulées par les mairies de Fuveau et de Saint-Savournin dans le cadre de l'élaboration du PPRM - Révision de l'aléa échauffement sur les communes de Fuveau et Greasque (13). Rapport GEODERIS 2020/058DE – 20PAC36020, juillet 2020.*



## **ANNEXE 1**

*Fiches descriptives des terrils retenus*  
(L'ordre des fiches est présenté selon la liste du Tableau 2)



## **Terril Félicie (V001)**

**Communes** : Gardanne

**Concession** : Grande-Concession – C3

**Conditions d'accès** : terril situé en forêt à environ 400 m au Nord des habitations du nord de Mimet (quartier des Vignes-Basses). Accès piétonnier aisé par chemins forestiers.

**Conditions d'observation** : non aisées en raison du couvert végétal dense

**Géométrie** : Surface (m<sup>2</sup>) : 16 663 - Hauteur estimée (m) : 10. Volume CdF (m<sup>3</sup>) : non indiqué

**Nature des produits** : stériles de mine issus de l'exploitation du puits Félicie. Terre noire, traces de chaux et blocailles calcaires en surface.

**Période d'exploitation** : Puits Félicie foncé en 1867. Terril toujours en exploitation en 1970 selon observation photographies aériennes.

**Evolution dans le temps** : Dépôt mis en place sous forme de vers le long du vallon sud. Partie centrale récemment déboisée.

**Combustion** : aucune donnée. Seules quelques traces de chaux observées

**Stabilité** : aucune donnée. Flanc sud (partie nord du terril) abrupt observé sur photographies aériennes des années 1970

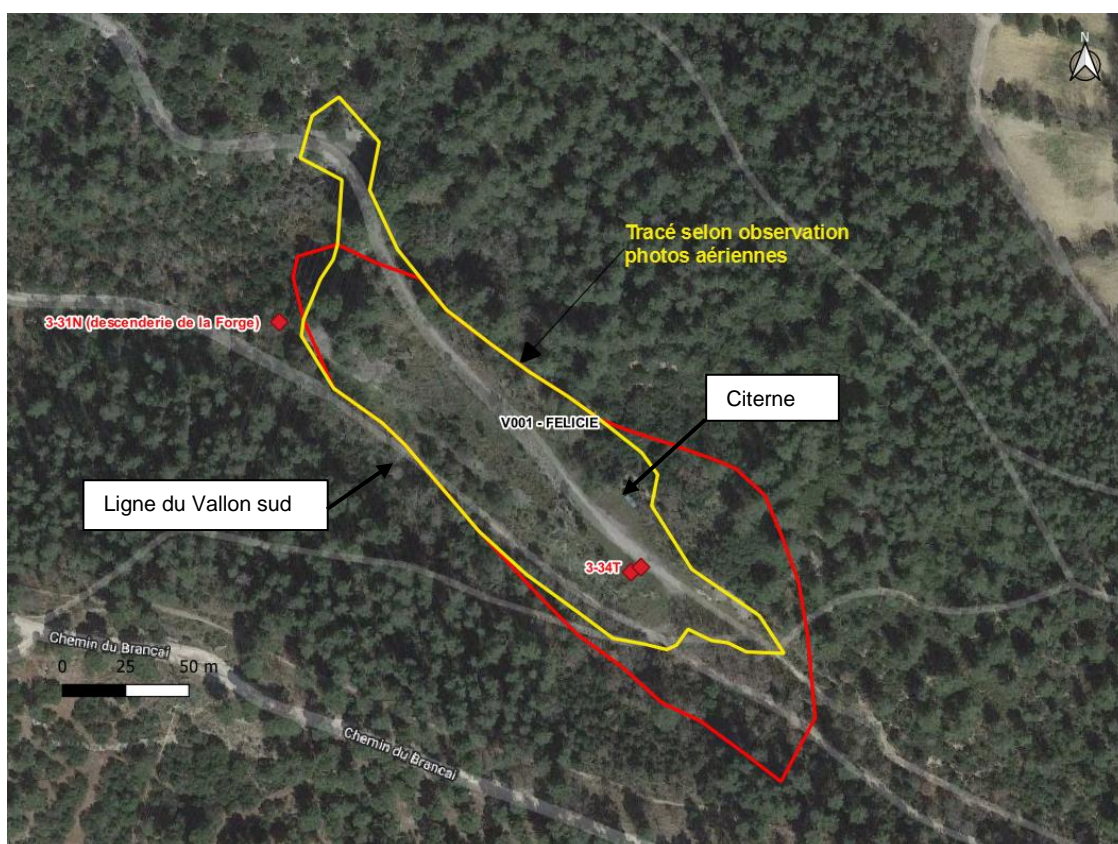
**Hydrologie** : pas de ruisseau à proximité.

**Végétation actuelle** : forêt et végétation de sous-bois, partie centrale récemment déboisée.

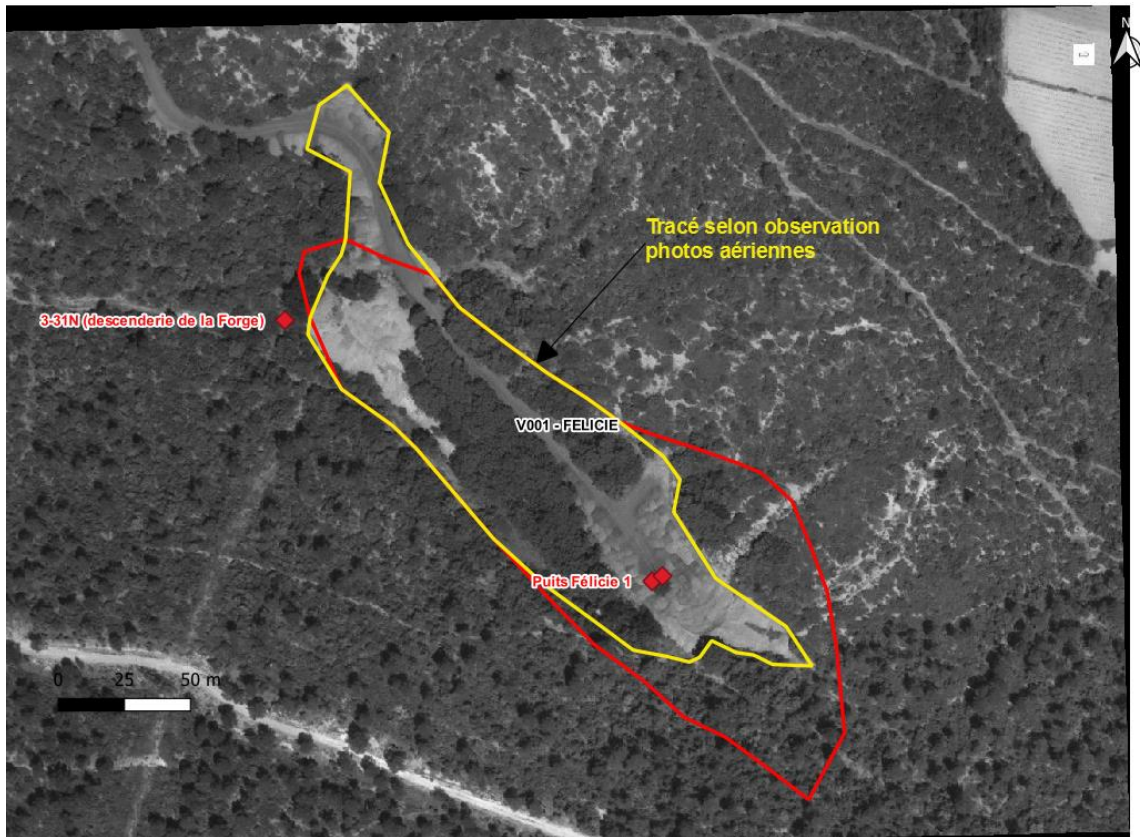
**Habitat / Urbanisation** : néant



**Terril Felicie - V001 – Vue depuis le Sud**



**Terril Felicie – V001 (fond BD ORTHO® IGN)**



***Terril Felicie – V001 (fond photographie aérienne 1969)***



***Terril Felicie – V001 Zoom sur partie nord du terril abrupte (fond photographie aérienne 1970)***



## Terril Biver (V135)

**Commune** : Gardanne

**Concession** : Gardanne – C4

**Conditions d'accès** : terril situé au cœur du quartier de Biver à Gardanne. Accessible par la route départementale n°58 et les voies communales menant au hameau des Giboux. En partie situé en domaine privé.

**Conditions d'observation** : peu aisée en raison du couvert végétal. La partie nord décaissée située en propriétés privées n'est pas directement observable car masquée par les habitations.

**Géométrie** : Surface (m<sup>2</sup>) : 14 446 - Hauteur estimée (m) : 20. Composé d'un cône principal à l'ouest et d'une verse le long de la pente naturelle à l'est. Volume CdF (m<sup>3</sup>) : 300 000

**Nature des produits** : stériles de mine probables, chaux observée en surface. Pas de trace visible de charbon.

**Période d'exploitation** : Puits Biver foncé en 1891. Terril semble encore en exploitation en 1947 selon observation photographies aériennes.

**Evolution dans le temps** : flanc nord décaissé fin des années 1960 pour la construction d'habitations à partir du début des années 1970. Le flanc est haut de 6 à 8 m et est subvertical. Terril nu de végétation jusqu'à fin des années 1960.

**Combustion** : aucune donnée. Seules quelques traces de chaux observées

**Stabilité** : flanc Sud légèrement raviné

**Hydrologie** : pas de ruisseau à proximité

**Végétation actuelle** : quasi intégralement enherbé. Quelques arbres.

**Habitat / Urbanisation** : habitations en pied de terril



***Terril Biver (V135) – Cône principal vu depuis le Sud***



***Terril Biver (V135) – Partie sommitale du cône principal. Début de la partie décaissée vue depuis l'entrée de la propriété privée la plus à l'Est***

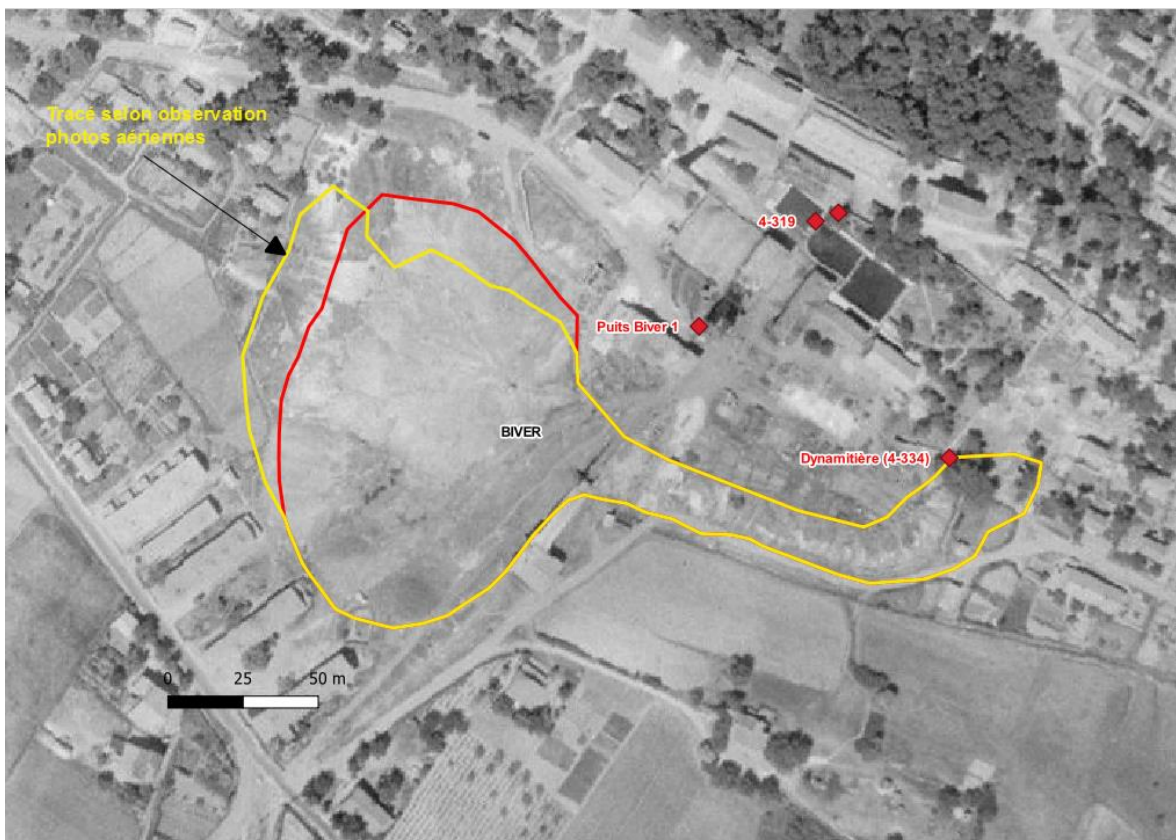




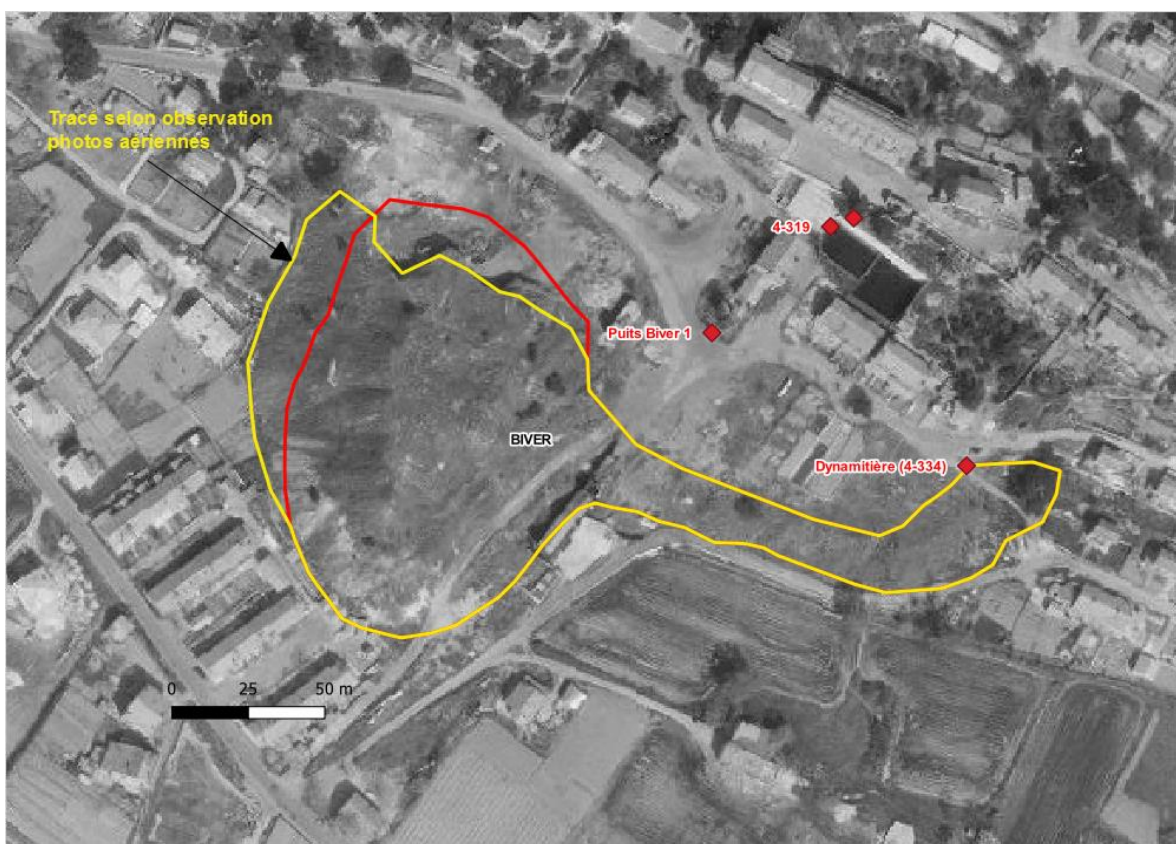
**Terril Biver (V135) – Verse Est vue depuis le Sud**



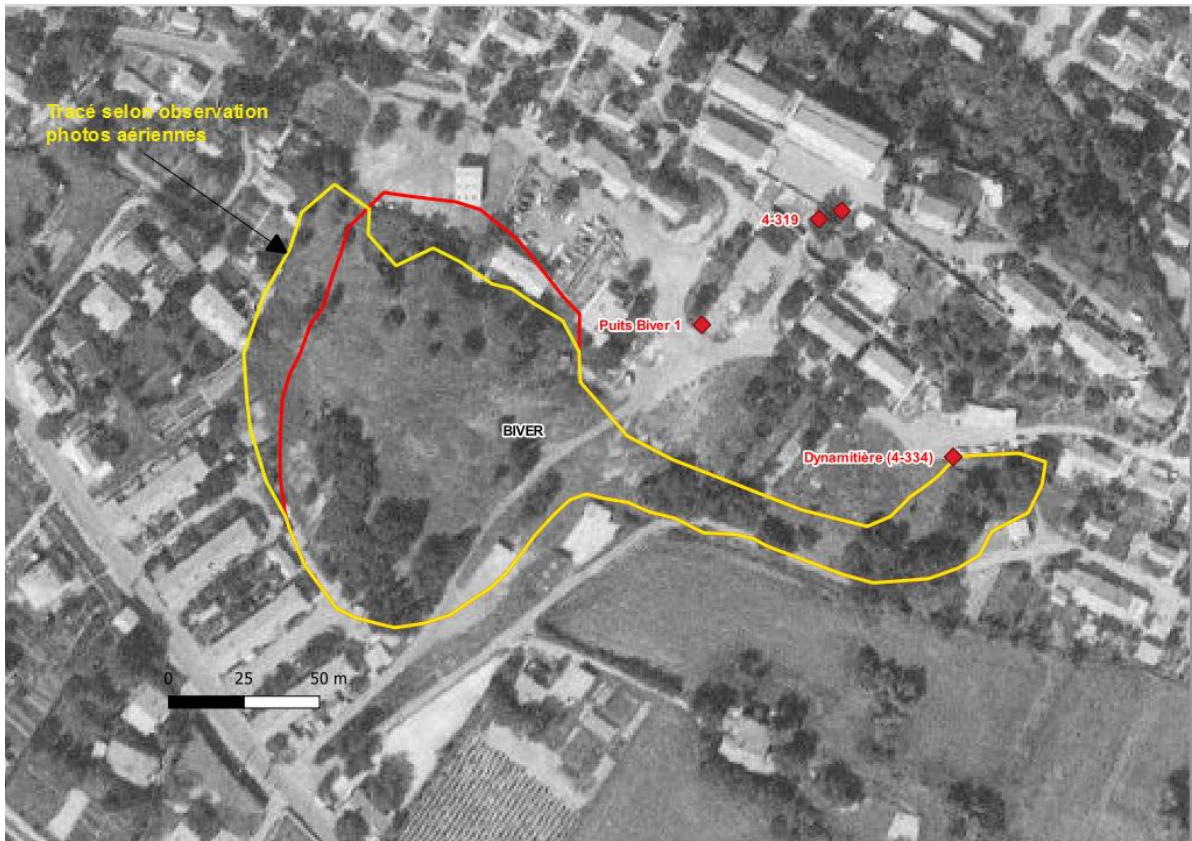
**Terril Biver (V135) (fond BD ORTHO® IGN)**



***Terril Biver (V135) (fond photographie aérienne 1947)***



***Terril Biver (V135) (fond photographie aérienne 1967)***



***Terril Biver (V135) (fond photographie aérienne 1967)***



## Terril Saint-Pierre (V137)

**Commune** : Gardanne

**Concession** : Gardanne – C4

**Conditions d'accès** : terril situé entre hameaux des Angles et de Michelin. Accès motorisé et piétonnier aisés

**Conditions d'observation** : aisées

**Géométrie** : Surface (m<sup>2</sup>) : 90 504 - Hauteur estimée (m) : 20 à 30 - Volume CdF (m<sup>3</sup>) : 1 Million

**Nature des produits** : stériles de mine calibrés issus du lavage et criblage du charbon (parfois nommé « schistes de lavage »), matériaux rocheux issus du creusement de l'exploitation, cendres volantes et de foyer issues de la centrale thermique de Gardanne (cf. [5]). Traces de chaux observées en surface.

**Période d'exploitation** : fin XIX<sup>ème</sup> siècle à 1970.

**Evolution dans le temps** : terril formé de 3 dépôts avec dépôts Nord et Nord-Ouest mis en place à partir des années 1950. Sommets aménagés en plateformes. Végétalisation progressive depuis les années 1980.

**Combustion** : terril ayant subi des échauffements localisés. Dernier échauffement dans les années 1980 le long du talus ouest correspondant au lieu du déversement de dernières bennes de matériaux en 1970. Point encore tiède sur examen thermographique de 2001 (cf. [5]). Travaux de remodelage en 2001. Absence de point chaud relevé sur thermogramme de 2005 (cf. [12]).

**Stabilité** : traces d'anciens glissements superficiels sur le flanc ouest au droit du mur de soutènement le long de la route des Molx

**Hydrologie** : pas de ruisseau à proximité

**Végétation actuelle** : enherbé partiellement boisé.

**Habitat / Urbanisation** : habitations à 40 m à l'Ouest et au Sud-Ouest du terril. Stade de football en pied Sud-Est du terril.



**Terril Saint-Pierre (V137) – *Vue du Sud-Est***



**Terril Saint-Pierre (V137) – *Traces de chaux***



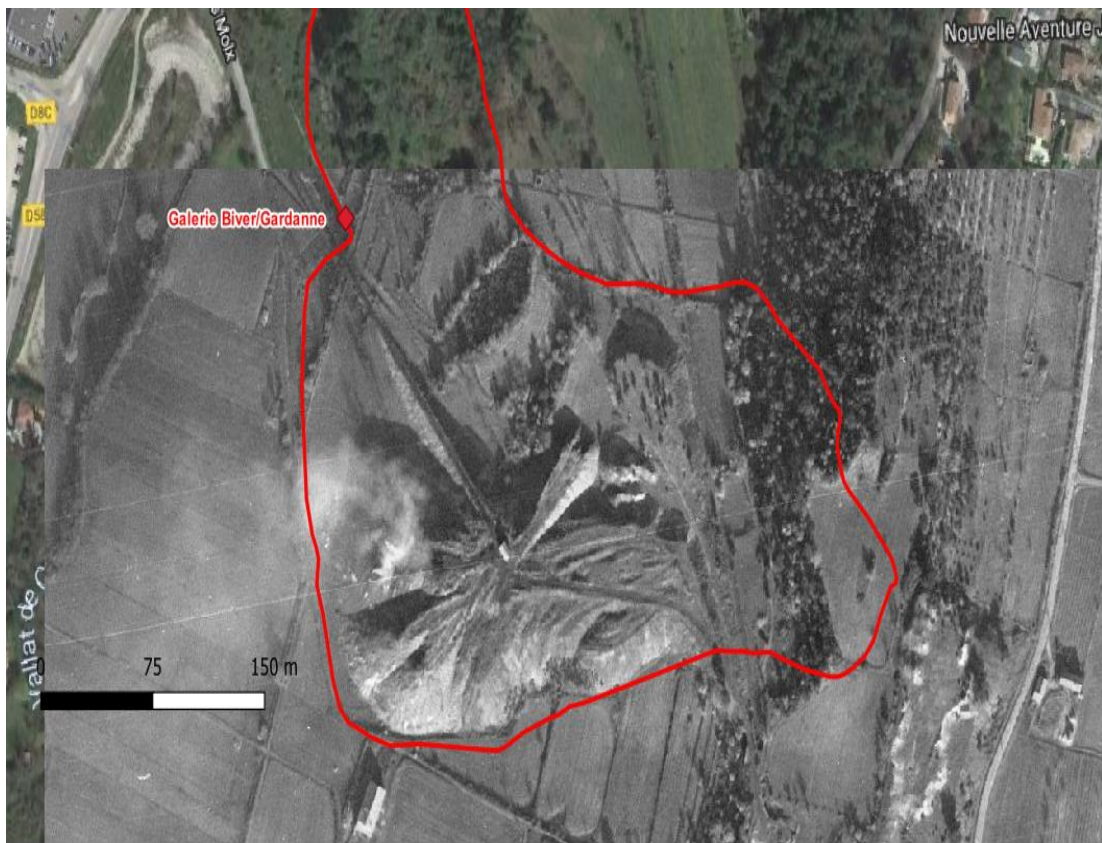
**Terril Saint-Pierre (V137) – *Vue du Sud-Ouest***



**Terril Saint-Pierre (V137) – *Enrochement de soutènement du pied Ouest***



**Terril Saint-Pierre (V137) (fond BD ORTHO® IGN)**



**Terril Saint-Pierre (V137) (fond photographie aérienne 1943)**





***Terril Saint-Pierre (V137) (fond photographie aérienne 1967)***



***Terril Saint-Pierre (V137) (fond photographie aérienne 1975)***



## Terril Sauvaires (V141)

**Commune** : Gardanne

**Concession** : Grande-Concession – C3

**Conditions d'accès** : accès piétonnier aisé par chemins en dehors du parc photovoltaïque

**Conditions d'observation** : difficiles en raison de la présence du parc photovoltaïque couvrant une grande partie de la surface du terril et du couvert végétal dense par ailleurs.

**Géométrie** : Surface (m<sup>2</sup>) : 371 964 - Hauteur estimée (m) : 50 - Volume CdF (m<sup>3</sup>) : 5,6 Millions

**Nature des produits** : cendres de centrale thermique de Gardanne, stériles de mine et stériles de creusement

**Période d'exploitation** : 1953 – 1976 : dépôts des cendres puis 1977 -1987 : dépôts pierres de mines issues du lavoir de Meyreuil et de roches issues des creusements de TB ou des puits Y et Z.

Stériles de mines utilisés pour l'édification de digues des bassins de rétention des cendres ou mis en dépôts par ailleurs par tranches montantes compactées de 1 à 1,5 m isolées entre-elles par 0,2 m de cendres de foyer humides (chaux éteinte) (cf. [11]).

**Evolution dans le temps** : observation de l'évolution de l'exploitation du terril sur les photographies aériennes anciennes. Terres de couverture et ensemencement sur plateformes en 1987-1988. Développement du parc photovoltaïque après 2011.

**Combustion** : trois zones en combustion principales constatées en 2000 (talus flanc sud et flanc nord-ouest et extrémité plateforme nord-ouest, cf. [11]). Deux points tièdes sur flanc ouest et pointe nord du terril.

Entre 2005 et 2007 (cf. [12]), constat d'une nette accalmie des échauffements suite à leur traitement par de masques de terre. Il restait deux points tièdes (flanc ouest et pointe nord). Un point chaud sur butte centrale secteur Est constaté en 2004. Il était encore actif en 2005 mais venait d'être traité par masque de terres.

En 2018 (cf. [10]), constat d'un seul point encore tiède en pointe nord du terril (en dehors du parc photovoltaïque). Ce point n'a pas été confirmé sur l'inspection du BRGM/DPSM de 2019 mais les mesures ont pu être perturbées par l'ensoleillement important le jour de la visite (cf. [13]).

**Stabilité** : aucune trace d'instabilité si ce n'est le ravinement des flancs de talus en particulier sur le flanc sud qui a localement entaillé la couverture (2 m de profondeur) mettant à nu les dépôts constitués de pierres de mine (cf. [11]).

**Hydrologie** : présence de quelques ruisseaux temporaires. eaux de surface collectées et drainées. Présence d'un canal de drainage en partie nord du terril.

**Végétation actuelle** : enherbé et boisé

**Habitat / Urbanisation** : habitations et centre équestre en pied Est. Présence d'une carrière en limite Ouest du terril.



***Terril Sauvaires (V141)***

***– vue de la pointe Nord en bordure du chemin d'aménagé au parc photovoltaïque***



***Terril Sauvaires (V141)***

***– vue de la plateforme Est en bordure du chemin d'aménagé au centre équestre***



**Terril Sauvaires (V141) - (fond BD ORTHO® IGN)**



**Terril Sauvaires (V141) - (fond BD ORTHO® IGN de 2011)**

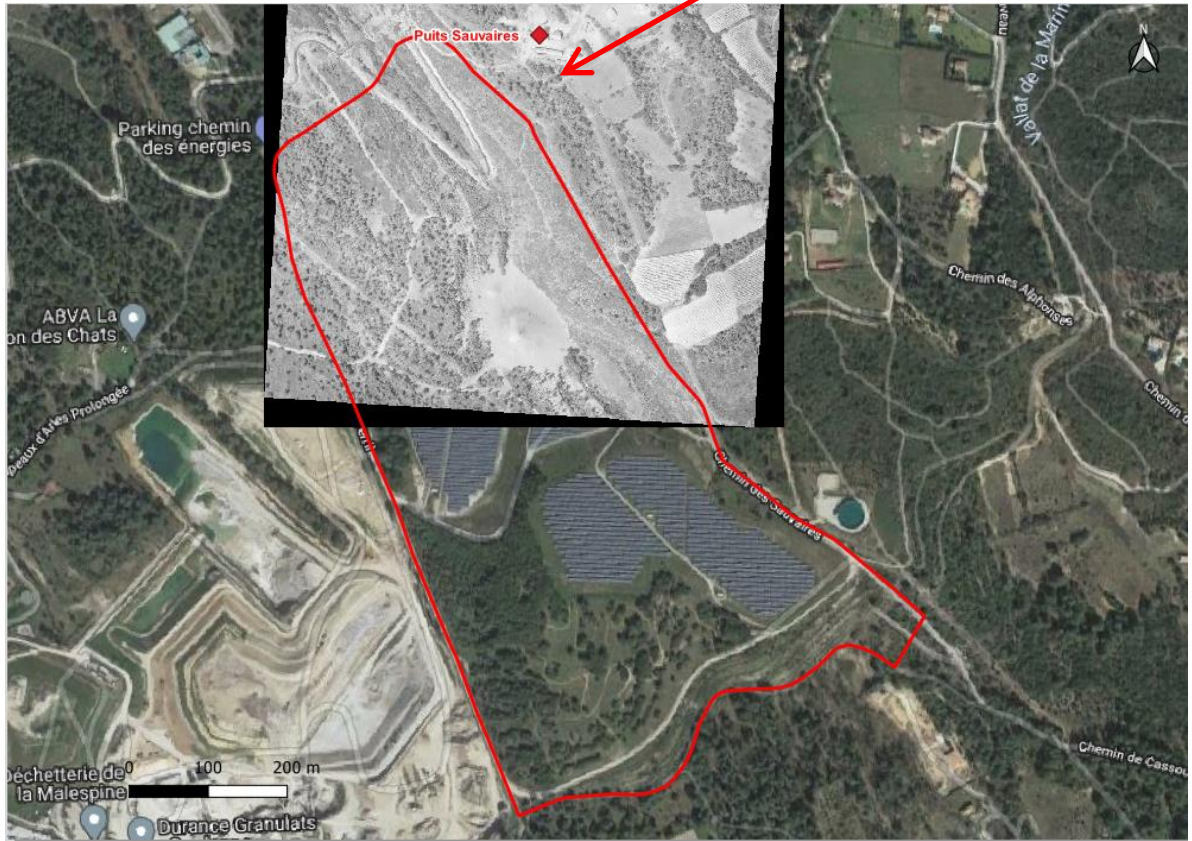


**Terril Sauvaires (V141) - (fond photographie aérienne 1985)**



**Terril Sauvaires (V141) - (fond photographie aérienne 1972)**

Terril originel après 5 ans d'activité de mise en dépôt



**Terril Sauvaires (V141) - (fond photographie aérienne 1958)**





## **Terril des Molx (V142)**

**Commune** : Gardanne et Simiane-Collongue

**Concession** : Gardanne – C4

**Conditions d'accès** : accès motorisé non possible. Accès piétonnier non aisé.

**Conditions d'observation** : observations de loin en raison des difficultés d'accessibilité

**Géométrie** : deux cônes juxtaposés. Surface totale (m<sup>2</sup>) : 110 535 - Hauteur estimée (m) : Cône Sud 85 m et Cône Nord 47 m – Volume total CdF (m<sup>3</sup>) : 3 Millions.

**Nature des produits** : dépôts de pierres de mines et stériles de creusements.

**Période d'exploitation** : entre 1940 et 1969.

**Evolution dans le temps** : observation évolution de l'exploitation du terril sur les photographies aériennes anciennes : cône principal Sud jusque dans les années 1960 ; cône Nord à partir des années 1960 ; Plateforme Nord à partir des années 1980. Végétalisation progressive du sommet des cônes depuis début des années 1990.

**Combustion** : en 2003, constat d'un petit secteur en combustion en pointe sud du terril interprété comme finalisation de l'auto-échauffement après la mise en dépôt (cf. [12]). Entre 2005 et 2007, constat de persistance du secteur en échauffement interprété comme résiduel (cf. [12]). Terril considéré comme entièrement brûlé et éteint avec transformation des matériaux en chaux (cf. [12]).

**Stabilité** : aucune instabilité recensée dans les archives.

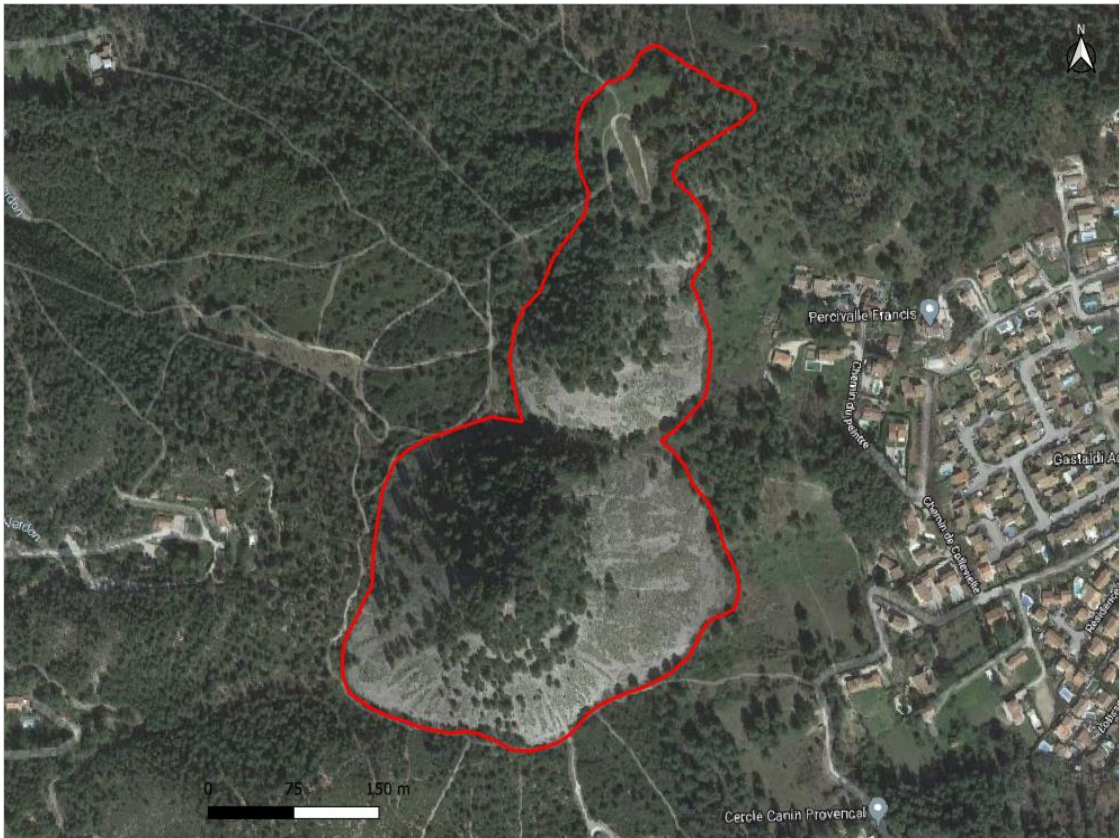
**Hydrologie** : pas de ruisseau à proximité. Canal du Verdon à 250 au Sud-Ouest

**Végétation actuelle** : flancs terril nus. Sommets des cônes boisés

**Habitat / Urbanisation** : habitations les plus proches à 60 m du pied Est de terril (Cône Nord)



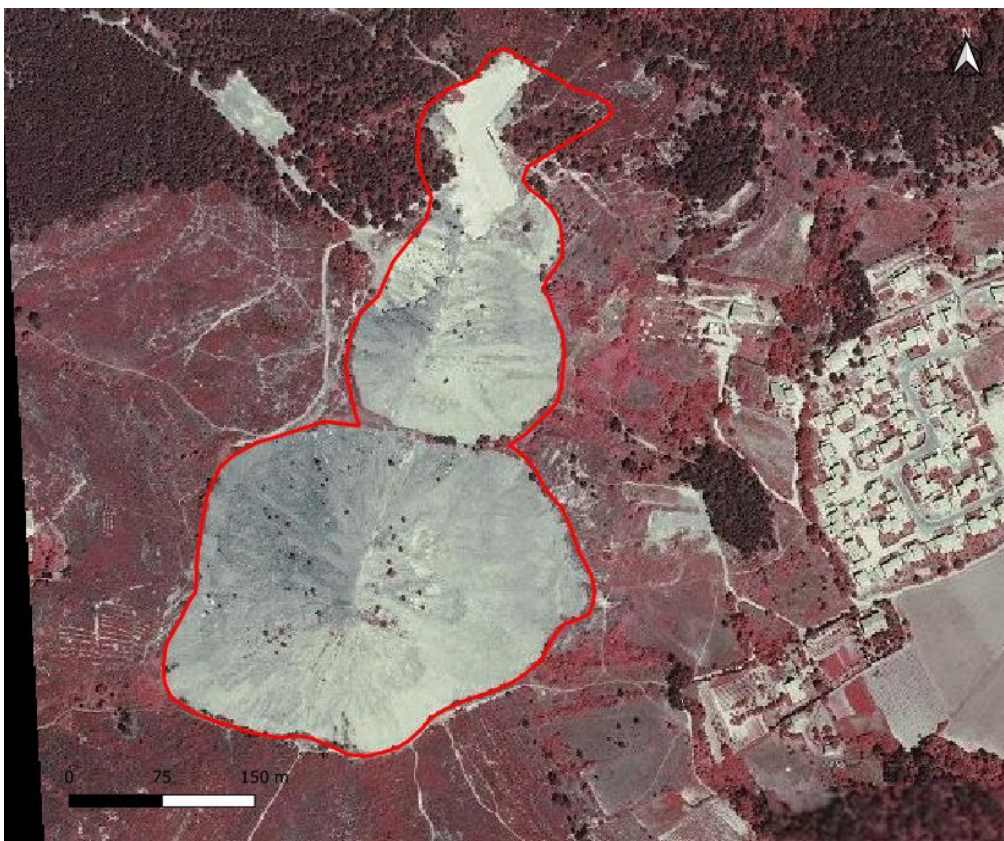
***Terril des Molx (V142) – Vue de l'Est***



***Terril des Molx (V142) (fond BD ORTHO® IGN)***



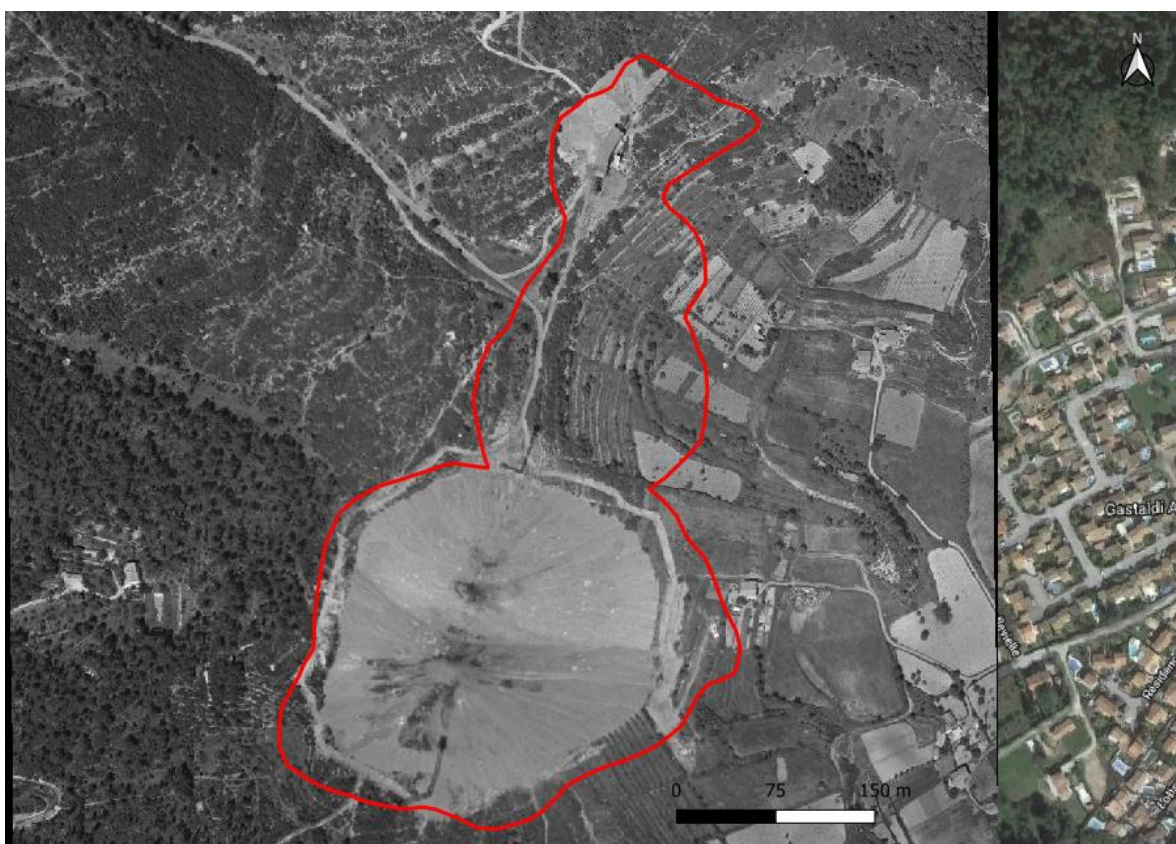
***Terril des Molx (V142) (fond photographie aérienne 1992)***



***Terril des Molx (V142) (fond photographie aérienne 1985)***



***Terril des Molx (V142) (fond photographie aérienne 1972)***



***Terril des Molx (V142) (fond photographie aérienne 1961)***

## **Terril du puits Prosper (V074)**

**Commune** : Greasque

**Concession** : Grande-Concession – C3

**Conditions d'accès** : accès piétonnier aisé par chemin forestier

**Conditions d'observation** : difficiles en raison du couvert végétal dense

**Géométrie** : Surface (m<sup>2</sup>) : 11 814 - Hauteur estimée (m) : 5 - Volume CdF (m<sup>3</sup>) : non indiqué

**Nature des produits** : stériles de mine et de creusement. Terre noire et blocailles calcaires en surface.

**Période d'exploitation** : puits foncé en 1856. Exploitation probable au XIX<sup>ème</sup> siècle

**Evolution dans le temps** : non visible sur les photographies aériennes anciennes ou récentes. Quelques traces de ruines des installations du puits sur photographie aérienne de 1933

**Combustion** : aucune donnée

**Stabilité** : aucune trace d'instabilité

**Hydrologie** : pas de ruisseau à proximité

**Végétation actuelle** : boisé

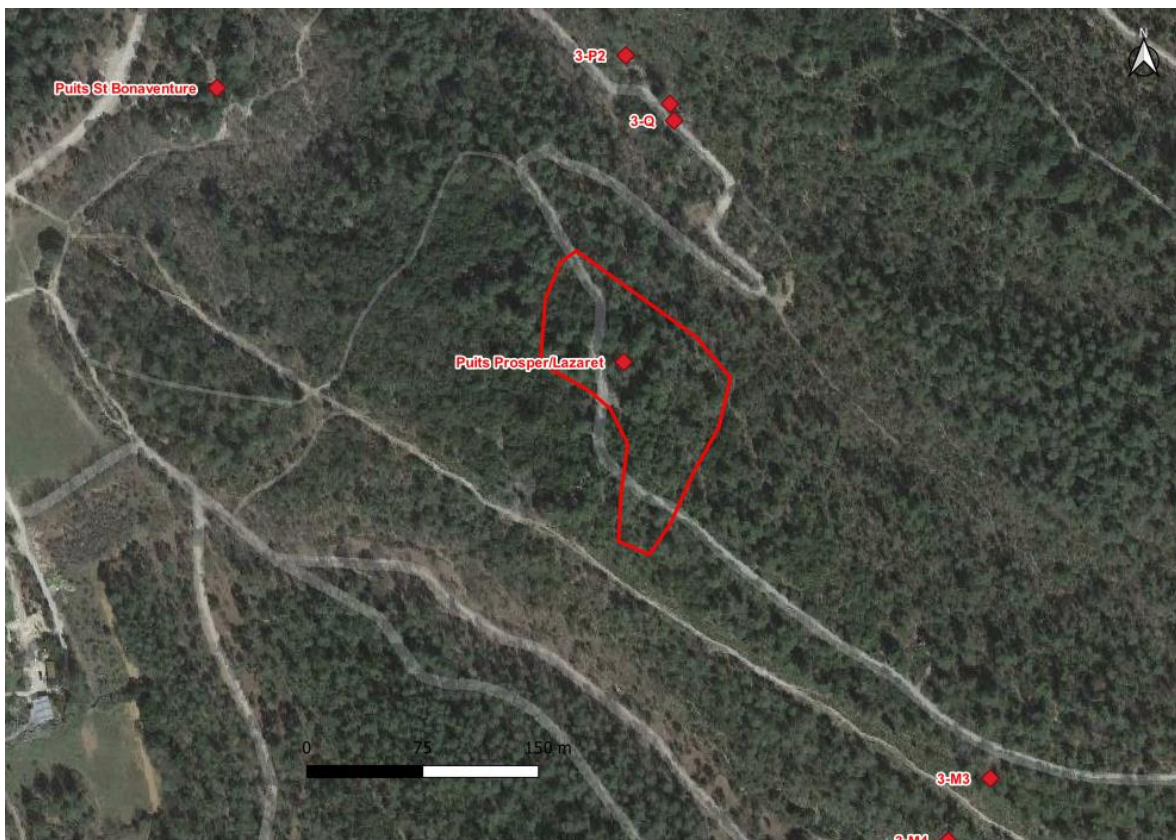
**Habitat / Urbanisation** : néant



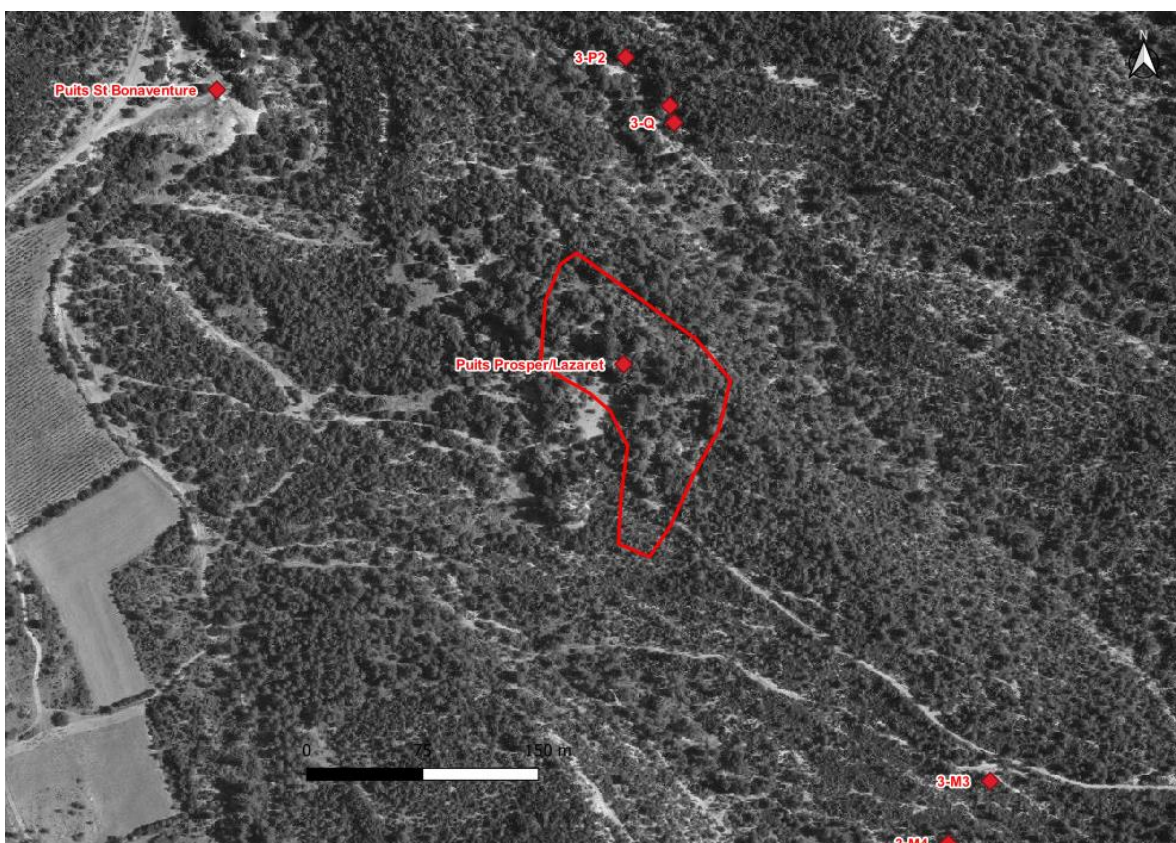
***Terril du puits Prosper (V074) – vue en bordure du chemin forestier***



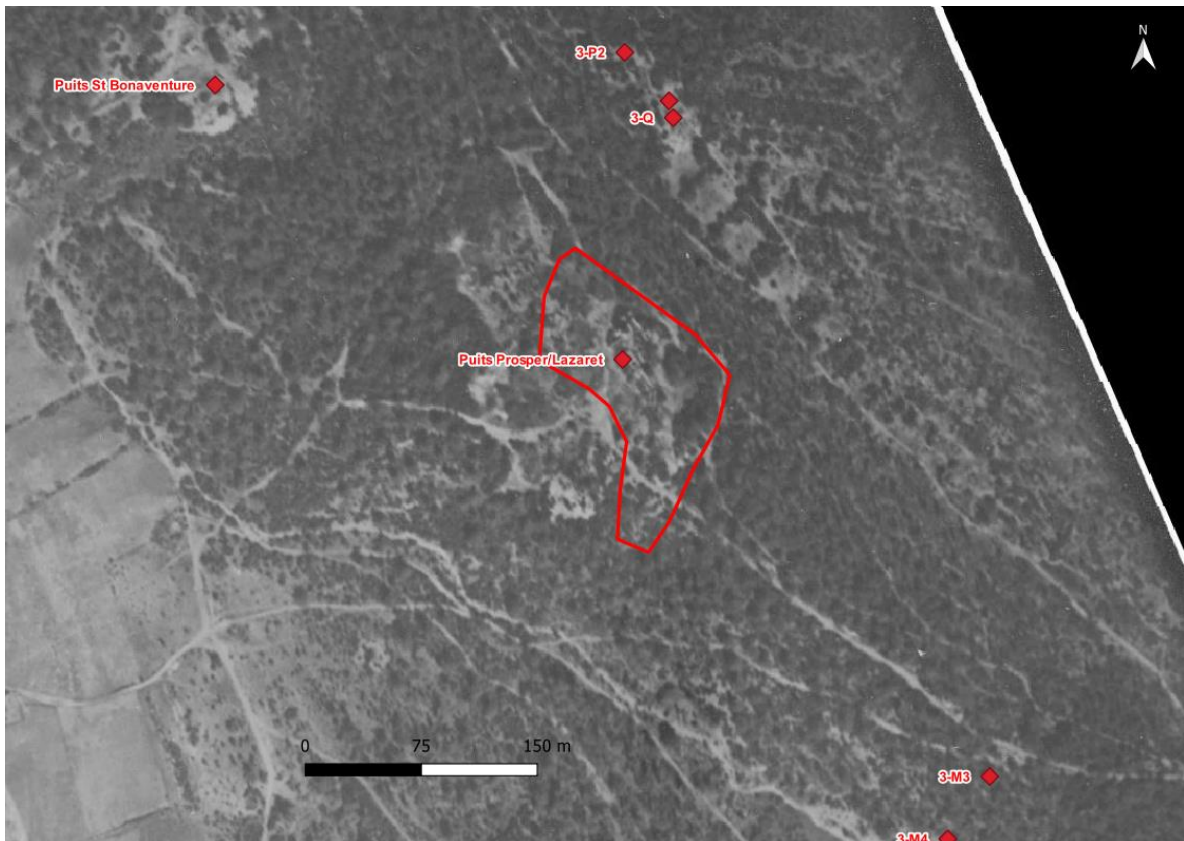
***Terril du puits Prosper (V074) – matériaux carbonneux***



**Terril Prosper (V074) - (fond BD ORTHO® IGN)**



**Terril Prosper (V074) - (fond photographie aérienne 1970)**



***Terril Prosper (V074) - (fond photographie aérienne 1933)***



## Terrils du PHO (V110) et PHO\_Ouest (V110bis)

**Communes** : Greasque

**Concession** : Grande-Concession – C3

**Conditions d'accès** : accès motorisé et piétonnier aisés

**Conditions d'observation** : difficiles en raison du couvert végétal localement dense

**Géométrie** : terрил aujourd'hui divisé en 2 parties :

- Terril principal dit Terril PHO d'une surface totale de 22 263 m<sup>2</sup> comprenant :
  - Dépôt central : Surface (m<sup>2</sup>) : 18 720 - Hauteur estimée (m) : 10 à 15 - Volume estimé (m<sup>3</sup>) : 80 000
  - Cavalier Nord-Ouest : Surface (m<sup>2</sup>) : 3 552 ; Hauteur estimée (m) : 1 à 2
- Dépôt résiduel Ouest dit Terril PHO\_Ouest : Surface (m<sup>2</sup>) : 450 - Hauteur 1 à 2 m - Volume CdF (m<sup>3</sup>) : 500 à 750.

**Nature des produits** : stériles de mine issues de l'exploitation du puits PHO. Traces de chaux sur flancs du dépôt principal. Stériles de creusement pour le cavalier dédié au transport.

**Période d'exploitation** : Fonçage du puits PHO entre 1912 et 1916 avec mise en service en 1923 et exploitation jusqu'en 1960.

**Evolution dans le temps** : Non végétalisé jusqu'au début des années 1980. Début d'aménagement et partie ouest arasée dans les années 2000.

**Combustion** : aucune donnée, quelques traces de chaux observées

**Stabilité** : traces d'instabilité (glissements superficiels) sur flanc Est

**Hydrologie** : pas de ruisseau à proximité

**Végétation actuelle** : enherbé et boisé sur les parties non aménagées.

**Habitat / Urbanisation** : moitié nord du dépôt principal aménagé en plateforme accueillant un Skate Park et partie sommitale de la moitié sud du dépôt aménagé en plateforme utilisé comme décharges de matériaux diverses. Présence d'habitations en pieds Nord, Sud et Est du dépôt principal.



***Terril du PHO (V110) – à gauche plateforme aménagée en Skate Park et à droite flanc Nord de la moitié Sud du dépôt principal avec traces de chaux***



***Terril du PHO (V110) – plateforme sommitale sud du dépôt principal***



***Terril du PHO (V110) – Flanc Est du dépôt principal avec traces de glissements***



***Terril du PHO (V110) – Vue de la pointe Nord-Est du dépôt principal correspondant au départ du cavalier***



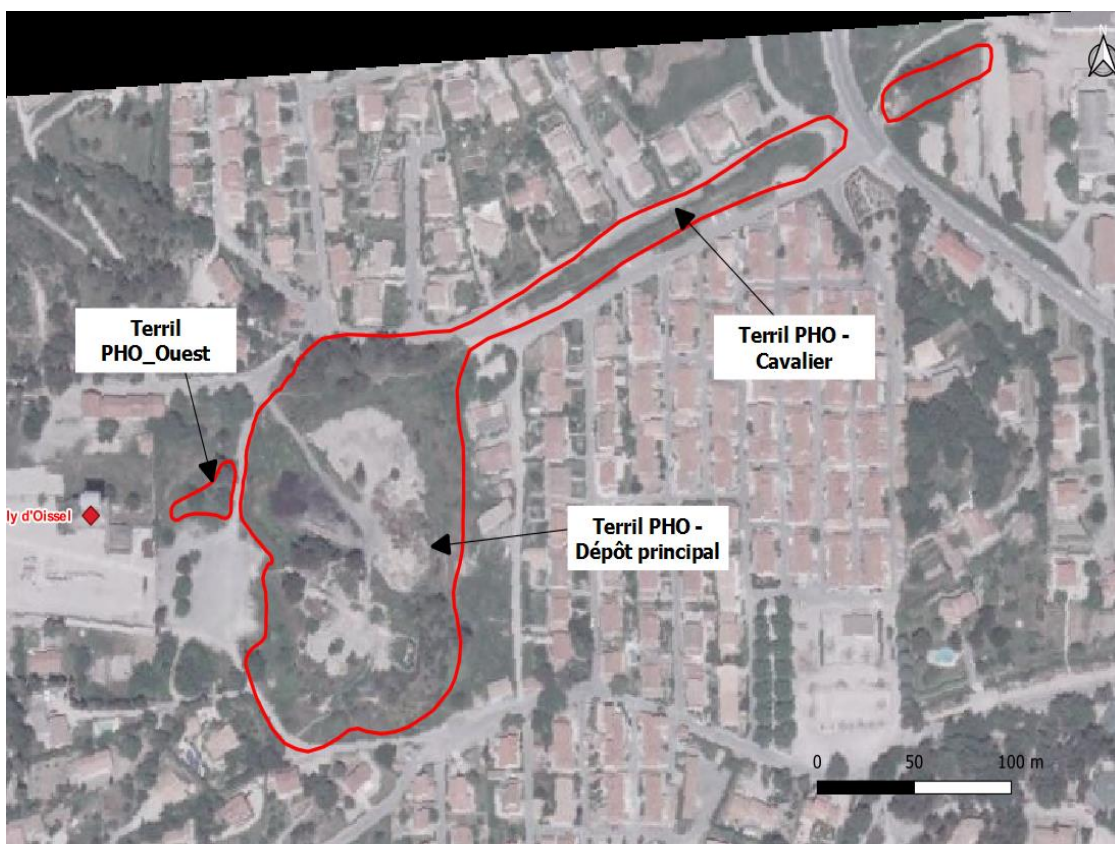
*Terril du PHO (V110) – Vue du cavalier (image Google Earth)*



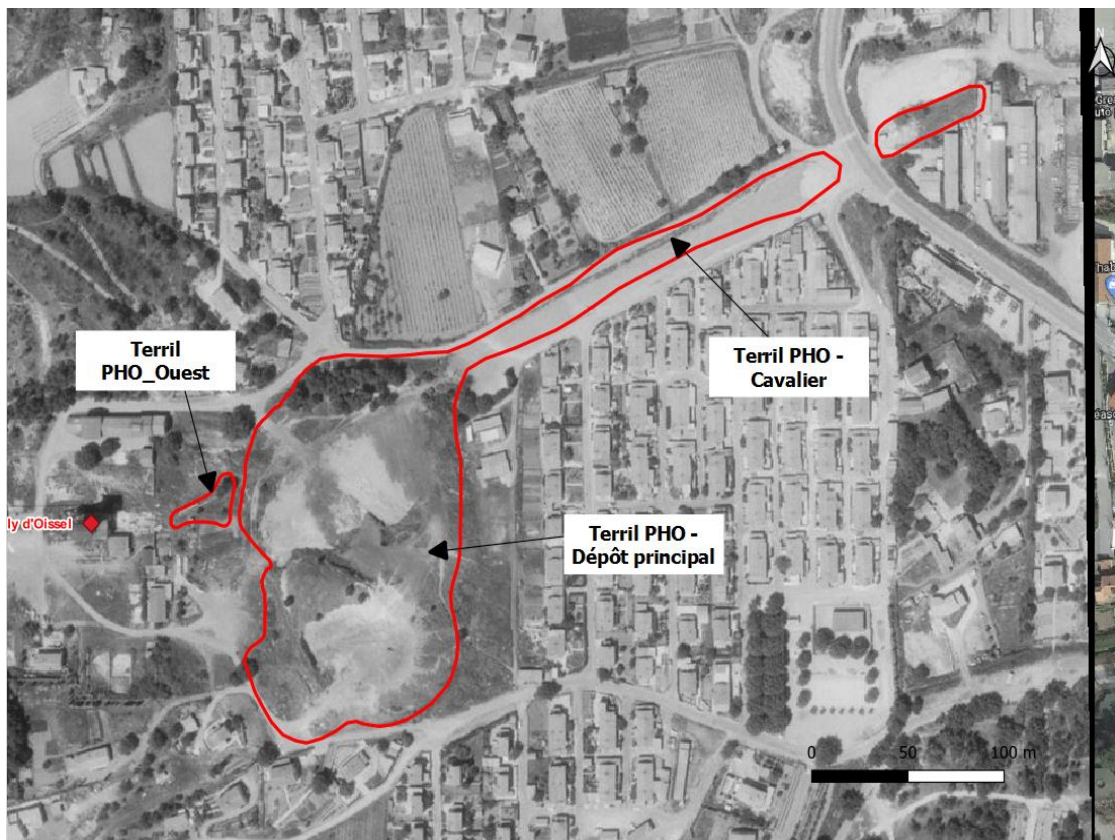
*Terril du PHO\_Ouest (V110bis) – Vue du dépôt résiduel*



**Terrils du PHO (V110) et PHO\_Ouest (V110bis) - (fond BD ORTHO® IGN)**



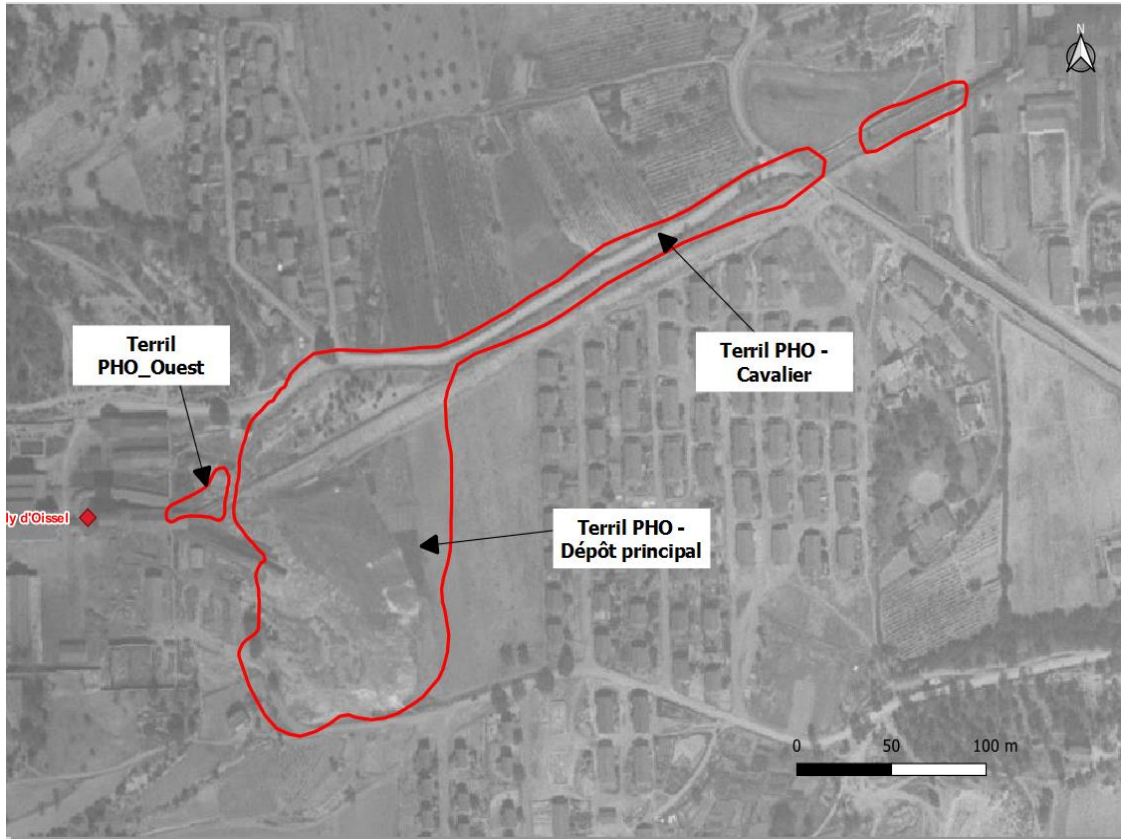
**Terril PHO (V110) - (fond photographie aérienne 2003)**



*Terril PHO (V110) - (fond photographie aérienne 1981)*



*Terril PHO (V110) - (fond photographie aérienne 1972) - cf. [8])*



***Terril PHO (V110) - (fond photographie aérienne 1933)***





## **Terril de Mme d'André (V138)**

**Communes** : Fuveau et Greasque

**Concession** : Grande-Concession – C3

**Conditions d'accès** : accès motorisé aisé, dépôt situé en bord de routes.

**Conditions d'observation** : difficiles flancs boisés et plateformes construites.

**Géométrie** : Surface résiduelle (m<sup>2</sup>) : 129 900 - Hauteur estimée (m) : 30 - Volume CdF (m<sup>3</sup>) : 500 000

**Nature des produits** : stériles de mine

**Période d'exploitation** : entre 1923 et 1965

**Evolution dans le temps** : décharge intercommunale entre 1978 et 1989. Remodelée et recouverte de terres.

**Combustion** : 1994 et 1995 indices de combustion puis points en échauffement en 2000. Terril toujours en surveillance par thermographie (aucun indice d'échauffement). Les derniers thermogrammes de 2019 ne montraient plus de points en échauffement (cf. [13]).

**Stabilité** : aucune trace d'instabilité

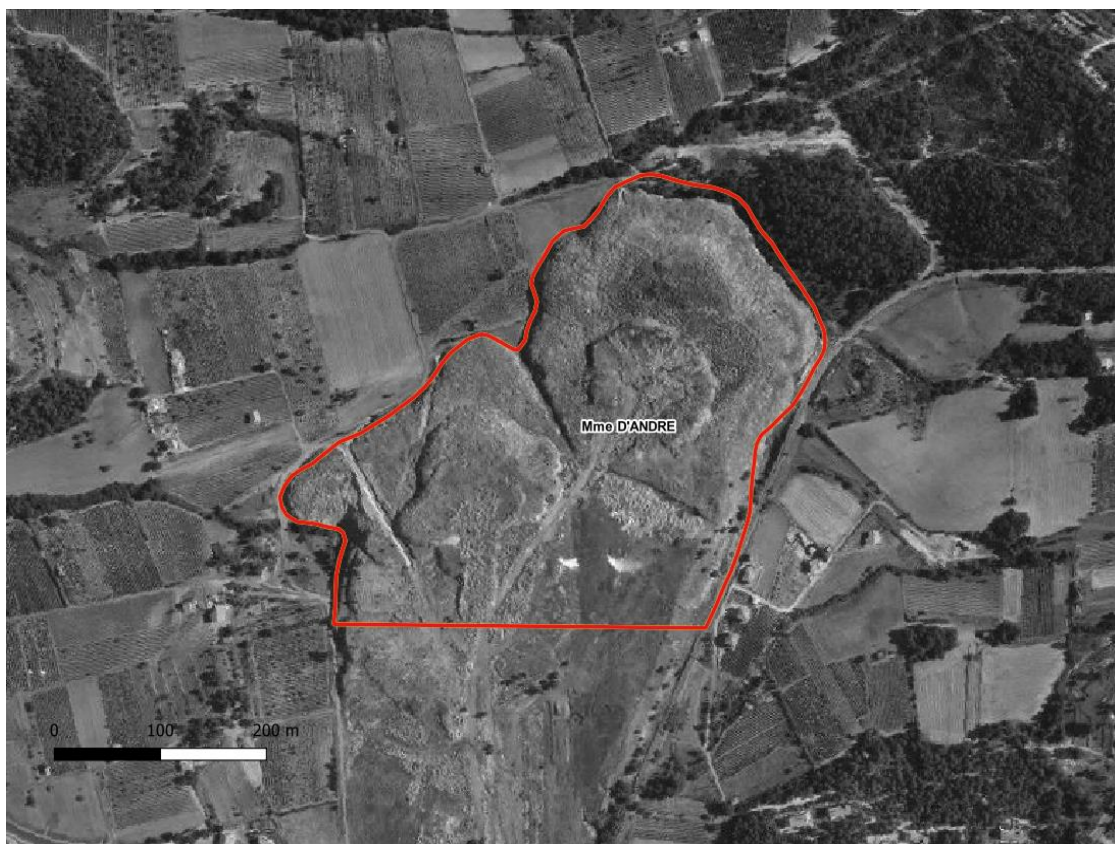
**Hydrologie** : descentes des eaux pluviales canalisées

**Végétation actuelle** : flancs boisés

**Habitat / Urbanisation** : bâtiments industriels et commerciaux en pied Sud du terril. Plateforme sommitale aménagée en parc photovoltaïque



***Terril Mme d'André (V138) (fond BD ORTHO® IGN)***



***Terril Mme d'André (V138) (fond photographie aérienne 1970)***



**Zones d'échauffement repérées en 2014 sur le terril de Madame d'Andrée (source BRGM / DPSM, cf. [9])**



**Températures relevées au sol en 2017 au niveau des zones d'échauffement repérées en 2014 sur le terril de Madame d'Andrée (source BRGM / DPSM, cf. [10])**



## Dépôt V038

**Commune** : La Bouilladisse

**Concession** : Auriol – C12

**Conditions d'accès** : accès motorisé aisé. Dépôt situé en bord de route.

**Conditions d'observation** : observation aisée pour la partie sommitale située en bord de route. Flanc et pied du terril en propriété privée.

**Géométrie** : Surface résiduelle (m<sup>2</sup>) : 1 177 - Hauteur estimée (m) : 5 - Volume CdF (m<sup>3</sup>) : non indiqué. Dépôt sous forme d'une verse le long de la pente naturelle

**Nature des produits** : stériles de mine. Terre charbonneuse en surface.

**Période d'exploitation** : XIX<sup>ème</sup> siècle à antérieure

**Evolution dans le temps** : exploitation très ancienne. Dépôt enherbé et partiellement boisé dans les années 1970, date des plus anciennes photographies aériennes recensés sur le secteur.

**Combustion** : aucune donnée. **Partie sommitale du dépôt en bord de route utilisée comme plateforme d'écobuage.**

**Stabilité** : aucune trace d'instabilité

**Hydrologie** : pas de ruisseau à proximité

**Végétation actuelle** : enherbé et boisé

**Habitat / Urbanisation** : habitation au Sud en pied du dépôt.



***Dépôt V038 – Flanc constitué de terre carbonneuse***



***Dépôt V038 – Flanc enherbé***



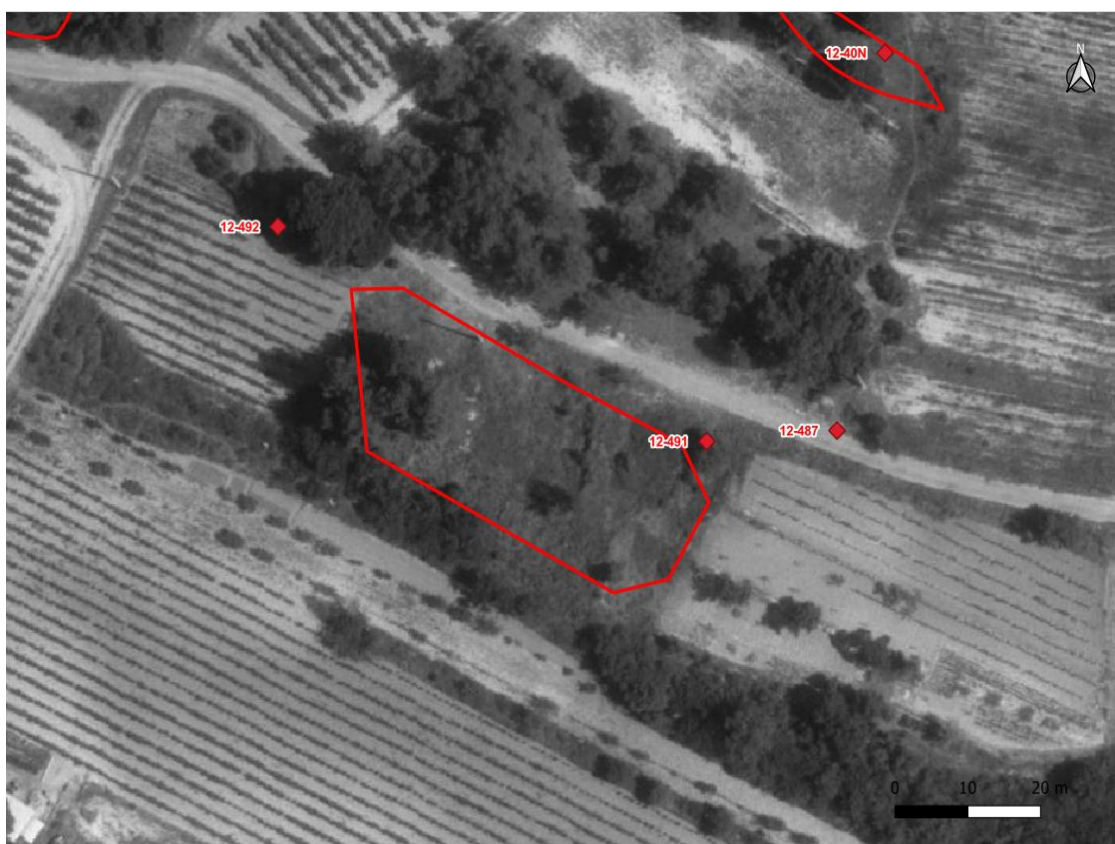
***Dépôt V038 – Plateforme sommitale en bord de route***



***Dépôt V038 – Cratère d'écobuage en bord de route***



**Dépôt V038 - (fond BD ORTHO® IGN)**



**Dépôt V038 - (fond photographie aérienne 1976)**



## **Terril des Cadets (V075)**

**Commune** : La Bouilladisse

**Concession** : Auriol – C12

**Conditions d'accès** : accès motorisé et piétonnier aisé.

**Conditions d'observation** : Aisé.

**Géométrie** : Surface résiduelle (m<sup>2</sup>) : 1 031 - Hauteur estimée (m) : 5 - Volume CdF (m<sup>3</sup>) : non indiqué. Terril sous forme d'une verse le long de la pente naturelle

**Nature des produits** : stériles de mine et blocailles calcaires. Traces de chaux en surface

**Période d'exploitation** : puits des Cadets foncé en 1845, exploitation au XIX<sup>ème</sup> siècle

**Evolution dans le temps** : terril situé en forêt. Non visible sur photographies aériennes anciennes ou récentes

**Combustion** : aucune donnée. Quelques traces de chaux observées

**Stabilité** : aucune trace d'instabilité

**Hydrologie** : pas de ruisseau à proximité

**Végétation actuelle** : arbustes et arbres

**Habitat / Urbanisation** : habitation à 50 m au Nord-Est



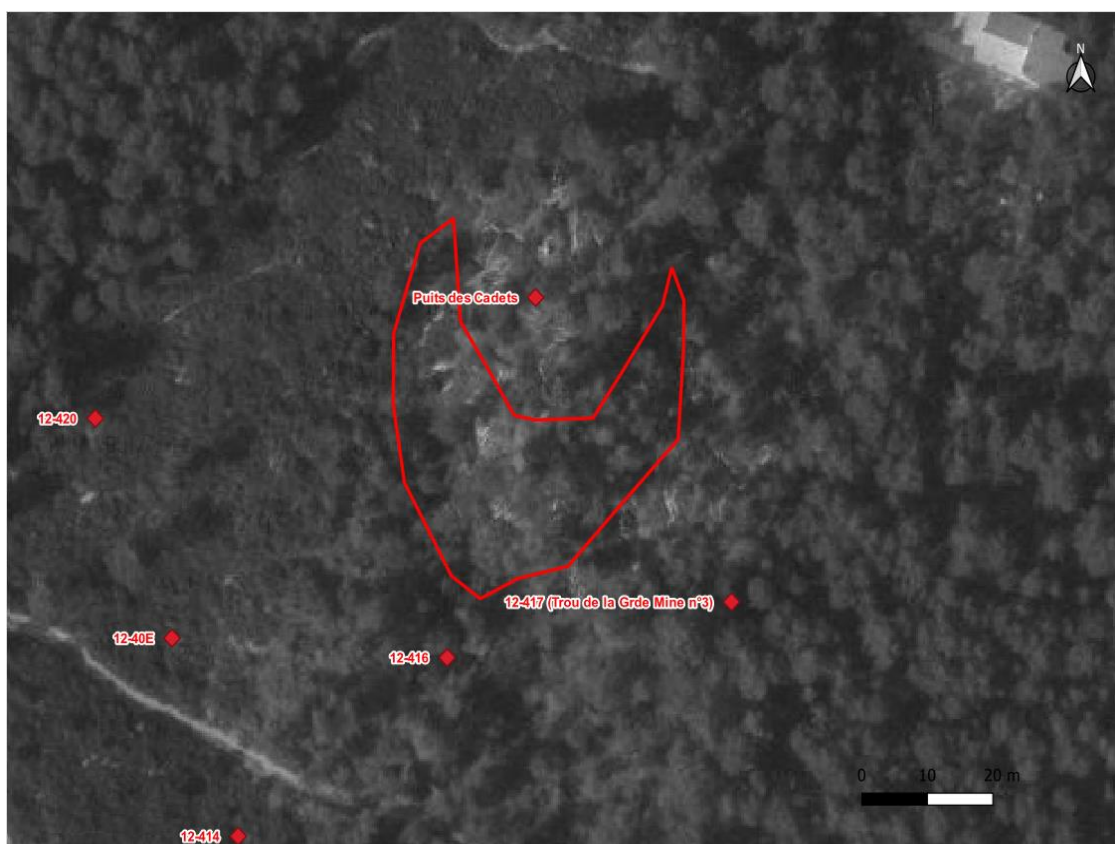
***Terril des Cadets (V075) – flanc Sud***



***Terril des Cadets (V075) – traces de chaux***



***Terril des Cadets (V075) - (fond BD ORTHO® IGN)***



***Terril des Cadets (V075) - (fond photographie aérienne 1969)***



## **Terril Gerard (V134)**

**Communes** : Mimet

**Concession** : Gardanne – C4

**Conditions d'accès** : accès motorisé aisé. Terril situé dans l'enceinte de la zone industrielle du puits Gerard.

**Conditions d'observation** : observations difficiles pour le reste en raison du couvert végétal dense. Observations impossibles sous la zone industrielle.

**Géométrie** : Surface résiduelle (m<sup>2</sup>) : 4 062 - Hauteur estimée (m) : 15 - Volume CdF (m<sup>3</sup>) : non indiqué.

**Nature des produits** : stériles de mine

**Période d'exploitation** : antérieur à 1945 date de l'aménagement du carreau pour le fonçage du puits Gerard

**Evolution dans le temps** : jusqu'en 1945, le terril couvrait l'ensemble de la plateforme accueillant à partir de cette date le carreau du puits converti aujourd'hui en zone industrielle. Le terril a ainsi été terrassé pour l'aménagement du carreau du puits Gerard puis pour l'implantation de la zone industrielle. Il ne reste aujourd'hui de visible que des matériaux mis en dépôt en partie Sud-Ouest du terril.

**Combustion** : en 1994, un échauffement sous l'usine de traction-levage a été traité par sondages et injection de bentonite-ciment. Aucune trace d'échauffement observée par les thermographies de 2004 et 2005 (cf. [7]).

**Stabilité** : aucune trace d'instabilité

**Hydrologie** : pas de ruisseau à proximité

**Végétation actuelle** : boisé ou recouvert par la zone industrielle

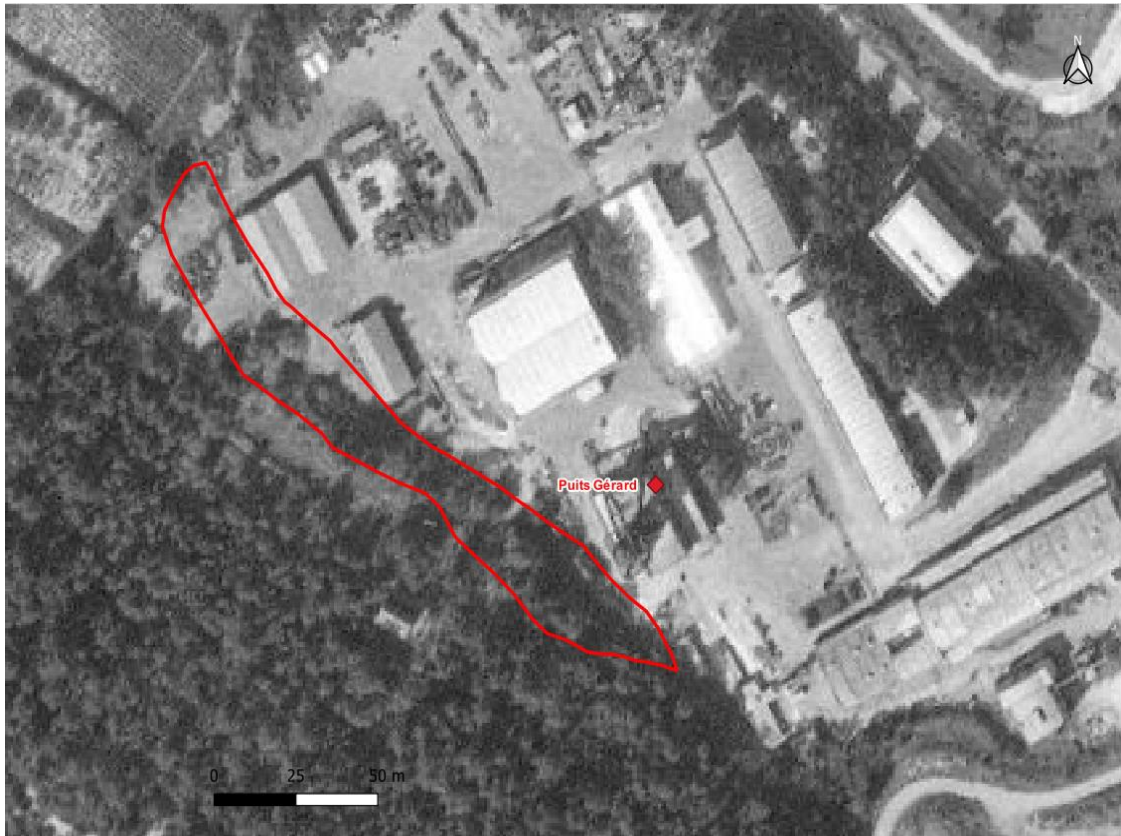
**Habitat / Urbanisation** : zone industrielle en pied et sur terril



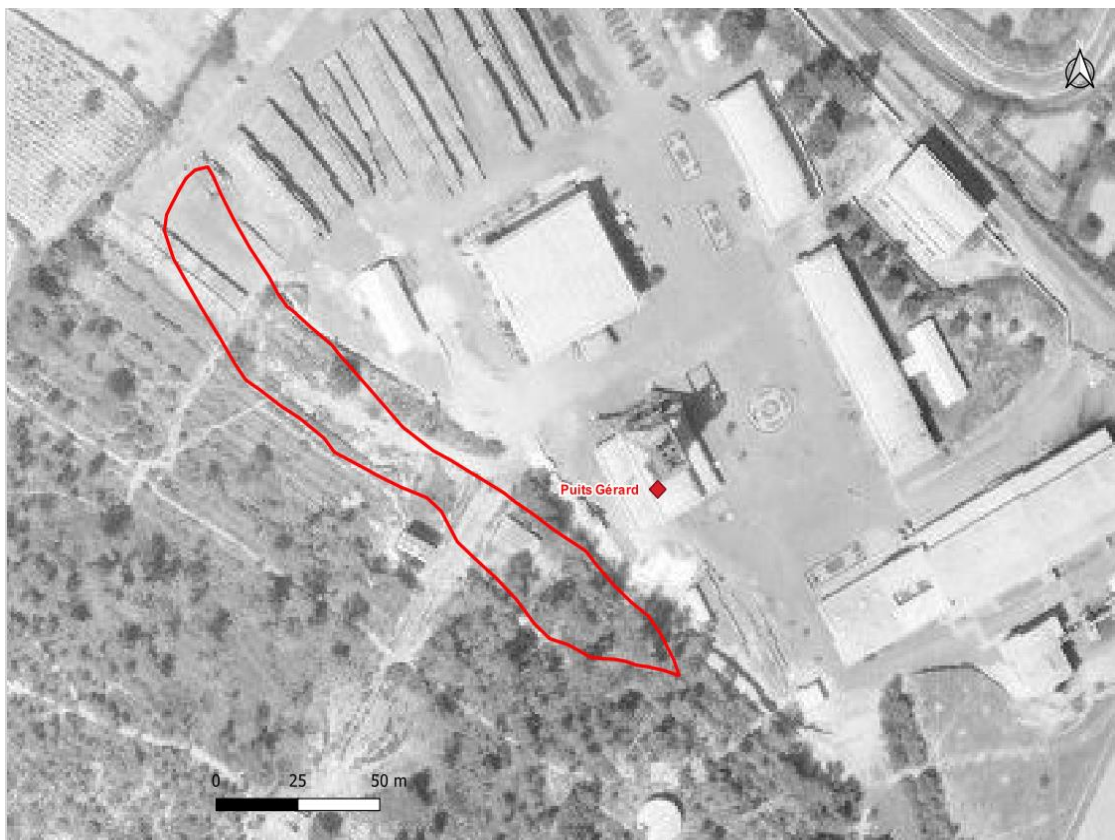
***Terril Gerard (V134) – vue depuis le Sud-Est***



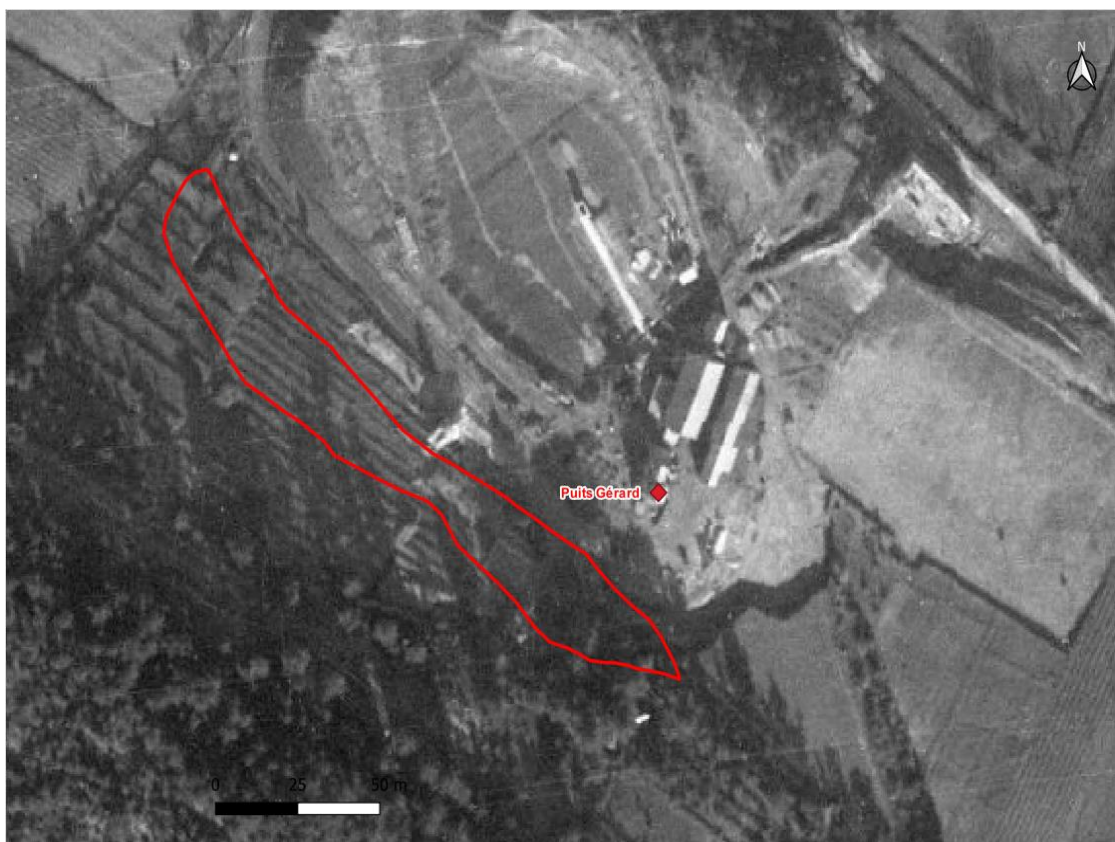
***Terril Gerard (V134) - (fond BD ORTHO® IGN)***



***Terril Gerard (V134) - (fond photographie aérienne 1977)***



***Terril Gerard (V134) - (fond photographie aérienne 1958)***



***Terril Gerard (V134) - (fond photographie aérienne 1945)***



Antenne SUD  
Pist Oasis 3 - Bât A  
Rue de la Bergerie  
30319 ALES CEDEX  
Tél : +33 (0)4.66.61.09.80  
Fax : +33 (0)4.66.25.89.68

# **Bassin lignitifère de Provence Mise à jour de la carte de l'aléa effondrement localisé Commune de Mimet**

**RAPPORT S 2017/047DE - 17PAC36020**

Date : 21/11/2017



# Bassin lignitifère de Provence Mise à jour de la carte de l'aléa effondrement localisé Commune de Mimet

**RAPPORT S 2017/047DE - 17PAC36020**

Diffusion :

DREAL Provence, Alpes, Côte d'Azur

Hubert FOMBONNE

*3 ex. papier (DREAL, DDTM, commune)*


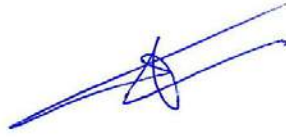

*4 CD (DREAL, DDTM, commune, Préfecture)*

Pôle Après-Mine Sud

Jehan GIROUD

GEODERIS

Rafik HADADOU

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



## SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>Contexte</b> .....	3
<b>2</b>	<b>Éléments complémentaires / impact en termes d'aléas</b> .....	5
2.1	Documents disponibles .....	5
2.2	Rappel des aléas sur le secteur concerné.....	5
2.3	Analyse des documents fournis ou disponibles et visite de site.....	7
2.4	Analyse des aléas.....	12
<b>3</b>	<b>Conclusions</b> .....	15

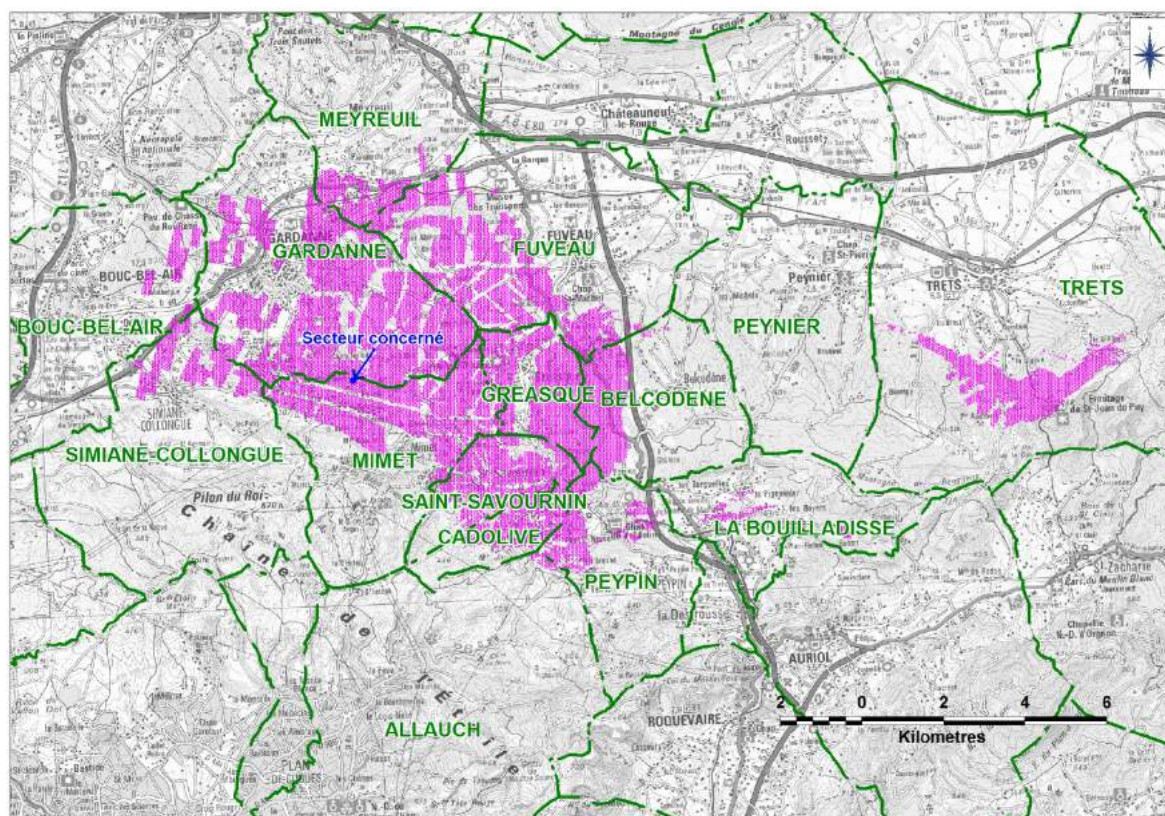
**Mots clés : Bassin de Provence, Mimet, Gardanne, descenderie, effondrement localisé, lignite**



# 1 CONTEXTE

Suite à la réunion de porté à connaissance des aléas du bassin lignitifère de Provence (Bouches-du-Rhône) aux communes concernées en date du 24 janvier 2017, la mairie de Mimet (cf. figure 1) a adressé à la DREAL Provence-Alpes-Côte d'Azur un courrier daté du 30 mai 2017 auquel étaient joints des documents portant sur la localisation de l'ancienne descenderie n°6-821. Par courriel du 12 octobre 2017, la DREAL a sollicité GEODERIS pour l'examen de ces documents et vérifier s'ils sont de nature à préciser l'aléa. Le cas échéant, la DREAL a demandé à ce qu'une mise à jour de ou des cartes d'aléas de la commune de Mimet intégrant les modifications locales soit réalisée.

Ce rapport présente l'examen des documents apportés par la mairie de Mimet et des documents d'archives du secteur concerné puis l'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 (prise de vue de 2011).



**Figure 1 : Périmètre des communes concernées par le bassin lignitifère de Provence  
(en rose : travaux miniers en couche Grande Mine)  
Localisation du secteur concerné sur la commune de Mimet - Fond SCAN100® IGN**





## 2 ELEMENTS COMPLEMENTAIRES / IMPACT EN TERMES D'ALEAS

### 2.1 Documents disponibles

Dans son courrier, la mairie de Mimet (13) a joint les éléments suivants (cf. annexe 1) :

- Un courrier daté du 05 mai 2017 et adressé à la mairie de Mimet de la part d'un propriétaire de la commune dont l'objet concerne l'aménagement des parcelles section AE n° 14 et AE n° 15 lors de la construction de l'habitation sur la seconde ;
- Un reportage photographique comprenant plusieurs clichés des dits aménagements (terrassements) datant de 1976 et d'un cliché les précédant.

A réception de ces éléments, une visite de site a été réalisée le 18 octobre 2017 en présence du propriétaire de l'habitation parcelle section AE n° 15 et des propriétaires de l'habitation voisine parcelle section AE n° 82 et située dans le même contexte géologique.

Par ailleurs, outre les données issues des Dossiers d'Arrêt Définitif de Travaux (DADT) de CdF, l'exploitation des archives de CdF disponibles au Département de Sécurité Minière (DPSM) - UTAM Sud du BRGM à Gardanne (13), a révélé un calque (19/11/ ??25) d'un plan source<sup>1</sup> daté du 14 août 1811 dressant l'état des lieux des exploitations menées à cette époque par de nombreux propriétaires sur l'emprise de la future concession de Gardanne (octroyée en 1817) (cf. annexe 2).

### 2.2 Rappel des aléas sur le secteur concerné

Le Bassin lignitifère de Provence a fait l'objet de la part de GEODERIS en 2010 d'une étude préliminaire et en 2016 d'une étude détaillée des aléas miniers :

- *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**.*

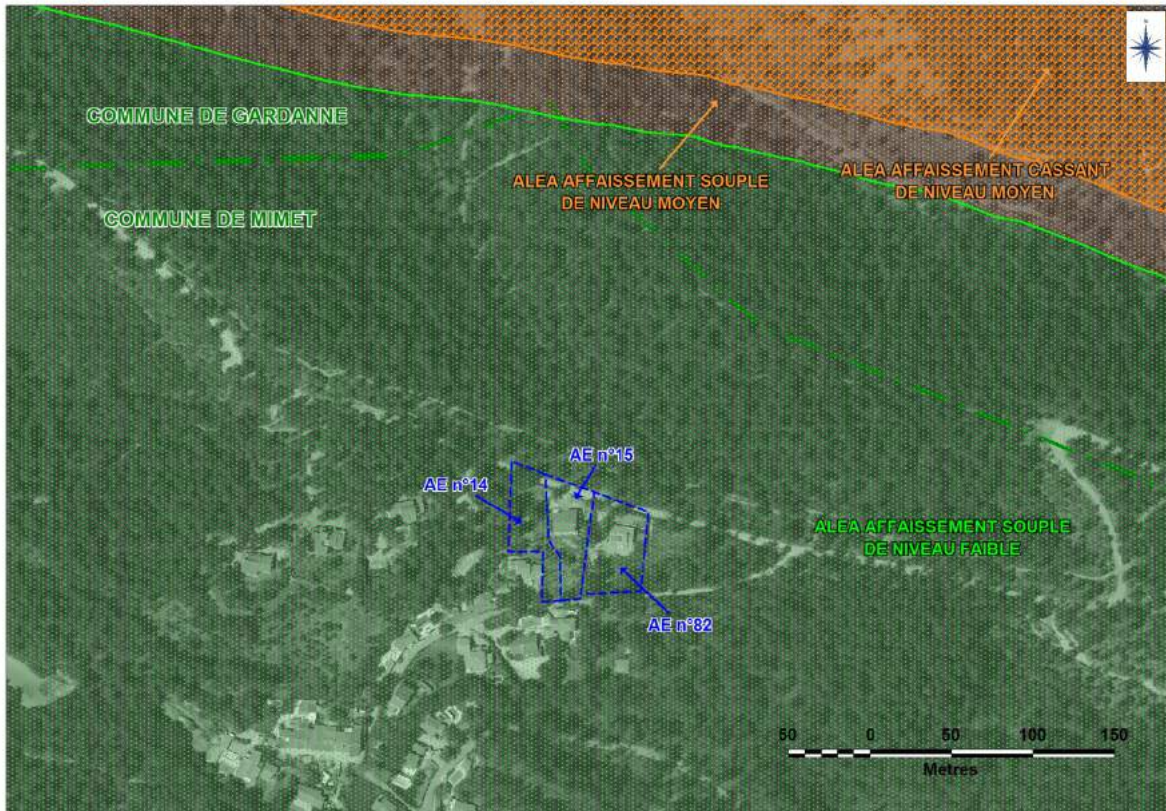
Les parcelles section AE n° 14, AE n° 15 et AE n° 82 sont concernées par un aléa (cf. figures 2 et 3) :

- affaissement de niveau faible lié à l'instabilité potentiel des exploitations de la couche Grande Mine du Lambeau Charrié située à 210 m de profondeur au droit des parcelles ;
- effondrement localisé de niveau faible lié à la présence potentielle de travaux miniers peu profonds d'exploitation des couches aux affleurements dont celle de Gréasque (affleurements cartographiés par les Charbonnages de France (CdF)).

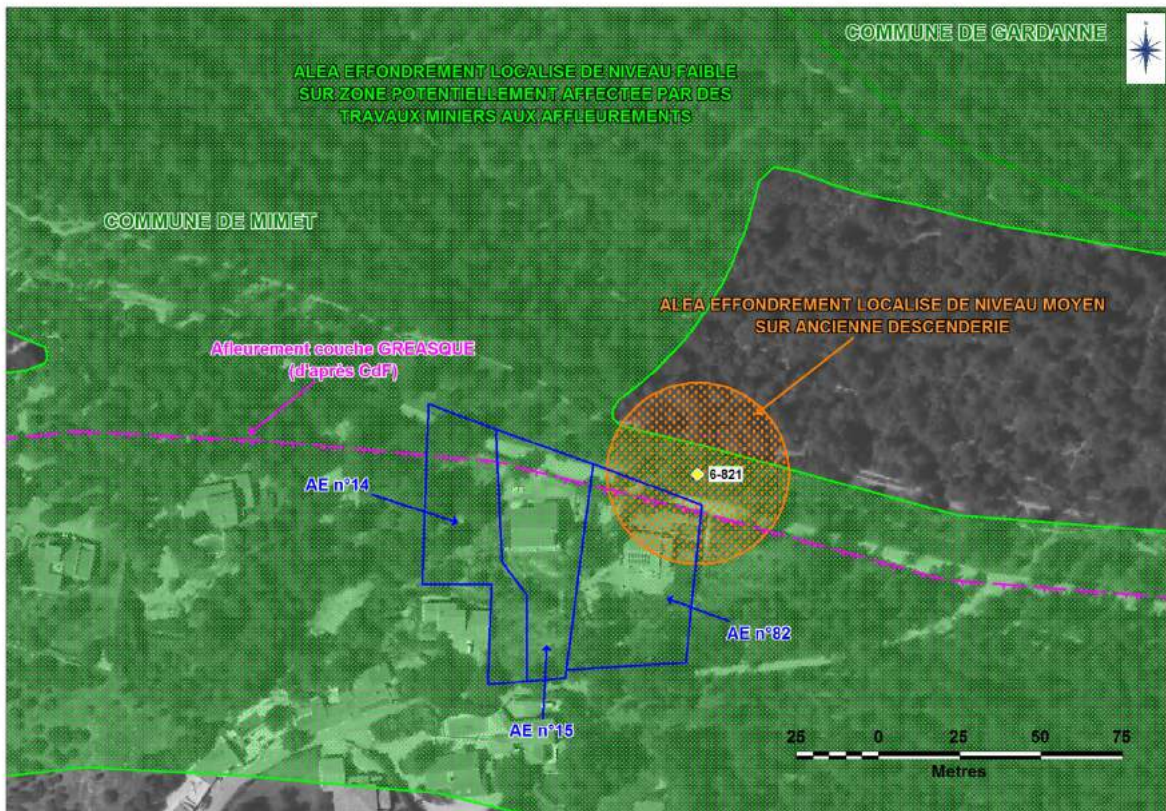
La parcelle section AE n° 82 est également soumise à un aléa effondrement localisé de niveau moyen lié à la présence de l'ancienne descenderie n°6-821.

---

<sup>1</sup> Document référencé CdC/C4Vt8/14 aux archives du DPSM.



**Figure 2 : Carte de l'aléa affaissement dans le secteur concerné**



**Figure 3 : Carte de l'aléa effondrement localisé dans le secteur concerné**

### 2.3 Analyse des documents fournis ou disponibles et visite de site

Les documents joints au courrier de la mairie sont de nature à préciser uniquement l'aléa effondrement localisé de niveau moyen lié à l'ancienne descenderie n° 6-821. En effet, les photographies du terrassement pour la construction de l'habitation sur les parcelles section AE n° 14 et 15 concernent uniquement la localisation de l'entrée de la descenderie à cet endroit (cf. annexe 1). Les clichés montrent a priori qu'elle ne se situe pas au niveau de ces parcelles.

La visite de site, et en particulier du sous-sol de l'habitation ainsi que du vide sanitaire de la maison voisine (parcelle section AE n° 82), a permis de confirmer cette analyse. On peut y observer les roches calcaires saines à l'affleurement (cf. figure 4). Aucune trace de lignite n'a été observée.

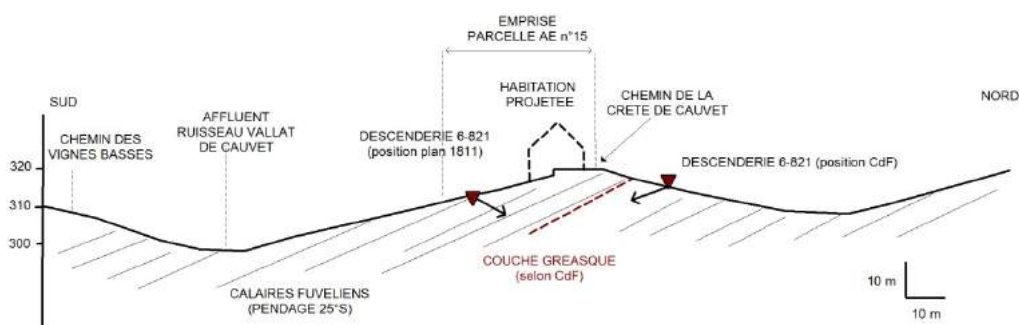
Le site se situe au sommet d'une crête orientée globalement est-ouest armée par les bancs résistants des calcaires du fuvéliens associés au chevauchement régional de direction est-ouest et de pendage d'environ 25° vers le sud (cf. figures 5 et 6). Les terrassements préalables à la construction et réalisés en 1976 ont consisté en l'aménagement d'une plateforme par l'arasement du sommet de la crête de la colline orientée est-ouest (cf. figure 7). La présence des formations calcaires très résistantes fuvéliennes ont obligé (d'après le témoignage du propriétaire parcelles AE n° 14 et 15) l'aménageur de l'époque à l'utilisation du brise-roche. A partir des observations en limite ouest de la parcelle AE n° 14, secteur où la crête est encore en place, la hauteur décaissée est estimée à 5 m (cf. figure 7).



**Figure 4 : Affleurements des calcaires du Fuvélien observés dans le sous-sol de l'habitation (AE n° 15) à gauche et le vide sanitaire de l'habitation (AE n° 82) à droite**



**Figure 5 : Vue extérieure des propriétés concernées le long du chemin dit de la Crête de Cauvet en direction de l'ouest au sommet de la crête  
Affleurements des calcaires fuvéliens au premier plan**



**Figure 6 : Coupe géologique schématique du secteur concerné**

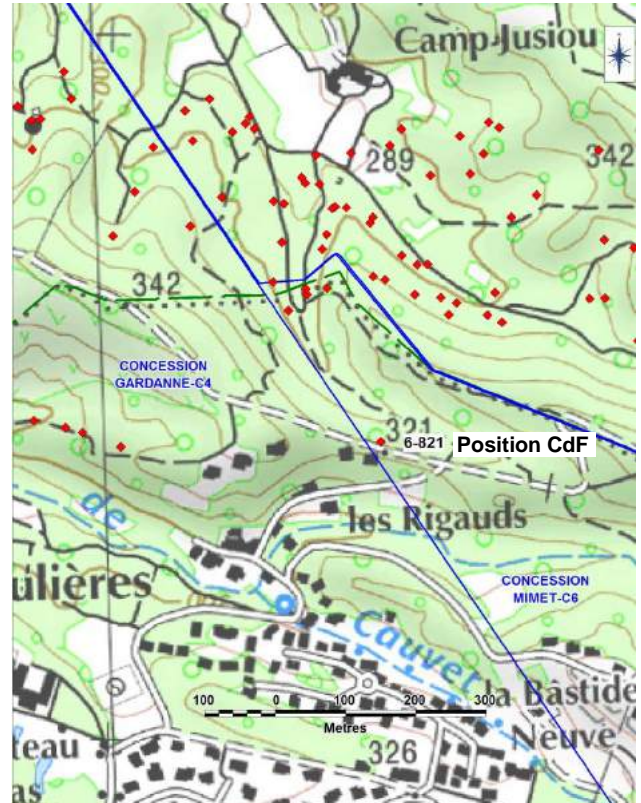
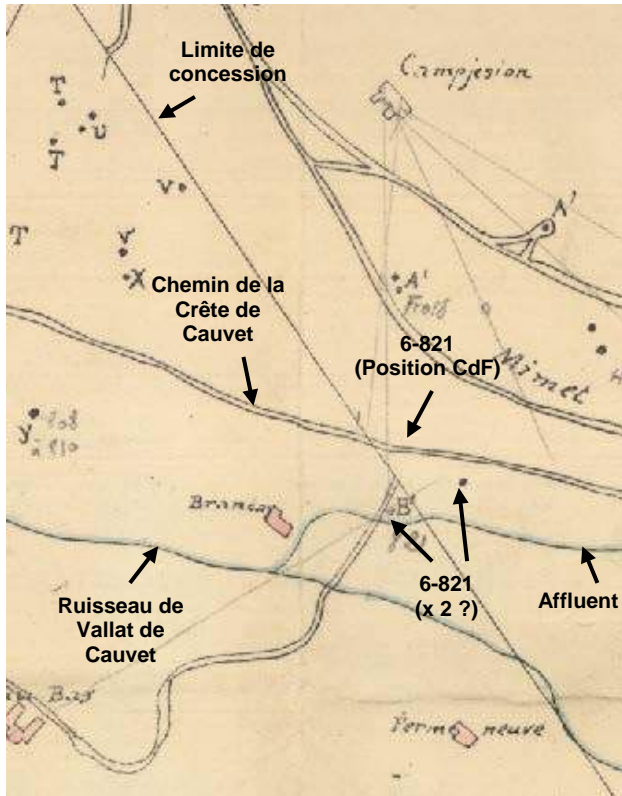


**Figure 7 : Vue du sommet de la crête non arasée (à l'arrière de la balançoire)  
en limite ouest de la parcelle AE n° 14**

A l'échelle du bassin, trop mince et non rentable, la couche Gréasque n'a pas fait l'objet d'exploitations de grandes ampleurs. En revanche, localement, elle a été recherchée et partiellement exploitée au XVIII<sup>ème</sup> siècle. La descenderie n° 8-621 est un témoin de ces travaux. En effet, le calque du plan source du 14 août 1811 recense la descenderie n°8-621, nommée « B' », puis indique dans la légende : « *M. du S' F. Capus exploitation suspendue à cause des eaux, mine de 0,35 dite de Gréasque à 12 m de profondeur.* » (cf. figure 8). Cette indication confirme ainsi dans le secteur concerné l'existence d'une ancienne petite exploitation de la couche Gréasque (0,35 m de puissance) menée à 12 m de profondeur et arrêtée par la présence d'eau.

Lors de l'inventaire de CdF des ouvrages débouchant au jour mené en 2002 dans le cadre de la procédure d'arrêt définitif des travaux miniers (DADT), la descenderie n'avait pas été retrouvée (cf. figure 9). Sa profondeur de 12 m est néanmoins reprise dans le DADT.

La visite du site s'est poursuivie par la recherche de la descenderie (vers le nord) de part et d'autre du chemin dit de la Crête de Cauvet, à l'amont pendage (vers le nord) dans le périmètre de sa localisation CdF puis à l'aval pendage (vers le sud) en contre bas des habitations sur les parcelles AE n° 15 et 82. Le secteur nord est boisé avec une couverture de sols (cf. figure 10) suffisamment épaisse pour masquer les formations géologiques en place à l'affleurement. L'inspection des roches volantes n'a permis d'observer que des fragments de calcaires fuvéliens. Aucune trace de lignite n'a été décelée bien que l'affleurement de la couche Gréasque soit cartographié par CdF dans ce secteur. Néanmoins, CdF précise que l'incertitude de localisation des affleurements est de l'ordre de 20 m. De plus, l'observation de la couche Gréasque est rendue difficile en domaine forestier de par sa très faible puissance (décimétrique). Le secteur sud est constitué d'une succession de terrasses de 1 à 2 m de haut chacune soutenues par des murs de pierres sèches (calcaires fuvéliens) ou cimentées et couverte de végétation (cf. figure 11). Aucun affleurement des formations géologiques en place n'y est pas observable. Ainsi aucune trace de la descenderie n'a pu être observée dans l'environnement proche des parcelles AE n° 14, 15 et 82.



X M. au même nouvellement ouverte. où l'on n'a point encore tiré de charbon  
 Y M. ouverte et abandonnée du s<sup>r</sup> Capus  
 z M. ouverte du s<sup>r</sup> Gabriel Schmier  
 A' M. du s<sup>r</sup> Coste pitonnière comprise dans la concession de  
 François Lacombe, D. Brunet et C<sup>ie</sup>  
 B' M. du s<sup>r</sup> Capus exploitation suspendue à cause des eaux, mine  
 de 0,35 site de Giasque à 12 m de profondeur  
 C' M. au même, comme la précédente 30 mètres  
 D' M. au s<sup>r</sup> Louis Couincha mine de 0,35 site de Giasque à  
 6 mètres de profondeur. Charbon de qualité moyenne cap<sup>te</sup> sup<sup>er</sup> à cause des eaux  
 E' M. au même, comme la précédente  
 F' M. au même, même qualité  
 G' M. du s<sup>r</sup> Rabaud Charbonnier peu abondant, suspension p<sup>ar</sup> minuscules (qualité)  
 H' M. d<sup>u</sup> la p<sup>ar</sup> du s<sup>r</sup> Fabre de la petite bastide cap<sup>te</sup> sup<sup>er</sup> à cause des eaux  
 I' M. d<sup>u</sup> la p<sup>ar</sup> du s<sup>r</sup> Villars. 1<sup>re</sup> Charbonnière. sup<sup>er</sup> à cause des eaux.

Dressé le 14 Août 1811 par J. Mathéro.  
 Géomètre de 1<sup>re</sup> Classe du Cadastre

**Figure 8 : Report des positions relatives des descenderies sur fond extrait de plan de 1811 et  
 SCAN25<sup>®</sup> IGN (en haut)  
 Extrait de la légende du plan de 1811 (en bas)**

**EVALUATION DES RISQUES DES OUVRAGES MINERS  
SITUES DANS LA CONCESSION DE MIMET ( C 6 )**

Classification des OUVRAGES	REPERAGE				DIMENSIONS Section Longueur (m)	PROPRIÉTAIRE du TERRAIN	ÉTAT DE L'OUVRAGE		ANALYSE DU RISQUE		RISQUE RÉSIDUEL	CONSÉQUENCES POUR L'AVENIR
	NOM	COMMUNES	Coordonnées X (km) Y (km) Z (m)	Sections & parcelles			Lors de l'évaluation	Après travaux de mise en sécurité définitive (si nécessaire)	VULNÉ- RABILITÉ	ALÉA		
Visible	n° 6-818	Mimet	856.968 130.048 367	B1 28		Commune de MIMET 13105 MIMET	sera vérifiée et traitée suivant la procédure de fermeture des descenderies		NS	N	NUL	
Non Visible	n° 6-821	Mimet	855.38 130.43 320	B1 177	L=12m	Mme MARTINO Marie-Louise et M <sup>re</sup> GAUTIER Gérard et Mme RIBE Michèle Camp Jusiou 13120 GARDANNE	sont vérifiées et traitées suivant la procédure de fermeture des descenderies		NS	N	NUL	
Visible	n° 6-822	Mimet	855.252 130.511 300,66				sera vérifiée et traitée suivant la procédure de fermeture des descenderies		NS	N	NUL	

Le Directeur des SITES ARRÊTÉS

*J.P. Barrière*  
J.-P. BARRIÈRE - 2 DEC. 2002

Classification de la VULNÉRABILITÉ : TS = très sensible; S = sensible; NS = non sensible.  
Classification des ALÉAS (probabilité) : I = important; M = moyen; F = faible; N = nul/minimal

04/10/02

H.B.C.M. - D.S.A. - Dossier d'amélioration des travaux

3/3

**Figure 9 : DADT de la concession de Mimet  
Extrait de l'annexe V du mémoire qui concerne la descenderie 6-821**



**Figure 10 : Secteur boisé en contre-bas du chemin dit de la Crête de Cauvet (vue vers l'est)**



**Figure 11 : Secteur boisé et terrassé côté sud du chemin dit de la Crête de Cauvet (vue vers le sud en contre bas de l'habitation parcelle AE n° 82)**

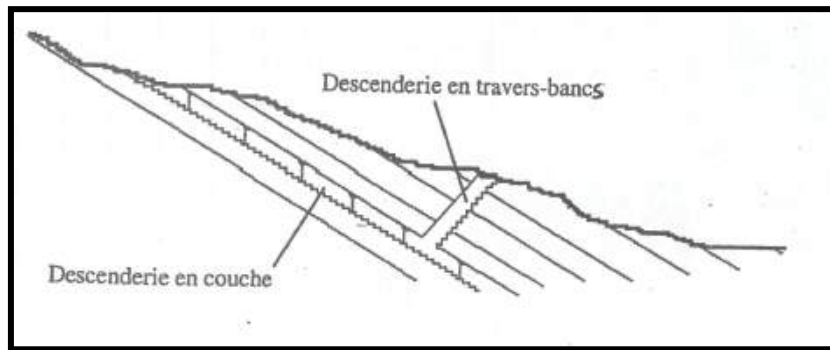
## **2.4 Analyse des aléas**

Bien que l'entrée de la descenderie 8-621 n'ait pu être directement observée, les divers documents exploités et la visite de site ont permis de confirmer sa présence dans le secteur concerné mais de l'infirmier au niveau des plateformes aménagées des parcelles AE n°14, 15 et 82 et en particulier sous les deux habitations. Ce premier résultat permet ainsi de supprimer à ce niveau l'aléa effondrement localisé de niveau moyen lié à cette descenderie. En revanche, il confirme l'aléa effondrement localisé de niveau faible lié à la présence potentielle de travaux miniers peu profonds d'exploitation de la couche Gréasque dans ce secteur.

Par ailleurs, le calque du plan source du 14 août 1811 localise la descenderie (ou les descenderies ? : 2 points figurent sur le plan de part et d'autre de la limite des concessions de Gardanne et Mimet) au sud du chemin dit de la Crête de Cauvet, alors que CdF la positionne au nord, et légèrement plus à l'est en se référant à la position de ruisseau de Vallat de Cauvet et de son affluent (cf. figure 8).

Compte tenu de la géologie, cette nouvelle position montre que la descenderie aurait été creusée à contre-pendage (en travers-bancs) plutôt qu'en couche (cf. figures 6 et 12). Cette position tendrait à se vérifier par l'argument que la couche Gréasque (« mine » dans le plan) ait été exploitée (donc rencontrée) à 12 m de profondeur et non depuis son affleurement.

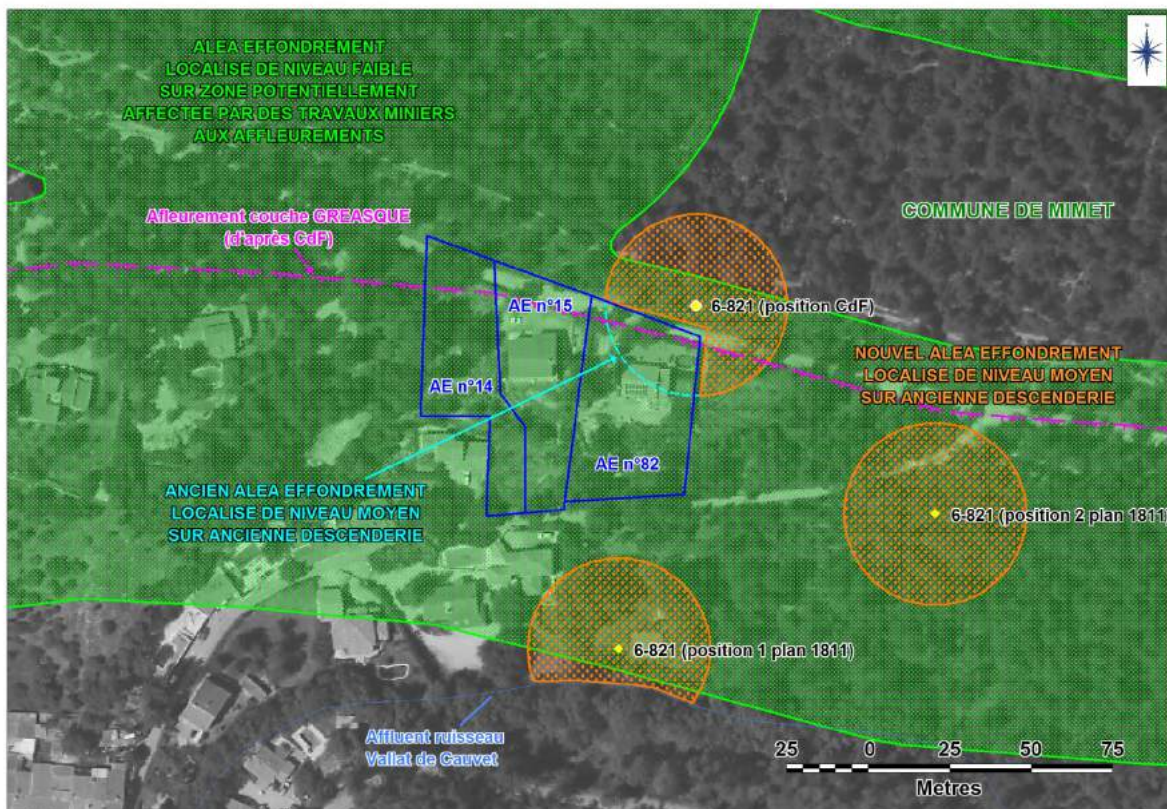




**Figure 12 : Schéma de types de descenderies – source CdF**

En revanche, l'arrêt de l'exploitation à cette profondeur lié à l'eau ne permet pas de privilégier l'une ou l'autre des positions car ce niveau d'eau est compatible dans les deux situations de par la perméabilité des calcaires (possibilité d'infiltrations) ou celle de la présence de l'affluent du Vallat de Cauvet à une cote d'environ 10 m en contre-bas de la crête de la colline (point le plus haut du site).

Compte tenu de ces éléments, il n'est pas possible d'opter avec certitude entre la position de la descenderie retenue par CdF et celle(s) montrée sur le plan de 1811. De ce fait, l'aléa effondrement localisé de niveau moyen est nouvellement cartographié d'une part en supprimant sa partie au niveau des plateformes aménagées des parcelles AE n°14, 15 et 82 et d'autre part créant deux zones sur les positions données par du plan de 1811 (cf. figure 13). La partie de l'aléa située au-delà de l'affluent du Vallat de Cauvet est tronquée conformément à la position 1 de la descenderie sur le plan de 1811.



**Figure 13 : Mise à jour de la cartographie de l'aléa effondrement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour sur la commune de Mimet - Fond BD Ortho® IGN (PVA de 2011)**



### 3 CONCLUSIONS

GEODERIS a été saisi par la DREAL Provence-Alpes-Côte d'Azur pour examiner si les documents transmis par mairie de Mimet étaient susceptibles de modifier l'aléa dans le secteur des parcelles AE n°14, 15 et 82. L'étude des aléas du Bassin de Provence, porté à connaissance des communes début 2017, avait retenu sur tout ou partie du secteur concerné un aléa de type :

- affaissement de niveau faible relatif à l'instabilité potentielle des travaux miniers profonds ;
- effondrement localisé de niveau faible lié à la présence potentielle de travaux miniers peu profonds au niveau de la couche Gréasque ;
- effondrement localisé de niveau moyen lié à la présence de l'entrée de l'ancienne descenderie 6-821.

L'analyse des documents joints au courrier de la mairie et transmis par la DREAL et des documents d'archives disponibles complétée avec une visite de site est de nature à modifier l'emprise de l'aléa effondrement localisé de niveau moyen sur le secteur concerné.

L'aléa effondrement localisé de niveau moyen est nouvellement cartographié en supprimant d'une part sa partie au niveau des parcelles AE n°14, 15 et 82 puis d'autre part en créant des zones sur les deux positions possibles de la descenderie 6-821 sur le plan de 1811.

Ce résultat conduit à la mise à jour de la carte d'aléa effondrement localisé de la commune de Mimet (cf. annexe 3).



## **ANNEXE 1**

### **Documents transmis par la DREAL**



Mimet, le 30 MAI 2017

Monsieur le Préfet de la Région  
Provence, Alpes, Côte d'Azur  
Préfet des Bouches-du-Rhône  
Préfecture des Bouches-du-Rhône  
DCLUPE  
BITRPM  
Place Félix Baret  
CS 80001  
13282 MARSEILLE CEDEX 06

Nos Réf : GC/FG/2017, 239  
Demande externe n°2017-354

Monsieur le Préfet,

Je me permets de vous solliciter concernant le porter à connaissance du 24 janvier 2017, sur les risques miniers résiduels présents à Mimet.

Suite à la réception des cartographies relatives à ce risque, la Commune de Mimet a communiqué ces éléments aux habitants concernés les plus vulnérables.

Vous trouverez ci-joint, l'exemplaire original d'un courrier de Monsieur Yvan ZIGLIANI, résidant au 167 Chemin de Brancaï, qui est propriétaire d'un bien immobilier soumis à un risque d'effondrement causé par la présence d'un ouvrage minier débouchant au jour, vous sollicitant pour désigner un géologue afin de pouvoir déterminer avec précision la localisation de cet ancien ouvrage.

En effet, après plusieurs échanges avec l'organisme GEODERIS, aucune cartographie ou archives ne permet de situer avec précision cet ouvrage débouchant au jour.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Préfet, l'expression de mes sentiments distingués. *et*

*Le plus respectueux*



Georges Cristiani  
Maire de Mimet



167 CHEMIN DE BRANCAI  
LES GENES OUEST  
13105 MIMET

1/2

Monsieur le Maire de MIMET

Risques Miniers

Mimet, le 5 Mai 2017

Monsieur le Maire,

Sur la cartographie que vous avez bien voulu nous faire parvenir, figure la présence d'un ancien puit, sous les parcelles, actuellement cadastrées.

Section A E n°s 14 et 15 propriété ZIGLIANI  
Section A E n° 82 propriété GIANQUINTIERI.  
Vu l'important terrassement, avec la démolition de la roche en profondeur, pour réaliser une plate forme au niveau du chemin, qui empiète notre propriété, il est improbable que l'entrée de cet ancien puit soit passée inaperçue.

Monsieur GIANQUINTIERI a creusé la roche pour installer une pierre.

J'ai eu un entretien avec Monsieur DELANNA, Géologue (Géodésis), d'après lui la présence de ce puit à cet endroit est approximative.

Je vous demande, Monsieur le Maire, de bien vouloir transmettre ce dossier à la DREAL PACA, afin qu'un géologue soit mandaté pour constater la possibilité de l'existence ou pas de cet ancien puit.

Avec mes remerciements,  
Veuillez agréer, Monsieur le Maire, l'expression de  
mes meilleurs sentiments

*Y. Zigliani*





167 CHEMIN DE BRANCAI  
LES GEINES OUEST  
13105 MIMET

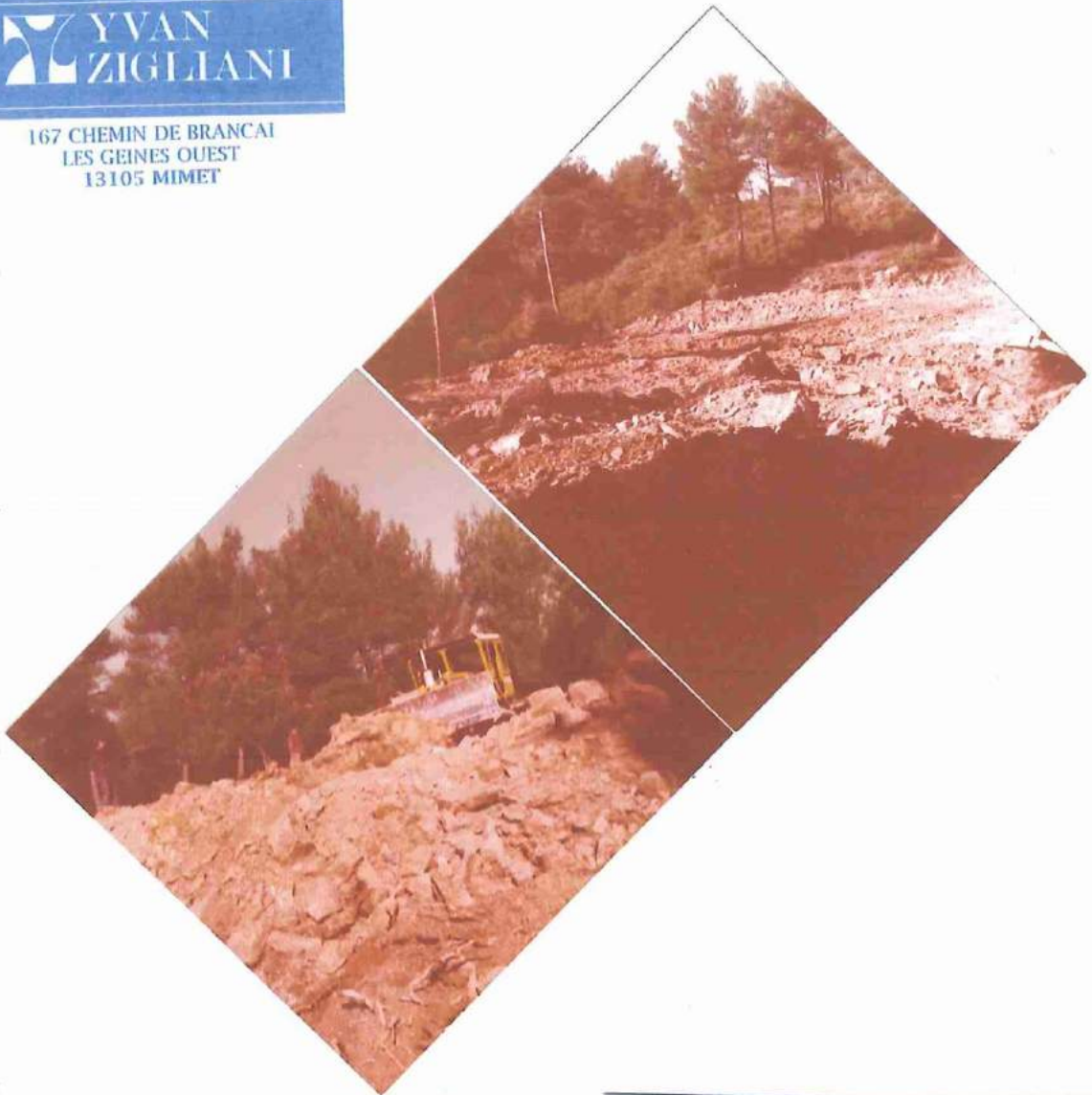
Suite de ma lettre  
à Monsieur le Maire  
de MIMET  
en date du 5/mai 2017

Pièces jointes

- 7 photos du Terrassement (copies)
- 1 photo du chemin en 1975 (copie)
- 1 Copie de la cartographie
- 1 extrait du plan Cadastriel

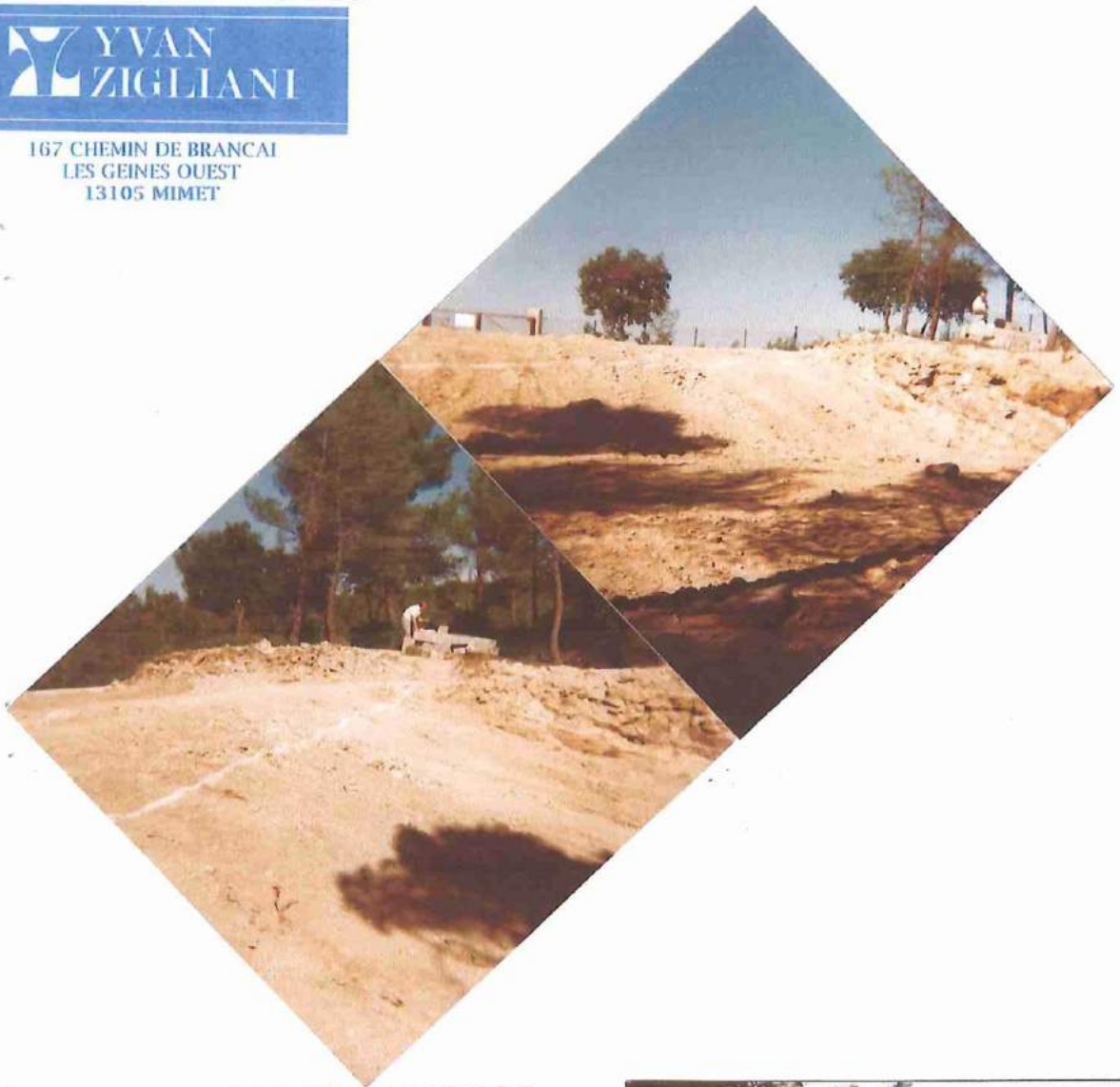
**YVAN  
ZIGLIANI**

167 CHEMIN DE BRANCAI  
LES GEINES OUEST  
13105 MIMET

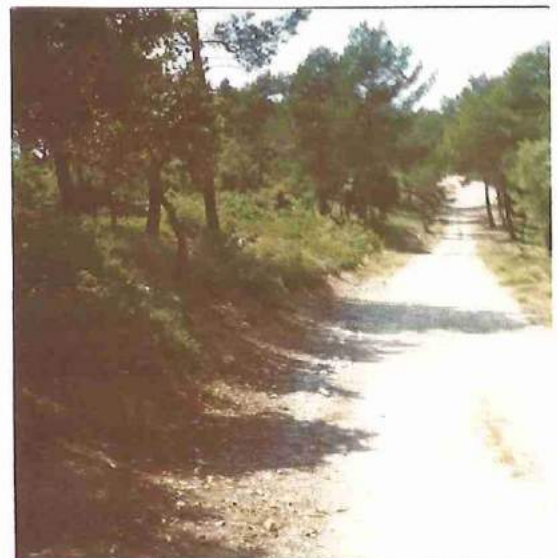


**YVAN  
ZIGLIANI**

167 CHEMIN DE BRANCAI  
LES GEINES OUEST  
13105 MIMET



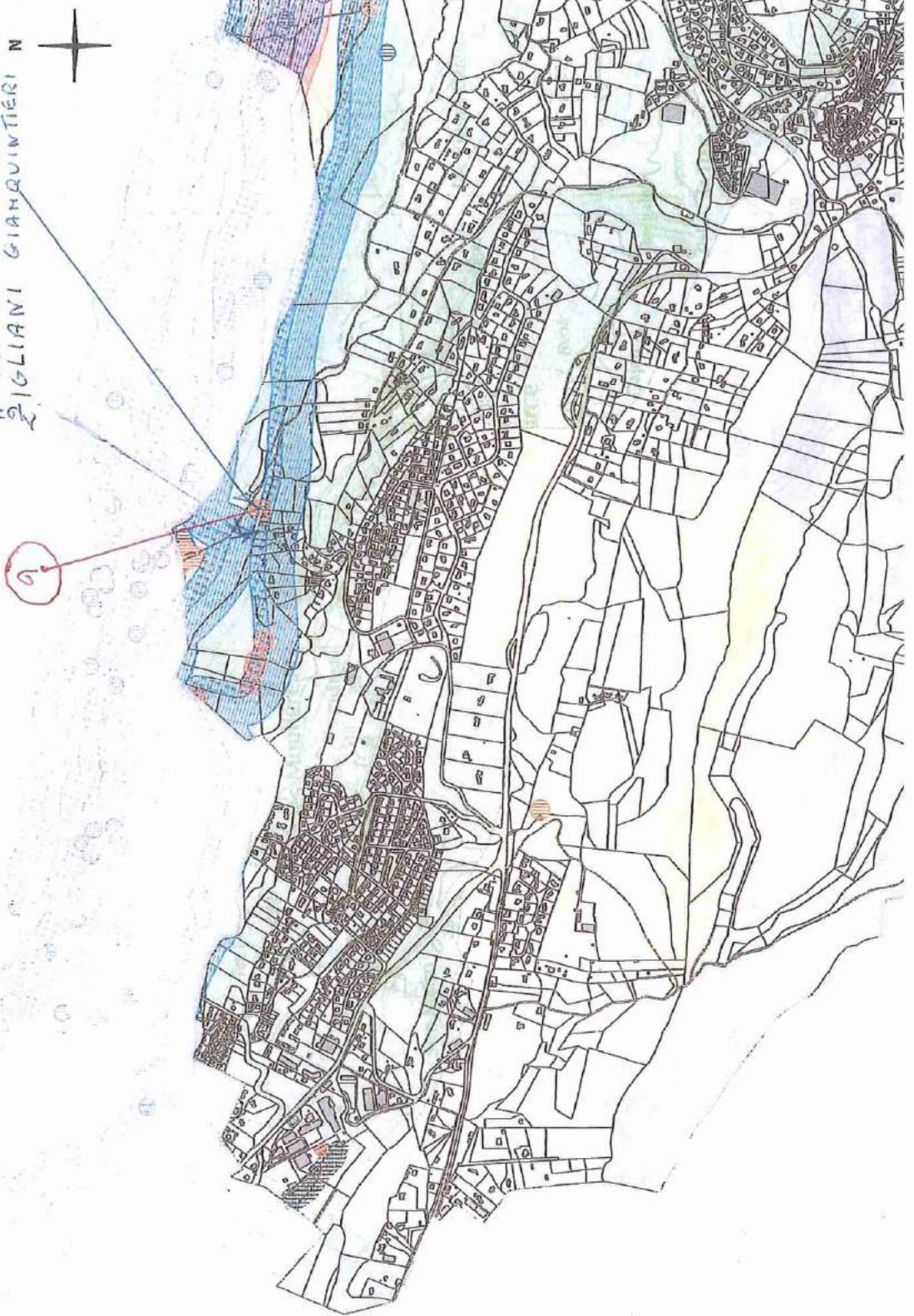
*Road to be evacuated*



*Chemin en 1976*

Parcelles

Section AE Section AE  
N° 14 et 15 N° B2  
SIGLIANI GIAMQUINTIERI N



Département :  
BOUCHES DU RHONE

Commune :  
MIMET

Section : AE  
Feuille : 000 AE 01

Échelle d'origine : 1/1000  
Échelle d'édition : 1/1500

Date d'édition : 11/04/2017  
(fuseau horaire de Paris)

Coordonnées en projection : RGF93CC44  
©2016 Ministère de l'Économie et des  
Finances

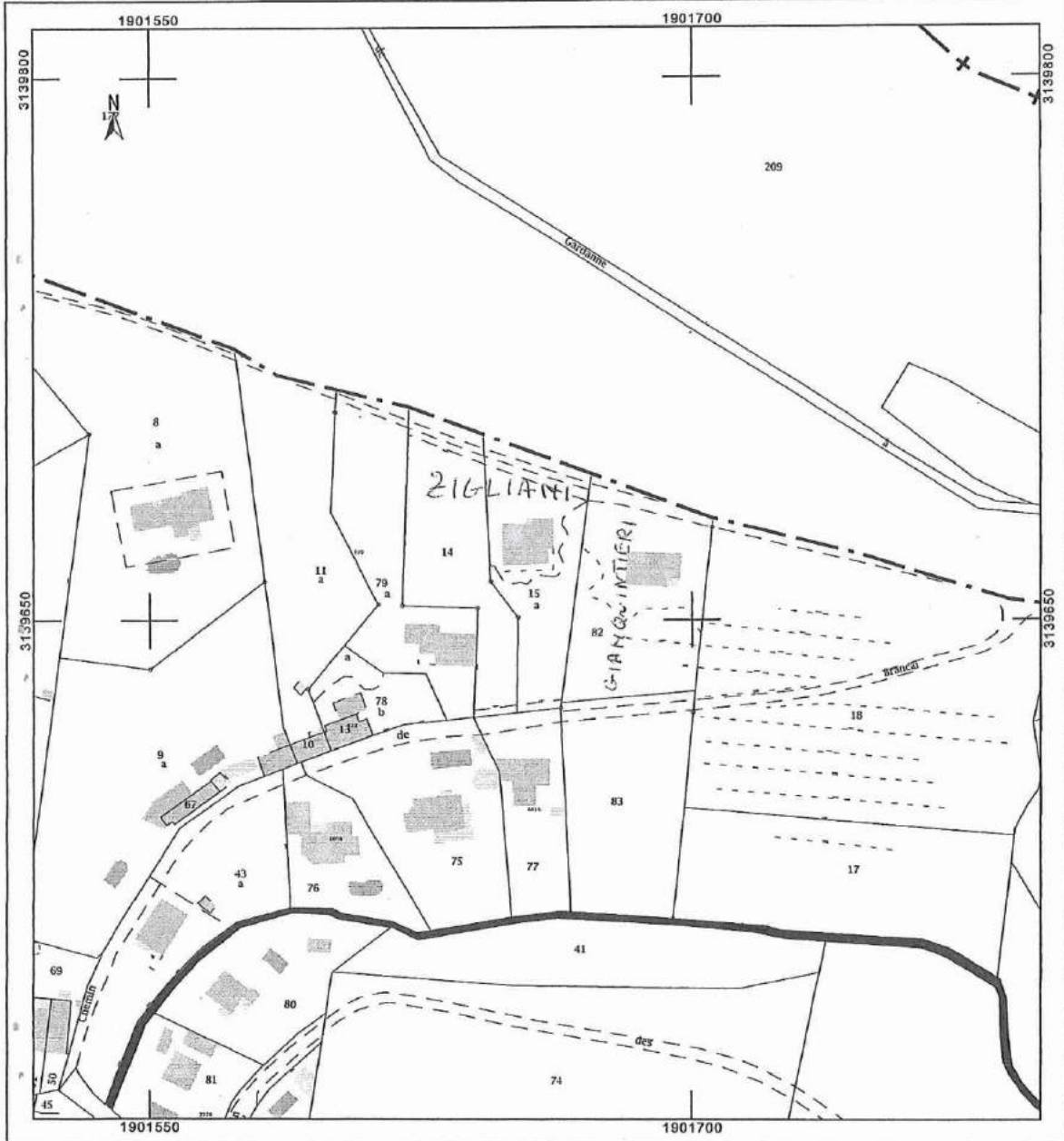
DIRECTION GÉNÉRALE DES FINANCES PUBLIQUES

EXTRAIT DU PLAN CADASTRAL

Le plan visualisé sur cet extrait est géré  
par le centre des impôts foncier suivant :  
Aix en Provence 1  
Hôtel des Impôts Foncier 10 avenue de la  
Cible 13626  
13626 Aix en Provence Cedex 1  
tél. 04 42 37 54 57 -fax 04 42 37 53 88  
cdif.aix-en-provence-  
1@dgifp.finances.gouv.fr

Cet extrait de plan vous est délivré par :

cadastre.gouv.fr



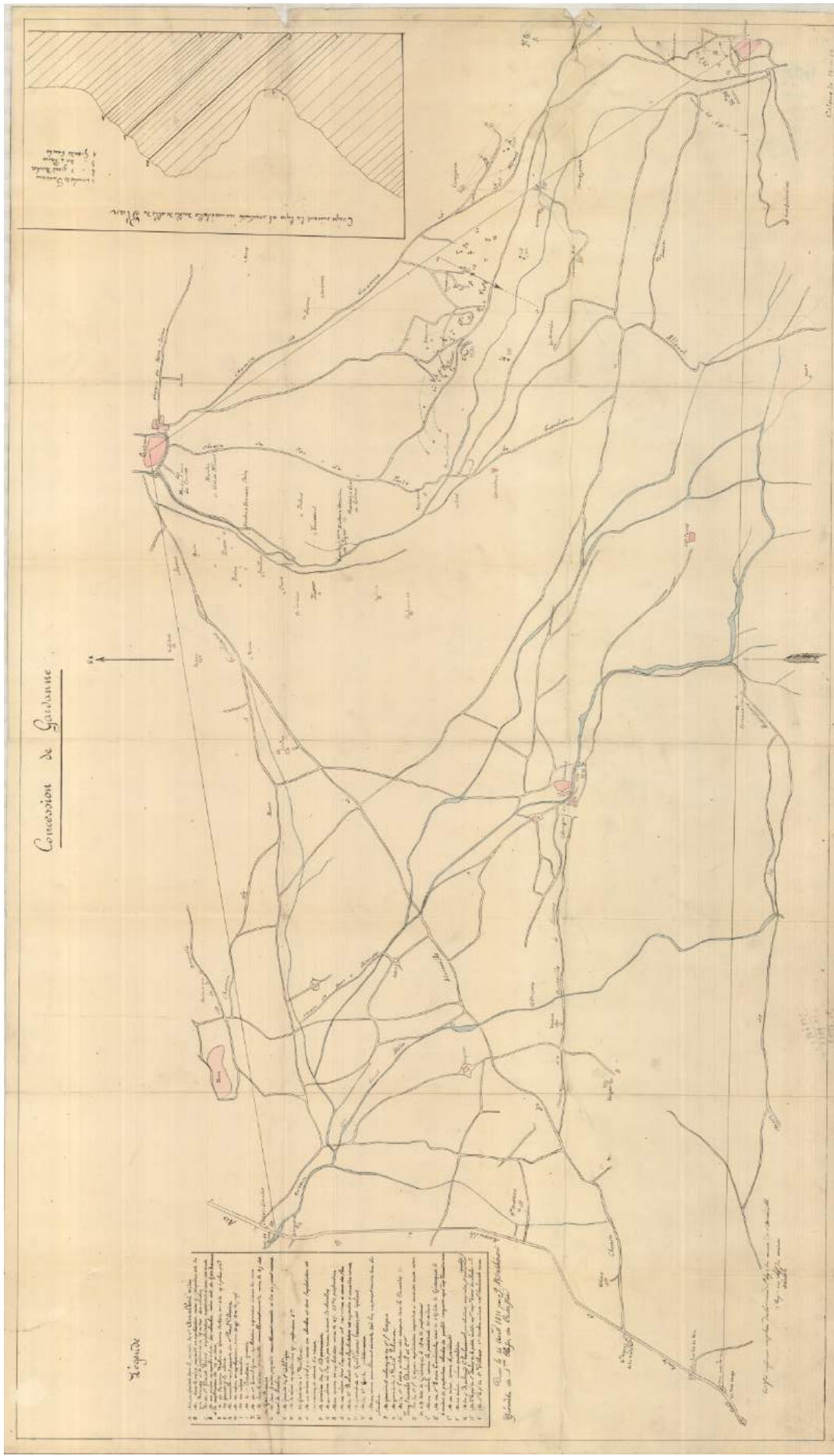


## **ANNEXE 2**

**Calque (19 novembre ??25) du plan de la concession de Gardanne du 14 août 1811**









## **ANNEXE 3**

### **Carte d'aléa effondrement localisé de la commune de Mimet**

*(Hors texte)*

MISE À JOUR CARTE DES ALÉAS "EFFONDREMENT LOCALISÉ"

OUVRAGES DÉBOUCHANT AU JOUR

- Puits
- ◆ Descenderie
- Galerie
- Sondage
- Ouvrage levé et traité par CdF
- Ouvrage levé et non traité par CdF
- Ouvrage non levé et non traité par CdF

ALÉAS

- Aléa effondrement localisé de niveau faible sur travaux
- Aléa effondrement localisé de niveau moyen sur travaux
- Aléa effondrement localisé de niveau faible sur puits et descenderies
- Aléa effondrement localisé de niveau moyen sur puits et descenderies

AFFLEUREMENTS

- Affleurement de la veine Grande Mine
- Affleurement de la veine Mauvaise Mine
- Affleurement de la veine 4 Pans
- Affleurement de la veine Gros Rocher
- Affleurement de la veine 2 Pans
- Affleurement de la veine de Feu
- Affleurement de la veine Grésaque
- Affleurement de la veine Puveau

TOPOGRAPHIE

- Cours d'eau

LIMITES ADMINISTRATIVES

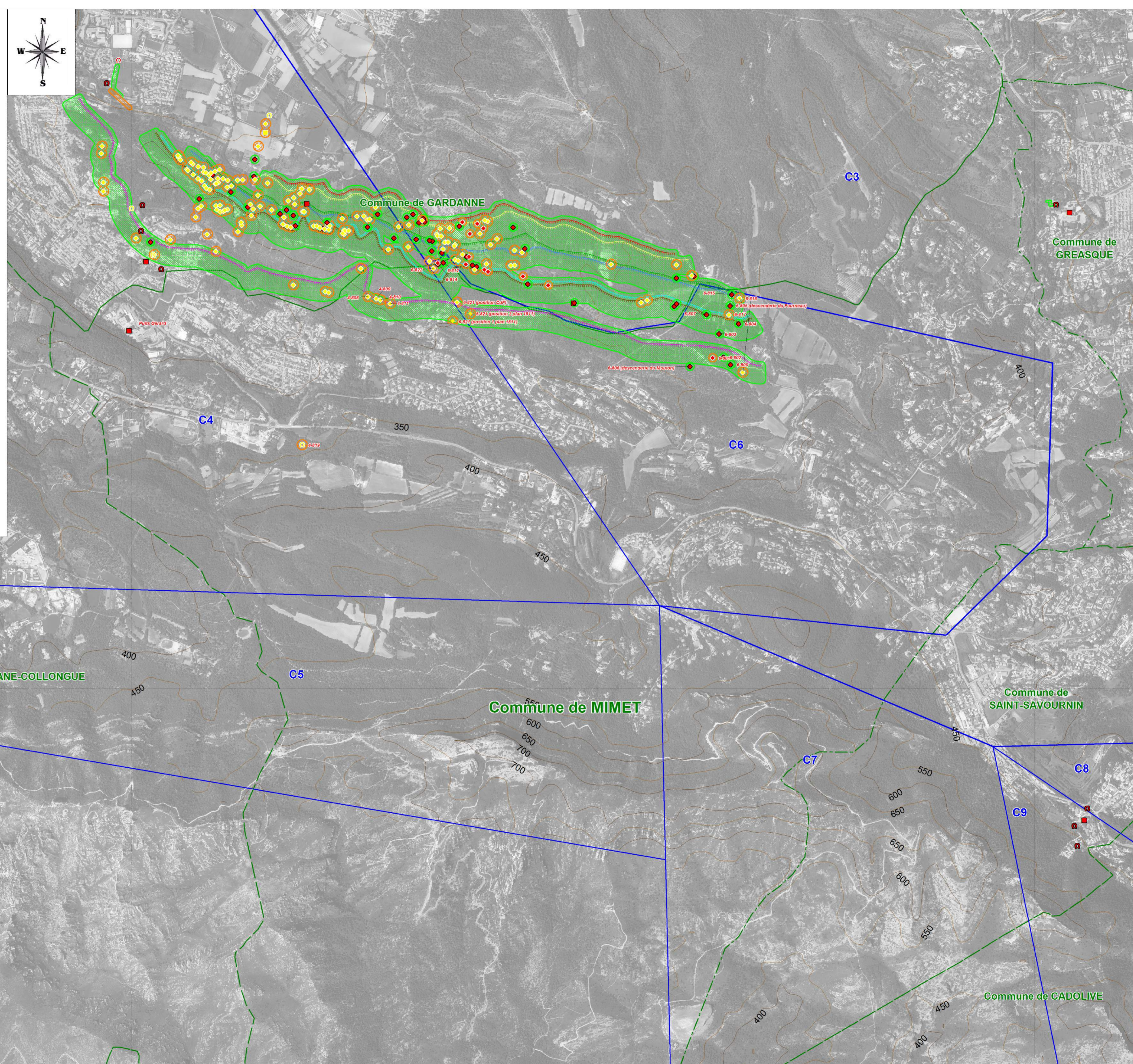
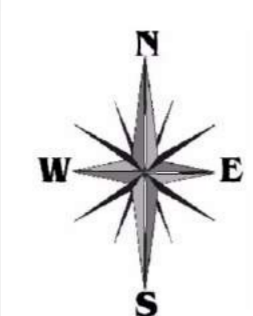
- Limite de commune
- Limite de concession

ECHELLE : 1 / 10 000

Rapport S2017/047DE-17PAC36020 - Novembre 2017

Fond cartographique : BD CARTEOR de 2011 utilisée conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - MEDAD - MAP de juillet 2007

GEODERIS



Antenne SUD  
Pist Oasis 3 - Bât A  
Rue de la Bergerie  
30319 ALES CEDEX  
Tél : +33 (0)4.66.61.09.80  
Fax : +33 (0)4.66.25.89.68

# **Bassin de lignite de Provence (13) Révision et mise à jour des aléas liés à l'ancienne activité minière Rapport de synthèse**

**RAPPORT S 2016/004DE - 16PAC22070**

Date : 22/01/2016



# Bassin de lignite de Provence (13) Révision et mise à jour des aléas liés à l'ancienne activité minière Rapport de synthèse

RAPPORT S 2016/004DE - 16PAC22070

Diffusion :

Pôle Après-Mine Sud

DREAL Provence-Alpes-Côte d'Azur

*20 ex. papier (2 DREAL, 17 communes, 1 DDT)*


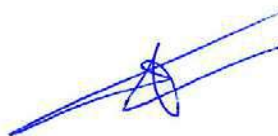

*21 CD (2 DREAL, 17 communes, 1 DDT, 1 Préfecture)*

GEODERIS

Jehan GIROUD

Hubert FOMBONNE

Rafik HADADOU

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





## SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>Définitions et méthodologie</b> .....	5
1.1	Définitions de l'aléa.....	5
1.2	Incertitudes cartographiques.....	5
1.3	Méthodologie mise en œuvre.....	6
<b>2</b>	<b>Contexte et périmètre de l'étude</b> .....	9
<b>3</b>	<b>Travaux réalisés et démarche adoptée</b> .....	11
<b>4</b>	<b>Géologie régionale</b> .....	15
4.1	Géologie.....	15
4.2	Hydrogéologie.....	18
<b>5</b>	<b>Historique de l'exploitation</b> .....	21
5.1.1	<i>Description des travaux miniers</i> .....	21
5.1.2	<i>Exploitations artisanales anciennes</i> .....	22
5.1.3	<i>Exploitation par chambres et piliers abandonnés</i> .....	23
5.1.4	<i>Exploitations par tailles remblayées</i> .....	25
5.1.5	<i>Exploitation par longues tailles foudroyées</i> .....	27
5.1.6	<i>Synthèse</i> .....	27
<b>6</b>	<b>Etat des connaissances actuelles du bassin</b> .....	29
6.1	Ouvrages débouchant au jour.....	29
6.1.1	<i>Les entrées de descenderies</i> .....	29
6.1.2	<i>Les entrées de galeries</i> .....	29
6.1.3	<i>Les puits</i> .....	30
6.2	Les dépôts : Verses et terrils.....	30
6.3	Les mouvements de terrain.....	32
6.4	L'activité sismique.....	33
6.5	Gaz de Mine.....	34
6.5.1	<i>Généralités</i> .....	34
6.6	Les échauffements.....	36
6.7	Gestion des eaux et aux impacts environnementaux.....	36
6.7.1	<i>Aspects quantitatifs</i> .....	36
6.7.2	<i>Aspects qualitatifs</i> .....	38
<b>7</b>	<b>Cartographie informative</b> .....	39
7.1	Supports cartographiques.....	39
7.2	Incertitudes de localisation.....	39
7.2.1	<i>Incertitudes sur la position des éléments de surface</i> .....	40
7.2.2	<i>Incertitudes de localisation des travaux miniers souterrains</i> .....	40
7.3	Système d'information géographique.....	41
<b>8</b>	<b>Liste des phénomènes</b> .....	45
<b>9</b>	<b>Nature des aléas résiduels retenus</b> .....	47

<b>10</b>	<b>Evaluation des aléas mouvements de terrain</b>	49
10.1	L'effondrement localisé	51
10.1.1	<i>Description du phénomène</i>	51
10.1.2	<i>Zone d'altération superficielle</i>	52
10.1.3	<i>Rappel des conclusions de l'étude préliminaire sur l'aléa effondrement localisé</i>	53
10.1.4	<i>Apport des informations complémentaires et conclusion sur l'aléa effondrement localisé</i>	55
10.2	L'affaissement	61
10.2.1	<i>Description du phénomène</i>	61
10.2.2	<i>Rappel des conclusions de l'étude préliminaire sur l'aléa affaissement</i>	62
10.2.3	<i>Apport des informations complémentaires et conclusion sur l'aléa affaissement</i>	62
10.3	Le glissement	65
10.3.1	<i>Description du phénomène</i>	65
10.3.2	<i>Rappel des conclusions de l'étude préliminaire sur l'aléa glissement</i>	65
10.3.3	<i>Apport des informations complémentaires et conclusion sur l'aléa glissement</i>	67
10.4	Le tassement	67
<b>11</b>	<b>Evaluation de l'aléa échauffement</b>	69
<b>12</b>	<b>Evaluation de l'aléa inondation</b>	71
12.1.1	<i>Description des phénomènes</i>	71
12.1.2	<i>Rappel des conclusions de l'étude préliminaire sur l'aléa inondation</i>	71
12.1.3	<i>Synthèse de l'aléa inondation</i>	71
<b>13</b>	<b>Cartographie des aléas</b>	77
13.1	Cartographie de l'aléa effondrement localisé	77
13.2	Cartographie de l'aléa affaissement	80
13.3	Cartographie de l'aléa glissement	82
13.4	Cartographie de l'aléa tassement	83
13.5	Cartographie de l'aléa échauffement	83
13.6	Cartographie de l'aléa inondation	83
<b>14</b>	<b>Conclusions</b>	85

**Mots clés :** Allauch, Belcodène, Bouc-Bel-Air, La Bouilladisse, Cadolive, La Destrouse, Fuveau, Gardanne, Greasque, Marseille, Meyreuil, Minet, Peynier, Peypin, Rousset, Siminane-Collongue, Saint-Savournin, Septème-les-Vallons, Trets, effondrement localisé, affaissement, glissement superficiel, tassement, échauffement, inondation, lignite

## Introduction

Le bassin de lignite de Provence se situe entre Aix-en-Provence et Marseille. Il s'étend sur 70 km d'Est en Ouest, depuis Saint-Maximin jusqu'à l'étang de Berre et présente une largeur maximale de 12 km entre Aix et Marignane.

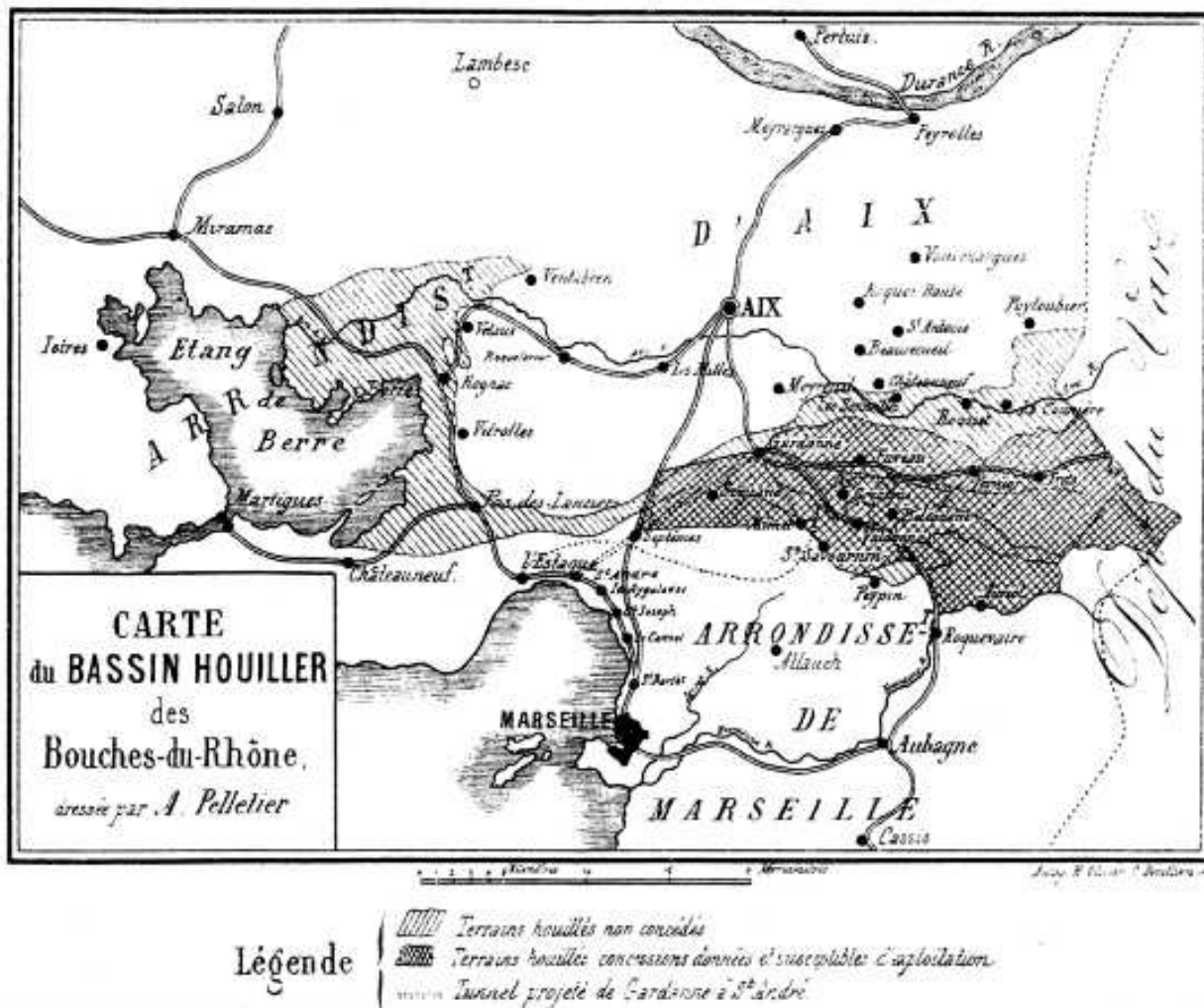


Figure 1 : Bassin Houiller des Bouches-du-Rhône (source DADT)

Suite au dépôt par CdF du dossier d'arrêt définitif des 12 concessions couvrant la majeure partie de l'exploitation du Bassin de Provence, Geoderis a réalisé en 2003, à la demande de la DRIRE (aujourd'hui DREAL) de Provence Alpes Côte d'Azur, l'expertise du dossier avec le concours d'experts nationaux et internationaux (cf.[4]<sup>1</sup>). Les principales conclusions de cette expertise portant sur les mouvements de terrain retiennent une instabilité potentielle des travaux souterrains en particulier, la possibilité d'apparition, sous certaines configurations d'exploitation, de phénomène d'effondrement localisé ou d'affaissement.

Ces éléments ont conduit, la DRIRE Provence Alpes Côte d'Azur, à confier à Geoderis en 2006, l'évaluation des aléas miniers résiduels. Une étude préliminaire des aléas a été produite en 2009 (cf. [1]). A ce stade, le travail a été réalisé à l'échelle du bassin minier uniquement selon les éléments informatifs et les données issus des dossiers de CdF.

<sup>1</sup> Référence en fin de rapport au chapitre bibliographie

Dans une deuxième phase, la DREAL Provence Alpes Côte d'Azur, a demandé en 2012 à Geoderis de réaliser l'étude détaillée des aléas. L'objectif d'une étude détaillée des aléas est d'établir, à partir de la synthèse documentaire des données et des fonds cartographiques sources disponibles sur les sites minier concernés et à l'échelle des communes, les cartes informatives et des aléas liés à ces anciennes exploitations. Pour le rendu final de ces cartes, les fonds topographiques ou photographiques géoréférencés utilisés sont les fonds IGN dont le Scan 25<sup>®</sup> IGN et la BD Ortho<sup>®</sup> IGN (prise de vue de 2011).

Pour ce faire, un important travail de collecte d'informations, d'analyse précise des plans miniers sources (méthodes, dimensions et profondeurs d'exploitation par couche), de la géologie du recouvrement (nature des roches, failles) a été engagé. En parallèle, une réflexion a été menée, avec le concours d'experts nationaux, sur les mécanismes et phénomènes de mouvements de terrain rencontrés, et en particulier l'affaissement.

Ces travaux permettent à ce jour d'aboutir à un affinage de la cartographie des aléas par commune concernée sur l'ensemble du bassin.

Ce rapport présente la synthèse des éléments informatifs et des conclusions sur l'évaluation et la cartographie des aléas retenus.

# 1 DEFINITIONS ET METHODOLOGIE

## 1.1 Définitions de l'aléa

L'**aléa** est un concept qui correspond à l'éventualité qu'un phénomène d'intensité qualifiable ou quantifiable, se produise sur un site donné. Dans le domaine du risque minier comme dans celui du risque naturel, l'aléa résulte du croisement de l'intensité d'un phénomène redouté et de l'éventualité de sa survenance (cf. figure 2).

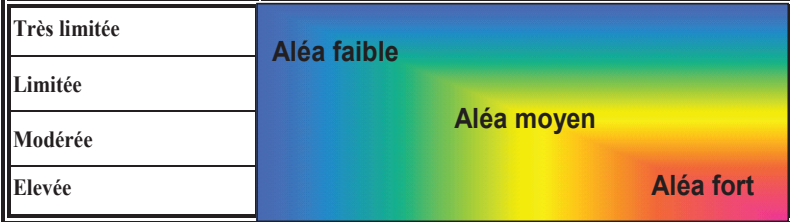
Prédisposition	Très peu sensible	Peu sensible	Sensible	Très sensible
Intensité				
Très limitée				
Limitée				
Modérée				
Elevée				

Figure 2 : Grille de croisement intensité /Prédisposition (d'après [1])

L'aléa est hiérarchisé. On utilise les termes « **aléa fort** », « **aléa moyen** » et « **aléa faible** ». Cette hiérarchisation peut signifier :

- que les zones concernées par l' « aléa fort » sont davantage prédisposées à l'apparition de dégradations en surface que les zones d'« aléa moyen » ou d'« aléa faible » ;  
et/ou,
- que les phénomènes susceptibles de se produire dans les zones d' « aléa fort » sont d'un niveau plus élevé que dans les zones d' « aléa moyen » ou d' « aléa faible ».

## 1.2 Incertitudes cartographiques

La première étape de l'étude d'aléa, appelée « phase informative » consiste entre autre, à positionner sur fond cartographique, les anciens travaux et autres éléments utiles (ouvrages débouchant au jour, indices de désordres, dépôts de surface) dans leur environnement.

Le positionnement des travaux miniers, des ouvrages et désordres qui n'ont pas été retrouvés sur le terrain est affecté d'une incertitude globale pouvant être décomposée de la manière suivante :

- Incertitude de localisation de l'ouvrage minier : elle dépend des éléments ayant mené à son positionnement. Si les ouvrages relevés sur le terrain au DGPS se voient attribuer une très faible incertitude (de quelques décimètres à quelques mètres), ceux dont la position est tirée d'anciens plans portant peu de points de repère se voient attribuer l'incertitude de ces plans.

- Incertitude liée à la reproduction du plan : par exemple, photographier un plan provoquera une incertitude plus grande que de le scanner.
- Incertitude liée à l'opération de géoréférencement du plan : elle dépend principalement de l'incertitude des points de repère utilisés pour son calage.
- Incertitude liée au choix du support cartographique : le support cartographique, la BD Ortho<sup>®</sup> de l'IGN dans le cas présent, de par sa précision est lui-même facteur d'une erreur de positionnement indépendante des ouvrages miniers. Elle est estimée à 3 m pour la BD Ortho<sup>®</sup> de l'IGN.

Ces incertitudes n'apparaissent pas en cartographie de phase informative, mais sont incluses dans les **marges** prises en compte pour la cartographie des aléas. En effet, la cartographie de l'aléa lié à un élément minier intègre l'extension du phénomène ainsi que l'incertitude globale décomposée ci-dessus.

### 1.3 Méthodologie mise en œuvre

Les différentes investigations ont été réalisées dans le cadre méthodologique retenu pour les études des anciens sites miniers, conformément aux textes réglementaires. Le déroulement de l'étude des aléas s'appuie donc sur la démarche établie dans le guide méthodologique d'élaboration des plans de prévention des risques miniers (cf. [4]). Il est rappelé que la réalisation d'une étude des aléas comprend deux phases successives, qui se traduisent chacune par un ou plusieurs documents cartographiques :

- **Une phase informative**, présente la synthèse des données minières, le repositionnement des travaux dans leur environnement et les éléments utiles et nécessaires à l'évaluation des aléas résiduels (géologie, hydrogéologie, indices de désordres...), l'ensemble s'appuyant sur une enquête de terrain. Le produit de cette phase est une **carte informative**, positionnant les différents éléments sur la BD Ortho<sup>®</sup> de l'IGN.
- **Une phase d'évaluation et de cartographie de l'aléa**. Sur la base des données acquises lors de la phase informative, les différents phénomènes potentiellement envisageables, compte tenu de la nature des travaux, sont étudiés et évalués à la lumière des paramètres spécifiques au site. Enfin, l'enveloppe des zones affectées par les différents aléas est reportée sur fond cartographique.

## **PHASE INFORMATIF**





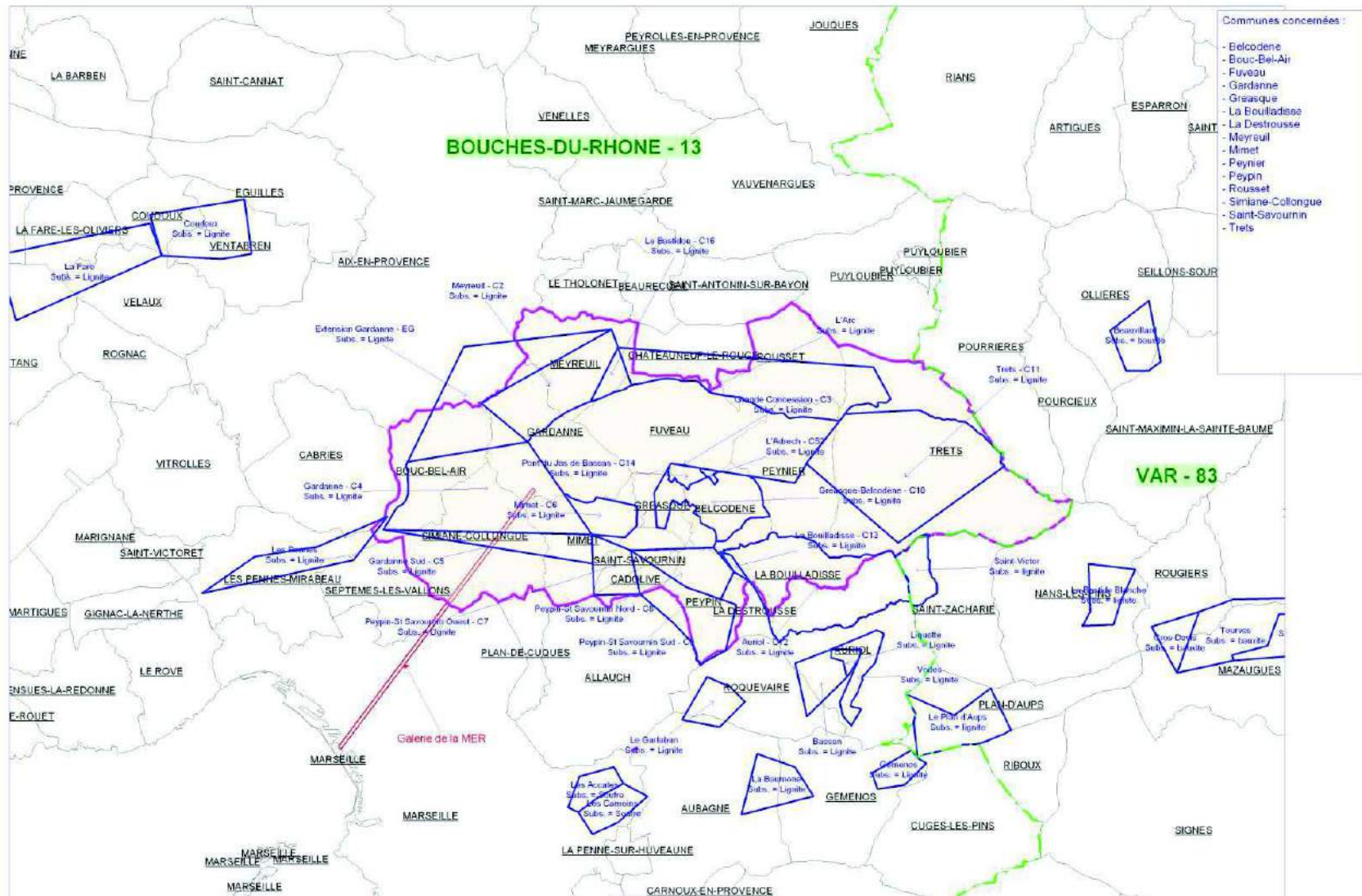
## 2 CONTEXTE ET PERIMETRE DE L'ETUDE

Le bassin de lignite de Provence a été l'objet dès le milieu du XV<sup>ème</sup> siècle d'autorisations de recherche pour la « pierre à charbon ». Après plusieurs siècles d'exploitation plus ou moins intensive, la fermeture de Charbonnages de France, devenus titulaires de 16 titres couvrant l'essentiel du bassin, sera prononcée en 2003. C'est le contour de ces 16 titres qui a guidé le périmètre de l'étude des aléas (cf. figure 3).

Les communes concernées par les titres miniers, au nombre de 17, sont ainsi les suivantes :

- Allauch
- Belcodène,
- Bouc-Bel-Air,
- Cadolive,
- Fuveau,
- Gardanne,
- Gréasque,
- La Bouilladisse,
- La Destrousse,
- Meyreuil,
- Mimet,
- Peynier,
- Peypin,
- Rousset,
- Simiane-Collongue,
- Saint-Savournin,
- Trets.

Pour ces communes, tous les travaux miniers ont été étudiés. A signaler que la galerie de la mer, qui rejoint le port de Marseille traverse par ailleurs les communes de Septème-les-Vallons et Marseille.



**Figure 3 : Périmètre de l'étude détaillée des alés**

### 3 TRAVAUX REALISES ET DEMARCHE ADOPTEE

Dans le cadre de l'étude préliminaire des aléas menée entre 2006 et 2009, les données cartographiques de base, conformément au guide méthodologique pour l'élaboration des Plans de Prévention des Risques Miniers (cf. [3]), étaient essentiellement issues des planches des dossiers d'arrêt de travaux ou de renonciation déposés par les Charbonnages de France (CdF).

En particulier, le contour et les cotes des panneaux appelés « champs homogènes » d'exploitation (définis par CdF à partir des plans généraux cf. tableau 1 et figure 4), les données de localisation des ouvrages débouchant au jour et des dépôts de surface, galeries d'écoulements principales, les axes des galeries de niveau et travers bancs ont été convertis directement depuis les fichiers AUTOCAD issus des dossiers CdF.

Champs d'exploitation	Communes concernées	Période d'exploitation	Profondeur des travaux (GM)	Schéma d'exploitation type (Grande Mine)	Taux de défruits moyen (GM)	Petites mines exploitées
Bordure des affleurements		Du XVII <sup>ème</sup> siècle au milieu du XIX <sup>ème</sup>	0 à 80 m	Ciel ouvert (fosses) galeries filantes chambres et piliers anarchiques	inconnu	Mine de Gréasque 2 Pans Mine de l'Eau Gros Rocher 4 Pans Mauvaise Mine
Rocher Bleu	Gréasque, fuveau, Saint-Savournin, Belcodène	1860 à 1886	100 à 250 m	chambres et piliers irréguliers	75 à 85%	Gros Rocher 4 Pans
Valdonne	Allauch, Peypin, cadolive, Saint Savournin, Mimet	1860 à 1959	50 à 800 m	chambres et piliers irréguliers	75 à 80%	Gros Rocher 4 Pans Mauvaise Mine
Castellane-Léonie	Saint-Savournin, Gréasque, Peypin	1845 à 1920	120 à 500 m	chambres et piliers irréguliers	75 à 80%	Gros Rocher 4 Pans
Gréasque	Gréasque, Saint Savournin, Belcodène, Fuveau	1920 à 1976	200 à 700 m	chambres et piliers assez réguliers puis réguliers	75%	-
Lambeau Charrié de Gardanne	Simiane, Gardanne, Mimet	1860 à 1969	100 à 700 m	chambres et piliers puis grandes chambres montantes remblayées	50 à 60%	Gros Rocher 4 Pans Mauvaise Mine
Longues tailles en Grande Mine en place	Bouc bel air, Gardanne, Simiane, Meyreuil, Fuveau	1930 à 2003	400 à 1300	Longues tailles foudroyées	Exploitation totale	-
Trets	Trets	1787 à 1935	0 à 480 m	Chambres et piliers Courtes tailles remblayées	inconnu	Mine de Gréasque Gros Rocher 4 Pans
Baume de Marron, La Bouilladisse, Pinchinier	La Bouilladisse, Peypin	1743 à 1811	0 à 140 m	Galeries filantes Chambres et piliers Petites tailles rectangulaires remblayées	Estimé de 70% à 80%	Mine de Gréasque 2 Pans Gros Rocher 4 Pans Mauvaise Mine

**Tableau 1 : Caractéristiques des « champs homogènes » (source CdF)**

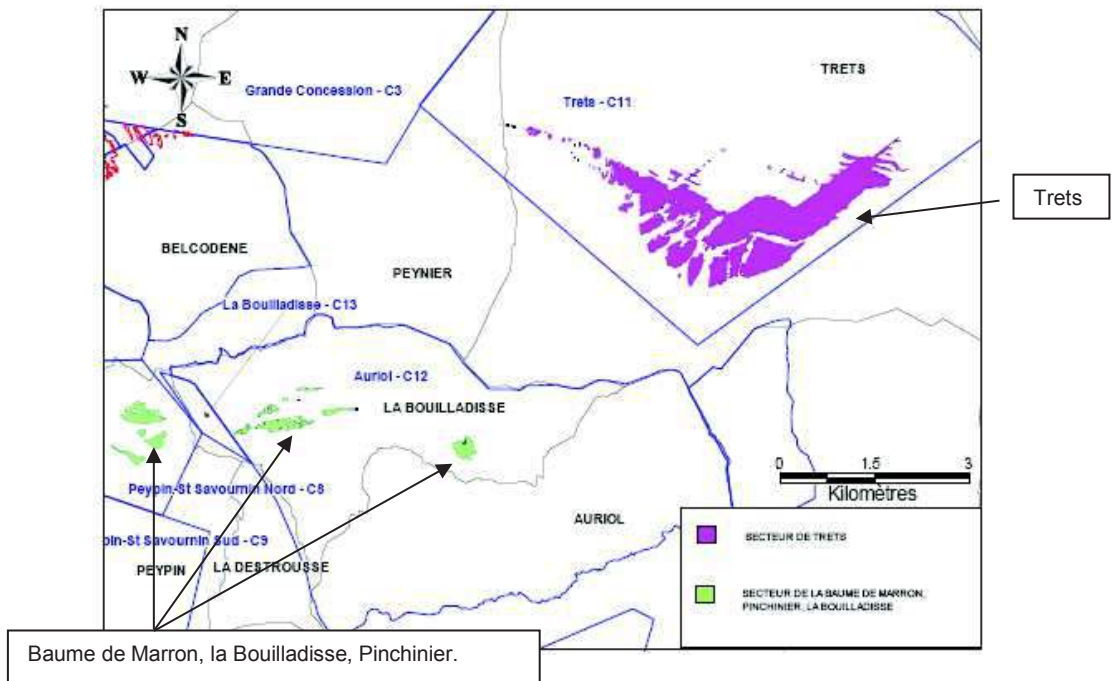
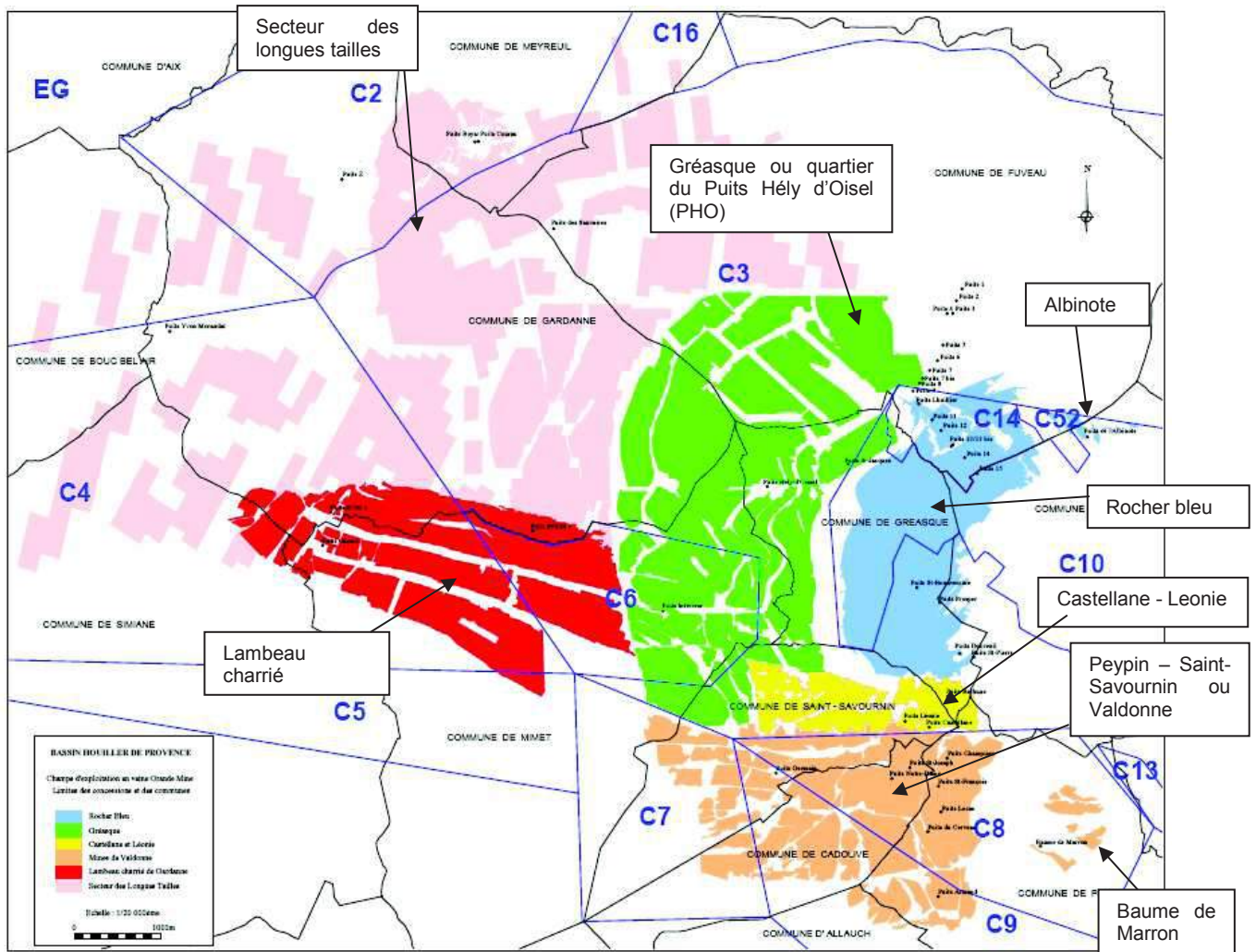


Figure 4 : Localisation des « champs homogènes » en couche Grande Mine (source CdF)

Pour affiner l'évaluation de l'aléa et la cartographie, la première étape a consisté en :

- la recherche et la collecte d'archives d'exploitation ;
- la numérisation et le géoréférencement des plans miniers sources.

Pour ce faire, un complément d'information a été réalisé auprès des Archives Départementales des Bouches du Rhône puis auprès du Département de Prévention et de Sécurité Minière Sud du BRGM qui possède le fond d'archives de CdF.

Remarque : Pour les plans des travaux souterrains, les Archives Nationales consultées étaient principalement constituées de procès-verbaux de visite et de plans de bornage des concessions. Ces données peu développées n'ont pas servies pour cette étude.

Ce complément d'information a principalement intégré une recherche des vieux plans des travaux de lignite et d'éventuels comptes rendus (procès-verbaux de visite, rapports...) dans le but de juger des schémas d'exploitation pratiqués au droit des secteurs soumis aux aléas. L'examen des plans sources est effectué par le traçage de zones homogènes (découpage en panneaux exploités, cf. § 5.1.6) défini par couches et selon des critères géométriques d'exploitation (formes, dimensions et méthode d'exploitation semblables). Lorsque les plans sources ne sont pas disponibles, les schémas d'exploitation des panneaux observés sur les plans généraux sont assimilés à ceux de zones proches. Plus de 1400 zones homogènes ont ainsi été définies sur l'ensemble du bassin.

Cette recherche a également concerné les plans de carrières souterraines de Pierres à Ciment dont une grande partie se situe au droit des exploitations de lignite. Aujourd'hui, des PPRN sont en cours prescrits ou approuvés sur plusieurs communes. Lorsque les données cartographiques ne sont pas encore disponibles, les plans des carrières souterraines recensés ont été géoréférencés. En l'absence de plan, des emprises globales ont été cartographiées selon les mêmes méthodes que celles employées dans le cadre des PPRN.

Outre les archives relatives à la configuration des travaux souterrains, cette phase informative a porté sur la production d'un Modèle Numérique de Terrains utilisé pour cartographier l'épaisseur réelle du recouvrement.

L'ensemble est formalisé sous un Système d'Information Géographique (SIG) élaboré sous le logiciel MapInfo®.

Des visites de sites ont été par ailleurs effectuées afin de réaliser un état des lieux non exhaustif des travaux de mise en sécurité, de visualiser les dépôts de surface, de lever d'éventuels désordres, etc.... En particulier, des levés de position de galeries techniques ou de têtes descenderies ont été réalisés, à la demande de la DREAL Provence-Alpes-Côte d'Azur, sur les communes de Fuveau et de Saint-Savournin dans le cadre d'une étude de risque et d'un projet d'implantation de lotissement (cf. [14] et [15]). Une vérification systématique des données attributaires de l'ensemble des ouvrages débouchant au jour a été menée par rapport aux informations issues des DADT.

Remarque : A cette occasion, les ouvrages figurant dans les DADT mais non cartographiés dans les fichiers AUTOCAD issus des dossiers CdF ont été ajoutés.



## 4 GEOLOGIE REGIONALE

### 4.1 Géologie

Le gisement exploité se présente sous forme d'un faisceau de 7 couches inséré dans les calcaires du Fuvélien, déposés en milieu fluviocontinental lacustre au crétacé supérieur.

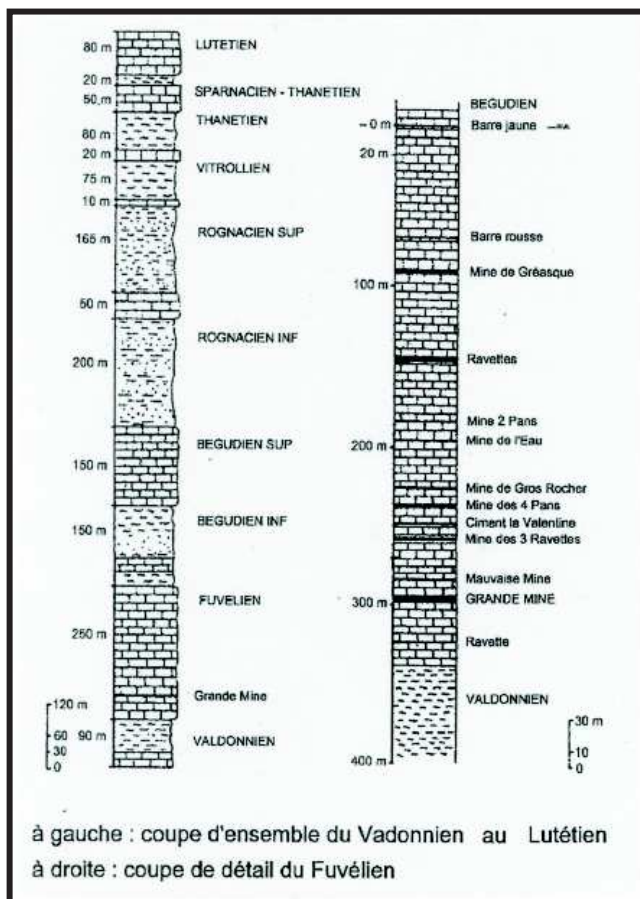


Figure 5 : Coupes stratigraphiques du bassin de l'Arc (cf. [9])

Le lignite se présente soit sous forme de filets de quelques millimètres d'épaisseur, généralement sans continuité, soit sous formes de veinules de quelques centimètres d'épaisseur appelées « ravettes », soit et surtout sous forme de sept couches exploitables appelées « mines ». Parmi ces couches, sept ont pu être exploitées, dont trois de façon très locale (« Mine de Fuveau » ou « Mine de Gréasque », « Mine des Deux Pans » et « Mine de l'eau »).

Ces différentes couches s'échelonnent, du toit vers le mur de la formation fuvélienne, de la manière suivante (cf. tableau 2) :

Nom de la couche	Espace entre les couches	Epaisseur moyenne <sup>2</sup>
« Mine de Fuveau » ou « Mine de Gréasque »	140 à 200 m au-dessus de Grande Mine (70 à 90 m sous la barre jaune marquant la limite entre le Fuvélien et le Bégudien)	0,90 m
« Mine des Deux Pans »	70 à 120 m au-dessus de Grande Mine (10 à 15 m au-dessus de Mine de l'eau )	0,40 m
« Mine de l'eau »	65 à 100 m au-dessus de Grande Mine (15 à 30 m au-dessus de Gros Rocher)	0,65 m
« Mine du Gros Rocher »	50 à 70 m au-dessus de Grande Mine (8 à 10 m au-dessus de 4 Pans)	0,80 m à 1,15 m dont 0,40 m de calcaire
« Mine des Quatre Pans	40 à 60 m au-dessus de Grande Mine	0,80 m à 1,55 m
« Mauvaise Mine »	7 à 10 m au-dessus de Grande Mine	0,80 m à 1,30 m
« Grande Mine »	Prise comme référence	1,80 m à 3,50 m (gisement en place) et 4,20 m à 5,30 m (dans Lambeau Charrié)

**Tableau 2 : Caractéristiques des différentes couches de lignite**

La couche grande mine est la plus épaisse à avoir été exploitée ; le charbon est un « flambant sec » riche en matières volatiles.

Remarque : Des exploitations souterraines de pierre à ciment (sous le régime des carrières) ont porté sur la couche « ciment la Valentine » et son mur, située entre la couche Grande Mine et 4 Pans, avec création de vides de 2,5 à 4 m de puissance, ce depuis l'affleurement jusqu'à environ 100 m de profondeur au maximum. Les aléas liés à cette exploitation ne sont pas abordés dans le cadre de la présente étude mais leur influence sur ceux liés aux exploitations minières a été évaluée et prise en compte le cas échéant. Ces exploitations sont matérialisées sur les cartes informatives.

En terme structural, le bassin se présente comme un synclinal dissymétrique avec des bordures perturbant la simplicité d'ensemble : chevauchement du Massif de l'Etoile au Sud de Gardanne (lambeau charrié) ; au Nord chevauchement de la Montagne Sainte Victoire.

<sup>2</sup> La puissance des couches est très variable d'une extrémité à l'autre du bassin. Les épaisseurs indiquées dans le tableau ne fournissent donc qu'une valeur indicative.



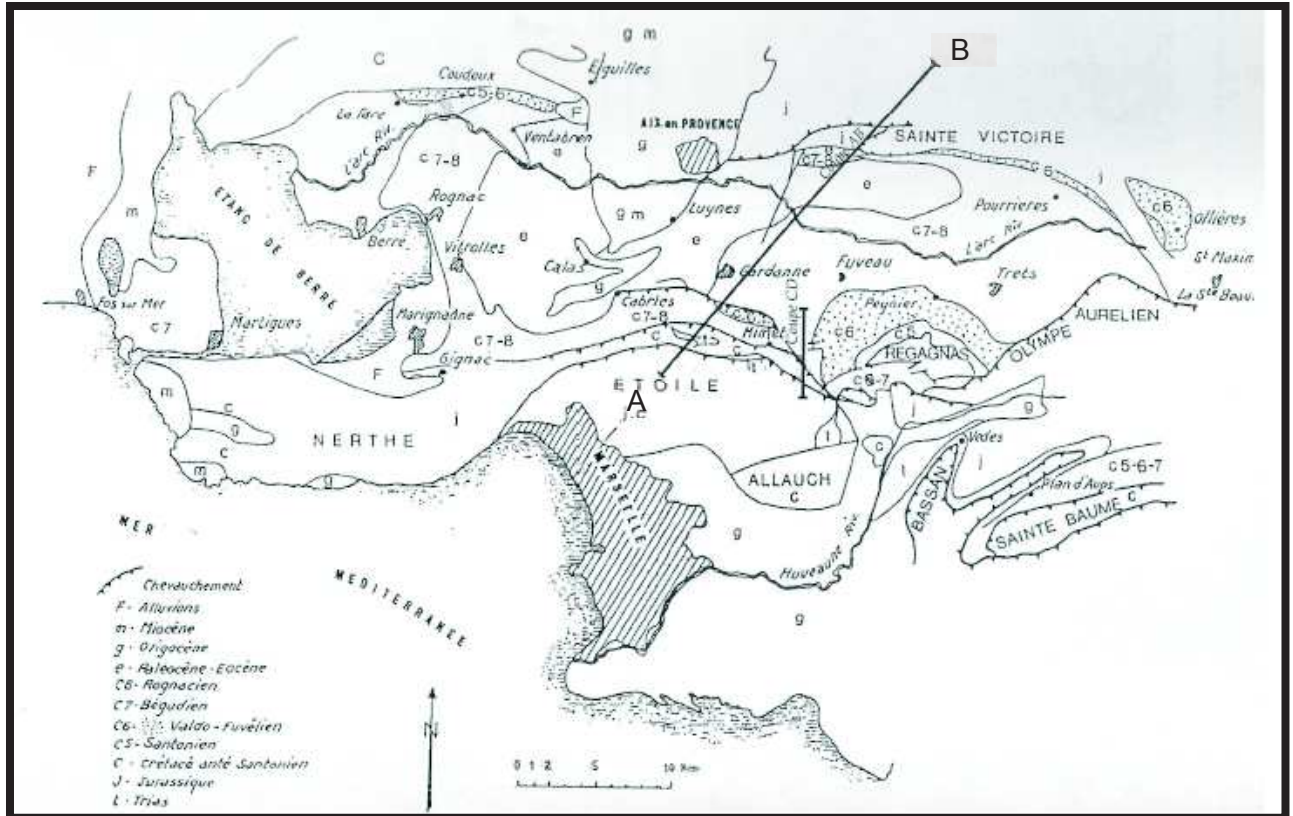


Figure 6 : Carte géologique du bassin (cf. [7])

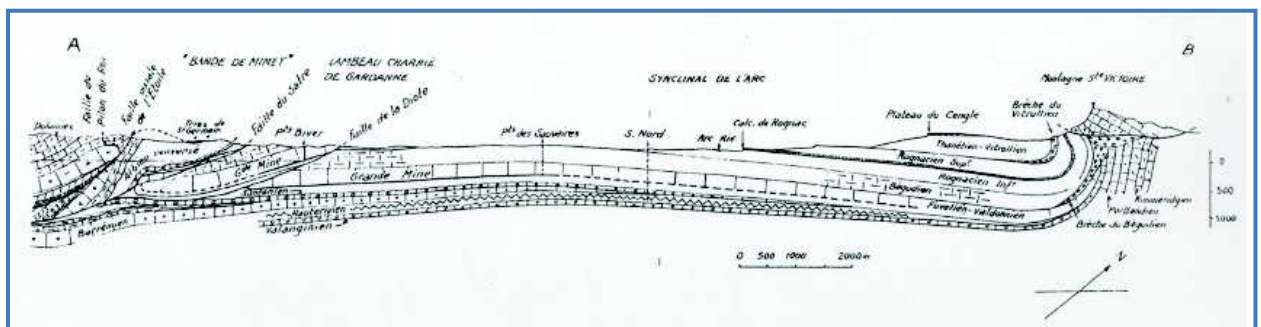


Figure 7 : Coupe géologique sud-ouest – nord-est entre la faille de l'Etoile et la Montagne Sainte-Victoire (cf. [9])

## 4.2 Hydrogéologie

L'hydrogéologie du bassin se caractérise en surface par la présence du bassin versant de l'Arc, alimenté par une trentaine d'affluents dont la Luynes, dans le bassin versant de laquelle se trouve l'essentiel des travaux miniers (cf. figure 8).

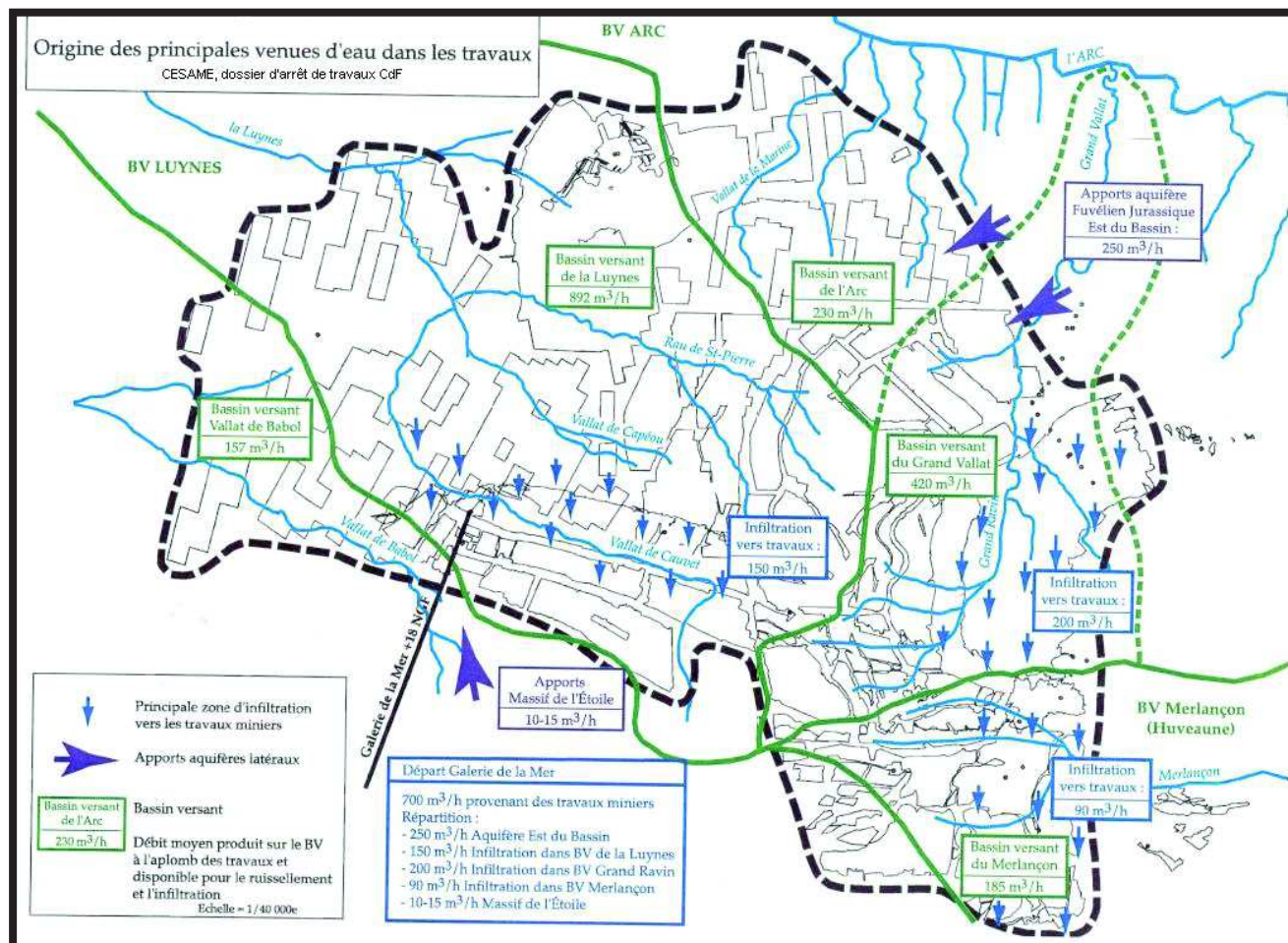
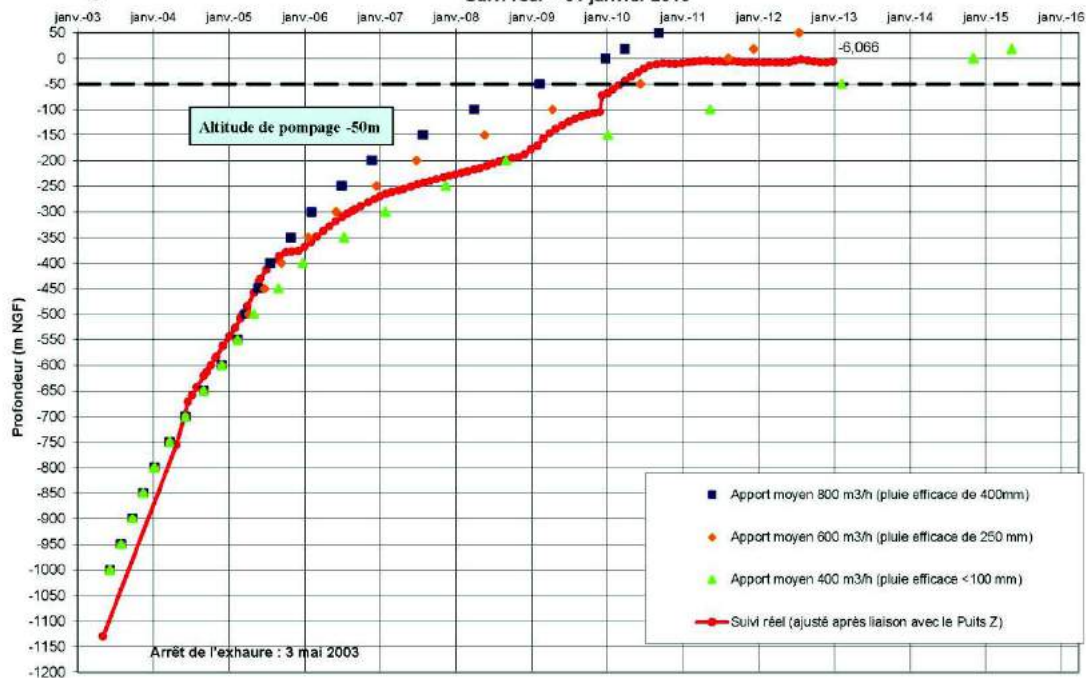


Figure 8 : Origine des principales venues d'eau dans les travaux (source DADT, cf. [8])

L'exploitation a entraîné la création de réservoirs aquifères constitués par les vides miniers, alimentés en partie par l'impluvium sur les affleurements du Fuvélien, par des infiltrations en provenance du massif de l'Étoile et par des circulations dans les calcaires karstiques.

Pendant l'exploitation, la mine était maintenue hors d'eau par des pompages pour les travaux profonds, par des galeries d'écoulement gravitaire pour les petits quartiers isolés ou les amonts pendages. Six galeries présentent ainsi un écoulement significatif aujourd'hui.

La Galerie de la Mer, creusée entre le puits Biver et le port de Marseille, longue de 14,6 km avait été réalisée pour régler des problèmes récurrents de drainage des travaux. C'est elle qui, à terme, devra assurer le rôle de drainage du réservoir minier principal dont le remplissage suite à l'arrêt de l'exhaure est en cours (voir figure suivante). Le suivi de la remontée est effectué par le DPSM au moyen de deux sondes dans les puits Z et Y. Le volume de ce réservoir, le seul dont la situation hydrogéologique n'est à ce jour pas stabilisée, a été estimé à 40 millions de m<sup>3</sup> (pour une stabilisation à terme à + 18 m NGF).



**Figure 9 : Suivi de la remontée des eaux depuis l'arrêt de l'exhaure (d'après rapport suivi BRGM/DPSM pour la DREAL Provence-Alpes-Côte d'Azur).**

Depuis aout 2010, un pompage a été enclenché au puits Gérard ayant pour objectif de maintenir le niveau d'eau dans le réservoir et de l'injecter par conduite en PEHD jusqu'au large du Vieux Port de Marseille. Cette injection permet d'éviter les effets visuels et le colmatage du fond du port en sortie de galerie redouté eu égard à l'oxydation du fer dont la teneur peut temporairement être élevée. Lorsque les teneurs seront jugées compatibles avec un rejet direct au port, le pompage sera réduit puis stoppé jusqu'au débordement gravitaire à la cote + 18 m NGF.



## 5 HISTORIQUE DE L'EXPLOITATION

Le bassin de lignite de Provence a fait l'objet dès le milieu du XV<sup>ème</sup> siècle d'autorisations de recherche pour la « pierre à charbon ». Cependant, ce n'est que dans de la seconde moitié du XVI<sup>ème</sup> siècle que les archives signalent les premières recherches et découvertes de charbon dans la région de Gardanne, de Peypin, de Fuveau et de Valdonne. Il y est également fait mention d'actes de cession de mines concernant les communes de Peypin et de Saint-Savournin. L'exploitation effective semble remonter aux alentours de 1600, mais resta artisanale jusqu'au début du XIX<sup>ème</sup> siècle. C'est à partir de la mise en place d'une véritable législation minière en 1810 que plusieurs concessions furent créées (jusqu'à 24 concessions pour 31 887 ha) dont l'histoire des fusions et des changements de titulaires durera jusqu'à la nationalisation au profit des Charbonnages de France en 1946.

Au total, on recense aujourd'hui 954 ouvrages débouchant au jour<sup>3</sup> (puits, galeries et descenderies), pour une exploitation menée jusqu'à plus de 1000 m de profondeur (profondeur du puits Yvon Morandat 1 100 m). Depuis 1946, la production a été de 76 millions de tonnes environ et correspond à un peu plus de la moitié de la production totale du bassin (environ 130 millions de tonnes nettes).

Dans le cadre de l'arrêt de l'exploitation, les concessions du bassin (cf. tableau 3) qui ont été reprises ou attribuées aux Charbonnages de France ont fait l'objet de procédures d'arrêt de travaux jusqu'en 2003.

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

**Tableau 3 : Principales caractéristiques des concessions qui ont été reprises ou attribuées aux Charbonnages de France**

### 5.1.1 Description des travaux miniers

Comme pour tous les bassins à longue histoire minière, les méthodes d'exploitation ont varié dans le temps, mais le bassin de Provence apparaît comme un des plus riches à ce niveau, de nombreuses méthodes ayant été appliquées pour optimiser l'extraction.

<sup>3</sup> Ce recensement est probablement incomplet dans la mesure où de nombreuses attaques sur les affleurements très anciennes n'ont jamais été cartographiées et ne sont plus visibles à ce jour

L'exploitation au début du XVII<sup>ème</sup> siècle était encore très artisanale, avec exploitation à ciel ouvert par fosses des couches proches de la surface. Par la suite, l'exploitation a été menée par galeries en couches et travers-bancs mais de manière assez anarchique et à des profondeurs restreintes (40 m au maximum au XVIII<sup>ème</sup> siècle). On recensait déjà ainsi 267 galeries abandonnées en 1805. Au milieu du XVIII<sup>ème</sup> siècle, les travaux miniers souterrains étaient encore conduits, de façon plutôt désordonnée, au-delà des affleurements à partir de plans inclinés. Les galeries au charbon s'enfonçaient jusqu'aux limites du tréfonds en rayonnant. Les profondeurs atteintes ne dépassaient guère 40 m pour l'ensemble des couches exploitées (d'après les informations retrouvées sur l'exploitation des Mines de Fuveau et de Gréasque). Les principaux quartiers exploités à cette époque étaient ceux de la Pomme, Champisse, la Dubreuil, la Poire, l'Albinote (Valdonne et Rocher Bleu), les Grandes Gorgues, les Trendas, Barberousse, l'Enfant d'Or (entre le Rocher Bleu et Peynier) et de Trets.

Dès la fin du XVIII<sup>ème</sup> siècle, l'exploitation se limita aux quatre couches les plus puissantes mais aussi les plus profondes Gros Rocher (GR), 4 Pans (4P), Mauvaise Mine (MM) et Grande Mine (GM).

A partir de la création des concessions en 1810 et jusqu'en 1850, l'exploitation du gisement était principalement réalisée dans la zone des affleurements, par la seule méthode des chambres et piliers.

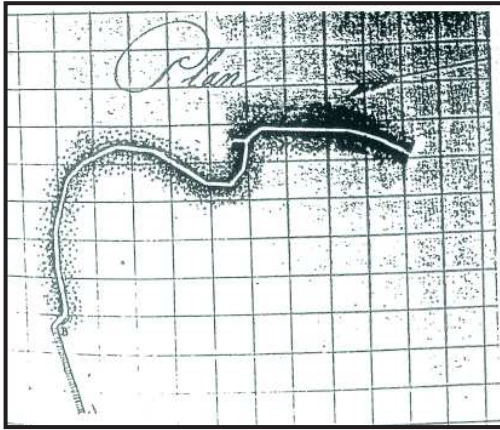
L'approfondissement progressif des chantiers engendra une modification et une amélioration progressive des techniques et du schéma d'exploitation. Malgré un découpage des travaux encore aléatoire résultant d'un abattage sélectif et purement manuel, on donnait aux galeries une largeur de 8 à 12 m en laissant des piliers carrés de 8 à 12 m de côté.

La très remarquable solidité du toit permettait de se passer presque complètement du boisage. C'est pourquoi presque toutes ces exploitations induisaient l'abandon de piliers plus ou moins grands et nombreux et un remblayage très incomplet, sauf dans les « petites mines » (veines minces) où le dépilage effectué par tailles montantes (méthode dite en « arêtes de poisson » ou « doigts de gant ») était intégral et le remblayage à peu près total.

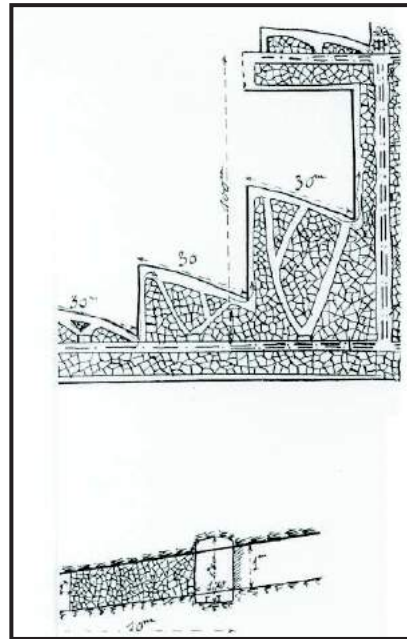
Le début du XX<sup>ème</sup> siècle fut marqué par des progrès sensibles dans les méthodes d'exploitation. On peut citer ainsi le remblayage hydraulique dans les travaux du Lambeau de Gardanne, la méthode des longues tailles foudroyées avec étançons en Grande Mine et le développement, vers 1930, de la méthode des tailles montantes remblayées pour l'exploitation des « petites mines » à la place de l'ancienne méthode en « arêtes de poisson ».

### **5.1.2 Exploitations artisanales anciennes**

A proximité des affleurements et jusqu'à 50 m de profondeur (très rarement 100 m) diverses méthodes ont été utilisées mais leur localisation est mal connue. On y trouve des galeries filantes (cf. figure 10), des dépilages en sapin (arêtes de poisson, cf. figure 11) ou par élargissement. Ces méthodes ont été de mise en œuvre jusque vers 1850. On peut considérer que les couches entre l'affleurement et les travaux modernes ont pu être exploitées ainsi. Une partie des travaux peut être éboulée, mais il peut rester une partie non négligeable des vides créés.



**Figure 10 : Galerie filante avec exploitation au pic - Source CdF**



**Figure 11 : Schéma d'exploitation en arêtes de poisson - Source CdF**

### 5.1.3 Exploitation par chambres et piliers abandonnés

Cette méthode fait partie des méthodes d'exploitations sites partielles. Elle consiste à extraire le charbon en laissant des piliers en place pour assurer le soutènement du toit et des chambres vides (cf. figures 12 et 13). Le dimensionnement des piliers a considérablement varié dans l'histoire de l'exploitation, mais le taux de défrètement (rapport entre la surface déhouillée et la surface totale du panneau exploité) varie entre 50 % et 90 %, avec une moyenne à 75 %. L'évolution de la technique a consisté à élargir les galeries pour faciliter le passage des engins. On est ainsi passé de galeries de 4 m vers 1800 à 10 ou 11 m dans les années 1950.

Globalement il y avait peu de soutènement (toit raide). Parfois, les piliers pouvaient être repris pour augmenter la production, voire remplacés par des « rangles » (piliers artificiels).

La plus grande partie des zones exploitées par cette méthode l'ont été en couche Grande Mine. Cette méthode a été employée avec de nombreuses variantes plus ou moins mécanisées jusqu'en 1975.

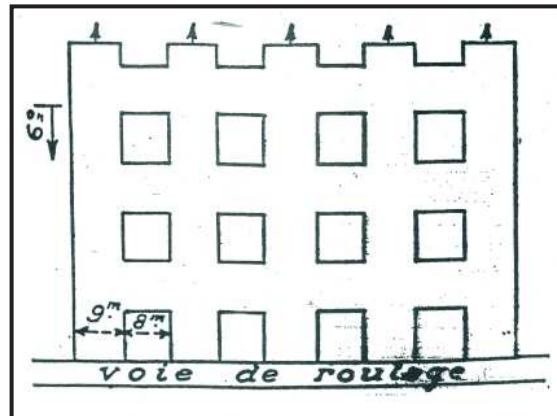


Figure 12 : Vieux travaux en chambres et piliers abandonnés de Valdonne – source CdF

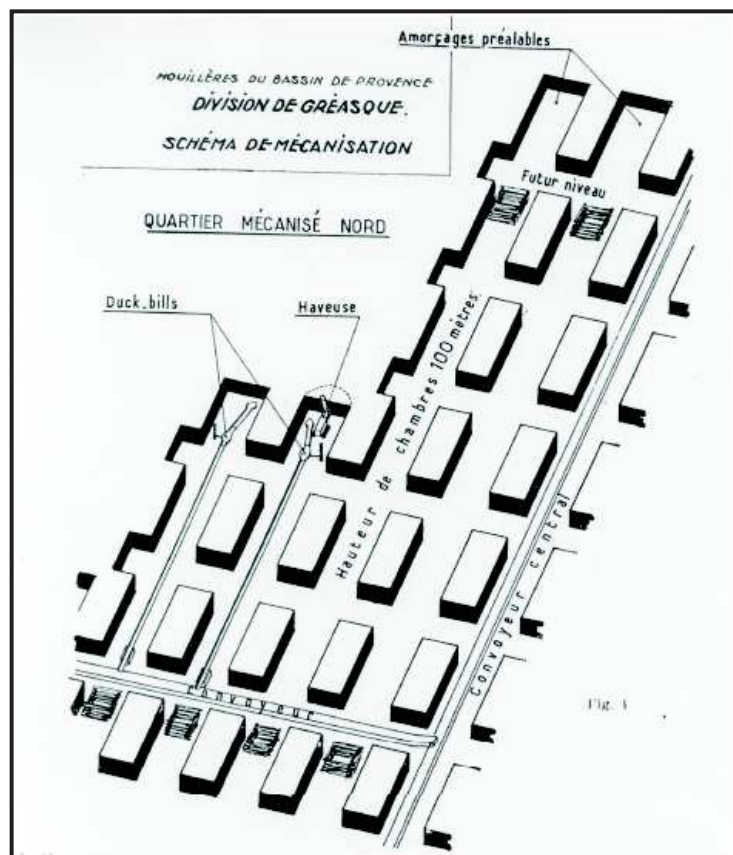


Figure 13 : Exemple de chambres et piliers abandonnés mécanisés – source CdF

Avec un charbon de résistance à la compression estimée entre 5 et 10 MPa, la stabilité des chantiers n'est assurée par les piliers (modèle aire tributaire) que jusqu'à une profondeur comprise entre 50 et 100 m (cf. [1] et [2]). Au-delà la stabilité repose sur l'équilibre entre les piliers en post-rupture (ou plastifié) et le toit épais et résistant formé des bancs massifs des calcaires du Fuvélien qui reportent une partie de la charge de recouvrement sur les bords fermes du panneau exploité.



Cette situation a été reconnue pour des chantiers situés entre 100 et 250 m à 300 m de profondeur où des ouvertures proches de l'ouverture initiale ont été observées (cf. [2]). Des chantiers plus profonds que 300 m ont présentés au contraire une convergence de l'ordre de 1 m entre le toit et le mur (piliers ruinés affaissables, cf. figure 14) avec une pliure du toit massif en bordure du panneau. Cette déformation des travaux miniers en cours d'exploitation s'est propagée partiellement au jour. Ce cas est appelé chambres et piliers ruinés. Il présente toujours des vides résiduels dont l'évolution, encore possible, pour atteindre le niveau d'affaissement leur correspondant, sera analysée.



*Figure 14 : Pilier de charbon ruiné au sein d'un ancien quartier profond (cf. [2])*

#### **5.1.4 Exploitations par tailles remblayées**

Ce type d'exploitation permet de récupérer la quasi-totalité du charbon. Dans le cas du Bassin de Provence, il induit la persistance d'une partie des vides après délaissement des chantiers, soit à cause d'un remblai ancien partiel ou du fait du non foudroyage du toit consécutif à la présence d'épis de remblais ou de rangles. Ce type d'exploitations était utilisé à plus grande profondeur que celles des chambres et piliers abandonnés.

Pour la méthode des courtes tailles (cette méthode est assimilée à celle des tailles montantes remblayées lorsque le pendage des couches augmente), le charbon a été extrait systématiquement sur un front de quelque dizaine de mètres (cf. figure 15). Le tri au fond permet de constituer des murs de pierres sèches (rangles) qui suivaient le chantier perpendiculairement ou parallèlement au front. Il est possible dans ces zones de rencontrer des vides résiduels car le remblai n'est pas total.

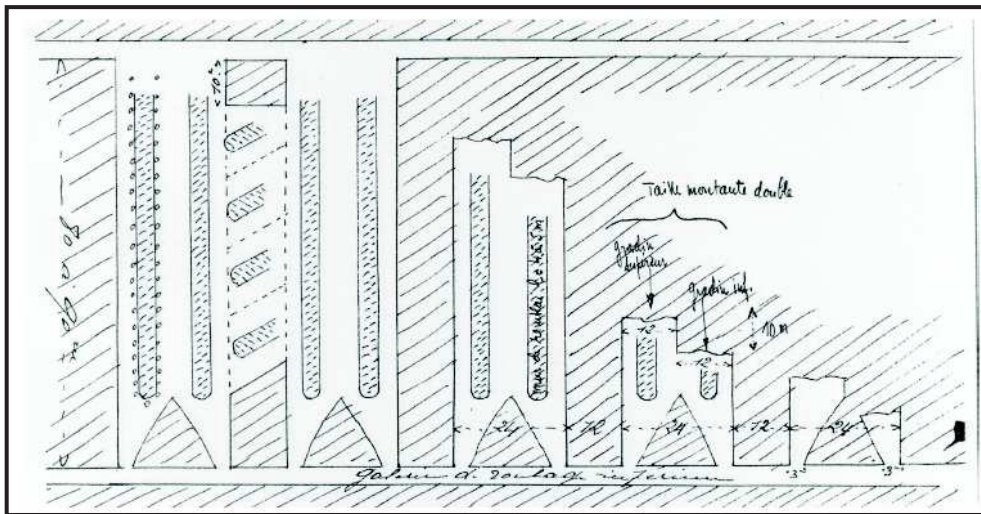


Figure 15 : Exemple de courtes tailles remblayées – source CdF

Dans la mine du Lambeau Charrié où l'ouverture atteignait 4,5 m, la précédente méthode a été utilisée entre 100 et 300 m de profondeur. Au-delà elle a évolué vers celle des chambres américaines à remblayage hydraulique (cf. figure 16). Sur le même principe, un dépilage de chambres au pendage de 8 m de largeur espacées de 7 m était réalisé sur l'ensemble d'une relevée de 100 m. Ces chambres étaient ensuite remblayées hydrauliquement. Finalement, après un long tassement des remblais (6 à 8 mois), les piliers de 7 m restants étaient repris.

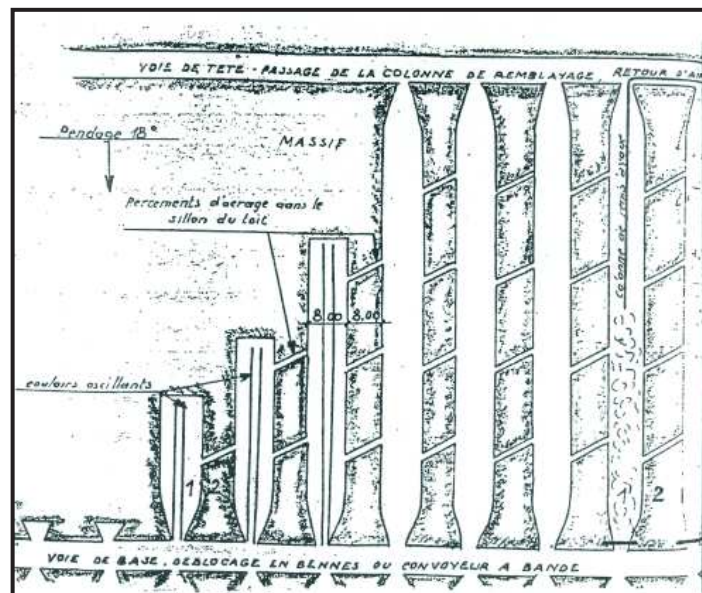


Figure 16 : Chambres américaines en Grande Mine (lambeau charrié) – source CdF

Dans ces méthodes, le soutien du toit ne peut être effectif que par la descente de celui-ci (et donc sa rupture) qui s'appuie sur les murs en pierres sèches ou le remblayage hydraulique. Faute de données, il est estimé que la convergence au fond est du même ordre pour ces tailles remblayées que pour les piliers affaissables.

### 5.1.5 Exploitation par longues tailles foudroyées

Cette méthode dite « totale » fut essentiellement utilisée en couche Grande Mine dans les quartiers profonds, là où l'exploitation devenait difficile (au-delà de 300 à 400 m de profondeur, cf. figure 17).

Elle consiste à avancer un front de taille sous forme d'une ligne de soutènement de grande longueur (plus de 100 m) parallèlement à elle-même, en provoquant l'effondrement de l'arrière taille. Le foudroyage entraîne dans la foulée un affaissement de surface.

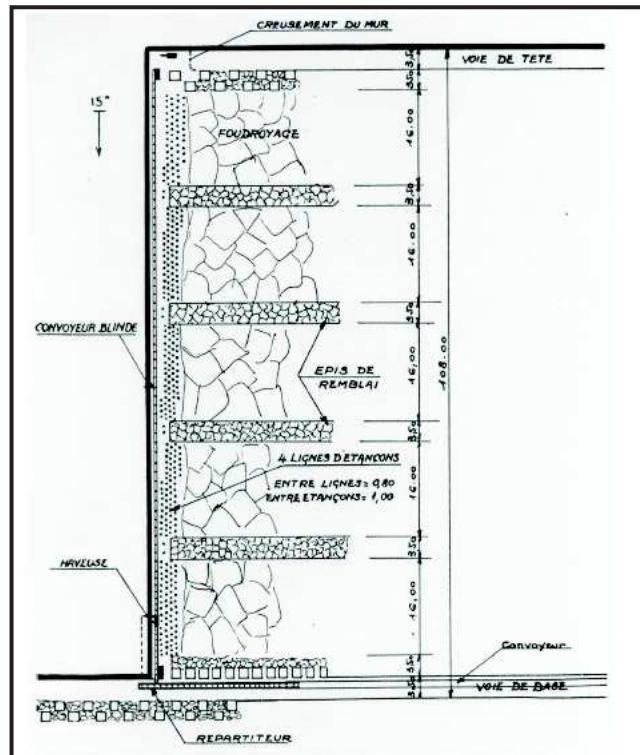


Figure 17 : Schéma d'une exploitation par taille foudroyée – source CdF

Cette méthode est celle qui à long terme a le moins d'impact pour l'utilisation de la surface. Elle a été menée à partir de 1928 à Meyreuil et jusqu'à la fin de l'exploitation.

### 5.1.6 Synthèse

L'apport et l'exploitation des plans sources a permis de préciser la cartographie informative en plus de 1400 « zones homogènes » d'exploitation (cf. § 3). En référence à la figure 4 du paragraphe 3 du présent document, la figure suivante synthétise le résultat, en couche Grande Mine, de cet affinage.

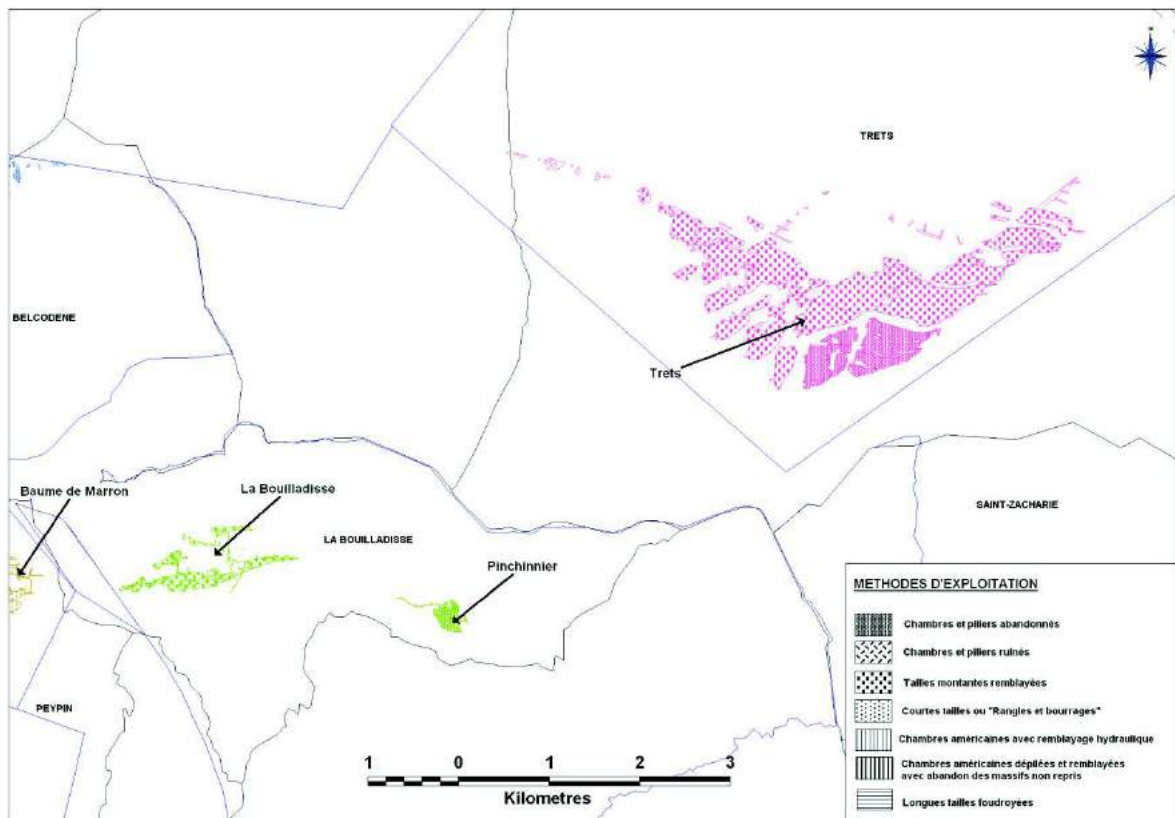
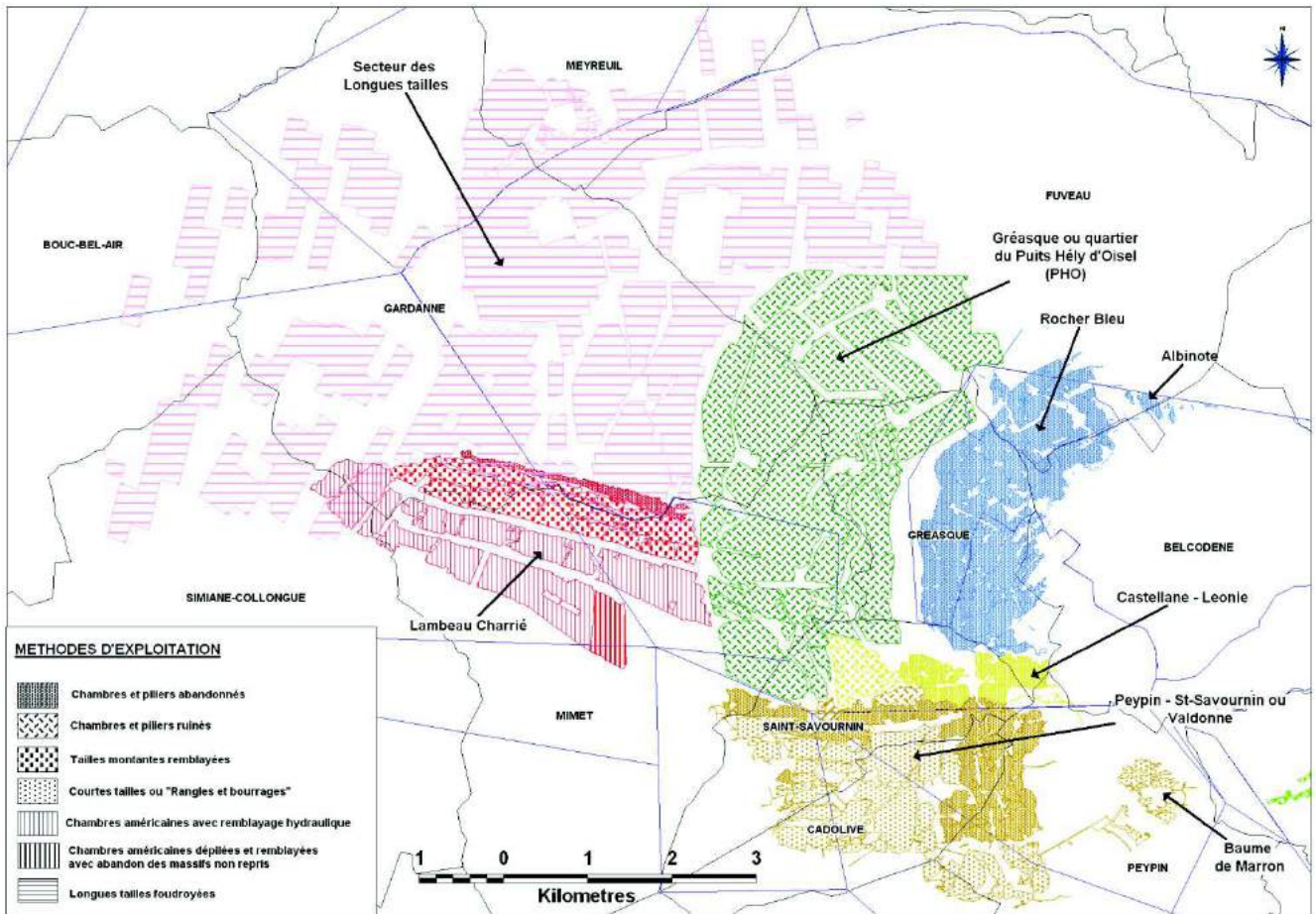


Figure 18 : Détail des méthodes d'exploitation en couche Grande Mine

## 6 ETAT DES CONNAISSANCES ACTUELLES DU BASSIN

### 6.1 Ouvrages débouchant au jour

Au total, il a été recensé 954 ouvrages débouchant au jour (ODJ) sur la Bassin de Provence.

#### 6.1.1 Les entrées de descenderies

L'essentiel des ODJ du Bassin de Provence est constitué par des galeries pentées en couche ou en travers-bancs appelés descenderies et qui étaient dédiées à l'exploitation (cf. figure 19).

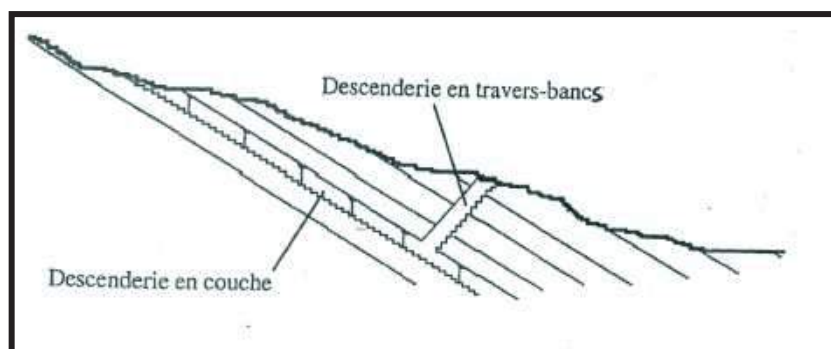


Figure 19 : Schéma de types de descenderies – source CdF

Les descenderies en couche présentaient une pente d'environ 30° environ, les descenderies en travers-bancs pouvaient être plus pentées (38 à 45°) et équipées de marches. Leur gabarit était voisin de 1,6 m de hauteur pour 1,5 m de largeur.

Au total, 820 ODJ de type descenderies ont été recensés par CdF. La moitié est annoncée dans les DADT comme colmatée naturellement ou « vérifiée et traitée suivant la procédure de fermeture des descenderies » sans détail supplémentaire. Pour l'autre moitié, les traitements ont été réalisés soit par remblayage et/ou dalle ou bétonnage de l'entrée.

#### 6.1.2 Les entrées de galeries

Des galeries, toutes dites « techniques », étaient creusées horizontalement ou faiblement pentées dont le rôle était d'assurer l'écoulement des eaux d'exhaure, le roulage, le trainage, le stockage de matériel (amorcière, dynamitière) ou encore « l'enseignement » (mine école). Pour l'essentiel, leur section était de l'ordre de 4 à 6 m<sup>2</sup>, mais certaines galeries d'écoulement présentaient des sections plus réduites de l'ordre d'1 à 1,5 m<sup>2</sup> (exemples des galeries d'écoulement de Fuveau, du Pradel à La Bouilladisse, de la Doria et de Castellane à Peypin, etc.).

Au total, 46 ODJ de type galeries ont été recensés par CdF et annoncées comme traitées de façon diverse suivant les configurations. Dans les meilleures conditions, les galeries de type amorcière, dynamitière ou de trainage ont été totalement remblayées ou embouées.

Le cas de la Galerie de la Mer débouchant dans le Vieux-Port de Marseille est particulier dans la mesure où l'ouvrage est surveillé et a fait l'objet de dossiers spécifiques. L'aléa a toutefois été évalué à son aplomb.

### 6.1.3 Les puits

Le premier ouvrage vertical remonte à 1820 (70 m de profondeur). Au total, 87 puits (dont 56 d'exploitation) ont été foncés, dont certains jusqu'à de grandes profondeurs (exemple du puits Yvon Morandat (ou Y) de 1100 m de profondeur). Les diamètres des ouvrages n'excèdent que rarement 6 m (puits Z à Gardanne 6 m, Puits Y à Gardanne 10 m, puits Armand à Peypin (7,2 x 3,6 m).

Remarque : Le puits de l'Arc situé sur la commune de Rousset, qui a rencontré une grosse venue d'eau lors du fonçage n'a jamais fait l'objet d'exploitation minière et est utilisé pour la ressource en eau. Sa localisation est fournie pour mémoire dans le fichier du SIG relatif aux ouvrages débouchant au jour. L'évaluation de l'aléa lié à ce puits n'a pas été réalisée dans le cadre de la présente étude.

Tous les puits de mine sont traités par dalle, bouchon avec ou sans remblayage, à l'exception du puits Gérard conservé pour le pompage (cuvelage bétonné avec une réservation pour une cage d'accès).

Parmi tous ces puits, certains n'étaient pas dédiés à l'exploitation mais principalement à l'aéragé de galerie d'écoulement. Ces ouvrages étaient appelés « lunette ». On notera que cinq puits ou « lunettes » sont situés le long du tracé de la Galerie de la Mer. Certains sont restés ouverts et sont propriétés de la Société des Eaux de Marseille (puits Neuf et puits Saint-Joseph) ou de Saint-Louis Sucre (puits Saint-Louis). Le puits des Ayalades a été traité par CdF. Le puits de la Mure, non renseigné lors de la réalisation de l'étude, a été considéré comme sans traitement. Il est conservé comme issue de secours de la Galerie de la Mer.

A noter par ailleurs le recensement d'un ODJ de type sondage foncé en 2003 sur la commune de Fuveau dédié au dégazage des travaux en couches 4Pans et Grande Mine du Rocher Bleu.

## 6.2 Les dépôts : Verses et terrils

Parmi les 34 terrils inventoriés, d'ampleurs inégales, 7 ont fait l'objet par CdF d'études détaillées par rapport à la stabilité, à la gestion des eaux ou aux problèmes d'échauffement, avec parfois réaménagement de sites.

Leur origine, volume et composition sont variables. Le tableau 4 ci-après synthétise les principales caractéristiques des terrils du bassin de Provence.

Communes	Concession	Désignation du terril	Superficie ou volume	Commentaires
Meyreuil	C2	Défens	32ha	A fait l'objet d'études détaillées
Meyreuil		Grappon	6,5ha	A fait l'objet d'études détaillées
Meyreuil		Carreau de Meyreuil	Faible importance	-
Fuveau – Gréasque	C3	Madame d'André	13,5ha	A fait l'objet d'études détaillées
Gréasque		PHO	2,64 ha pcur 0,1 Mm <sup>3</sup>	Il constitue en partie la plate-forme de Pho
Gardanne		Sauvaires	35 ha	A fait l'objet d'études détaillées
Fuveau		Bramefan	78,6 ha	A fait l'objet d'études détaillées
Gréasque		Près neufs	-	Reconverti en zone industrielle
Gardanne		Félicie	1,6 ha	Carreau du puits de la Félicie
Gardanne		Saint Pierre	14 ha	A fait l'objet d'études détaillées
Gardanne, Simiane	C4	Molx	13 ha	A fait l'objet d'études détaillées
Mimet		Terril du puits Gérard	0,4 ha	-
Gardanne		Terril du puits Biver	1,1 ha	-
Gardanne		Dépôt entrée galerie St Pierre	-	-
Cadolive	C8	Pâté	89 000 m <sup>2</sup>	Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé
Cadolive, Saint Savournin		Terril du puits Léonie	75 000 m <sup>2</sup>	Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé
Cadolive		Notre Dame n°1	1 000 m <sup>2</sup>	Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé
Cadolive		Notre Dame n°2	12 000 m <sup>2</sup>	Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé
Cadolive, Peypin		Rouvrières	30 000 m <sup>2</sup>	Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé
Peypin		Doria	1 500 m <sup>2</sup>	Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé
Peypin		Lecas	1 700 m <sup>2</sup>	Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé
Peypin		Cerveau	2 300 m <sup>2</sup>	Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé
Peypin		Armand	3 000 m <sup>2</sup>	Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé
Peypin		Baume de Marron	3 000 m <sup>2</sup>	Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé
Peypin		C9	Les deux terrils du Puits Armand	640 000 m <sup>3</sup>
Cadolive et Saint Savournin	Terril du puits Germain		500 000 m <sup>3</sup>	Ce terril a subi une combustion totale
Gréasque et Belcodène	C10	Terrils de faibles importances	Quelques ares	Ils sont constitués de remblais, pierres de mine et de fines de charbon. Hors code minier
Trets	C11	Un terril	-	A proximité du plan incliné Sainte Barbe, parcelle BY117, propriété des HBCM. Le terril est stabilisé, entièrement recouvert de végétation
La Bouilladisse	C12	Présence d'anciens terrils	De faible importance	Zone de Pinchinier. Totalemement envahis par la végétation, devenus invisibles. Ils se situent sur des propriétés privés
Fuveau	C14	Terril de l'Huillier	1,6ha	Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé
Fuveau		Terril du puits n°12	0,2ha	Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé
Fuveau		Terril de la RN98	0,2ha	Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé
Fuveau		Terril du puits 14	0,8ha	Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé
Fuveau		Terril du puits 15	0,04ha	Hors code minier. Terril stabilisé, végétalisé

**Tableau 4 : Principales caractéristiques des terrils recensés**

A ce jour, quatre terrils font l'objet d'une surveillance trimestrielle par l'Etat ; terrils du Grappon, Défens, Sauvaires et Madame d'André. L'objectif fixé est de contrôler l'impact de l'échauffement résiduel sur l'état des terrils, de relever tous les désordres potentiellement à l'origine d'instabilités ou de nuisances environnementales et de vérifier l'état des dispositifs de prévention (fossés, bassins, clôtures, signalisations, etc.) mis en place. En 2014, un petit glissement superficiel en aval du bassin supérieur situé en pied du terril du Grappon a été constaté. Sur ce terril, un certains nombres de désordres (obturations de caniveaux, dégradation geomembrane du caniveau 5, etc.) ont également été constatés. Des travaux de confortement et de réparation sont actuellement en cours.

### 6.3 Les mouvements de terrain

Une évaluation pertinente des aléas de mouvements de terrain passe par un inventaire des événements passés dont le témoignage est recherché par l'intermédiaire :

- D'enquêtes auprès de personnes cibles (maires, habitants des communes concernées, anciens mineurs ou descendants de mineurs,...); les témoins rencontrés ne se souviennent pas avoir vécu ou entendu parler d'instabilités notables ; les terrains sont considérés comme « solides ». Seul un événement est relaté en 1974 à proximité du puits L'Huillier, avec dégâts sur le bâti ;
- De dépouillements d'archives (rapports journaliers d'exploitation, dossiers d'indemnisation, ...); la consultation de ces données n'a pas mis en évidence d'informations essentielles vis-à-vis de la stabilité des chambres et piliers ; la majorité des événements recensés se réfère aux phénomènes liés aux coups de toit (ou de couche), « phénomènes dynamiques » à l'origine de vibrations pouvant dégrader les bâtis en surface, et de quelques effondrements localisés. Le cas de « l'effondrement du Rocher Bleu », exceptionnel est décrit plus loin.
- D'examen de photographies aériennes ; leur examen n'a pas révélé de manifestation flagrante d'instabilité de terrain ;
- De recherches de mesures topographiques, sans résultat concluant ;
- De visites d'anciens travaux : 5 visites spécifiques ont été effectuées par l'INERIS et des équipes de CdF entre 1999 et 2002, dont une pour réaliser des prélèvements de charbon. Ces visites ont concerné :
  - Les vieux travaux en chambres et piliers dans la Couche Grande Mine dans le secteur de Trets : sous 70 m de couverture en bordure de massif vierge, dans un secteur présentant peu de soutènement, le toit apparaissait en bon état général, malgré un faux toit fracturé ; les galeries montraient une convergence marquée (1 m de vide résiduel pour une ouverture initiale de 2 m) ;
  - Quartiers de Regagnas et de l'Olympe : à Regagnas, le quartier exploité par chambres et piliers abandonnés en 1974 sous 200 m de recouvrement. Les piliers sont très fissurés, écrasés, avec une convergence ramenant la hauteur de vide à 1 m, 1,5 m pour une ouverture initiale de 2 à 2,2 m. A Gréasque, les murs de rangles bloquaient l'accès aux chambres d'exploitation. Les vides résiduels accessibles sont restreint et les murs de rangles sains ;
  - Quartier du Regagnas, secteur du puits L'Huillier : des mesures de convergence ont été effectuées en différents points (convergence de 0 à 1 m pour un éloignement du bord ferme de 40 à 197 m). Au-delà de 200 m du bord ferme, la convergence se stabilise, et pour des valeurs de plus de 0,7 m les piliers sont tellement écrasés qu'ils se rejoignent à la base ;
  - Lambeau charrié : visite d'un secteur exploité par tailles montantes en 1930. Si les travaux près de la bordure du massif sont en bon état, les vides sont envahis par les éboulis lorsque l'on s'en éloigne.
- De sondages de reconnaissance ; une importante campagne de sondages a été effectuée pour reconnaître la nature des terrains de recouvrement et la nature des vides. Ils ont permis de confirmer les éléments suivants :
  - dans le quartier de Regagnas, à 310 m de profondeur, l'ouverture résiduelle en couche Grande Mine était d'1 m, confirmant les observations réalisées lors des visites ; le toit est peu fissuré ;



- dans le quartier du Rocher Bleu, la convergence en couche Grande Mine entre 115 et 140 m de profondeur est quasi nulle, de même qu'en couche 4 Pans (90 m de profondeur) ;
- Mines de Valdonne : absence de convergence des épontes dans la couche Grande Mine à 50 m de profondeur et dans mauvaise Mine à une quarantaine de mètres de profondeur ;
- Dans le Lambeau Charrié, la veine Grande Mine, exploitée par longues chambres partiellement remblayées est ouverte sur 4,5 m, tandis que les autres couches exploitées par tailles montantes partiellement remblayées ne sont pas visibles en sondage ;
- Quartier Olympe (secteur Gréasque) : convergence des épontes comprise entre 1 et 1,1 m en Grande Mine à 200 m de profondeur.

Les désordres de surface finalement recensés sont peu nombreux :

- Affaissements de surface et phénomènes dynamiques liés à l'exploitation totale du gisement par longues tailles ;
- Un phénomène de glissement sur le terril du Grappon ;
- Un effondrement localisé sur la galerie de trainage de Valdonne ;
- Quelques effondrements localisés observés sur des têtes de descenderies sur La Bouilladisse ;
- Quelques déclarations de « dégâts » pour fontis ou coups de toit ;
- Un mouvement de terrain avec des manifestations cassantes (désordres du puits L'Huillier, 1974), probablement lié à l'exploitation en couche Grande Mine, avec ouverture de crevasses ;
- L'effondrement du Rocher Bleu (1879) : il s'agirait d'un effondrement qui a affecté l'exploitation en couche Grande Mine. Il a été ressenti à l'époque en surface jusqu'à Gardanne (à une petite dizaine de kilomètres), a entraîné la ruine d'un bâtiment à Gréasque et s'est traduit en surface par un affaissement à manifestations cassantes (ouverture d'une grande fente le long de l'affaissement). Il aurait été consécutif à un essai de reprise partielle de quelques piliers portant le défruitement dans le quartier considéré à 90 % et plus.

## 6.4 L'activité sismique

L'activité sismique du bassin est liée à des phénomènes dynamiques. Les coups de terrains, qui souvent n'engendrent pas de gros mouvement du toit des couches, peuvent par contre entraîner des soufflages violents du mur, avec projection de matériaux (jusqu'à 500 m<sup>3</sup>) dans les galeries, détérioration des soutènements, etc. Les secousses les plus fortes peuvent atteindre 3 à 3,5 sur l'échelle de Richter et peuvent être à l'origine de dégâts de surface lorsque la magnitude dépasse 2. Ces phénomènes sont localisés aux fronts de taille en activité, aux voies d'accompagnement et de desserte, aux piliers de démarrage ou d'arrêt de taille et dans les vieux travaux (activité sismique « hors taille »).

L'activité sismique, très intense pendant l'exploitation se réduit aujourd'hui à l'activité « hors taille » (en dehors des zones d'exploitation). Les événements sismiques enregistrés « hors taille » par CdF, entre 1994 et 2002, montrent qu'une activité dans ces secteurs persiste plusieurs années après l'arrêt de l'exploitation, même si elle est largement inférieure à l'activité observée pendant l'exploitation. Pour l'ensemble des quartiers arrêtés ont été mesurés :

- 600 événements de magnitude supérieure à 1,5 ;
- 221 de magnitude supérieure à 2 ;
- 2 de magnitude supérieure à 3.

L'activité a été relevée jusqu'à une trentaine d'années après l'arrêt de l'exploitation à Meyreuil, mais l'exploitation était en cours à proximité.

Suite à l'arrêt des travaux et l'identification d'enjeux sur les zones d'affaissement à manifestations cassantes définies dans les DADT de CdF, un réseau de sondes microsismiques de surveillance a été mis en place par l'Etat. Sur ce réseau, au cours de la remontée des eaux dans les travaux miniers, entre 2008 et 2012, 1154 événements ont été détectés dont l'essentiel est de magnitude inférieure à 2. La majorité de ces événements se corrèle spatialement avec la progression du front d'envoyage.

A noter qu'en décembre 2012 un événement sismique a été ressenti par la population sur la commune de Fuveau. Probablement d'origine « hors taille », cet événement n'a pas engendré de mouvements de terrain en surface.

## **6.5 Gaz de Mine**

### **6.5.1 Généralités**

Sous l'appellation gaz de mine, on regroupe les différents gaz susceptibles d'être émis depuis les travaux souterrains vers la surface. Ces gaz peuvent être du méthane (grisou) issu des couches de charbon et désorbés suite à la détente des terrains, mais également du radon, de l'hydrogène sulfuré, du monoxyde ou dioxyde de carbone ou simplement de l'air désoxygéné.

Les rayonnements ionisants, dont le radon, ne sont pas du fait de la mine mais sont émis naturellement par l'encaissant rocheux et peuvent potentiellement s'accumuler dans les travaux miniers souterrains.

Dans le cas du Bassin de Provence, les mesures réalisées pendant l'activité minière des valeurs de dégagement spécifique (émission à la tonne extraite) étaient représentatives d'une exploitation moyennement grisouteuse à faiblement grisouteuse. Le grisou était composé à 80 % de méthane, avec une proportion de CO<sub>2</sub> de 10 % au maximum.

Les recherches effectuées dans les archives CdF, de la DREAL, et de l'INERIS montrent que toutes les concessions doivent être considérées comme grisouteuses.

Par ailleurs, tant que la remontée des eaux n'est pas achevée, l'émission de gaz est favorisée.

Des aménagements ont été réalisés dans le cadre de l'arrêt des travaux par CdF afin de contrôler l'évacuation de ces gaz : 3 puits de mine ont ainsi été équipés en dégazage (l'Huillier, Prosper et Béthune) afin de maintenir une liaison entre l'atmosphère minière et la surface. Ce dispositif a été complété par 5 sondages de décompression (Fuveau 2, Champisse, Gardanne, Mimet 3 et Lecas). Au début de la remontée, les gaz ont été évacués par l'aéragé entre le puits Z et Gérard). La base du puits Z est maintenant ennoyée.

La composition du gaz de mine émis par les événements a fait l'objet d'un suivi d'abord par CdF puis par le DPSM. Les paramètres contrôlés sont le sens d'écoulement, la température extérieure, les concentrations en CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub>S et O<sub>2</sub> dans le flux sortant. Le suivi, jusqu'à ce jour, fait apparaître l'absence d'H<sub>2</sub>S, un mélange pouvant être fortement désoxygéné (7,4 à 20,8 % d'Oxygène), peu de CO (0 à 1,2 ppm) du CO<sub>2</sub> (0 à 5,8 % et un peu de méthane (0 à 0,42 %).

Ces mesures, qui correspondent à un mélange potentiellement asphyxiant, sont conformes à ce qui avait été mesuré entre 1997 et 2002 au puits Léonie, en relation avec des travaux isolés du compartiment principal.

Pour les concessions de Trets (C11) et d'Auriol (C12), les travaux sont considérés comme faiblement grisouteux, mais l'ennoyage est stabilisé et les travaux peu profonds peu propices à des accumulations. Les mesures de méthane effectuées par CdF ont été négatives, mais la présence des autres gaz reste envisageable.

En ce qui concerne les « rayonnements ionisants », des mesures effectuées en différents points de la mine et sur le retour d'air du puits Gérard en 2001 ont mis en évidence une activité volumique en radon<sup>222</sup> supérieure à 1000 Bq.m<sup>-3</sup>. Par ailleurs, une étude réalisée entre 2003 et 2005 par la société ALGADE fait état sur 3 périodes de mesures différentes d'activités volumiques de radon au puits l'Huillier comprises entre 1240 et 1730 Bq.m<sup>-3</sup>, largement supérieures aux valeurs observées en milieu naturel dans le secteur (60 Bq.m<sup>-3</sup>). Des mesures ponctuelles sur les événements du Rocher Bleu et du Lambeau charrié ont également montré des activités de plusieurs milliers de Bq.m<sup>-3</sup>.

Lorsque le réservoir souterrain est suffisamment important, les gaz peuvent s'accumuler et potentiellement migrer vers la surface sous l'effet d'un différentiel de pression entre le réservoir et l'atmosphère. Ce différentiel peut avoir pour cause des variations de pression atmosphérique, la remontée de l'eau dans les travaux (aujourd'hui stabilisé pour le réservoir principal) ou encore une augmentation de la pression dans le réservoir sous l'effet de la désorption depuis le charbon en place.

Cette remontée vers la surface serait favorisée particulièrement au droit des ouvrages débouchant au jour ou à travers la couverture lorsque celle-ci est assez perméable naturellement ou rendue perméable par l'exploitation souterraine. Néanmoins, un manque de retour d'expérience sur ces mécanismes et phénomènes dans le cadre des anciennes exploitations minières a amené GEODERIS à engager une réflexion sur le sujet.

## 6.6 Les échauffements

L'auto échauffement du lignite ou du charbon est engendré par des réactions exothermiques consécutives à des phénomènes d'oxydation sous l'effet de l'apport d'oxygène ou d'eau, en particulier lorsque la teneur en pyrite est élevée. L'échauffement des couches de matière organique peut se faire progressivement, jusqu'à atteindre des températures élevées et dégénérer en feux souterrains, qui suivant les configurations peuvent être à l'origine d'instabilité de surface ou de dégagements de gaz toxiques (sans parler des problèmes engendrés dans les chantiers pendant l'exploitation).

Ces phénomènes ont été observés au fond pendant la période d'activité minière ainsi que sur certains terrils y compris actuellement (Sauvaires, Défens). Ces échauffements aboutissent à terme à transformer en chaux les terrils. C'est déjà le cas pour les terrils anciens qui ont brûlés, et c'est en cours pour les deux terrils encore en échauffement.

## 6.7 Gestion des eaux et aux impacts environnementaux

### 6.7.1 Aspects quantitatifs

#### 6.7.1.1 Impact de la remontée des eaux

L'exploitation minière est à l'origine de la création de réservoirs aquifères, les travaux souterrains se comportant comme des drains par rapport à leur encaissant. Le réservoir principal, en cours de remontée actuellement n'a pas de possibilité de stabilisation naturelle avant la cote + 18 m NGF (connexion de la Galerie de la Mer avec le puits Gérard).

Remarque : Le pompage temporaire au puits Gerard stabilise actuellement le niveau d'eau et évite le débordement des eaux par la galerie de la Mer, le temps nécessaire à ce que la qualité de l'eau soit compatible avec un rejet direct dans le Vieux Port de Marseille.

Ce nouvel état d'équilibre ne modifiera pas le fonctionnement des émergences actuelles :

- Galerie de Fuveau, au Nord de Fuveau ;
- Galeries de la Doria (+ 259 m NGF) et Castellane (+ 258 m NGF) sur la concession Peypin - Saint-Savournin Nord (C8) ;
- Galeries de Pinchinier et du Pradel (travaux de Pinchinier et de la Bouilladisse) ;
- Galeries Desfarges et Saint-Jean drainant les travaux de Trets.

Seule la Galerie de la Mer verra son débit augmenter. Pendant l'exploitation, elle présentait un débit moyen de 2900 m<sup>3</sup>/h (dont 700 représentant l'exhaure minière : la galerie draine en effet des venues d'eau provenant des formations traversées. A pleine section, sa capacité d'écoulement a été estimée à 36000 m<sup>3</sup>/h. Elle a été confortée et est surveillée. Toutefois, dans l'hypothèse très improbable où elle se colmaterait, le point bas susceptible de servir de point de débordement serait le Puits Z à + 218 m NGF (via une galerie technique à + 216 m NGF) ; ce puits a été aménagé de manière à pouvoir assurer le débordement des eaux vers le ruisseau du Payennet puis la Luynes. Le puits Boyer Coureau, situé à une cote équivalente a été, quant à lui, bouché par bouchon béton.

Si les communications n'étaient pas parfaites avec le puits Z, les mises en charge locales pourraient entraîner des débordements secondaires au droit des galeries suivantes :

- Saint-Pierre/Saint-Baudille à + 226 m NGF aménagée pour évacuer 400 m<sup>3</sup>/h ;
- Gardanne Biver à + 229 m NGF, équipée pour évacuer 400 m<sup>3</sup>/h ;
- Fuveau à + 230 m NGF, équipée pour évacuer 800 m<sup>3</sup>/h.

En terme quantitatif, hors colmatage très improbable de la Galerie de la Mer, la remontée des eaux et la stabilisation du niveau d'eau dans le réservoir principal n'auront pas d'impact significatif sur le milieu. On notera depuis l'arrêt de l'exhaure que le ruisseau de la Luyne ne reçoit plus la fraction d'exhaure qu'elle recevait du puits Y.

Les vastes exploitations du Rocher bleu, situées au plus bas en couche Grande Mine à + 120 m NGF, sont hors d'eau et sont déconnectées des exploitations en aval (travaux du puits Hely d'Oissel) par une zone vierge d'une largeur minimale de 100 m. Les eaux d'infiltrations circulant dans les travaux Rocher Bleu sont collectées puis drainées en direction du puits Gérard par une seule galerie dite galerie Vanne 113 (débouchant à la côte + 113 m NGF dans les travaux). Dans le cas où cette galerie venait à être obturée, les travaux du Rocher Bleu, en l'absence de communication avec ceux situés en aval, pourraient être alors envoyés.

### **6.7.1.2 Impact lié aux dépôts de surface**

Certains terrils sont anciens ou stabilisés et végétalisés ou sont d'une taille ne laissant pas envisager de désordre significatif lié à des problèmes d'écoulement des eaux. Nous verrons que les phénomènes d'érosion sont intégrés dans le volet mouvement de terrain.

Certains ouvrages de plus grande ampleur ont fait l'objet d'aménagements spécifiques liés à la gestion des eaux :

- Terril du Défens : mise en place d'un bassin de rétention recueillant les eaux du talus Ouest et leur évacuation se fait par caniveau. Des problèmes de glissement récents (2009) affectent ce secteur. Des merlons, passages canadiens... ont été préconisés à l'époque. Une descente d'eau a été mise en place pour acheminer les eaux vers le bassin Ouest. Un bassin a également été mis en place côté Est ;
- Terril de Madame d'André : le terril étant déposé en travers d'un vallon, les eaux du Vallat d'Audibert sont canalisées sous le dépôt. Par ailleurs des aménagements de surface (chenal en partie sommitale de plateforme, fossé périphérique, bassin écreteur) ont été réalisés pour limiter l'impact en aval sur la zone urbanisée. L'étude réalisée pour CdF insiste sur la nécessité d'un entretien du dispositif ;
- Terril Saint-Pierre : deux fossés concentrent les eaux vers un point de rejet dans le Vallat de Cauvet. Ce terril reçoit les écoulements de la galerie + 229 canalisés par fossé puis buse jusqu'à un ouvrage en pierre le long de la route communale ;
- Terril des Sauvaires : il occupe un vallon dont les écoulements étaient canalisés sous le dépôt. La canalisation était partiellement colmatée et un pompage a donc été mis en place pour évacuer l'eau s'accumulant à l'amont.

Comme indiqué au paragraphe 6.2, l'Etat a la charge de la surveillance de ces dispositifs de quatre terrils ; Grappon, Défens, Sauvaires et Madame d'André. Une étude spécifique relative aux inondations potentielles liées à ces dépôts a été réalisée (cf. [6]) dont les conclusions sont synthétisées au paragraphe 12 du présent document.

## **6.7.2 Aspects qualitatifs**

Les connaissances bibliographiques sur les eaux contenues dans des mines de charbon et les analyses qui ont été réalisées dans le cadre des dossiers CdF font apparaître que les eaux de remplissage des travaux miniers du bassin de Gardanne se caractérisent essentiellement par leur minéralisation élevée, essentiellement en sulfates, ainsi que par la présence de fer, de manganèse et potentiellement de zinc et d'arsenic à l'état de traces.

On retrouve des caractéristiques relativement proches pour les eaux circulant à travers des dépôts issus des mêmes formations, encore que les terrils, essentiellement composés de stériles, sont plutôt influencés (hors dépôts anthropiques particuliers) par le faciès des terrains calcaires encaissants.

### **6.7.2.1 Effets sur les eaux de surface**

Pour les émergences existantes, les analyses réalisées font apparaître des eaux à faciès plutôt bicarbonaté calcique, proche des eaux du karst, avec des teneurs en sulfates modérées. Les pH sont légèrement basiques et les teneurs en fer et manganèse faibles.

Ces émergences ne sont pas selon les études consultées, de nature à porter atteinte de manière significative aux cours d'eau récepteurs, dont la qualité est par ailleurs fortement dégradée par les activités humaines.

Le scénario prévu de stabilisation par la galerie de la mer n'engendrera pas de modifications de la qualité des eaux de surface (hors hypothèse hautement improbable du colmatage de la galerie qui ne justifie pas selon nous d'affichage particulier sur les cours d'eau potentiellement récepteurs).

### **6.7.2.2 Cas du rejet en mer**

Les analyses effectuées en sortie de la galerie de la Mer pendant l'exploitation montrent une eau bicarbonatée calcique, un pH légèrement basique, pas de pollution organique d'origine minière et des teneurs en éléments toxiques en dessous des seuils de détection ou très faibles.

Ces eaux résultent du mélange des eaux d'exhaure et des différents apports alimentant la galerie.

Dans le cadre de l'arrêt des travaux, un suivi de la qualité a été programmé et est effectif depuis la mise en place du pompage. L'objectif principal est de surveiller la teneur en fer à l'origine des eaux de couleur rouille redoutées dans le Vieux Port de Marseille. Ce suivi consiste en un suivi hebdomadaire de la qualité des eaux au niveau du puits Gérard et d'une surveillance de l'impact sur le milieu marin en périphérie du point d'injection des eaux en mer (cf. [13]). La teneur en fer atteignait 45 mg/l à la fin 2015.

### **6.7.2.3 Effets sur les eaux souterraines**

L'étude hydrogéologique réalisée pour CdF n'évoque pas la possibilité de contamination d'aquifère suite à la remontée des eaux dans l'hypothèse d'une stabilisation à + 18 m NGF. Selon les données connues et présentées par CdF, la mine resterait alors drainante par rapport aux formations environnantes et ne devrait donc pas entraîner de contamination d'aquifères environnants.

## 7 CARTOGRAPHIE INFORMATIVE

Les cartes informatives communales sont présentées en annexe 1. Pour faciliter la lecture et l'impression des cartes par commune, l'échelle du 1/10 000 a été choisie. Néanmoins, compte tenu de la précision des échelles des supports cartographiques utilisés (cf. paragraphe ci-après), il est estimé que l'échelle maximale de validité des cartes informatives est celle du 1/2 500.

Six cartes ont été réalisées : 1 par veine exploitée (soit 4 cartes), une carte relative au gaz, à l'eau et à l'environnement et une carte présentant l'ossature minière, les ouvrages de surface, les terrils et désordres.

Une version numérique au format PDF et JPG des cartes informatives par commune est fournie sur support informatique.

### 7.1 Supports cartographiques

Les informations cartographiques relatives au site (fond et surface) sont disponibles à plusieurs échelles, entre autres :

- BD ORTHO® de l'IGN avec une résolution de l'ordre de 50 cm et une précision de l'ordre de 3 m ;
- SCAN 25® de l'IGN à l'échelle du 1/25 000 ;
- Cartographie CdF essentiellement à l'échelle du 1/5 000 et réalisé sous le logiciel Autocad ;
- plans d'exploitation papiers issus des archives (échelle comprise entre 1/1 000 pour les plans de détail des chantiers et 1/10 000 pour les plans d'ensemble).

Pratiquement, sur la totalité des documents examinés (environ 2000 références et 1000 plans répartis dans les différentes archives), l'ensemble des plans d'exploitation du fond (plans de détail des chantiers et plans d'ensemble), de la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle jusqu'à l'arrêt total de l'exploitation a été consulté. Les plans jugés pertinents pour l'étude (environ 70) ont été par la suite numérisés afin d'assurer un meilleur géoréférencement.

### 7.2 Incertitudes de localisation

L'affichage de l'aléa lié à un élément minier intègre l'extension du phénomène, l'incertitude de localisation intrinsèque de l'ouvrage ou du secteur de travaux concerné et une incertitude propre au support cartographique.

L'incertitude de localisation relative à l'ouvrage minier dépend des éléments ayant mené à son positionnement. Si les ouvrages relevés sur le terrain au DGPS se voient attribuer une très faible incertitude (de quelques décimètres à quelques mètres), ceux dont la position est tirée d'anciens croquis portant peu de points de repère se voient attribuer l'incertitude du plan dont ils sont issus. A ceci doit s'ajouter l'incertitude liée à la reproduction du plan. En effet, photographier un plan provoquera une incertitude plus grande que de le scanner.

Le support cartographique (SCAN 25<sup>®</sup> IGN, photogrammétrie, BD Ortho<sup>®</sup> IGN) de par sa précision est lui-même vecteur d'une erreur de positionnement indépendante des ouvrages miniers. Elle est de l'ordre de 20 m environ pour le SCAN 25<sup>®</sup> IGN, et estimée à 3 m pour la BD Ortho<sup>®</sup> IGN.

Ces incertitudes n'apparaissent pas en cartographie de phase informative, mais sont incluses dans les marges prises en compte pour l'affichage des aléas.

### **7.2.1 Incertitudes sur la position des éléments de surface**

Les incertitudes de positionnement des points ponctuels ou de zones en surface (ouvrages débouchant au jour, désordres, dépôts et infrastructures) sont évaluées à partir des données cartographiques, des données GPS et des informations issues des archives et en particulier les DADT de CdF.

#### **Ouvrages débouchant au jour**

Dans le cadre de l'étude préliminaire des aléas, l'incertitude globale des ouvrages débouchant au jour retenue était de 10 m selon les données de CdF. Une vérification par un levé GPS sur le terrain de quelques dizaines d'ouvrages (échantillon statistique) encore visibles ou matérialisés par dalles ou bornes (positionnées sur la tête de l'ouvrage après la fermeture) a confirmé les positions CdF avec une incertitude de 5 m. Cette valeur est nouvellement retenue pour tous les ouvrages définis comme « levés » dans les DADT de CdF. Pour les ouvrages définis comme « non levés », la valeur d'incertitude de 10 m est maintenue.

#### **Dépôts**

Les emprises des dépôts ont été cartographiées de manière précise par CdF. Elles ont été ainsi reprises des fichiers informatiques (Autocad) de CdF sans ajout d'une incertitude de positionnement.

### **7.2.2 Incertitudes de localisation des travaux miniers souterrains**

Dans le cadre de l'étude préliminaire des aléas, l'incertitude globale des travaux miniers souterrains retenue était de 10 m selon les données de calage de CdF. La numérisation et le géoréférencement des plans généraux et de détail des exploitations réalisés pour cette étude permet de confirmer la valeur d'incertitude de localisation des travaux prise égale à 10 m. En revanche, en l'absence d'éléments plus précis (plans de détail ou observations de terrain), elle est maintenue à 20 m pour la position des affleurements (pour les travaux potentiels non connus).



### 7.3 Système d'information géographique

Les éléments reportés sur les cartes informatives sont disponibles sous la forme d'un Système d'Informations Géographiques (SIG) établi sous un environnement MAPINFO 8.5<sup>®</sup>. Le système de coordonnées est le France Lambert 93. Ce SIG est composé des couches cartographiques suivantes :

- BD ORTHO<sup>®</sup> de l'IGN (prise de vue de 2007) ;
- SCAN 25<sup>®</sup> de l'IGN ;
- les limites des communes ;
- les limites des concessions ;
- les ouvrages débouchant au jour (puits, descenderies ou entrées de galeries) mis au format Geoderis et en précisant s'ils sont « visibles » ou « non visibles » (source DADT CdF) et traités ou non traités (source DADT CdF) ;
- les courbes d'isobathes des exploitations ;
- les tronçons de cours d'eau ;
- la limite d'ennoyage final attendu (+ 18 m NGF) des travaux miniers souterrains ;
- les affleurements ;
- les galeries d'écoulement et les exhaures minières potentielles ou avérées ;
- les événements du réservoir principal ;
- les désordres en surface ;
- les zones de dépôts ;
- les zones homogènes d'exploitations souterraines digitalisées à partir des plans de travaux miniers géoréférencés.



## **PHASE D'ÉVALUATION DES ALÉAS**



## 8 LISTE DES PHENOMENES

L'étude détaillée des aléas est réalisée selon le guide méthodologique (cf. [2]) validé par l'administration et est conforme aux textes réglementaires qui précisent notamment la nature des aléas et risques pris en compte :

*Les risques pris en compte (...) sont notamment, les suivants : affaissements, effondrements, fontis, inondations, émanations de gaz dangereux, pollutions des sols ou des eaux, émissions de rayonnements ionisants.*

On notera que la mention, dans la réglementation, de l'adverbe « notamment » implique que la liste, quoique largement représentative des risques miniers, n'est pas strictement exhaustive et peut éventuellement être complétée.

Les informations rassemblées lors de la phase informative nous permettent d'identifier les différents aléas qui seront à retenir pour la deuxième phase de l'étude (analyse détaillée des aléas). D'après les connaissances acquises et la rétroanalyse effectuée sur d'autres bassins miniers très similaires, les scénarii accidentels ont été examinés pour en déterminer les intensités potentielles, les crédibilités de survenance et évaluer, ainsi, les niveaux d'aléas qui leur incombent.



## 9 NATURE DES ALEAS RESIDUELS RETENUS

L'évaluation et les cartographies présentées dans le cadre de cette étude concernent les aléas miniers liés **aux mouvements de terrain, aux échauffements et aux inondations**.

En revanche, compte tenu des mesures effectuées sur les gaz, l'aléa « gaz de mine » serait à envisager. **Faute de méthodologie (cf. § 6.5.1), cet aléa n'a pas été évalué dans le cadre de cette étude. La réalisation dans un premier temps d'une ou plusieurs campagnes de mesures est néanmoins recommandée.**

De même, la cartographie des aléas pollutions des sols ou des eaux n'a pas été réalisée, en l'absence de méthodologie validée. L'inventaire des dépôts a néanmoins été intégré dans la hiérarchisation nationale réalisée dans le cadre de la Directive sur les Déchets de l'Industrie Extractive (DDIE, cf. [12]). **On peut avancer que compte tenu de la substance exploitée, les impacts environnementaux ne sont pas majeurs ; des contrôles sont toutefois recommandés sur les eaux du réservoir principal pour confirmer les hypothèses quant à la qualité des effluents rejetés.**

Par ailleurs, l'activité sismique, intense pendant l'exploitation, apparaît comme la conséquence d'un réaménagement des terrains induit par la mise en place d'un nouvel état d'équilibre du champ des contraintes au sein du massif. Son origine est liée aux volumes extraits, mais également à des mouvements de failles, des explosions de piliers, des réajustements au sein des foudroyages dans les anciennes tailles, aux ruptures de bord de piliers de taille. Elle est beaucoup moins intense après arrêt de l'exploitation, mais une sismicité « hors taille » demeure après arrêt des travaux souterrains.

Par ailleurs, la mise en place du nouvel équilibre nécessite un temps relativement long et est perturbé par la remontée des eaux. Certains de ces évènements peuvent avoir des effets en surface sur le bâti, lorsque la magnitude dépasse 2.

La mise en place et le suivi du réseau micro-sismique confirme la recrudescence des évènements pendant l'ennoyage. Depuis l'installation de ces dispositifs de surveillance, plus de 1000 évènements ont été détectés, entre 2008 et 2012 pendant l'ennoyage. Bien qu'il y ait une diminution des évènements, la sismicité se poursuit aujourd'hui même si le niveau d'eau est volontairement stabilisé par le pompage au puits Gérard. Ainsi, dans l'état actuel des connaissances, il n'est pas possible de se prononcer pour la suite même si les dégâts potentiels seraient probablement très mineurs et la gêne occasionnée en surface légère.

**Néanmoins, ce phénomène n'est pas retenu comme une source d'aléa durable sur le bassin de Provence.** L'enveloppe correspondant au champ des longues tailles, qui n'a pas été sujet à des secousses sismiques, est reportée sur les cartes pour garder en mémoire cette source potentielle de nuisance.

Les cartes d'aléas se trouvent en annexe 2. Comme pour les cartes informatives et les cartes d'aléas par commune sont fournies avec le présent rapport sur supports informatiques.

Il est rappelé en préambule de cette évaluation que, conformément au guide méthodologique relatif à l'établissement des Plans de Prévention des Risques Miniers (cf. [3]), l'aléa résulte du croisement de la prédisposition d'un site donné à l'apparition du phénomène redouté avec son intensité.





## 10 EVALUATION DES ALEAS MOUVEMENTS DE TERRAIN

Les principales conclusions de l'expertise internationale menée en 2003 dans le cadre du DADT de CdF portant sur la stabilité des travaux souterrains sont les suivantes :

- Les exploitations totales et sèches (au-dessus du niveau statique) peuvent être considérées comme stables au regard de l'affaissement dans la mesure où il s'est déjà produit. Des tassements infimes de l'ordre du mm/an peuvent être observés par interférométrie radar. L'activité sismique diminue par ailleurs rapidement après l'arrêt des opérations minières. Pour les zones inondées, une reprise d'activité pourra être observée pendant la phase de remplissage, avec possibilité d'un léger soulèvement non brutal de quelques millimètres ;
- Le statut des exploitations partielles dépendrait selon cette expertise de leur profondeur :
  - en zone profonde (plus de 250 m sous la surface) et sèche, l'expertise conclut que les piliers sont déjà écrasés et que le recouvrement s'est effondré. La situation peut être considérée comme stable, avec possibilité d'un affaissement minime. Pendant la période de transition, les zones amenées à être inondées (peu nombreuses, l'essentiel étant déjà inondé) pourront être l'objet d'un faible affaissement ;
  - en zone intermédiaire (50 à 250 m sous la surface), les piliers ont été affaiblis mais les bancs du recouvrement ne sont pas effondrés et aucun affaissement ne s'est produit. L'instabilité peut se manifester de façon progressive et lente, avec éventualité faible de manifestations rapides et cassantes ;
  - en zone peu profonde (moins de 50 m sous la surface), des effondrements localisés peuvent se produire (formation de fontis de quelques mètres de diamètre), comme par ailleurs autour des ouvrages débouchant au jour. Cet aléa est limité par la bonne qualité du Fuvélien.

L'étude préliminaire des aléas produite en 2009 a confirmé les conclusions de l'expertise internationale. L'aléa de quatre phénomènes a été évalué. Il s'agit de l'effondrement localisé, l'affaissement (soit à caractère « souple », soit à caractère « cassant », cf. § 10.2.1), le tassement et le glissement. Selon le phénomène, l'aléa a été évalué à un niveau faible et/ou moyen. Le tableau suivant synthétise par phénomènes de mouvements de terrain, les aléas retenus dans le cadre de l'étude préliminaire.

Aléa	Mécanisme	Configuration	Niveau d'aléa retenu	Modalités de cartographie
Effondrement localisé	Fontis	Travaux avérés ou suspectés à moins de 20 m de profondeur	Faible	Extension latérale de 3 m + 10 m pour les travaux cartographiés (20 m pour les travaux suspectés)
		Travaux en chambres et piliers abandonnés situés à moins de 50 m de profondeur	Faible	Extension latérale de 3 m + 10 m liés à l'incertitude de calage CdF
		Galerie non traitée par remblayage intégral ou embouage et dont la profondeur est inférieure à 20 m	Moyen	Extension latérale de 3 m + 10 m liés à l'incertitude de calage CdF
	Débourrage et/ou rupture de tête de puits ou descenderie	Puis remblayés ou dallés dont le rayon est inférieur à 2 m. Têtes de descenderies traitées	Faible	Puits : extension latérale de 3 m + rayon du puits + 10 m incertitude CdF Descenderie : cercle de 35 m de rayon + 10 m d'incertitude de calage CdF
		Puis non traités et ouverts dont le rayon est inférieur à 2 m, ou remblayés ou dallés et d'un rayon supérieur à 2 m. Têtes de descenderies non traitées	Moyen	Puits : extension latérale de 3 m + rayon du puits + 10 m incertitude CdF Descenderie : cercle de 20 m de rayon + 10 m d'incertitude de calage CdF
Affaissement	Potentiellement cassant	Exploitations partielles critiques à sur-critiques (Largeur / Profondeur du panneau supérieur ou égal à 1) comprises entre 50 m et 250 à 300 m de profondeur	Moyen	Projection en surface d'un angle d'influence de 10° + 10 m liés à l'incertitude de calage CdF
	Souple	Exploitations partielles critiques à sur-critiques (Largeur / Profondeur du panneau supérieur ou égal à 1) comprises entre 50 m et 250 à 300 m de profondeur ou supérieur à 300 m selon la configuration des travaux	Faible	Projection en surface d'un angle d'influence de 35° (20° lorsque le Fuvélien est à l'affleurement) + 10 m liés à l'incertitude de calage CdF (génère une auréole autour de l'affaissement cassant lorsque les deux configurations sont possibles (différence entre les angles retenus pour chaque mécanisme)
Glissement de pente		Ensemble des terrils sauf carreau Meyreuil, près Neufs	Faible	Talus et marge en pieds de 15 à 25 m suivant terrils
Tassement		Tous les terrils	Faible	Emprise terrils

**Tableau 5 : Aléas mouvements de terrain sur le Bassin de lignite de Provence retenus dans le cadre de l'étude préliminaire de 2009 (cf.[1])**

Dans le cadre de cette étude détaillée des aléas, l'important travail de collecte d'informations et d'analyse ainsi que les réflexions sur les mécanismes et phénomènes de mouvements de terrain rencontrés, et en particulier l'affaissement, conduit à ce jour à un affinage de l'aléa tant en terme de niveau que de cartographie. La synthèse de ces travaux et des aléas retenus est présentée dans la suite du document.

## 10.1 L'effondrement localisé

### 10.1.1 Description du phénomène

Un effondrement localisé correspond à une rupture des terrains qui ne concerne qu'une zone d'extension limitée à quelques mètres en surface. L'apparition des effondrements localisés en surface est brutale et n'est généralement pas accompagnée d'indices précurseurs visibles.

Le phénomène d'effondrement localisé est causé par l'instabilité locale d'une cavité souterraine. Cette instabilité peut se propager au travers des couches situées au-dessus et créer de cette manière un cratère en surface. Les matériaux impliqués sont donc déplacés et déstructurés de manière importante. La figure 20 schématise les processus possibles à l'origine de ce type de phénomène.

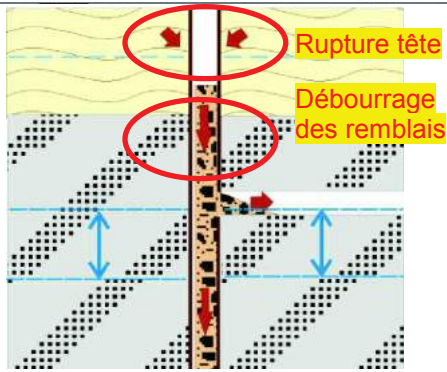
La vitesse de propagation de l'effondrement souterrain peut varier en fonction de plusieurs facteurs. Pour analyser la progression du phénomène et surtout son apparition en surface, deux conditions doivent être analysées :

- la stabilité des cavités qui se créent au cours de la progression du phénomène ;
- 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.

En général, pour la majorité des massifs, l'altération et la fracturation augmentent lorsqu'on se rapproche de la surface. La stabilité d'une excavation de dimension équivalente est donc souvent moindre lorsqu'on se rapproche de la surface. Toutefois, la présence de couches compétentes ou ayant des propriétés spécifiques peut stopper la propagation de l'effondrement.

Le foisonnement des matériaux géologiques est un phénomène connu. Il n'est cependant pas mesuré de manière systématique et il n'existe aucun standard reconnu pour sa détermination. Le phénomène d'auto-comblement est donc difficile à évaluer de manière rigoureuse, mais on admet le plus souvent que la probabilité d'apparition d'un fontis en surface diminue (à cavité de dimension égale) avec la profondeur de la cavité. Pour les galeries isolées de dimensions habituelles (de 6 à 12 m<sup>2</sup> de section), les retours d'expérience permettent d'affiner la limite d'apparition du fontis en surface, qui se situe autour de 50 m de profondeur pour la cavité initiale. En revanche, des cavités de plus grandes dimensions comme des chantiers non remblayés par exemple, peuvent créer des fontis même si elles sont situées à plus grandes profondeurs.

S'il existe des approches basées sur l'évaluation naturaliste des coefficients de foisonnement, elles doivent également s'appuyer sur l'observation d'un nombre suffisant d'instabilités, survenues dans les mêmes conditions géomécaniques pour pouvoir être validées.



Mécanismes d'effondrements liés au puits

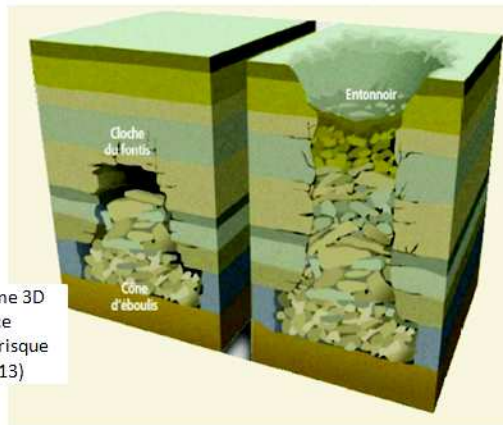
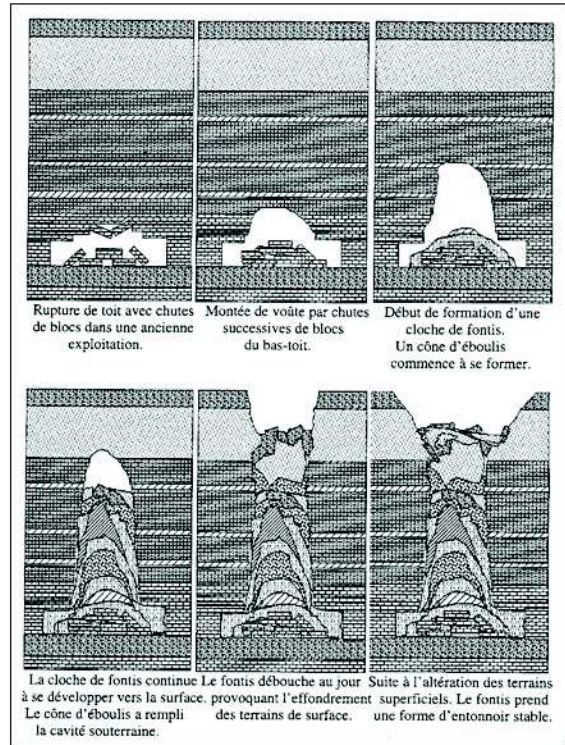
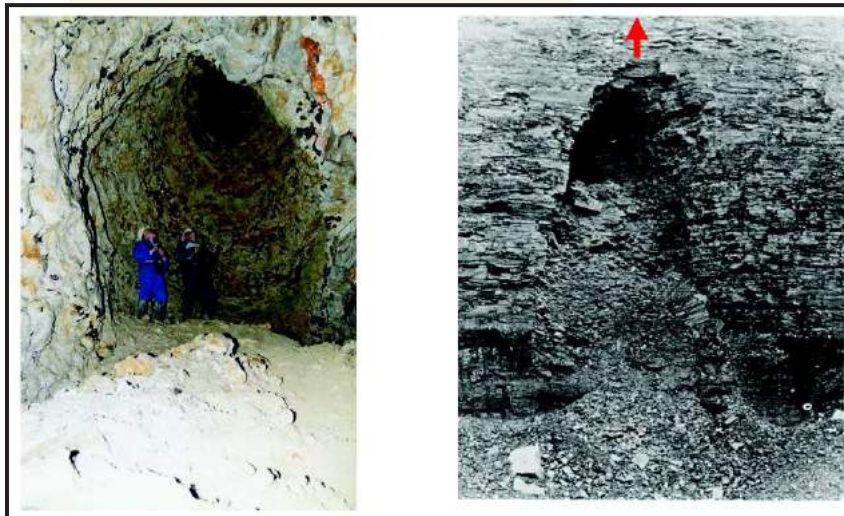


Diagramme 3D  
(source  
plaquette risque  
minier 13)



Processus de remontée de fontis



Exemples de  
remontée de cloche  
de fontis

Figure 20 : Schématisations des deux processus à l'origine des effondrements localisés retenus

Outre le guide méthodologique des aléas (cf. [3]), l'évaluation de l'aléa « effondrement localisé » s'appuie également sur des guides techniques réalisés spécifiquement pour ce type de phénomène et sur la base des retours d'expérience (cf. [10] et ([11])).

### 10.1.2 Zone d'altération superficielle

La zone d'altération superficielle correspond aux terrains à très faible cohésion et donc facilement mobilisables, susceptibles d'être immédiatement affectés par une instabilité.

L'épaisseur de la zone d'altération superficielle est un paramètre déterminant pour les dimensions des désordres potentiels, elle est donc importante pour l'estimation de l'intensité du phénomène d'effondrement localisé.

En raison du contexte géologique composé de roches mécaniquement résistantes (calcaires du Fuvelien), mais en l'absence de données précises secteur par secteur (possibilité de remblais de surface, etc.), l'épaisseur de matériaux d'altération sans cohésion et faiblement foisonnants de surface est estimée à 3 m au maximum pour l'ensemble des secteurs concernés par l'aléa effondrement localisé.

### **10.1.3 Rappel des conclusions de l'étude préliminaire sur l'aléa effondrement localisé**

Dans le cas du Bassin de Provence, les mécanismes retenus à l'origine d'instabilités susceptibles d'engendrer un effondrement localisé sont multiples :

- rupture du toit d'une galerie se répercutant jusqu'en surface : c'est le phénomène de « fontis » ;
- rupture de pilier(s) isolé(s) correspondant à un effondrement localisé (au sens strict) ;
- rupture des ouvrages débouchant au jour : puits et descenderies.

#### **Effondrement localisé lié aux galeries**

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 des vieux travaux 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) en surface.

Les observations, le retour d'expérience et les modélisations réalisées dans le cadre de l'étude préliminaire ont conduit à retenir un aléa de niveau *faible à moyen* pour les portions de galeries dont la profondeur n'excède pas 20 à 50 m suivant la section de la galerie. Ces niveaux résultent d'un croisement :

- d'une prédisposition évaluée à *peu sensible à sensible* selon que la galerie est été traitée ou non. Ces niveaux tiennent également compte de la qualité des terrains de recouvrement (calcaires du Fuvelien) et du peu d'événements recensés (même si le caractère souvent non urbanisé des terrains de surface à l'aplomb des travaux peu profonds explique probablement, en partie, le faible nombre de cas relatés) ;
- d'une intensité estimée sécuritairement à un niveau *modéré* (diamètre < 10 m) en l'absence de données précises sur le recouvrement des secteurs concernés et sur les dimensions des rares événements recensés.

#### **Effondrement localisé lié aux puits et descenderies**

D'autres effondrements localisés trouvent leur origine dans la rupture des ouvrages de type puits ou descenderie. Ils se produisent souvent avec le vieillissement de leurs matériaux constitutifs :

- dans le cas des puits vides, la rupture de leur tête consiste en l'effondrement du revêtement et des terrains peu compétents environnants dans la colonne du puits vide. Dans le cas d'ouvrages remblayés, ces désordres font nécessairement suite au débouillage du puits, c'est-à-dire à l'écoulement du remblai par une recette du puits libérant un espace en tête de l'ouvrage ;
- au droit des descenderies d'accès. Selon l'inclinaison de la descenderie, le mécanisme à l'origine de l'effondrement localisé sera similaire à celui des puits ou des galeries (de type « fontis »).

Selon les données de traitement des puits fournis dans les DADT de CdF, 3 catégories ont été distinguées pour qualifier leur prédisposition à l'effondrement localisé.

- les puits non traités et demeurant ouverts. Il s'agit des puits hors concession situés le long de la galerie de la mer. Leur prédisposition a été qualifiée de sensible.
- les puits remblayés mais ne comportant pas de bouchon béton. Dans cette configuration, tout effondrement localisé de la tête de puits nécessite l'écoulement préalable du remblai. Ce phénomène bien que peu probable ne peut être exclu. Par conséquent, la prédisposition à un aléa effondrement localisé pour ce type d'ouvrage a été qualifiée de peu sensible. Il en est de même pour les puits recouverts d'une simple dalle, car ces puits récents sont massivement bétonnés et la probabilité de rupture du revêtement et par conséquent des terrains environnants apparaît réduite (Z et Morandat mais également Gérard).
- les puits traités comportant un bouchon autobloquant. Le traitement ayant rétabli la continuité physique des terrains, aucun aléa n'est à considérer à l'aplomb de ces ouvrages.

Pour les entrées des descenderies, 2 catégories ont été retenues :

- les entrées de descenderies traitées<sup>4</sup> par CdF et pour lesquelles la prédisposition à l'aléa effondrement localisé a été qualifiée de peu sensible. En effet, les traitements réalisés ne permettent pas de certifier l'absence de vides résiduels à faible profondeur donc exclure totalement la survenue d'un aléa effondrement localisé ;
- les entrées de descenderies non traitées (descenderie non retrouvée) ou potentiellement traitées mais non confirmés dans les DADT de CdF (absence de recollement). Pour celles-ci, la prédisposition à l'aléa effondrement localisé a été qualifiée de sensible sur tout le tronçon potentiellement instable, à savoir les 20 premiers mètres.

En tenant compte d'une intensité évaluée, pour les mêmes raisons que précédemment, à un niveau modéré, l'aléa effondrement localisé lié aux ouvrages débouchant au jour a été retenu à un niveau :

- moyen pour les puits non traités et demeurant ouverts ;
- faible pour les puits remblayés mais ne comportant pas de bouchon béton ;
- nul pour les puits traités comportant un bouchon autobloquant ;
- faible pour les entrées de descenderies traitées ;
- moyen pour les entrées de descenderies non traitées.

---

<sup>4</sup> Pour une descenderie totalement comblée, les 3 premiers mètres ont été dégagés et comblés par du béton. Pour une descenderie ouverte sur une longueur inférieure ou égale à 20 m, le vide existant a été totalement comblé par du béton. Pour une descenderie ouverte sur une longueur supérieure à 20 m, un bouchon béton a été placé à environ une dizaine de mètres de l'entrée.

## **Effondrement localisé lié aux exploitations**

Un autre mécanisme initiateur d'un effondrement localisé en surface peut être la rupture isolée d'un ou de quelques piliers incapables de reprendre la charge qui s'applique sur eux. Ce type de rupture peut affecter des exploitations plus profondes que celles sensibles au risque de fontis. Si la manifestation en surface de la rupture d'un pilier isolé est généralement assez similaire à celle d'un fontis, les dimensions de la cuvette sont généralement plus étendues lorsque plusieurs petits piliers sont concernés.

Les observations, le retour d'expérience et les modélisations réalisées dans le cadre de l'étude préliminaire ont conduit à retenir un aléa de niveau faible pour les exploitations dont la profondeur n'excède pas 50 m. Ce niveau résulte d'un croisement d'une prédisposition évaluée, pour les mêmes raisons que pour le fontis, à peu sensible et d'une intensité, également, modérée.

## **Cas des zones de travaux « mal localisés »**

Pratiquement, il s'agit des secteurs au voisinage proche des affleurements. Dans ces secteurs, sont recensés les premiers travaux souterrains artisanaux et désordonnés. Très peu d'informations concernant l'existence et la nature des travaux miniers ont été répertoriées. Seules des entrées de descenderies sont recensées mais dont l'exhaustivité n'est pas garantie. Dans les secteurs d'affleurements, la présence de travaux miniers à moins de 50 m de profondeur peut être suspectée.

Les guides méthodologiques proposent dans ce cas de figure (cas de travaux connus mais avec une localisation très mauvaise – la surface des travaux par rapport à la surface d'incertitude est très faible) de retenir une prédisposition très peu sensible à l'effondrement localisé. Par ailleurs, compte tenu de l'absence d'information sur l'extension de ces travaux, le niveau d'intensité est pris équivalent aux autres configurations à savoir modéré. En conséquence, l'aléa effondrement localisé sur ces zones potentiellement affectées par des travaux miniers est évalué à un niveau faible.

### **10.1.4 Apport des informations complémentaires et conclusion sur l'aléa effondrement localisé**

Les informations complémentaires issues des archives consultées ou d'observations de terrain apportent des éléments permettant d'affiner l'évaluation de l'aléa effondrement localisé tant en niveau (cf. ci-après) qu'en cartographie (cf. § 13.1).

#### **Galeries techniques**

En ce qui concerne les galeries dites « techniques » (cf. § 6.1.1), l'apport des données sur leurs dimensions, mises en sécurité, etc. fournis dans les DADT ainsi que sur les investigations menés (galerie écoulement de Fuveau, cf. [14]) permet d'affiner leurs aléas tant en terme de niveau que de tracé. Le tableau suivant synthétise les modifications des aléas relatifs aux galeries techniques.

Commune	Nom galerie	Rôle	Aléa retenu (2009)	Type et année de travaux réalisés (source DADT)	Dimension / section (source DADT)	Recouvrement	Hauteur <sup>5</sup> de remontée de fontis (m) (cf. [11])	Analyse	Prédisposition	Intensité	Aléa retenu (2016)
Peypin	Galerie Catellane (8-201Y)	Ecoulement	Moyen	Galerie constatée effondrée	Lg = 0,7 m Hg = 0,8 m	Marno-calaire	3,5 m	Effondrement (entrée) + hauteur remontée très faible. Zone aléa supprimée	Nulle	Sans objet	Nul
Peypin	Galerie de la Doria (8-201X)	Ecoulement	Moyen	Cloison siphonide en sortie pour permettre écoulement eau mais pas sortie de gaz	Lg = 0,7 m Hg = 0,7 m	Marno-calaire	3 m	Corps galerie vide dès l'entrée. Entrée maçonné. Hauteur de remontée de la galerie. Zone aléa maintenue à l'entrée de la galerie	Peu sensible	Limitée	Faible
Peypin	Galerie Trainage du terail (Puits Armand)	Trainage	Aucun	Galerie embouée	Lg = 2,65 m Hg = 2,2 m	Marno-calaire + Dépôt V079	-	Corps galerie emboué	Nulle	Sans objet	Nul
Peypin	Galerie Trainage des Termes (Puits Armand)	Trainage	Aucun	Galerie embouée	Lg = 2,65 m Hg = 2,2 m	Marno-calaire	-	Corps galerie emboué	Nulle	Sans objet	Nul
Peypin	Amorcière Puits Armand (8-257)	Amorcière	Aucun	Galerie embouée	Lg = 1,5 m Hg = 1,5 m	Marno-calaire	-	Corps galerie totalement emboué	Nulle	Sans objet	Nul
Peypin	Dynamitière Puits Armand (8-257)	Dynamitière	Aucun	Galerie embouée	Lg = 1,5 m Hg = 1,5 m	Marno-calaire	-	Corps galerie totalement emboué	Nulle	Sans objet	Nul
Peypin	Trainage Baume-de-Marron (Tronçon 1 – 8-252 et 8-253))	Trainage	Aucun	Galerie remblayée – Cendres-Bentonite	Section = 4 m <sup>2</sup>	Marno-calaire	-	Corps galerie remblayé	Nulle	Sans objet	Nul
Peypin	Trainage Baume-de-Marron (Tronçon 2 – 8-254 – 8-255)	Trainage	Aucun	Galerie remblayée – Cendres-Bentonite	Section = 4 m <sup>2</sup>	Marno-calaire	-	Corps galerie remblayé	Nulle	Sans objet	Nul
Peypin	Trainage Valdonne (Tronçon Nord – 8-259 – 8-236)	Trainage	Aucun	Galerie remblayée – Cendres-Bentonite	Section = 4 m <sup>2</sup>	Marno-calaire	-	Corps galerie remblayé	Nulle	Sans objet	Nul
Peypin	Trainage Baume-	Trainage	Aucun	Galerie remblayée	Section = 4	Marno-calaire	-	Corps galerie	Nulle	Sans objet	Nul

<sup>5</sup> Hauteur au-delà de laquelle la remontée de cloche de fontis n'atteint pas la surface (autocomblement atteint). Cette hauteur est modélisée par un calcul volumétrique prenant en compte en particulier les caractéristiques géométriques des cavités résiduelles (Vg), le coefficient de foisonnement (k) et l'angle de talus naturel des terrains constituant le recouvrement.



Commune	Nom galerie	Rôle	Aléa retenu (2009)	Type et année de travaux réalisés (source DADT)	Dimension / section (source DADT)	Recouvrement	Hauteur <sup>5</sup> de remontée de fontis (m) (cf. [11])	Analyse	Prédisposition	Intensité	Aléa retenu (2016)
	de-Marron (Tronçon 2 – 8-235 – 8-234)			– Cendres-Bentonite	m <sup>2</sup>			remblayé			
La Bouilladisse	Galerie du Pradel (12-40 G)	Ecoulement	Moyen	Ouverte	Lg = 0,5 m Hg= 0,7 m	Marno-calaire	3 m	Corps galerie vide dès l'entrée. Hauteur de remontée de la galerie. Zone aléa maintenue à l'entrée de la galerie	Peu sensible	Limitée	Faible
La Bouilladisse	Galerie de Pinchinnier (12-40K)	Ecoulement	Moyen	Fermée. Mur à 6 m de l'entrée	Lg = 1,8 m Hg= 2 m	Marno-calaire. Vallée ; possibilité de colluvions ou d'alluvions ancien ruisseau	25 m	Corps galerie à priori vide dès l'entrée. Aléa maintenu jusqu'à 25 m de profondeur : Zone d'aléa 2009 confirmée	Peu sensible à Sensible	Modérée	Moyen
La Bouilladisse	Galerie du puits du Soleil (12-40P)	Galerie technique	Aucun	Galerie remblayée	Lg = 0,6 m Hg= 1 m	Marno-calaire	-	Corps galerie remblayé	Nulle	Sans objet	Nul
Gardanne	Galerie Sainte-Baudille (4-329)	Ecoulement	Moyen	Effondrée ?	Lg = 0,6 m Hg= 1,2 m	Marno-calaire	20 m	Corps galerie supposé vide dès l'entrée. Zone aléa maintenue jusqu'à son débouché dans la galerie Saint-Pierre	Peu sensible à Sensible	Limitée	Faible
Gardanne	Galerie Saint-Pierre (4-328)	Roulage et Ecoulement	Moyen	Remblayage des 30 premiers mètres	Lg = 2,7 m Hg= 1,8 m	Marno-calaire	15 m	Corps galerie à priori vide après 30 premiers mètres. Zone d'aléa supprimée sur 30 premiers mètres puis maintenue jusqu'à 15 m de profondeur : Zone de 2009 réduite jusqu'à la cote + 245 m NGF	Peu sensible à Sensible	Modérée	Moyen
Gardanne	Galerie Biver/Gardanne	Roulage	Moyen	Fermée par bouchon de 19 m	Lg = 2,3 m Hg= 1,8 m	Marno-calaire + Terril Saint-Pierre	15 m	Corps galerie à priori vide après 19 premiers mètres Zone d'aléa supprimée sur 19 premiers mètres puis maintenue jusqu'à 15 m de profondeur : Zone de 2009 réduite jusqu'au	Peu sensible à Sensible	Modérée	Moyen

Commune	Nom galerie	Rôle	Aléa retenu (2009)	Type et année de travaux réalisés (source DADT)	Dimension / section (source DADT)	Recouvrement	Hauteur <sup>5</sup> de remontée de fontis (m) (cf. [11])	Analyse	Prédisposition	Intensité	Aléa retenu (2016)
								passage de la galerie sous la colline du terril Saint-Pierre			
Gardanne	Galerie du puits PHO	Galerie technique	Aucun	Murée	Lg = 1,5 m Hg= 2 m	Marno-calaire	25 m	Corps galerie a priori vide mais maçonné ou à revêtement béton ?. Aléa retenu sur toute longueur de la galerie	Peu sensible	Modérée	Faible
Gardanne	Mine Ecole	Enseignement	Aucun	Mine embouée	-	Marno-calaire	-	Corps mine totalement emboué	Nulle	Sans objet	Nul
Saint-Savournin	Amorcière Puits Saint-Germain	Amorcière	Aucun	Galerie embouée	Lg = 2 m Hg= 1,95 m	Marno-calaire	-	Corps galerie totalement emboué	Nulle	Sans objet	Nul
Saint-Savournin	Dynamitière Saint-Germain	Dynamitière	Aucun	Galerie embouée	Lg = 2 m Hg= 1,6 m	Marno-calaire	-	Corps galerie totalement emboué	Nulle	Sans objet	Nul
Saint-Savournin	Egout Puits Saint-Germain	Egout	Aucun	Galerie remblayée	Lg = 1,45 m Hg= 1,15 m	Marno-calaire	-	Corps galerie remblayé	Nulle	Sans objet	Nul
Trets	Galerie Saint-Jean (11-742)	Roulage et Ecoulement	Moyen	Embouée sur 602 m de long	Section = 4,5 m <sup>2</sup>	Marno-calaire	30 m	Corps galerie totalement emboué jusqu'à 40 m de profondeur. Zone aléa supprimée	Nulle	Sans objet	Nul
Trets	Galerie Desfarges (11-743)	Ecoulement	Moyen	En sortie pour permettre écoulement eau mais pas sortie de gaz	Lg = 1,3 m Hg= 2 m	Marno-calaire	25 m	Corps galerie à priori vide dès l'entrée. Aléa maintenu jusqu'à 25 m de profondeur : Zone de 2009 réduite jusqu'à la cote + 240 m NGF	Peu sensible à Sensible	Modérée	Moyen
Trets	Galerie Sainte-Marie (11-748)	Galerie technique double reliant les 2 puits Sainte-Marie	Faible	Fermé par béton lors du traitement puits Sainte-Marie	Lg = 1,3 m Hg= 2,15 m	Marno-calaire	25 m	Possibilité de vides résiduels dans galerie. Aléa maintenu sur toute longueur de la galerie double : Zone de 2009 réduite suite au calage du plan du carreau des puits	Peu sensible	Limitée	Faible

Commune	Nom galerie	Rôle	Aléa retenu (2009)	Type et année de travaux réalisés (source DADT)	Dimension / section (source DADT)	Recouvrement	Hauteur <sup>5</sup> de remontée de fontis (m) (cf. [11])	Analyse	Prédisposition	Intensité	Aléa retenu (2016)
Trets	Dynamitière Sainte-Marie (11-747)	Dynamitière	Faible	Transfert de responsabilité au propriétaire	Inconnu	Marno-calaire	-	Galerie supposée ouverte et vide. Aléa maintenu sur toute longueur de la galerie : Zone de 2009 réduite suite au calage du plan du carreau des puits	Peu sensible	Limitée	Faible
Trets	Recoupe descenderie Sainte-Marie	Galerie technique	Faible	Inconnu	Inconnu	Marno-calaire	-	Galerie supposée vide bien que descenderie remblayée. Aléa maintenu sur toute longueur de la galerie : Zone de 2009 réduite suite au calage du plan du carreau des puits	Peu sensible	Limitée	Faible
Marseille	Galerie de la Mer	Ecoulement	Moyen	Galerie accessible et surveillée	-	-	-	Zone d'aléa de 2009 maintenue	Peu sensible à Sensible	Modérée	Moyen

**Tableau 6 : Caractéristiques de l'aléa effondrement localisé retenu à l'aplomb des galeries techniques recensées**

## **Descenderies**

En ce qui concerne les descenderies, l'apport des données sur leurs dimensions, mises en sécurité, etc. fournis dans les DADT ainsi que sur les investigations menés permet pour chaque descenderie :

- d'affiner l'emprise des aléas et, en considérant :
  - une réduction de l'incertitude de positionnement des descenderies levées par CdF de 10 m à 5 m (cf. § 7.2.1), et/ou ;
  - une réduction de la marge d'extension latérale du phénomène liée à la projection horizontale du tronçon de la descenderie évalué comme potentiellement instable à savoir les 10 premiers mètres, au lieu des 20 m pris dans le cadre de l'étude préliminaire de 2009. En effet, compte tenu de leur inclinaison, il est considéré que les descenderies présentent au-delà de 10 m de profondeur un toit résistant formé par les calcaires fuvéliens non altérés (cf. § 13.1). De plus, ceci tend à se confirmer par l'absence de désordre recensé à l'aplomb des corps de descenderies (cf. § 6.3).
- d'ajuster le niveau de l'aléa (faible ou moyen dans le cas présent et en conservant la méthodologie de l'étude préliminaire, cf. § 10.1.3) selon les données des DADT et non plus à partir des qualifications de traitement des ouvrages fournies dans les fichiers informatiques de CdF.

## **Puits**

Après vérification dans les DADT des traitements réalisés, les niveaux d'aléa effondrement localisé retenus et leur cartographie réalisés dans le cadre l'étude préliminaire sont confirmés.

## 10.2 L'affaissement

### 10.2.1 Description du phénomène

L'affaissement se manifeste par un réajustement des terrains de surface induit par l'éboulement de cavités souterraines résultant de l'extraction du minerai. Les désordres, dont le caractère est généralement lent, progressif et souple, prennent la forme d'une dépression topographique qui présente une allure de cuvette (cf. figure 21), sans rupture cassante importante (des fractures ouvertes sont possibles dans la zone en extension, située sur la bordure de l'affaissement).

Les exploitations concernées par les affaissements possèdent généralement quatre points communs : exploitation dite « partielle » en plateure à faiblement pentée où des vides sur des superficies importantes ont été maintenus, grande profondeur (valeur dépendant du contexte mais en général une centaine de mètres au moins), extensions horizontales importantes (ratio largeur exploitée / profondeur) et recouvrement capable de se déformer de manière « souple » sur des amplitudes importantes.

L'amplitude maximale de l'affaissement est directement proportionnelle à l'ouverture des travaux souterrains. Le coefficient de proportionnalité dépend notamment de la profondeur des travaux, de la méthode d'exploitation (défruitement) et de traitement des vides (remblayage). Dans la majorité des cas, les amplitudes maximales observées sont d'ordre décimétrique à métrique.



*Figure 21 : Photographie d'une cuvette d'affaissement Bray-en-Cinglais – Soumont (14)*

Plusieurs configurations peuvent être à l'origine de ce phénomène :

- les exploitations totales (tout le minerai est enlevé dans les tailles), menées à moyenne ou grande profondeur et présentant des extensions horizontales importantes. Il se produit dans les cinq ans suivant l'arrêt de l'exploitation. Ce phénomène a été observé dans le cadre de l'exploitation du gisement du Bassin de Provence pour les secteurs exploités par tailles foudroyées ;
- Les exploitations partielles (chambres et piliers) présentant des configurations de profondeur, d'exploitation et de pendage favorables au déclenchement de ce type de phénomène (gisements pentés avec possibilité de débouffages de remblai, ou suffisamment profonds pour menacer la stabilité des piliers).

Sur le Bassin de Provence, l'analyse des écrits de l'effondrement du Rocher Bleu de 1879 en couche Grande Mine, qui s'est traduit par une remobilisation brutale de la surface du sol, a révélé que le mécanisme initiateur s'apparentait en fait à un affaissement, dont l'expression compte tenu de la rigidité de la structure s'est accompagnée de manifestations cassantes. Ce phénomène a été donc qualifié d'« affaissement à caractère cassant ».

### **10.2.2 Rappel des conclusions de l'étude préliminaire sur l'aléa affaissement**

Compte tenu de l'étendue du bassin et des diversités de configuration, les travaux ont été regroupés en champs d'exploitations homogènes présentant des caractéristiques géologiques et d'exploitation permettant d'envisager une évolution identique (9 champs homogènes définies, cf. § 3). Pour chaque champ exploité par des méthodes partielles, des secteurs homogènes ont été définis en fonction du schéma de dimensionnement (taux de défrètement, taille et forme des piliers), du rapport L/H (largeur sur profondeur du panneau) et de la profondeur moyenne des travaux et regroupées en 22 « secteurs homogènes » dont le niveau d'aléa a été évalué ainsi que le caractère potentiellement cassant. Cette analyse a conclu à retenir :

- l'affaissement à caractère cassant lié à la rupture d'exploitations partielles critiques à sur-critiques (Largeur / Profondeur du panneau supérieur ou égal à 1) comprises entre 50 m et 250 à 300 m de profondeur, retenu à un niveau moyen. La cartographie tient compte d'une marge d'incertitude de localisation des travaux de 10 m et d'un angle d'influence du phénomène de 10° ;
- l'affaissement à caractère souple lié à la rupture d'exploitations partielles critiques à sur-critiques (Largeur / Profondeur du panneau supérieur ou égal à 1) comprises entre 50 m et 250 à 300 m de profondeur, voir au-delà (selon les configurations de travaux), retenu à un niveau faible. La cartographie tient compte d'une marge d'incertitude de localisation des travaux de 10 m et d'un angle d'influence du phénomène compris entre 20° et 35° suivant la nature géologique du recouvrement (générant cartographiquement une auréole autour des zones d'affaissement cassant dans le cas où ce dernier est également possible).

### **10.2.3 Apport des informations complémentaires et conclusion sur l'aléa affaissement**

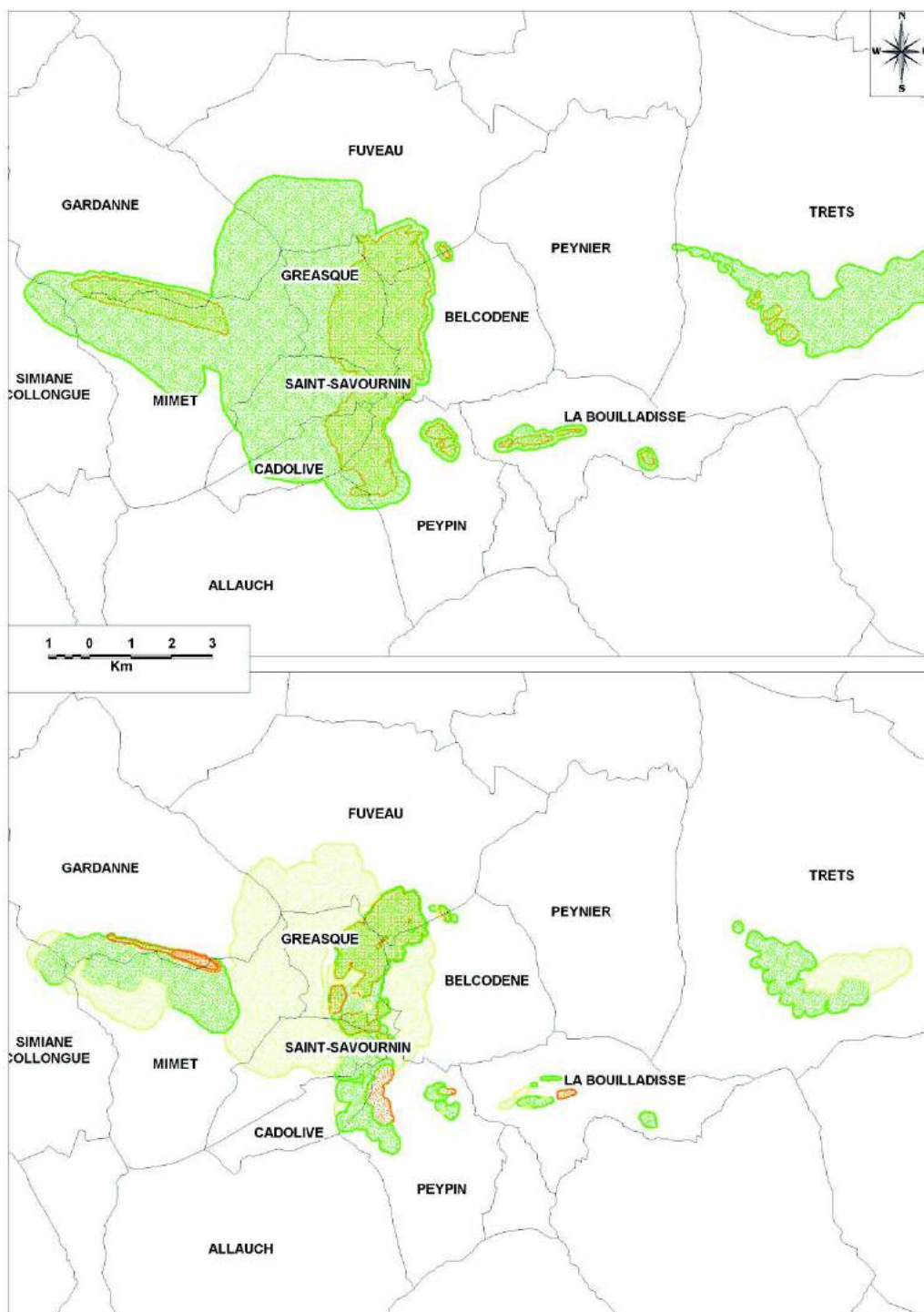
À ce stade, les éléments informatifs ayant permis d'évaluer et de cartographier les aléas affaissement correspondaient aux données issues des dossiers de CdF produites à l'échelle du bassin. À la demande de la DREAL Provence-Alpes-Côte d'Azur, un important travail de réflexion sur les mécanismes et phénomènes d'affaissement a été réalisé. Cette étude spécifique (cf.[5]) a débuté par un travail de recherche d'informations auprès des différentes sources d'archives disponibles, et par le recalage et la digitalisation partielle des plans sources. Leur analyse a permis de proposer une réévaluation de l'aléa affaissement en fonction de ces nouvelles informations (iso-profondeur, configuration des exploitations, géologie de recouvrement, etc.) qui ont pu être établies. Elle définit par ailleurs les autres types de phénomènes d'affaissement redoutés dans ces zones et leur niveau d'aléa correspondant.

Pour ce faire, des zones « homogènes » d'exploitation ont été découpées à partir de ces plans sources (couches Grande Mine et 4 Pans) pour évaluer les configurations de rupture au fond, basées sur des critères identiques (piliers barrières, zones vierges, panneaux exploités, méthode d'exploitation, largeur de panneau). Sur la base des 22 secteurs homogènes définis sur les exploitations partielles dans le cadre de l'étude préliminaire, plus de 1400 zones ou sous-secteurs homogènes ont été identifiés.

En fonction de ces « zones homogènes », une réévaluation des phénomènes et de l'aléa d'affaissement a pu être menée en intégrant d'une part, des critères complémentaires (criticité des panneaux, amplitude d'affaissement, valeurs de mise en pente, angles d'influence) et, d'autre part, des critères caractérisant les autres couches exploitées. D'autres éléments ont été finalement pris en compte dans l'analyse ; la nature et un critère de raideur des terrains de recouvrement ainsi que les volumes de vides localement créés au sein de celui-ci par les carrières de Pierres à ciment.

Ainsi, à l'issue de cette nouvelle démarche, il ressort que l'aléa relatif aux deux phénomènes d'affaissement a pu être précisé sur l'ensemble du bassin, tant en cartographie qu'en termes de niveaux (cf. figure 22). L'emprise des zones exposées à l'aléa affaissement a été réduite par rapport à l'étude préliminaire. En particulier, l'aléa affaissement à caractère cassant de niveau moyen :

- est confirmé en partie nord et en partie centrale du bassin, ainsi qu'au droit des quartiers peu profonds en partie nord du Lambeau Charrié où la démarche en zones « homogènes » a montré la présence de grands quartiers de chambres et piliers abandonnés présentant un fort taux de défrètement. Le zonage est néanmoins réduit en superficie par la présence de zones vierges qui délimitent des secteurs sous-critiques. Le secteur de Rocher Bleu, déjà effondré, a été quant à lui déclassé en aléa affaissement à caractère souple de niveau faible à pente très limitée (0,2 % < pente < 0,8 %) ;
- est supprimé entre les affleurements et la limite des premiers travaux cartographiés. Sur cette zone, les rares informations répertoriées relatives aux exploitations menées renvoient plutôt à la notion de « zones potentiellement affectées par des travaux miniers » aux mouvements attendus de très faibles amplitudes ;
- est supprimé dans la partie sud (Saint-Savournin Sud, Cadolive et Peypin) où se situent par ailleurs les enjeux actuels les plus importants. Dans ces secteurs, l'étude a permis d'exclure le phénomène d'affaissement à caractère cassant de la présence systématique des exploitations sus-jacentes à Grande Mine en couches Quatre Pans et Gros Rocher, et localement de Pierres à ciment. Il a été reclassé en aléa affaissement à caractère souple de niveau faible à moyen ;
- est supprimé au droit des quartiers peu profonds de Baume de Marron, La Bouilladisse, Pinchinier et Trets, peu étendus, présentant des exploitations par tailles remblayées et/ou découpées par des failles avec un pendage marqué. Il a été reclassé en aléa affaissement à caractère souple de niveau faible à moyen.



**Figure 22 : Cartographie de l'aléa affaissement sur le bassin de Provence  
(en haut : édition de 2009 - en bas : édition de 2015)**

Orange quadrillé = affaissement cassant moyen ; orange = affaissement souple moyen ;  
vert = affaissement souple faible ; jaune = aléa faible à pente très limitée (0,2 % < pente < 0,8 %)



## 10.3 Le glissement

### 10.3.1 Description du phénomène

Des stériles d'exploitation (francs ou de sélectivité) ont été mis en dépôt sous forme de verses ou de terrils. Tout dépôt peut *a priori* être sujet à des phénomènes de glissements de leurs flancs (ou de tassements).

Deux grands types de phénomènes de glissements sont distingués.

Les glissements superficiels sont des phénomènes ponctuels mettant en jeu des volumes restreints de matériaux (quelques dizaines de m<sup>3</sup>). Ils prennent principalement la forme de glissements pelliculaires ou de rigoles de ravinement, parfois profondes, avec pour conséquence l'épandage de matériaux en pied de dépôt. Le développement de ces instabilités superficielles peut favoriser le déclenchement d'une rupture de plus grande ampleur.

Les glissements profonds résultent du mouvement d'une masse de terrain le long d'une surface de rupture (circulaire, plane ou quelconque) et dont la vitesse de déplacement, en phase critique, varie fréquemment de quelques millimètres à quelques mètres par heure. Les volumes concernés peuvent s'avérer importants et se répandre vers l'aval sous forme de cônes d'épandage.

Ces phénomènes de glissements, qu'ils soient superficiels ou profonds, sont généralement la conséquence d'une mauvaise gestion des eaux (à l'intérieur et à proximité des dépôts), d'hétérogénéités granulométriques, de défauts de géométrie des pentes et/ou encore d'emprunts (érosion ou anthropiques).

### 10.3.2 Rappel des conclusions de l'étude préliminaire sur l'aléa glissement

Les études réalisées dans le cadre des dossiers d'arrêt définitif de travaux (DADT) de CdF ont révélé que la stabilité en grand de tous les terrils était assurée. Les phénomènes potentiels seraient donc assimilables à des glissements superficiels dont l'intensité estimée est *limitée* à l'exception du terril de Molx (intensité *modérée*) en raison de sa forte pente et de l'absence d'aménagement. Néanmoins, ce dernier composé d'éléments grossiers (granulométrie décimétrique) à bonne cohésion est peu sensible à produire des phénomènes de glissement. Au final, tous les ouvrages de dépôt, y compris le Molx sont affectés d'un aléa glissement de niveau *faible*.

Certaines verses (ou terrils) répertoriées ne sont pas renseignées dans le DADT et ne sont pas visibles sur site. Par conséquent, elles sont supposées être de faible importance et l'intensité de l'aléa glissement de terrain éventuel ne saurait être qu'au plus *limitée*. Dans ces conditions, l'aléa « glissement de terrain » a été qualifié de *faible* au droit de ces verses ou terrils (les terrils Notre Dame n°1 et 2, le terril Rouvrières, le terril Doria, le terril Lecas, le terril Cerveau, les deux terrils du puits Armand, les terrils de faible importances (communes de Gréasque et Belcodène), le terril de Trets, les anciens terrils de la Bouilladisse).

Le tableau 7 suivant synthétise les éléments d'observations et les conclusions sur l'aléa glissement retenu pour chaque terril dans le cadre de l'étude préliminaire.

Nom	Description	Prédisposition	Intensité	Aléa
Défends	Aménagements réalisés, adoucissement des pentes, talutage. Des banquettes drainantes et des contre-pentes ont été aménagées. Maîtrise du schéma des écoulements.	peu sensible	Très limitée	Faible
Grappon	remodelage des profils et la réalisation de banquettes drainantes conduisant les eaux de ruissellement jusqu'à une série de bassin d'orage.	sensible	Très limitée	Faible
Madame d'André	Les pentes du terril de faible hauteur sont entièrement boisées et ne posent pas de problème particulier de stabilité.	Peu sensible à sensible	Limitée	Faible
Sauvaires	Aucun désordre profond lié à des problèmes géotechniques n'a été observé. Des aménagements récents ont été réalisés	Très peu sensible	Très limitée	Faible
Bramefan	<ul style="list-style-type: none"> <li>le terril du Bramefan, édifié avec des pentes faibles (15° en final), n'a jamais donné lieu au moindre problème de stabilité ;</li> <li>la pente en pied de dépôt est réglée de telle manière qu'on n'observe pas d'accumulation d'eau ;</li> <li>la cohésion du corps du terril est assurée par la prise rapide des cendres.</li> </ul>	Très peu sensible	Très limitée	Faible
St-Pierre	Chemin d'écoulement partiellement obturé, glissement flagrant	Sensible	Limitée	Faible
Molx	Pente forte, terril non aménagé, cependant cohésion acquise	Peu sensible	Modérée	Faible
PHO	Ce terril pas très haut présente sur certains flancs des signes de glissements superficiels	sensible	Limité	Faible
Terril du puits Germain	Ce terril qui a subi une combustion totale, présente des pentes végétalisées. Aucun signe d'instabilités n'a été décelé.	Peu sensible	Limité	Faible
Puits Biver	Terril non aménagé présentant des signes d'instabilité (un glissement détecté) et des flancs très raides. Le corps de ce terril doit certainement avoir acquis une cohésion	Sensible	limitée	Faible
Terril du puits Léonie	Terril du puits Léonie, végétalisé, présente des pentes assez raide mais pas de signes d'instabilité détecté.	Peu sensible à Sensible	Limité	Faible
Puits Gérard	Terril totalement végétalisé, difficilement reconnaissable	Peu sensible	Très limité	Faible
Pâté	Terril stabilisé, végétalisé	Peu sensible	Très limité	Faible
Dépôt entrée galerie St Pierre	Dépôt probablement de faible importance.	Peu sensible	Très limité	Faible
Près neufs	Reconverti en zone industrielle est actuellement probablement non visible.	<b>Pas d'aléa</b>		
Félicie	Extension de 1,6 ha, carreau du puits de la Félicie.	Peu sensible	Très limité	Faible
Carreau de Meyreuil	Terril de faible importance, supposé non sujet au glissement de pente.	<b>Pas d'aléa</b>		
Armand	Terril pas très haut, ne présentant pas d'indices d'instabilité	peu sensible	Très limité	Faible
Baume de Marron	Terril se confondant dans le paysage, ne présentant pas de signe d'instabilité.	peu sensible	Très limité	Faible
Terril de l'Huillier	Ce terril n'est que partiellement végétalisé, néanmoins les pentes y sont douces et ne présentent aucun signe d'instabilité.	peu sensible	Très limité	Faible
Terril du puits n°12	Terril végétalisé et stabilisé	Peu sensible	Très limité	Faible
Terril de la RN96	Terril végétalisé et stabilisé	Peu sensible	Très limité	Faible
Terril du puits 14	Terril végétalisé et stabilisé	Peu sensible	Très limité	Faible
Terrils du puits 15	Terril végétalisé et stabilisé	Peu sensible	Très limité	Faible
Notre Dame n°1	Terrils au sujet desquels on ne dispose d'aucune information (cf. remarque paragraphe précédent).	Peu sensible à sensible	Très limité	Faible
Notre Dame n°2		Peu sensible à sensible	Très limité	Faible
Rouvrières		Peu sensible à sensible	Très limité	Faible
Doria		Peu sensible à sensible	Très limité	Faible
Lecas		Peu sensible à sensible	Très limité	Faible
Cerveau		Peu sensible à sensible	Très limité	Faible
Les deux terrils du puits Armand		Peu sensible à sensible	Très limité	Faible
Terrils de faibles importances (communes de Gréasque et Belcodène)		Peu sensible à sensible	Très limité	Faible
Le terril de Trets		Peu sensible à sensible	Très limité	Faible
Anciens terrils de la Bouilladisse		Peu sensible à sensible	Très limité	Faible

**Tableau 7 : Qualification de l'aléa glissement sur les terrils du Bassin de Provence dans le cadre de l'étude préliminaire (cf. [1])**

### 10.3.3 Apport des informations complémentaires et conclusion sur l'aléa glissement

Les récents éléments d'observations (glissement superficiel constaté sur le terril du Grappon, cf. § 6.2) et les rapports de la surveillance menée par l'Etat confirment le zonage de l'aléa glissement retenu en 2009.

## 10.4 Le tassement

Sur le Bassin de Provence, le phénomène de tassement ne concerne que les terrains remaniés de surface, à savoir les dépôts de surface.

Parmi les principaux facteurs classiques de prédisposition aux tassements de remblais anthropiques, sont retenus :

- l'épaisseur des remblais ;
- la nature et la granulométrie des matériaux déposés ;
- la méthode de mise en place des remblais (avec ou sans compactage).

La mise en place des dépôts a été assurée par simple déversement gravitaire. Ceci ne garantit donc pas une compaction complète. Au droit de chaque terril, la prédisposition à un aléa de type tassement a été qualifiée de peu sensible car la plupart d'entre eux ont acquis une certaine cohésion qui confère à l'édifice une capacité non négligeable de supporter une surcharge. De par leur nature, ces phénomènes présentent une intensité limitée. Le croisement de la prédisposition et de l'intensité du phénomène attendu conduit à retenir un aléa tassement faible au droit de chaque terril.

A l'image de l'aléa glissement, les récents éléments d'observations confirment le zonage de l'aléa tassement retenu en 2009.



## 11 EVALUATION DE L'ALEA ECHAUFFEMENT

Il s'agit d'un phénomène engendré par l'oxydation de la matière organique combustible. La combustion spontanée est due à une réaction exothermique comme l'oxydation de la pyrite ou un feu externe (type feu de broussailles).

Sur le Bassin de Provence, on peut considérer que tous les dépôts ayant dû brûler se sont déjà consumés ou qu'ils sont en cours de combustion : Terrils de Sauvaires et Défens. Pour ces deux dépôts un aléa moyen est retenu.

Par ailleurs, les couches exposées naturellement à l'affleurement sont déjà oxydées et une mise à feu n'est envisageable qu'en cas d'incendie de surface, ou de travaux de terrassement dégaugeant des horizons non encore oxydés.

Dans le cadre de l'étude préliminaire de 2009, il a été considéré un aléa échauffement de niveau faible sur l'ensemble des affleurements avec ou sans présence de travaux miniers et dont les tracés étaient issus des fichiers informatiques de CdF.

Bien que ces affleurements soient naturellement en place, la présence de travaux miniers peut catalyser et aggraver le phénomène. C'est pourquoi, un aléa faible est nouvellement retenu uniquement sur les zones d'affleurements où la présence de travaux miniers est avérée ou supposée. En cas d'absence de travaux miniers (cas de la couche Gréasque sur environ 2 km linéaires au centre de la commune de Peynier), l'aléa échauffement a été supprimé mais la possibilité de développement d'incendies au niveau de cet affleurement de lignite est à garder en mémoire.

Par ailleurs, l'exploitation des plans miniers sources du quartier de La Bouilladisse a permis de mettre en évidence l'existence d'affleurements de la couche dite de « Fuveau » qui ont fait l'objet d'exploitations très anciennes. Le tracé des affleurements des autres couches exploitées de ce quartier (Grande Mine, 4 Pans, Gros Rocher et 2 Pans) a été également précisé et complété. Tous ces affleurements ont été retenus en aléa échauffement de niveau faible.



## 12 EVALUATION DE L'ALEA INONDATION

### 12.1.1 Description des phénomènes

Selon le guide méthodologique (cf. [3]), les phénomènes liés à l'ancienne activité minière qui peuvent être à l'origine d'inondations sont multiples :

- la modification du régime des émergences ;
- l'apparition de zones détrempées ou de marécages ;
- l'inondation des sous-sols et des points bas ;
- la modification du régime des cours d'eau ;
- les inondations « brutales » ;

Dans le cas du Bassin de Provence, la configuration des travaux miniers souterrains et des dépôts de surface amènent à retenir deux de ces phénomènes :

- la modification du régime des émergences dans le cas d'un colmatage accidentel de la galerie de la Mer et ainsi l'apparition ou l'augmentation de débits d'écoulements au puits Z et par les galeries Saint-Pierre/Saint-Baudille, galerie de Gardanne Biver et galerie de Fuveau.
- une inondation « brutale » par l'apport conséquent d'eau dans les dispositifs de drainage et collecte des eaux des terrils hydrologiquement les plus sensibles à savoir les terrils de Grappon, Défens, Sauvaires et Madame d'André.

### 12.1.2 Rappel des conclusions de l'étude préliminaire sur l'aléa inondation

Dans le cadre de l'étude préliminaire, l'aléa inondation n'a pas été traité. En effet, une des conclusions était que cet aléa, lié en particulier aux dépôts (terrils, verses), ne pouvait être traité de manière globale mais qu'il nécessitait la réalisation d'études spécifiques localisées.

Néanmoins, une recommandation de suivi des aménagements hydrauliques des terrils pour garantir la pérennité des dépôts ou pour limiter leur impact à l'aval, notamment sur les phénomènes d'inondation a été formulée.

En 2014, la DREAL a sollicité Geoderis, dans le cadre de l'étude détaillée des aléas, pour la précision et la finalisation de l'aléa inondation (cf. [6]).

### 12.1.3 Synthèse de l'aléa inondation

Remarques préalables : la mise en œuvre des études de détail fait apparaître la limite des études d'aléas miniers pour appréhender la problématique d'inondation. En effet, l'impact des terrils sur le réseau hydrographique en aval implique une connaissance de nombreux paramètres extérieurs (données relatives aux réseaux, aux crues des bassins versants plus ou moins urbanisés, à la topographie, etc.), dont l'étude dépasse largement le cadre de l'aléa minier.

Par ailleurs, précisons qu'il n'y a pas eu d'imbrication avec les éléments PPRI durant la réalisation de ces études, l'objectif étant d'obtenir une cartographie de l'aléa spécifiquement minier.

### 12.1.3.1 Modification du régime des émergences

Dans l'hypothèse très improbable où la galerie de la Mer se colmaterait, le point bas susceptible de servir de point de débordement serait le Puits Z de la concession de Meyreuil (C2), via une galerie technique à + 216 m NGF relié au puits par une ouverture de 1,6 m de diamètre dans le bouchon de béton. Si les communications ne sont pas parfaites avec le puits Z, les mises en charge locales pourraient entraîner des débordements secondaires au droit des galeries suivantes :

- Saint-Pierre/Saint-Baudille à + 226 m NGF aménagée pour évacuer 400 m<sup>3</sup>/h ;
- Gardanne Biver à + 229 m NGF, équipée pour évacuer 400 m<sup>3</sup>/h ;
- Fuveau à + 230 m NGF, équipée pour évacuer 800 m<sup>3</sup>/h.

De tels débordements ont été évalués à une prédisposition très peu sensible, et les lames d'eau impliquées seraient d'intensité modérée (< 50 cm) pour le flux principale, et limitée en bordure (< 20 cm). L'aléa inondation relatif à la modification du régimes au niveau de ces quatre émergences a été évalué à faible.

### 12.1.3.2 Inondation « brutale »

L'évaluation de l'aléa « inondation brutale » associé à un événement centennal, au sens du guide méthodologique, se base sur le croisement de :

- la prédisposition à l'inondation pour le site concerné, estimée par l'hydrogéologue après étude du dimensionnement (capacité de rétention et/ou d'évacuation) et de l'état des aménagements hydrauliques (colmatage, végétalisation, faiblesses structurelles), ainsi que de la fréquence de leur suivi. La prédisposition va de « peu sensible » à « très sensible » ;
- avec l'intensité, qui permet, une fois les points de débordement / mise en charge / retenue d'eau potentiels identifiés, de répartir le volume d'eau produit sur la topographie locale selon plusieurs classes. Les classes d'intensité vont de « limitée » à « très élevée ».

Le calcul des volumes d'eau produits en cas d'événement centennal se base sur des raisonnements d'hydrologie quantitative, avec l'aide des méthodes traditionnelles d'évaluation des débits de crue.

La détermination des points de débordement / mise en charge / retenue d'eau potentiels et l'estimation des volumes d'eau restant à évacuer est :

- quantitative, en calculant les débits disponibles des ouvrages de collecte et d'évacuation ainsi que les capacités de rétention des bassins<sup>6</sup> ;
- qualitative, en inspectant le réseau en détail, pour identifier les éventuels points où pourrait se produire un dysfonctionnement.

Les volumes centennaux à évacuer sont ensuite répartis sur la topographie environnant chaque site, et fournissent plusieurs classes d'intensité selon la hauteur d'eau évaluée qui résulte de cette répartition. L'utilisation de photographies aériennes / satellitaires et des courbes de niveau à pas de 5 m disponibles localement (données photogrammétriques CdF réalisées en 2005) a permis de préciser la localisation de certaines zones préférentielles d'écoulement ou certaines zones potentielles de débordement. Suite aux inspections de terrain la répartition des classes d'intensité a pu être retravaillée et affinée.

---

<sup>6</sup> Ces méthodes avaient déjà été utilisées par dans le cadre des études pour les DADT de CdF en utilisant les chroniques pluviométriques de la station de Marnane. Dans la nouvelle évaluation de l'aléa, ont été utilisées les données de la station d'Aix-en-Provence, plus proche du site d'étude.



A souligner que le croisement de la prédisposition et de l'intensité ne donne pas un niveau d'aléa de manière déterministe : l'évaluation de ce dernier est à l'appréciation de l'expert sur la base des éléments quantitatifs et qualitatifs dont il dispose.

Le tableau 8 suivant synthétise les différents phénomènes évalués, pour chaque teruil, et par zone. Les intensités et prédispositions sont indiquées et expliquées, pour finalement aboutir sur les niveaux d'aléa retenus. Il en ressort que l'aléa inondation dite « brutal » a été évalué de faible à fort suivant les quatre terrils concernés.



Terril	Phénomène évalué	Paramètre critique	Zones concernées	Intensité en cas d'événement centennal	Détails sur la classe d'intensité	Prédisposition en cas d'événement centennal	Détails sur la prédisposition	Niveau d'Aléa
Grappon	Inondation brutale	Hauteur de lame d'eau	Chemin d'accès au terril / Surface du terril	Limitée	La hauteur de la lame d'eau est limitée (< 20 cm) sur le terril et le chemin d'accès.	Peu sensible	Un dysfonctionnement du réseau de collecte est envisageable, entraînant un débordement des fossés sur le terril et le chemin d'accès. Dégradé en plusieurs endroits, le réseau fait l'objet de travaux réguliers. Le suivi du BRGM-DPSM et les interventions réalisées permettent de limiter la prédisposition de cette zone à l'inondation à un niveau peu sensible.	Faible
			Aval du bassin dessableur	De modérée à limitée	La hauteur de la lame d'eau est modérée (20 à 50 cm) dans l'axe principal d'écoulement, puis diminue selon la topographie en s'en écartant, jusqu'à devenir limitée (< 20 cm). Par croisement avec la prédisposition, le niveau d'aléa résultant est partout faible.	Peu sensible	Une étude récente a montré que les ouvrages avals semblent correctement dimensionnés pour évacuer le débit de fuite provenant du bassin écrêteur. Le bassin aval est très endommagé mais le bassin amont est considéré hydrauliquement suffisant. Une obstruction de l'exutoire aval étant toutefois toujours possible, la prédisposition à l'inondation est considérée comme peu sensible.	Faible
Defens	Inondation brutale	Hauteur de lame d'eau	Pistes traversant le terril / Surface du terril	Limitée	La hauteur de la lame d'eau est limitée (< 20 cm) sur le terril et les différentes pistes qui le traversent.	Sensible	Un dysfonctionnement du réseau de collecte est probable, entraînant un débordement des fossés sur le terril et les pistes qui le traversent. Dégradé et partiellement obturé en plusieurs endroits, le réseau ne fait visiblement pas l'objet de travaux de nettoyage ni de remise en l'état, malgré le suivi DPSM régulier. La prédisposition de cette zone à l'inondation est donc considérée comme sensible.	Faible
			Aval du bassin de rétention Ouest.	Limitée	La hauteur de la lame d'eau est limitée (< 20 cm) sur le chemin d'accès au terril en aval immédiat du bassin Ouest, grâce à la présence du ruisseau sur sa bordure est, dont les capacités d'écoulement sont suffisantes pour évacuer les eaux de débordement.	Sensible	Le bassin Ouest en grande partie comblé et végétalisé, il est donc probable qu'il déborde vers le chemin d'accès. La prédisposition de la zone à l'inondation est par conséquent sensible.	Faible
			Aval de la déchetterie en contrebas du bassin de rétention Est	De modérée à limitée	En aval de la déchetterie au nord-est du terril, la hauteur de la lame d'eau est limitée (20 à 50 cm) dans l'axe principal d'écoulement qui contourne l'habitation. En s'en écartant, elle diminue selon la topographie jusqu'à devenir limitée (< 20 cm). Les eaux s'écoulent jusqu'à rejoindre le vallon de Valbrillant en contrebas.	Sensible	En aval du canal partant du bassin Est et allant jusqu'au niveau d'une déchetterie, les ouvrages sont endommagés, végétalisés, et souvent partiellement obturés : dans cet état, ils ne pourront probablement pas évacuer le débit de fuite du bassin Est sans déborder. La prédisposition de la zone à l'inondation est donc considérée comme sensible. GEODERIS signale par ailleurs une importante érosion du sol (plusieurs dizaines de centimètres) sous la chaussée de la route menant à la déchetterie. GEODERIS reporte également la présence d'un arbre dans le bassin Est : il pourrait percer la membrane étanche de ce dernier.	De moyen à faible
Sauvaires	Inondation brutale	Hauteur de lame d'eau	Terril et chemin qui en fait le tour, ainsi que la route en contrebas	Limitée	La hauteur de la lame d'eau est limitée (< 20 cm) sur le terril et le chemin qui en fait le tour. Les eaux s'écoulent de chaque côté du terril se rejoignent au niveau de la route à l'aval, mais débordent en grande partie vers un large thalweg grâce à une descente d'eau réalisée à cet effet : la lame d'eau s'écoulant sur la route garde donc une hauteur limitée (< 20 cm).	Sensible	Un dysfonctionnement du réseau de collecte est probable, entraînant un débordement des fossés sur le terril et le chemin qui en fait le tour. Les traces de ravinement sont nombreuses sur le chemin et la route aval. Le réseau est dégradé et partiellement obturé en plusieurs endroits. Certains caniveaux sont mal raccordés et/ou obturés de barbelés. Des travaux sur le réseau sont réalisés par endroits, par l'exploitant de panneaux photovoltaïques installé sur le site. Cette zone présente une prédisposition sensible à l'inondation.	Faible
			Amont du terril où ce dernier fait office de barrage aux eaux du vallon principal à l'est	De très élevée à limitée	La hauteur de la lame d'eau retenue est très importante (plusieurs mètres) dans la zone la plus basse de chaque vallon, puis diminue en s'en éloignant, suivant la topographie (très pentue sur les flancs à l'est, moins marquée à l'ouest), jusqu'à devenir limitée (< 20 cm).	Sensible	Une station de pompage est installée dans un bassin de récupération de eaux du vallon principal, relève les eaux de 40 m puis les déverse sur le flanc Est du terril. Elle fonctionne correctement et est régulièrement suivie par le BRGM-DPSM, mais en l'absence de données de pompage détaillées, on considèrera de manière sécuritaire que le dépassement de la capacité de stockage du bassin reste probable en cas de dysfonctionnement de la station. La prédisposition à l'inondation est donc considérée comme sensible dans cette zone.	De fort à faible
			Amont du terril où ce dernier fait office de barrage aux eaux du petit vallon à l'ouest			Très sensible	Il n'existe pas de dispositif d'évacuation des eaux du petit vallon ouest : les eaux s'accumulent dans une zone broussailleuse et s'évacuent lentement par percolation et évaporation. La prédisposition à l'inondation est donc très sensible dans cette zone.	
Mme D'André	Inondation brutale	Hauteur de lame d'eau	Surface du terril	Limitée	La hauteur de la lame d'eau est limitée (< 20 cm) sur le terril.	Peu sensible	Un dysfonctionnement du réseau de collecte est envisageable, entraînant un débordement des fossés sur le terril. Les caniveaux sont en bon état mais leur importante végétalisation peu poser problème. La prédisposition de cette zone à l'inondation est considérée comme peu sensible, le site étant par ailleurs suivi régulièrement par le BRGM-DPSM.	Faible
			Amont du bassin relié à l'entrée de la galerie sous terril	D'élevée à limitée	La hauteur de la lame d'eau est élevée (> 50 cm) à proximité immédiate du lit du ruisseau et du bassin. Le débordement du lit vers le sud et sur la route génère une hauteur d'eau d'abord moyenne (20 à 50 cm) puis limitée (< 20 cm). La faible section d'écoulement disponible sous le pont limitera fortement le reflux d'eau vers l'amont par la partie busée. En revanche l'eau ayant débordé depuis l'aval se déversera partiellement dans le lit amont.	Sensible	Une obstruction partielle de la prise amont de la galerie est envisageable, mais non probable. Le bassin amont est en bon état. Le BRGM-DPSM suspecte en revanche un écrasement partiel de la galerie qui pourrait générer une mise en charge supplémentaire de la prise amont. Un débordement conjoint du lit et du bassin est donc à prévoir en aval du passage busé en direction du sud et sur la route. GEODERIS attribue à cette zone une prédisposition sensible à l'inondation.	De fort à faible
			Aval du barrage formé par l'ancienne voie SNCF	D'élevée à limitée	En situation d'effacement progressif du barrage, la hauteur de la lame d'eau générée en aval est élevée (> 50 cm) et diminue en s'en éloignant suivant la topographie. L'incertitude sur la zone d'effacement potentielle nécessite de considérer un zonage large pour être sécuritaire, ce qui génère un aléa moyen puis faible par croisement avec la prédisposition. L'arrivée du flux d'eau au ruisseau du Pacaret écrête et étale le flux d'eau principal sur une zone élargie, avec une hauteur qui devient moyenne (20 à 50 cm) au centre et limitée en s'en éloignant (< 20 cm). Un débordement localisé d'intensité limitée du Pacaret est également à prévoir en aval immédiat de la confluence avec l'Audibert canalisé. Par croisement avec la prédisposition, l'aléa résultant est partout faible en aval de la confluence.	Peu sensible	La rupture totale du barrage formé par l'ancienne voie SNCF semble extrêmement improbable, en revanche un effacement progressif accompagné de percolation n'est pas à exclure (des percolations ont déjà été observées). Le DPSM surveille régulièrement le site, et des essais géotechniques sont au programme mais n'ont pas encore été planifiés. Des préconisations ont notamment été faites par courrier pour renforcer le suivi du fonctionnement du bassin, et pour effectuer un diagnostic de la digue. En fonctionnement normal, sans incident au niveau de la digue, les débits récupérés en aval du système sont plus faibles que ce qu'ils devraient être à l'état naturel, du fait de la présence du terril et de ses aménagements : bien que des débordements du ruisseau puissent se produire en contrebas du barrage, ils ne sont donc pas d'origine minière. Finalement, la prédisposition à l'inondation de la zone en aval du barrage porte donc uniquement sur les désordres pouvant apparaître sur ce dernier, et est considérée comme peu sensible.	De moyen à faible

Tableau 8 : Synthèse de l'aléa « inondation brutale » pour les quatre terrils étudiés



## 13 CARTOGRAPHIE DES ALEAS

Le fond utilisé pour le report cartographique est la BDORTHO<sup>®</sup> de l'IGN, correspondant à la photographie aérienne informatisée (ici prise de vue de 2011), orthorectifiée et géoréférencée de la zone d'étude. On considère généralement une incertitude de 3 m pour l'utilisation de la BDORTHO<sup>®</sup> de l'IGN comme fond topographique.

Les marges d'influence et d'incertitude liées à l'extension de l'aléa, et à la précision des levés et des reports cartographiques tels que définies dans les paragraphes respectifs de chaque aléa sont intégrées aux zonages figurés sur la carte.

Il est important de noter que la marge d'incertitude peut-être tronquée ou variable selon la direction cardinale impactant de fait la cartographie des aléas. En effet, la présence d'un repère topographique précis permet parfois d'estimer sans ambiguïté la position de l'ouvrage (par exemple, certitude que l'ouvrage se situe en rive droite d'une rivière ou de tel côté d'une route, d'après les documents d'archives, mais position incertaine par ailleurs). Par ailleurs, certains ouvrages repérés sur plans ou mentionnés dans les archives peuvent présenter une cote « z » ou altimétrique. Cette donnée confère à ces ouvrages, lorsqu'ils ne sont pas retrouvés sur le terrain, une incertitude de localisation plus faible dans la direction de la ligne de plus grande pente et une incertitude plus élevée dans la direction de la ligne de niveau correspondant à la cote connue de l'ouvrage.

Les cartes relatives aux aléas retenus sont présentées en annexe 5. Pour les mêmes raisons que pour les cartes informatives (cf. § 7), l'impression des cartes d'aléas par commune a été réalisée à l'échelle du 1/10 000. Néanmoins, compte tenu de la précision des échelles des supports cartographiques utilisés, il est estimé que l'échelle maximale de validité des cartes d'aléas est celle du 1/2 500.

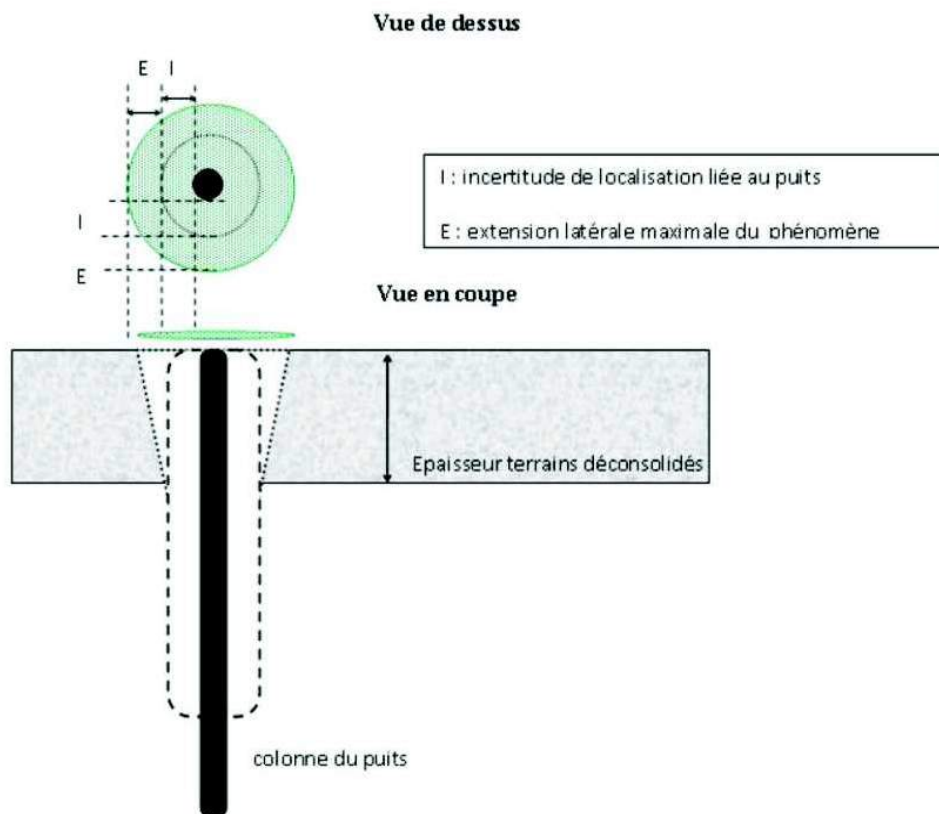
### 13.1 Cartographie de l'aléa effondrement localisé

**Pour les puits**, la zone d'aléa est circulaire. Le rayon de la zone d'aléa est défini à partir du centre du puits de la façon suivante (cf. figure 23) :

$$R = R_{\text{puits}} + R_{\text{influence}} + R_{\text{incertitude globale de localisation}}$$

Avec :

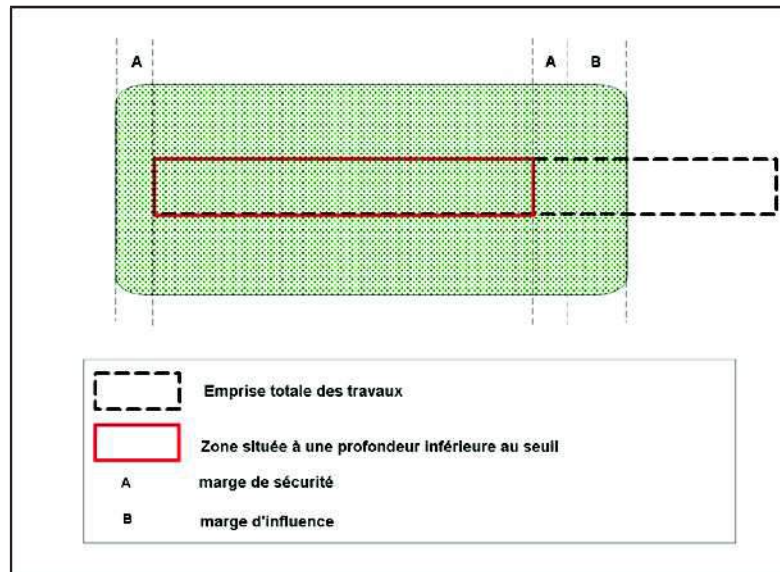
- $R_{\text{puits}}$  (estimé à 1,5 m lorsqu'il n'est pas connu car il ne s'agit pas de puits principaux) ;
- $R_{\text{influence}}$ , relatif à l'extension latérale du cône d'effondrement, pris égal à 3 m, correspondant à l'épaisseur des terrains très peu cohésifs de surface et d'un angle de talus de 45° ;
- $R_{\text{incertitude globale de localisation}}$  est estimée de 8 à 13 m, selon :
  - Ouvrage « visible » dans les DADT de CdF : 8 m, dus à la valeur de 5 m liée à la confirmation terrain des levés CdF (cf. § 7.2.1) et à l'incertitude du report sur la BD ORTHO<sup>®</sup> de l'IGN (3 m) ;
  - Ouvrages identifiés sur plan d'exploitation : 13 m, dus à la valeur de 10 m fournie par CdF et à l'incertitude du report sur la BD ORTHO<sup>®</sup> de l'IGN (3 m).



**Figure 23 : Zonage de l'aléa effondrement localisé lié aux puits**

**Pour les galeries,** l'extension de la zone d'aléa est définie à partir de la localisation et de l'extension de ces ouvrages. La marge retenue pour cartographier l'aléa se décompose comme suit (cf. figure 24) :

- une marge d'incertitude globale de localisation des galeries et de celle du fond BD ORTHO<sup>®</sup>. La valeur de cette marge est prise à 8 m, pour les entrées de galeries visibles par CdF (mêmes arguments que pour les puits + report sur BD ORTHO<sup>®</sup> IGN), et de 13 m pour les entrées non visibles par CdF (mêmes arguments que pour les puits + report sur BD ORTHO<sup>®</sup> IGN) ;
- une marge d'influence correspondant à l'extension latérale maximale d'un fontis en surface prise égale à l'épaisseur des terrains très peu cohésifs de surface et d'un angle de talus de 45°. Comme pour les puits, la valeur de cette marge dans le cas présent est prise à 3 m.



d'incertitude

**Figure 24 : Zonage de l'aléa effondrement localisé lié à la présence d'une galerie ou d'une descenderie souterraine (vue en plan)**

**Pour les descenderies,** l'aléa de 2009 a été tracé selon un rayon de 25 à 45 m qui tient compte de l'incertitude de positionnement de l'ouvrage (10 m) et de la marge d'extension latérale du phénomène mais surtout de la projection horizontale du tronçon de la descenderie inférieur à 20 m de profondeur (soit 20 à 35 m en considérant les variations d'inclinaison de 30° (cas des descenderies en couche) à 45° (cas des descenderies en travers-banc)).

Ce rayon forfaitaire prenait son origine sur le doute quant à la direction des premiers mètres des descenderies. La lecture des plans sources disponibles et l'interprétation géologique du gisement et de son recouvrement tendent à confirmer que l'essentiel des descenderies ont été creusées en travers-bancs dont l'inclinaison serait voisine de 45°. Cette technique permettait d'assurer une meilleure stabilité des premiers mètres des descenderies creusées dans le toit calcaire résistant. Il a par ailleurs été constaté que la direction de la flèche matérialisant l'axe des descenderies sur les cartes des DADT de CdF correspondait le plus souvent à la direction de la portion de la descenderie en couche et non de celle de ces premiers mètres.

En considérant ces éléments et en ayant qu'un échantillon restreint des tracés des descenderies sur les plans (la plupart des axes et orientations des anciennes descenderies aux affleurements ne figurent pas clairement sur les plans sources), l'extension de la zone d'aléa est définie à partir de la localisation de la descenderie et est cartographiée sous la forme d'un cercle dont le rayon correspond à la marge retenue. Celle-ci se décompose comme suit :

- une marge d'incertitude globale de localisation de la descenderie et de celle du fond BD ORTHO®. La valeur de cette marge est prise à 8 m, pour les entrées de descenderies « levées » par CdF (mêmes arguments que pour les puits + report sur BD ORTHO® IGN), et de 13 m pour les entrées « non levées » par CdF (mêmes arguments que pour les puits + report sur BD ORTHO® IGN) ;
- un rayon forfaitaire de 15 m qui tient compte de la marge d'extension latérale du phénomène mais surtout de la projection horizontale du tronçon de la descenderie évalué comme potentiellement instable à savoir les 10 premiers mètres (en considérant néanmoins une inclinaison défavorable et sécuritaire pour toutes les descenderies de 30°).

**Pour les travaux souterrains**, l'extension de la zone d'aléa est définie selon l'emprise des travaux d'exploitations situés à moins de 50 m de profondeur. Les emprises tiennent compte de la marge d'incertitude de localisation des travaux d'exploitation concernés prises à 10 m (cf. § 7.2.2). La marge d'influence, correspondant à l'extension latérale maximale d'un effondrement localisé en surface prise égale à l'épaisseur des terrains très peu cohésifs de surface, est ajoutée pour le tracé de l'aléa. La valeur de cette marge a été estimée à 3 m.

### **Pour les travaux « mal localisés »**

Il s'agit des secteurs au voisinage proche des affleurements et pour lesquels la présence de travaux miniers à moins de 50 m de profondeur est suspectée. L'emprise de ces travaux suspectés est tracée à partir des affleurements et tient compte des éléments de pendage des couches. Une marge d'incertitude de 20 m lié à celle de la position de la ligne d'affleurement est ajoutée. Aucune marge d'influence n'est ajoutée considérant le zonage défini comme globalisant.

## **13.2 Cartographie de l'aléa affaissement**

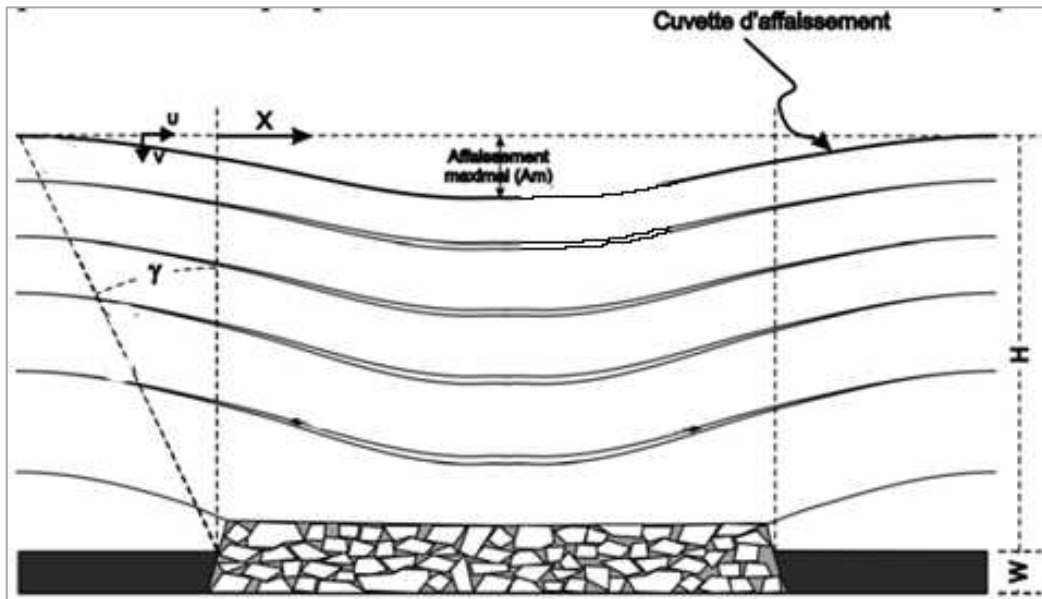
L'extension des zones d'aléa affaissement qu'il soit à caractère cassant ou souple est définie selon l'emprise des travaux d'exploitations jugés instables. Les emprises tiennent compte de la marge d'incertitude de localisation des travaux d'exploitation concernés prises à 10 m (cf. § 7.2.2).

A ceci s'ajoute une marge d'influence qui varie selon le pendage de la couche exploitée, du caractère souple ou cassant de l'affaissement. Cette marge d'influence, qui permet de cartographier les limites en surface de la zone possiblement influencée par un affaissement, est déterminée à partir d'un angle dit « angle d'influence », pris sur la verticale, qui relie l'extrémité du panneau, au fond, aux points de surface où les affaissements, déformations ou pentes sont considérés comme imperceptibles ou nuls.

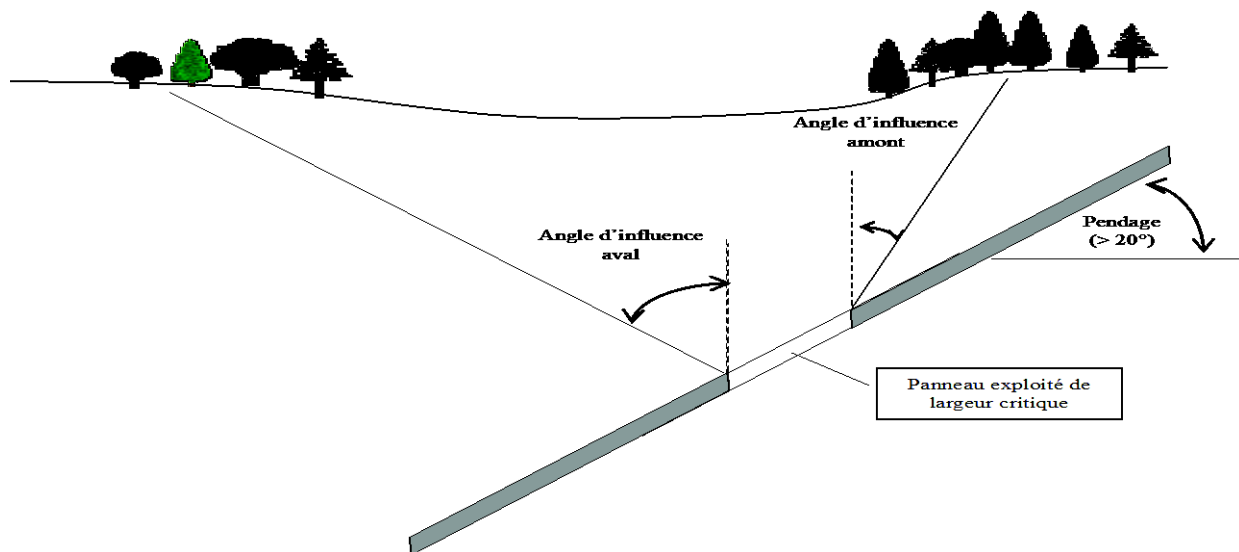
Les exploitations en couche pentée se caractérisent par une dissymétrie de la cuvette d'affaissement plus ou moins importante en fonction du pendage. L'existence d'un pendage influe, en effet, directement sur les valeurs des angles d'influence en amont et en aval (cf. figure 25). Considérant, dans une couche située en plateure (pendage subhorizontal), un angle d'influence ( $\gamma$ ) constant en gisement penté (pendage supérieur à  $20^\circ$ ), on est conduit à distinguer les angles limites qui varient en fonction du pendage (cf. figure 26) :

- l'angle limite « amont », plus petit que l'angle  $\gamma$  ;
- l'angle limite « aval », toujours plus grand que  $\gamma$ .





**Figure 25 : Représentation schématique d'une cuvette d'affaissement en gisement en plateaux**



**Figure 26 : Schéma montrant la dissymétrie des angles d'influence amont et aval en gisement penté**

Dans le cas du bassin de Provence, le gisement en place présente un pendage vers l'ouest de l'ordre de  $5^\circ$  et est ainsi considéré comme en plateaux. Les écaillés exploitées telles que le Lambeau Charrié présentent quant à elles un pendage plus important (cf. tableau 9). Quand la profondeur d'exploitation devient importante, l'influence de l'angle aval se traduit généralement par une large extension de la cuvette d'affaissement mais, en contrepartie, par des amplitudes d'affaissement vertical et des déplacements différentiels horizontaux plus faibles.

### **Marge d'influence de l'aléa affaissement à caractère cassant**

L'angle d'influence du phénomène d'affaissement à caractère cassant pris à 10° lors de l'étude préliminaire est maintenu. En effet, il est justifié par la physique du phénomène et le retour d'expérience sur des événements de cette nature, mettant en évidence que la rupture est généralement subverticale à l'aplomb des bords de la zone éboulée au fond. Il tient également compte du rôle majeur que peuvent jouer certaines failles dans l'initiation de ce type d'instabilité. Cela représente, pour les zones concernées par cette étude, une marge variant 15 à 40 m selon leur profondeur.

Néanmoins, un aléa affaissement souple (d'un angle d'influence de 20°) a été considéré en pourtour de ces zones d'affaissement à caractère cassant car il n'est pas exclu que le phénomène redouté revête un caractère souple.

### **Marge d'influence de l'aléa affaissement à caractère souple**

L'angle d'influence du phénomène d'affaissement à caractère souple dépend directement de la nature géologique des terrains présents à l'affleurement. En effet, le retour d'expérience disponible sur les exploitations profondes menées par longues tailles foudroyées met en évidence que les terrains marneux bégudiens, du fait de leur comportement plus souple et déformable, induisent une valeur d'angle d'influence de 35°.

Pour ce qui concerne les zones où le Fuvélien est à l'affleurement (et constitue de fait le seul étage géologique du recouvrement), le comportement beaucoup plus raide et cassant des calcaires pousse à prendre une valeur d'angle d'influence sensiblement plus faible, à savoir, pour le gisement en place considéré en plateaux, 20° environ. Cette valeur est celle classiquement mise en évidence dans les bassins miniers avec recouvrement raide (ex : bassin ferrifère lorrain). Pour les écaillés exploitées, les valeurs d'angles amont et aval varient selon le pendage et ont été évaluées par secteurs à partir d'abaques existants sur d'autres bassins similaires (ex : bassins houillers du Nord et du Pas-de-Calais (cf. [5]), de Lorraine ou de la Sarre). Le tableau suivant renseigne les angles d'influence pris par secteurs exploités.

<b>Secteur</b>	<b>Pendage</b>	<b>Angle amont</b>	<b>Angle aval</b>
<b>Lambeau Charrié</b>	20°SE	20°	30°
<b>Baume de Marron</b>	15°SW	20°	25°
<b>La Bouilladisse</b>	15°S	20°	25°
<b>La Bouilladisse (Quartier des puits des Boyers et du Pradel)</b>	35°S	15°	35°
<b>Pinchinier</b>	25°SW	20°	30°
<b>Trets</b>	10°NE	20°	25°

**Tableau 9 : Angles d'influence des aléas affaissement à caractère souple des secteurs pentés**

## **13.3 Cartographie de l'aléa glissement**

L'ensemble des dépôts recensés sont concernés par ce phénomène. La cartographie de l'aléa glissement concerne la base des dépôts. En effet, il est considéré que les glissements auraient potentiellement un impact en pied de terrils dont la marge a été prise à 15, 20 ou 25 m selon la hauteur du dépôt.

### **13.4 Cartographie de l'aléa tassement**

Les zones de dépôts recensées lors de la phase informative sont concernées par ce phénomène. La cartographie de l'aléa tassement concerne les emprises exactes des dépôts définies lors de la phase informative. Aucune marge n'a été ajoutée puisque le phénomène se développe au droit exact des dépôts.

### **13.5 Cartographie de l'aléa échauffement**

L'aléa échauffement concerne certains dépôts du bassin. Dans ce cas, le tracé de l'aléa échauffement est défini selon l'emprise exacte de ces dépôts. Aucune marge n'a été ajoutée puisque le phénomène se développe au droit exact des dépôts.

L'aléa échauffement concerne également les affleurements où la présence de travaux miniers est avérée ou supposée (cf. § 11). Dans ce cas, le tracé de l'aléa échauffement est défini le long des lignes de ces affleurements. Une marge d'incertitude de 20 m liée à celle de la position de la ligne d'affleurement est ajoutée.

### **13.6 Cartographie de l'aléa inondation**

Le tracé de l'aléa inondation résulte d'une évaluation des paramètres (données relatives aux réseaux, aux crues des bassins versants plus ou moins urbanisés, à la topographie, etc.). En effet, les plans à disposition ne sont pas suffisamment précis pour tracer rigoureusement les zones d'aléas et l'interprétation de la morphologie du terrain a été effectuée visuellement, à défaut de données plus précises. Les lames et les volumes en jeu sont également issus d'une évaluation. De manière générale, une réglementation adaptée au degré de précision du travail demandé semblerait appropriée.



## 14 CONCLUSIONS

La présente étude détaillée fait suite à l'étude préliminaire réalisée en 2009 sur la base des données issues des dossiers de CdF. Elle a permis de rassembler et synthétiser une grande quantité d'informations, jusque-là dispersées, concernant les travaux miniers et leurs conséquences sur le territoire des communes affectées par les anciennes concessions détenues par CdF dans le bassin de lignite de Provence. La surface concernée par l'étude est vaste (environ 30 000 ha) et l'édifice minier majeur : environ 955 ouvrages débouchant au jour reconnus, 130 millions de tonnes exploitées, travaux menés sur 4 couches de l'affleurement jusqu'à plus de 1000 mètres de profondeur (puits Yvon Morandat 1100 m de profondeur, diamètre 10 m).

Ce volume de données géoréférencées a été rassemblé sur des cartes informatives réalisées par commune (15 communes au total sur les 19 concernées par les titres et/ou travaux miniers) et reporté sur fond BD Ortho® de l'IGN (prise de vue aérienne de 2011). Ces cartes à l'échelle du 1/10 000<sup>ème</sup> présentent les travaux par veine exploitée, l'ossature minière, les ouvrages de surface, terrils et désordres ainsi que les données relatives au gaz, à l'eau et à l'environnement.

Ces informations ont été analysées et les aléas résiduels ont été évalués. Cinq phénomènes de « mouvements de terrain », deux phénomènes d'« inondation » et le phénomène d'échauffement ont été retenus, à savoir :

- les affaissements à caractère « souple » et « cassant », l'effondrement localisé, le glissement et le tassement ;
- la modification du régime des émergences et l'inondation « brutale » ;
- l'échauffement.

En fonction des types de phénomènes, les niveaux évalués varient de faible à fort. Le tableau 10 suivant synthétise les caractéristiques des aléas retenus.

Par ailleurs, compte tenu des mesures effectuées sur les gaz, l'aléa « gaz de mine » serait à envisager. **Faute de méthodologie, ces aléas n'ont pas été évalués dans le cadre de cette étude. La réalisation dans un premier temps d'une ou plusieurs campagnes de mesures est néanmoins recommandée.**

De même, la cartographie des aléas pollutions des sols ou des eaux n'a pas été réalisée, en l'absence de méthodologie validée. L'inventaire des dépôts a néanmoins été intégré dans la hiérarchisation nationale réalisée dans le cadre de la Directive sur les Déchets de l'Industrie Extractive (DDIE, cf. [12]). **On peut avancer que compte tenu de la substance exploitée, les impacts environnementaux ne sont pas majeurs. D'une part, des contrôles réguliers sur les eaux de pompage avant rejet en mer ainsi que sur le milieu marin récepteur sont réalisés. D'autre part, l'étude réalisée dans le cadre de la DDIE conclue que les matériaux constituant les dépôts ne sont pas considérés comme préoccupants d'un point vue environnemental.**

Le rendu cartographique des aléas a été réalisé par commune, à l'échelle du 1/10 000 et sous fond BD Ortho® de l'IGN (prise de vue aérienne de 2011). Sur les 15 communes du bassin, 14 communes sont concernées par le zonage des aléas. Seule la commune d'Allauch ne présente pas d'aléa en l'absence d'une part d'éléments de surface (ouvrages débouchant au jour ou dépôts) et d'autre part de possibilité de phénomènes de mouvements de terrain liés à des exploitations souterraines, ces dernières étant de faible extension et profondes (au-delà de 500 m).

Type de phénomène	Phénomène	Mécanisme	Configuration	Niveau prédisposition	Niveau d'intensité	Niveau d'aléa			Modalités de la cartographie or incertitude fond cartographique (ici 3 m pour BD Ortho® IGN)
Mouvements de terrain	Affaissement	A caractère « cassant »	- Profondeur inférieure à 300 m et - Exploitation par chambres et piliers et - Toit non faillé à l'échelle du panneau et - Pas d'exploitation d'une couche sus-jacente couvrant l'ensemble du panneau et - Largeur L du panneau supérieure à 0,7 fois la profondeur H, soit $L > 0,7H$ et - Taux de défrêtement supérieur à 50%	Peu sensible	Elevée	Moyen			Projection verticale des travaux avec un angle d'influence de 10° Incertitude position des exploitations 10 m
		A caractère « souple »	- Largeur L du panneau supérieure à 0,4 fois la profondeur H et - Taux de défrêtement supérieur à 20% et - Pente de cuvette supérieure à 0,2%	Peu sensible	Très limitée ( $0,2\% < P_m < 0,8\%$ )	Faible à intensité très limitée		Projection verticale des travaux avec un angle d'influence de 35° si Begudien affleurant et 20° si Fuvélien affleurant Incertitude position des exploitations 10 m	
					Limitée ( $0,8\% < P_m < 3\%$ )	Faible			
					Modérée ( $3\% < P_m < 6\%$ )	Faible			
	Elevée ( $P_m > 6\%$ )				Moyen				
	Effondrement localisé	Fontis	Travaux avérés ou suspectés à moins de 50 m de profondeur ou galeries inférieures à 20 m de profondeur	Peu sensible	Modérée ( $3m < \varnothing < 10m$ )	Faible			Emprise travaux avérés ou suspectés + extension latérale de 3 m + Incertitude 10 m pour les travaux avérés et 20 m pour les travaux suspectés
		Débourrage ou rupture tête de puits	Puits remblayés ou dallés dont le rayon inférieur à 2 m	Peu sensible		Faible			Rayon du puits + extension latérale de 3 m + Incertitude de positionnement des puits « levés » (5 m) ou « non levés » (10m)
			Puits non traités et ouverts dont le rayon est inférieur à 2 m ou remblayés ou dallés et d'un rayon supérieur à 2 m	Sensible		Moyen			
		Débourrage ou rupture tête de descenderie	Descenderies traitées	Peu sensible		Faible			Rayon forfaitaire 15 m autour de l'entrée Incertitude de positionnement des descenderies « levées » (5 m) ou « non levées » (10m)
			Descenderies non traitées	Sensible		Moyen			
Glissement		Glissements superficiels	Ensemble des dépôts sauf carreau Meyreuil, Près Neufs	Peu sensible à sensible		Très limitée à limitée			Talus et marge en pieds de 15 à 25 m suivant terrils
Tassement		Tous dépôts	Peu sensible	Limitée			Emprise dépôt		
Inondation	Modification régime émergences	Suite à obturation galerie de la Mer	Emergences par puits Z, galeries Saint-Pierre/Saint-Baudille, Gardanne Biver et Fuveau	Très peu sensible	Limitée (20 cm) à Modérée (50 cm)			Cartographie photogrammétrique et visuelle de terrain	
	Inondation « brutale »	Suite à forte précipitation et embâcle	Afflux d'eaux au niveau des dépôts de Grappon, Défens, Sauvaires et Madame d'Andrée	Peu sensible à très sensible	Limitée à très élevée				Faible   Moyen   Fort
Echauffement	Incendie		Dépôts en cours de combustion (Sauvaires et Défens)	Non qualifiée	Non qualifiée			Emprise dépôt ou ligne d'affleurement (incertitude 20 m)	
			Dépôts ayant probablement brûlé	Non qualifiée	Non qualifiée				
			Affleurements avec présence avérée ou suspectée de travaux	Non qualifiée	Non qualifiée				

**Tableau 10 : Caractéristiques des aléas retenus sur le Bassin de Provence**

Communes	Type d'aléa	Configuration	Niveau d'aléa				Cartes informatives annexe 1	Cartes d'aléas annexe 2	
<b>Allauch</b>	Aucun aléa						A1, A2 et A3	Sans objet	
<b>Belcodène</b>	Effondrement localisé	Travaux avérés ou suspectés à moins de 50 m de profondeur	Sans objet	Faible	Sans objet	Sans objet	A1, A2 et B	D1, D2, D3 et D5	
		Têtes de descenderies		Faible	Moyen				
		Caractère « cassant »		Sans objet	Moyen				
	Affaissement	Caractère « souple »	Faible à intensité très limitée	Faible	Sans objet				
		Glissement	Sur dépôts	Faible					
		Tassement	Sur dépôts	Faible					
Echauffement	Sur affleurements	Faible							
<b>Bouc-Bel-Air</b>	Aucun aléa						A1, B et C	Sans objet	
<b>Cadolive</b>	Effondrement localisé	Travaux avérés ou suspectés à moins de 50 m de profondeur	Sans objet	Faible	Sans objet	Sans objet	A1, A2, A3, A4, B et C	D1, D2, D3 et D5	
		Têtes de puits		Sans objet	Moyen				
		Têtes de descenderies		Faible	Moyen				
	Affaissement	Caractère « souple »	Faible à intensité très limitée	Faible	Moyen				
		Glissement	Sur dépôts	Faible	Sans objet				
		Tassement	Sur dépôts	Faible					
Echauffement	Sur affleurements	Faible							
<b>Fuveau</b>	Effondrement localisé	Travaux avérés ou suspectés à moins de 50 m de profondeur	Sans objet	Faible	Sans objet	Sans objet	A1, A2, B et C	D1, D2, D3, D5 et D6	
		Galeries à moins de 20 m de profondeur		Faible					
		Têtes de puits		Faible					
		Têtes de descenderies		Faible					Moyen
	Affaissement	Caractère « cassant »	Faible à intensité très limitée	Sans objet	Moyen				
		Caractère « souple »		Faible	Sans objet				
		Glissement		Sur dépôts					Faible
		Tassement		Sur dépôts					Faible
Echauffement	Sur affleurements	Sans objet	Faible	Sans objet					
	Inondation		Sur terriils		Faible	Moyen	Fort		
		Sorties galeries		Faible	Sans objet	Sans objet			
<b>Gardanne</b>	Effondrement localisé	Travaux avérés ou suspectés à moins de 50 m de profondeur	Sans objet	Faible	Sans objet	Sans objet	A1, A2, A3, A4, B et C	D1, D2, D3, D5 et D6	
		Galeries à moins de 20 m de profondeur		Faible	Moyen				
		Têtes de puits		Faible	Moyen				
		Têtes de descenderies		Faible	Moyen				

Communes	Type d'aléa	Configuration	Niveau d'aléa				Cartes informatives annexe 1	Cartes d'aléas annexe 2	
<b>Gardanne (suite)</b>	Affaissement	Caractère « cassant »	Sans objet	Sans objet	Moyen	Sans objet	A1, A2, A3, A4, B et C	D1, D2, D3, D5 et D6	
		Caractère « souple »	Faible à intensité très limitée	Faible	Moyen				
	Glissement	Sur dépôts	Sans objet	Faible	Sans objet				
	Tassement	Sur dépôts	Sans objet	Faible	Sans objet				
	Echauffement	Sur affleurements		Faible	Sans objet				
		Sur terril		Sans objet	Moyen				
	Inondation	Sur terrils	Sans objet	Faible	Moyen				Fort
Sorties galeries		Faible		Sans objet	Sans objet				
<b>Gréasque</b>	Effondrement localisé	Travaux avérés ou suspectés à moins de 50 m de profondeur	Sans objet	Faible	Sans objet	Sans objet	A1, A2, A3, B et C	D1, D2, D3, D5 et D6	
		Galeries à moins de 20 m de profondeur		Faible					
		Têtes de puits		Faible					Moyen
		Têtes de descenderies		Faible					Moyen
	Affaissement	Caractère « cassant »	Sans objet	Sans objet	Moyen				
		Caractère « souple »		Faible à intensité très limitée	Faible				Sans objet
	Glissement	Sur dépôts	Sans objet	Faible	Sans objet				
	Tassement	Sur dépôts		Faible					
	Echauffement	Sur affleurements		Faible	Sans objet				Moyen
Sur terril		Sans objet	Moyen	Fort					
<b>La Bouilladisse</b>	Effondrement localisé	Travaux avérés ou suspectés à moins de 50 m de profondeur	Sans objet	Faible	Sans objet	Sans objet	A1, B et C	D1, D2, D3 et D5	
		Galeries à moins de 20 m de profondeur		Faible	Moyen				
		Têtes de puits		Faible	Sans objet				
		Têtes de descenderies		Faible	Moyen				
	Affaissement	Caractère « souple »	Sans objet	Faible à intensité très limitée	Faible				Moyen
	Glissement	Sur dépôts		Faible	Sans objet				
	Tassement	Sur dépôts		Faible					
Echauffement	Sur affleurements	Faible	Sans objet	Moyen					
	Sur terril	Sans objet	Moyen						
<b>La Destrousse</b>	Aucun aléa					Sans objet	Sans objet		
<b>Marseille</b>	Effondrement localisé	Galeries à moins de 20 m de profondeur	Sans objet	Sans objet	Moyen	Sans objet	B et C	D1	
		Têtes de puits			Moyen				
<b>Meyreuil</b>	Glissement	Sur dépôts	Sans objet	Faible	Sans objet	Sans objet	A1, B et C	D3, D5 et D6	
	Tassement	Sur dépôts		Faible					
	Echauffement	Sur terril		Sans objet					Moyen



Communes	Type d'aléa	Configuration	Niveau d'aléa			Cartes informatives annexe 1	Cartes d'aléas annexe 2
Mimet	Effondrement localisé	Travaux avérés ou suspectés à moins de 50 m de profondeur	Sans objet	Faible	Sans objet	A1, A2, A3, A4, B et C	D1, D2, D3 et D5
		Têtes de descenderies		Faible	Moyen		
	Affaissement	Caractère « cassant »	Faible à intensité très limitée	Sans objet	Moyen		
		Caractère « souple »		Faible	Moyen		
	Glissement	Sur dépôt	Sans objet	Faible	Sans objet		
	Tassement	Sur dépôt		Faible			
Echauffement	Sur affleurements	Sans objet	Faible	Moyen			
	Sur terill		Sans objet				
Peynier	Effondrement localisé	Travaux avérés ou suspectés à moins de 50 m de profondeur	Sans objet	Faible	Sans objet	A1 et B	D1, D3 et D5
		Têtes de descenderies		Faible	Moyen		
	Glissement	Sur dépôt		Faible	Sans objet		
	Tassement	Sur dépôt		Faible			
Echauffement	Sur affleurements	Faible					
Peypin	Effondrement localisé	Travaux avérés ou suspectés à moins de 50 m de profondeur	Sans objet	Faible	Sans objet	A1, A2, A3, A4, B et C	D1, D2, D3 et D5
		Têtes de puits		Faible			
		Têtes de descenderies		Faible	Moyen		
	Affaissement	Caractère « souple »	Faible à intensité très limitée	Faible	Moyen		
	Glissement	Sur dépôt	Sans objet	Faible	Sans objet		
Tassement	Sur dépôt	Faible					
Echauffement	Sur affleurements	Faible					
Rousset	Aucun aléa					Sans objet	Sans objet
Simiane-Collongue	Affaissement	Caractère « souple »	Faible à intensité très limitée	Faible	Sans objet	A1 et A4	D2 et D3
	Glissement	Sur dépôt	Sans objet	Faible			
	Tassement	Sur dépôt		Faible			
Saint-Savournin	Effondrement localisé	Travaux avérés ou suspectés à moins de 50 m de profondeur	Sans objet	Faible	Sans objet	A1, A2, A3, A4, B et C	D1, D2, D3 et D5
		Têtes de descenderies		Faible	Moyen		
	Affaissement	Caractère « cassant »	Faible à intensité très limitée	Sans objet	Moyen		
		Caractère « souple »		Faible	Sans objet		
	Glissement	Sur dépôt	Sans objet	Faible			
Tassement	Sur dépôt	Faible					
Echauffement	Sur affleurements	Faible					
Septème-les-Vallons	Aucun aléa					C	Sans objet

Communes	Type d'aléa	Configuration	Niveau d'aléa				Cartes informatives annexe 1	Cartes d'aléas annexe 2
Trets	Effondrement localisé	Travaux avérés ou suspectés à moins de 50 m de profondeur	Sans objet	Faible	Sans objet	Sans objet	A1, B et C	D1, D2, D3 et D5
		Têtes de puits		Faible				
		Têtes de descenderies		Faible	Moyen			
	Affaissement	Caractère « souple »	Faible à intensité très limitée	Faible	Sans objet			
	Glissement	Sur dépôt	Sans objet	Faible				
	Tassement	Sur dépôt		Faible				
	Echauffement	Sur affleurements		Faible				

**Tableau 11 : Répartition des aléas « mouvements de terrain » par commune**

## Bibliographie

- [1] Bassin de lignite de Provence – Anciennes concessions détenues par les Charbonnages de France – Définition et cartographie préliminaire de l'aléa, juin 2009. Rapport GEODERIS S2009/58DE-09PAC2210
- [2] Note d'information sur la nature des mouvements de terrains susceptibles de se développer à l'aplomb des anciennes exploitations menées par chambres et piliers dans le bassin houiller de Provence, août 2010. Rapport INERIS DRS-10-116224-09341A.
- [3] L'élaboration des Plans de Prévention des Risques Miniers - Guide Méthodologique - Volet technique relatif à l'évaluation de l'aléa - Les risques de mouvements de terrain, d'inondations et d'émissions de gaz de mine. Rapport INERIS DRS-06-51198/R01, mai 2006.
- [4] Expertise internationale du dossier d'arrêt définitif des travaux des concessions de Gardanne (13). Rapport Geoderis 03-PACA-5001R03, octobre 2003.
- [5] Bassin lignitifère de Provence (Bouches-du-Rhône) - Etude et cartographie détaillées - de l'aléa « affaissement » lié à l'activité minière. Rapport Geoderis S2015/068DE-15PAC36040, septembre 2015
- [6] Révision des aléas du secteur de Gardanne - Volet aléa inondation de type « inondation brutale » lié à quatre terrils du Bassin Houiller de Provence - Compléments dans les secteurs du puits Z et des points d'émergence minière secondaires. Rapport Geoderis S2015/075DE-15PAC36040, septembre 2015.
- [7] Etude hydrogéologique des travaux miniers de la région de Gardanne (13). Rapport CESAME, 2002.
- [8] Bassin houiller de Provence - Arrêt définitif des travaux miniers dans les 12 concessions du bassin de Provence, Volume 3 – Mémoire – La Grande Concession (C3), 2002. Houillères de Bassin du Centre et du Midi – Groupe Charbonnages de France.
- [9] Durand, Gaviglio, Gonzalez et Vetter. Gardanne, livret guide excursion 26<sup>ème</sup> congrès géologique international, Industrie Minérale, juin 1980.
- [10] Contribution au développement d'outils d'aide à l'évaluation des aléas dans le cadre des PPRM Aléas « mouvements de terrain » pour les gisements pentés et filoniens – Partie 2 : Typologie des événements redoutés au droit d'exploitations pentées et/ou filoniennes. Rapport INERIS DRS-05-55102/R02, 2005.
- [11] Annexe technique au guide d'élaboration des Plans de Prévention des Risques Miniers - Evaluation de l'aléa « effondrement localisé ». Rapport INERIS DRS-09-103953-12226A, décembre 2009.
- [12] Inventaire des dépôts miniers issus des exploitations charbonnières. Rapport GEODERIS N2013/042DE\_bis-13NAT2440, juin 2014
- [13] Suivi qualitatif du rejet en mer des eaux de mine – Campagne été 2014. Rapport COPRAMEX Marché AO 12033S, décembre 2014.
- [14] Bassin de lignite de Provence (13) - Etude de risques liés à l'effondrement localisé - Communes de Fuveau, Marseille et La Bouilladisse. Rapport GEODERIS N2016/006DE – 16NAT23060, février 2016.
- [15] Bassin lignitifère de Provence – Commune de Saint-Savournin (Bouches-du-Rhône) – Résultat de la révision de l'aléa « mouvements de terrain » au niveau d'un projet de lotissement. Rapport GEODERIS S2015/079DE – 15PAC36070, décembre 2015.



# **ANNEXE 1**

## **Cartes informatives**

*(hors texte)*

**A1 : Travaux en veine Grande Mine**

**A2 : Travaux en veine 4Pans**

**A3 : Travaux en veine Gros Rocher**

**A4 : Travaux en veine Mauvaise Mine**

**B : Ossature minière, ouvrages de surface, terrils et désordres miniers recensés**

**C : Eléments relatifs au gaz, à l'eau et à l'environnement**



## **ANNEXE B**

### **Cartes d'aléas**

*(hors texte)*

**D1 : Effondrement localisé**

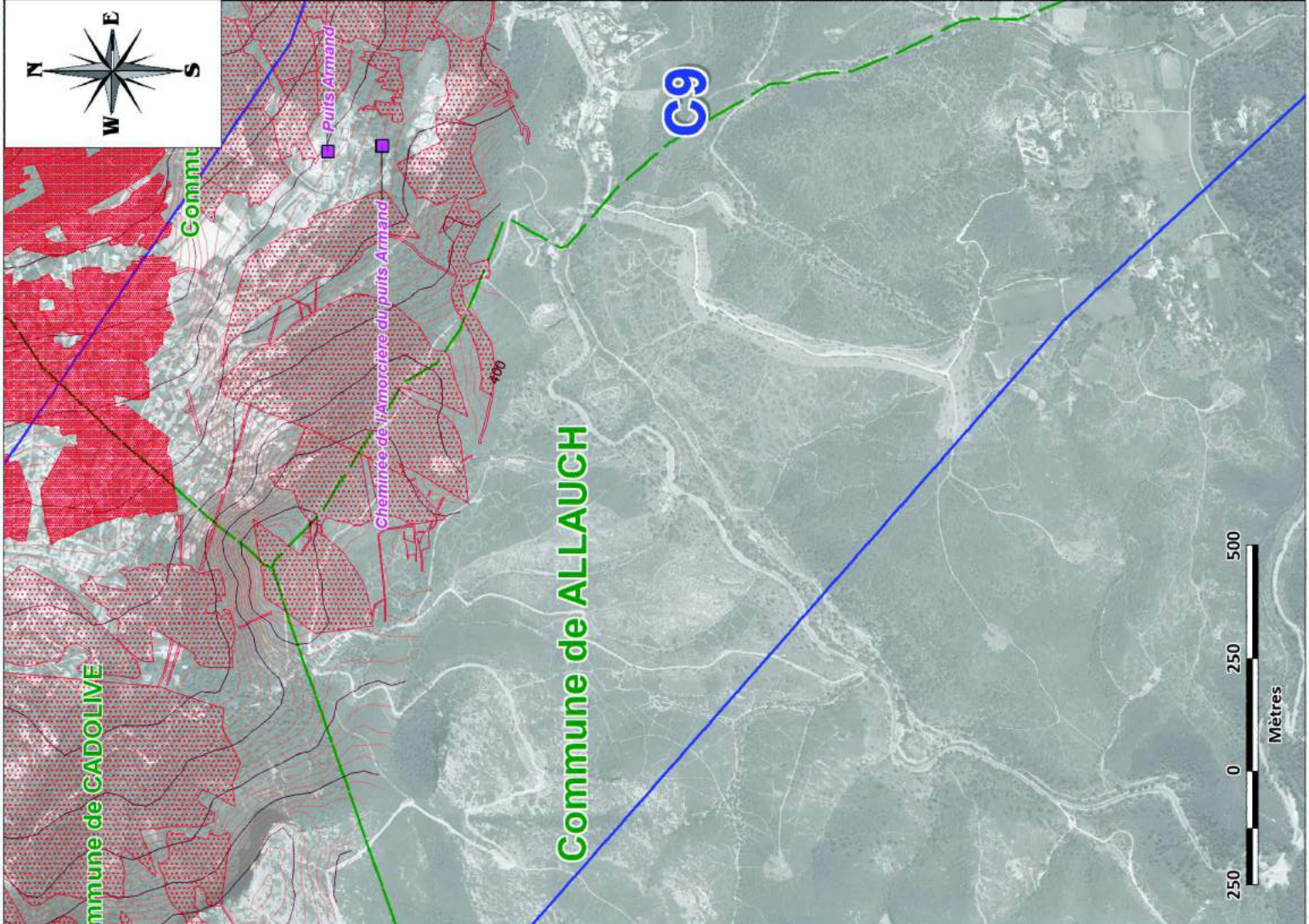
**D2 : Affaissement**

**D3 : Tassement et glissement**

**D4 : Gaz (non évalué et non cartographié)**

**D5 : Echauffement**

**D6 : Inondation**



**TRAVAUX MINIERS**

- Puits principaux
- Affleurement
- Galerie
- Isobathes (équidistance 50 m) gisement "en place"
- Isobathes (équidistance 10 m) gisement "en place"
- Isobathes (équidistance 50 m) gisement "charrié"
- Isobathes (équidistance 10 m) gisement "charrié"

**METHODE D'EXPLOITATION**

- Rangées et bourrages
- Chambres et piliers abandonnés
- Chambres et piliers ruinés
- Tailles montantes remblayées
- Longues tailles foudroyées
- Chambres américaines avec remblayage hydraulique
- Chambres américaines défilées et remblayées avec abandon des massifs non repris
- Zone potentiellement affectée par d'anciens travaux à la localisation méconnue

**LIMITES ADMINISTRATIVES**








- Limite Commune
- Limite Concession

ECHELLE : 1 / 10 000











ANNEXE A1 : CARTE INFORMATIVE - VEINE GRANDE MINE

TRAVAUX MIAMIERS

-  Puits principaux
-  Affaiblissement
-  Galerie
-  Isohathes (équidistance 50 m) glissement "en place"
-  Isohathes (équidistance 10 m) glissement "en place"
-  Isohathes (équidistance 50 m) glissement "charité"
-  Isohathes (équidistance 10 m) glissement "charité"

METHODE D'EXPLOITATION

-  Rangées et tourrages
-  Chambres et piliers abandonnés
-  Chambres et piliers ruinés
-  Tailles montantes remblayées
-  Longues tailles foudroyées
-  Chambres américaines avec remblayage hydraulique
-  Chambres américaines défilées et remblayées avec abandon des massifs non repris
-  Zone potentiellement affectée par d'anciens travaux à la localisation méconnue

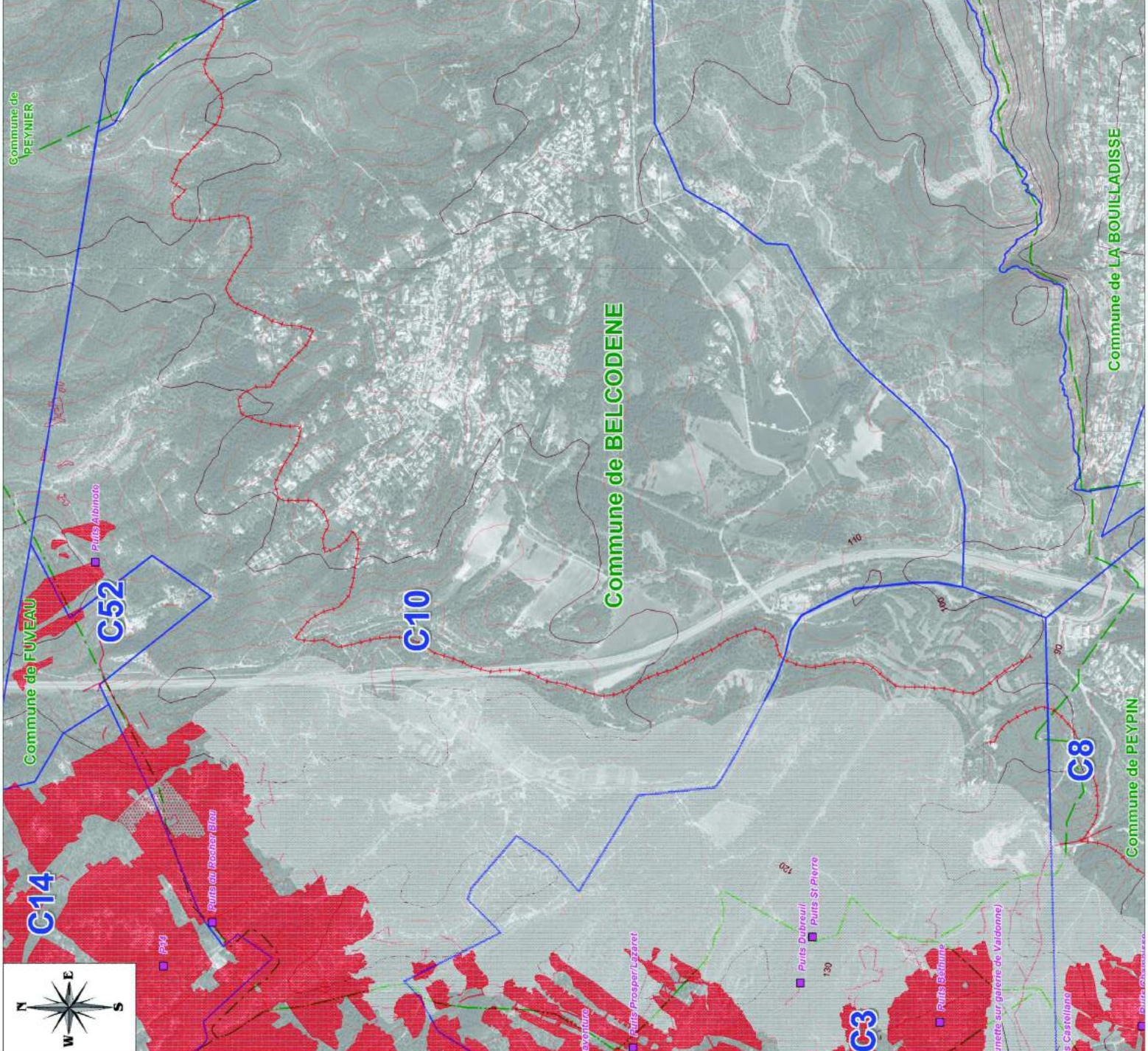
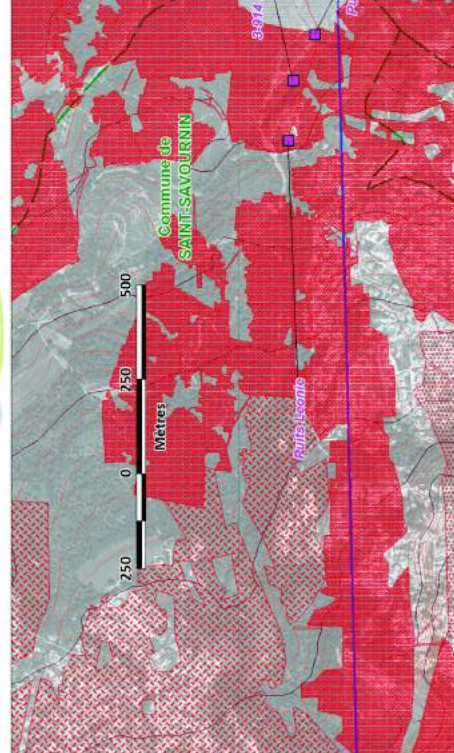
LIMITES ADMINISTRATIVES

-  Limite Commune
-  Limite Concession

ECHELLE : 1 / 10 000

Rapport S2016/004DE-16FAC22070 - Janvier 2016

Fond cartographique : BD Carthage de 2011 actualisé conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - MEDAD - MAP de juillet 2007





**TRAVAUX MINIERS**

- Puits principaux
- Affleurement
- Galerie
- Isobathes (équidistance 50 m) gisement "en place"
- Isobathes (équidistance 10 m) gisement "en place"
- Isobathes (équidistance 50 m) gisement "charrié"
- Isobathes (équidistance 10 m) gisement "charrié"

**LIMITES ADMINISTRATIVES**

- Limite Commune
- Limite Concession

ECHELLE : 1 / 10 000

**METHODE D'EXPLOITATION**

- Ranges et bourrages
- Chambres et piliers abandonnés
- Chambres et piliers ruinés
- Tailles montantes remblayées
- Longues tailles foudroyées
- Chambres américaines avec remblayage hydraulique
- Chambres américaines défilées et remblayées avec abandon des massifs non repris
- Zone potentiellement affectée par d'anciens travaux à la localisation méconnue

Rapport S2016/004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

Fond cartographique : BD ORTHO® de 2011 utilisé conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - MEDAD - MAP de juillet 2007

**GEODERIS**

250 0 250 500  
Mètres

Commune de BOUC-BEL-AIR

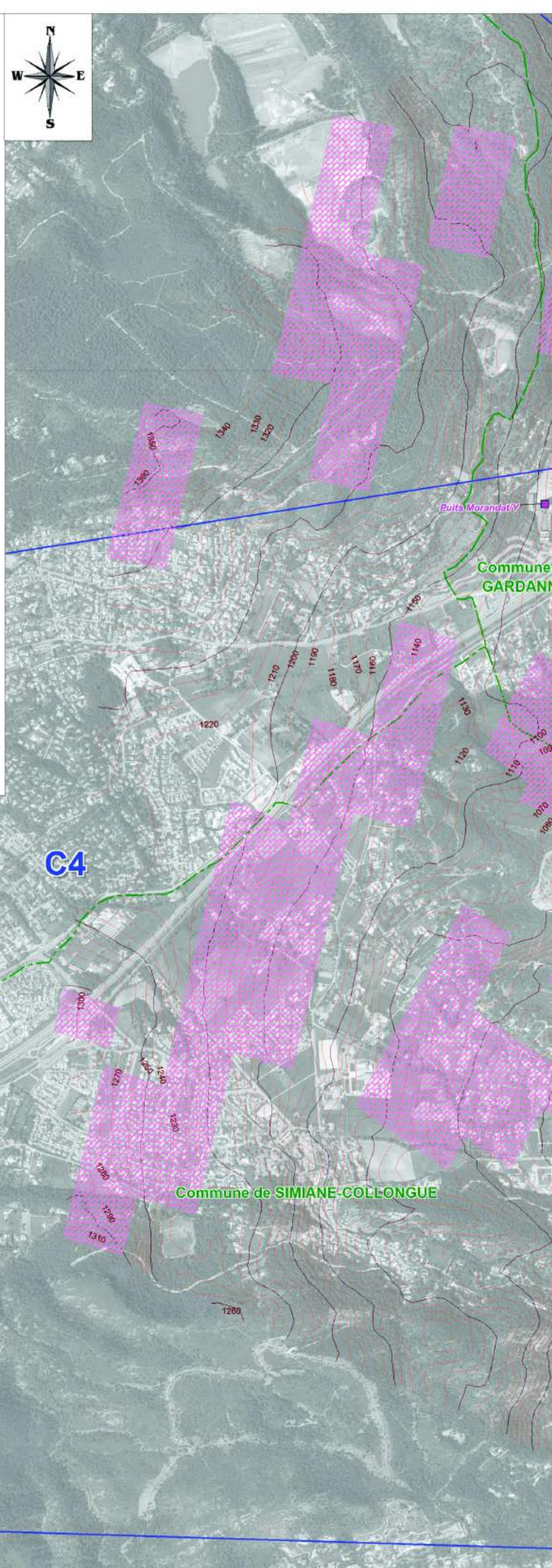
C4

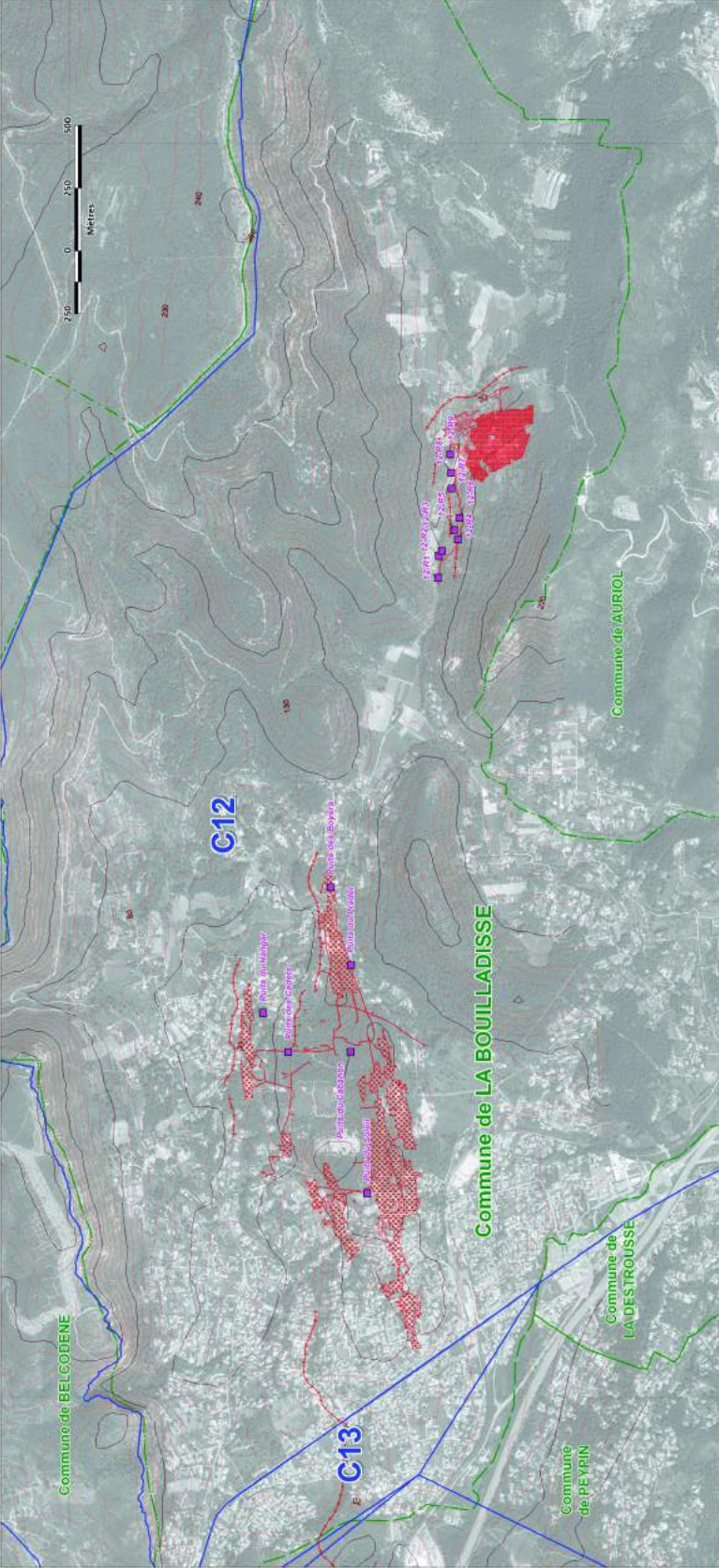
Commune de SIMIANE-COLLONGUE

Commune GARDANN

Puits Morandat/Y

Puits de La Maille





**DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR**  
**Bassin lignitifère de Provence (13)**  
**COMMUNE DE LA BOUILLADISSE**  
**ANNEXE A1 : CARTE INFORMATIVE - VEINE GRANDE MINE**

**TRAVAUX MINIERES**

- Puits artésiens
- Affaissement
- Galeries
- Incantives localisées (E ou grandeur "en plan")
- Incantives localisées (E ou grandeur "en plan")
- Incantives localisées (E ou grandeur "vertical")
- Incantives localisées (E ou grandeur "vertical")

**METHODE D'EXPLOITATION**

- Régales et borages
- Chantiers et plans d'abandonnés
- Chantiers et plans vivants
- Tailles souterraines abandonnées
- Logements talus hydrolytiques
- Chantiers abandonnés avec emballage hydraulique
- Chantiers abandonnés, déblais et matériaux avec abandon des réseaux (en règle)
- Zone préalablement affectée par d'anciennes travaux à la localisation incertaine

**LIMITES ADMINISTRATIVES**

- Limite Commune
- Limite Consensus

**ECHELLE : 1 / 10 000**

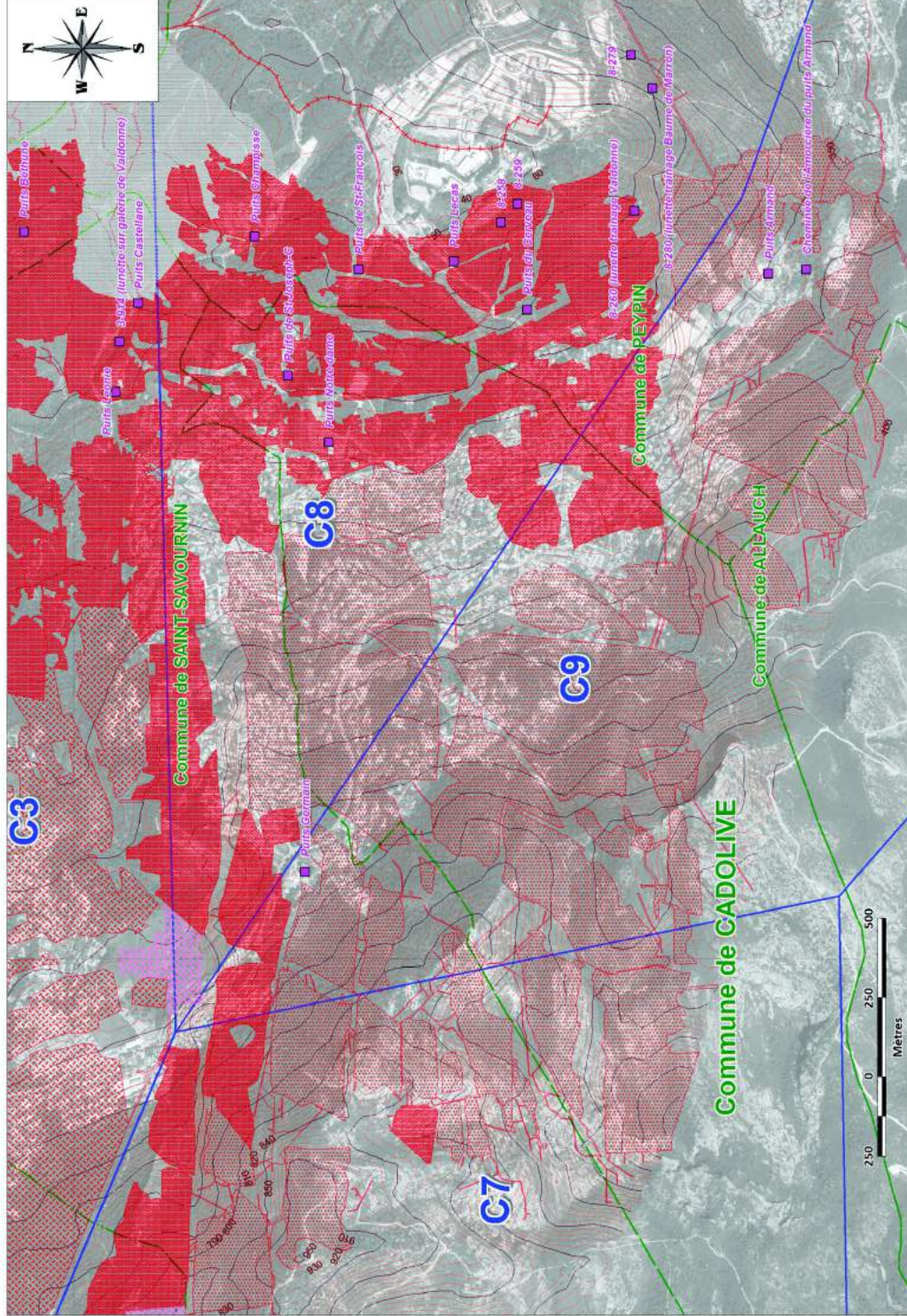
Report S2016004DE-REPAC22070 - Janvier 2016

Autres renseignements : 05 93 97 09 20 - 011 111 111 (numéro vert) ou 05 93 97 09 20 - 011 111 111 (numéro vert) ou 05 93 97 09 20 - 011 111 111 (numéro vert)



DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR  
 Bassin lignitifère de Provence (13)  
 COMMUNE DE CADOLIVE

ANNEXE A1 : CARTE INFORMATIVE - VEINE GRANDE MINE



METHODE D'EXPLOITATION

- Rengles et bourrages
- Chambres et piliers abandonnés
- Chambres et piliers ruinés
- Tailles montantes remblayées
- Longues tailles loutroyées
- Chambres américaines avec remblayage hydraulique
- Chambres américaines défilées et remblayées avec abandon des massifs non repris
- Zone potentiellement affectée par d'événements liés à la localisation récurrente

TRAVAUX MINIERES

- Puits principaux
- Affaissement
- Galeries
- Isobathes (équidistance 50 m) gisement "en place"
- Isobathes (équidistance 10 m) gisement "en place"
- Isobathes (équidistance 50 m) gisement "charrier"
- Isobathes (équidistance 10 m) gisement "charrier"

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Limite Commune
- Limite Concession

ECHELLE : 1 / 10 000

Rapport S2016/004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

Fond cartographique : BD Carthage de 2011 utilisé conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - MEDAD - MGP du juillet 2007

**GEODERIS**

**ANNEXE A1 : CARTE INFORMATIVE - VEINE GRANDE MINE**

TRAVAUX MINIERES	
	Puits principaux
	Affaissement
	Galeries
	Installations (quadrilatres 50m) général "en plan"
	Installations (quadrilatres 10m) général "en plan"
	Installations (quadrilatres 50m) général "en plan"
	Installations (quadrilatres 10m) général "en plan"

METHODE D'EXPLOITATION	
	Roques et dragages
	Chariotiers et pilons mécaniques
	Chariotiers et pilons manuels
	Telles mécaniques verticales
	Longues selles horizontales
	Chariotiers mécaniques avec nettoyage hydraulique
	Chariotiers mécaniques simples et verticaux avec station de tri des produits

LIMITES ADMINISTRATIVES	
	Limite Commune
	Limite Communauté

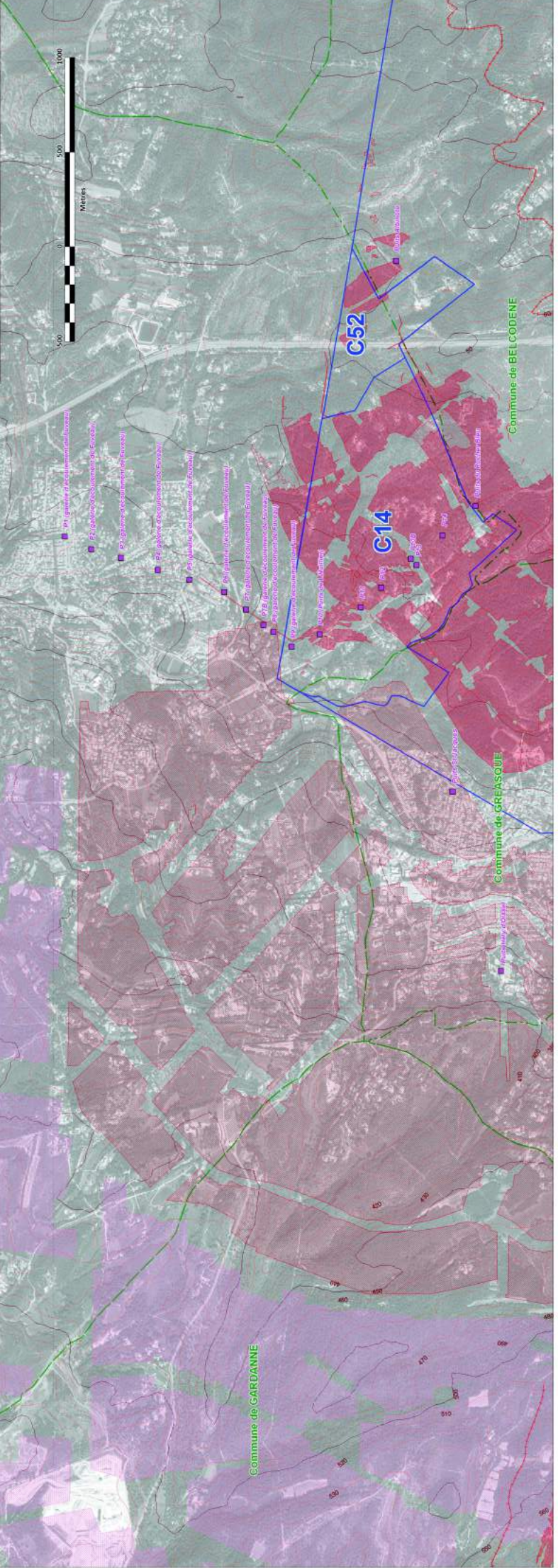
  

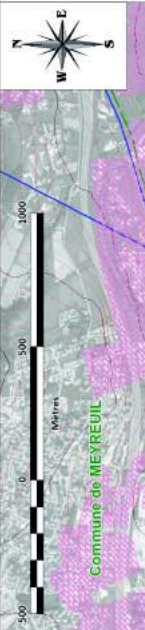
**Zone potentiellement affectée par les perturbations liées à l'exploitation minière**

Report S301600005-684C22070 - Janvier 2016



ECHELLE : 1:10.000





**METHODE D'EXPLOITATION**

- Rampes et chaussées
- Charrières et pistes macadamisées
- Charrières et pistes usées
- Telles, roches et végétaux
- Logans, sables, ludopanes
- Charrières aménagées avec revêtement hydraulique
- Charrières aménagées épaves et roches avec abaissement des talus ou replis
- Zone potentiellement affectée par les travaux de la plateforme industrielle

**TRAVAUX MINIERES**

- Puits profonds
- Affaissement
- Galeries
- Installations (quadrilatres 50m généraux "noyau")
- Installations (quadrilatres 10m généraux "noyau")
- Installations (quadrilatres 50m généraux "tourter")
- Installations (quadrilatres 10m généraux "tourter")

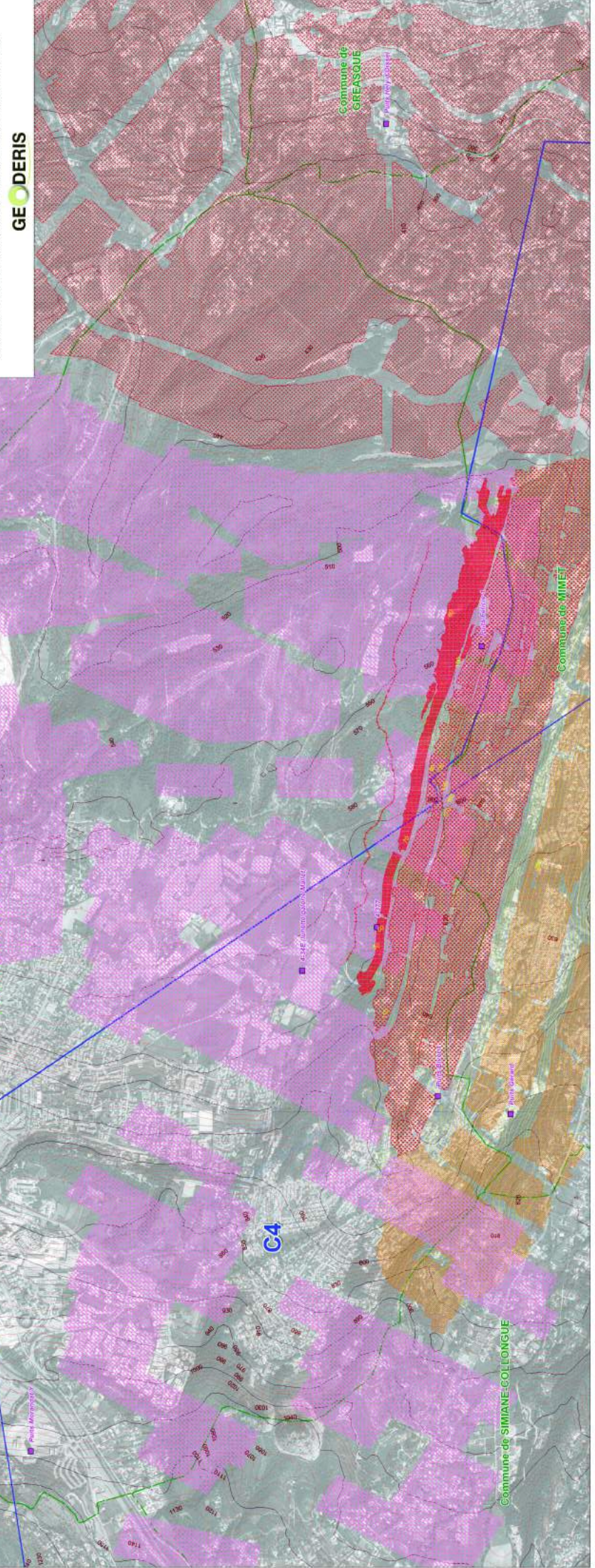
**LIMITES ADMINISTRATIVES**

- Limite Commune
- Limite Département

**ECHELLE : 1 / 10 000**

Report S30163040E-684AC22070 - Janvier 2016

Point géographique : 10 031 039, 47 2014, altitude orthométrique sur datum IGN France par le Formulaire S301 - 02/07/2007



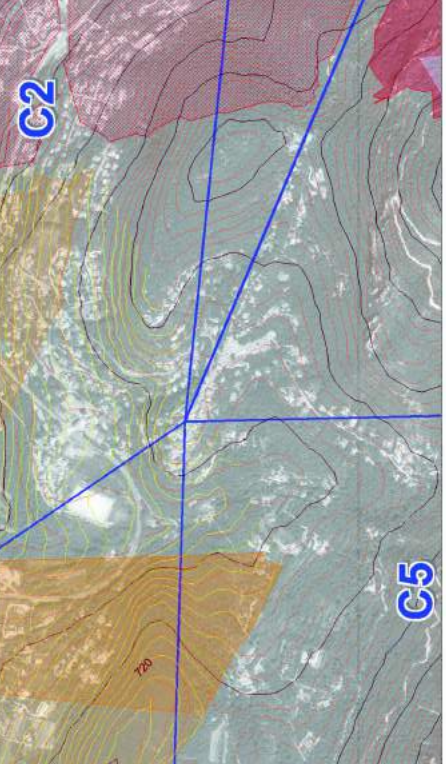
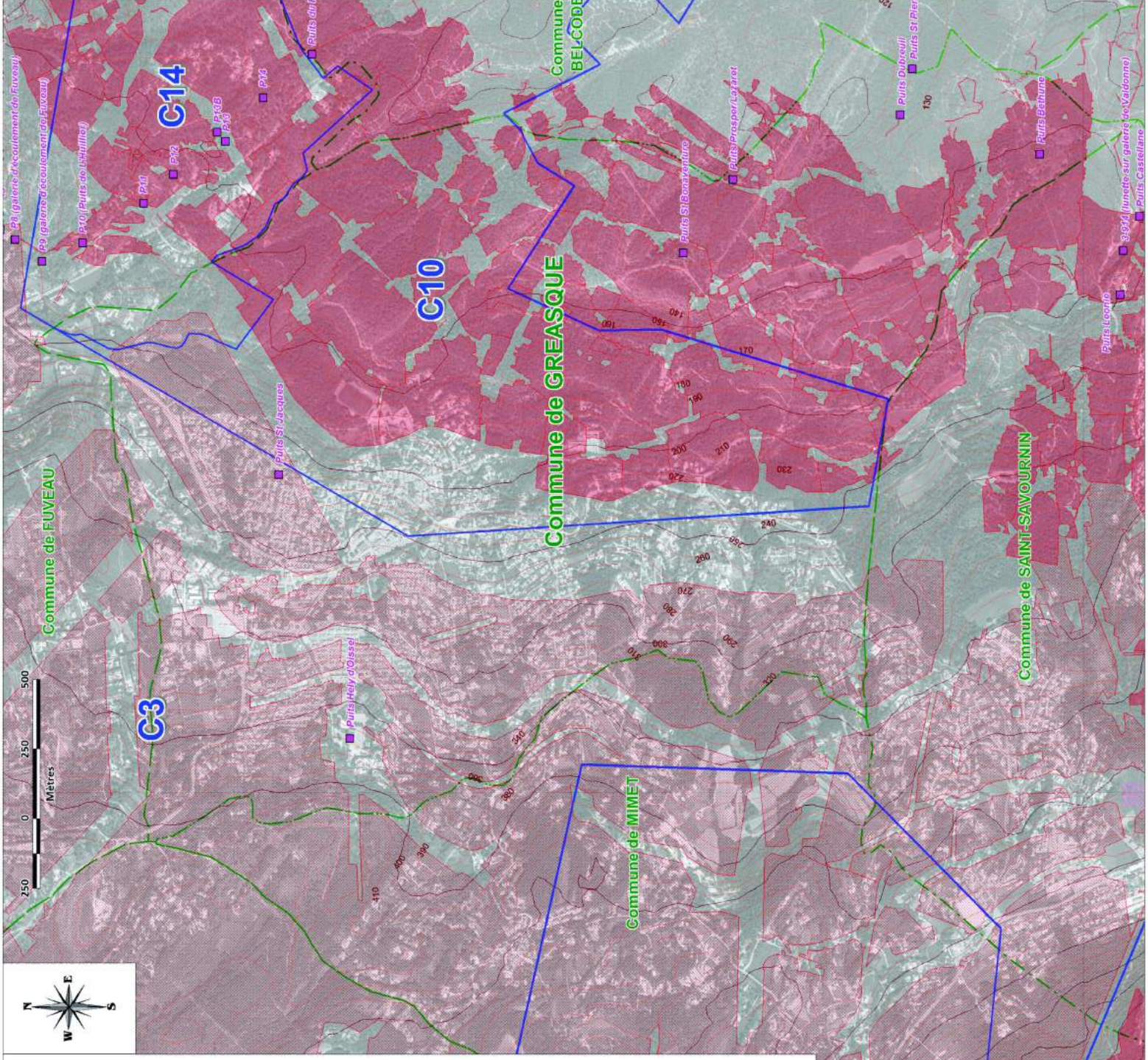
ANNEXE A1 : CARTE INFORMATIVE - VEINE GRANDE MINE

TRAVAUX MIAMIERS		METHODE D'EXPLOITATION	
Puits principaux	Rangées et tourrages	Chambres et piliers abandonnés	Chambres et piliers abandonnés
Affaurement	Chambres et piliers ruinés	Chambres et piliers ruinés	Tailles montants remblayés
Galerie	Isoathètes (équidistance 50 m) glissement "en place"	Longues tailles foudroyées	Longues tailles foudroyées
Isoathètes (équidistance 10 m) glissement "en place"	Isoathètes (équidistance 50 m) glissement "charité"	Chambres américaines avec remblayage hydraulique	Chambres américaines défilées et remblayées avec abandon des massifs non repris
Isoathètes (équidistance 10 m) glissement "charité"	Zone ponctuellement affectée par d'anciens travaux à la localisation méconnue		
LIMITES ADMINISTRATIVES			
Limite Commune			
Limite Concession			

ECHELLE : 1 / 10 000

Rapport S2016/004DE-16FAC22070 - Janvier 2016

Relevé cartographique : BD CARTELOG de 2011 actualisé conformément aux dispositions prévues par le protocole 606 - MEDAD - MAP de juillet 2007










# DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR

## Bassin lignitifère de Provence (13)

### COMMUNE DE MEYREUIL

#### ANNEXE A1 : CARTE INFORMATIVE - VEINE GRANDE MINE









##### TRAVAUX MINIERES

-  Puits principaux
-  Affluement
-  Galerie
-  Isobathes (équidistance 50 m) gisement "en place"
-  Isobathes (équidistance 10 m) gisement "en place"
-  Isobathes (équidistance 50 m) gisement "charnè"
-  Isobathes (équidistance 10 m) gisement "charnè"

##### LIMITES ADMINISTRATIVES

-  Limite Commune
-  Limite Concession

##### METHODE D'EXPLOITATION

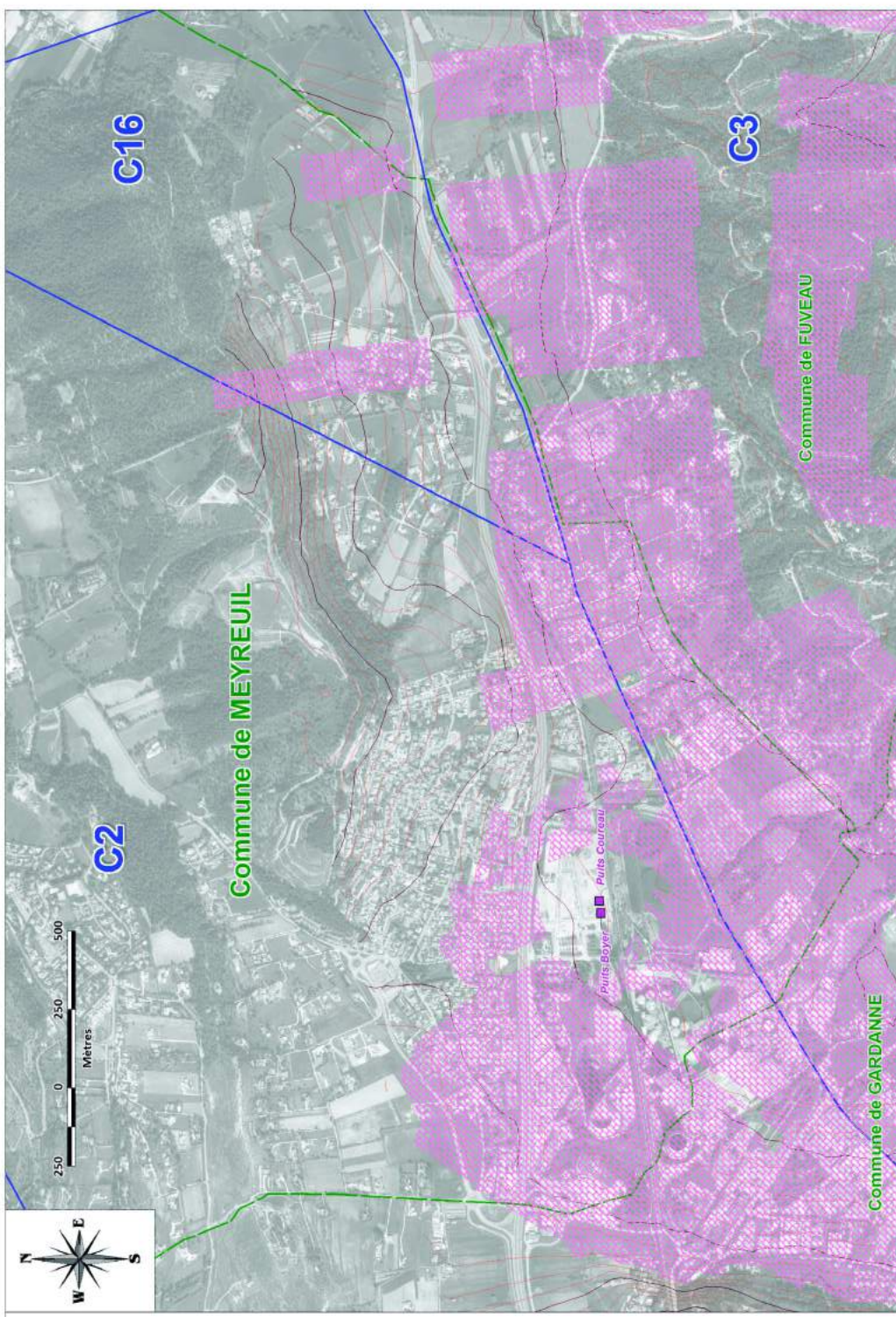
-  Rangées et bourrages
-  Chambres et piliers abandonnés
-  Chambres et piliers ruinés
-  Tailles montantes remblayées
-  Longues tailles loutroyées
-  Chambres anticlinales avec remblayage hydraulique
-  Chambres anticlinales défilées et remblayées avec abandon des massifs non repris
-  Zone potentiellement affectée par d'anciens travaux à la localisation incertaine

ECHELLE : 1 / 10 000

Rapport S2016/004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

Plan cartographique : BD CARTE08 de 2011 utilisé conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - MEDAD - MAP de juillet 2007

**GEODERIS**





**COMMUNE DE MIMET**

**ANNEXE A1 : CARTE INFORMATIVE - VEINE GRANDE MINE**

TRAVAUX MINERS	
	Puits profonds
	Affaissement
	Galeries
	Industrie (distance 50 m) planant "à jour"
	Industrie (distance 50 m) planant "à jour"
	Industrie (distance 50 m) planant "à jour"
	Industrie (distance 50 m) planant "à jour"

METHODE D'EXPLOITATION	
	Roques et tourteges
	Chertines et sables stratifiés
	Chertines et sables calcaires
	Talès rocheux recouverts
	Longues sables tourteges
	Chertines stratifiées avec recouvrement hydraulique
	Chertines stratifiées défilées et recouvertes avec stations de ravalement des roches
	Zone potentiellement affectée à la habitation minière

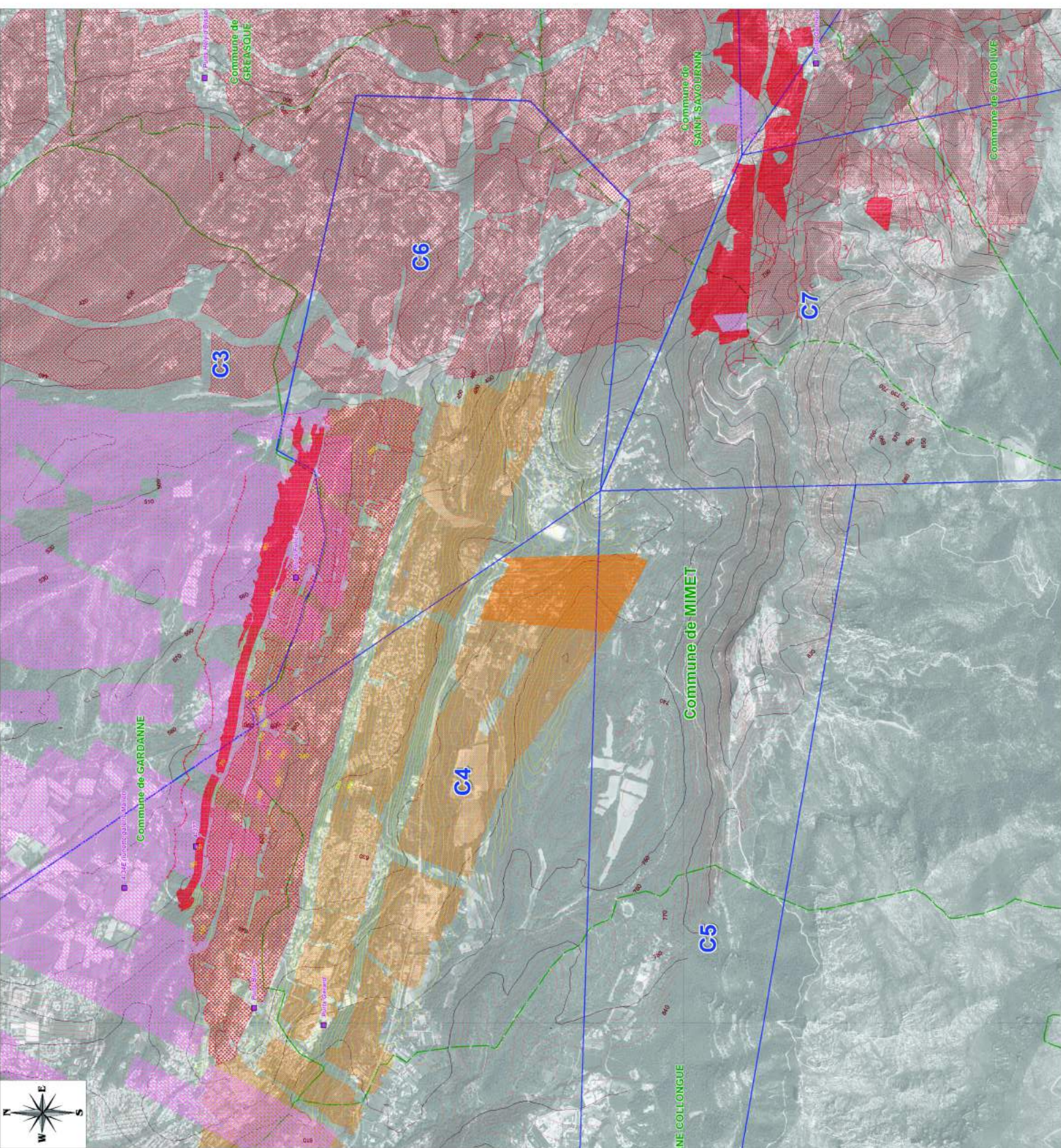
  

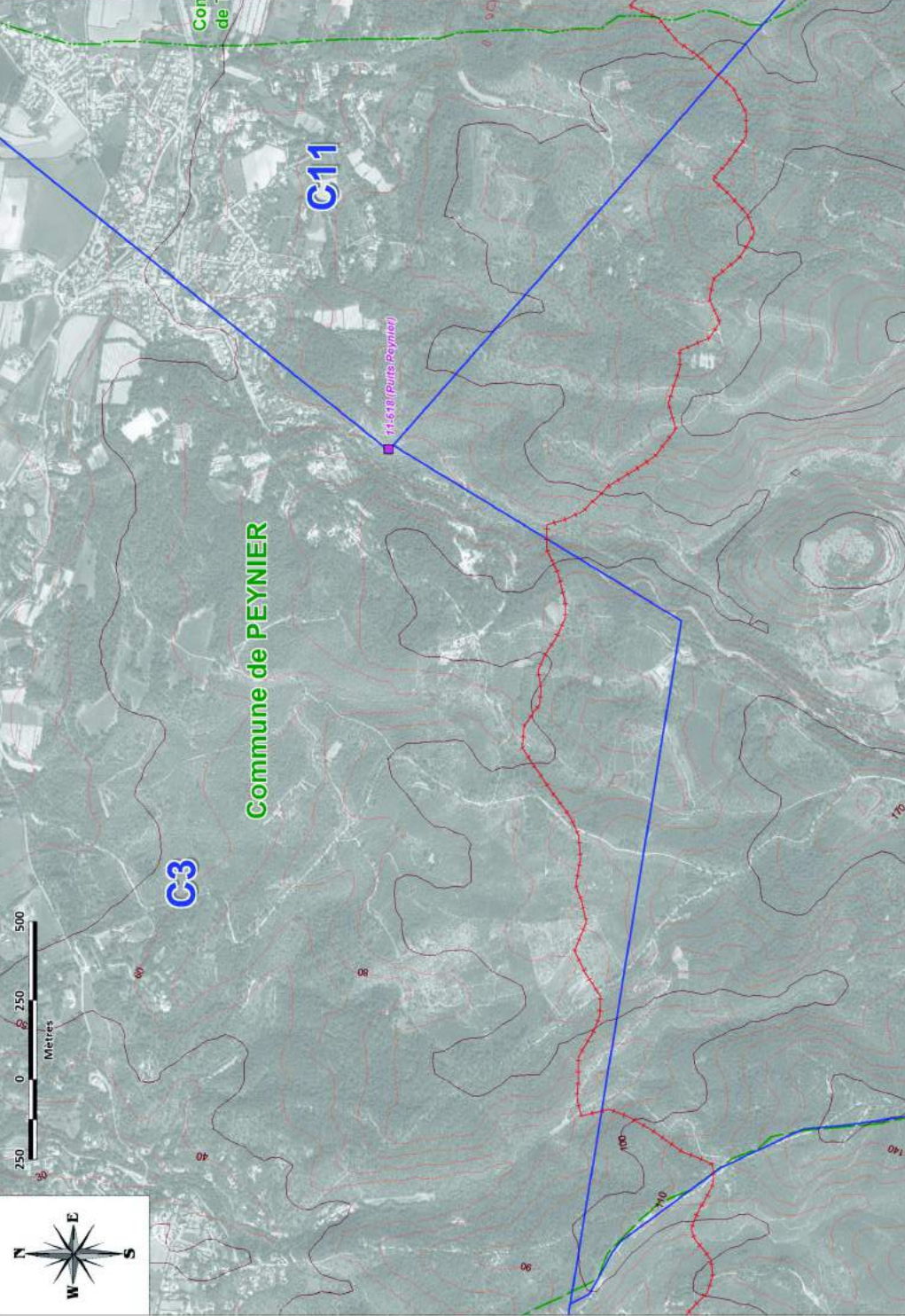
LIMITES ADMINISTRATIVES	
	Limite Commune
	Limite Croisement

ECHELLE : 1:10.000

Rapport S2016/04/DE (69422010) - Janvier 2016

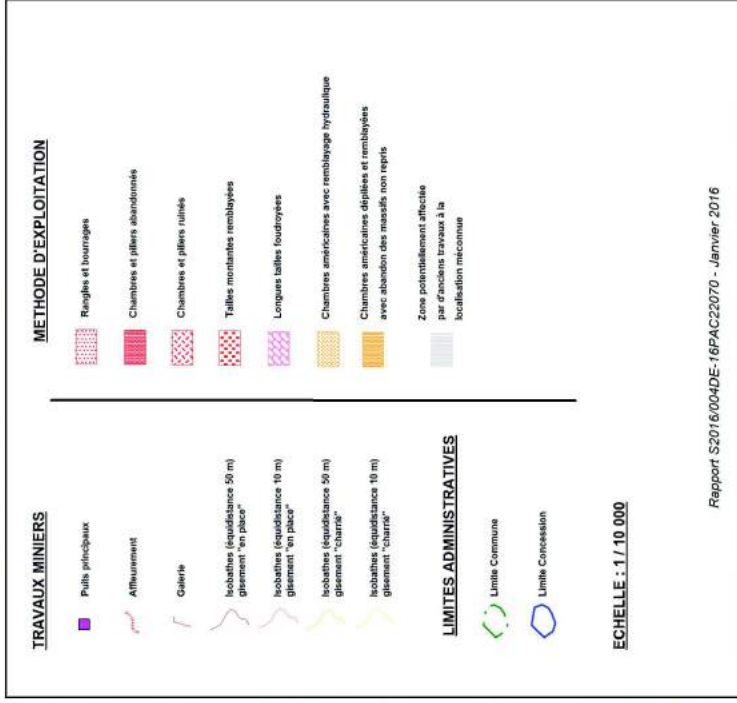
Projet de loi n° 1033 du 10 juillet 2011 relatif au régime des mines et à la sécurité des installations minières





**DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR**  
**Bassin lignitifère de Provence (13)**  
**COMMUNE DE PEYNIER**

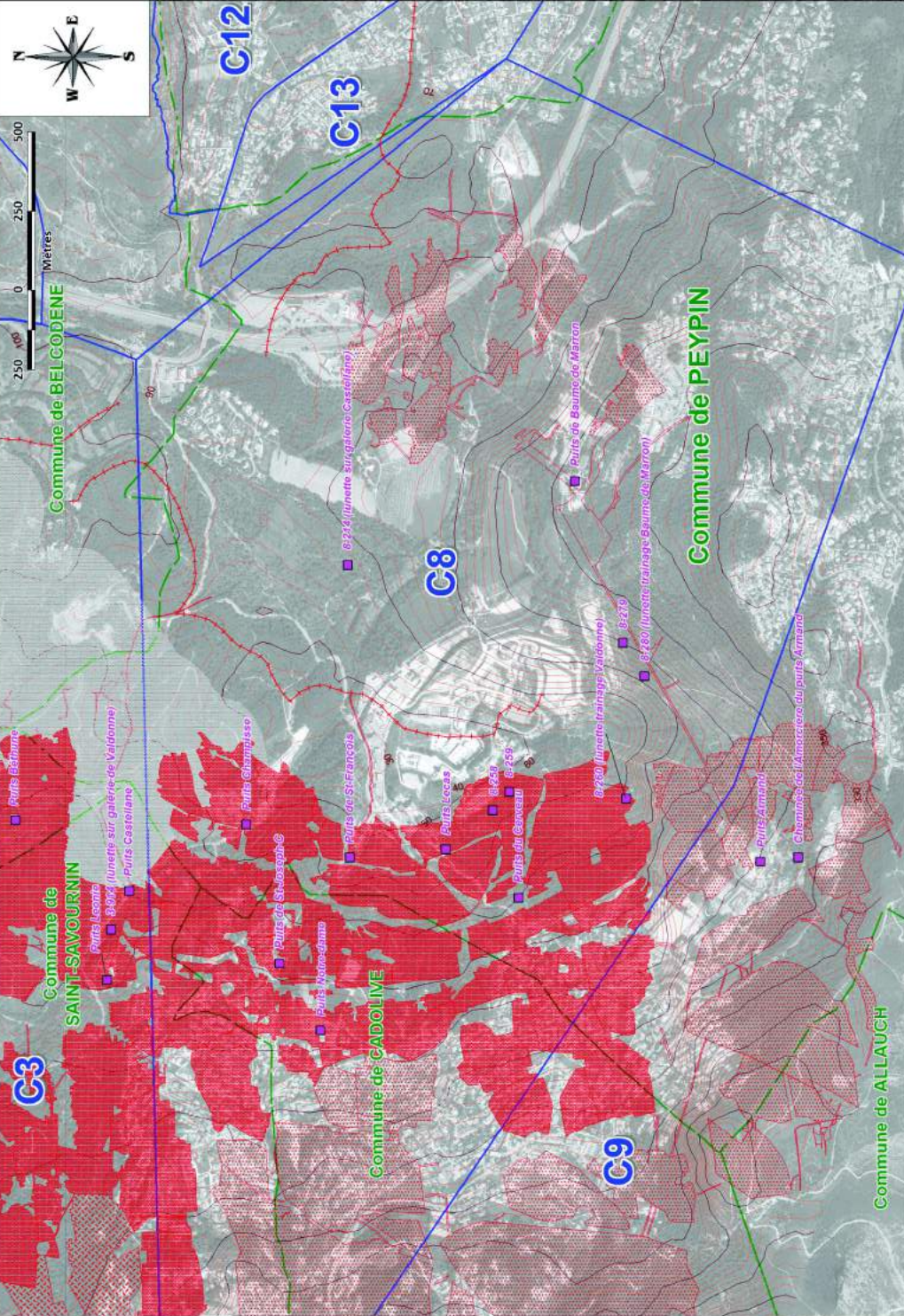
**ANNEXE A1 : CARTE INFORMATIVE - VEINE GRANDE MINE**



Rapport S2016/004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

Fond cartographique : BD Carthage de 2011 utilisé conformément aux dispositions prévues par le protocole ISO - MEDAD - MGP du juillet 2007





DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR  
**Bassin lignitifère de Provence (13)**  
**COMMUNE DE PEYPIN**

**ANNEXE A1 : CARTE INFORMATIVE - VEINE GRANDE MINE**

<b>TRAVAUX MINIERES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li> Puits principaux</li> <li> Affaissement</li> <li> Galerie</li> <li> Isohètes (équidistance 50 m) gisement "en place"</li> <li> Isohètes (équidistance 10 m) gisement "en place"</li> <li> Isohètes (équidistance 50 m) gisement "charrié"</li> <li> Isohètes (équidistance 10 m) gisement "charrié"</li> </ul>
<b>METHODE D'EXPLOITATION</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li> Rangées et bourrages</li> <li> Chambres et piliers abandonnés</li> <li> Chambres et piliers ratés</li> <li> Tailles montantes remblayées</li> <li> Longues tailles loutroyées</li> <li> Chambres américaines avec remblayage hydraulique</li> <li> Chambres américaines défilées et remblayées avec abandon des massifs non repris</li> </ul>
<b>LIMITES ADMINISTRATIVES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li> Limite Commune</li> <li> Limite Concession</li> </ul>

**Zone potentiellement affectée par d'anciens travaux à la localisation méconnue**

**ECHELLE : 1 / 10 000**

Rapport S2016/004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

Fond cartographique : IGN/MTN1008 de 2011 utilisé conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - MEDAD - MGP du juillet 2007



# COMMUNE DE SIMIANE-COLLONGUE

## ANNEXE A1 : CARTE INFORMATIVE - VEINE GRANDE MINE

**TRAVAUX MINERS**

- Planis prospectus
- Affaissement
- Galeries
- Industrie (équidistance 50 m) planimétrie "en place"
- Industrie (équidistance 50 m) planimétrie "sur place"
- Industrie (équidistance 50 m) planimétrie "sur site"
- Industrie (équidistance 50 m) planimétrie "sur site"

**METHODE D'EXPLOITATION**

- Reiges et tourrages
- Chambres et filons aléatoires
- Chambres et filons réglés
- Voies souterraines ventilées
- Longues galeries souterraines
- Chambres amoncelées avec entourage hydraulique
- Chambres amoncelées défilées et ventilées avec abandon des réseaux souterrains

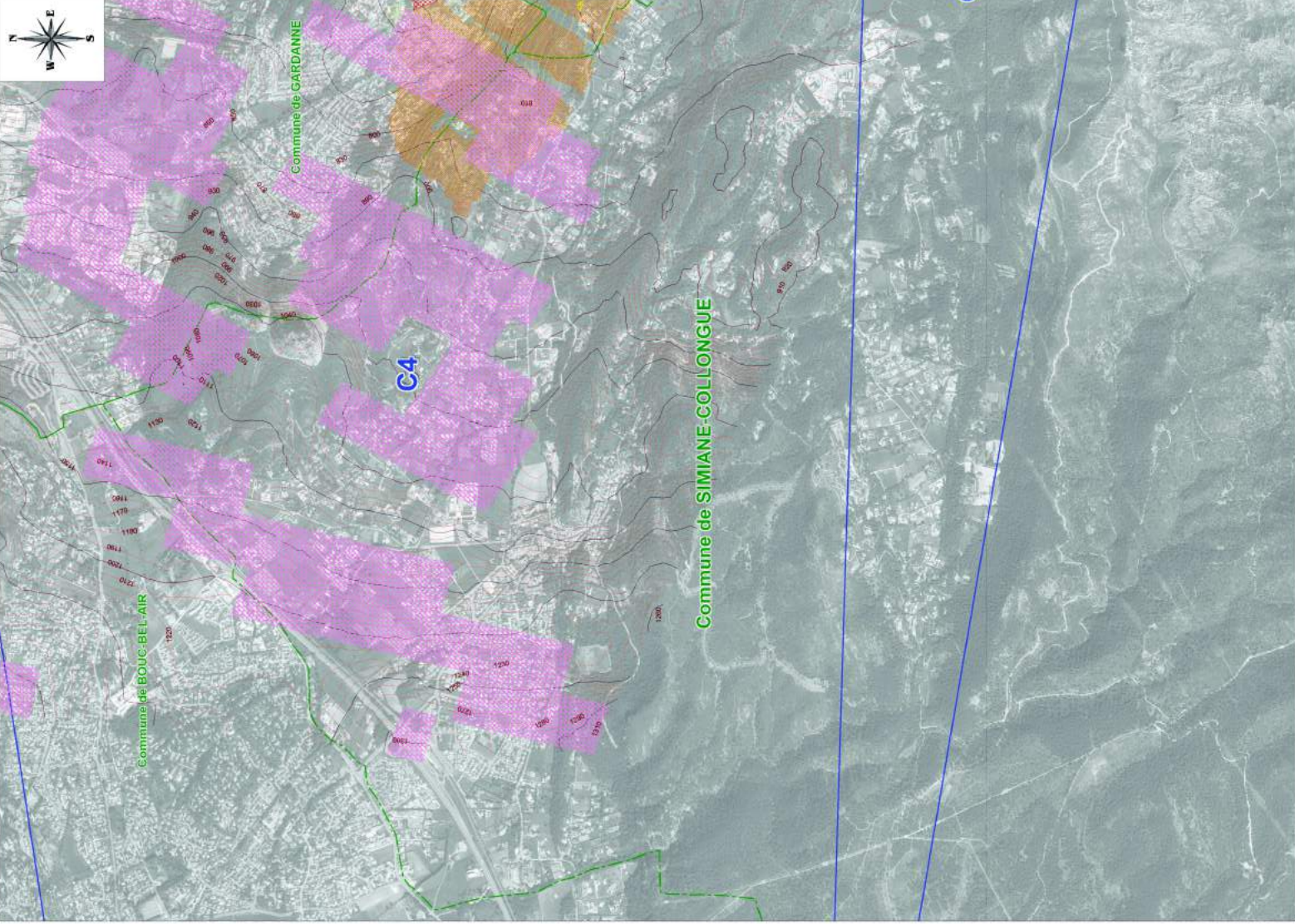
**LIMITES ADMINISTRATIVES**

- Limite Commune
- Limite Concession

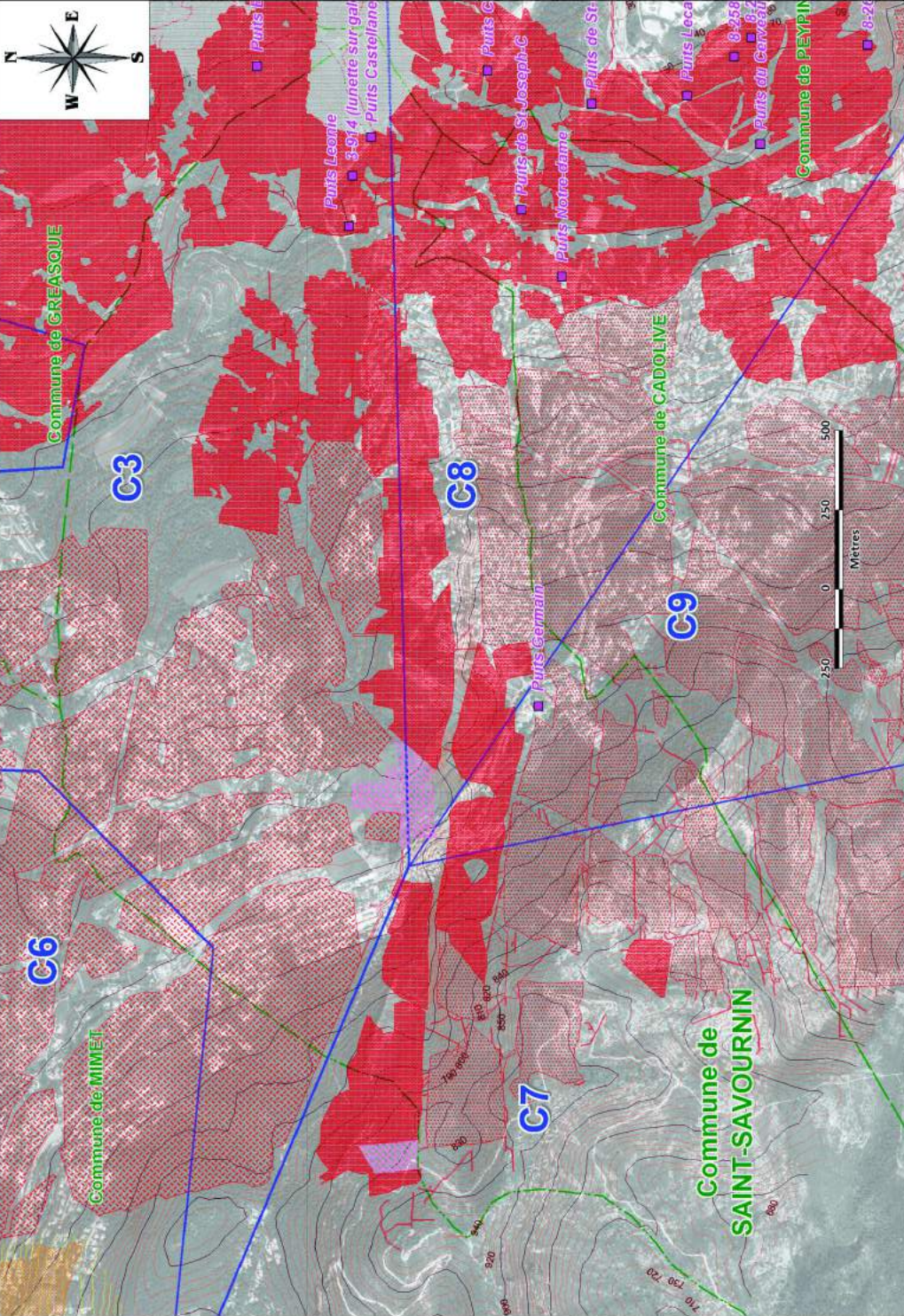
**Zone prohibitionnelle affectée**  
Affaissement et/ou instabilité des fondations bâties

**ECHELLE : 1:10.000**

Projet SC0160940E-16FAC22070 - Janvier 2016  
Fichier : 1301101000E-001 - Affaire - Exploitation minière - Bassin lignitifère de Provence - MINE - 1301101000E-001



GEODERIS



DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR  
**Bassin lignitifere de Provence (13)**  
**COMMUNE DE SAINT-SAVOURNIN**

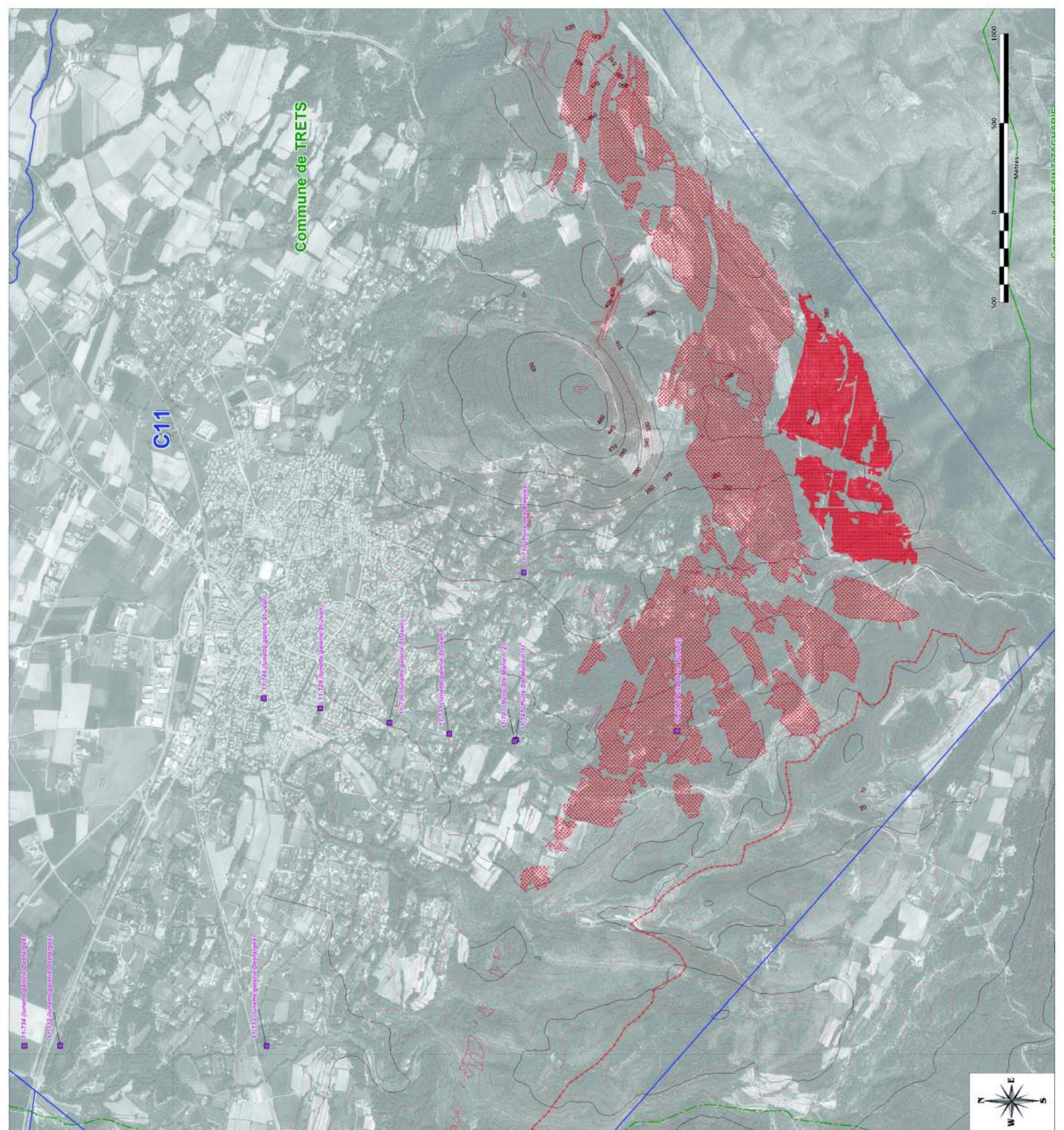
**ANNEXE A1 : CARTE INFORMATIVE - VEINE GRANDE MINE**



Rapport S2016/004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

Fond cartographique : IGN VNT11008 de 2011 utilisé conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - MEDAD - MGP du juillet 2007





Commune de TRET

C11

C3



**DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR**  
**Bassin lignitifère de Provence (13)**  
**COMMUNE DE TRET**

**ANNEXE A1 : CARTE INFORMATIVE - VEINE GRANDE MINE**

TRAVAUX MINIER		METHODE D'EXPLOITATION	
	Puits principaux		Tranchées et tranchées
	Affluents		Chambres et puits abandonnés
	Galerie		Chambres et puits vides
	Isolantes (distances 50 m)		Tailles horizontales remblayées
	Isolantes (distances 10 m)		Longues tailles horizontales
	Isolantes (distances 5 m)		Chambres abandonnées avec remblayage hydraulique
	Isolantes (distances 1 m)		Chambres abandonnées défilées et remblayées avec abaissement des niveaux des rochers
	Isolantes (distances 0 m)		Zone potentiellement affectée par émission de gaz à la combustion résiduelle
<b>LIMITES ADMINISTRATIVES</b>			
	Limite Commune		
	Limite Canton		

Report S2016/0004E-169AC22070 - Janvier 2016



Projet cartographique : 00107008 du 2017 relatif à l'élaboration d'un plan de gestion des risques (PGR) "MISE EN SÉCURITÉ" des sites de mines

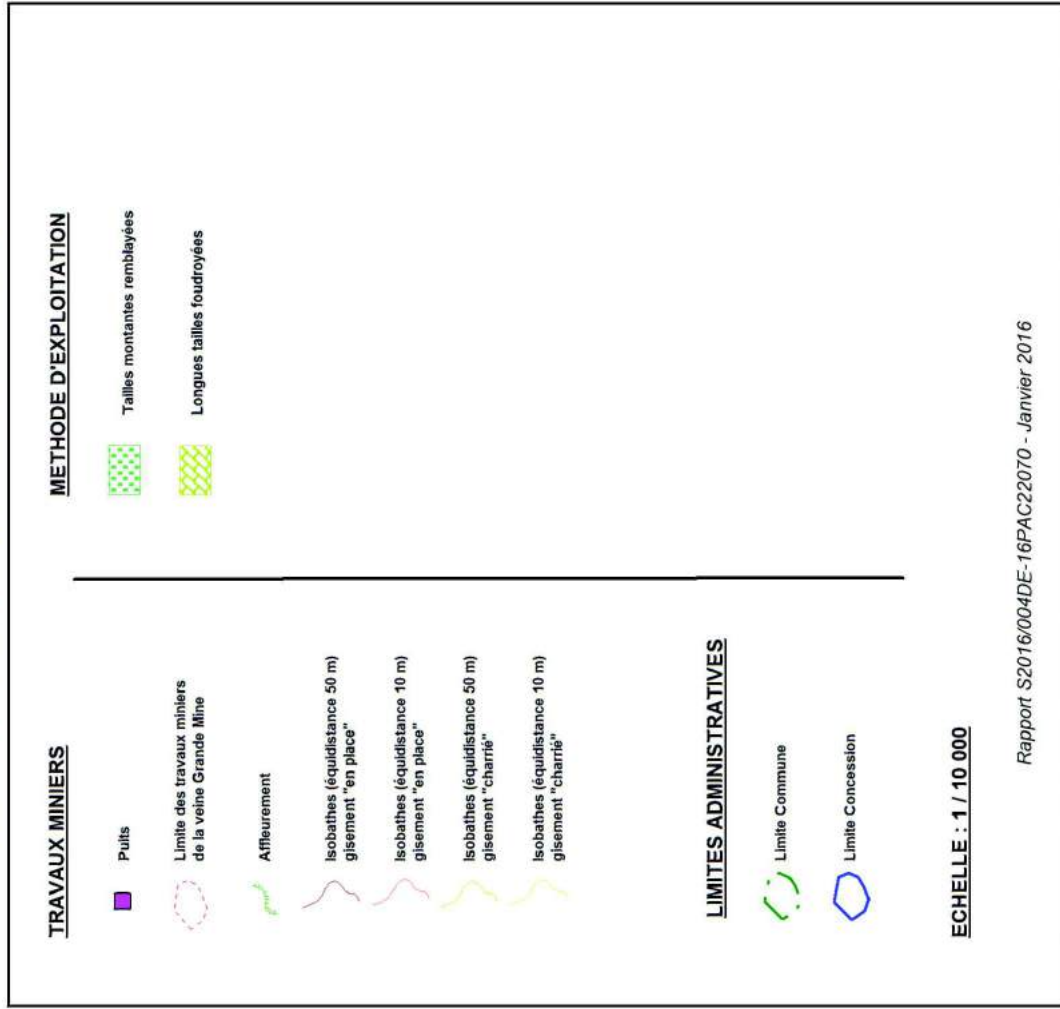
ECHELLE : 1 / 10 000

# DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR

Bassin lignitifère de Provence (13)

## COMMUNE DE ALLAUCH

### ANNEXE A2 : CARTE INFORMATIVE - VEINE 4 PANS

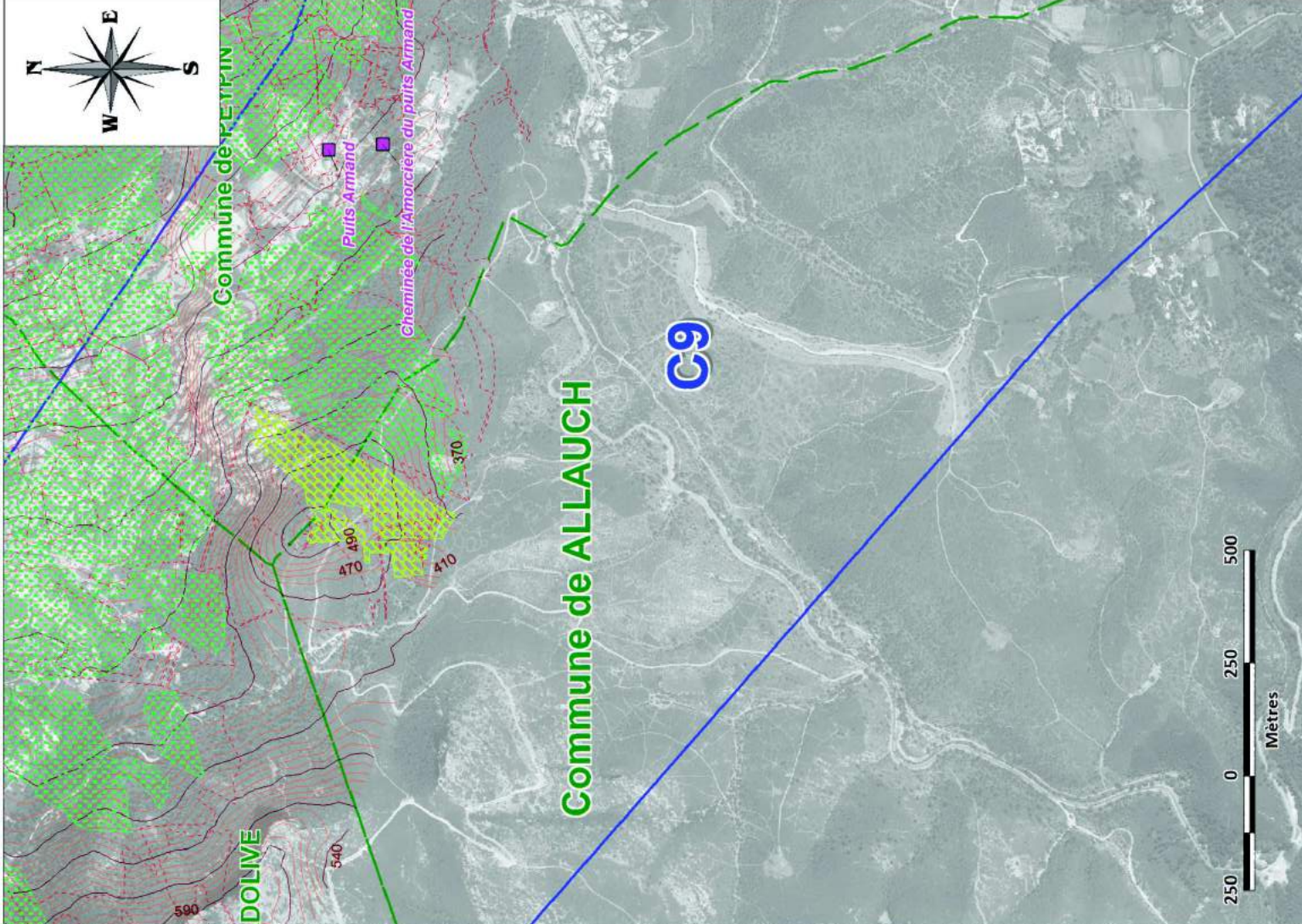


ECHELLE : 1 / 10 000

Rapport S2016/004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

Fond cartographique : BD ORTHO® de 2011 utilisée conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - MEDAD - MAP de juillet 2007

**GEO**DERIS



# DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR

Bassin lignitifère de Provence (13)

## COMMUNE DE BELCODENE

ANNEXE A2 : CARTE INFORMATIVE - VEINE 4 PANS

### TRAVAUX MIAMIERS

- Puits
- Limite des travaux miniers de la veine Grande Ilite
- Affournement
- Isobathes (équidistance 50 m) glissement "en place"
- Isobathes (équidistance 10 m) glissement "en place"
- Isobathes (équidistance 50 m) glissement "charité"
- Isobathes (équidistance 10 m) glissement "charité"

### LIMITES ADMINISTRATIVES

- Limite Commune
- Limite Concession

### METHODE D'EXPLOITATION

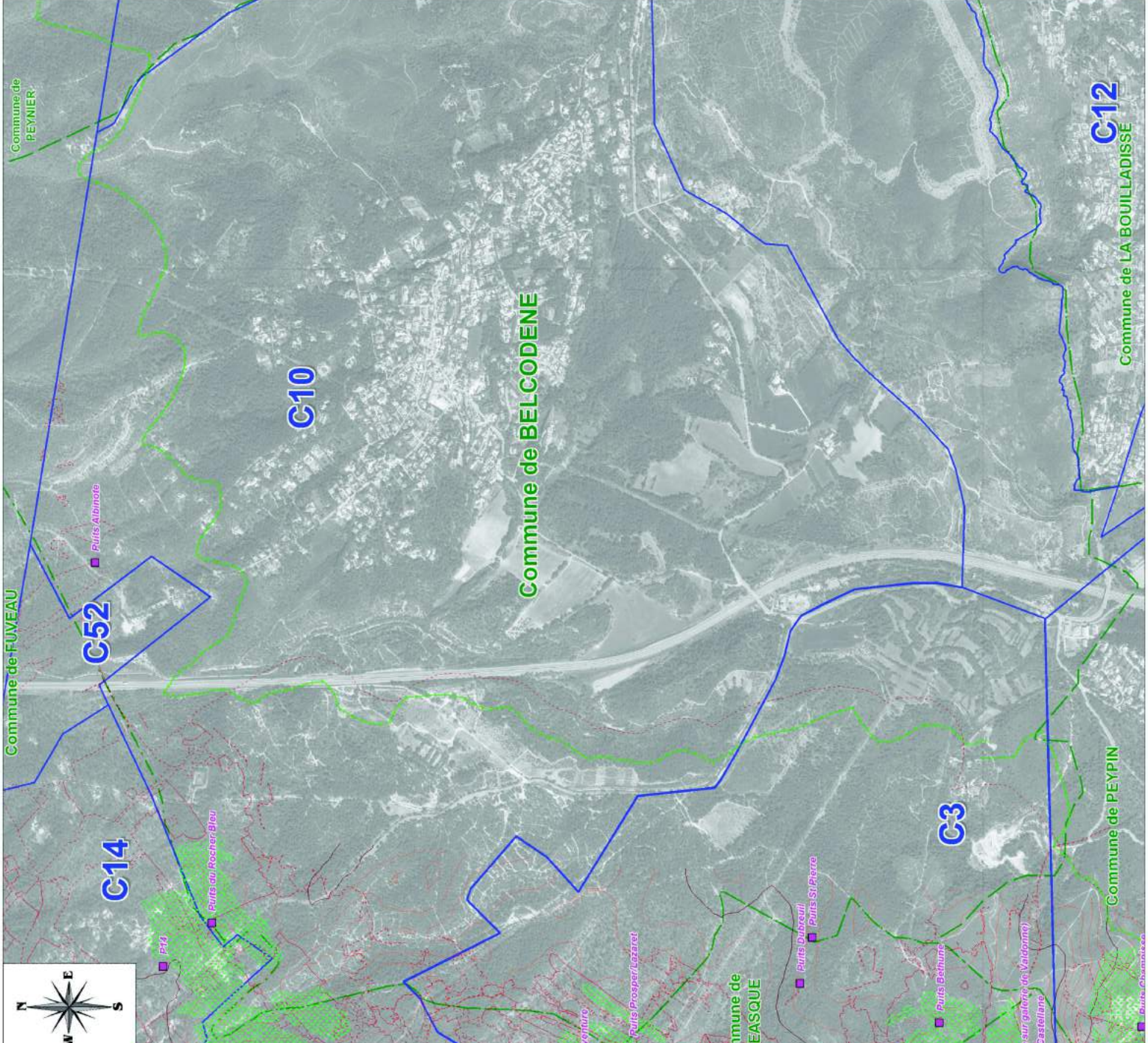
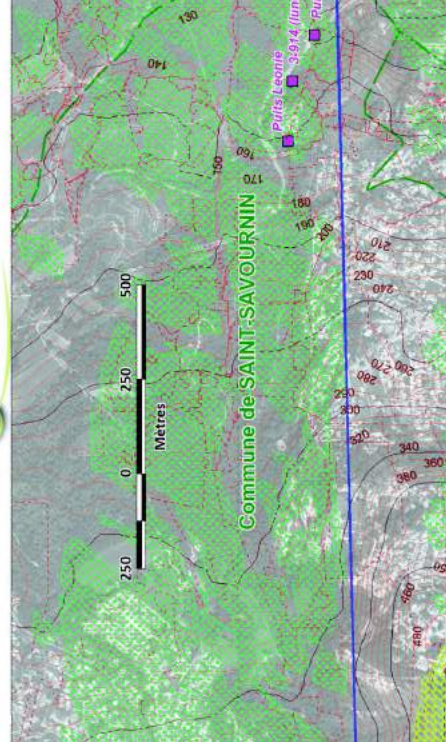
- Tailles montantes remblayées
- Longues tailles foudroyées

ECHELLE : 1 / 10 000

Rapport S2016/004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

Fond cartographique : BD ORTHO de 2014 actualisé conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - NZDAD - MGP de juillet 2007

**GEODERIS**



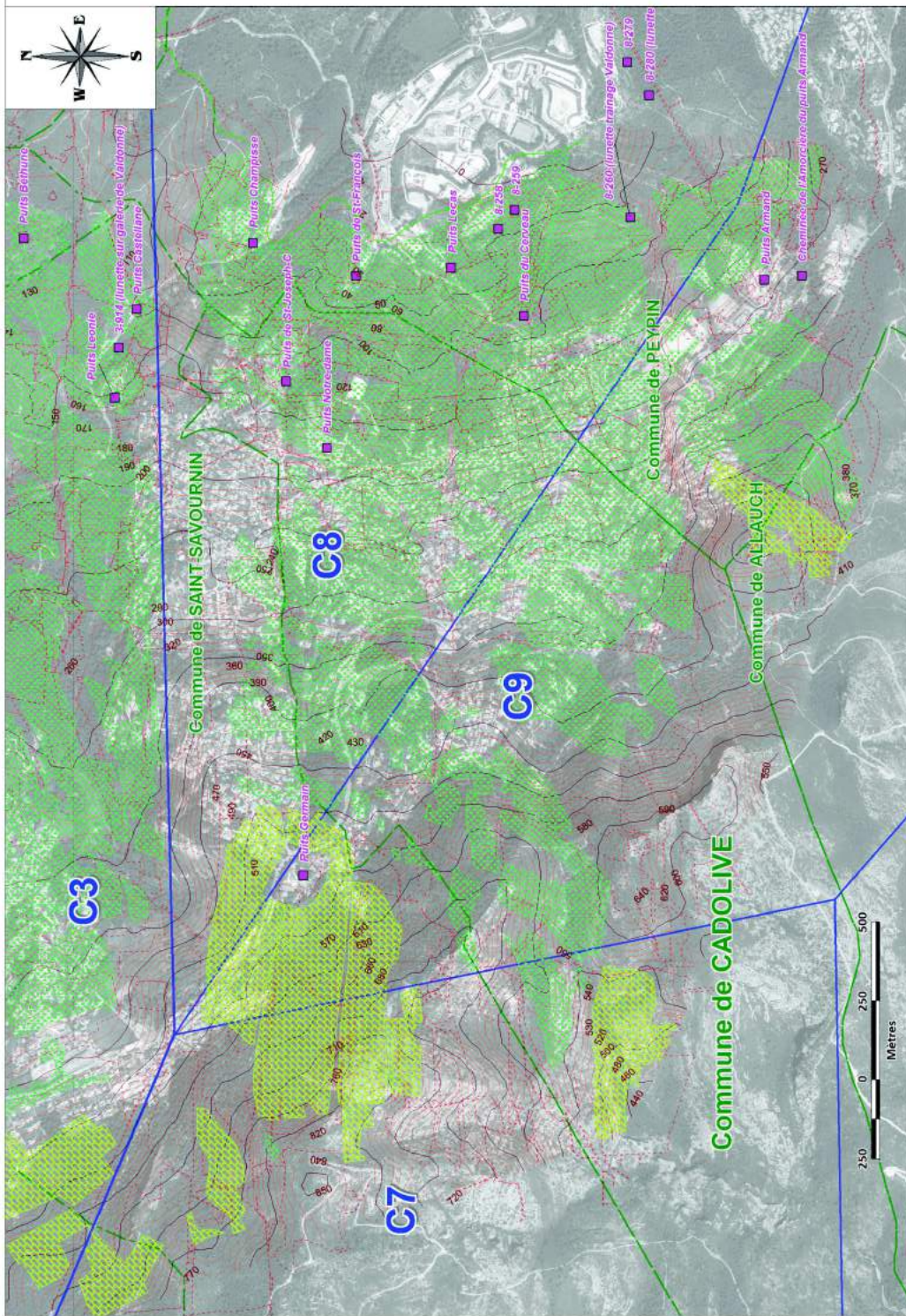


# DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR

Bassin lignitifère de Provence (13)

## COMMUNE DE CADOLIVE

### ANNEXE A2 : CARTE INFORMATIVE - VEINE 4 PANS



#### TRAVAUX MINIERES

- Puits
- Limite des travaux mineurs de la veine Grande Mine
- Affluement
- Isobathes (équidistance 50 m) gisement "en place"
- Isobathes (équidistance 10 m) gisement "en place"
- Isobathes (équidistance 50 m) gisement "charrai"
- Isobathes (équidistance 10 m) gisement "charrai"

#### METHODE D'EXPLOITATION

- Tailles montantes remblayées
- Longues lattes foudroyées

#### LIMITES ADMINISTRATIVES

- Limite Commune
- Limite Concession

ECHELLE : 1 / 10 000

Rapport S2016004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

Plan de cartographie : BD ORTHO de 2011, utilisé conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - MEDAD - MAP de juillet 2007

**GEODERIS**



**TRAVAUX MINIERES**

- Puits
- Limites des travaux réalisés de la veine C16 au fil du temps
- Affaissement
- Localités (quadrilatères 50m) géomètres "en blanc"
- Localités (quadrilatères 10m) géomètres "en blanc"
- Localités (quadrilatères 50m) géomètres "norme"
- Localités (quadrilatères 10m) géomètres "norme"

**METHODE D'EXPLOITATION**

- Traite conventionnelles
- Longues tailles horizontales

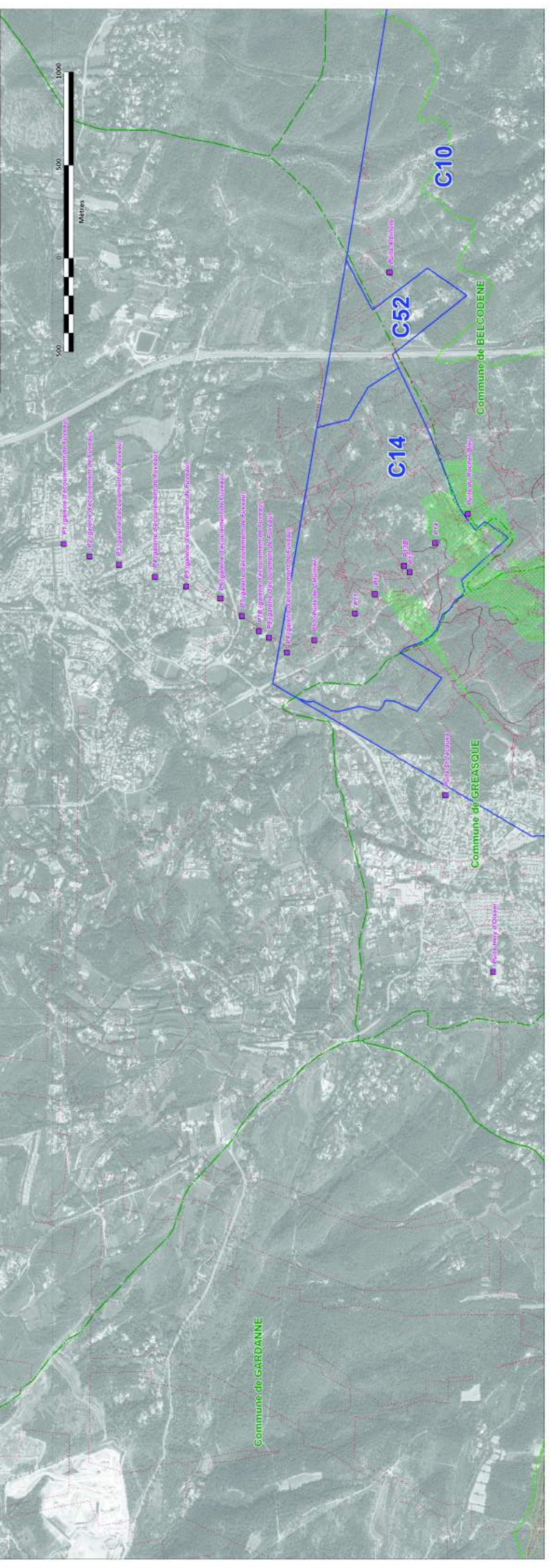
**LIMITES ADMINISTRATIVES**

- Limite Commune
- Limite Consommation

**ECHELLE : 1 / 10 000**

Report SC0166040E-169AC22070 - Janvier 2016

Plan d'occupation des sols (POS) de la commune de Fuyveau, approuvé le 15/05/2012, modifié par le plan de zonage d'occupation des sols (PZO) de la commune de Fuyveau, approuvé le 15/05/2012.



TRAVAUX MINIERES

- Puits
- Limites des zones d'activités de la veine 4 pans (M1)
- Affaissement
- Localités (distances 50m) gisement "no 3 pans"
- Localités (distances 10m) gisement "no 3 pans"
- Localités (distances 50m) gisement "no 4 pans"
- Localités (distances 10m) gisement "no 4 pans"

METHODE D'EXPLOITATION

- Traite manuellement
- Longues lames (soignées)

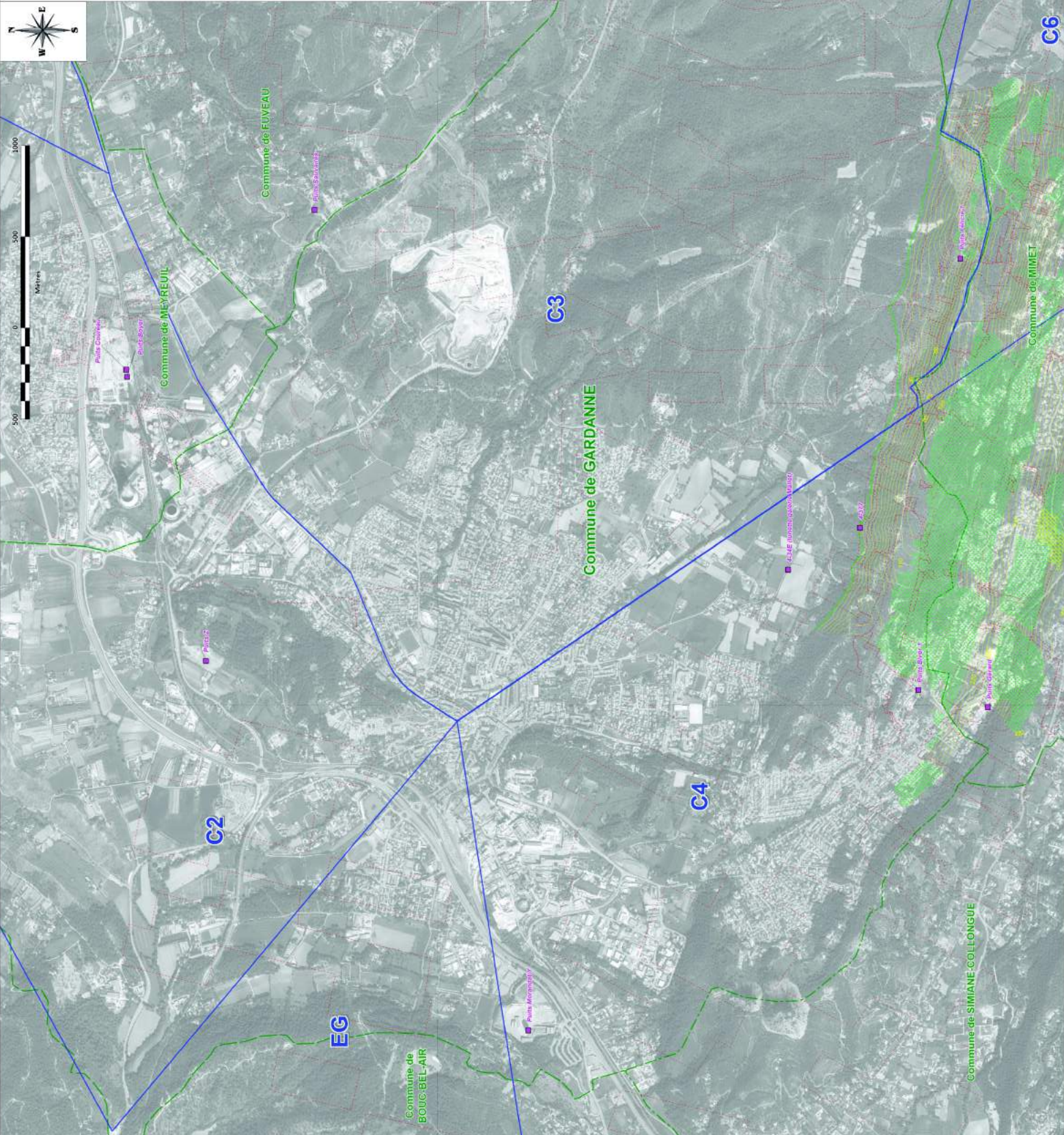
LIMITES ADMINISTRATIVES

- Limite Commune
- Limite Consensus

ECHELLE : 1 / 10 000

Rapport SC0165040E-169AC22070 - Janvier 2016

Plan de l'annexe A2 - 2017 - Public - Information des Départements Préfectoraux de Provence (DPP) - M102 - M103 - M104 - M105



# DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR

Bassin lignitifère de Provence (13)

## COMMUNE DE GREASQUE

ANNEXE A2 : CARTE INFORMATIVE - VEINE 4 PANS

TRAVAUX MIEMERS	METHODE D'EXPLOITATION
Puits	Tailles montantes remblayées
Limite des travaux miniers de la veine Grande Ille	Longues tailles foudroyées
Affouragement	
Iso bathes (équidistance 50 m) glissement "en place"	
Iso bathes (équidistance 10 m) glissement "en place"	
Iso bathes (équidistance 50 m) glissement "charité"	
Iso bathes (équidistance 10 m) glissement "charité"	

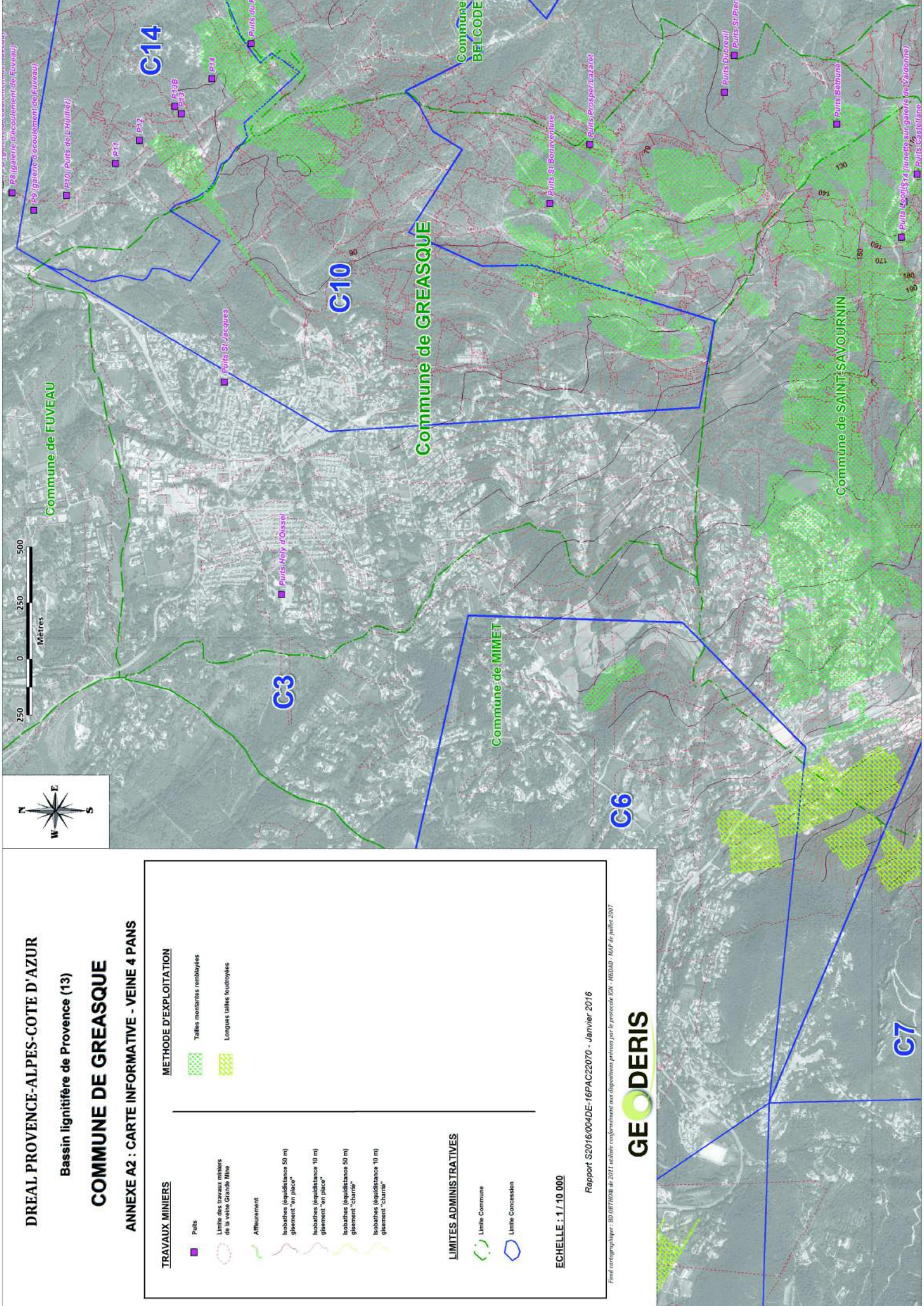
LIMITES ADMINISTRATIVES
Limite Commune
Limite Concession

**ECHELLE : 1 / 10 000**

Rapport S2016/004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

Fond cartographique : BD ORTHO de 2011 actualisé conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - M2DAD - MGP de juillet 2007

**GEODERIS**



DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR  
 Bassin lignitifère de Provence (13)  
**COMMUNE DE MIMET**

ANNEXE A2 : CARTE INFORMATIVE - VEINE 4 PANS

**TRAVAUX MINIERES**

- Puits
- Usine de traitement des minerais
- Usine de traitement des minerais
- Adossés
- Indicateur (distance 50 m) planimétrique "à pans"
- Indicateur (distance 50 m) géométrique "à pans"
- Indicateur (distance 50 m) planimétrique "clair"
- Indicateur (distance 50 m) géométrique "clair"

**METHODE D'EXPLOITATION**

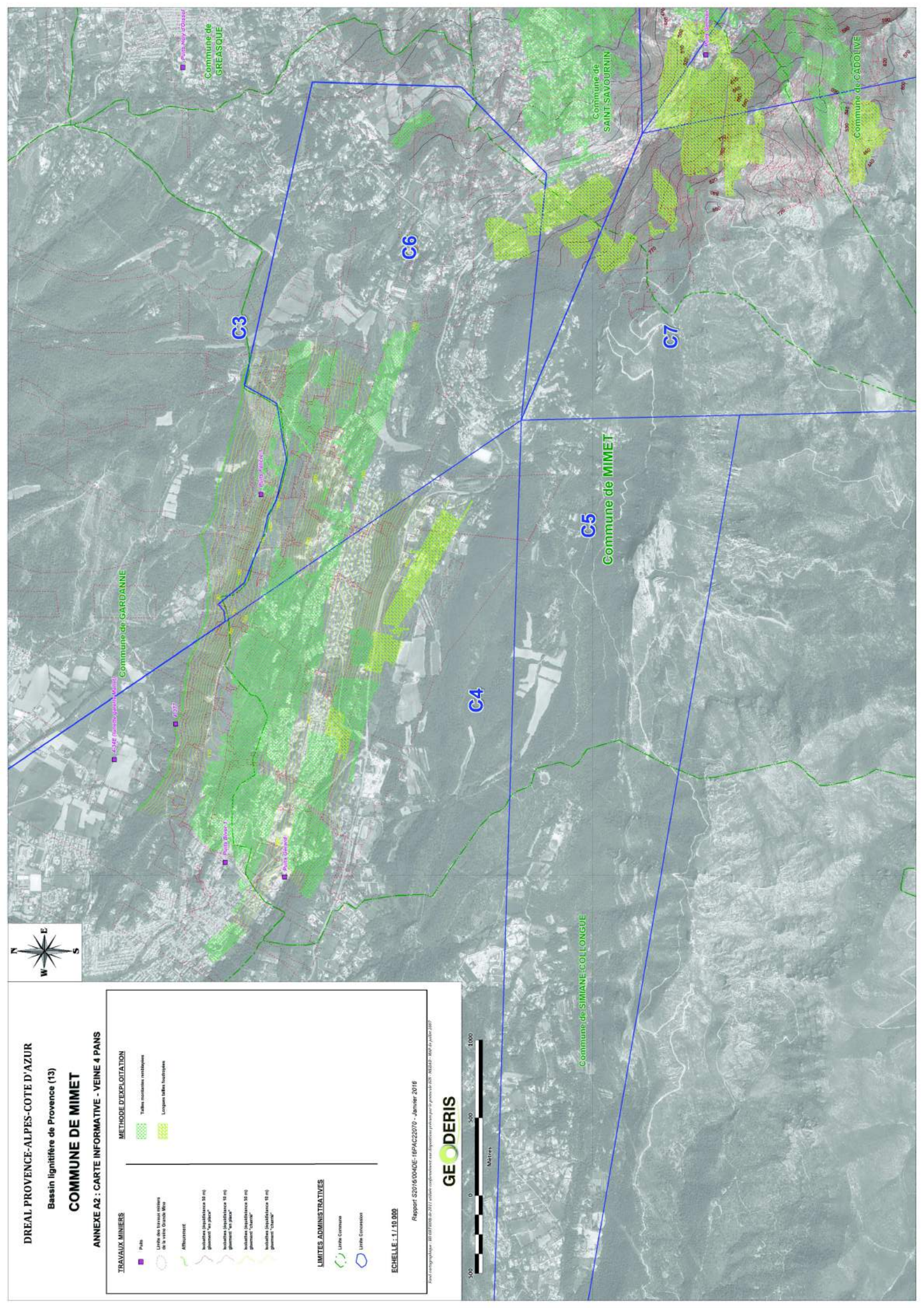
- Travaux souterrains
- Travaux à ciel ouvert

**LIMITES ADMINISTRATIVES**

- Limite Commune
- Limite Consérence

ECHELLE : 1 / 10 000

Rapport S20160040E-169AC22010 - Janvier 2016

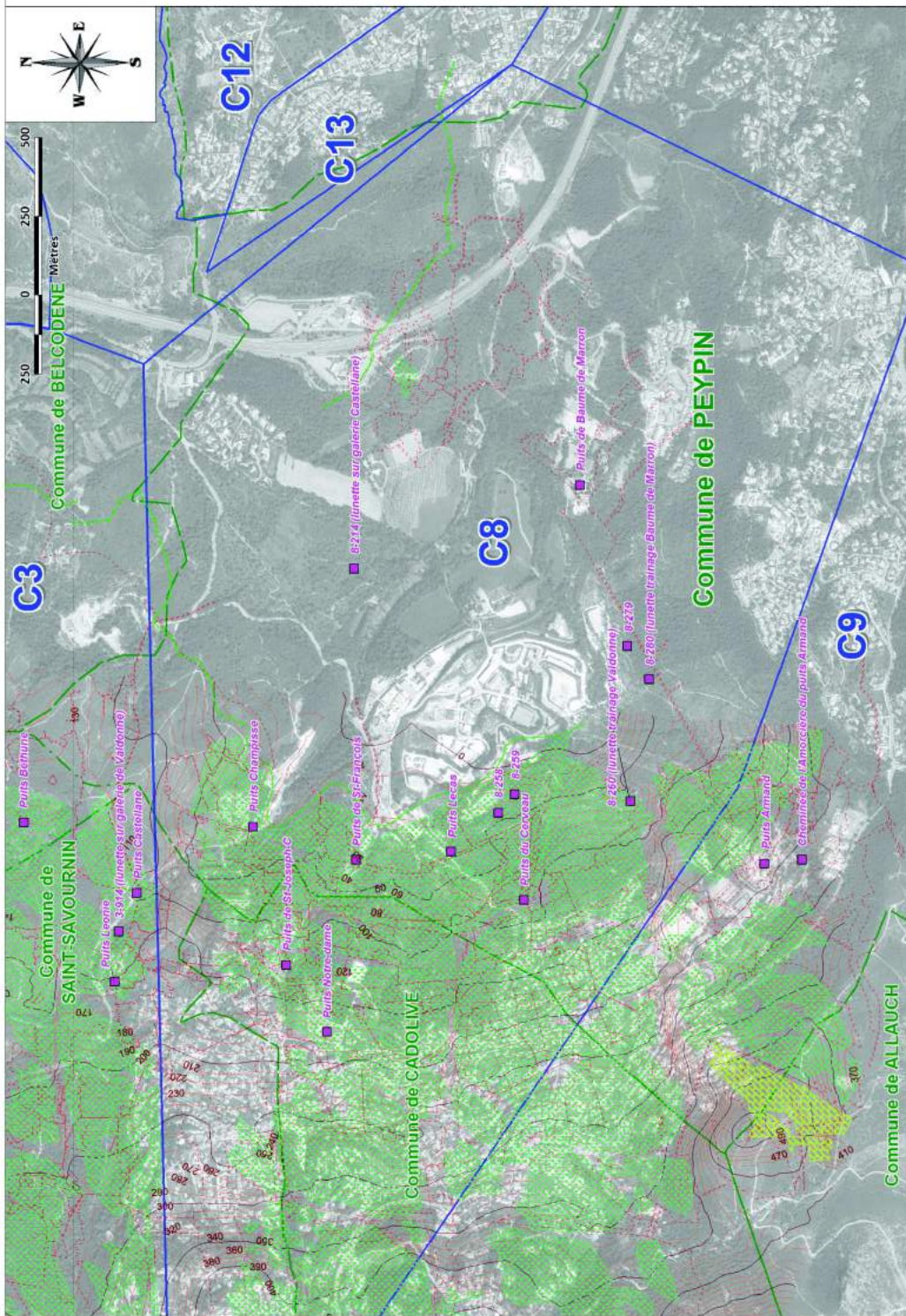


# DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR

Bassin lignitifère de Provence (13)

## COMMUNE DE PEYPIN

### ANNEXE A2 : CARTE INFORMATIVE - VEINE 4 PANS



#### TRAVAUX MINIER

- Puits
- Limite des travaux mineurs de la veine Grande Mine
- Affluement
- Isohathes (équidistance 50 m) gisement "en place"
- Isohathes (équidistance 10 m) gisement "en place"
- Isohathes (équidistance 50 m) gisement "charra"
- Isohathes (équidistance 10 m) gisement "charra"

#### METHODE D'EXPLOITATION

- Tailles montantes remblayées
- Longues tailles foudroyées

#### LIMITES ADMINISTRATIVES

- Limite Commune
- Limite Concession

ECHELLE : 1 / 10 000

Rapport S2016004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

Plan de cartographie : BD ORTHO de 2011 utilisé conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - MEDAD - MAP de juillet 2007

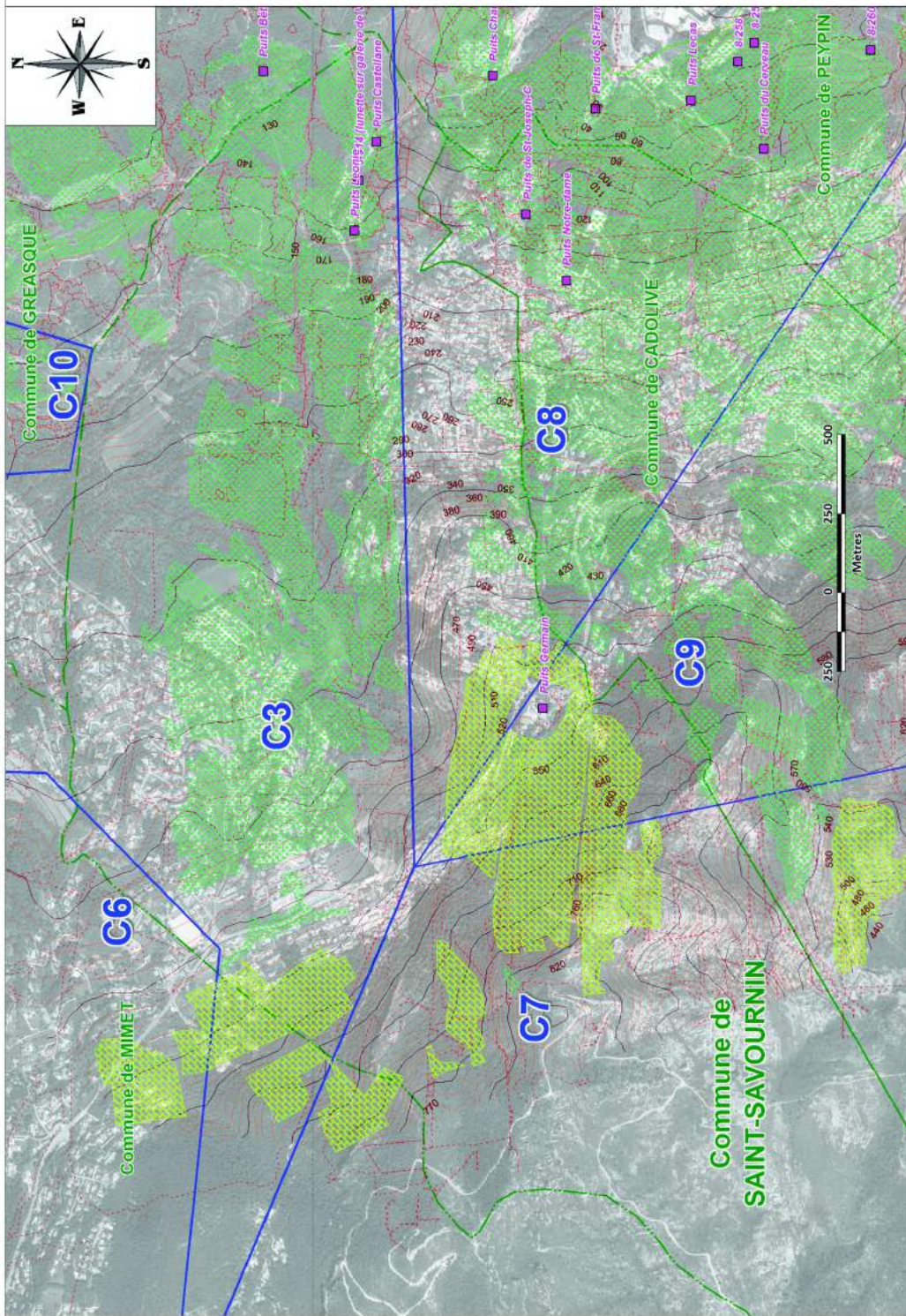


# DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR

Basin lignitifère de Provence (13)

## COMMUNE DE SAINT-SAVOURNIN

ANNEXE A2 : CARTE INFORMATIVE - VEINE 4 PANS



### TRAVAUX MINIER

- Puits
- Limite des travaux mineurs de la veine Grande Mine
- Affluement
- Isobathes (équidistance 50 m) gisement "en place"
- Isobathes (équidistance 10 m) gisement "en place"
- Isobathes (équidistance 50 m) gisement "charrai"
- Isobathes (équidistance 10 m) gisement "charrai"

### METHODE D'EXPLOITATION

- Tailles montantes remblayées
- Longues tailles louchées

### LIMITES ADMINISTRATIVES

- Limite Commune
- Limite Concession

ECHELLE : 1 / 10 000

Rapport S2016004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

Plan cadastre géométrique : BD Carthage de 2011, utilisé conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - MEDAD - MAP de juillet 2007

**GEODERIS**






# DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR

Bassin lignitifère de Provence (13)




## COMMUNE DE ALLAUCH

### ANNEXE A3 : CARTE INFORMATIVE - VEINE GROS ROCHER



#### TRAVAUX MINIER

-  Puits
-  Limite des travaux miniers de la veine Grande Mine
-  Affleurement
-  Isobathes (équidistance 50m)
-  Isobathes (équidistance 10m)

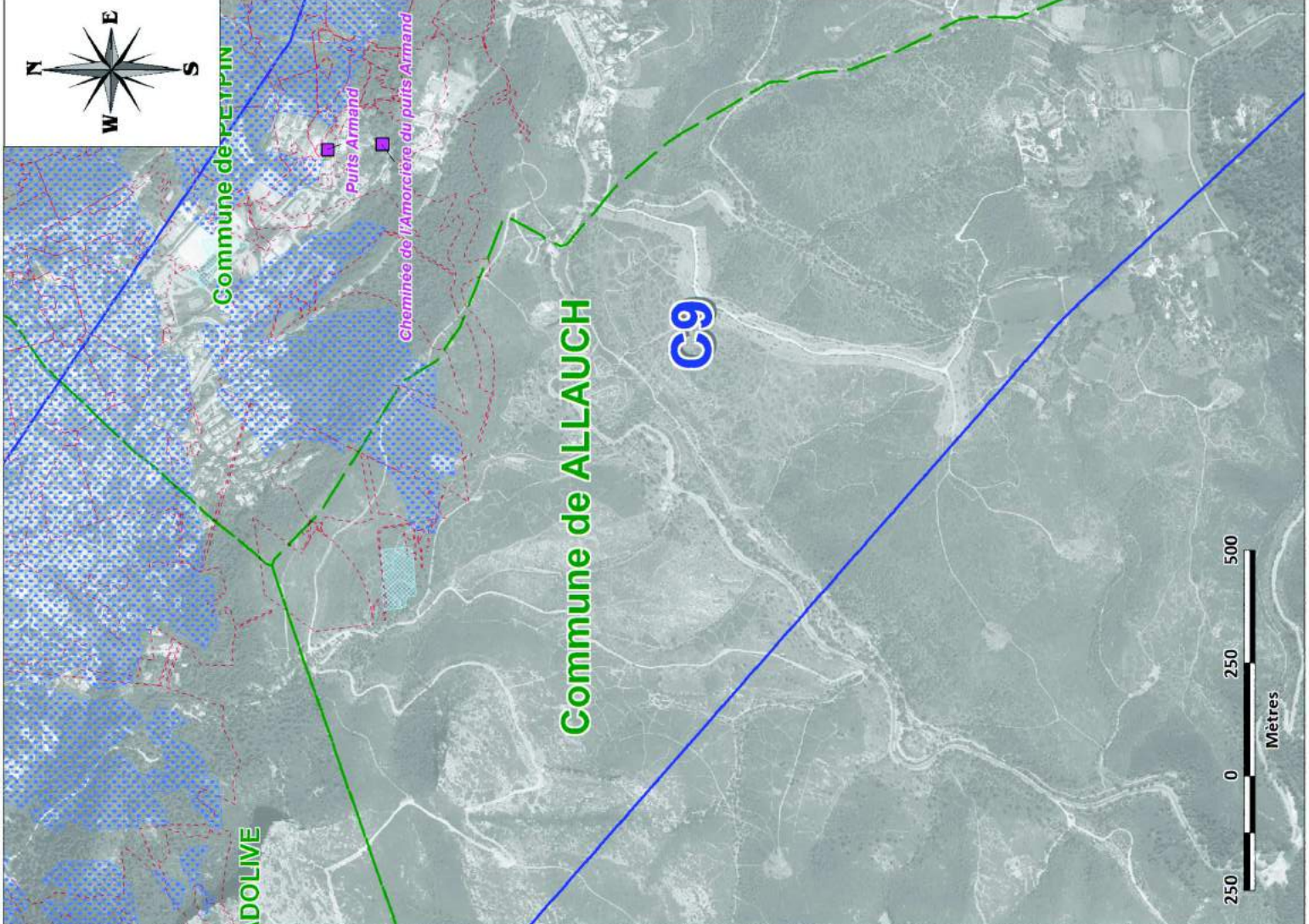
#### METHODE D'EXPLOITATION

-  Anciens travaux chambres et piliers, antérieur à 1856
-  Tailles montantes remblayées, 1856 à 1952
-  Longues tailles foudroyées, 1940 à 1958

#### LIMITES ADMINISTRATIVES

-  Limite de commune
-  Limite de concession

ECHELLE : 1 / 10 000



Rapport S2016/004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

Fond cartographique : BD ORTHO® de 2011 utilisée conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - MEDAD - MAP de juillet 2007





**DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR**  
**Bassin lignitifère de Provence (13)**  
**COMMUNE DE CADOLIVE**

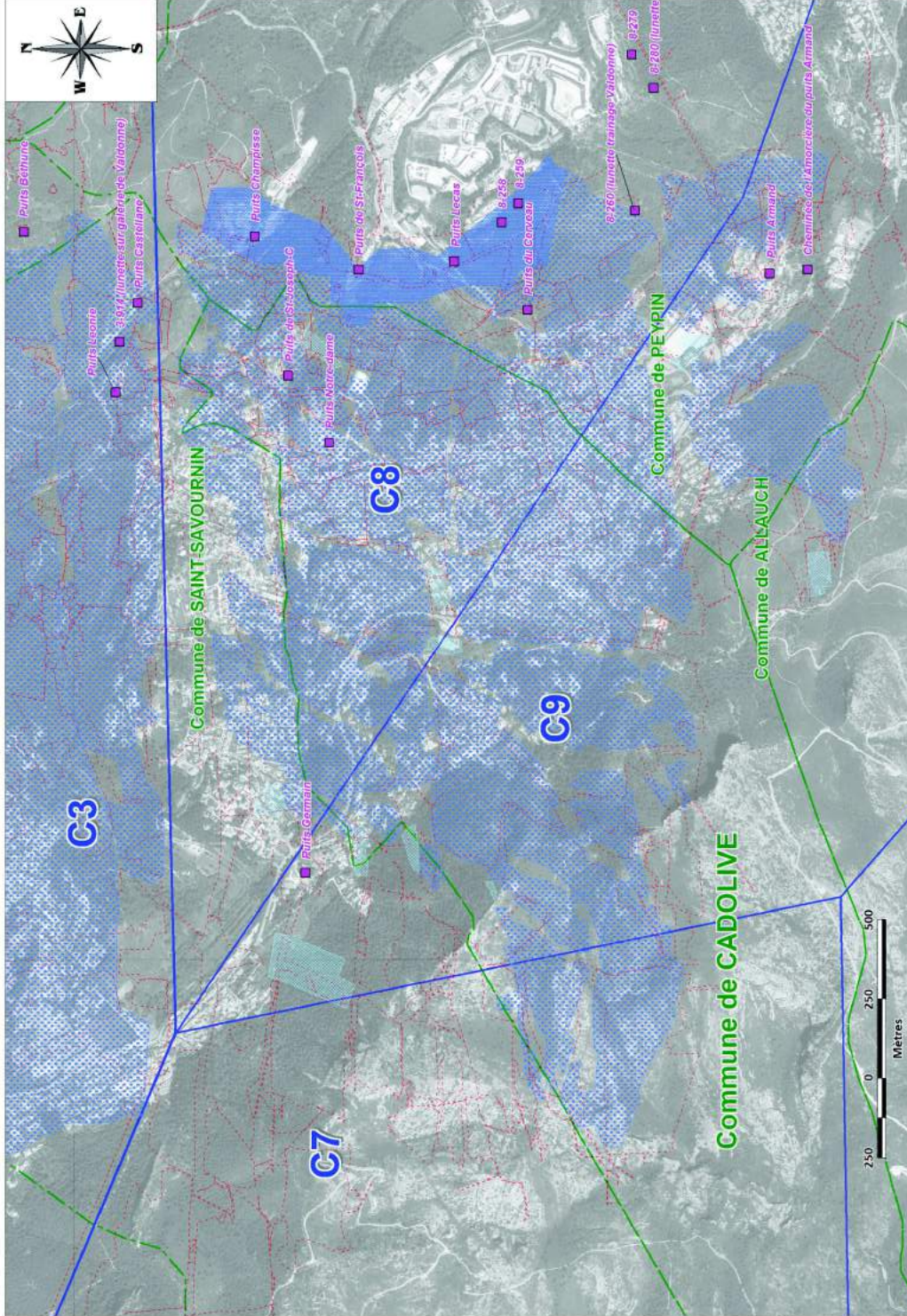
**ANNEXE A3 : CARTE INFORMATIVE - VEINE GROS ROCHER**

<b>TRAVAUX MINIER</b>	<b>METHODE D'EXPLOITATION</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Puits</li> <li>Limite des travaux mineurs de la veine Grande Mine</li> <li>Affluement</li> <li>Isobathas (équidistance 50m)</li> <li>Isobathas (équidistance 10m)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anciens travaux chambres et piliers, antérieur à 1856</li> <li>Tailles montantes remblayées, 1856 à 1952</li> <li>Longues tailles fouillées, 1940 à 1938</li> </ul>
<b>LIMITES ADMINISTRATIVES</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Limite de commune</li> <li>Limite de concession</li> </ul>	

**ECHELLE : 1 / 10 000**

Rapport S2016/004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

Fond cartographique : IGN VERTIGORE de 2011 utilisé conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - MEDAD - MAP de juillet 2007



# COMMUNE DE GARDANNE

## ANNEXE A3 : CARTE INFORMATIVE - VEINE GROS ROCHER

### TRAVAUX MINIERES

- Puits
- Limites des zones d'activités de la veine Gros Rocher
- Affaissement
- Isotaches (déplacement 50m)
- Isotaches (déplacement 10m)

### METHODE D'EXPLOITATION

- Activités souterraines charbonnières et sulfures antérieures à 1950
- Travaux souterrains antérieurs, 1950 à 1952
- Longues galeries souterraines, 1950 à 1958

### LIMITES ADMINISTRATIVES

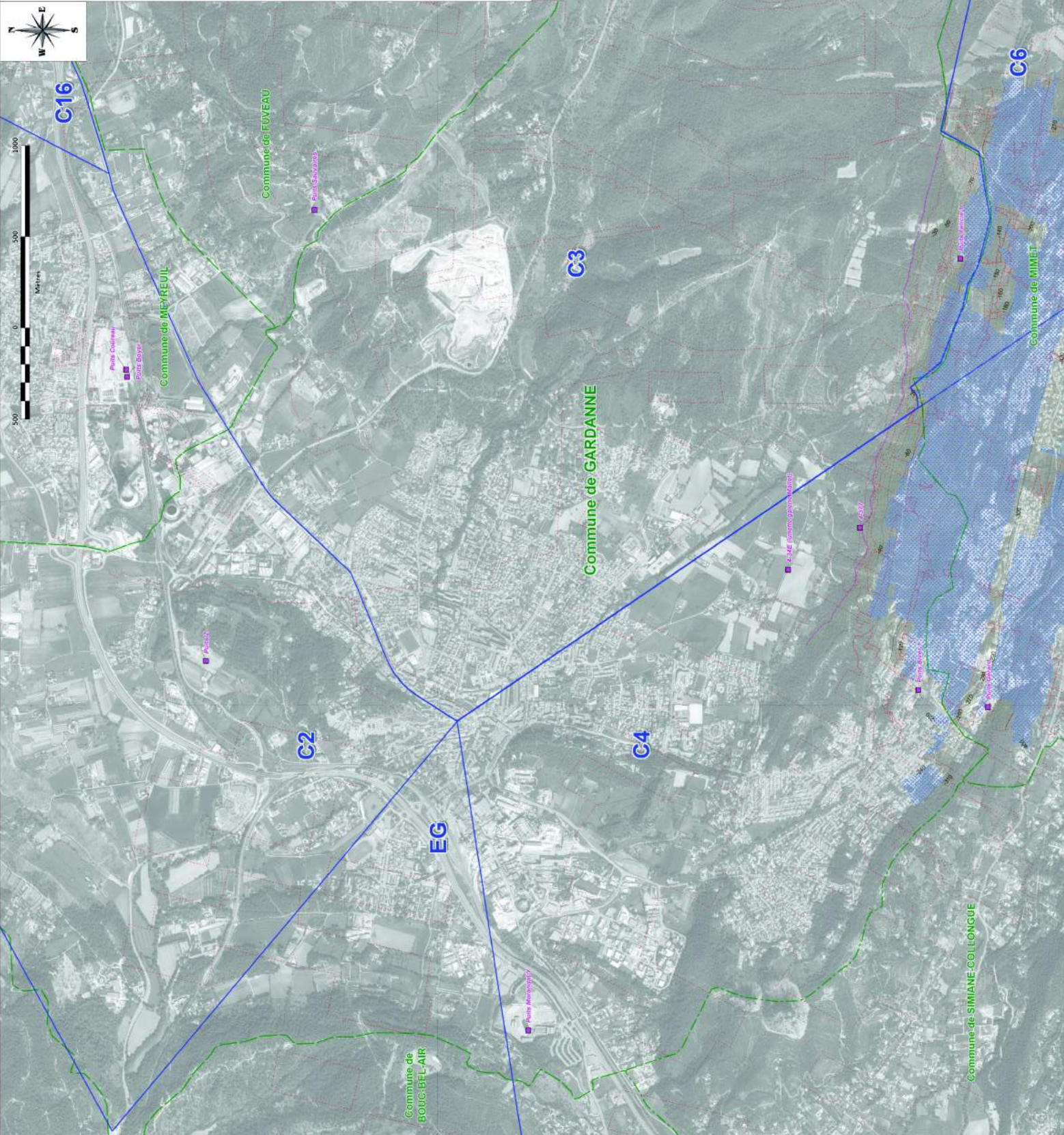
- Limite de commune
- Limite de concession

ECHELLE : 1:10.000

Rapport 32016/0040E-6PA/22070 - Janvier 2016



Projet cartographique - 10/01/2016 - 10/01/2016 - 10/01/2016 - 10/01/2016 - 10/01/2016 - 10/01/2016 - 10/01/2016 - 10/01/2016 - 10/01/2016 - 10/01/2016



# DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR

Bassin lignitifère de Provence (13)

## COMMUNE DE GREASQUE

### ANNEXE A3 : CARTE INFORMATIVE - VEINE GROS ROCHER

TRAVAUX MIAMIERS	METHODE D'EXPLOITATION
Puits	Anciens travaux chambres et piliers, antérieur à 1856
Limite des travaux miniers de la veine Grande Ille	Tailles montantes rembayées, 1856 à 1952
Affourcement	Longues tailles foudroyées, 1940 à 1958
Isobathes (équidistance 50m)	
Isobathes (équidistance 10m)	

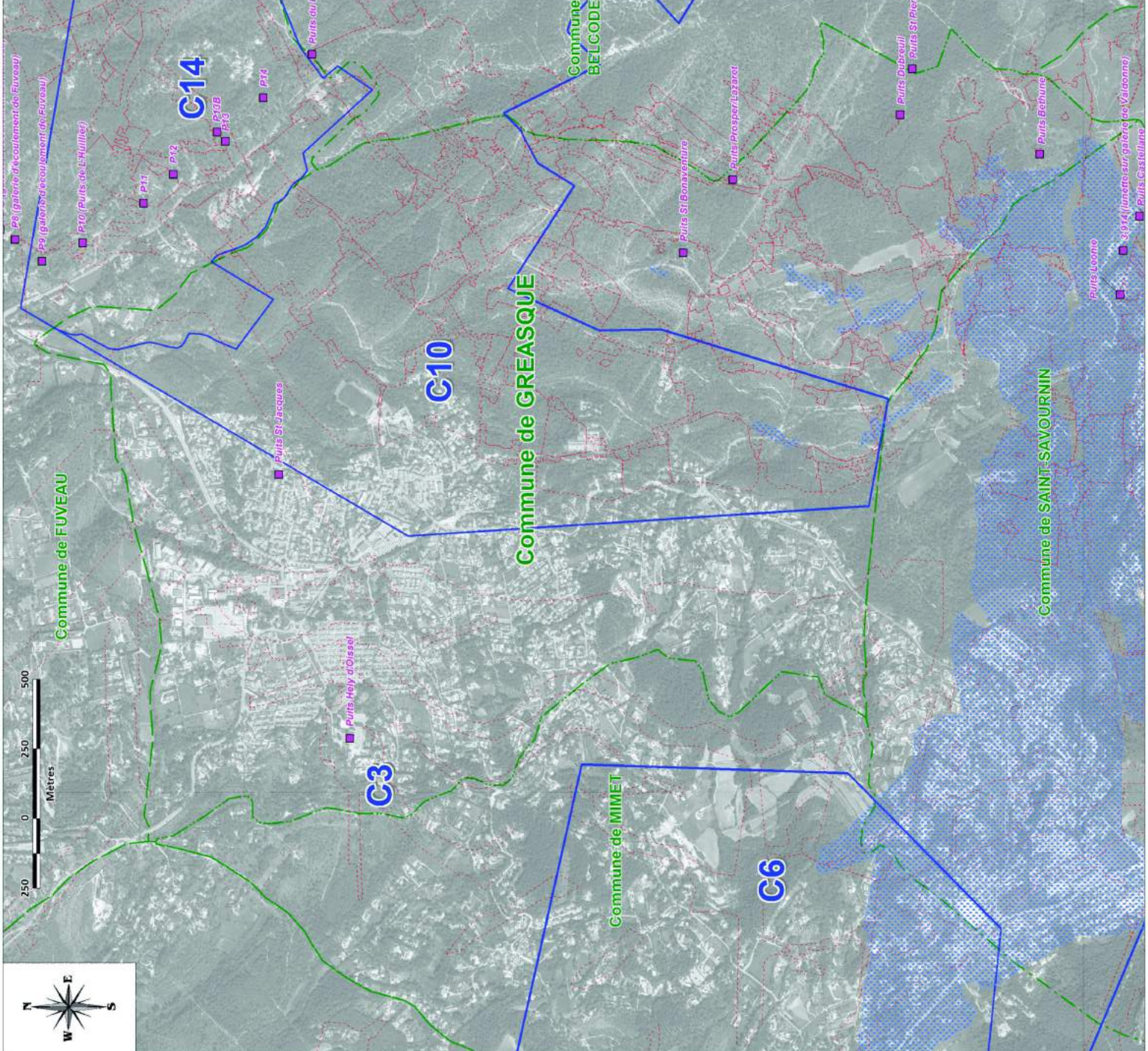
LIMITES ADMINISTRATIVES
Limite de commune
Limite de concession

**ECHELLE : 1 / 10 000**

Fond cartographique : BD CARTEIGNA de 2011 utilisé conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - MEDAD - MAP de juillet 2007

Rapport S2016/004DE-16FAC22070 - Janvier 2016

**GEODERIS**



DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR  
 Bassin lignitifère de Provence (13)

COMMUNE DE MIMET

ANNEXE A3 : CARTE INFORMATIVE - VEINE GROS ROCHER

**TRAVAUX MINIERES**

- Puits
- Anciens travaux (chemises et puits), antérieurs à 1956
- "Tables" incrustées antérieures, 1956 à 1957
- Longues tables horizontales, 1958 à 1959

**ADRESSEMENT**

- Isohypses (altitude 5m)
- Isohypses (altitude 10m)

**METHODE D'EXPLOITATION**

- Anciens travaux (chemises et puits), antérieurs à 1956
- "Tables" incrustées antérieures, 1956 à 1957
- Longues tables horizontales, 1958 à 1959

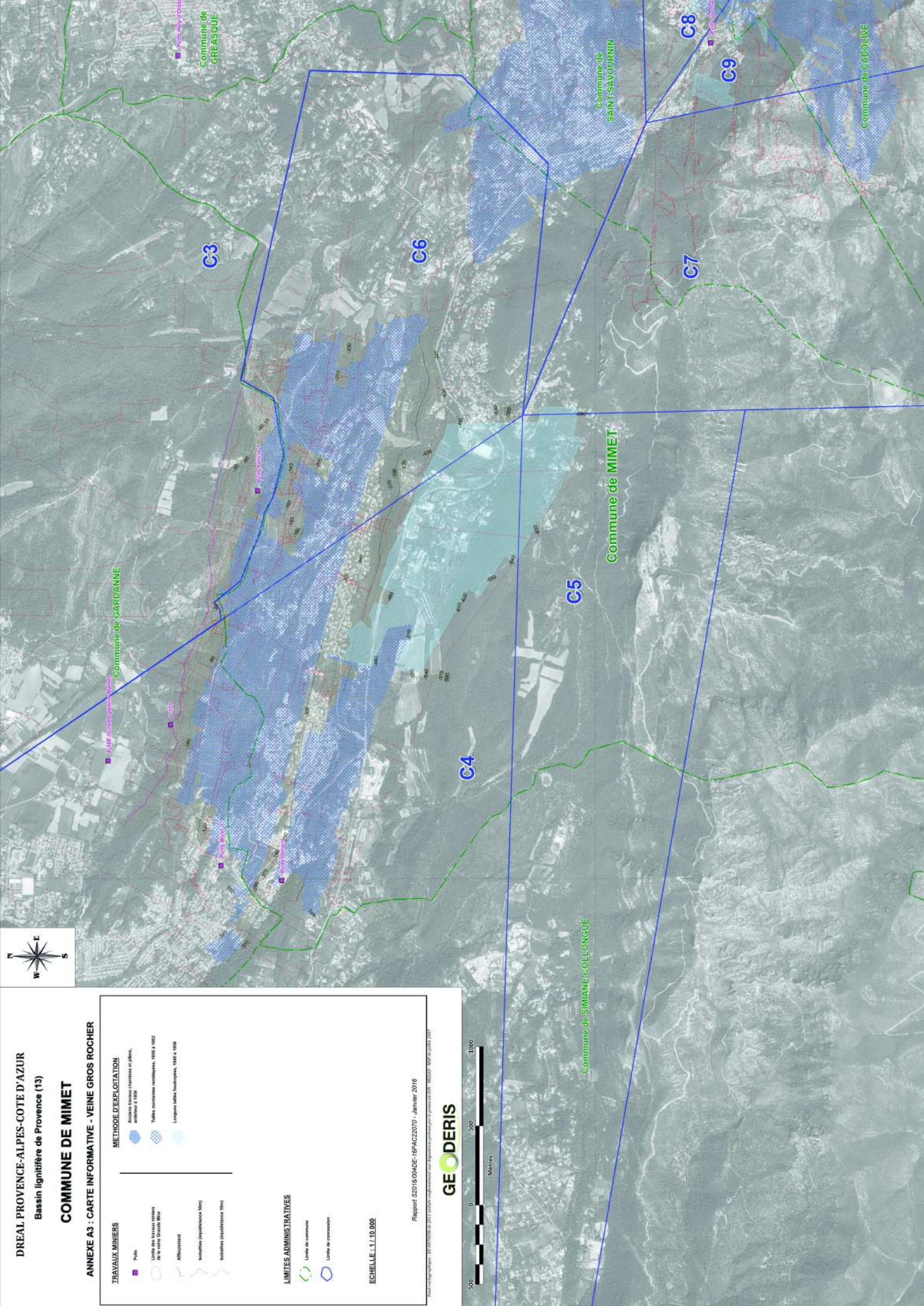
**LIMITES ADMINISTRATIVES**

- Limite de commune
- Limite de concession

**ECHELLE : 1:10.000**

Report S2016.004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

Bassin lignitifère de Provence - 13 - Veine Gros Rocher - Carte informative - Annexe A3 - Commune de Mimet



**DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR**  
**Bassin lignitifère de Provence (13)**  
**COMMUNE DE PEYPIN**

**ANNEXE A3 : CARTE INFORMATIVE - VEINE GROS ROCHER**

**TRAVAUX MINIER**

- Puits
- Limite des travaux mineurs de la veine Grande Mine
- Affluement
- Isobathes (équidistance 50m)
- Isobathes (équidistance 10m)

**METHODE D'EXPLOITATION**

- Anciens travaux chambres et piliers, antérieur à 1856
- Tailles montantes remblayées, 1856 à 1952
- Longues tailles fondroyées, 1940 à 1938

**LIMITES ADMINISTRATIVES**

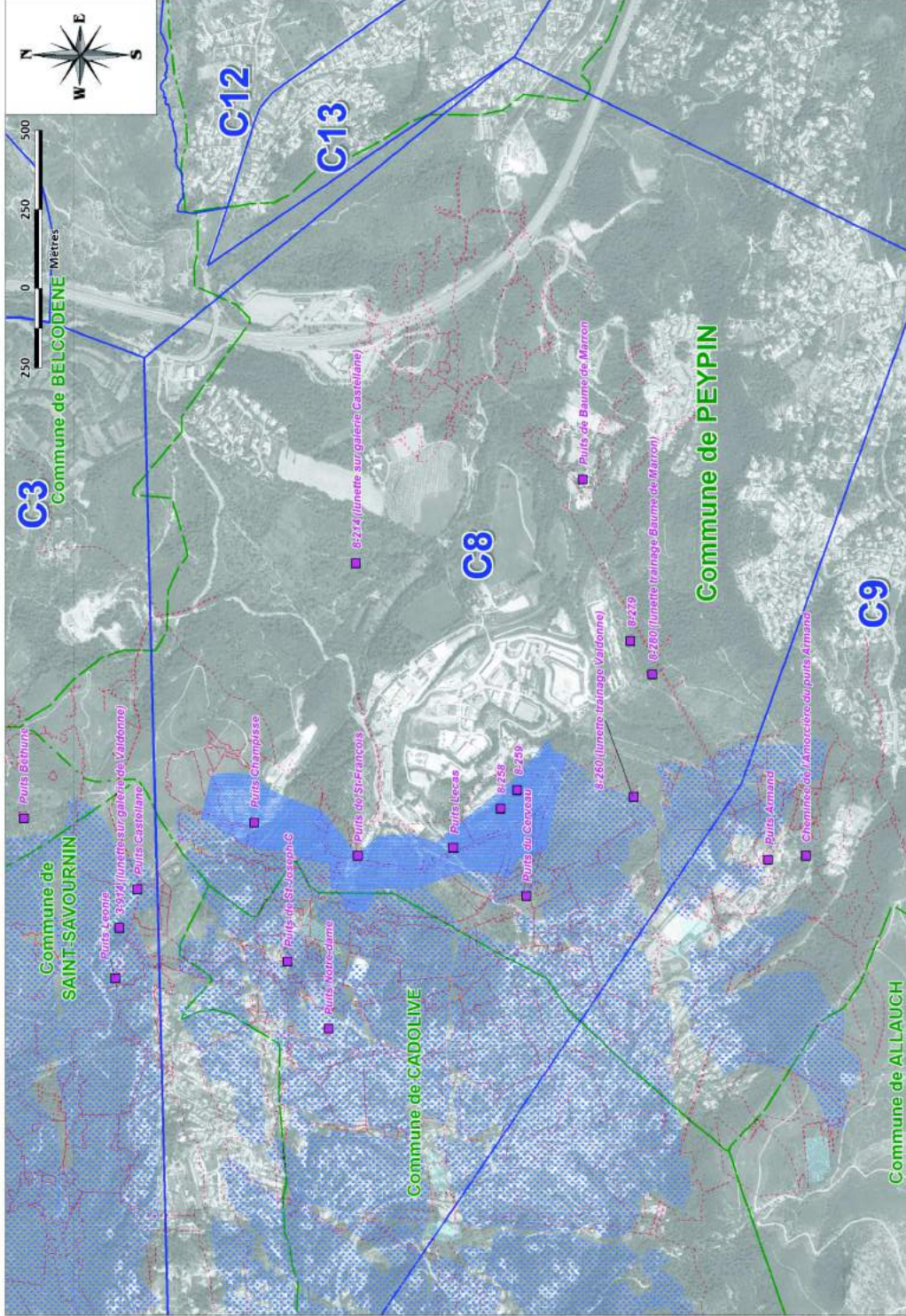
- Limite de commune
- Limite de concession

**ECHELLE : 1 / 10 000**

Rapport S2016/004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

Fond cartographique : IGN VBT1908 de 2011 utilisé conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - MEDAD - MJP de juillet 2007

**GEO**DERIS



**DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR**  
**Bassin lignitifère de Provence (13)**

**COMMUNE DE SAINT-SAVOURNIN**

**ANNEXE A3 : CARTE INFORMATIVE - VEINE GROS ROCHER**

**METHODE D'EXPLOITATION**

- Anciens travaux chambres et puits, antérieur à 1856
- Tailles montantes remblayées, 1856 à 1952
- Longues tailles fouillées, 1940 à 1938

**TRAVAUX MINIERES**

- Puits
- Limite des travaux mineurs de la veine Granda Mine
- Affluement
- Isobathes (équidistance 50m)
- Isobathes (équidistance 10m)

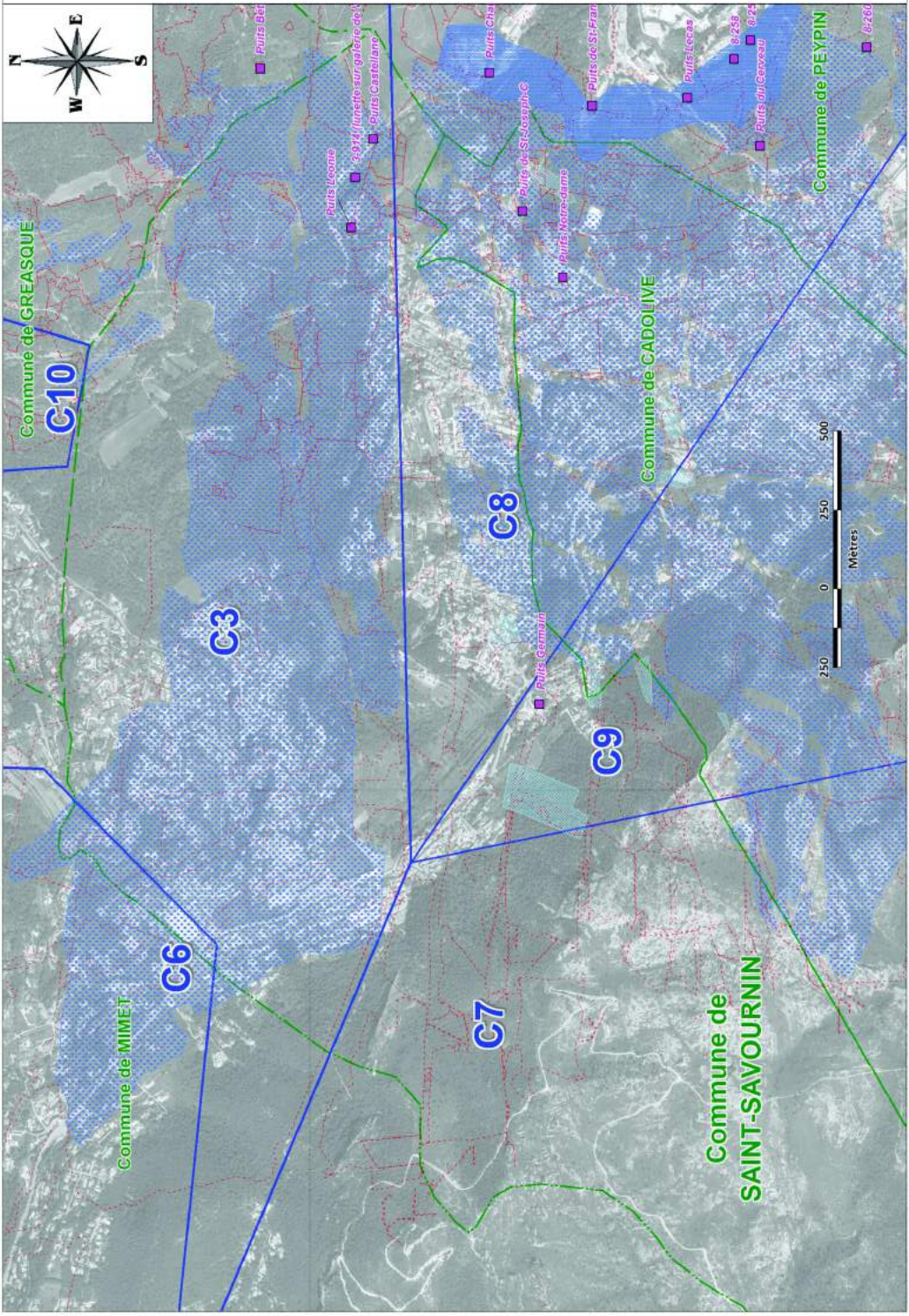
**LIMITES ADMINISTRATIVES**

- Limite de commune
- Limite de concession

**ECHELLE : 1 / 10 000**

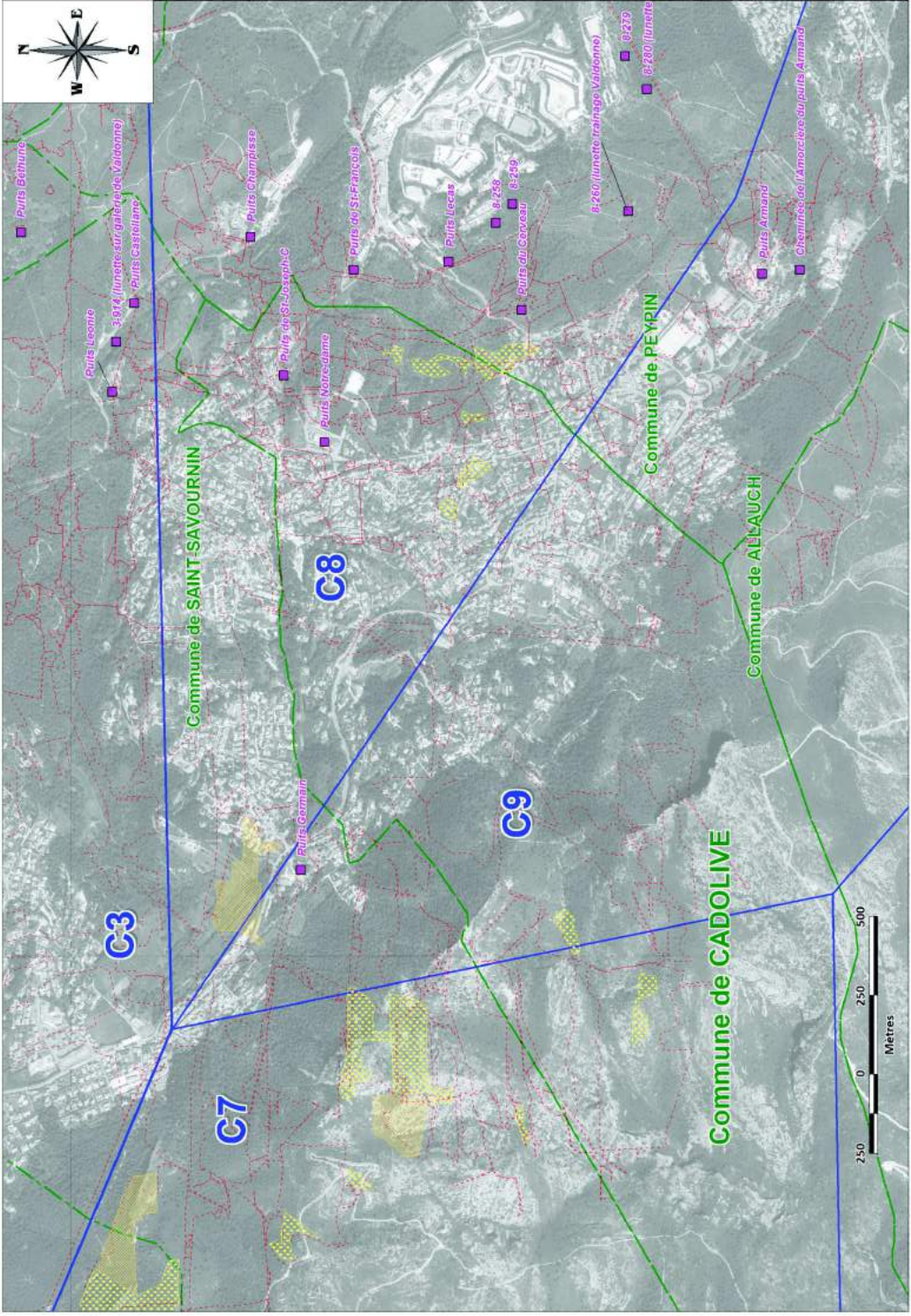
Rapport S2016/004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

Fond cartographique : IGN VERT/RSB de 2011 utilisé conformément aux dispositions prévues par le protocole (G9 - MEGEO - M9) de juillet 2007



**DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR**  
**Bassin lignitifère de Provence (13)**  
**COMMUNE DE CADOLIVE**

**ANNEXE A4 : CARTE INFORMATIVE - VEINE MAUVAISE MINE**



DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR  
 Bassin lignitifère de Provence (13)  
**COMMUNE DE GARDANNE**

ANNEXE A4 : CARTE INFORMATIVE - VEINE MAUVAISE MINE

**TRAVAUX MINIERES**

- Puits
- Limites des zones d'effluents de la mine (Zones MME)
- Affaissement
- Isotaches (écartement 50m)
- Isotaches (écartement 10m)

**METHODE D'EXPLOITATION**

- Traite minerais oxydés, 1026 à 1028
- Longues tailles lustrées, 1166 à 1169

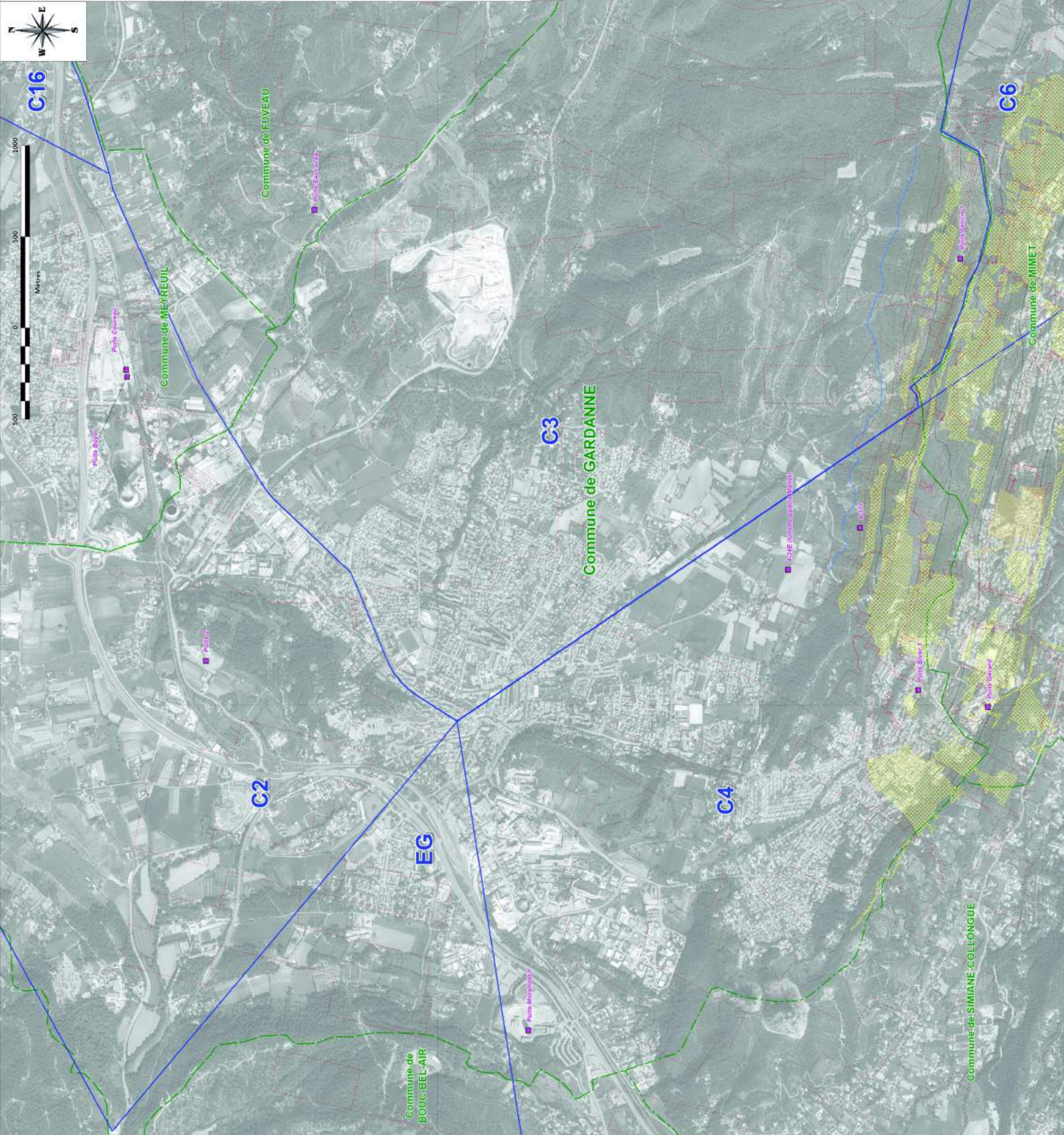
**LIMITES ADMINISTRATIVES**

- Limite de commune
- Limite de consoube

**ECHELLE : 1:10.000**

Rapport 32016/004CE-6P(A)22070 - Janvier 2016

Audax Ingénierie - 100 Chemin de la Vallée - 13100 Gardanne - France - Tél : 04 91 91 10 10





**COMMUNE DE MIMET**

**ANNEXE A4 : CARTE INFORMATIVE - VEINE MAUVAISE MINE**

TRAVAUX MINIERES		METHODE D'EXPLOITATION	
	Puits		Tailles souterraines souterraines, 1958 à 1958
	Limites des travaux réalisés de la veine Mauvaise Mine		Longues tailles souterraines, 1946 à 1960
	Abandonnés		
	houillères (qualificative 5m)		
	houillères (qualificative 15m)		

LIMITES ADMINISTRATIVES	
	Limite de commune
	Limite de concession

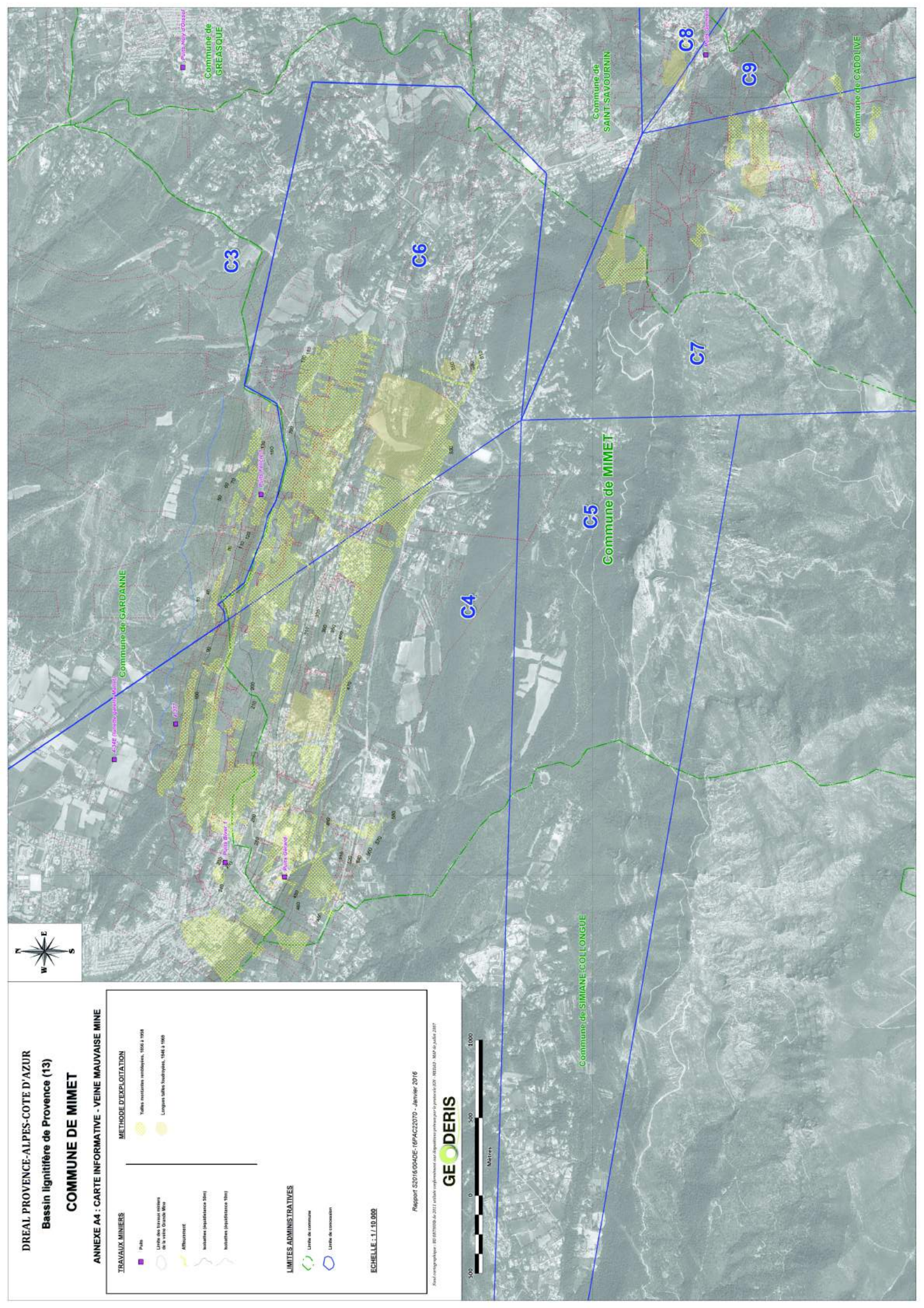
**ECHELLE : 1:10.000**

Report S2016/0040E-66PAC22070 - Janvier 2016

Autocartographie - 01/01/2016 à 30/11/2016 - 2017 - Cartes informatives des concessions minières de Provence (13) - 000000 - Mimet - 2016



**GEODERIS**



**DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR**  
**Bassin lignitifère de Provence (13)**  
**COMMUNE DE PEYPIN**

**ANNEXE A4 : CARTE INFORMATIVE - VEINE MAUVAISE MINE**

**TRAVAUX MINIER**

- Puits
- Limite des travaux mineurs de la veine Grande Mine
- Affluement
- Isobathes (équidistance 50m)
- Isobathes (équidistance 10m)

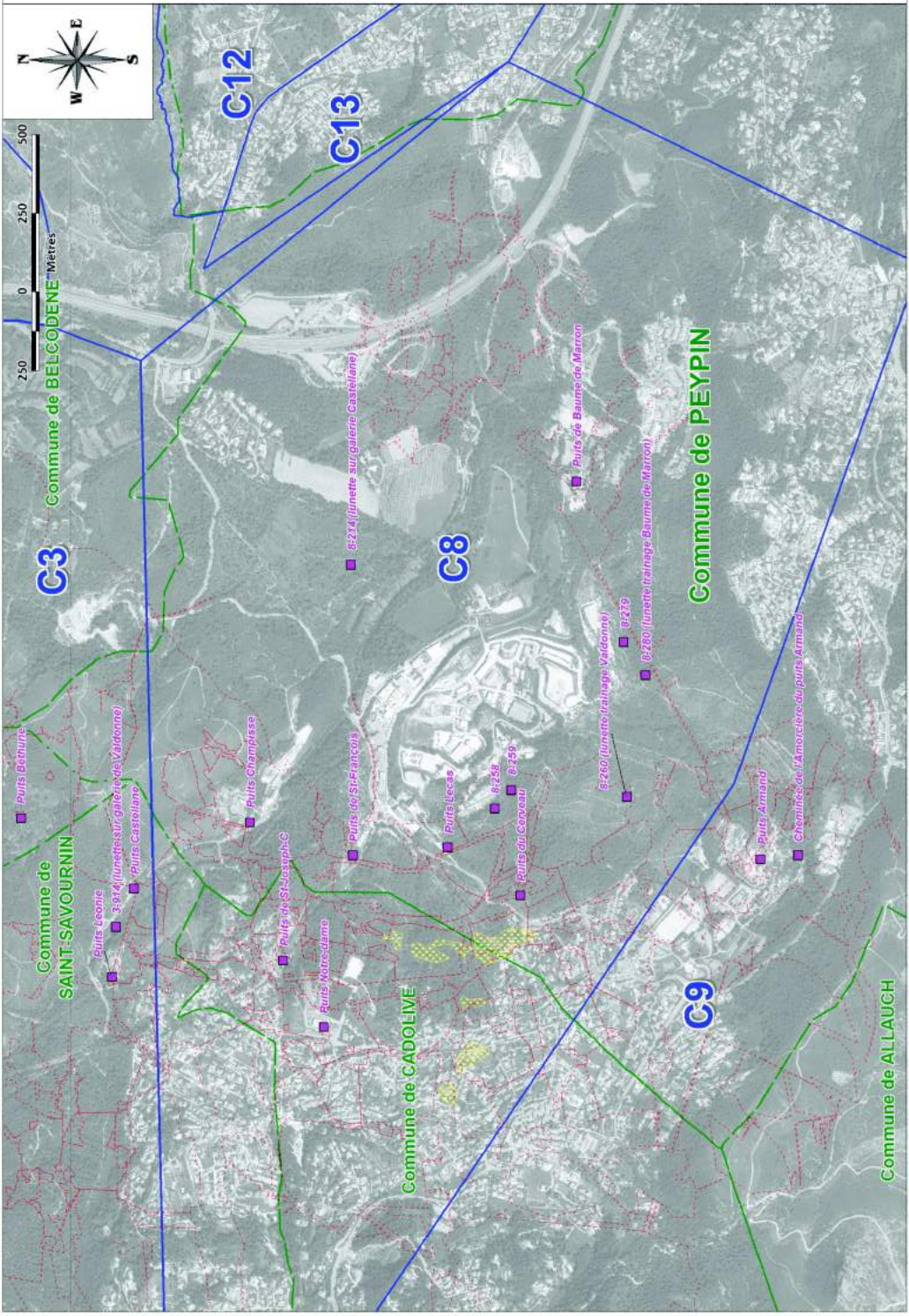
**METHODE D'EXPLOITATION**

- Tailles montantes remblayées, 1956 à 1958
- Longues tailles loutroyées, 1946 à 1959

**LIMITES ADMINISTRATIVES**

- Limite de commune
- Limite de concession

**ECHELLE : 1 / 10 000**



**DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR**  
**Bassin lignitifère de Provence (13)**  
**COMMUNE DE SAINT-SAVOURNIN**

**ANNEXE A4 : CARTE INFORMATIVE - VEINE MAUVAISE MINE**

**METHODE D'EXPLOITATION**

- Tailles montantes remblayées, 1856 à 1958
- Longues tailles loutroyées, 1946 à 1959

**TRAVAUX MINIERES**

- Puits
- Limite des travaux mineurs de la veine Grande Mine
- Affluement
- Isobathes (équidistance 50m)
- Isobathes (équidistance 10m)

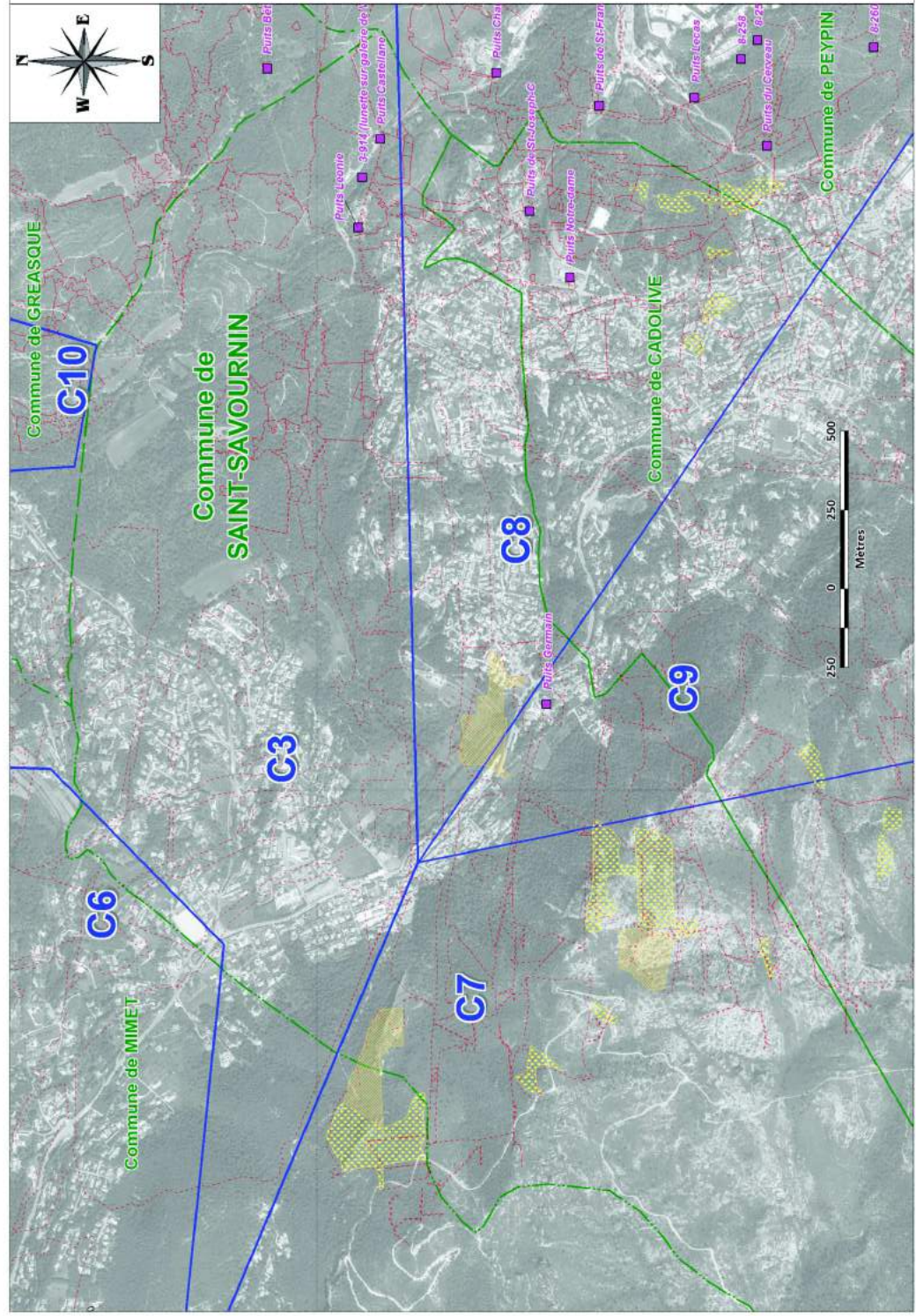
**LIMITES ADMINISTRATIVES**

- Limite de commune
- Limite de concession

**ECHELLE : 1 / 10 000**

Rapport S2016/004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

Fond cartographique : BDORTHO de 2011 utilisé conformément aux dispositions prévues par le protocole G34 - RED3D - MAP le juillet 2007



# COMMUNE DE SIMIANE-COLLONGUE

## ANNEXE A4 : CARTE INFORMATIVE - VEINE MAUVAISE MINE

### TRAVAUX MINIERES

- Puits
- Lignes de tracés anciens de la veine Grande Mine
- Affaiblissement
- Isolations (équidistance 50m)
- Isolations (équidistance 150m)

### METHODE D'EXPLOITATION

- Tailles excavées verticales, 1954 à 1958
- Longues tailles horizontales, 1948 à 1959

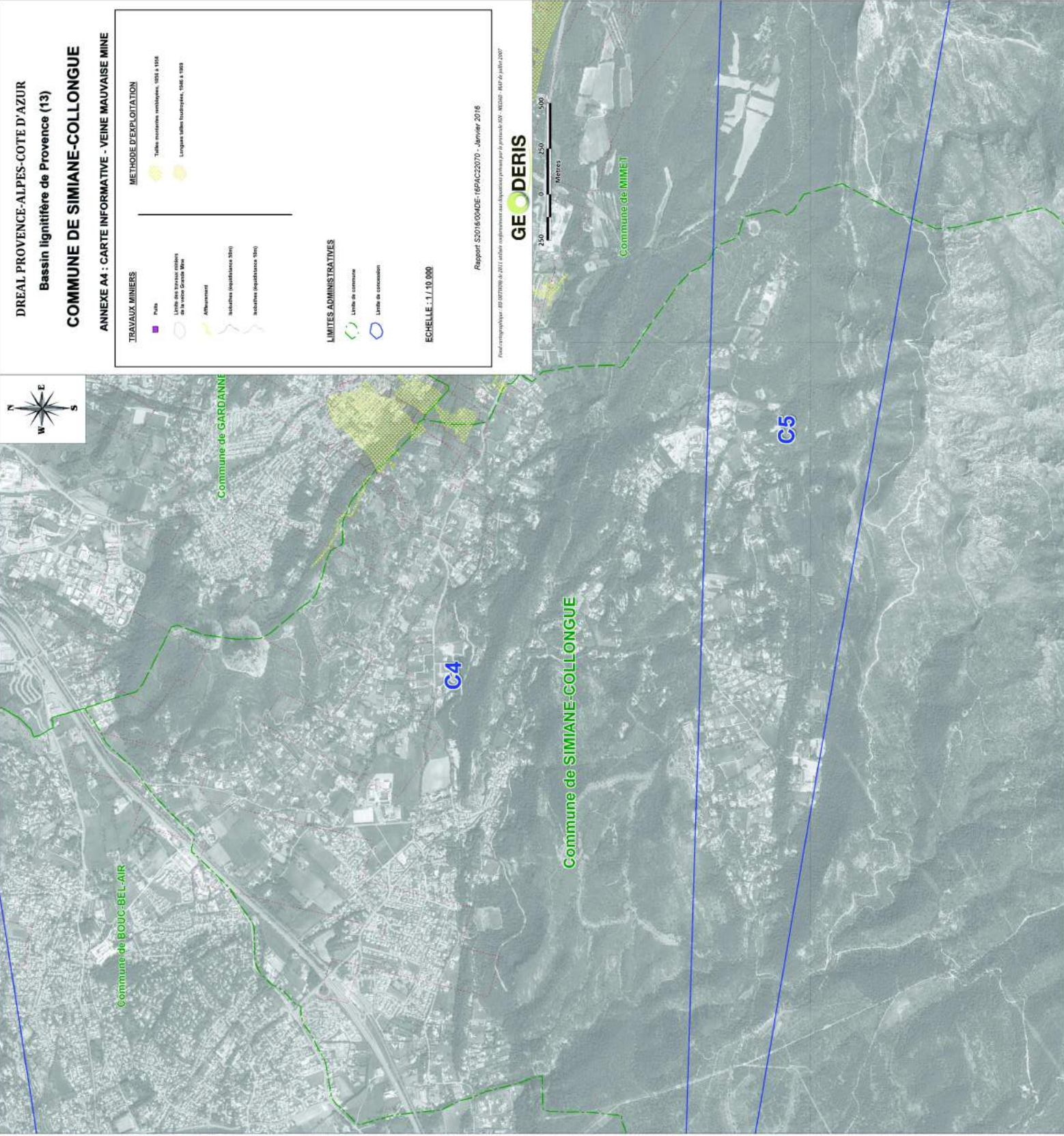
### LIMITES ADMINISTRATIVES

- Limite de commune
- Limite de concession

ECHELLE : 1:110.000

Rapport S20160040E-165AC20370 - Janvier 2016

Projet cartographique : 03/07/2016 de 2011, cadastre en vigueur au 31/12/2015, pour le projet de loi n° 1023 - MAP 14 juillet 2007



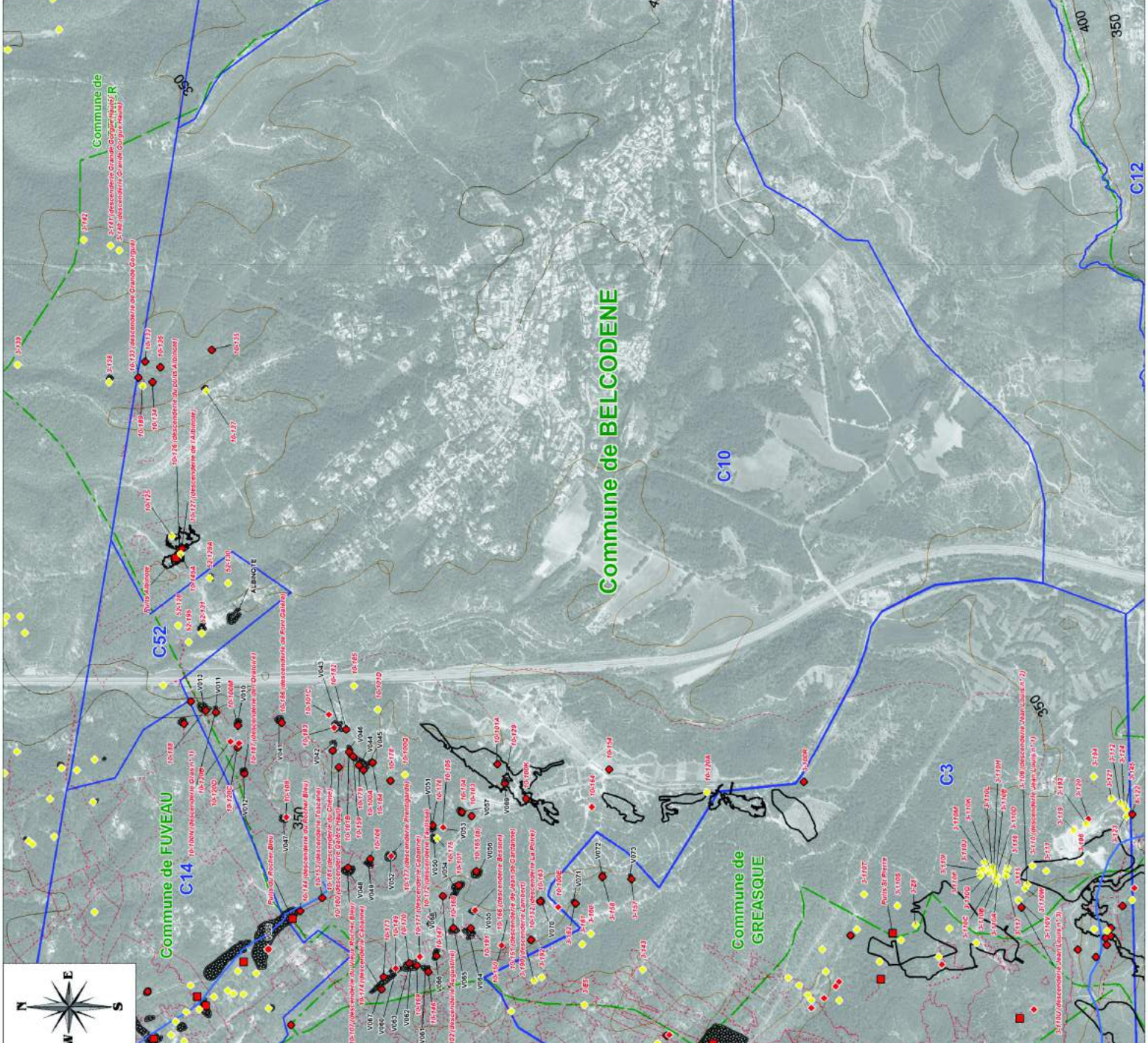
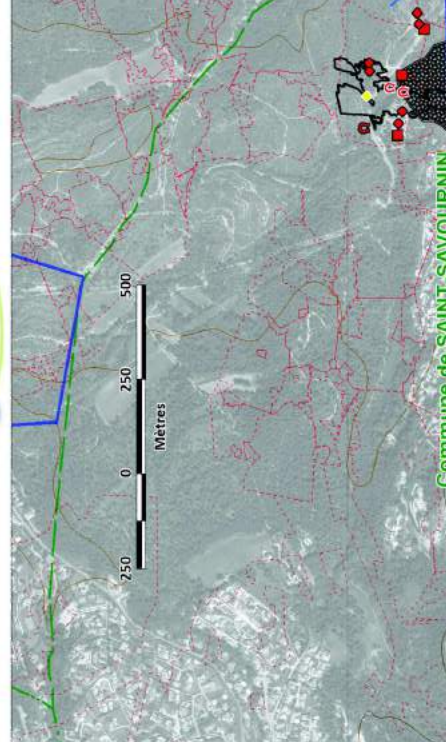
DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR  
 Bassin lignitifère de Provence (13)

**COMMUNE DE BELCODENE**

ANNEXE B : CARTE INFORMATIVE -  
 OSSATURE MINIERE, OUVRAGES DE SURFACE,  
 TERRILLS ET DÉSORDRES MINIERS RECENSES



**GEODERIS**



Commune de SAINT-SAVOIRIN

DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR  
 Bassin lignitifère de Provence (13)  
**COMMUNE DE BOUC-BEL-AIR**

ANNEXE B : CARTE INFORMATIVE -  
 OSSATURE MINIERE, OUVRAGES DE SURFACE,  
 TERRILS ET DESORDRES MINERS RECENSES



OUVRAGES ENVOUCHANT AU JOUR	
■ Puits	■ Terrassement et remblai par CAP
● Décharge	■ Terrassement et remblai par CAP
○ Mine	■ Terrassement et remblai par CAP
■ Sondage	■ Terrassement et remblai par CAP

TRAVAUX MINERS SOUTERRAINS	
○ Lieu de travail souterrain	■ Terrain
○ Mine d'exploitation	■ Terrain
○ Carte géologique	■ Terrain

TRAVAUX DE SURFACE	
○ Exploitation de surface (L100)	■ Terrain

LIMITES ADMINISTRATIVES	
○ Limite de commune	■ Terrain
○ Limite de département	■ Terrain

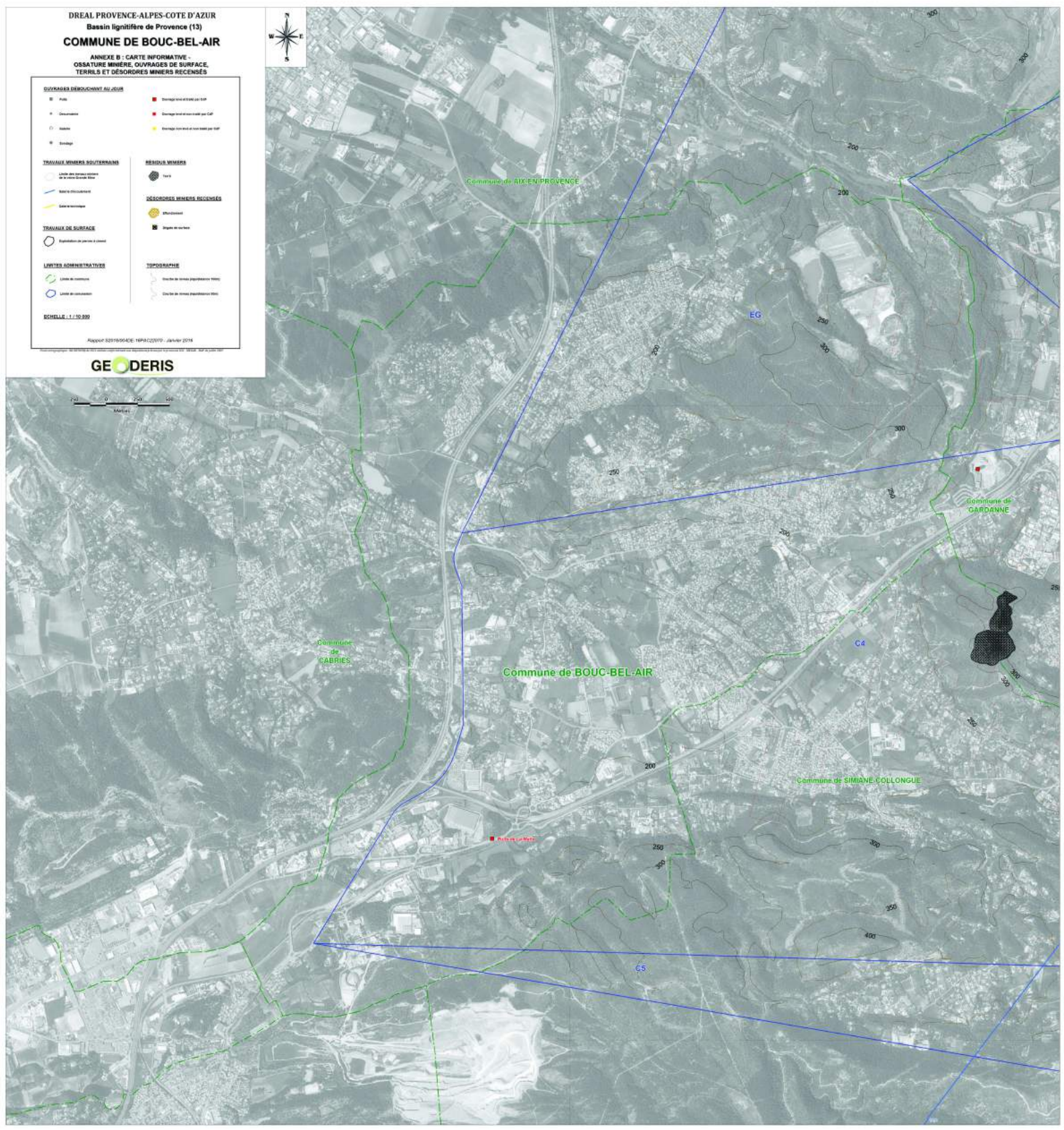
TOPOGRAPHIE	
○ Contour de terrain (altitude 100m)	■ Terrain
○ Contour de terrain (altitude 200m)	■ Terrain

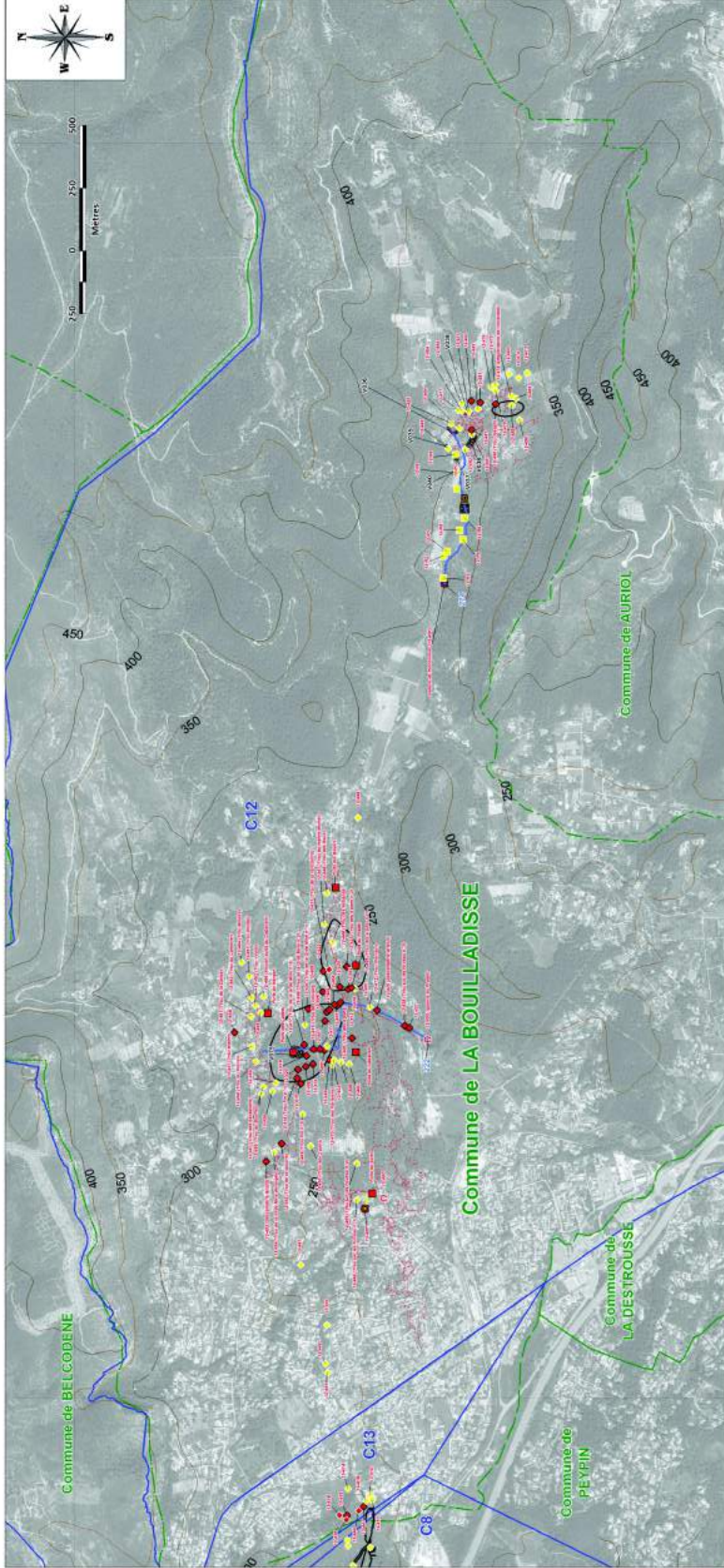
  

SCHELLE : 1 / 10 000

Rapport 2019/2020 : 13/04/2019 - Janvier 2014

**GEODERIS**





**DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR**  
**Bassin Ignitifère de Provence (13)**  
**COMMUNE DE LA BOUILLADISSE**  
**ANNEXE B : CARTE INFORMATIVE -**  
**OCCUPATION MINIERE, OUVRAGES DE SURFACE,**  
**TERRILS ET DESORDRES MINIERES RECENSES**

**OUVRAGES DEBOUCHANT AU JOUR**

- Puits
- Descendentes
- Galeries
- Boreages

**TRAVAUX MINIERES SOUTERRAINS**

- Limites des travaux souterrains de la veine Grand Bére
- Galerie d'aérage
- Galerie auxiliaire

**TRAVAUX DE SURFACE**

- Exploitation de pierres à ciment

**LIMITES ADMINISTRATIVES**

- Limites de commune
- Limites de concession

**RESIDUS MINIERES**

- Terril

**DESORDRES MINIERES RECENSES**

- Effondrement
- Risque de surface

**TOPOGRAPHIE**

- Contour de niveau (équidistance 100m)
- Contour de niveau (équidistance 50m)

**ECHELLE 1:1.000**

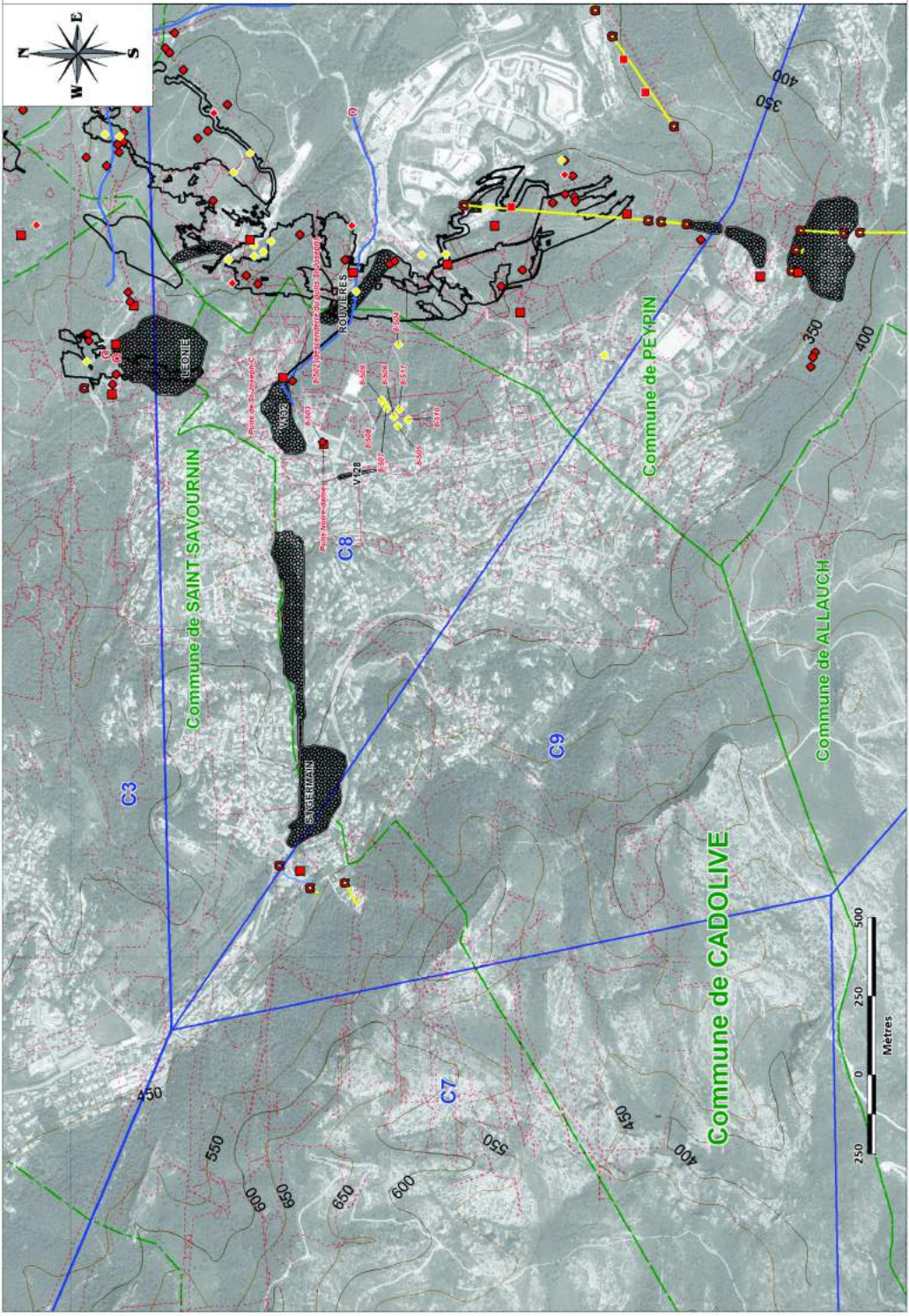
Rapport S2016040CE-169AC20070 - Janvier 2016

Autre topographie: 01100 1000 2011 (carte géométriquement déformable pour l'arpentage) - 01100000 - 01100000 2000



DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR  
 Bassin lignitifère de Provence (13)

**COMMUNE DE CADOLIVE**  
 ANNEXE B : CARTE INFORMATIVE -  
 OSSATURE MINIERE, OUVRAGES DE SURFACE,  
 TERRILLS ET DÉSORDRES MINIERS RECENSÉS



**OUVRAGES DEBOUCHANT AU JOUR**

- Puits
- ◆ Descendrière
- Galerie
- ◆ Sondage

■ Ouvrage levé et traité par CgP  
 ■ Ouvrage levé et non traité par CgP  
 ◆ Ouvrage non levé et non traité par CgP

**TRAVAUX MINIERS SOUTERRAINS**

- Limite des travaux miniers de la veine Grande Mine
- Galerie d'écoulement
- Galerie technique

**TRAVAUX DE SURFACE**

- Exploitation de pierres à ciment

**LIMITES ADMINISTRATIVES**

- Limite de commune
- Limite de concession

**ÉCHELLE : 1 / 10 000**

**RÉSIDUS MINIERS**

- Terril

**DÉSORDRES MINIERS RECENSÉS**

- Effondrement
- Débris de surface

**TOPOGRAPHIE**

- Courbe de niveau (équidistance 100m)
- Courbe de niveau (équidistance 50m)

Rapport S2016/004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

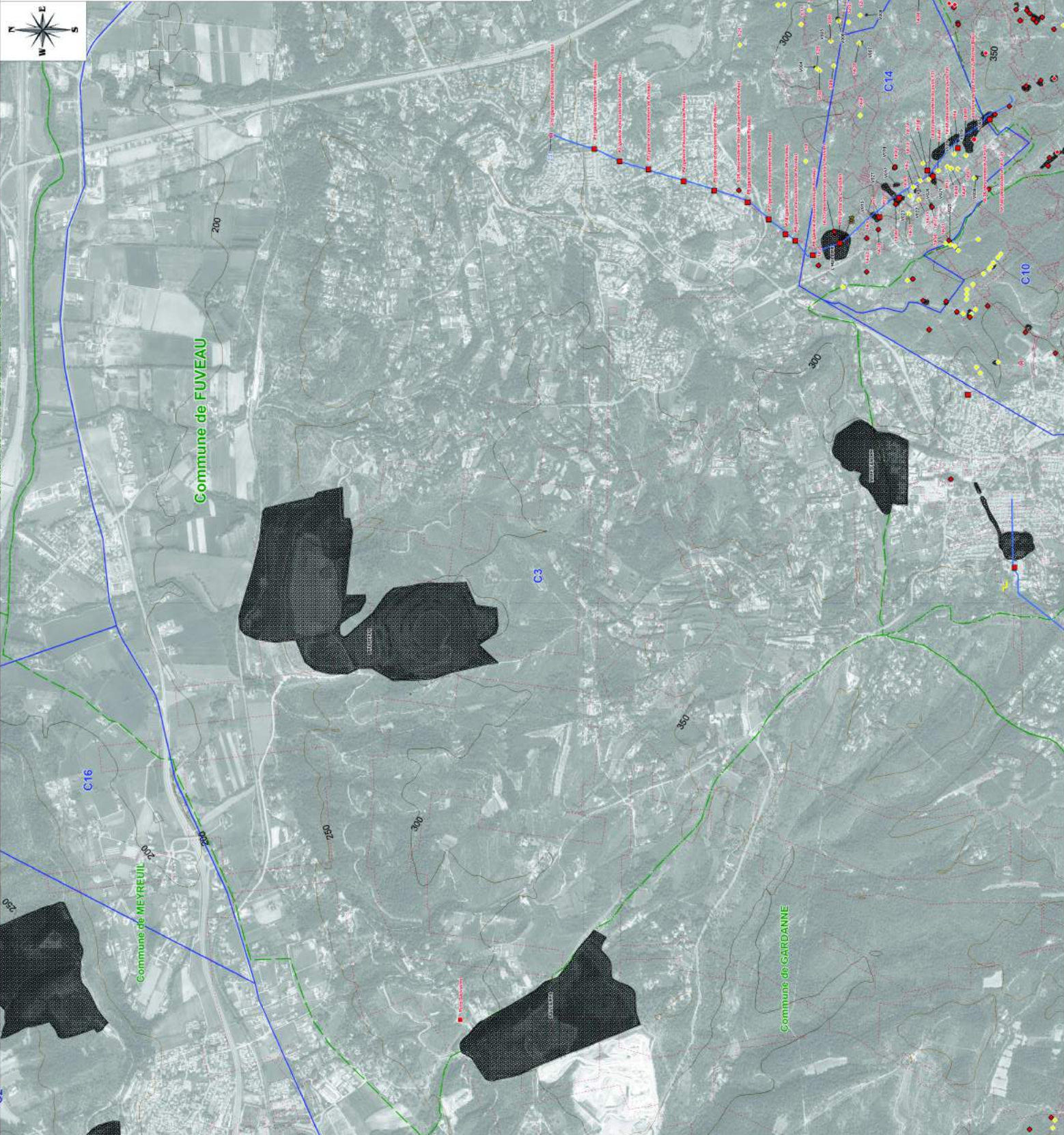
Fond cartographique : BD Carthage de 2011 réalisé conjointement par l'IGN et le BRGM. Plan de juillet 2007.





**COMMUNE DE FUYEAU**

ANNEXE B : CARTE INFORMATIVE -  
 OSSATURE MINIERE, OUVRAGES DE SURFACE,  
 TERRILS ET DÉSORDRES MINIERES REGENSÉS



**OUVRAGES DEBOUCHANT A L'AJOUR**

- Puits
- Descentes
- Sables
- Sondage

**TRAVAUX MINERS SOUTERRAINS**

- Ligne des travaux souterrains de l'ancien Grand Site
- Ligne d'écoulement
- Ligne Isocroquis

**TRAVAUX DE SURFACE**

- Exploitation de gisements à ciel ouvert

**LIMITES ADMINISTRATIVES**

- Ligne de commune
- Ligne de concession

**RESEAUX MINERS**

- Travaux

**DÉSORDRES MINIERES REGENSÉS**

- Abandonnés
- Ségnes de surface

**TOPOGRAPHIE**

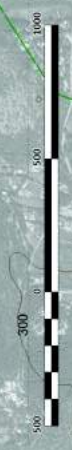
- Contour de niveau (pas de dénivellation 10m)
- Contour de niveau (pas de dénivellation 50m)

**CHANGEMENTS DE STATUT DES CUP**

- Changement de statut en faveur des CUP
- Changement de statut en désavantage des CUP
- Changement de statut en faveur des CUP

**ECHELLE 1:110 000**

Report 30716/BOUCHE-HYCAC2010 - Janvier 2016

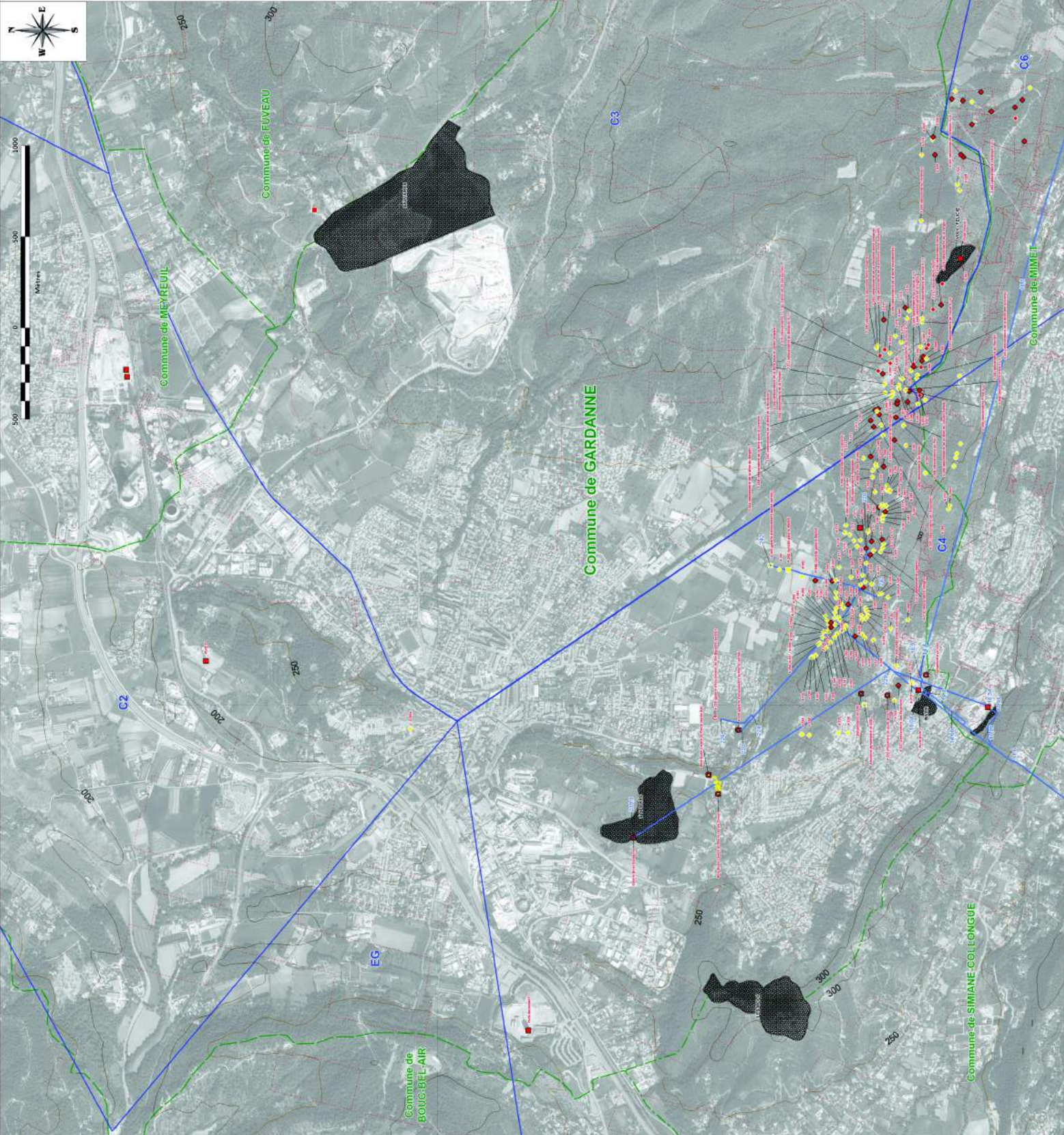


**COMMUNE DE GARDANNE**

ANNEXE B : CARTE INFORMATIVE -  
 OSSATURE MINIERE, OUVRAGES DE SURFACE,  
 TERRILS ET DÉSORDRES MINIERES REGENSÉS



<b>OUVRAGES DEBOUCHANT AUJOUR</b>	<b>RESIDUS MINIERES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Puits</li> <li>● Dérivations</li> <li>○ Laines</li> <li>● Sondages</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ouvrages liés au minerai par CDF</li> <li>■ Ouvrages liés au minerai par CDF</li> <li>● Ouvrages en cours et non réalisés par CDF</li> </ul>
<b>TRAVAUX MINERS SOUTERRAINS</b>	<b>DÉSORDRES MINIERES REGENSÉS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Laine des travaux souterrains de la surface Grande Mine</li> <li>○ Laine d'écoulement</li> <li>○ Laine technique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Terrain</li> <li>■ Abandonnés</li> <li>■ Signes de surface</li> </ul>
<b>TRAVAUX DE SURFACE</b>	<b>TOPOGRAPHIE</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Exploitation de gisement à ciel ouvert</li> <li>○ Laine de ventilation</li> <li>○ Laine de coaccrétion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Courbe de niveau (pas de dénivelée 10m)</li> <li>○ Courbe de niveau (pas de dénivelée 5m)</li> </ul>
<b>LIMITES ADMINISTRATIVES</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Laine de ventilation</li> <li>○ Laine de coaccrétion</li> </ul>	
<p>ECHELLE 1:10 000</p> <p>Rapport 30716/BOUCHE-18/13AC2/2010 - Janvier 2016</p>	



# COMMUNE DE GREASQUE

ANNEXE B : CARTE INFORMATIVE -  
OSSATURE MINIÈRE, OUVRAGES DE SURFACE,  
TERRILS ET DÉSORDRES MINIERS RECENSÉS

## OUVRAGES DÉBOUCHANT AU JOUR

- Puits
- Descendrière
- Galeries
- Sondage
- Ouvrage levé et traillé par CCF
- Ouvrage levé et non traillé par CCF
- Ouvrage non levé et non traillé par CCF

## TRAVAUX MINIERS SOUTERRAINS

- Limite des travaux miniers de la veine Grande Mite
- Galerie d'écoulement
- Galerie technique
- Exploitation de pierres à ciment

## RÉSIDUS MINIERS

- Terres

## DÉSORDRES MINIERS RECENSÉS

- Effondrement
- Dégaiss de surface

## TRAVAUX DE SURFACE

- Exploitation de pierres à ciment

## LIMITES ADMINISTRATIVES

- Limite de commune
- Limite de concession

## TOPOGRAPHIE

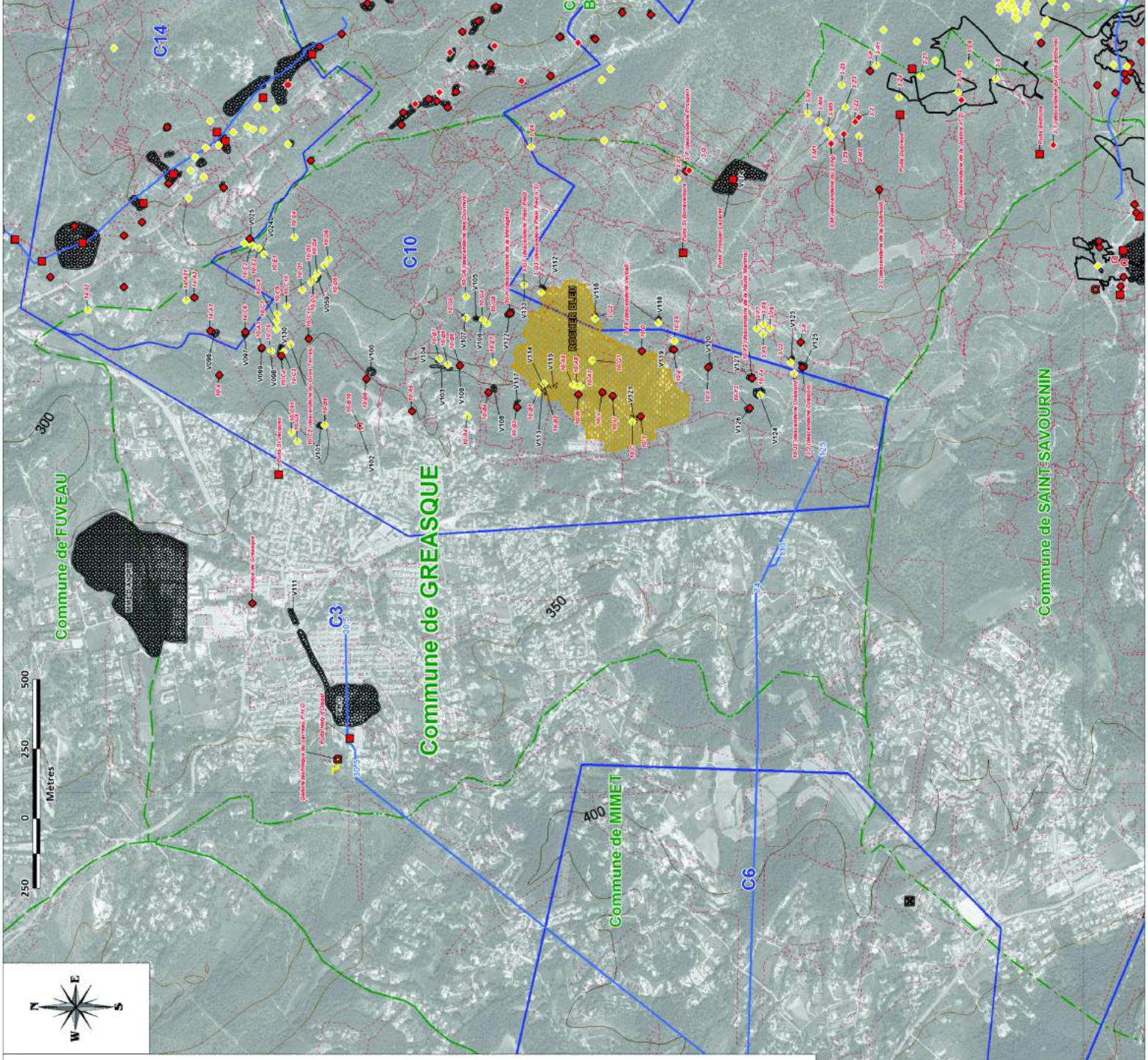
- Courbe de niveau (équidistance 10m)
- Courbe de niveau (équidistance 50m)

ECHELLE : 1 / 10 000

Rapport S2016/0040E-16PAC22070 - Janvier 2016

Plan cartographique : 2016/0040E-16PAC22070 - Janvier 2016

**GEODERIS**



DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR  
 Bassin lignitifère de Provence (13)  
**COMMUNE DE MARSEILLE**

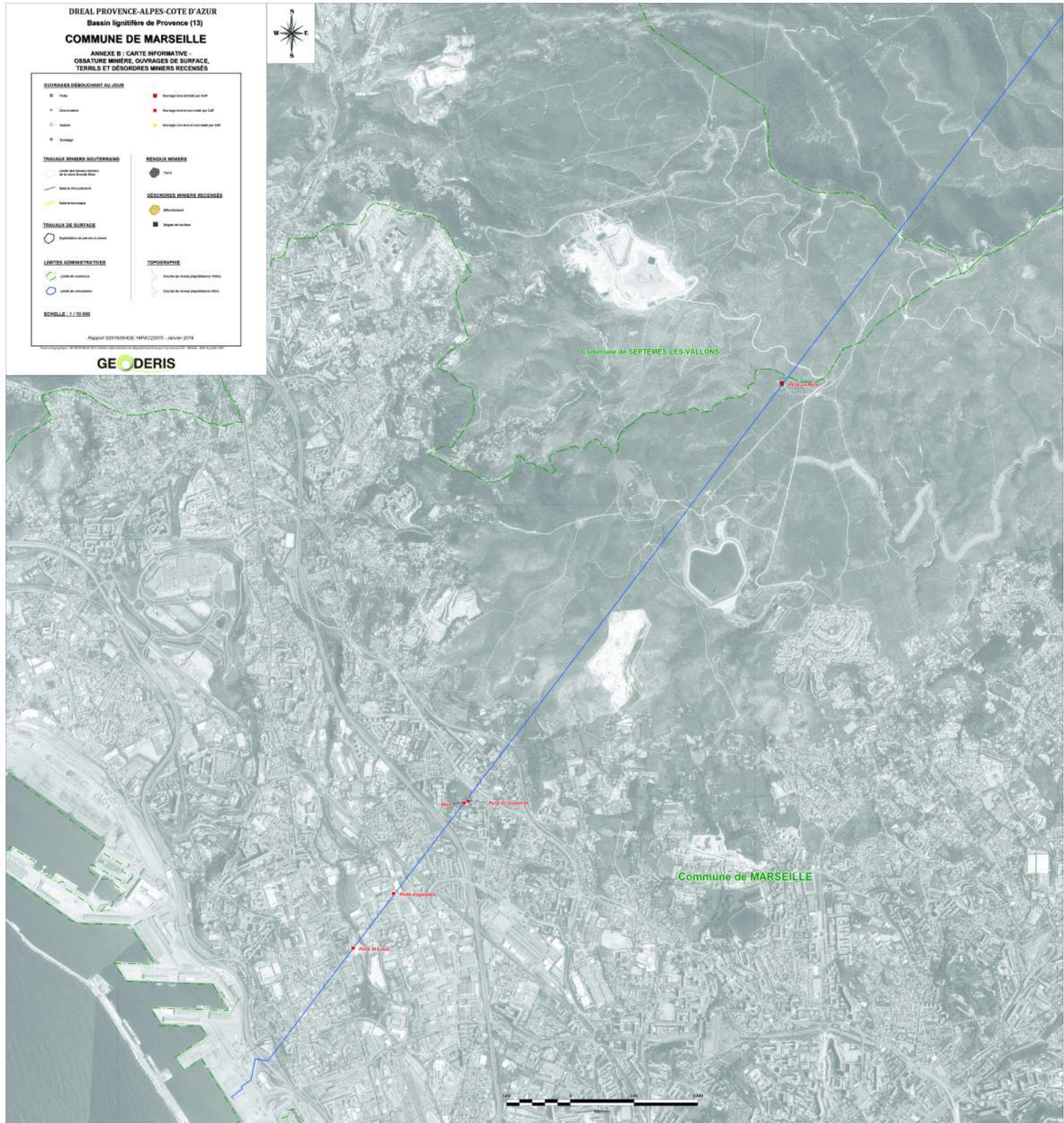
ANNEXE B : CARTE INFORMATIVE -  
 OSSATURE MINIERE, OUVRAGES DE SURFACE,  
 TERRILLS ET DESORDRES MINERS RECENSES



<b>OUVRAGES ENVOUCHANT AU JOUR</b>	
■ Puits	■ Terrassement à ciel ouvert par CAP
○ Décharge	■ Terrassement à ciel ouvert par CAP
○ Mine	■ Terrassement à ciel ouvert par CAP
■ Sondage	■ Terrassement à ciel ouvert par CAP
<b>TRAVAUX MINERS SOUS-TERRAINS</b>	
○ Ligne de travaux souterrains	■ Terrain
○ Mine à ciel ouvert	■ Terrain
○ Carte géologique	■ Terrain
<b>TRAVAUX DE SURFACE</b>	
○ Exploitation de surface à ciel ouvert	■ Terrain
<b>LIMITES ADMINISTRATIVES</b>	
○ Ligne de commune	■ Terrain
○ Ligne de département	■ Terrain
<b>TOPOGRAPHIE</b>	
○ Contour de terrain (altitude 100m)	■ Terrain
○ Contour de terrain (altitude 200m)	■ Terrain

SCHELLE : 1 / 10 000

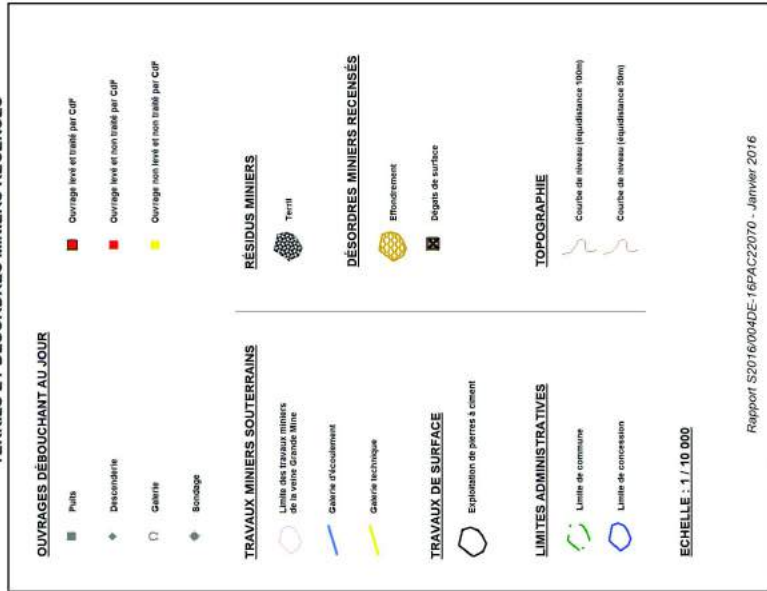
Rapport S22/09/04/02 : 10/04/2019 - Janvier 2014



**DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR**  
**Bassin lignitifère de Provence (13)**

**COMMUNE DE MEYREUIL**

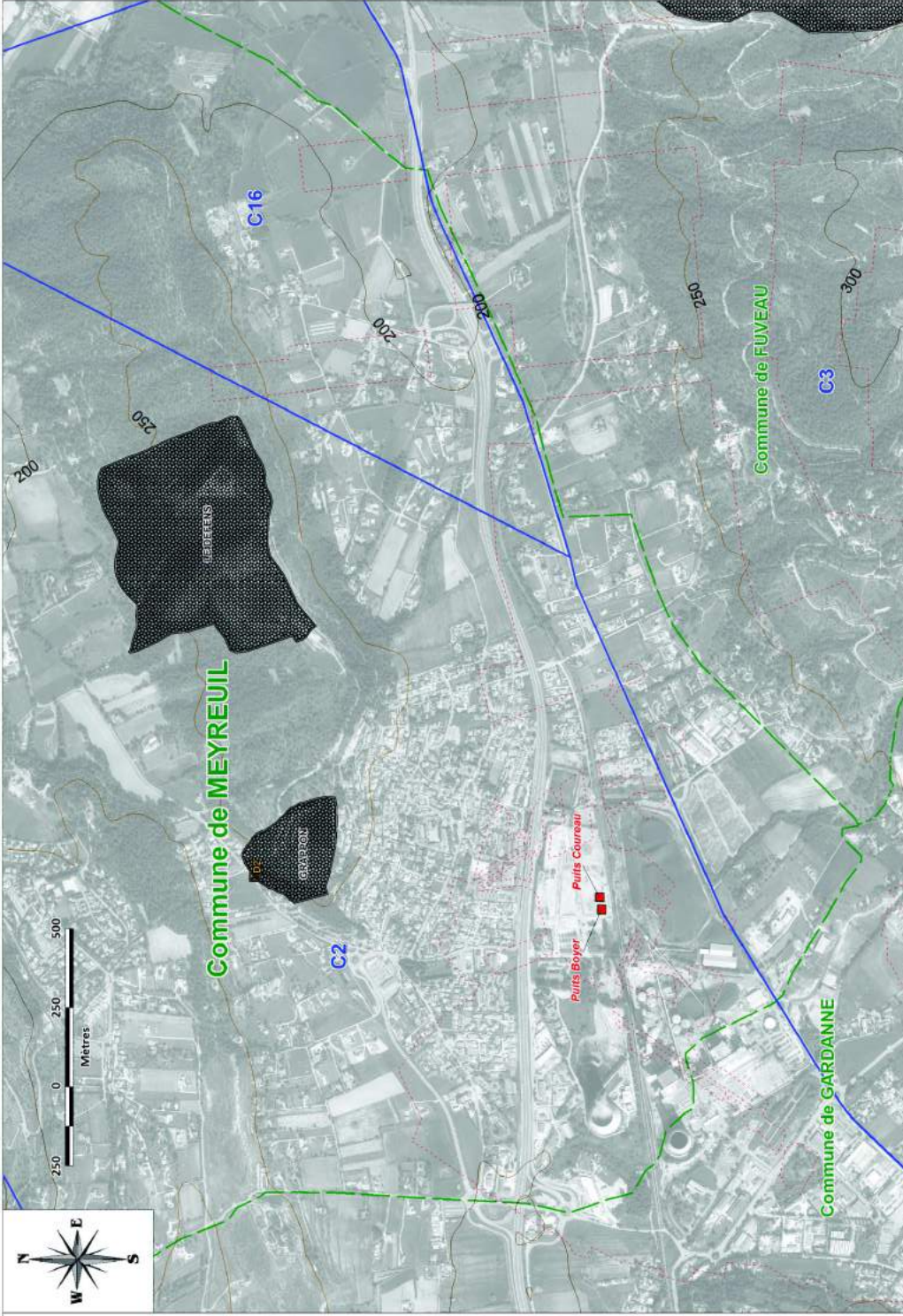
ANNEXE B : CARTE INFORMATIVE -  
 OSSATURE MINIERE, OUVRAGES DE SURFACE,  
 TERRILS ET DÉSORDRES MINIERES RECENSES



Rapport S20160004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

Plan cartographique : 30 008 0036 de 2011 rectifié conformément aux dispositions prévues par le décret n° 2010-1623 du 22 décembre 2010

**GEODERIS**



**DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR**  
**Basin lignitifère de Provence (19)**  
**COMMUNE DE MIMET**

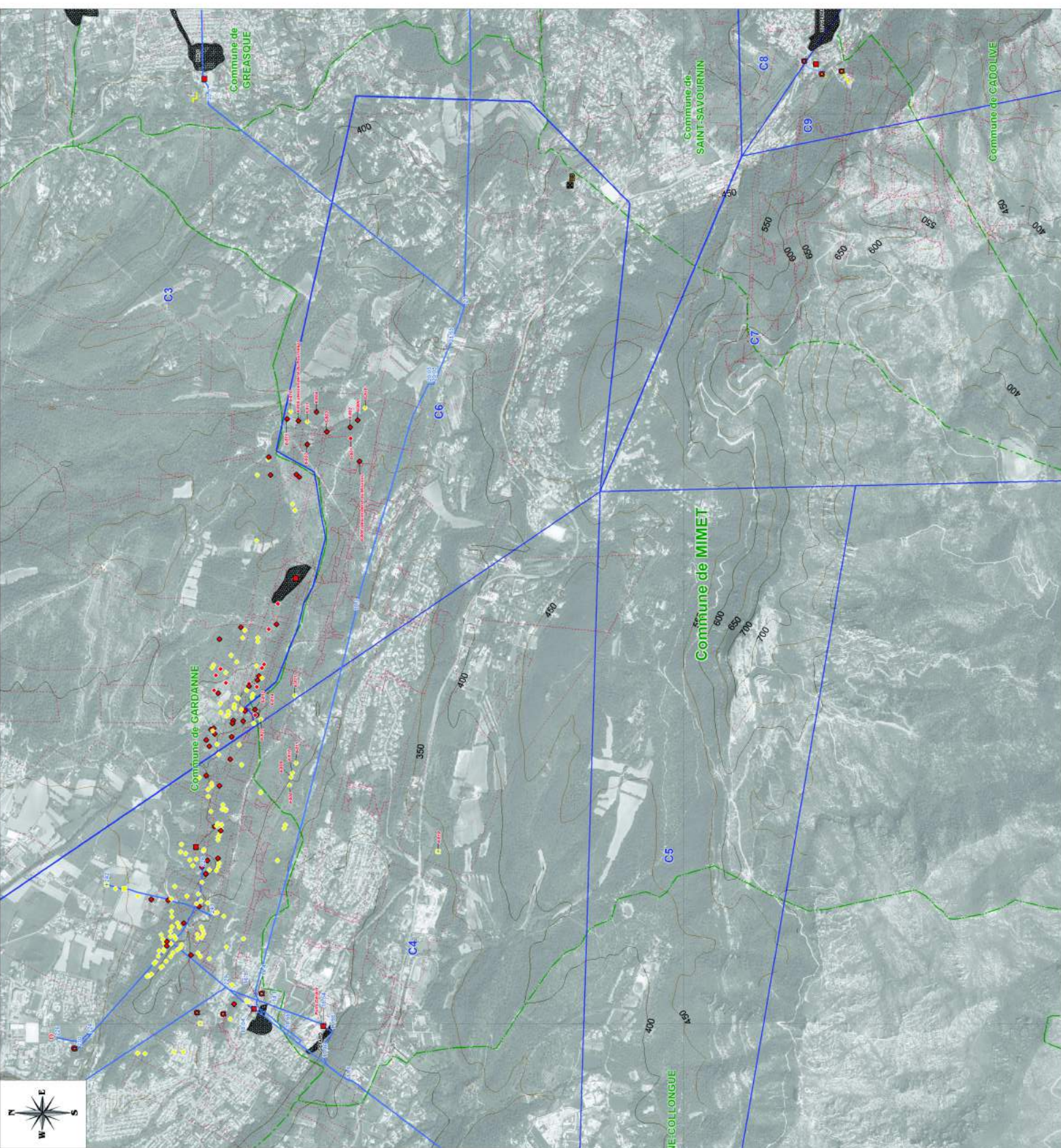
ANNEXE B : CARTE INFORMATIVE -  
 OSSATURE MINIERE, OUVRAGES DE SURFACE,  
 TERRILLS ET DESORDRES MINIERES RECENSES

<b>OUVRAGES DEBOUCHANT AU JOUR</b>	<b>DESORDRES MINIERES RECENSES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Puits</li> <li>● Échovoir</li> <li>○ Cône</li> <li>● Stérilisé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ouvrage non entretenu par COP</li> <li>■ Ouvrage entretenu par COP</li> <li>■ Ouvrage non entretenu par COP</li> </ul>
<b>TRAVAUX MINIERES SOUTERRAINS</b>	<b>DESORDRES MINIERES RECENSES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Ligne des travaux souterrains de la mine (Gisement Mine)</li> <li>— Galerie d'aération</li> <li>— Galerie technique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Effondrement</li> <li>■ Dégâts de surface</li> </ul>
<b>TRAVAUX DE SURFACE</b>	<b>TOPOGRAPHIE</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Exploitation de pierre à chaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Contour de niveau (équidistance 5m)</li> <li>— Contour de niveau (équidistance 10m)</li> </ul>
<b>LIMITES ADMINISTRATIVES</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>— Limite de commune</li> <li>— Limite de canton</li> </ul>	

ECHELLE : 1:10 000

Rapport S20160404E-167AC2070 - Janvier 2016

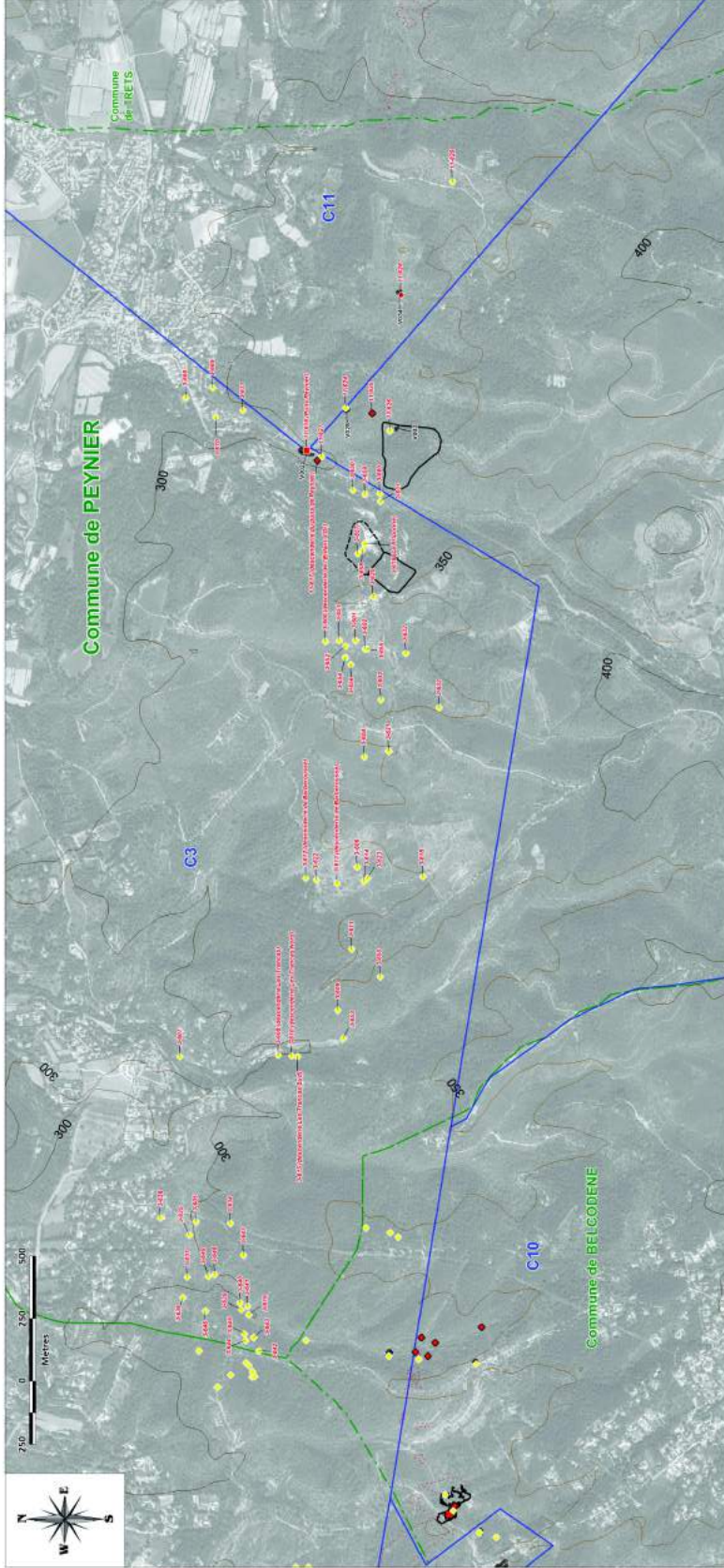
Autres renseignements : 05 43 57 01 00 - 1007 - contact@geoderis.com - Adresse postale : 13015 Mimet Cedex - France - Téléphone : 05 43 57 01 00 - Fax : 05 43 57 01 00



DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR  
 Bassin lignitifère de Provence (13)

**COMMUNE DE PEYNIER**

ANNEXE B : CARTE INFORMATIVE -  
 OSSATURE MINIERE, OUVRAGES DE SURFACE,  
 TERRILS ET DESORDRES MINIERES RECENSES



<b>OUVRAGES DEBOUCHANT AU JOUR</b>	<b>RESIDUS MINIERES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Puits</li> <li>Descendentes</li> <li>Galeries</li> <li>Boyauges</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Terril</li> <li>Épandage</li> <li>Région de surface</li> </ul>
<b>TRAVAUX MINIERES SOUTERRAINES</b>	<b>DESORDRES MINIERES RECENSES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Limites des travaux souterrains de la veine Grand Bére</li> <li>Galeries d'éclairage</li> <li>Galeries aux échelles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Éboulement</li> </ul>
<b>TRAVAUX DE SURFACE</b>	<b>TOPOGRAPHIE</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Hydrant ou puits à ciel ouvert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Courbes de niveau (équidistance 100m)</li> <li>Courbes de niveau (équidistance 50m)</li> </ul>
<b>LIMITES ADMINISTRATIVES</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Limites de commune</li> <li>Limites de concession</li> </ul>	
<b>ECHELLE 1:1.000</b>	

Rapport S2016004DE-169AC20070 - Janvier 2016

Autres renseignements : 04 92 50 00 20 (13) ou 04 92 50 00 21 (06) - Adresse électronique : dreal@provenche.dreal.ac-pca.fr - Site : www.provenche.dreal.ac-pca.fr



DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR  
 Bassin lignitifère de Provence (13)  
**COMMUNE DE PEYPIN**

ANNEXE B : CARTE INFORMATIVE -  
 OSSATURE MINIERE, OUVRAGES DE SURFACE,  
 TERRILS ET DÉSORDRES MINIERS RECENSÉS

**OUVRAGES DEBOUCHANT AU JOUR**

- Puits
- ◆ Descendrière
- Galerie
- ◆ Sondage

**TRAVAUX MINIERS SOUTERRAINS**

- Limite des travaux miniers de la veine Grande Mine
- Galerie d'écoulement
- Galerie technique

**TRAVAUX DE SURFACE**

- Exploitation de pierres à ciment

**LIMITES ADMINISTRATIVES**

- Limite de commune
- Limite de concession

**RESIDUS MINIERS**

- Terril

**DÉSORDRES MINIERS RECENSÉS**

- Effondrement
- Débris de surface

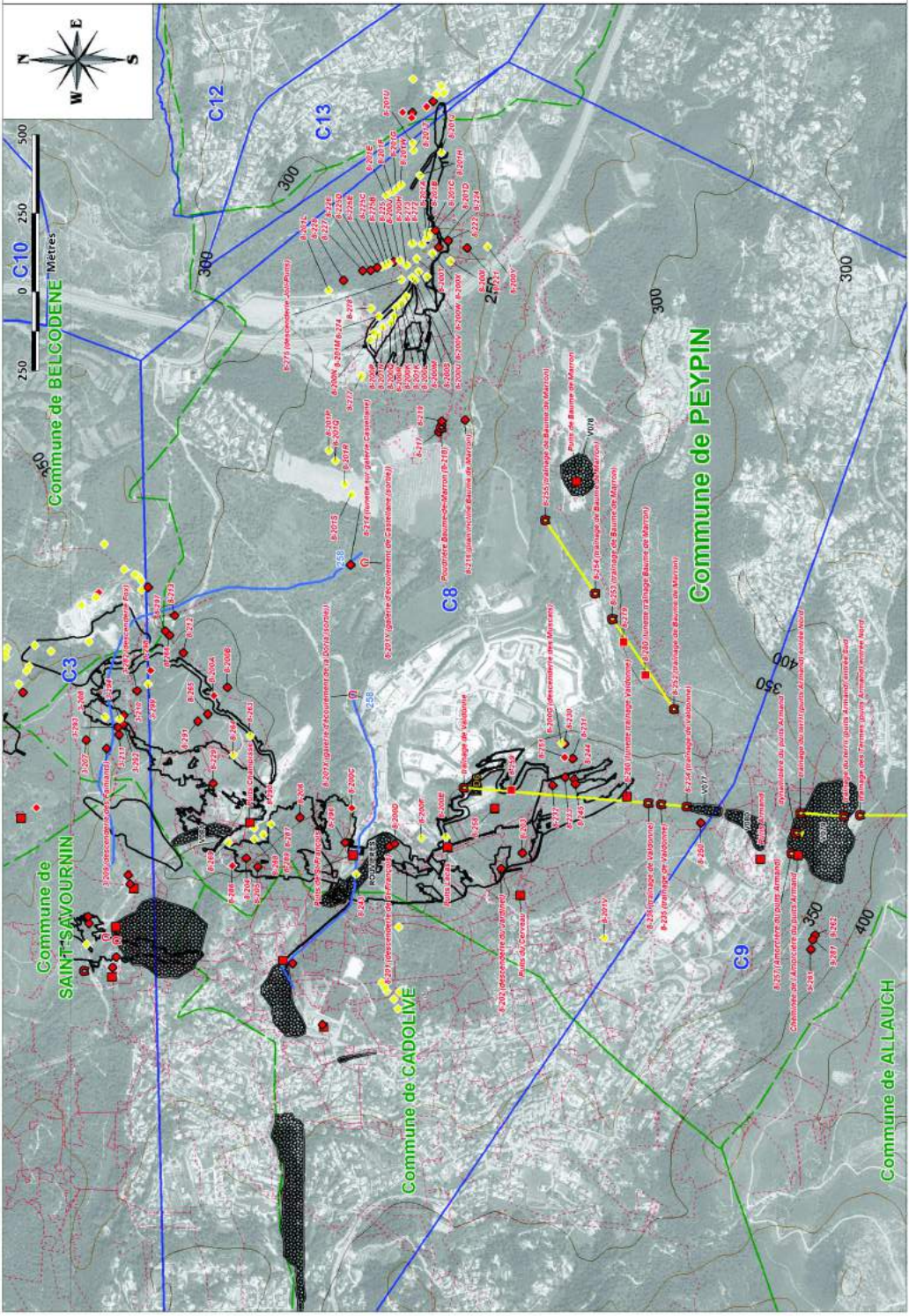
**TOPOGRAPHIE**

- Courbe de niveau (équidistance 100m)
- Courbe de niveau (équidistance 50m)

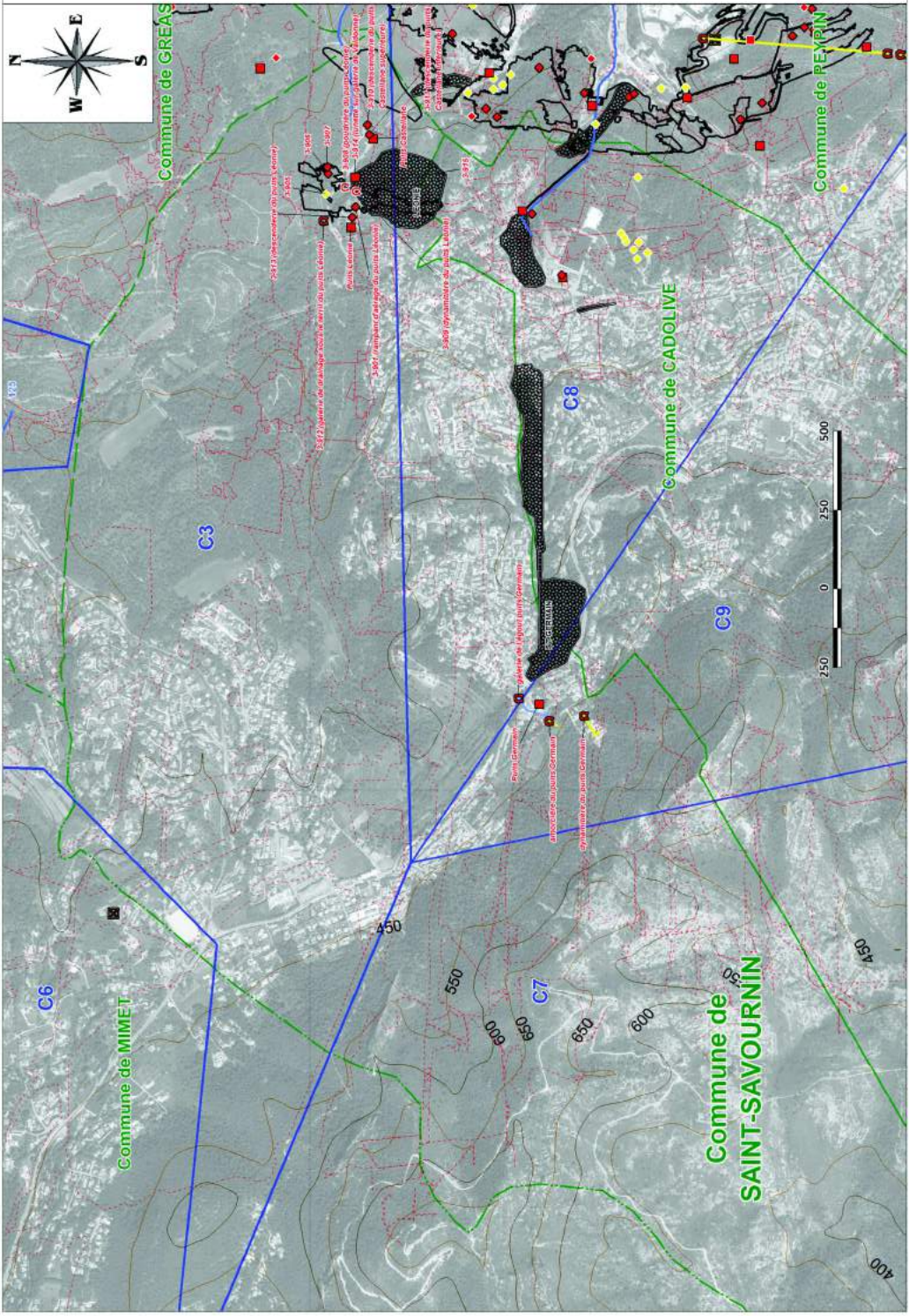
**ECHELLE : 1 / 10 000**

Rapport S2016/004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

Fond cartographique : BD Carthage 2011 réalisé conformément aux dispositions prévues par le protocole 027 - 08/2007 - MJP 27 juillet 2007







DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR  
 Bassin lignitifère de Provence (13)

**COMMUNE DE SAINT-SAVOURNIN**  
 ANNEXE B : CARTE INFORMATIVE -  
 OSSATURE MINIERE, OUVRAGES DE SURFACE,  
 TERRILS ET DÉSORDRES MINIERS RECENSÉS

**OUVRAGES DEBOUCHANT AU JOUR**

- Puits
- ◆ Descendrière
- Galerie
- ◆ Sondage
- Ouvrage levé et traité par CgP
- Ouvrage levé et non traité par CgP
- Ouvrage non levé et non traité par CgP

**TRAVAUX MINIERS SOUTERRAINS**

- Limite des travaux miniers de la veine Grande Mine
- Galerie d'écoulement
- Galerie technique

**RÉSIDUS MINIERS**

- Terril

**DÉSORDRES MINIERS RECENSÉS**

- Effondrement
- Dégrat de surface

**TRAVAUX DE SURFACE**

- Exploitation de pierres à ciment

**LIMITES ADMINISTRATIVES**

- Limite de commune
- Limite de concession

**TOPOGRAPHIE**

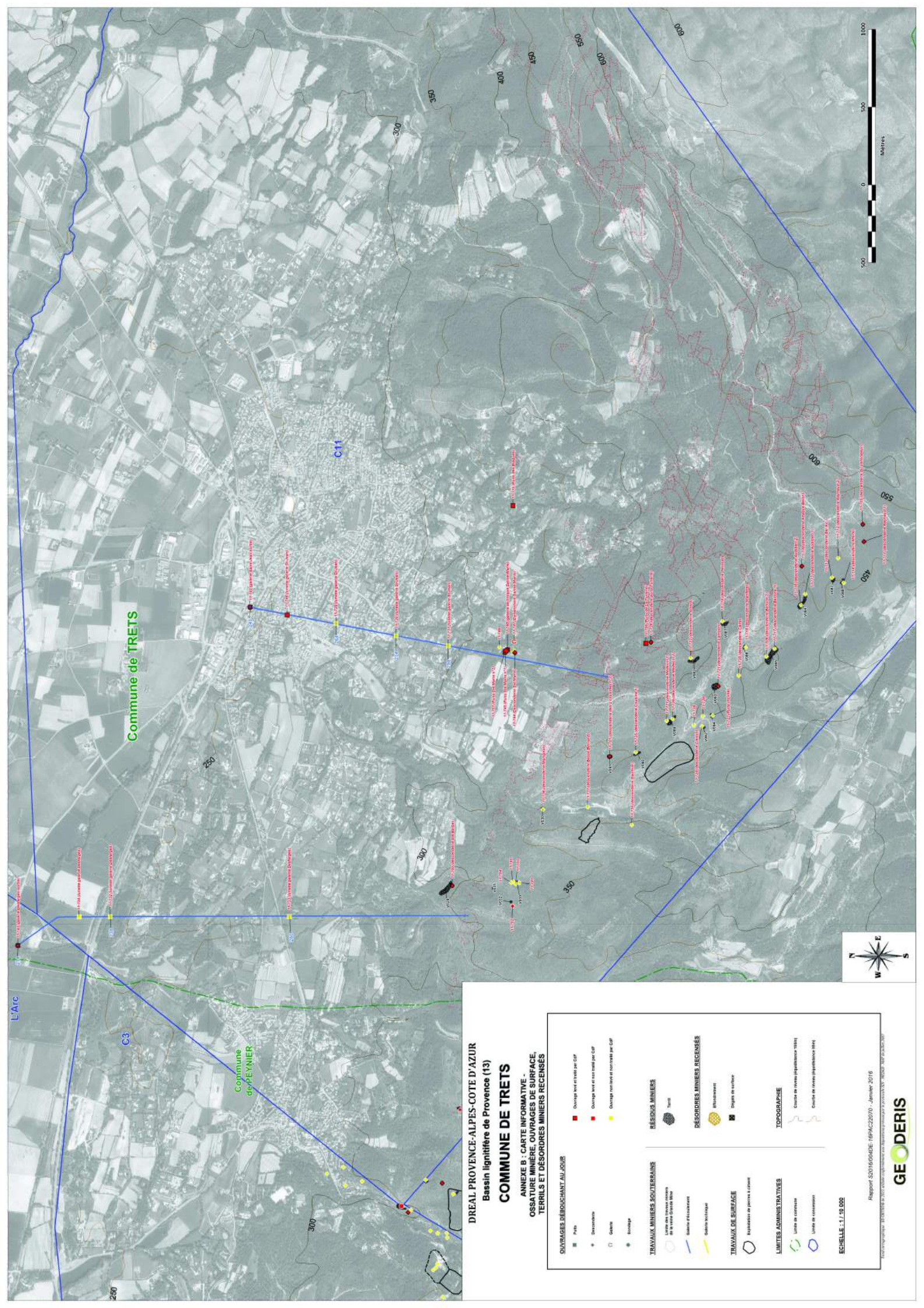
- Courbe de niveau (équidistance 100m)
- Courbe de niveau (équidistance 50m)

ECHELLE : 1 / 10 000

Rapport S2016/004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

Fond cartographique : BD Carthage 2011 réalisé conjointement par l'IGN et le Service National de l'Information Géographique (SNI) de l'Etat





**DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR**  
**Basin lignitière de Provence (13)**  
**COMMUNE DE TRET**

**ANNEXE B : CARTE INFORMATIVE -**  
**OSSATURE MINIERE, OUVRAGES DE SURFACE,**  
**TERRILS ET DESORDRES MINIERES RECENSES**

OUVRAGES DEBOUCHANT AU JOUR		BESOUIS MINIERES		DESORDRES MINIERES RECENSES		TOPOGRAPHIE	
■ Puits	■ Ouvrage livré en têtes par CDF	■ Terril	■ Effondrement	■ Clac de surface (épandeur de sable)	■ Clac de surface (épandeur de terre)	■ Clac de surface (épandeur de terre)	■ Clac de surface (épandeur de terre)
● Décrochant	■ Ouvrage livré et en têtes par CDF	■ Dégât de surface	■ Dégât de surface	■ Clac de surface (épandeur de sable)	■ Clac de surface (épandeur de terre)	■ Clac de surface (épandeur de terre)	■ Clac de surface (épandeur de terre)
○ Clac	■ Ouvrage non livré et en têtes par CDF	■ Dégât de surface	■ Dégât de surface	■ Clac de surface (épandeur de sable)	■ Clac de surface (épandeur de terre)	■ Clac de surface (épandeur de terre)	■ Clac de surface (épandeur de terre)
● Ecrouge		■ Dégât de surface	■ Dégât de surface	■ Clac de surface (épandeur de sable)	■ Clac de surface (épandeur de terre)	■ Clac de surface (épandeur de terre)	■ Clac de surface (épandeur de terre)
TRAVAUX MINIERES SOUTERRAINS		TRAVAUX DE SURFACE		LIMITES ADMINISTRATIVES			
■ Travaux souterrains	■ Travaux de surface	■ Limites administratives	■ Limites administratives	■ Limites administratives	■ Limites administratives	■ Limites administratives	■ Limites administratives
■ Travaux souterrains	■ Travaux de surface	■ Limites administratives	■ Limites administratives	■ Limites administratives	■ Limites administratives	■ Limites administratives	■ Limites administratives
■ Travaux souterrains	■ Travaux de surface	■ Limites administratives	■ Limites administratives	■ Limites administratives	■ Limites administratives	■ Limites administratives	■ Limites administratives

ECHELLE 1:10 000

# COMMUNE DE BOUC-BEL-AIR

ANNEXE C : CARTE INFORMATIVE -  
ÉLÉMENTS RELATIFS AU GAZ, À L'EAU ET À L'ENVIRONNEMENT



### OUVRAGES DÉBOUCHANT AU JOUR

- Puits
- Event du réservoir principal
- Emergence minière

### Résidus miniers

- Terra

### DÉSORDRES MINIER RECENSÉS

- Effondrement
- Dégâts de surface

### TRAVAUX MINIER SOUTERRAINS

- Limite des travaux miniers de la veine Grande Mine
- Secteurs envoyés après stabilisation du niveau d'eau dans le réservoir principal (cote +18 m NGF)
- Galerie d'écoulement
- Galerie technique
- Cote galerie d'écoulement

### LIMITES ADMINISTRATIVES

- Limite de commune
- Limite de concession

### TOPOGRAPHIE

- Cours d'eau

ECHELLE : 1 / 10 000

Rapport S2016/004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

Fond cartographique: BD ORTHO® de 2011 utilisé conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - MEDAD - MAP de juillet 2007

## GEODERIS

250 0 250 500  
Mètres

Commune de BOUC-BEL-AIR

Commune de SIMIANE-COLLONGUE

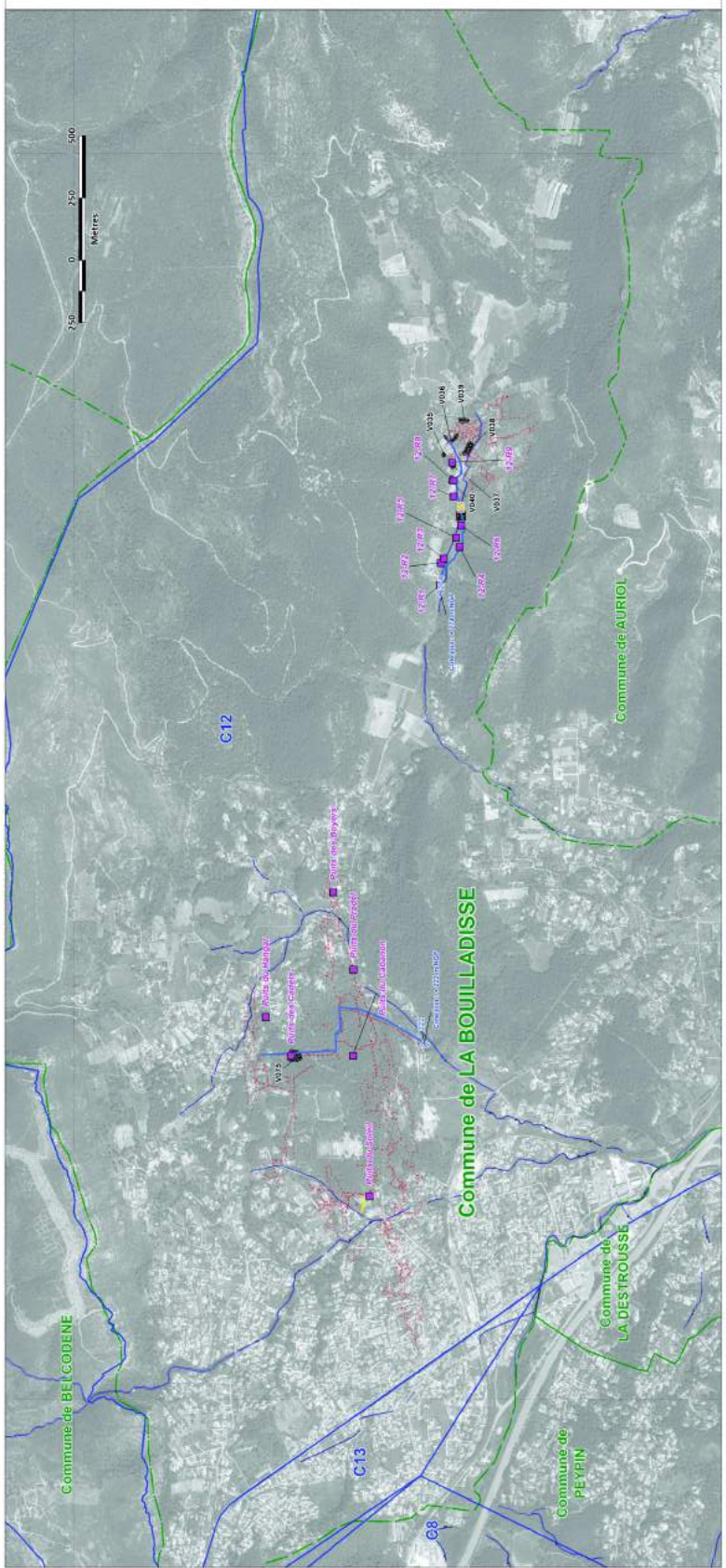
Commune de GARDANNE

Puits de La Maille

Puits Moranday

C4

EG



DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR  
 Bassin lignitifère de Provence (13)

**COMMUNE DE LA BOUILLADISSE**

ANNEXE C : CARTE INFORMATIVE -  
 ÉLÉMENTS RELATIFS AU GAZ, À L'EAU ET À L'ENVIRONNEMENT

<b>OUVRAGES DÉBOUCHANT AU JOUR</b>	<b>RÉSILIAS MINIERS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Puits</li> <li>Entrée de réservoir principal</li> <li>Entrées secondaires</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Terril</li> </ul>
<b>TRAVAUX MINIERS SOUTERRAINS</b>	<b>DÉSORDRES MINIERS REÇUSÉS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Limites des travaux souterrains de la mine d'ORFÈRE BNC</li> <li>Services souterrains exploités actuellement (PROSPÉCTIONS ET EN MAF)</li> <li>Galeries d'aérogalvanisme</li> <li>Galeries hydrogales</li> <li>Coups de galeries d'écoulement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Éboulement</li> <li>Épaves de matériel</li> </ul>
<b>LIMITES ADMINISTRATIVES</b>	<b>TOPOGRAPHIE</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Limites de commune</li> <li>Limites de concession</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cours d'eau</li> </ul>
<b>ÉCHELLE 1:1.000</b>	

Rapport S2616000QE-16PAIC22070 - Janvier 2016

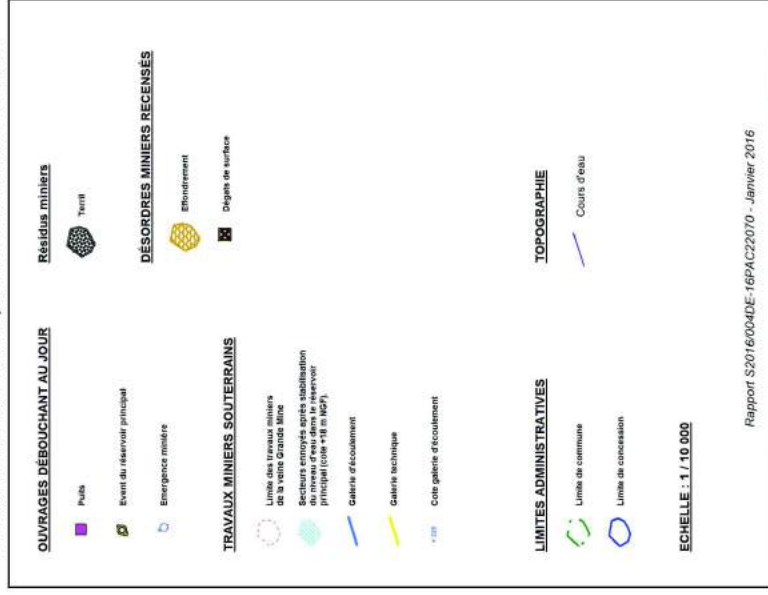


10 rue de la République - 13001 Marseille - France - Tél : 04 91 26 10 00 - Fax : 04 91 26 10 01 - Email : geoderis@geoderis.fr

DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR  
 Bassin lignitifère de Provence (13)

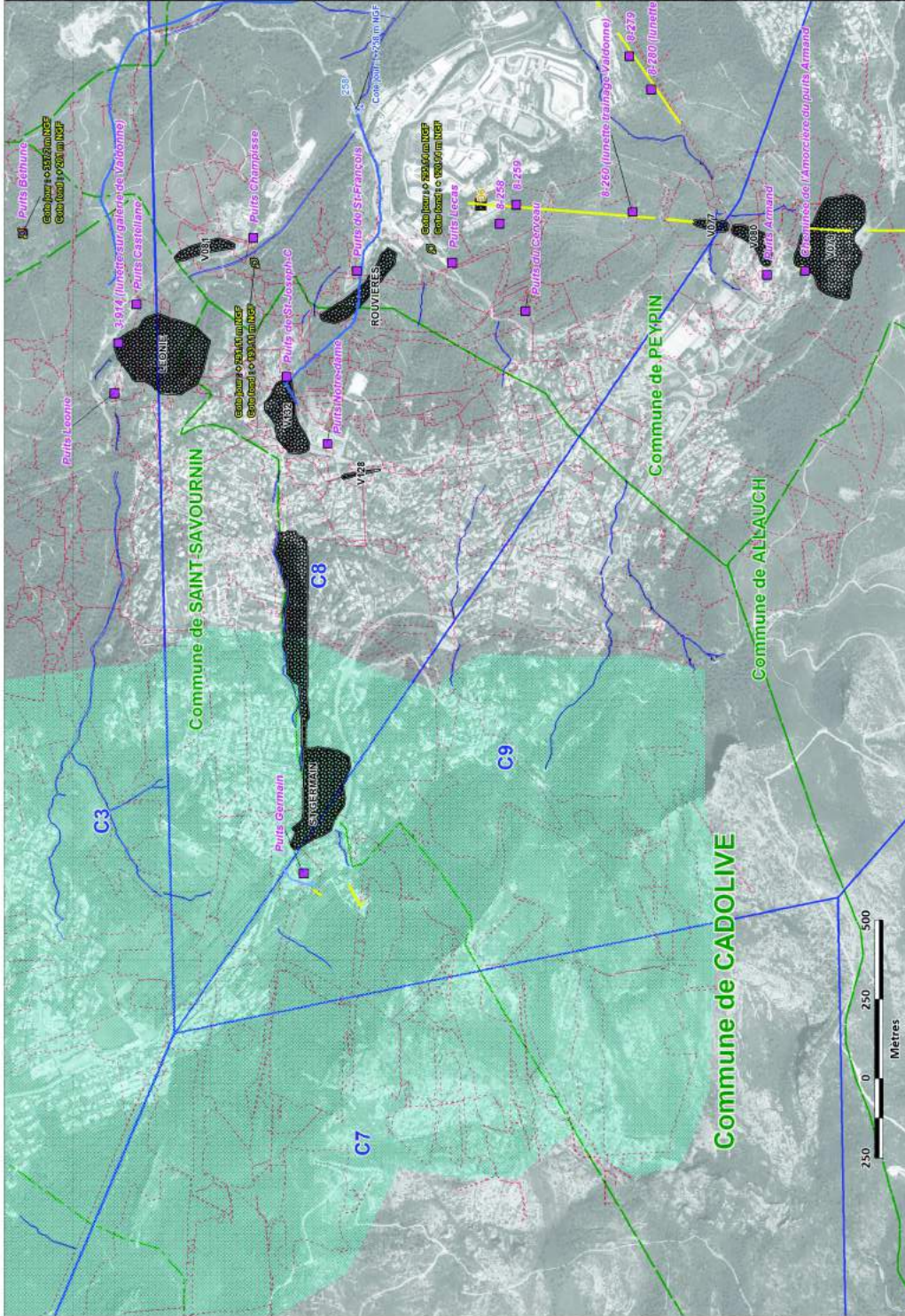
**COMMUNE DE CADOLIVE**

ANNEXE C : CARTE INFORMATIVE -  
 ÉLÉMENTS RELATIFS AU GAZ, À L'EAU ET À L'ENVIRONNEMENT



Rapport S2016/0040E-16PAC22070 - Janvier 2016

Plan cartographique : 30 001 000 05 001 utilisé conformément aux algorithmes prévus par le processus GSI - MISE À JOUR : 04/01/2017



DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR  
 Bassin lignitifère de Provence (13)  
**COMMUNE DE FUYEAU**

ANNEXE C : CARTE INFORMATIVE -  
 ÉLÉMENTS RELATIFS AU GAZ, À L'EAU ET À L'ENVIRONNEMENT

**OUVRAGES DEBOUCHANT AU JOUR**

- Puits
- Évent de relevage principal
- Énergie éolienne

**TRAVAUX MINERS SOUTERRAINS**

- Plan des travaux souterrains
- Plan des travaux souterrains en cours
- Batiments souterrains, salles souterraines, auvents, tunnels, etc.
- Secteurs d'exploitation
- Secteurs d'abandonnés
- Secteurs d'essai
- Secteurs d'essai
- Statut

**DESCRIPTIONS MINERS REÇUES**

- Déclaration
- Signature de service

**LIMITES ADMINISTRATIVES**

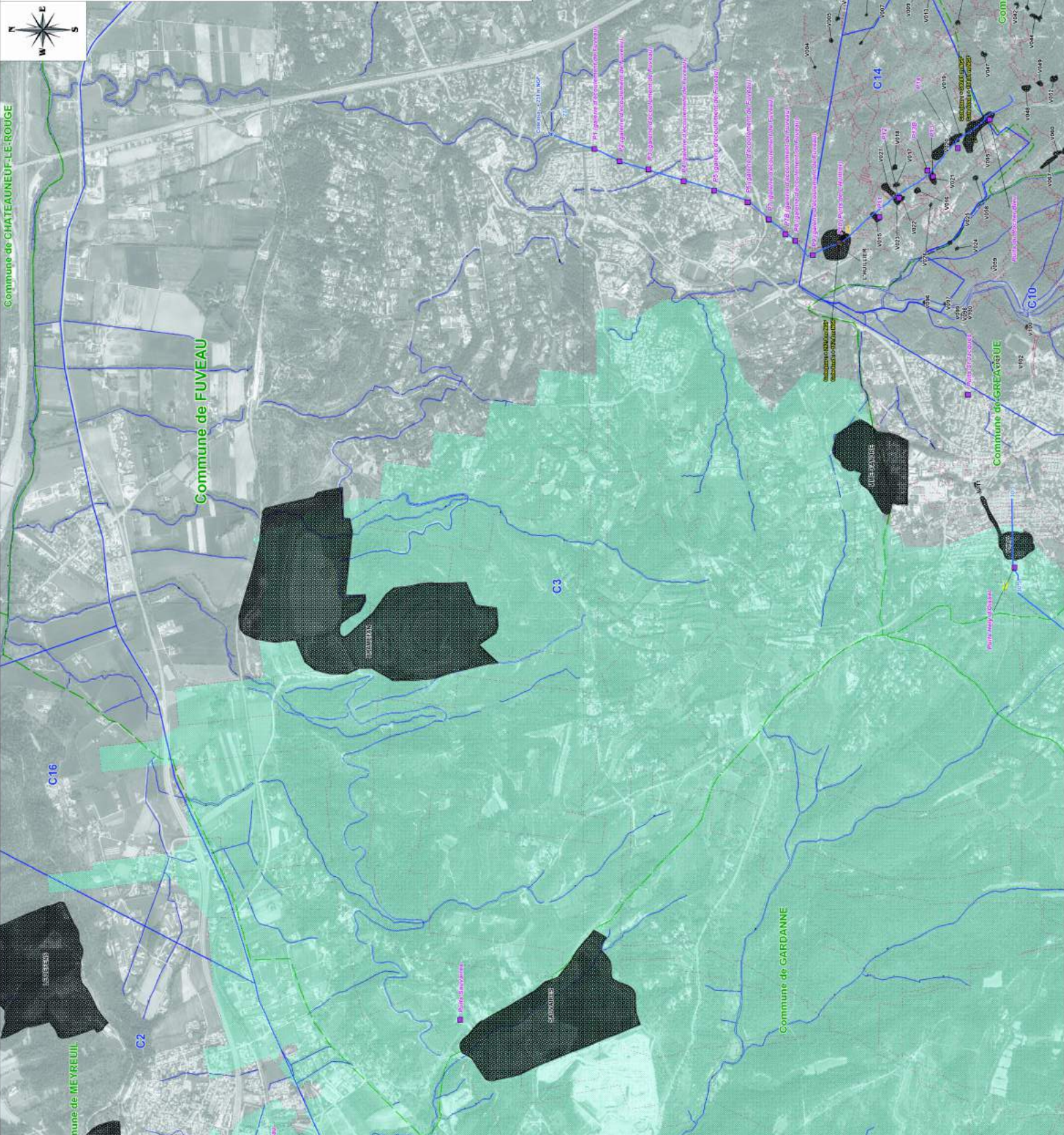
- Limite de commune
- Limite de concession

**TOPOGRAPHIE**

- Cours d'eau

**ÉCHELLE 1:110 000**

Rapport 52716500CE-16FAC2070 - Janvier 2016



DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR  
 Bassin lignitifère de Provence (13)  
**COMMUNE DE GARDANNE**

ANNEXE C : CARTE INFORMATIVE -  
 ÉLÉMENTS RELATIFS AU GAZ, À L'EAU ET À L'ENVIRONNEMENT

**OUVRAGES DEBOUCHANT AU JOUR**

- Puits
- Évents de forage principal
- Émergence passive

**TRAVAUX MINERS SOUTERRAINS**

- Plan des travaux miniers
- Travaux miniers en cours
- Batiments miniers, installations de surface, zones de stockage de matériel (à l'arrêt)
- Séisme d'écroulement
- Séisme tectonique
- Coups de glissement

**SAISONS MINÈRES**

- Travail
- Épuisement
- Régime de service

**TRAVAUX ADMINISTRATIFS**

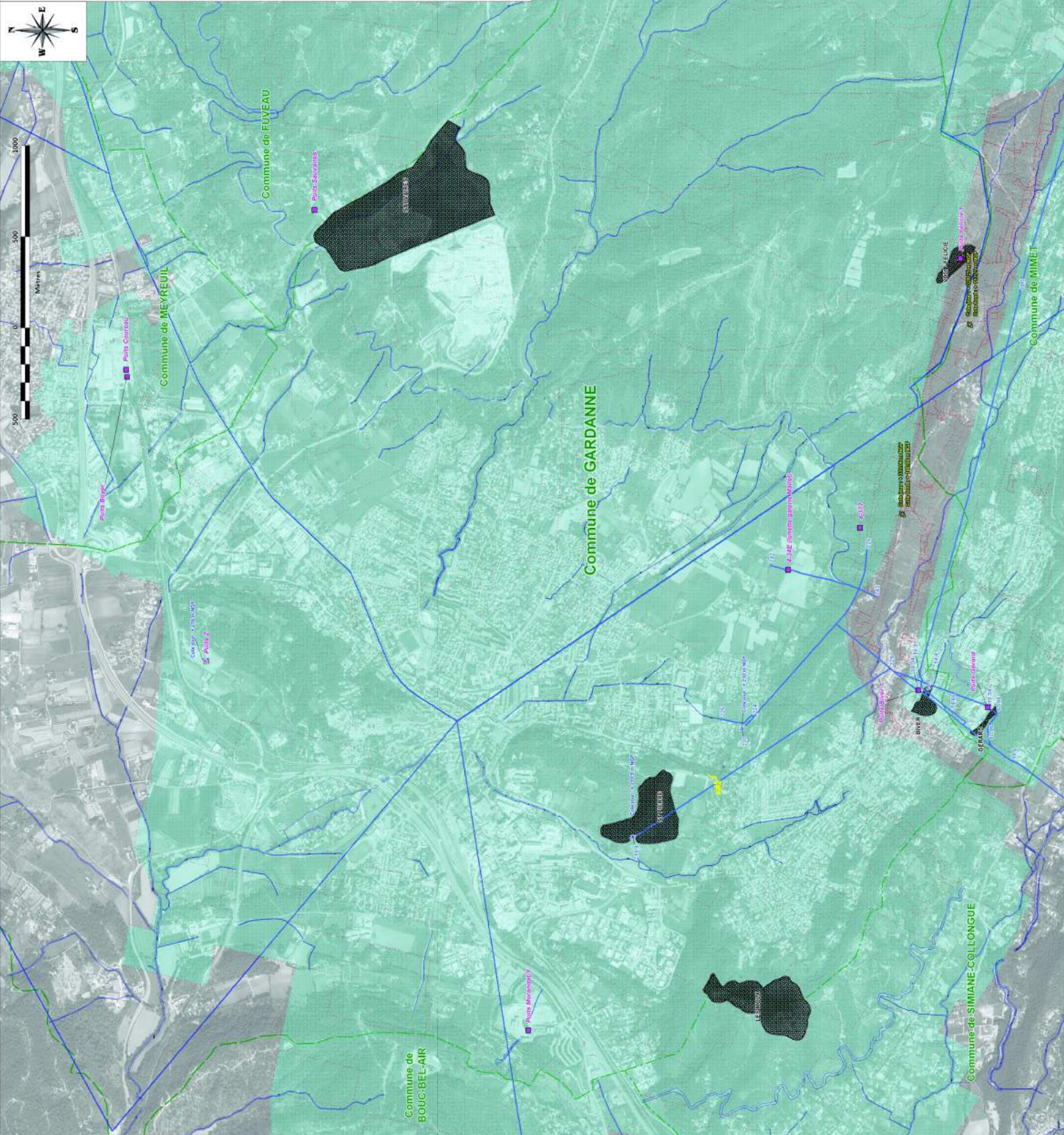
- Limites de commune
- Limites de concession

**TOPOGRAPHIE**

- Cours d'eau

ÉCHELLE : 1:10 000

Rapport 32916800CE-169AC2070 - Janvier 2016



**GEODERIS**

DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR  
 Bassin lignitifère de Provence (13)  
**COMMUNE DE GREASQUE**

**ANNEXE C : CARTE INFORMATIVE -  
 ÉLÉMENTS RELATIFS AU GAZ, À L'EAU ET À L'ENVIRONNEMENT**

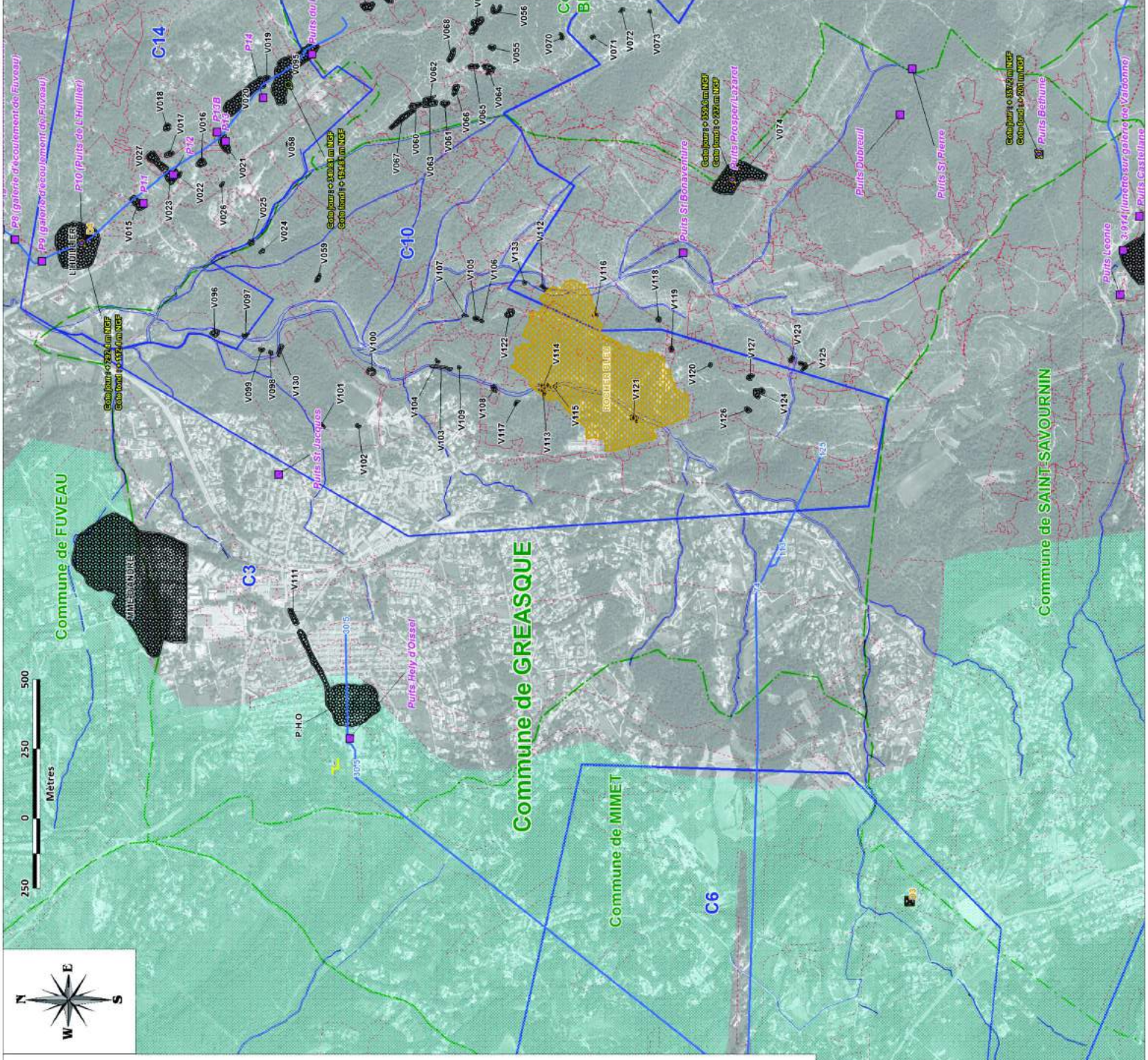
<p><b>OUVRAGES DÉBOUCHANT AU JOUR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Puits</li> <li>Évent du réservoir principal</li> <li>Émergence minière</li> </ul>	<p><b>RÉSIDUS MINIERS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Terril</li> </ul>
<p><b>TRAVAUX MINIERS SOUTERRAINS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Limite des travaux miniers de la veine Grande Mine</li> <li>Secteurs aménagés après stabilisation du niveau d'eau dans le réservoir principal (cote +16 m NGP)</li> <li>Galérie d'écoulement</li> <li>Galérie technique</li> <li>Cote galérie d'écoulement</li> </ul>	<p><b>DÉSORDRES MINIERS RECENSÉS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Éboulement</li> <li>Dégâts de surface</li> </ul>
<p><b>LIMITES ADMINISTRATIVES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Limite de commune</li> <li>Limite de concession</li> </ul>	<p><b>TOPOGRAPHIE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cours d'eau</li> </ul>

**ECHELLE : 1 / 10 000**

Rapport SZ016/004DE-16PAC22070 - Janvier 2016



Point cartographique : 857 087 1508, en 2011, tiré de la carte géométrique aux déformations prévues par le protocole IGN - RE2010 - MIP, par Julien 2007





DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR

Bassin lignitifère de Provence (13)

### COMMUNE DE MARSEILLE

ANNEXE C - CARTE INFORMATIVE -  
ELEMENTS RELATIFS AU GAZ, A L'EAU ET A L'ENVIRONNEMENT

<b>OUVRAGES EN COURS AU JOUR</b>	<b>RESEAUX EXISTANTS</b>
Point	Réseau
Point de livraison principal	<b>RESEAUX MEMBRES RECENTES</b>
Échangeur météo	Échangeur
<b>TRAVAUX MEMBRES SOUTERRAINS</b>	Dépot de surface
Limites des zones d'impact des travaux souterrains	
Réseaux souterrains, état de maintenance et travaux en cours de réalisation	
Canalisations	
Usure des canalisations	
Canalisations d'urgence	
<b>LIMITES ADMINISTRATIVES</b>	<b>TOPOGRAPHIE</b>
Limite de commune	Cours d'eau
Limite de département	

ÉCHELLE : 1 / 10 000

Rapport 2024-2025 - 13/01/2025



GEODERIS



DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR  
 Bassin lignitifère de Provence (13)  
**COMMUNE DE MEYREUIL**

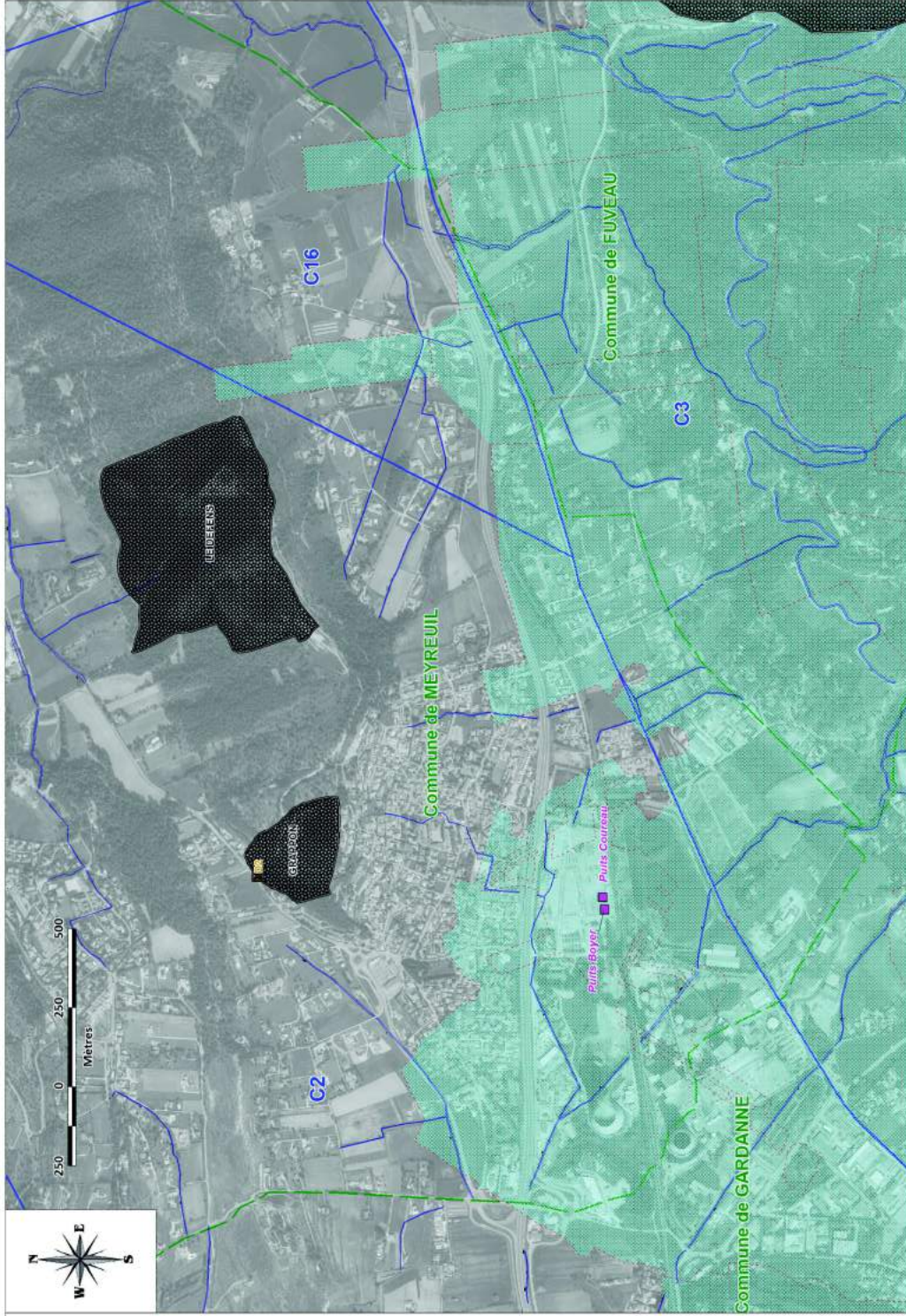
ANNEXE C : CARTE INFORMATIVE -  
 ÉLÉMENTS RELATIFS AU GAZ, À L'EAU ET À L'ENVIRONNEMENT

<b>OUVRAGES DÉBOUCHANT AU JOUR</b>	<b>RÉSIDUS MINIERS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Puits</li> <li>Évent du réservoir principal</li> <li>Émergence minière</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Terril</li> </ul>
<b>TRAVAUX MINIERS SOUTERRAINS</b>	<b>DÉSORDRES MINIERS RECENSÉS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Limite des travaux miniers de la veine Grande Mine</li> <li>Secteurs encadrés après stabilisation du niveau d'eau dans le réservoir principal (cote +18 m NGF)</li> <li>Galerie d'évacuation</li> <li>Galerie technique</li> <li>Cote galerie d'écoulement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Effondrement</li> <li>Digues de surface</li> </ul>
<b>LIMITES ADMINISTRATIVES</b>	<b>TOPOGRAPHIE</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Limite de commune</li> <li>Limite de concession</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cours d'eau</li> </ul>
<b>ECHELLE 1 / 10 000</b>	

Rapport S2016004DE-16PAC2070 - Janvier 2016

Fond cartographique : 26 08 0108 de 2011 actualisé conformément aux dispositions prévues par le protocole DRI - RE2010 - 1007 du juillet 2007

**GEODERIS**



**DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR**  
**Bassin lignitifère de Provence (13)**  
**COMMUNE DE MIMET**

**ANNEXE C : CARTE INFORMATIVE -**  
**ÉLÉMENTS RELATIFS AU GAZ, À L'EAU ET À L'ENVIRONNEMENT**

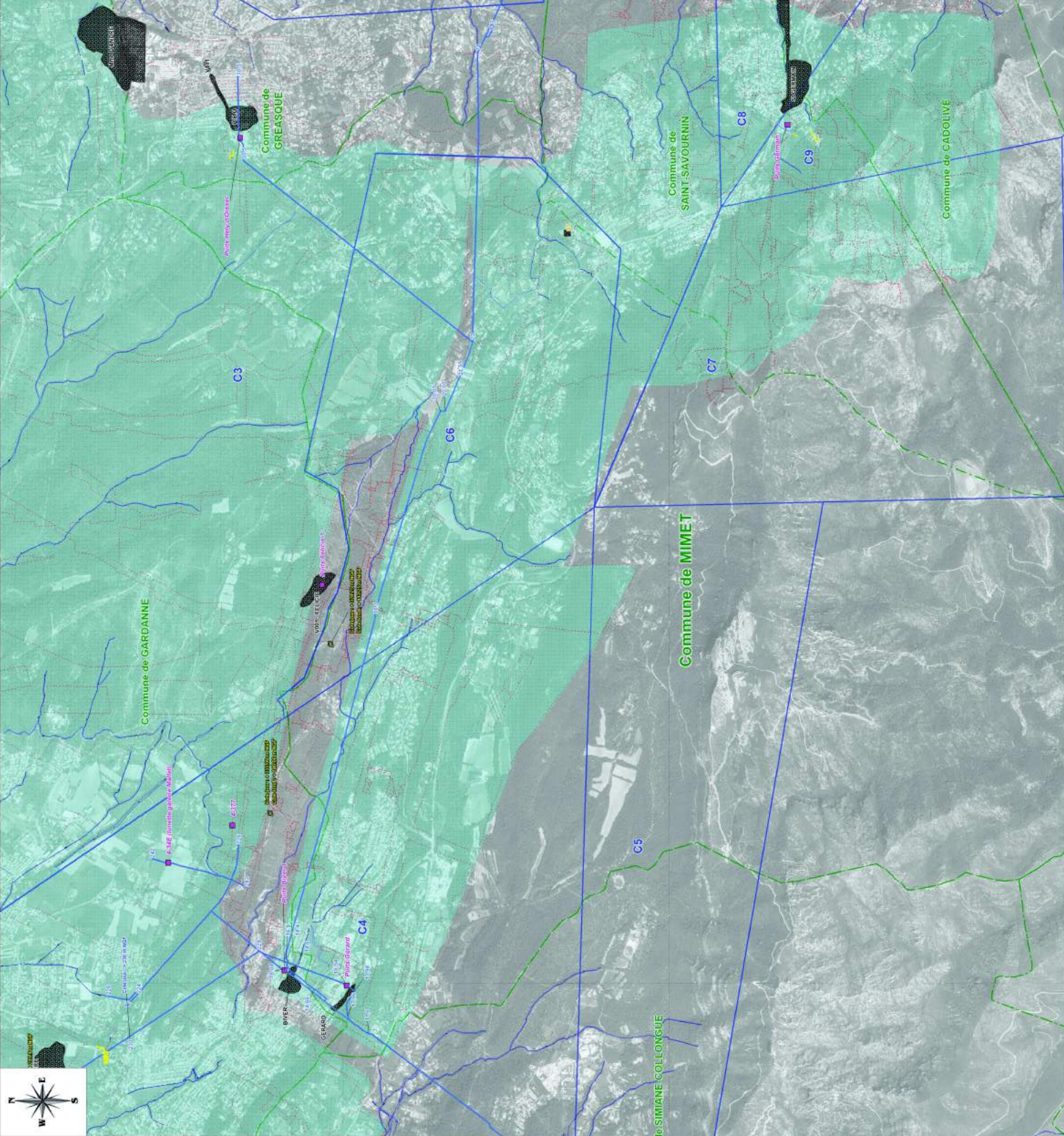
<b>OUVRAGES DEBOUCHANT AU JOUR</b>	<b>TRAVAUX MINERS SOUTERRAINS</b>	<b>LIMITES ADMINISTRATIVES</b>	<b>TOPOGRAPHIE</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>For</li> <li>For de réserve principal</li> <li>Énergie éolienne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>For des travaux miniers</li> <li>For des travaux miniers abandonnés</li> <li>For des travaux miniers abandonnés à l'arrêt</li> <li>For des travaux miniers abandonnés à l'arrêt (hors 13 14 15)</li> <li>Galerie d'écoulement</li> <li>Galerie technique</li> <li>For sans galerie d'écoulement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Limite de commune</li> <li>Limite de département</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cours d'eau</li> </ul>
<b>RÉSULTATS MINIERS</b>	<b>DESDORDRES MINIERS REÇUS</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>For</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Éboulement</li> <li>Débris de surface</li> </ul>		

**ÉCHELLE : 1:10 000**

Rapport G2016/040000E-16PAC22070 - Janvier 2016

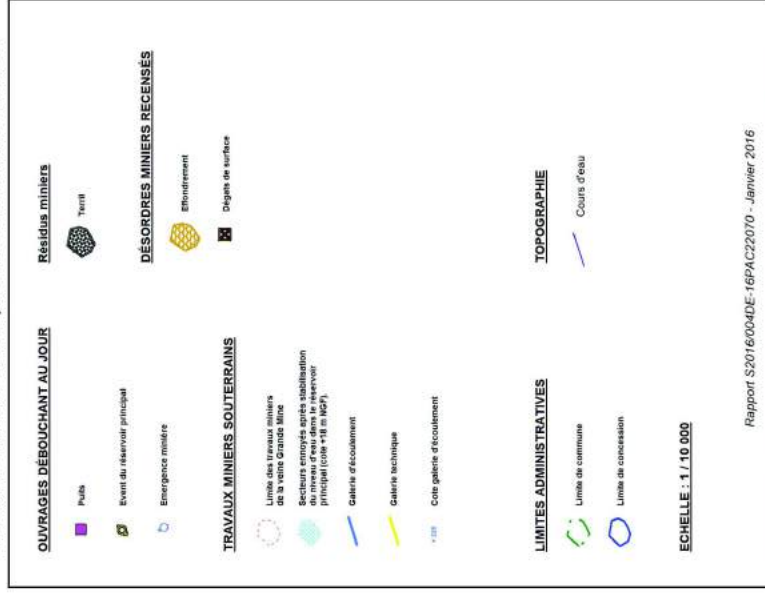
Projet de loi n° 1033 du 10 juillet 2015 relatif à l'organisation et à la gouvernance des services publics territoriaux de la montagne et à la protection de l'environnement

**GEODERIS**

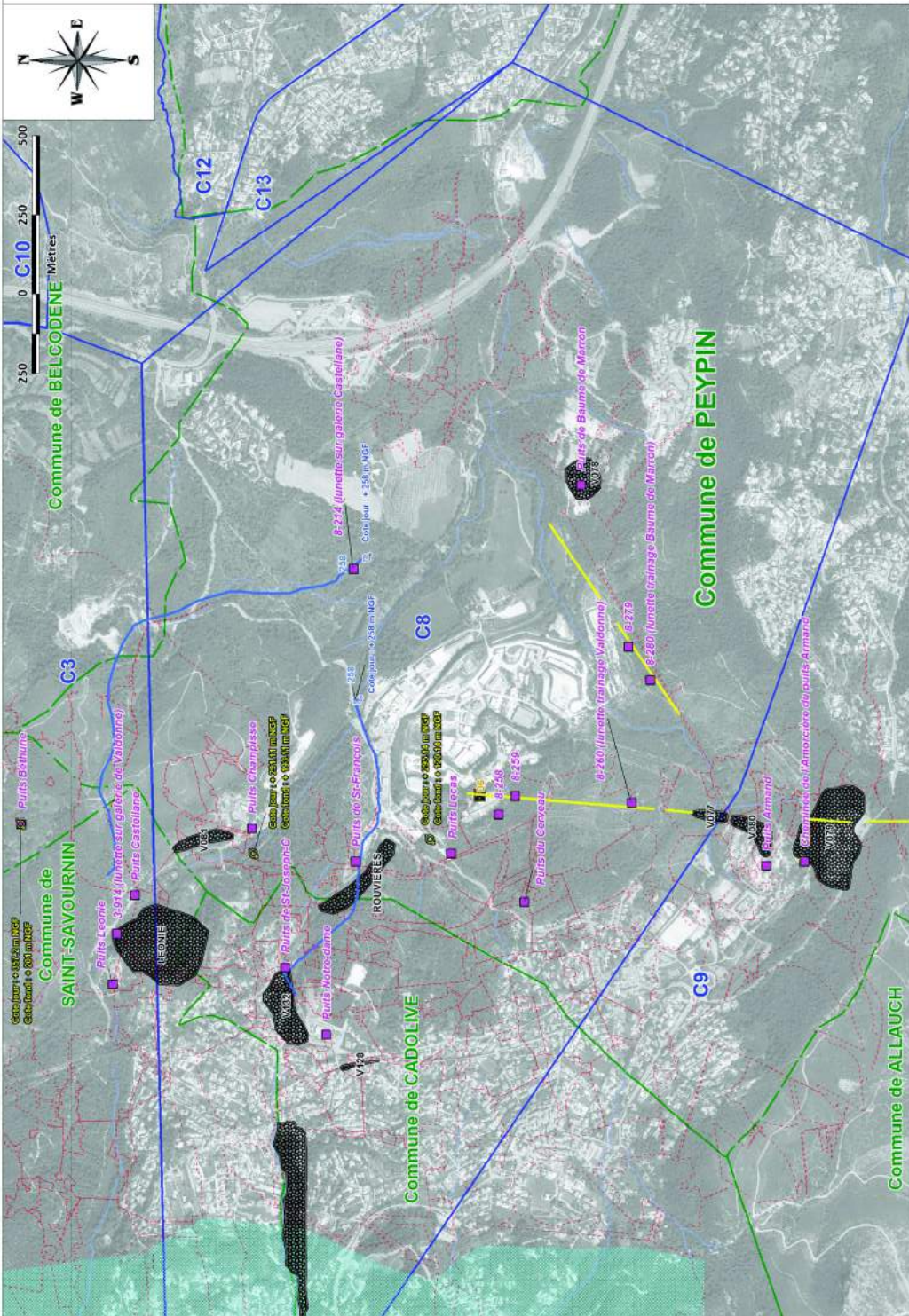


DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR  
 Bassin lignitifère de Provence (13)  
**COMMUNE DE PEYPIN**

ANNEXE C : CARTE INFORMATIVE -  
 ÉLÉMENTS RELATIFS AU GAZ, À L'EAU ET À L'ENVIRONNEMENT



Rapport S2016/0040E-16PAC22070 - Janvier 2016  
 Projet cartographique : 30.031.0005 de 101 cartier, enregistrement au géomètre professionnel par le procureur de la République de Marseille le 02/01/2016



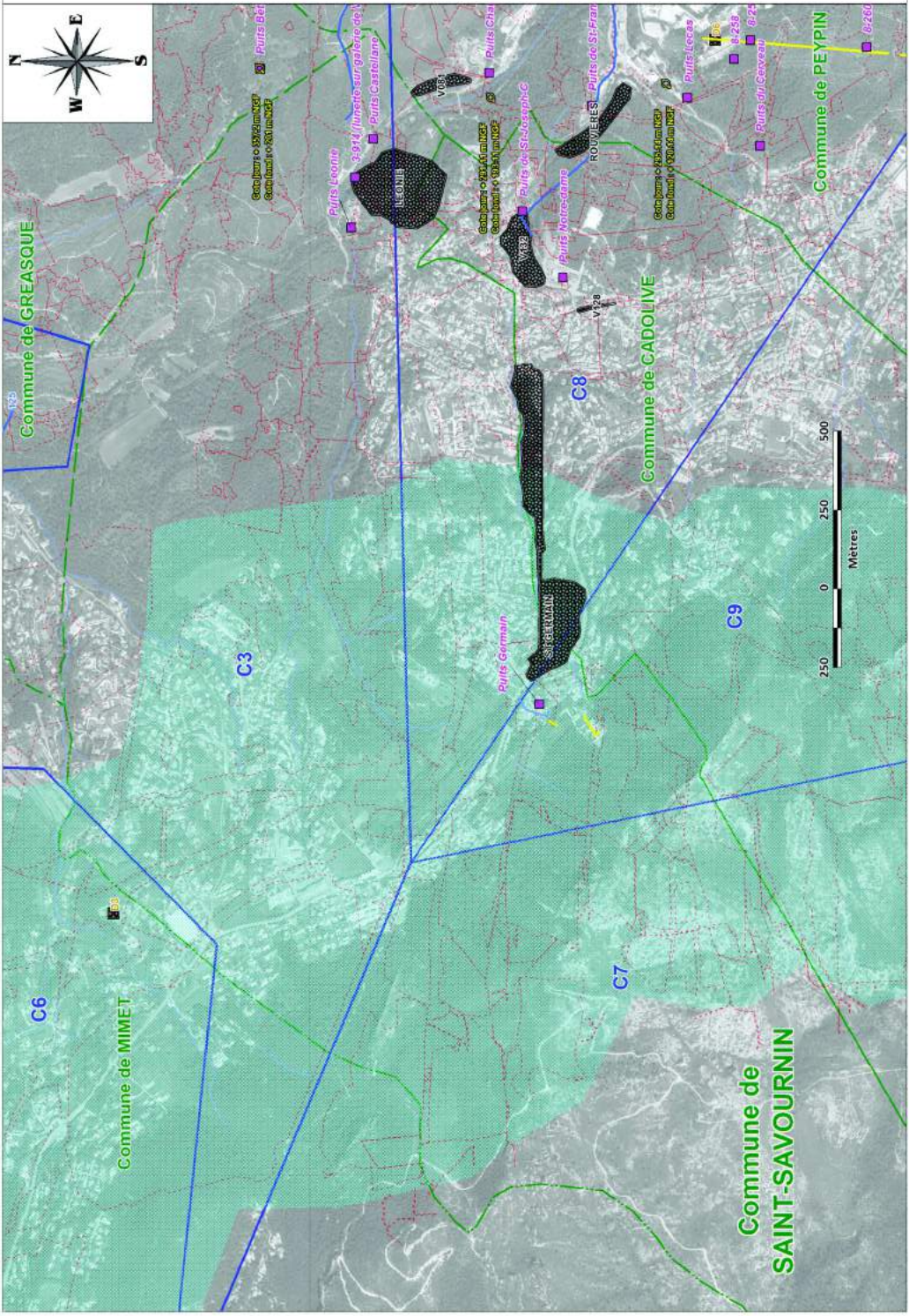
DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR  
 Bassin lignitifère de Provence (13)

**COMMUNE DE SAINT-SAVOURNIN**

ANNEXE C : CARTE INFORMATIVE -  
 ÉLÉMENTS RELATIFS AU GAZ, À L'EAU ET À L'ENVIRONNEMENT

<b>OUVRAGES DEBOUCHANT AU JOUR</b>	<b>RÉSIDUS MINIER</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Puits</li> <li>Évent du réservoir principal</li> <li>Émergence minière</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Terril</li> </ul>
<b>TRAVAUX MINIER SOUTERRAINS</b>	<b>DÉSORDRES MINIER RECENSÉS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Limite des travaux miniers de la veine Grande Mine</li> <li>Secteurs exposés après stabilisation du niveau d'eau dans le réservoir principal (cote +18 m NGF)</li> <li>Galerie d'écoulement</li> <li>Galerie technique</li> <li>Cote galerie d'écoulement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Effondrement</li> <li>Dighe de surface</li> </ul>
<b>LIMITES ADMINISTRATIVES</b>	<b>TOPOGRAPHIE</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Limite de commune</li> <li>Limite de concession</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cours d'eau</li> </ul>
<b>ECHELLE : 1 / 10 000</b>	

Rapport S2016/0040E-16PAC22070 - Janvier 2016  
 Plan de cartographie : B0 00010006 de 2011 (carte environnement au géobase) prise en compte par le processus B07 - RE300 - M07 (juillet 2007)



# COMMUNE DE SEPTEMES-LES-VALLONS

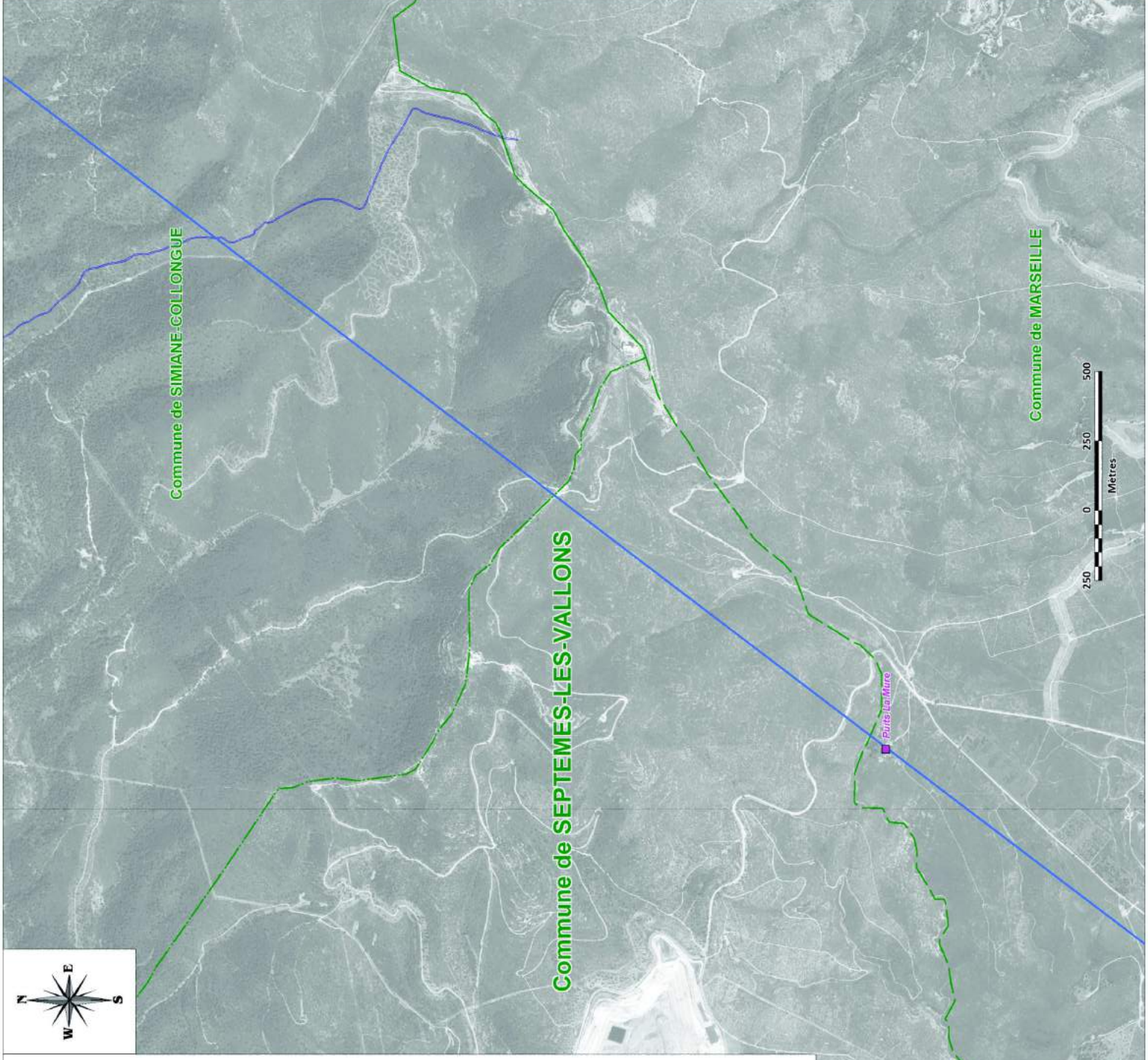
ANNEXE C : CARTE INFORMATIVE -  
 ÉLÉMENTS RELATIFS AU GAZ, À L'EAU ET À L'ENVIRONNEMENT



Rapport SZ016/004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

Point cartographique : ED 0873508, de 2011, obtenu conformément aux dispositions prévues par le décret n°2007-1633 du 22 novembre 2007.

**GEODERIS**



### COMMUNE DE SIMIANE-COLLONGUE

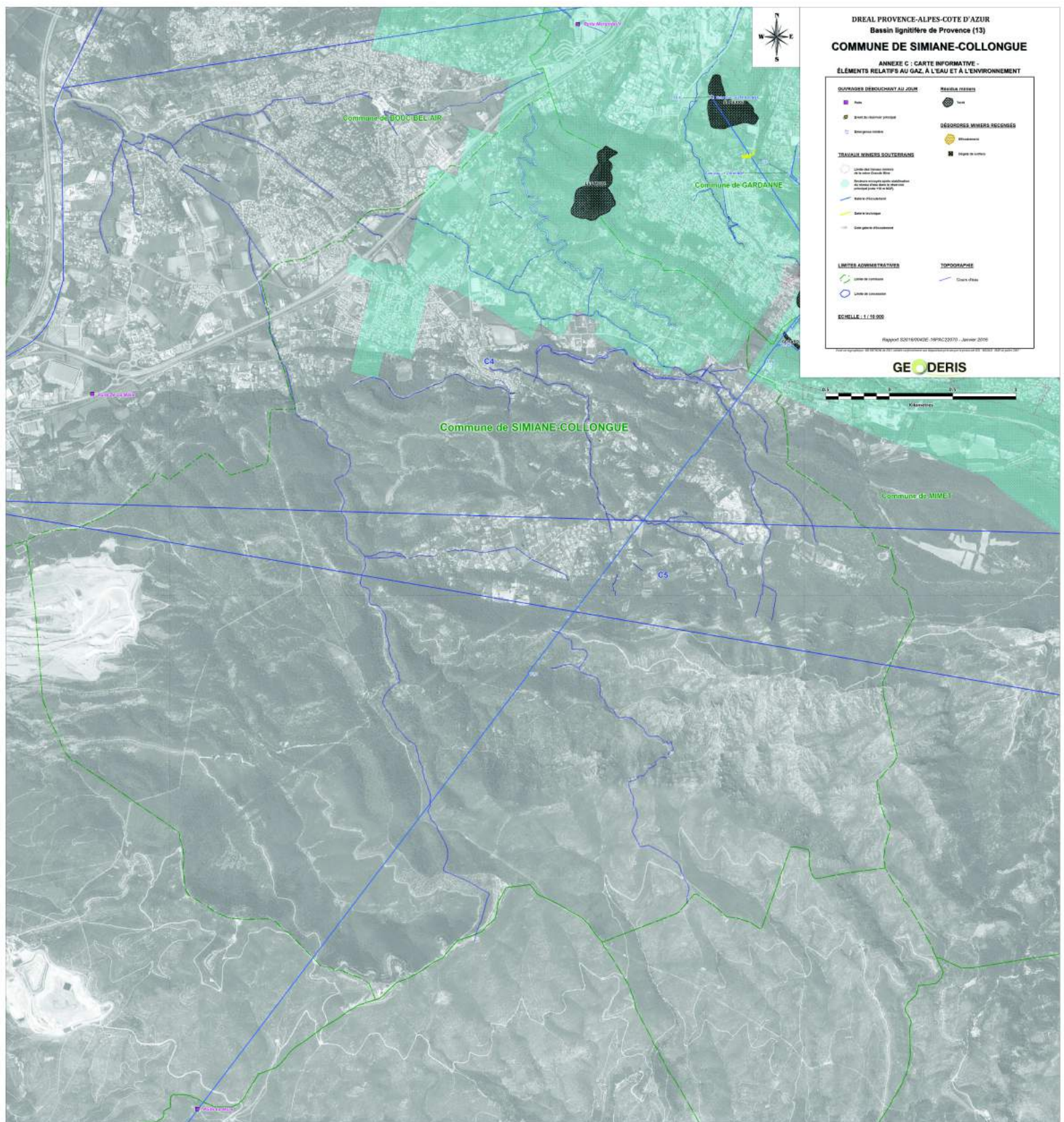
ANNEXE C : CARTE INFORMATIVE -  
ÉLÉMENTS RELATIFS AU GAZ, À L'EAU ET À L'ENVIRONNEMENT

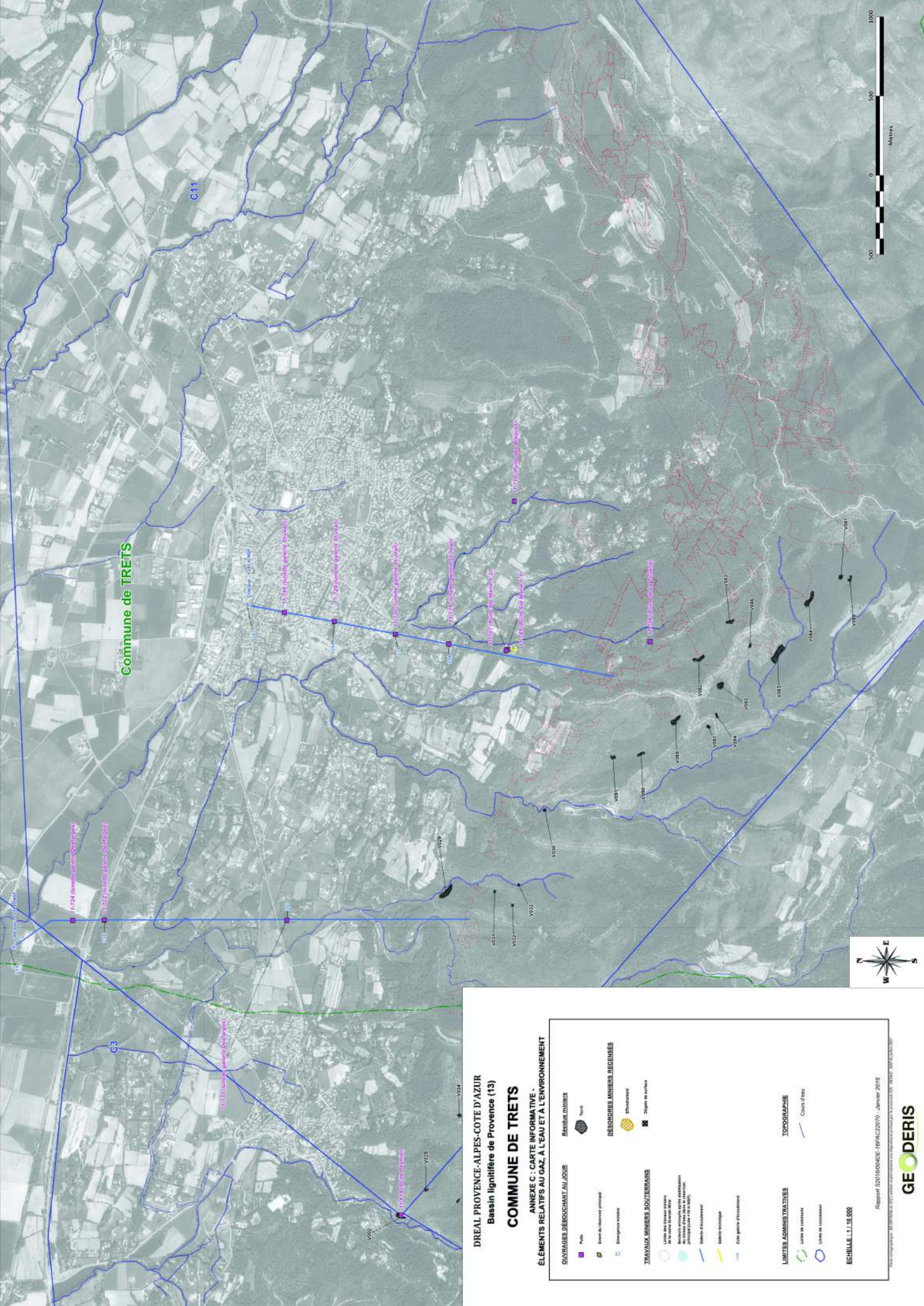
<b>OUVRAGES DEMOUCANT AU JOUR</b>	<b>RESEAUX</b>
■ Puits	● Eau
■ Bassin de traitement primaire	<b>DEGORGIS MINERS DÉCOUVERTS</b>
■ Décharge/stockage	● Décharge
<b>TRAVAUX MINERS SOUS-TERRAINS</b>	■ Puits de sondage
○ Limites des concessions minières	
○ Bassins d'urgence pour le traitement des effluents des sites de décharge	
○ Anciens décharges	
○ Zone d'urgence	
○ Contour de décharge	
<b>LIMITES ADMINISTRATIVES</b>	<b>TOPOGRAPHIE</b>
○ Limites de commune	○ Contour 100m
○ Limites de section	

ÉCHELLE : 1 : 10 000

Rapport 52018/0002E - 09PAC23070 - Janvier 2018

GEODERIS





**DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR**  
**Bassin lignitifère de Provence (13)**  
**COMMUNE DE TRET'S**

**ANNEXE C : CARTE INFORMATIVE -**  
**ÉLÉMENTS RELATIFS AU GAZ, À L'EAU ET À L'ENVIRONNEMENT**

<b>COUVREAGES DEBOUCHANT AU JOUR</b>	<b>RESIDUS MINIER</b>	<b>DEBORDOIRES MINIERES RECELVES</b>	<b>TOPOGRAPHIE</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Point</li> <li>Event de drainage principal</li> <li>Extraction aerielle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trait</li> <li>Emplacement</li> <li>Organ de surface</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Emplacement</li> <li>Organ de surface</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cours d'eau</li> </ul>
<b>TRAVAUX MINIERES SOUSTERRAINS</b>	<b>LIMITES ADMINISTRATIVES</b>	<b>LIMITES DE COMMUNE</b>	<b>LIMITES DE SECTION</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Unité des travaux courants</li> <li>Unité des travaux de réhabilitation</li> <li>Unité des travaux de réhabilitation principale (hors 1/3 de surface)</li> <li>Galeries d'entretien</li> <li>Galeries de drainage</li> <li>Com partiel d'entretien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Unité de commune</li> <li>Unité de section</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Unité de commune</li> <li>Unité de section</li> </ul>	
<b>ECHILLE 1:1'000 000</b>			





# COMMUNE DE BELCODENE

## ANNEXE D1 : CARTE DES ALÉAS "EFFONDREMENT LOCALISÉ"

	Puits		Ouvrage levé et traité par CcF
	Descendrière		Ouvrage levé et non traité par CcF
	Galerie		Ouvrage non levé et non traité par CcF
	Bondage		

	Aléa effondrement localisé de niveau faible sur travaux		Affluement de la veine Grande Mole
	Aléa effondrement localisé de niveau moyen sur travaux		Affluement de la veine Mauvaise Mine
	Aléa effondrement localisé de niveau faible sur puits et descendries		Affluement de la veine 4 Paris
	Aléa effondrement localisé de niveau moyen sur puits et descendries		Affluement de la veine Gros Rocher
			Affluement de la veine 2 Paris
			Affluement de la veine de l'eau
			Affluement de la veine Grésèque
			Affluement de la veine Fuveau

	Cours d'eau
--	-------------

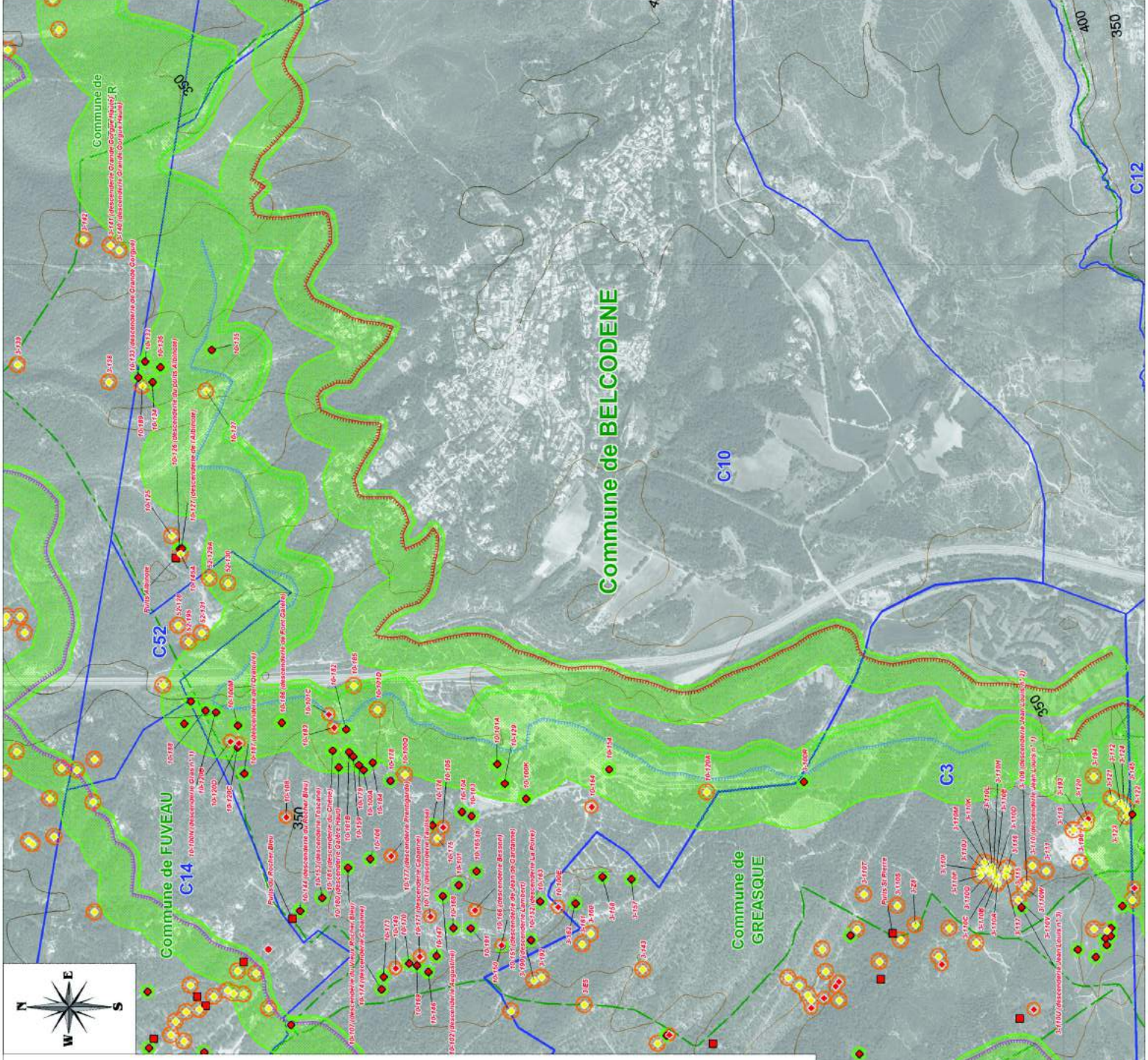
	Limite de commune
	Limite de concession

**TOPOGRAPHIE**

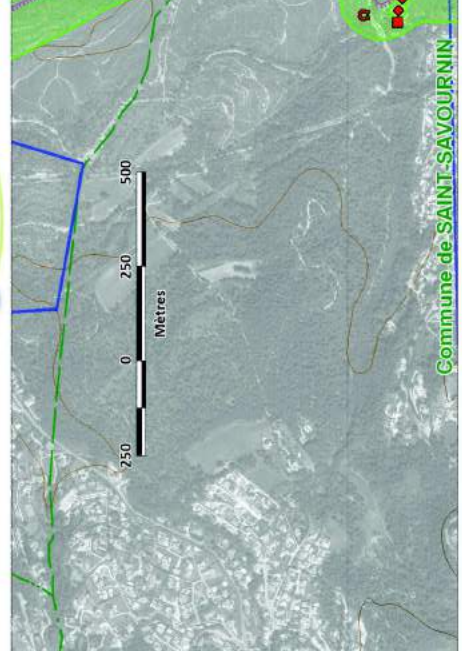
**LIMITES ADMINISTRATIVES**

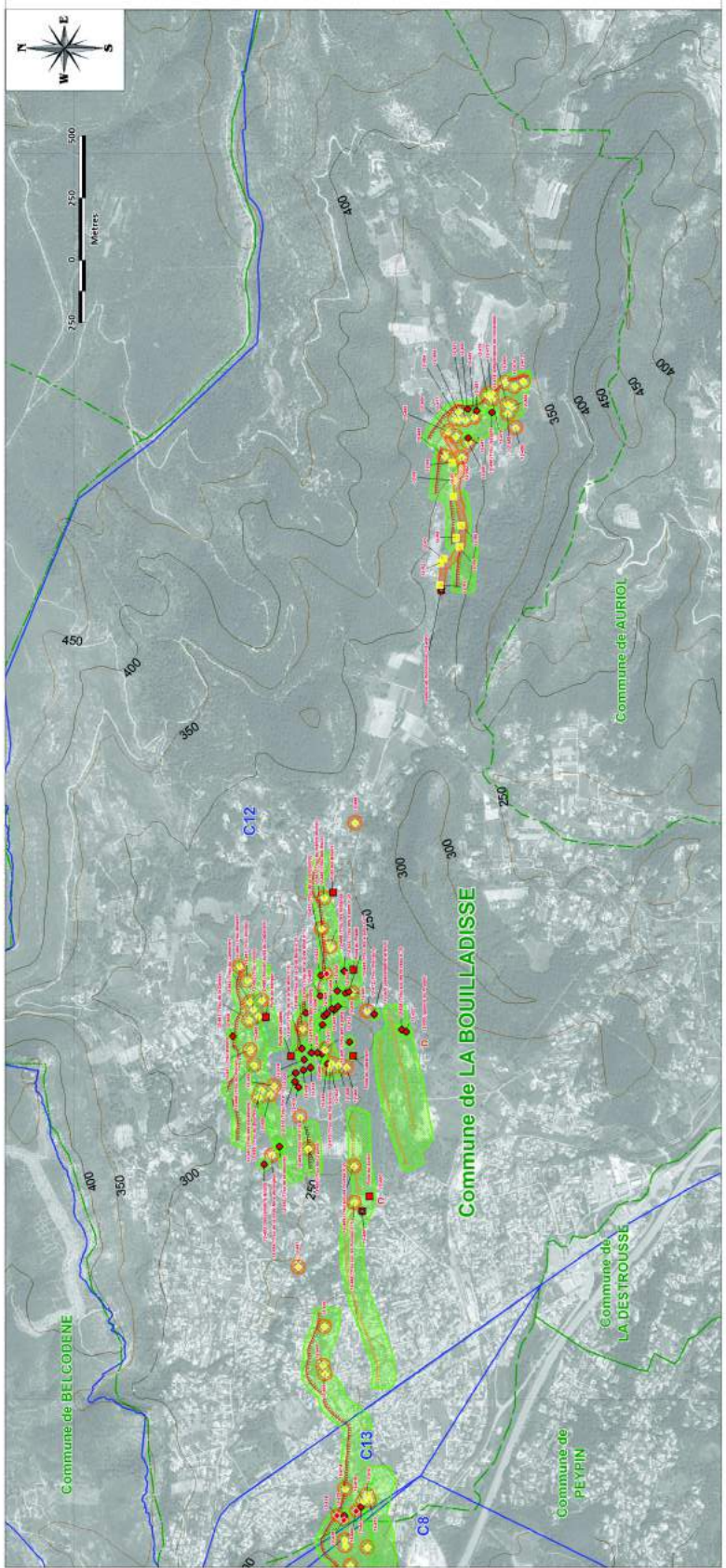
**ECHELLE : 1 / 10 000**



Rapport S2016/004DE-16FAC22070 - Janvier 2016

Fond cartographique : BD Carthage de 2011 utilisé conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - MEMO - NIP et par le 2009





DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR  
 Bassin limitrophe de Provence (13)  
**COMMUNE DE LA BOUILLADISSE**  
 ANNEXE D1 : CARTE DES ALÉAS "EFFONDREMENT LOCALISÉ"

**OUVRAGES SURBOUCHANT AUJOURD'HUI**

- Puits
- Duvencroix
- Marnes
- ◆ Sondage

**ALÉAS**

- Aléa d'effondrement localisé de zones à forte teneur en argiles
- Aléa d'effondrement localisé de zones à forte teneur en sables fins et argiles
- Aléa d'effondrement localisé de zones à forte teneur en sables fins et argiles
- Aléa d'effondrement localisé de zones à forte teneur en sables fins et argiles

**TOPOGRAPHIE**

- Contour
- Limite administrative
- Limite de commune
- Limite de canton

**AFFLEUREMENTS**

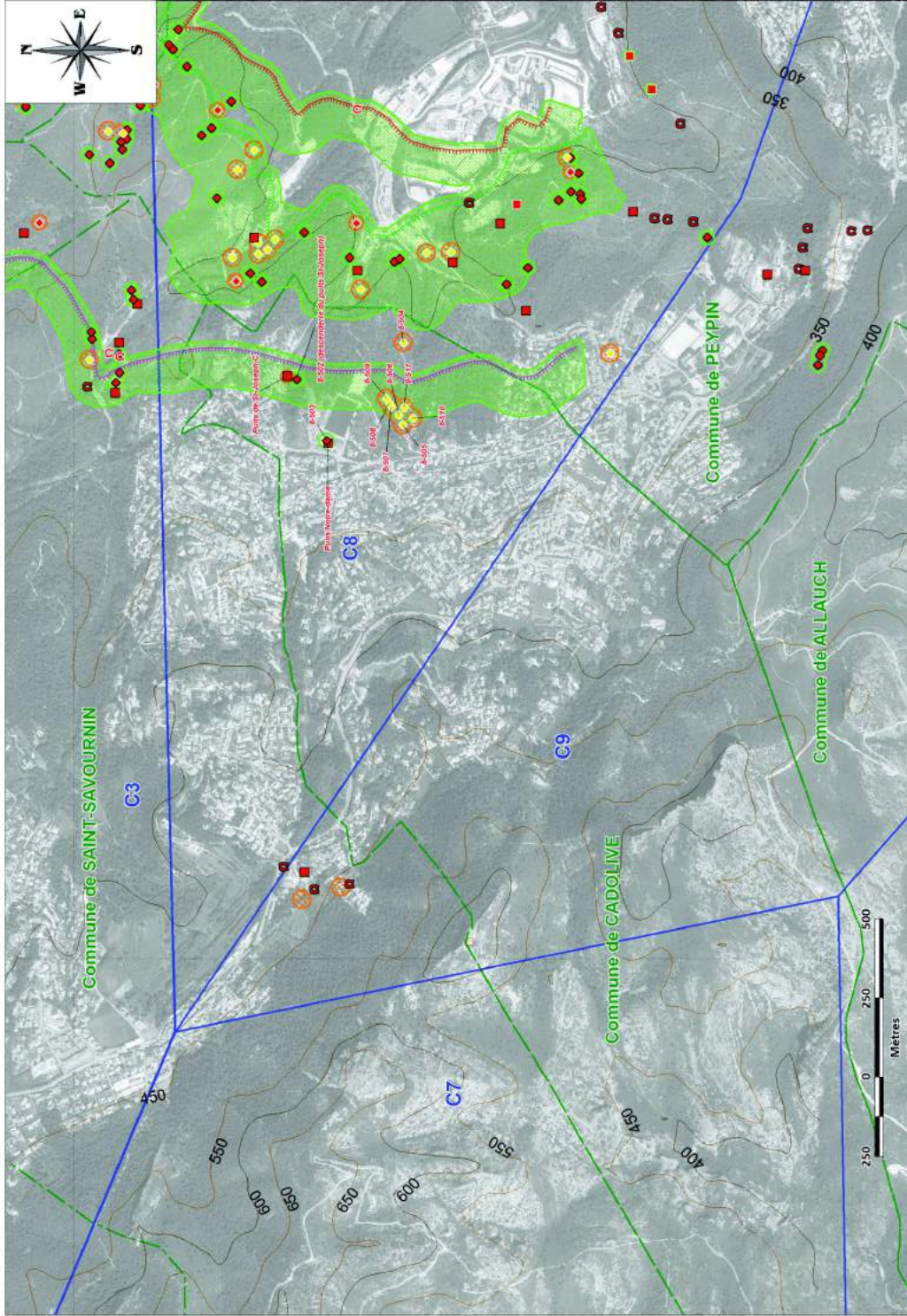
- Affleurement de la veine Grande Blaise
- Affleurement de la veine Beaucaire-Méjean
- Affleurement de la veine 2ème
- Affleurement de la veine Grande Rocette
- Affleurement de la veine 3ème
- Affleurement de la veine de l'Est
- Affleurement de la veine Grasse
- Affleurement de la veine Fosse

**ÉCHELLE 1:19 000**

Projet S2018/04/DE/16/PA/22079 - Janvier 2018

# COMMUNE DE CADOLIVE

## ANNEXE D1 : CARTE DES ALÉAS "EFFONDREMENT LOCALISÉ"



### OUVRAGES DÉBOUCHANT AU JOUR

- Puits
- ◆ Descendrière
- Galerie
- Sonnage
- Ouvrage levé et traité par CdP
- Ouvrage levé et non traité par CdP
- Ouvrage non levé et non traité par CdP

### ALÉAS

- Aléa effondrement localisé de niveau faible sur travaux
- Aléa effondrement localisé de niveau moyen sur travaux
- Aléa effondrement localisé de niveau faible sur puits et descendrières
- Aléa effondrement localisé de niveau moyen sur puits et descendrières

### AFFLEUREMENTS

- Affleurement de la veine Grande Mine
- Affleurement de la veine Malmousses Mine
- Affleurement de la veine 4 Paris
- Affleurement de la veine Cros Rocher
- Affleurement de la veine 2 Paris
- Affleurement de la veine du Fou
- Affleurement de la veine Créasque
- Affleurement de la veine Foreau

### TOPOGRAPHIE

- Cours d'eau

### LIMITES ADMINISTRATIVES

- Limite de commune
- Limite de concession

ECHELLE : 1 / 10 000

**COMMUNE DE FUYEAU**

**ANNEXE D1 : CARTE DES ALÉAS "EFFONDREMENT LOCALISÉ"**

**OUVRAGES DE BUCHANT AUJOUR**

- Puits
- Ouvrage lié et isolé par CDF
- Ouvrage lié et isolé par CDF
- Ouvrage non lié et non isolé par CDF
- Ouvrage non lié et non isolé par CDF

**ALÉAS**

- Aléa effondrement localisé de zones cavaux sur terrain
- Aléa effondrement localisé de zones rochers sur terrain
- Aléa effondrement localisé de zones lianes sur terrain
- Aléa effondrement localisé de zones lianes sur terrain

**APFUREMENTS**

- Affaissement de la zone Grande Basse
- Affaissement de la zone Moyenne Basse
- Affaissement de la zone 1 Pans
- Affaissement de la zone des Roches
- Affaissement de la zone 2 Pans
- Affaissement de la zone de l'Église
- Affaissement de la zone du Collège
- Affaissement de la zone Fontaine

**TOPOGRAPHIE**

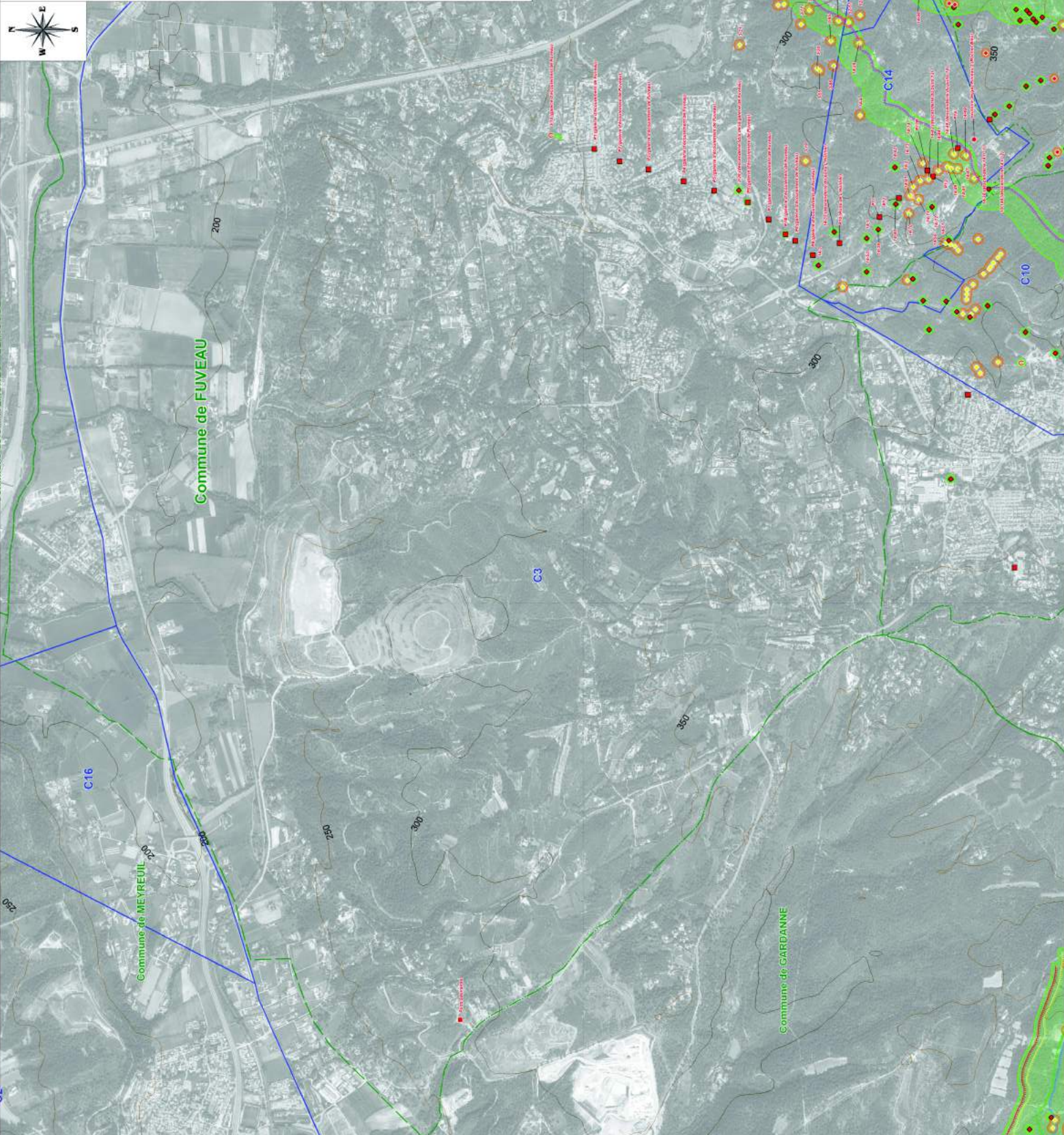
- Contour 5m

**LIMITES ADMINISTRATIVES**

- Ligne de commune
- Ligne de section

ÉCHELLE 1:10 000

Rapport S016006/0E - 16/04/2010 - Janvier 2016



**COMMUNE DE GARDANNE**

ANNEXE D1 : CARTE DES ALÉAS "EFFONDREMENT LOCALISÉ"

**OUVRAGES DE BUCHANT AU JOUR**

- Ouvrage lié et vué par CDF
- Ouvrage lié et non vué par CDF
- Ouvrage non lié et non vué par CDF

**ALÉAS**

- ▲ Aléa effondrement localisé de zones cavaux sur terrain
- ▲ Aléa effondrement localisé de zones moyennes sur terrain
- ▲ Aléa effondrement localisé de zones fortes sur terrain
- ▲ Aléa effondrement localisé de zones fortes sur plan de construction

**TOPOGRAPHIE**

- Contour 50m

**LIMITES ADMINISTRATIVES**

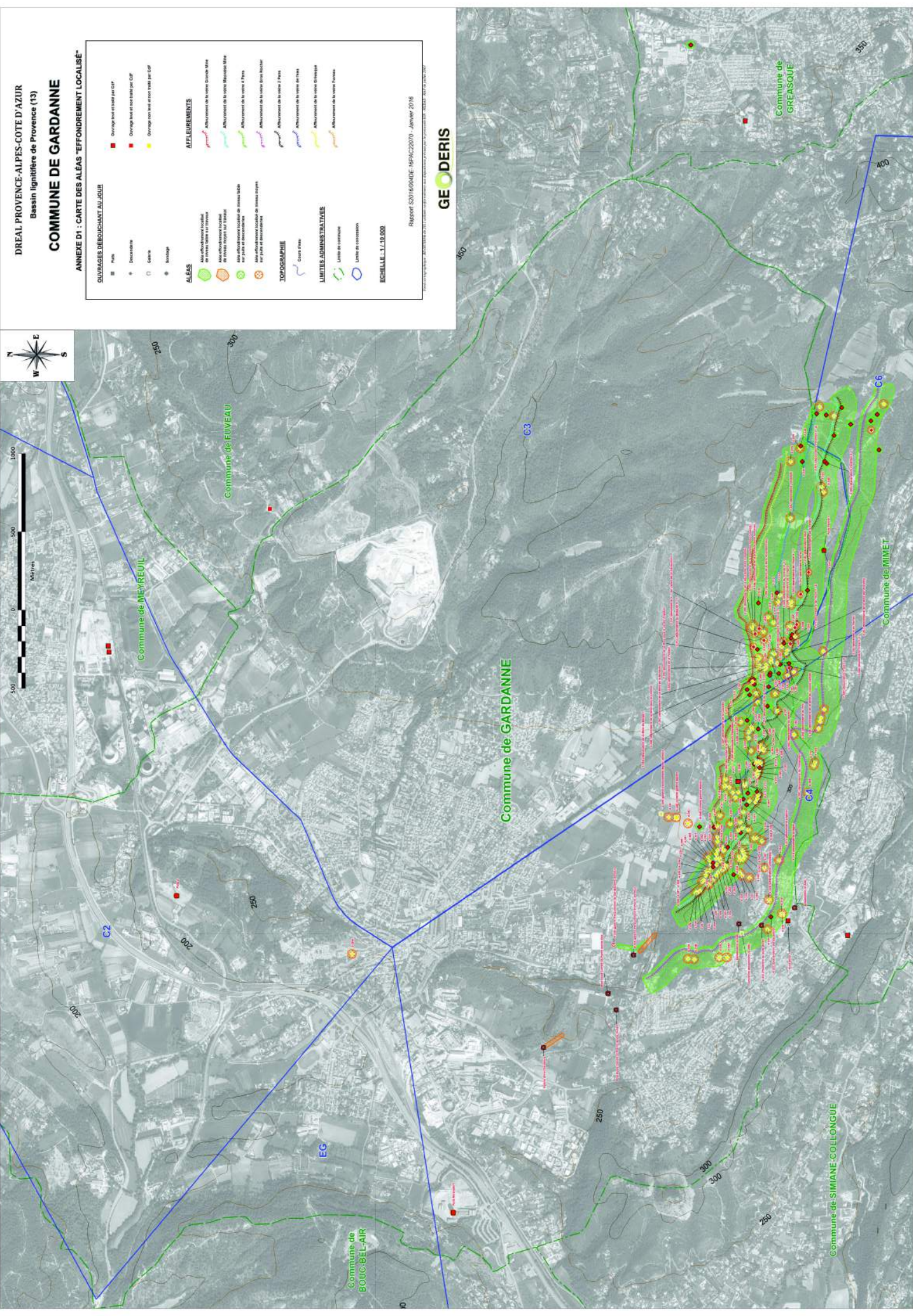
- Limite de commune
- Limite de section

**APFLEUREMENTS**

- ▲ Aménagement de la voirie Grande Voie
- ▲ Aménagement de la voirie Moyenne Voie
- ▲ Aménagement de la voirie Petite Voie
- ▲ Aménagement de la voirie des Bâtiments
- ▲ Aménagement de la voirie 2 Pass
- ▲ Aménagement de la voirie de Site
- ▲ Aménagement de la voirie Développée
- ▲ Aménagement de la voirie Forcée

Report: S2016000UE-169AC2020 - Janvier 2016

ECHELLE 1:110 000



# COMMUNE DE GREASQUE

## ANNEXE D1 : CARTE DES ALÉAS "EFFONDREMENT LOCALISÉ"

### OUVRAGES DÉBOUCHANT AU JOUR

- Puits
- Descendrière
- Galerie
- Sondage

### ALÉAS

- Aisles effondrement localisé de niveau faible sur travaux
- Aisles effondrement localisé de niveau moyen sur travaux
- Aisles effondrement localisé de niveau moyen sur puits et descendrières

### TOPOGRAPHIE

- Cours d'eau

### LIMITES ADMINISTRATIVES

- Limite de commune
- Limite de concession

ECHELLE : 1 / 10 000

- Ouvrage levé et traité par CdfP
- Ouvrage levé et non traité par CdfP
- Ouvrage non levé et non traité par CdfP

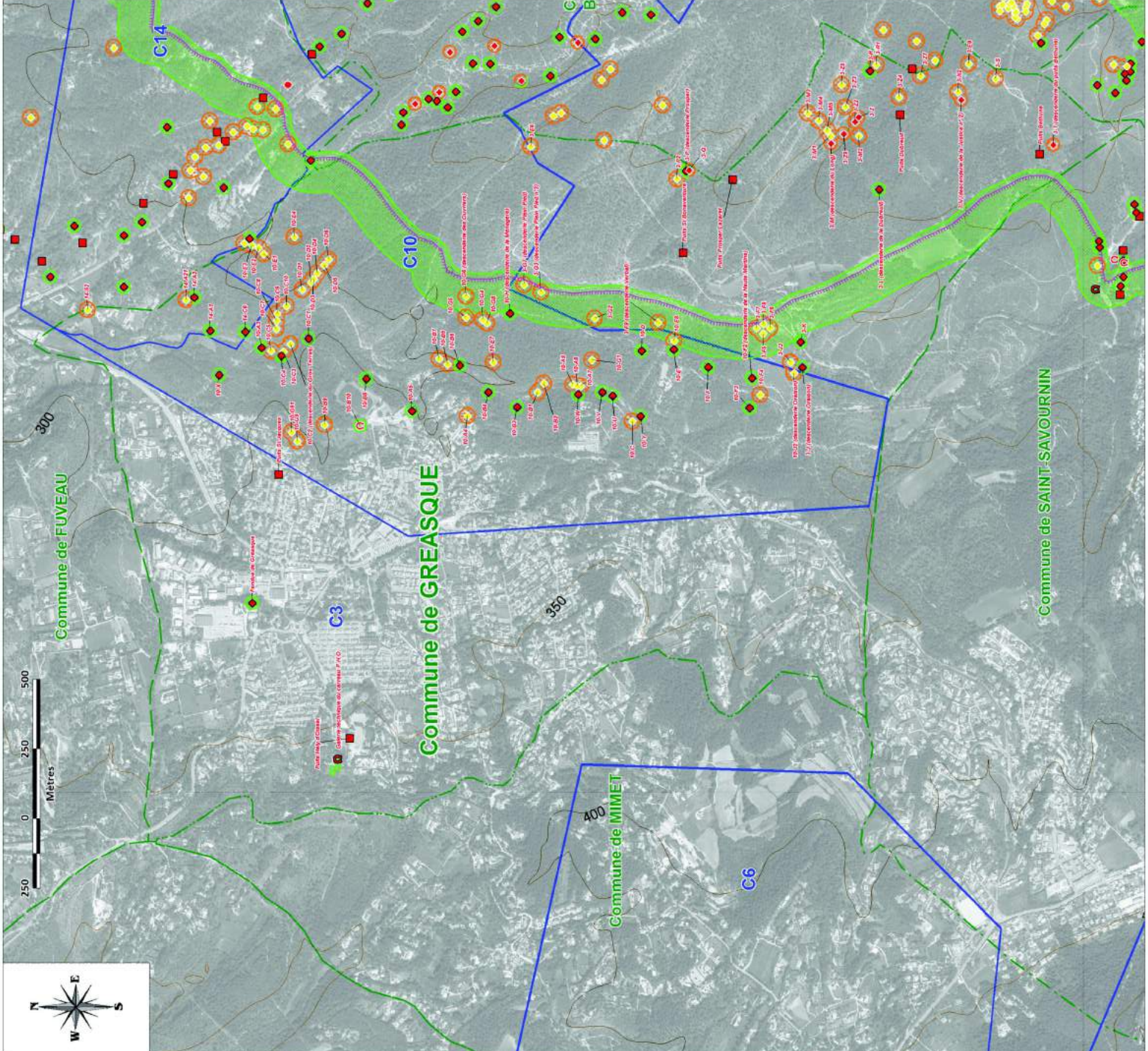
### AFPLEUREMENTS

- Affleurement de la veine Grande Mole
- Affleurement de la veine Mauvaise Mine
- Affleurement de la veine 4 Paris
- Affleurement de la veine Gros Rocher
- Affleurement de la veine 2 Paris
- Affleurement de la veine de l'eau
- Affleurement de la veine Grésèque
- Affleurement de la veine Fuveau

Rapport S2016/004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

Fond cartographique : BD Carthage de 2011 actualisé conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - MEGARD - MAP et juin 2007

**GEODERIS**



DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR  
 Bassin lignitifère de Provence (13)  
**COMMUNE DE MARSEILLE**

ANNEXE D1 : CARTE DES ALÉAS "EFFONDREMENT LOCALISÉ"

**OUVRAGES DÉROUCHÉS AU JOUR**

- Puits
- Bassins
- Gares
- Bâtiments

**ALÉAS**

- Aléa effondrement localisé de zones d'anciennes carrières
- Aléa effondrement localisé de zones d'anciennes carrières
- Aléa effondrement localisé de zones d'anciennes carrières
- Aléa effondrement localisé de zones d'anciennes carrières
- Aléa effondrement localisé de zones d'anciennes carrières

**TOPOGRAPHIE**

- Lignes d'égout

**LIMITES ADMINISTRATIVES**

- Limites de communes
- Limites de cantons

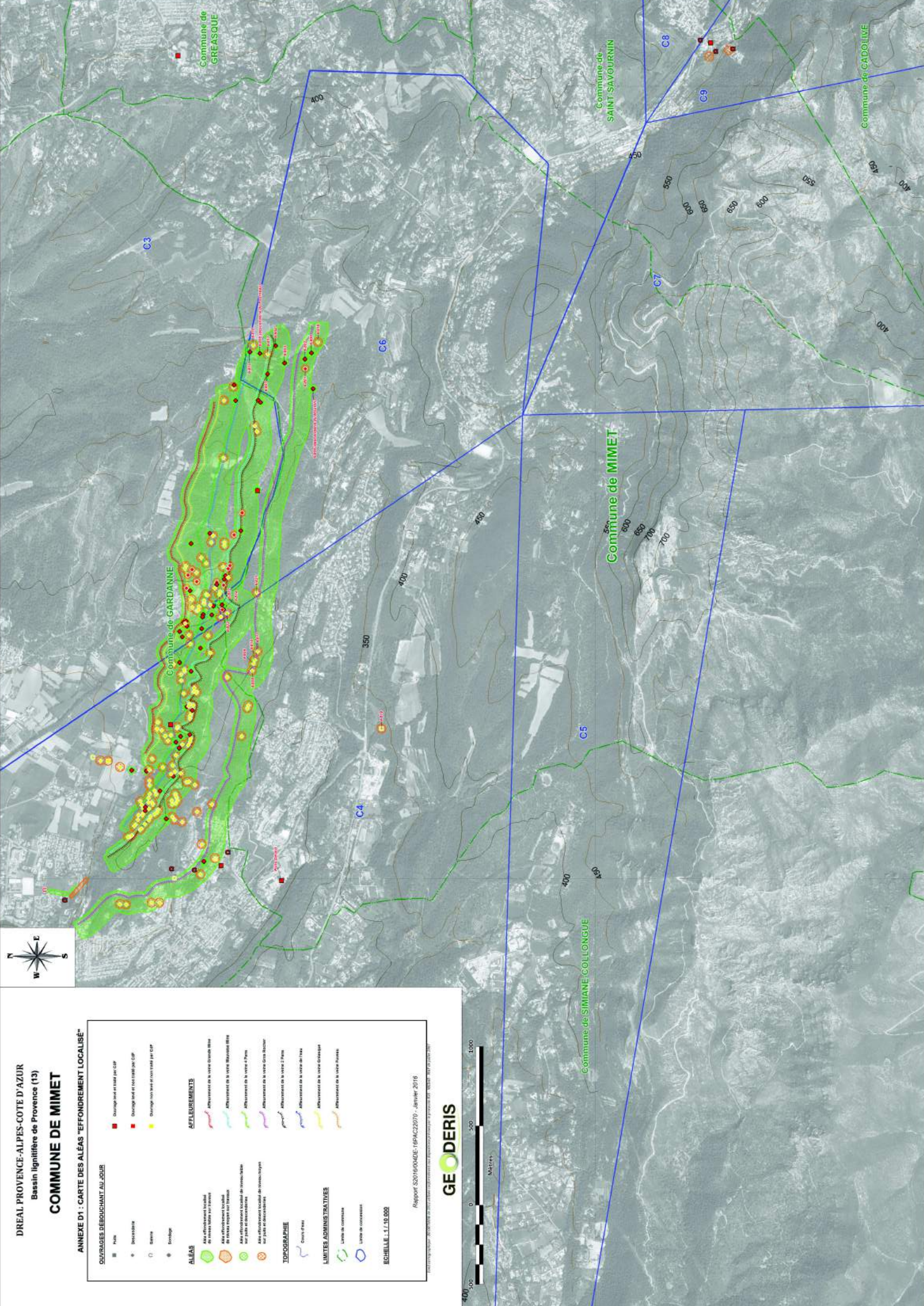
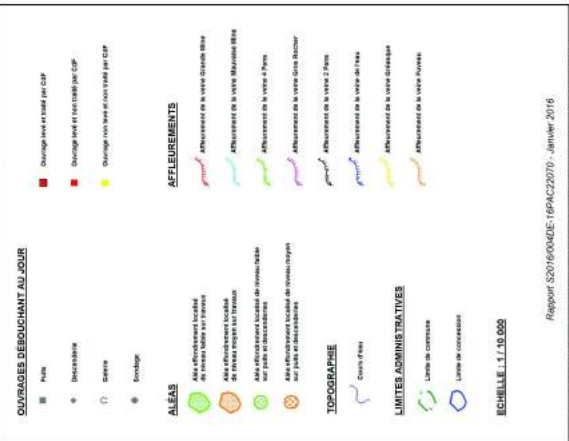
**SCHELLE : 1 / 10 000**

Rapport S0116/04/13E-18PAC22019 - Janvier 2018

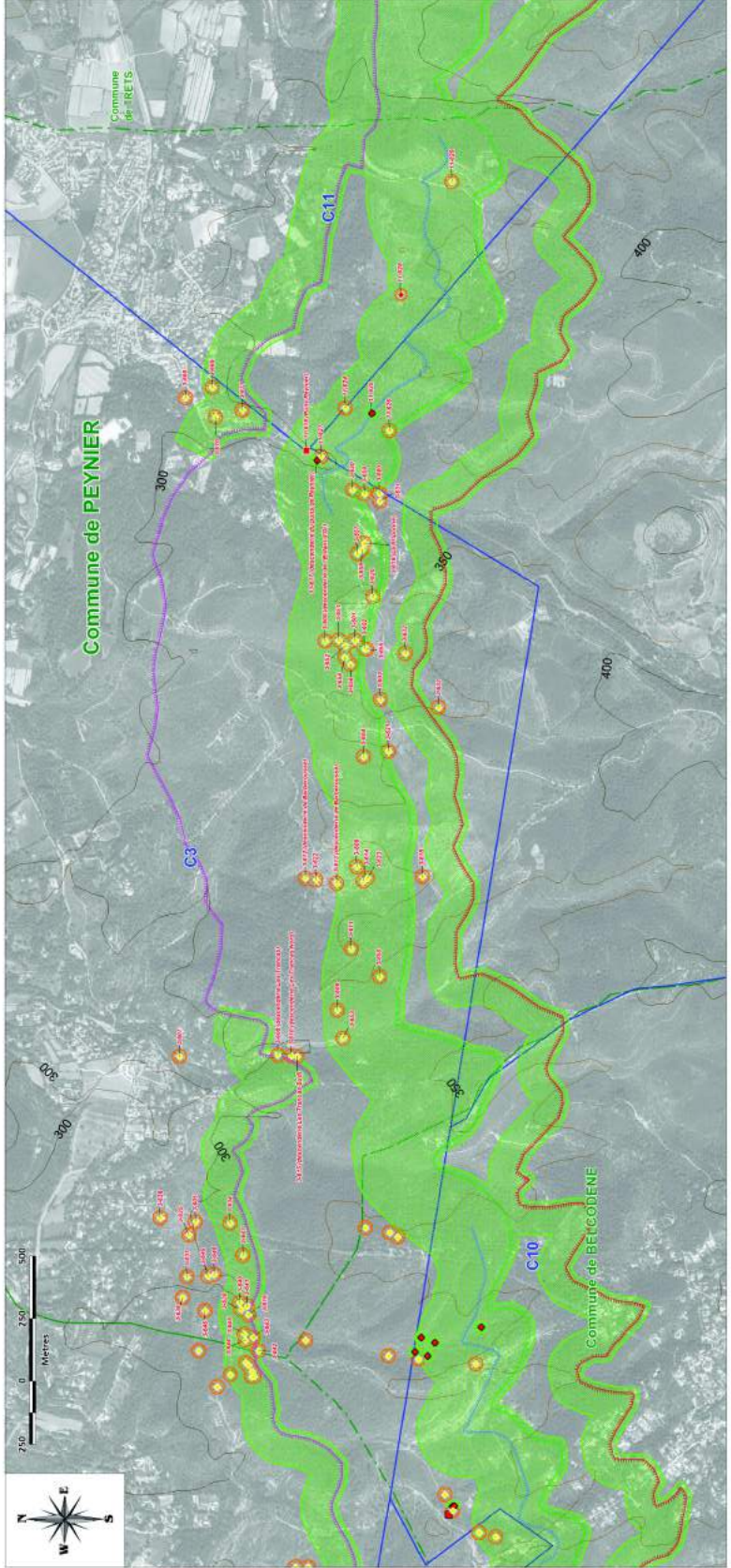
GEODERIS



ANNEXE D1 : CARTE DES ALÉAS "EFFONDREMENT LOCALISÉ"







DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR  
 Bassin limitrophe de Provence (13)  
**COMMUNE DE PEYNIER**

**ANNEXE D1 : CARTE DES ALÉAS "EFFONDREMENT LOCALISÉ"**

**OUVRAGES MISE EN ŒUVRE AU JOUR**

- Puits
- Decouverts
- Bascine
- ◆ Bouchage

**ALÉAS**

- Aléa d'affaissement localisé de versant NNE et NW
- Aléa d'affaissement localisé de versant SSW et S
- Aléa d'affaissement localisé de versant SSE et E
- Aléa d'affaissement localisé de versant S et SE
- Aléa d'affaissement localisé de versant S et SE

**TOPOGRAPHIE**

- Cours d'eau
- Limite administrative
- Limite de commune
- Limite de canton

**AFFLEUREMENTS**

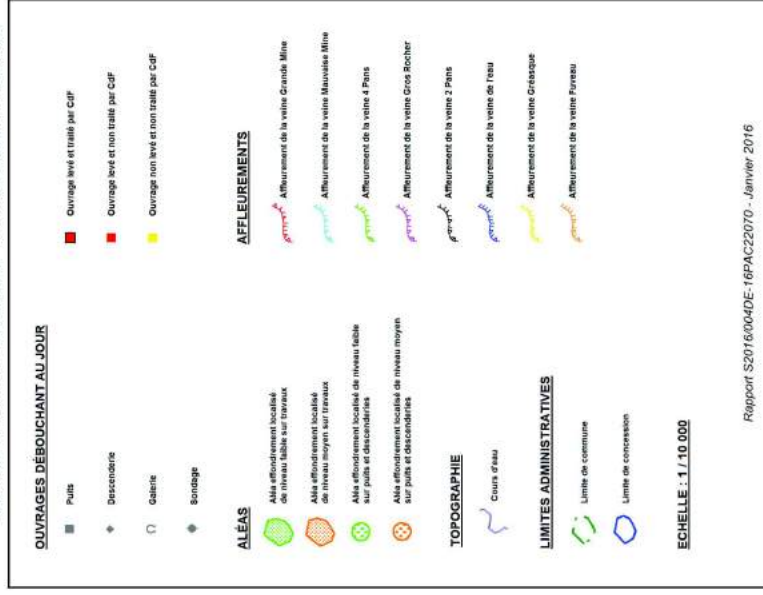
- Affleurement de la versant Grande Brue
- Affleurement de la versant Basses Mées
- Affleurement de la versant 2 Pans
- Affleurement de la versant Gros Rocier
- Affleurement de la versant 2 Pans
- Affleurement de la versant de l'Est
- Affleurement de la versant Grassepin
- Affleurement de la versant l'Est

**ECHELLE 1:1.10.000**

Projet S2018/004DE / MAPAC2019 - Janvier 2018

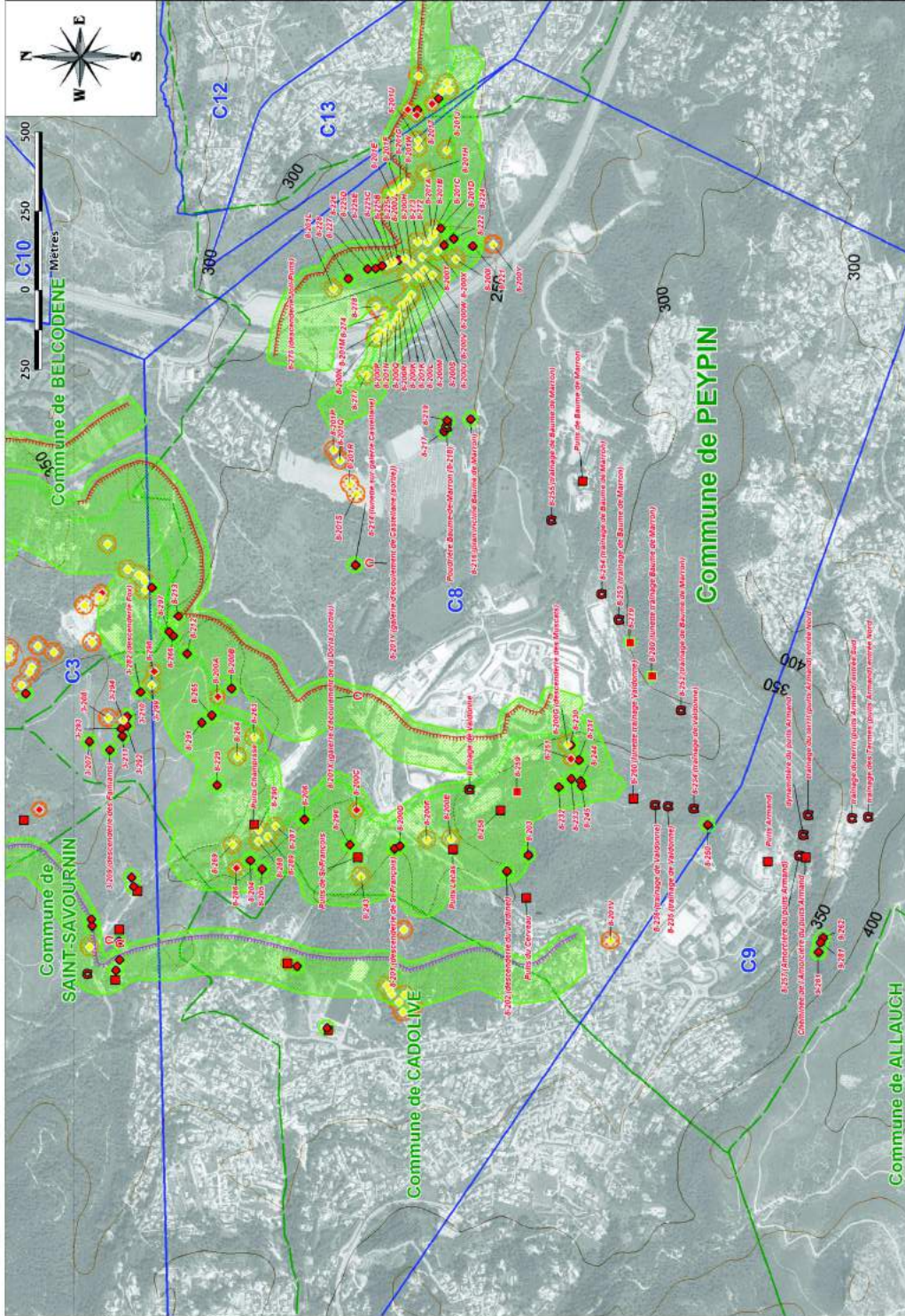
DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR  
 Bassin lignitifère de Provence (13)  
**COMMUNE DE PEYPIN**

**ANNEXE D1 : CARTE DES ALÉAS "EFFONDREMENT LOCALISÉ"**



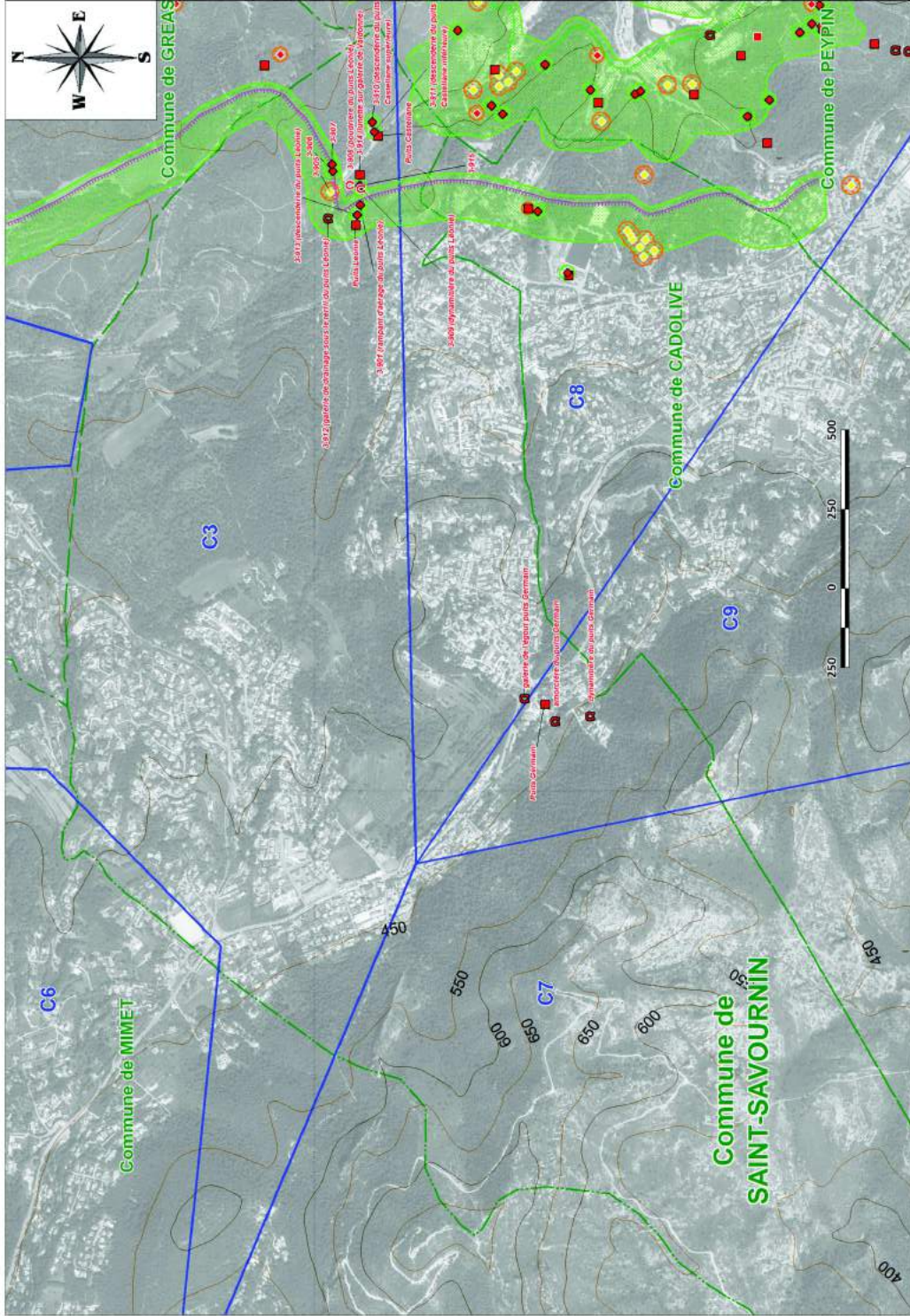
Rapport S2016/004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

Plan cartographique : 01 000 000 de 10171 (valable conformément aux dispositions prises par le processus 001 - PÉDAP - 05/01/2017)



# COMMUNE DE SAINT-SAVOURNIN

## ANNEXE D1 : CARTE DES ALÉAS "EFFONDREMENT LOCALISÉ"



### OUVRAGES DÉBOUCHANT AU JOUR

- Puits
- ◆ Descendrière
- Galerie
- Sonnage
- Ouvrage levé et traité par Cdf
- Ouvrage levé et non traité par Cdf
- Ouvrage non levé et non traité par Cdf

### ALÉAS

- Aléa effondrement localisé de niveau faible sur travaux
- Aléa effondrement localisé de niveau moyen sur travaux
- Aléa effondrement localisé de niveau faible sur puits et descendrières
- Aléa effondrement localisé de niveau moyen sur puits et descendrières

### AFFLEUREMENTS

- Affleurement de la veine Grande Mine
- Affleurement de la veine Marnuaises Mine
- Affleurement de la veine 4 Paris
- Affleurement de la veine Gros Rocher
- Affleurement de la veine 2 Paris
- Affleurement de la veine du Fou
- Affleurement de la veine Créasque
- Affleurement de la veine Foreau

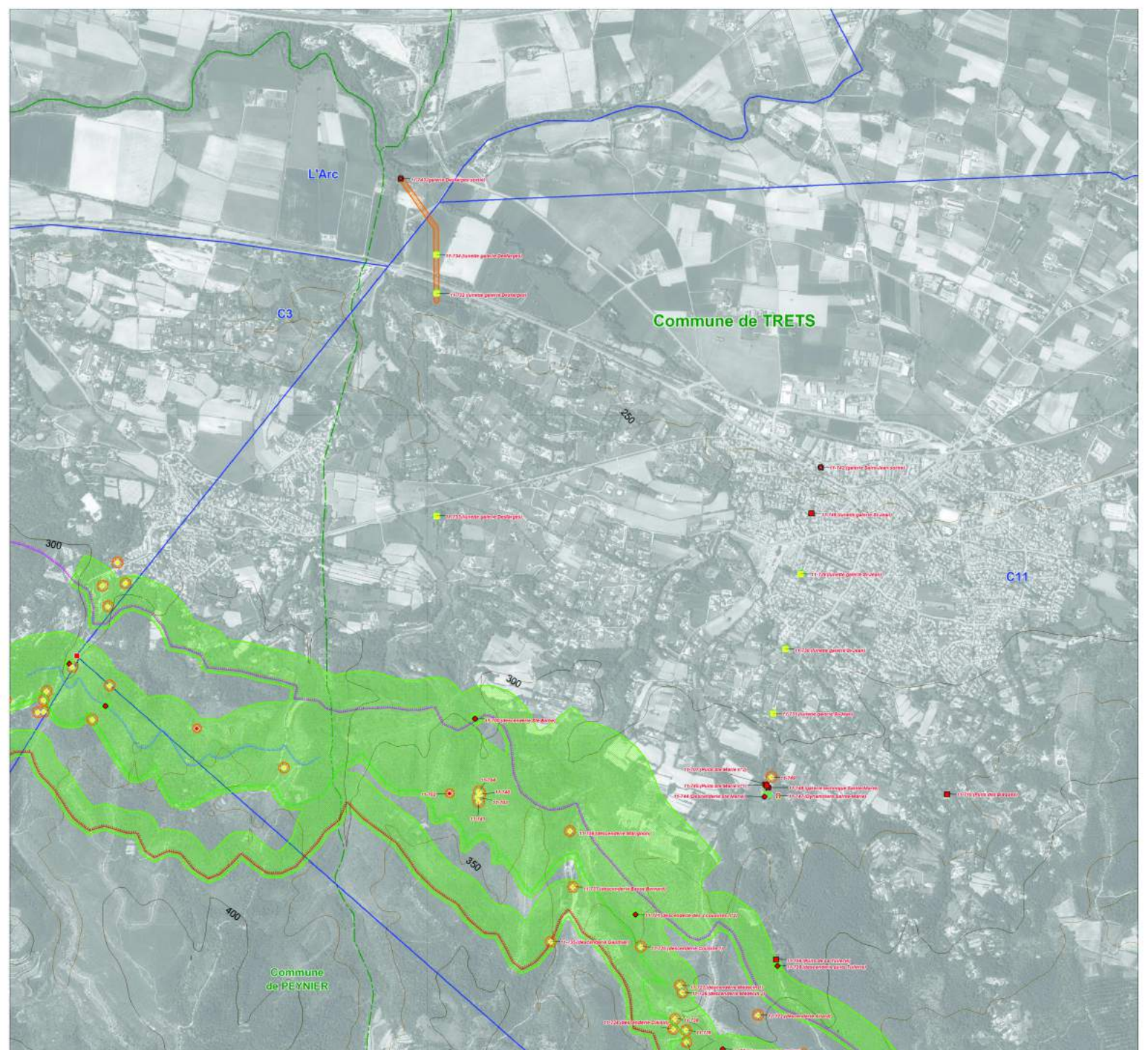
### TOPOGRAPHIE

- Cours d'eau

### LIMITES ADMINISTRATIVES

- Limite de commune
- Limite de concession

ECHELLE : 1 / 10 000



DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR  
Bassin lignitifère de Provence (13)

**COMMUNE DE TRET**

**ANNEXE D1 : CARTE DES ALÉAS "EFFONDREMENT LOCALISÉ"**

**OUVRAGES DÉBOUCHANT AU JOUR**

- Puits
- ◆ Descente
- Sabote
- Sondage

- Ouvrage livré et traité par CIP
- Ouvrage livré et non traité par CIP
- Ouvrage non livré et non traité par CIP

**ALÉAS**

- Aléa effondrement localisé de niveau faible sur travaux
- Aléa effondrement localisé de niveau moyen sur travaux
- Aléa effondrement localisé de niveau faible sur plans et descentaires
- Aléa effondrement localisé de niveau moyen sur plans et descentaires

**AFFLEUREMENTS**

- Affluent de la veine Grande Mine
- Affluent de la veine Mousine Mine
- Affluent de la veine 4 Pars
- Affluent de la veine Grac Rocher
- Affluent de la veine 2 Pars
- Affluent de la veine de l'au
- Affluent de la veine Grégoire
- Affluent de la veine Fankas

**TOPOGRAPHIE**

- Cours d'eau

**LIMITES ADMINISTRATIVES**

- Limite de concession
- Limite de concession

ECHELLE : 1 / 10 000

Rapport S2016/004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

Topographie : 30 000 1000 5000 10000 15000 20000 25000 30000 35000 40000 45000 50000 55000 60000 65000 70000 75000 80000 85000 90000 95000 100000



DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR  
 Bassin lignitifère de Provence (13)

**COMMUNE DE BELCODENE**

ANNEXE D2 : CARTE DES ALÉAS "AFFAISSEMENT"

OUVRAGES DÉBOUCHANT AU JOUR

■ Puits

**ALÉAS**

Aléa affaissement "souple" de niveau faible à intermédiaire limitée

Aléa affaissement "souple" de niveau faible

Aléa affaissement "souple" de niveau moyen

Aléa affaissement "souple" de niveau moyen

**TOPOGRAPHIE**

— Cours d'eau

**LIMITES ADMINISTRATIVES**

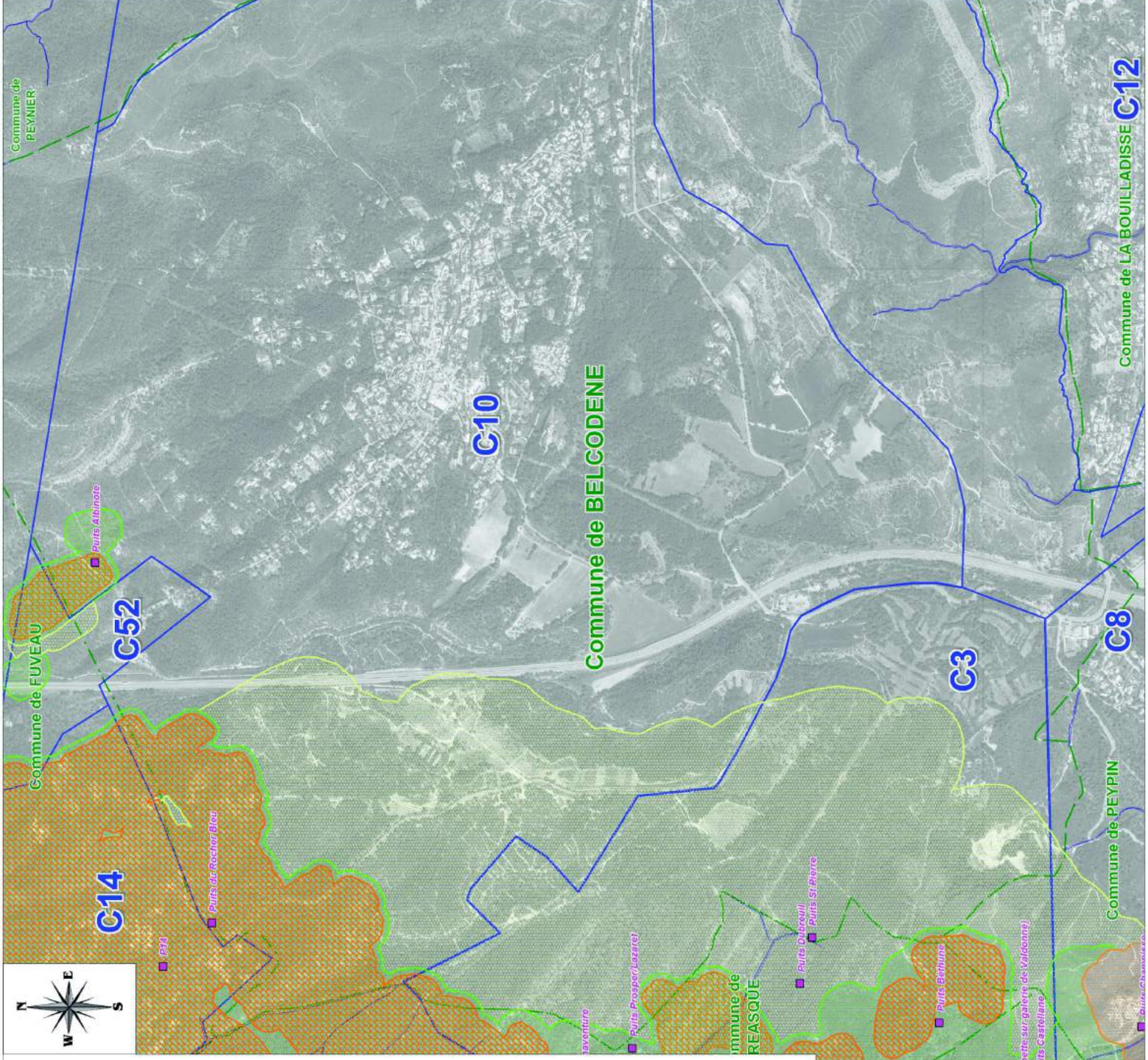
— Limite de commune

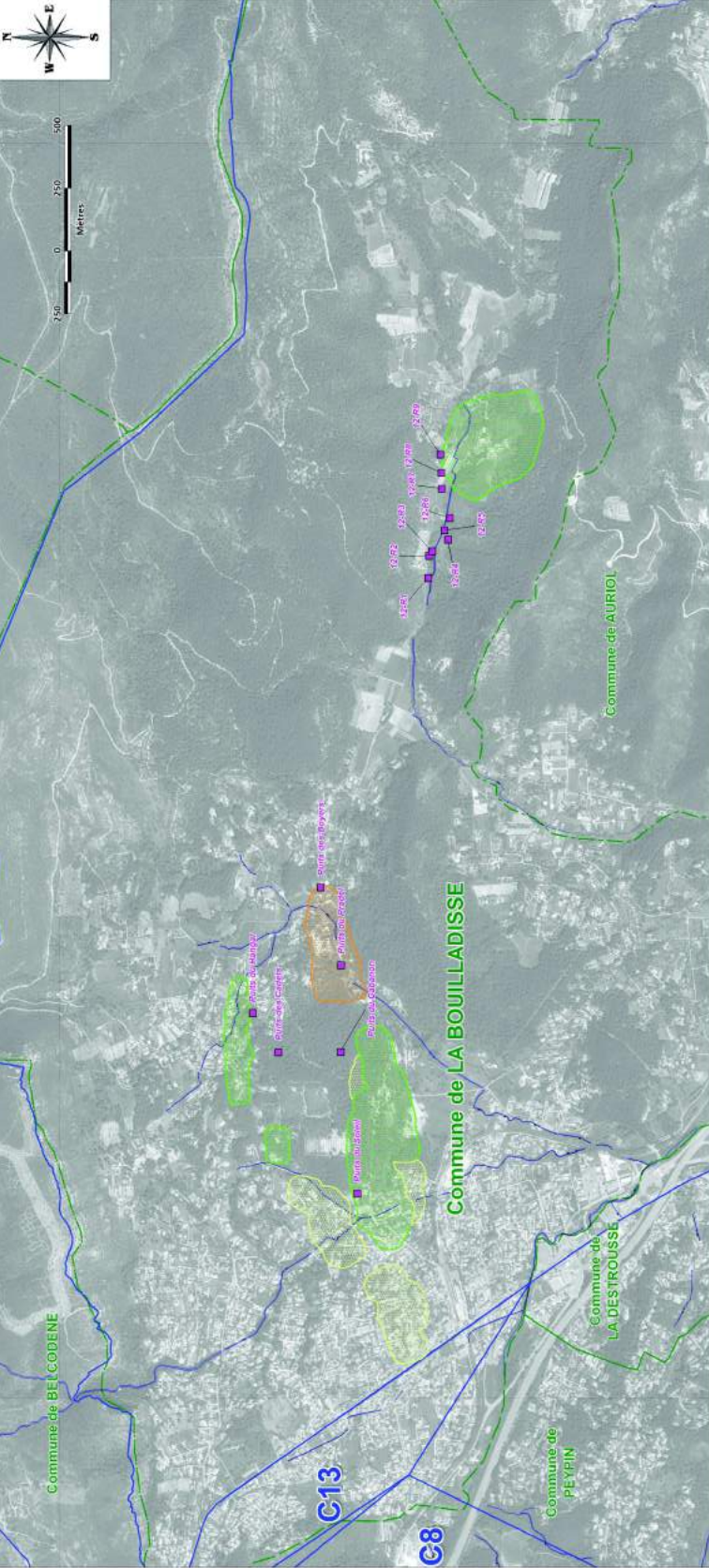
— Limite de concession

ECHELLE : 1 / 10 000

Rapport S2016/004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

Annexe cartographique - 80 0071008 de 2012 utilisée conformément aux dispositions prévues par le processus ISO 9001. MTDAL - MAP de juillet 2007





DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR  
 Bassin lignitifère de Provence (13)  
**COMMUNE DE LA BOUILLADISSE**  
 ANNEXE 02 : CARTE DES ALEAS "AFFASSEMENT"

**OUVRAGES DEBOUCHANT AU JOUR**

**Puits**

**ALÉAS**

- Aires d'effacement "souple" de niveau faible à intermédiaire très faible
- Aires d'effacement "souple" de niveau faible
- Aires d'effacement "souple" de niveau moyen
- Aires d'effacement "souple" de niveau très moyen

**TOPOGRAPHIE**

- Cours d'eau

**LIMITES ADMINISTRATIVES**

- Limites de concession
- Limites de communes

**ECHELLE 1:1.000**

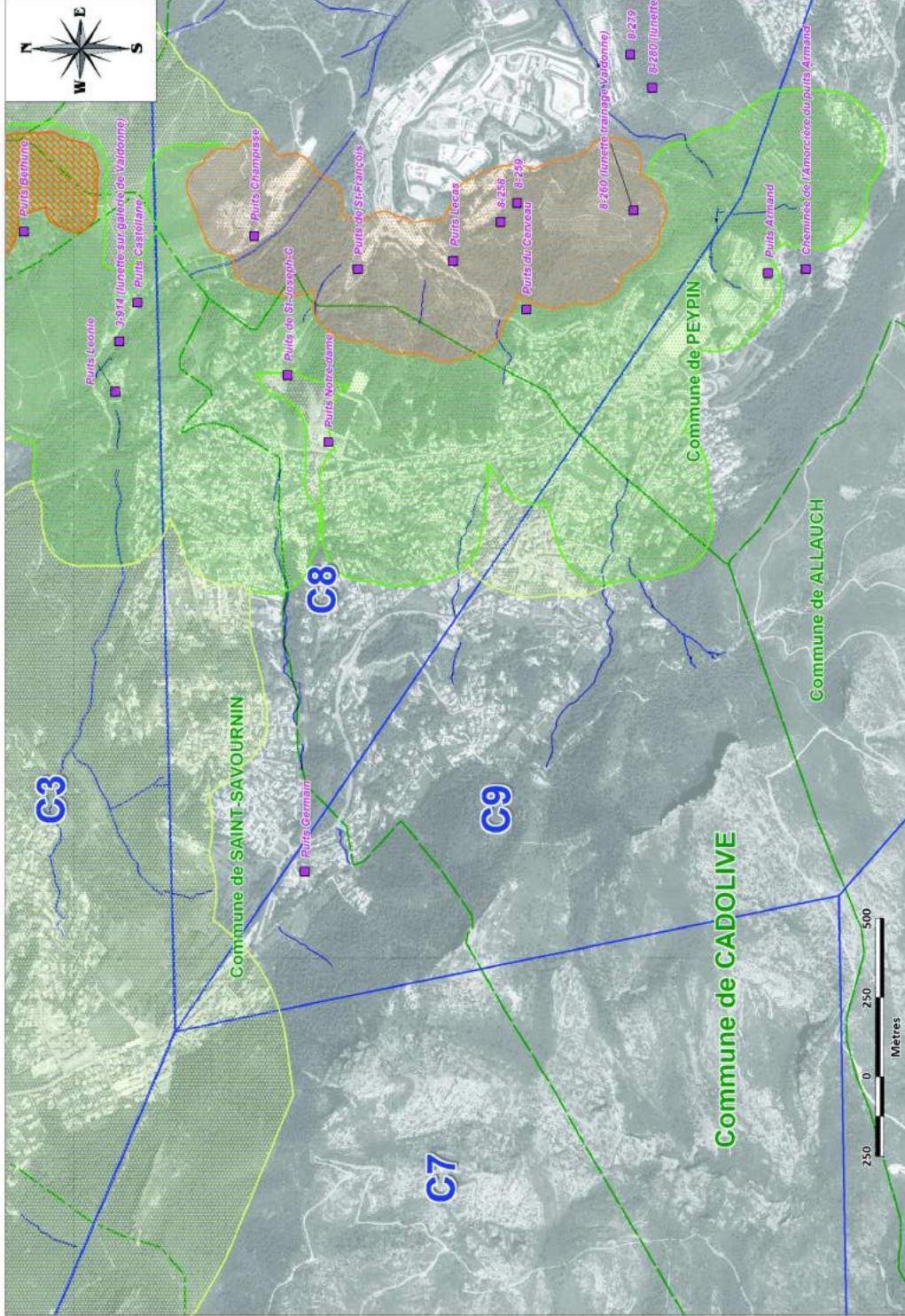
Rapport S2016000DE-169AC2010 - Janvier 2016

Projet financé par le DREAL Provence-Alpes-Côte d'Azur et la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Révisé par GEODERIS.



# COMMUNE DE CADOLIVE

## ANNEXE D2 : CARTE DES ALÉAS "AFFAISSEMENT"



### OUVRAGES DÉBOUCHANT AU JOUR

■ Puits

### ALÉAS

Aléa affaissement "couple" de niveau faible à moyen et très faible

Aléa affaissement "couple" de niveau faible

Aléa affaissement "couple" de niveau moyen

Aléa affaissement "couple" de niveau moyen

### TOPOGRAPHIE

— Cours d'eau

### LIMITES ADMINISTRATIVES

— Limite de commune

— Limite de concession

ECHELLE : 1 / 10 000

# COMMUNE DE FUVEAU

ANNEXE D2 : CARTE DES ALÉAS "AFFAISSEMENT"

SURABRES DEBOUCHANT AU JOUR

Point

ALÉAS

- ALÉAS ALÉAS ALÉAS ALÉAS ALÉAS

TOPOGRAPHIE

Contours

LIMITES ADMINISTRATIVES

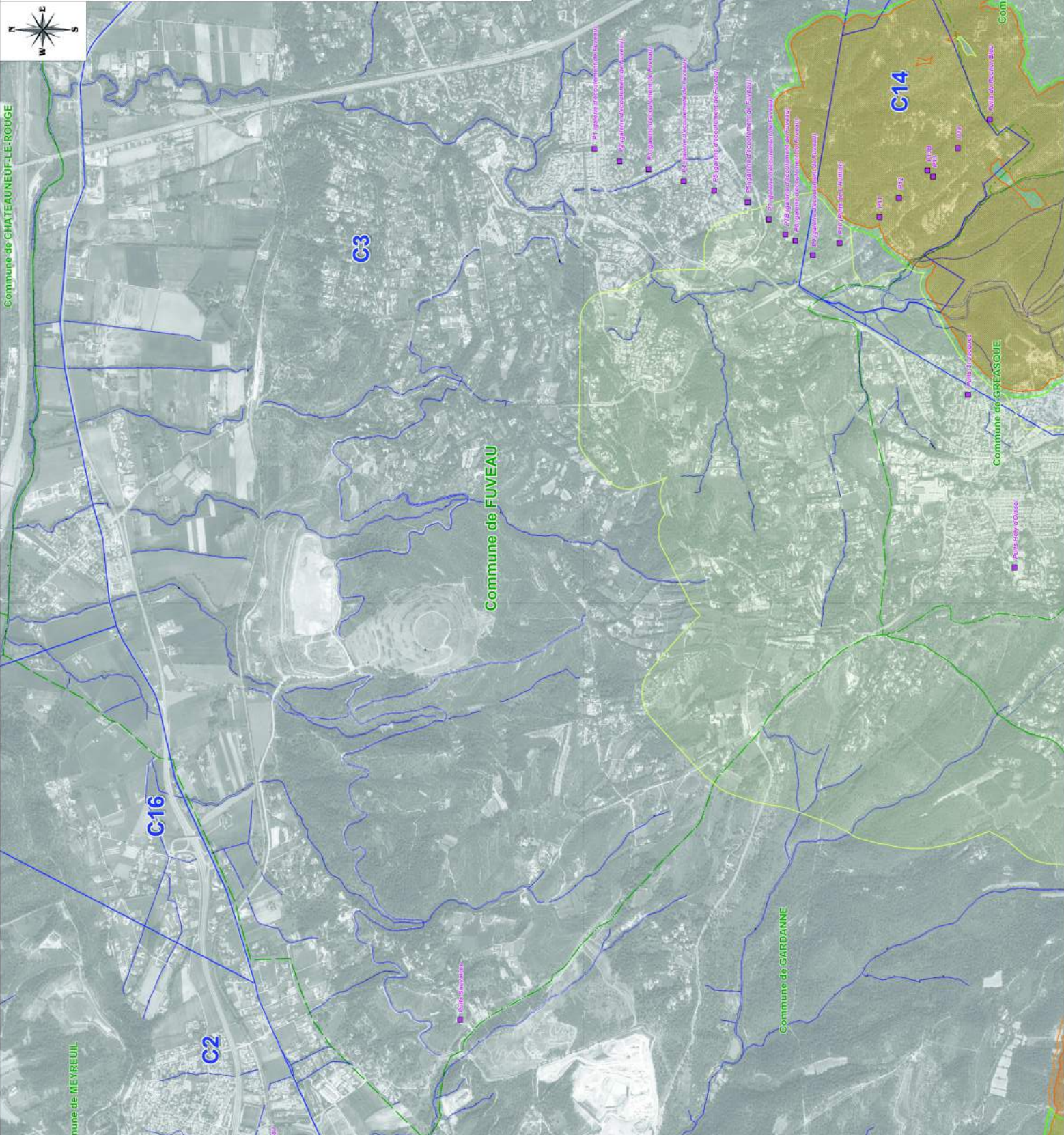
Limites de commune

Limites de section

ECHELLE 1:10 000

Rapport S3016804DE-169AC2070 - Janvier 2016

GEODERIS





# COMMUNE DE GARDANNE

ANNEXE D2 : CARTE DES ALÉAS "AFFAISEMENT"

BOURAGES DEBOUCHANT AU JOUR

Point

ALÉAS

- ALÉAS 1 : Affaissement "souple" de zones fortes à faiblesse locale
- ALÉAS 2 : Affaissement "souple" de zones fortes
- ALÉAS 3 : Affaissement "souple" de zones moyennes
- ALÉAS 4 : Affaissement "souple" de zones faibles

TOPOGRAPHIE

Cours d'eau

LIMITES ADMINISTRATIVES

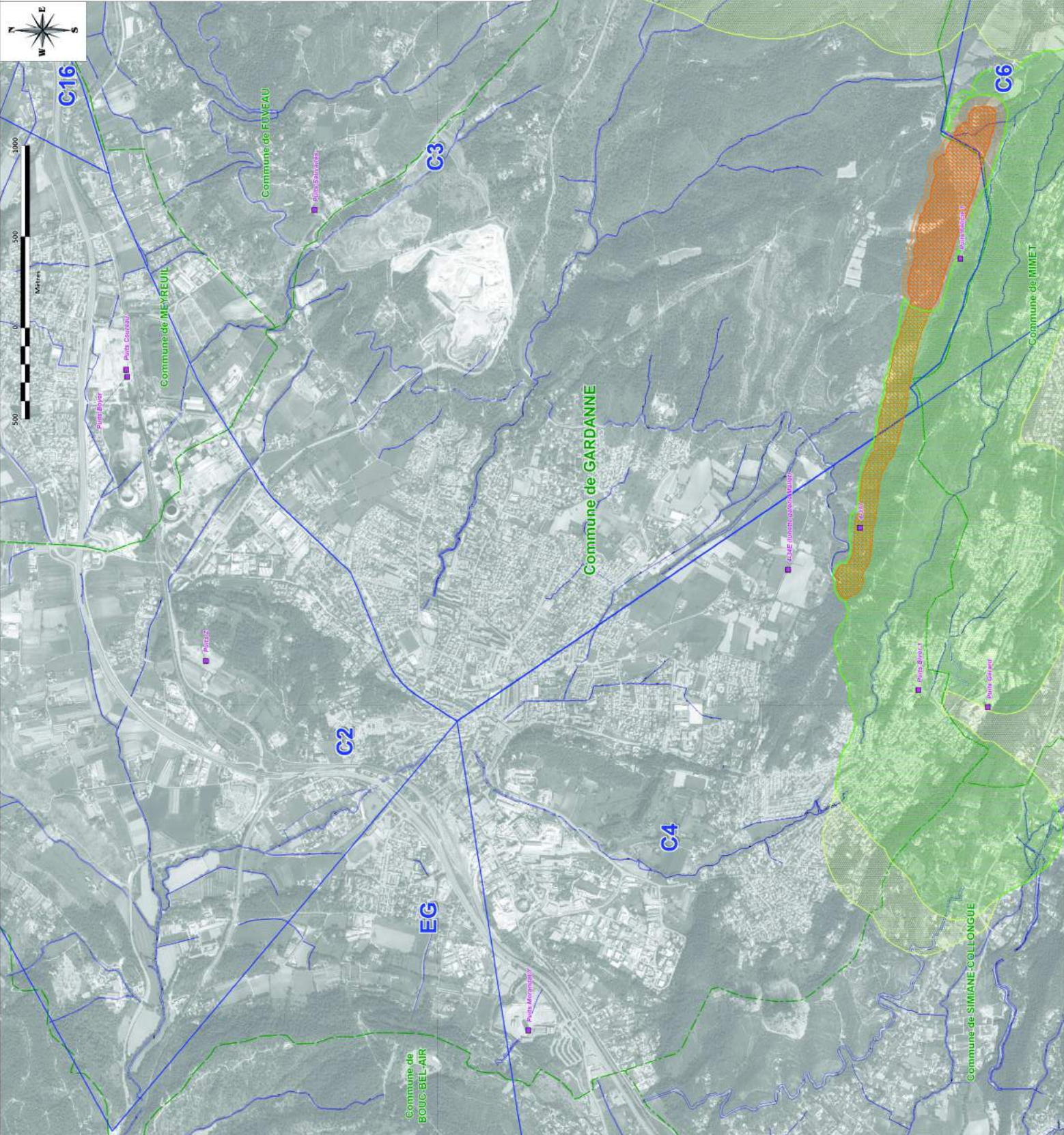
Limites de communes

Limites de sections

ECHELLE : 1:10 000

Rapport S3016804DE-1684AC2070 - Janvier 2016

GEODERIS



**DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR**  
**Bassin lignitifère de Provence (13)**  
**COMMUNE DE GREASQUE**

**ANNEXE D2 : CARTE DES ALÉAS "AFFAISSEMENT"**

**OUVRAGES DÉBOUCHANT AU JOUR**

- Puits
- ALÉAS**
- Alés affaissement "souple" de niveau faible à intermédiaire limité
- Alés affaissement "souple" de niveau faible
- Alés affaissement "souple" de niveau moyen
- Alés affaissement "souple" de niveau moyen

**TOPOGRAPHIE**

- Cours d'eau

**LIMITES ADMINISTRATIVES**

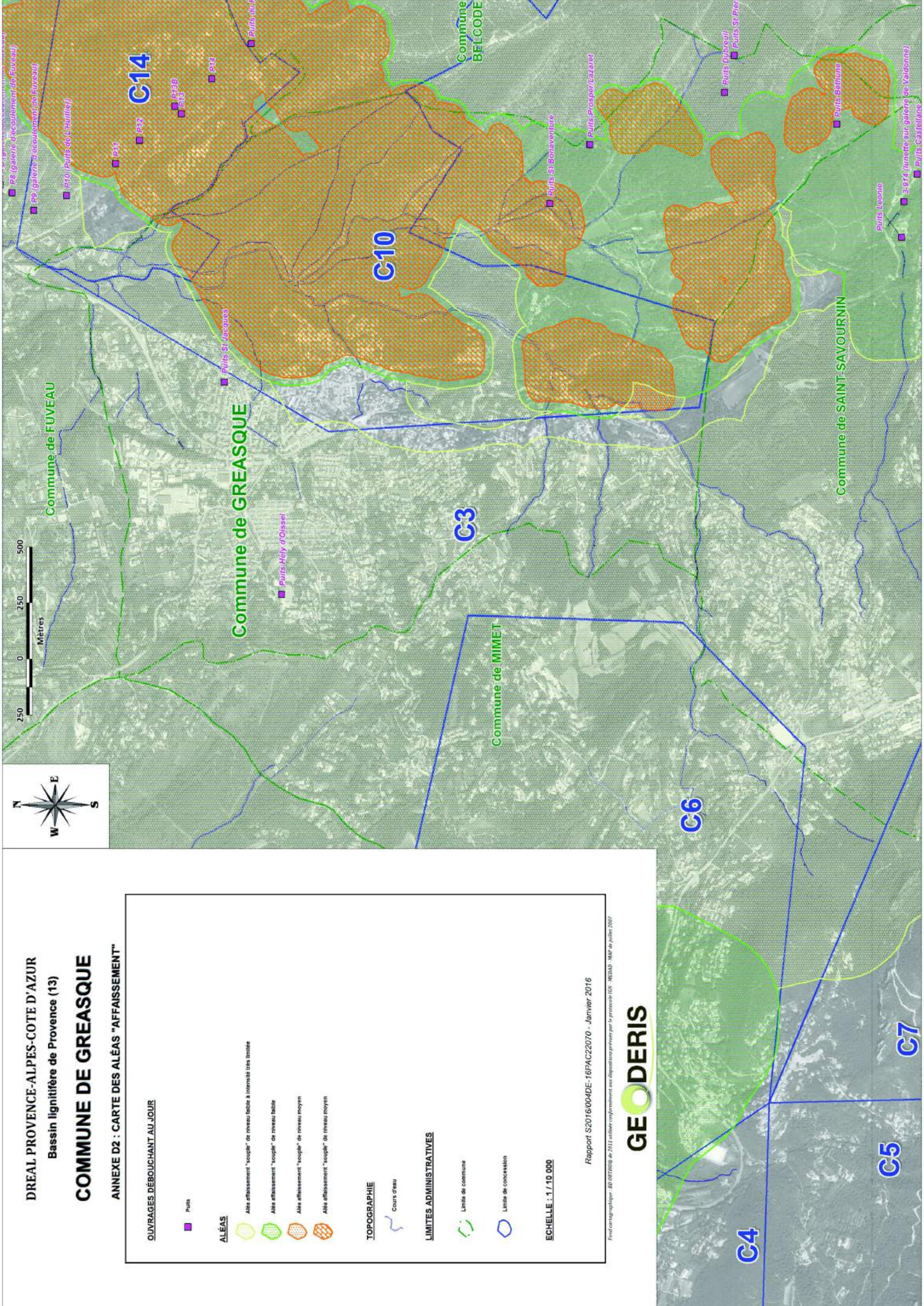
- Limite de commune
- Limite de concession

**ECHELLE : 1 / 10 000**

Rapport S2016/004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

Annexe cartographique - 03/07/2016 de 2012 utilisée conformément aux dispositions prévues par le protocole DCA - MEDAD - MAP de juillet 2007

**GEODERIS**



**COMMUNE DE MIMET**

**ANNEXE D2 : CARTE DES ALÉAS "AFFAISSEMENT"**

**OUVRAGES DEBOUCHANT AU DOUIS**

■ Ouvrage

**ALÉAS**

- Aléas affaissement "faible" de zones fortes à moyennes (des fortes)
- Aléas affaissement "moyen" de zones fortes
- Aléas affaissement "moyen" de zones moyennes
- Aléas affaissement "moyen" de zones faibles

**TOPOGRAPHIE**

— Contour

**LIMITES ADMINISTRATIVES**

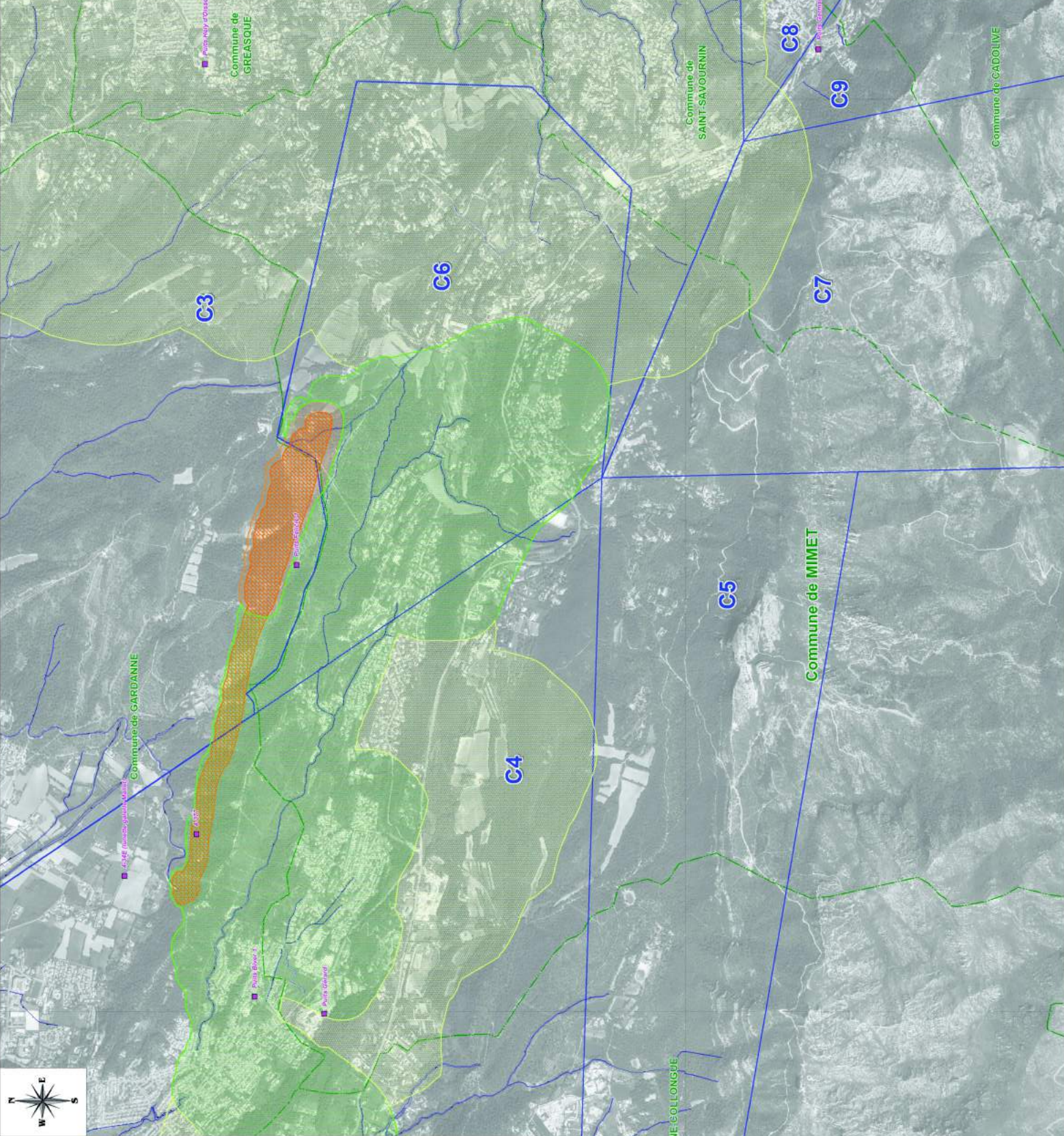
— Limite de commune

— Limite de département

ÉCHELLE : 1:10 000

Rapport S20160404E-16PM22070 - Janvier 2016

Projet de loi n° 1033 du 2016 relatif aux communes et départements pour la Provence-Als-Côte d'Azur



Commune de GARDANNE

Commune de GREASQUE

Commune de SAINT-SAVOURNIN

Commune de CADOLIVE

Commune de MIMET

Commune de SIMIANE-ÉOULLONGUE

C3

C6

C7

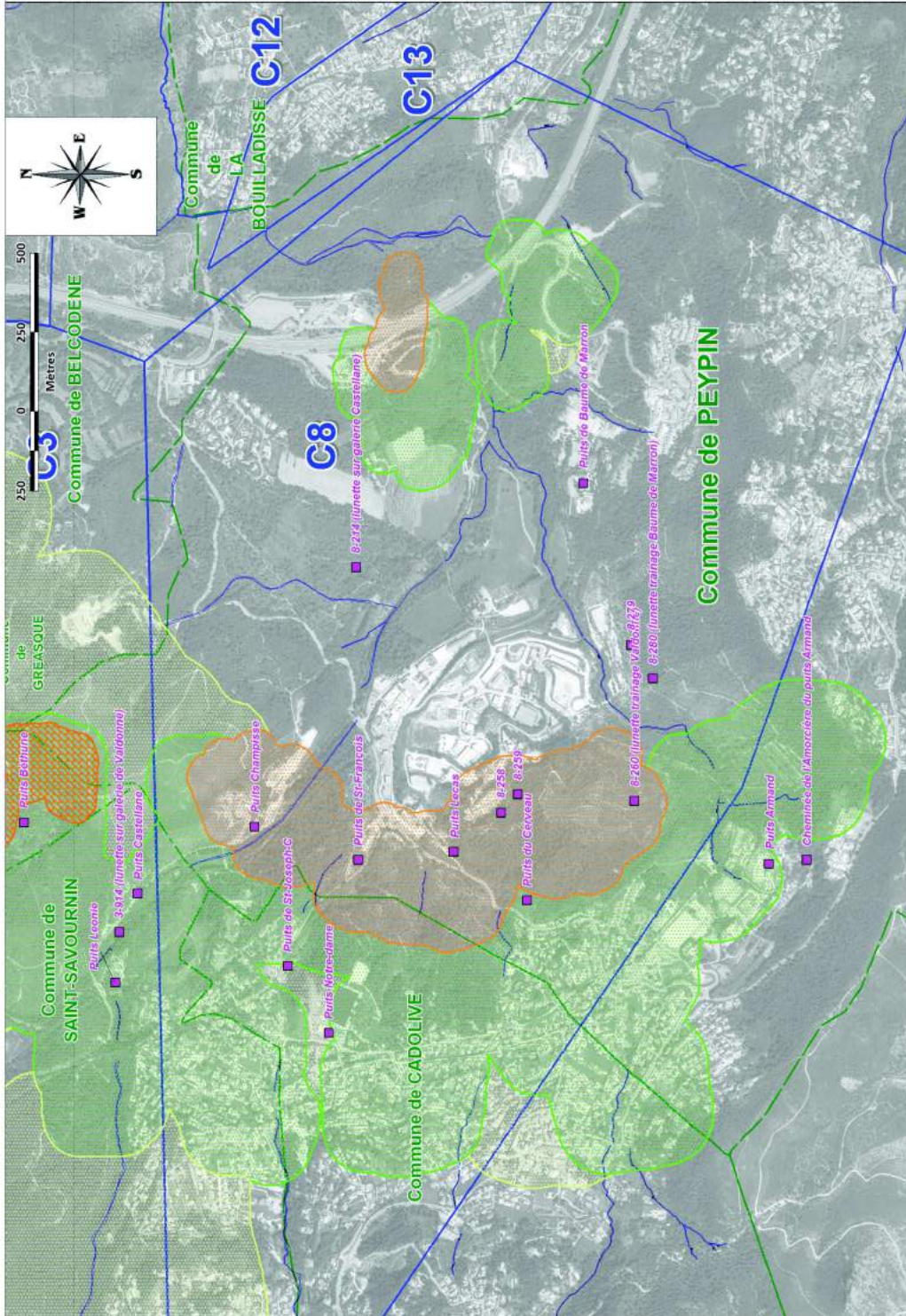
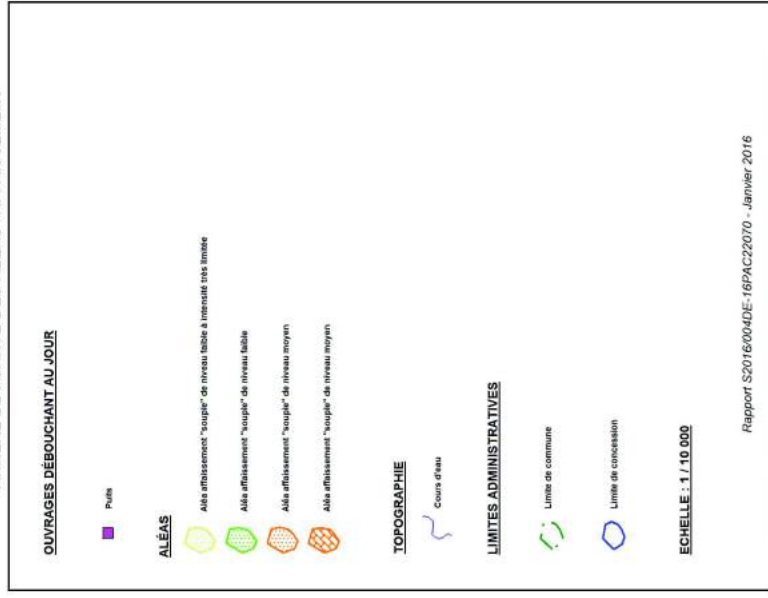
C8

C9

C4

C5





# COMMUNE DE SAINT-SAVOURNIN

## ANNEXE D2 : CARTE DES ALÉAS "AFFAISSEMENT"

### OUVRAGES DÉBOUCHANT AU JOUR

■ Puits

### ALÉAS

Aléa affaissement "couple" de niveau faible à moyen et très faible

Aléa affaissement "couple" de niveau faible

Aléa affaissement "couple" de niveau moyen

Aléa affaissement "couple" de niveau moyen

### TOPOGRAPHIE

— Cours d'eau

### LIMITES ADMINISTRATIVES

— Limite de commune

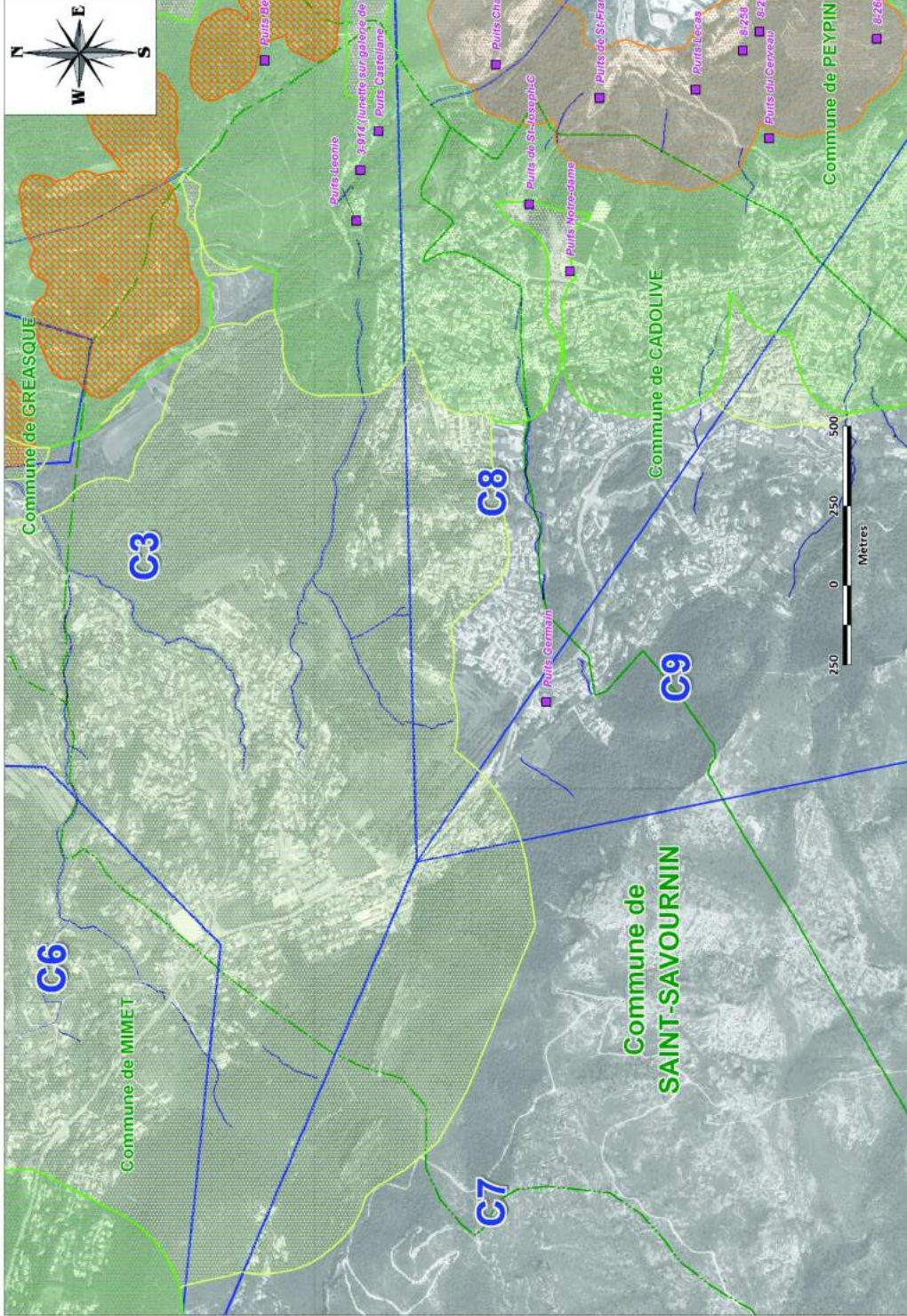
— Limite de concession

ECHELLE : 1 / 10 000

Rapport S2016/004DE-18PAC22070 - Janvier 2016

Fichier cartographique : B:\G3\2016\2016\_01\_11\_Limites\_Contournement\_ouverts\_digiteaux\_provisoire.fr.principal\_G3 - REDIGÉ - MAJ de juillet 2017

**GEO**DERIS



# COMMUNE DE SIMIANE-COLLONGUE

ANNEXE D2 : CARTE DES ALÉAS "AFFAISSEMENT"

## OUVRAGES DÉBOUCHANT AU JOUR

- ALÉAS**
- Aléas affaissement "souple" de zones fortes à traversées (des terres)
  - Aléas affaissement "souple" de zones fortes
  - Aléas affaissement "souple" de zones moyennes
  - Aléas affaissement "souple" de zones faibles

## TOPOGRAPHIE

- Cours d'eau

## LIMITES ADMINISTRATIVES

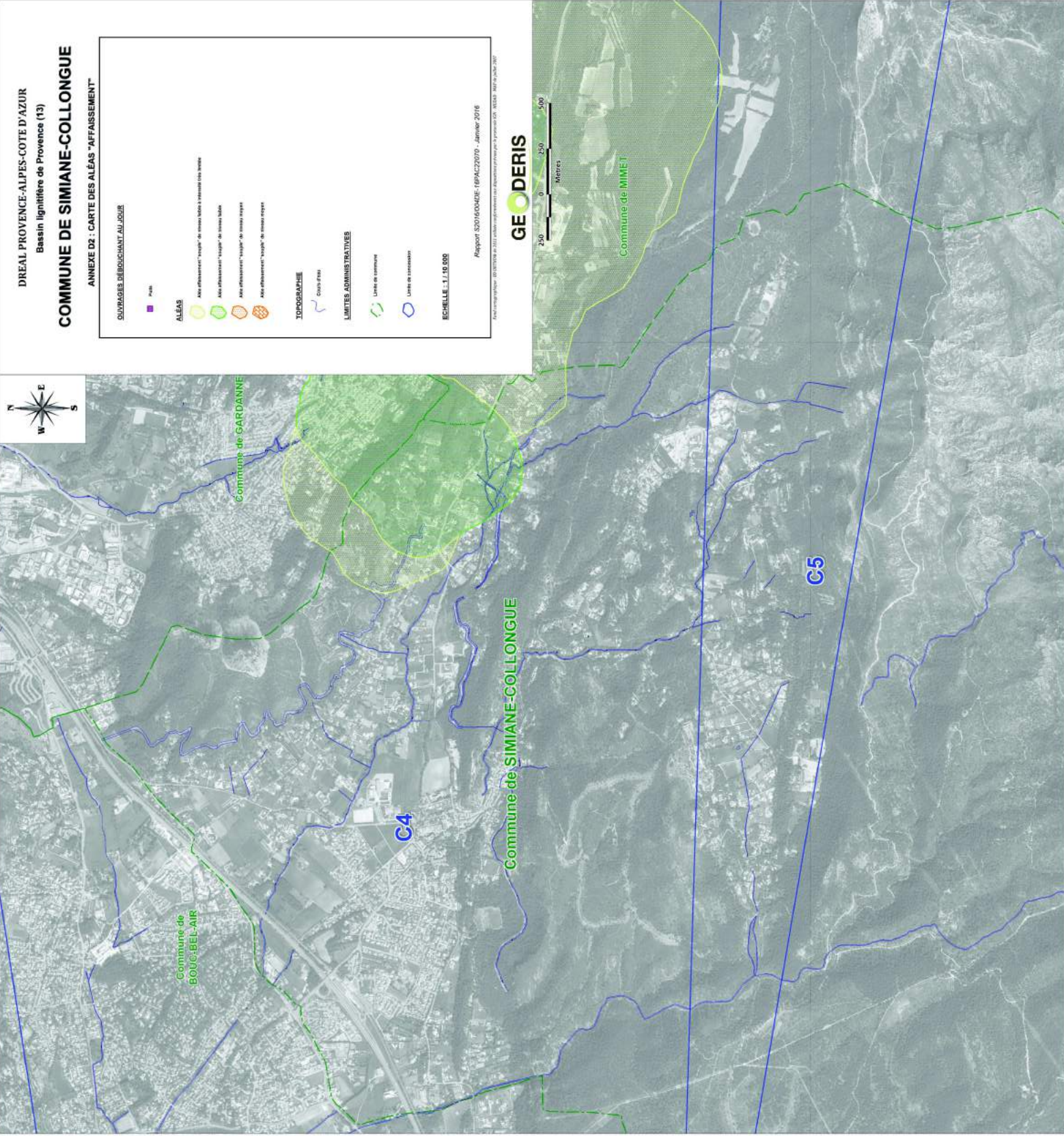
- Limite de commune
- Limite de succession

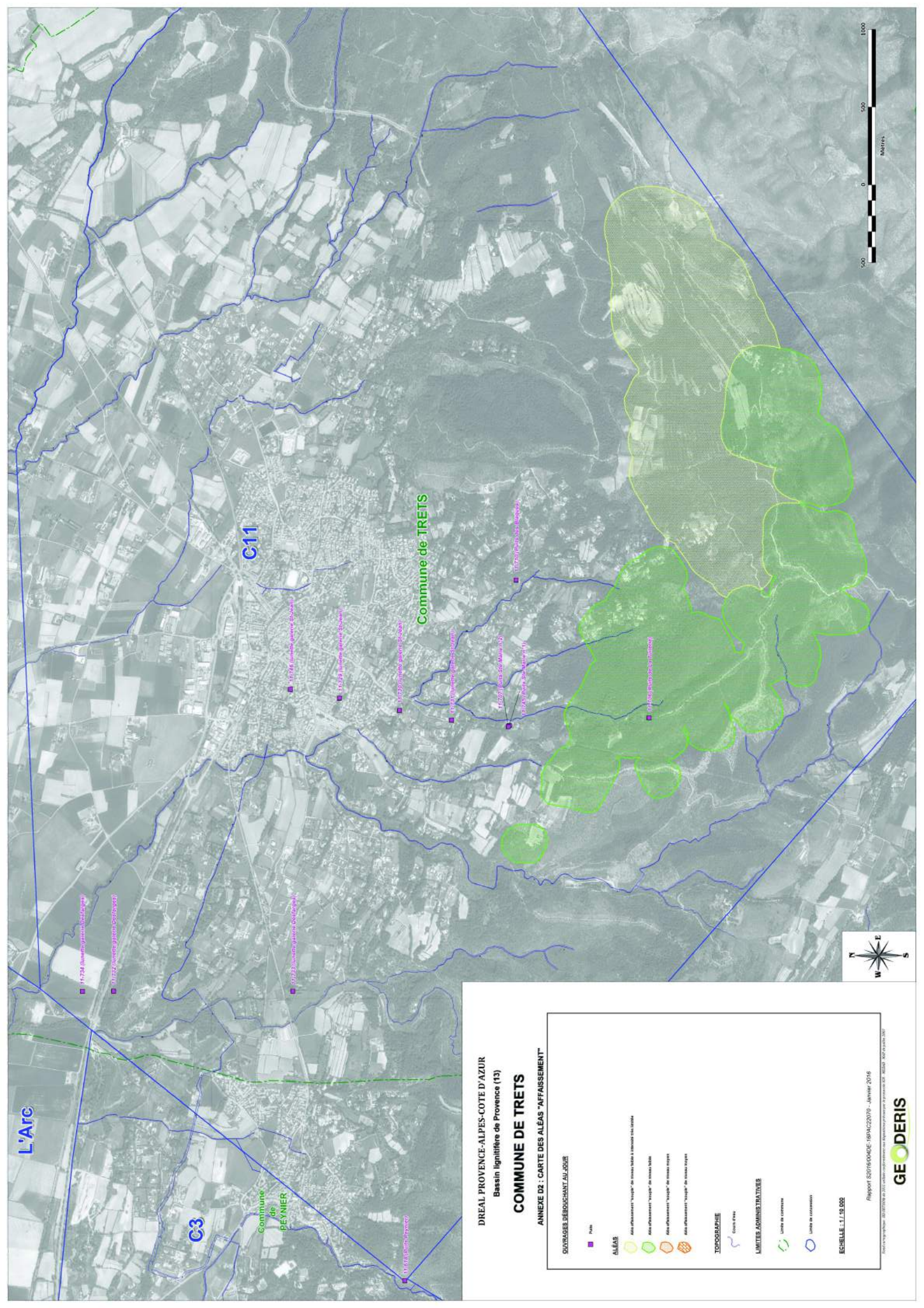
ECHELLE : 1:10 000

Rapport S201604042E: 16PAC22070 - Janvier 2016

Plan photographique : IGN 830708 et 8322, vectoriel et traitement des données : ArcGIS 10.2, SIG : ArcGIS 10.2, MAPS 2016 (M)

**GEODERIS**





L'Arc

C11

C3

Commune de PÉNIER

Commune de TRETTS

DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR  
 Bassin lignitifère de Provence (13)  
**COMMUNE DE TRETTS**

ANNEXE D2 : CARTE DES ALÉAS "AFFAISEMENT"

**SOURCES DÉBOUCHANT AU JOUR**

- Eau

**ALÉAS**

- ALÉAS affaïssement "large" de zones riches à moyennes teneur en lignite
- ALÉAS affaïssement "large" de zones riches
- ALÉAS affaïssement "large" de zones riches
- ALÉAS affaïssement "large" de zones riches

**TOPOGRAPHIE**

- Contour 50m

**LIMITES ADMINISTRATIVES**

- Limite de commune
- Limite de territoire

**ECHELLE 1:110 000**



# COMMUNE DE BELCODENE

## ANNEXE D3 : CARTE DES ALÉAS "TASSEMENT ET GLISSEMENT DE TERRAIN"

### OUVRAGES DÉBOUCHANT AU JOUR

Puits

ALÉAS

Aléa tassement de niveau faible

Aléa glissement de niveau faible

TOPOGRAPHIE

Cours d'eau

LIMITES ADMINISTRATIVES

Limite de commune

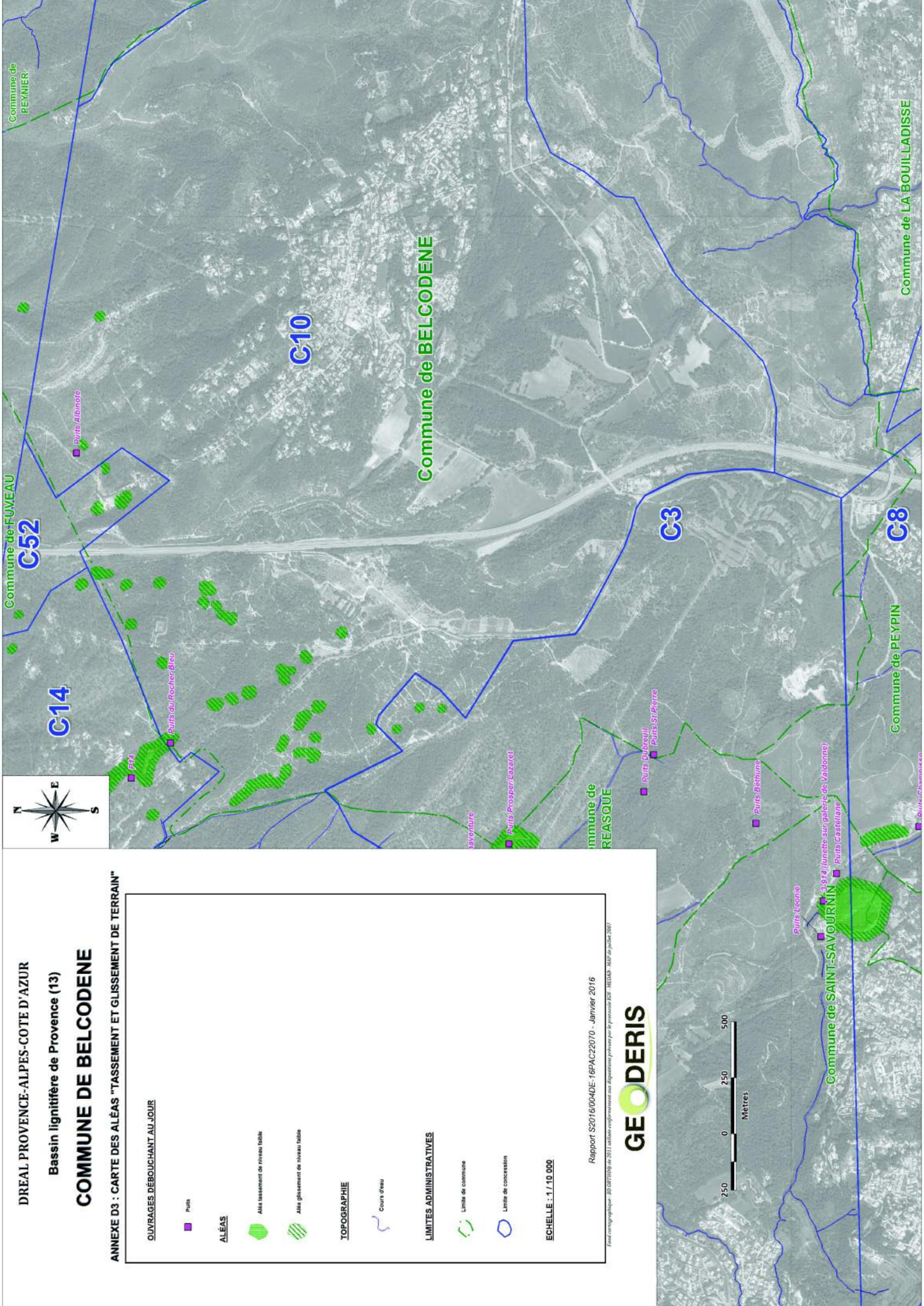
Limite de concession

ECHELLE : 1 / 10 000

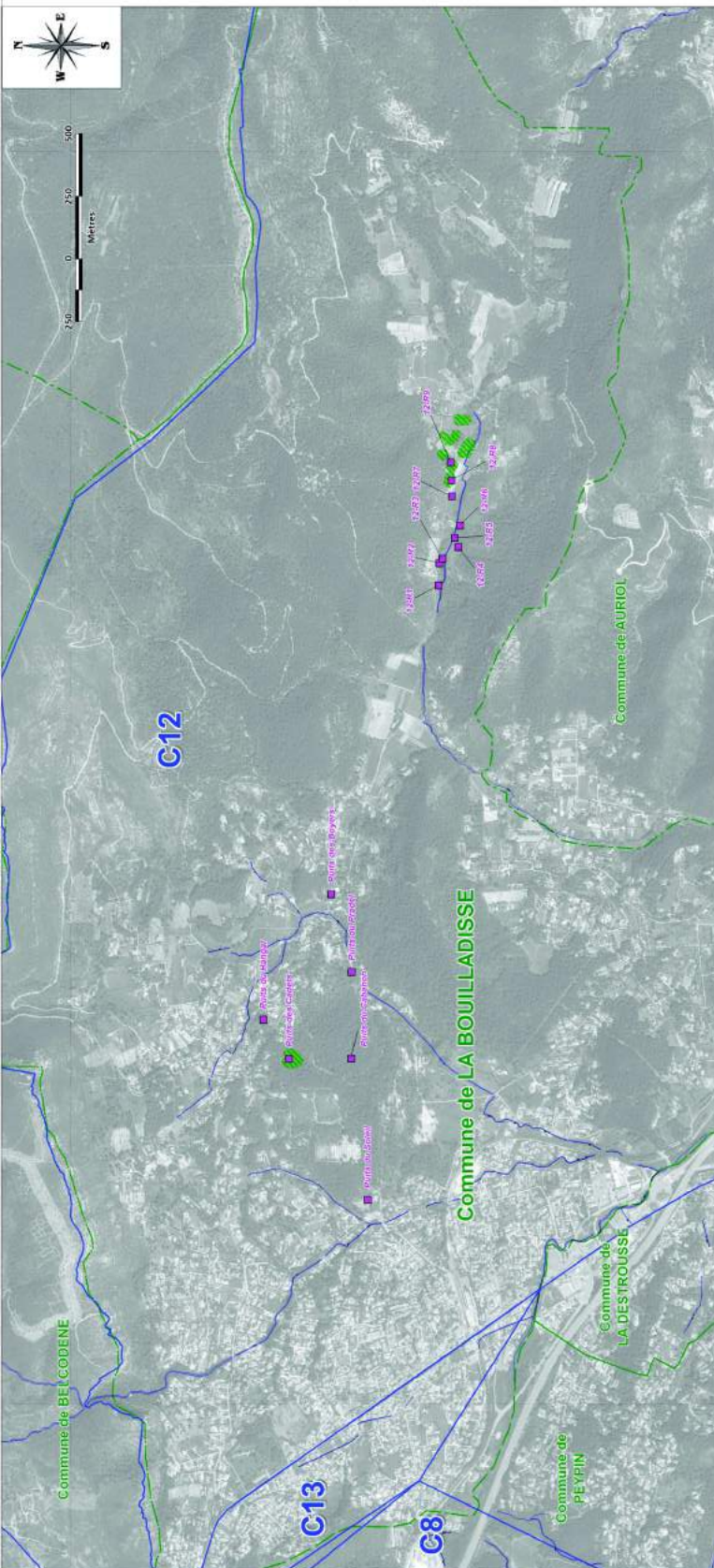
Rapport S2016/004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

Plan de cartographie : 2012 (art. 10 de la loi n° 2012-287 du 21 août 2012 relative à l'égalité territoriale et à l'organisation des collectivités territoriales) - Profession : BTP - MEF de juillet 2007

**GEODERIS**





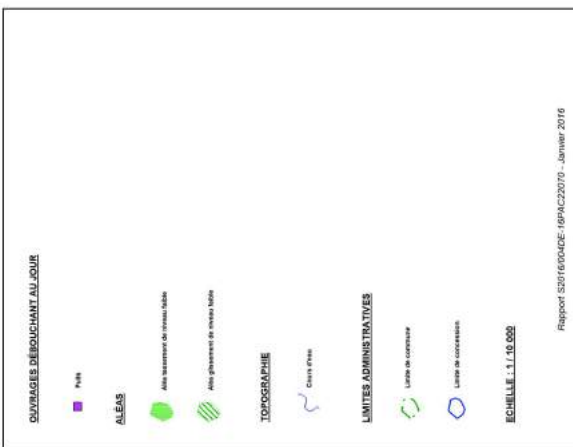


DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR

Bassin lignitifère de Provence (13)

### COMMUNE DE LA BOUILLADISSE

ANNEXE D3 : CARTE DES ALÉAS "TASSEMENT ET GLISSEMENT DE TERRAIN"





**BOURAGES DEBORDANT AU JOUR**

- Puits

**ALÉAS**

- Aléas liés à la présence de cavités souterraines
- Aléas liés à la présence de zones saturées

**TOPOGRAPHIE**

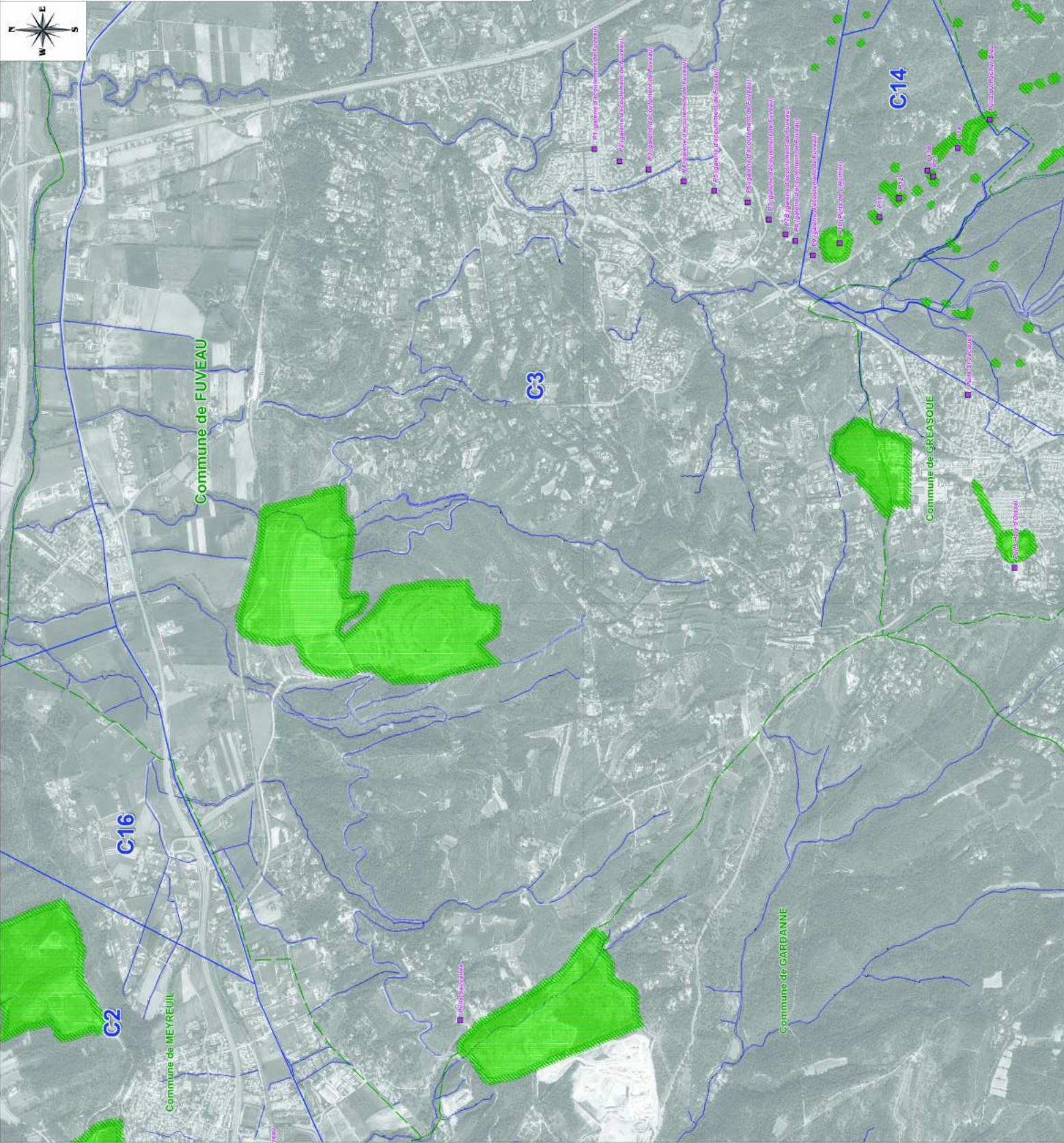
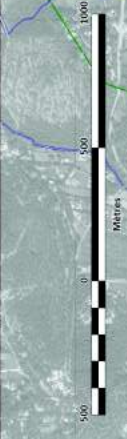
- Contour 50m

**LIMITES ADMINISTRATIVES**

- Limite de commune
- Limite de département

**ECHELLE 1:10 000**

Rapport SD016/004/DE-rgMAC2010 - Janvier 2016



# COMMUNE DE GARDANNE

ANNEXE D3 - CARTE DES ALÉAS TRASSEMENT ET GLISSEMENT DE TERRAIN

**BOURAGES DEBOUCHANT AU JOUR**

- Puits

**ALÉAS**

- ALÉA TRASSEMENT DE TERRAIN
- ALÉA GLISSEMENT DE TERRAIN

**TOPOGRAPHIE**

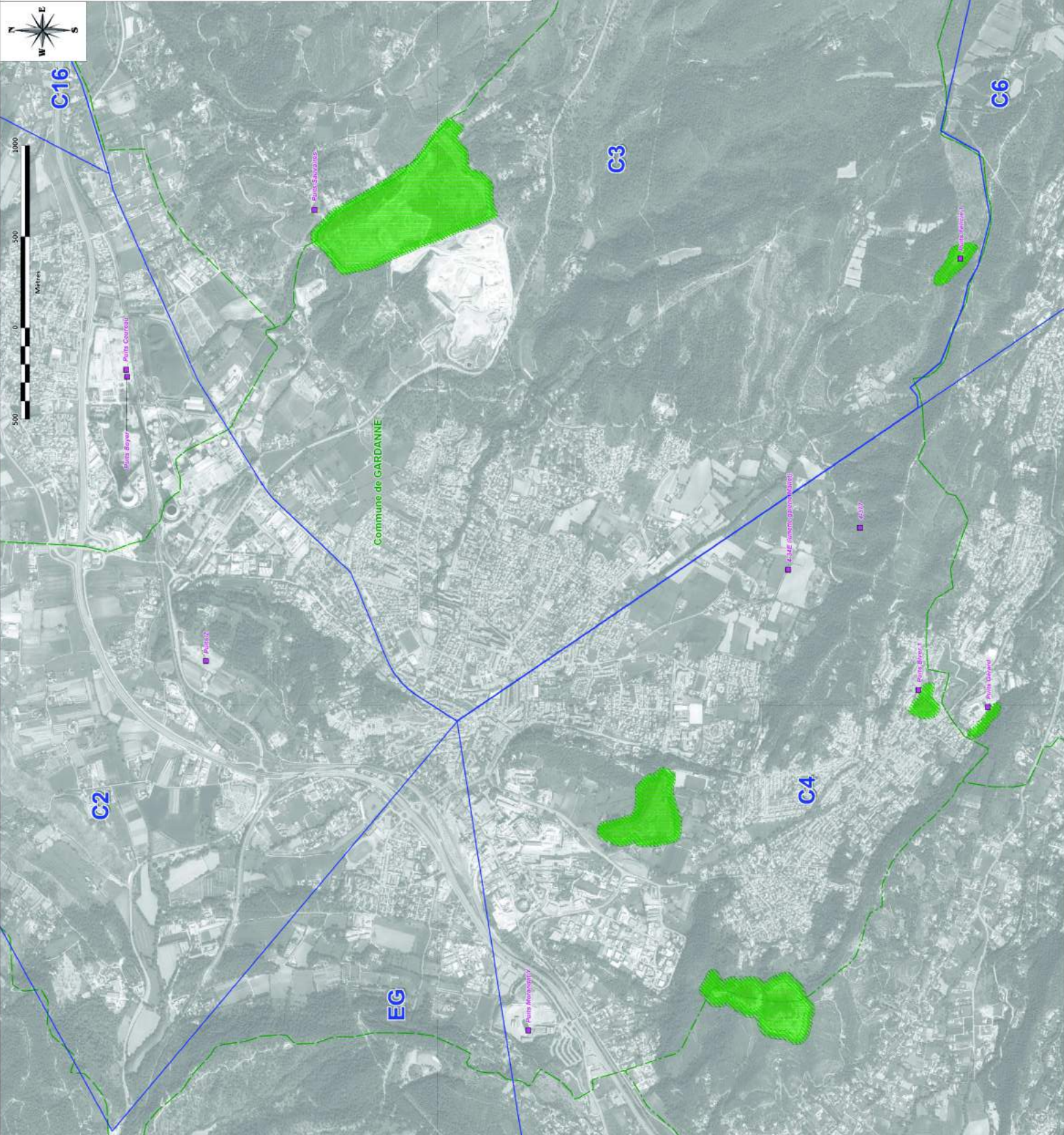
- Contour 50m

**LIMITES ADMINISTRATIVES**

- Limite de commune
- Limite de département

**ECHELLE 1:10 000**

Projet financé par le DREAL de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur et la Commune de Gardanne. Révisé le 10/01/2016.



Rapport SD016/004/DE-IG/MA/2010 - Janvier 2016

# COMMUNE DE GREASQUE

ANNEXE D3 : CARTE DES ALÉAS "TASSEMENT ET GLISSEMENT DE TERRAIN"

**OUVRAGES DÉBOUCHANT AU JOUR**

Puits

**ALÉAS**

Aléa tassement de niveau table

Aléa glissement de niveau table

**TOPOGRAPHIE**

Cours d'eau

**LIMITES ADMINISTRATIVES**

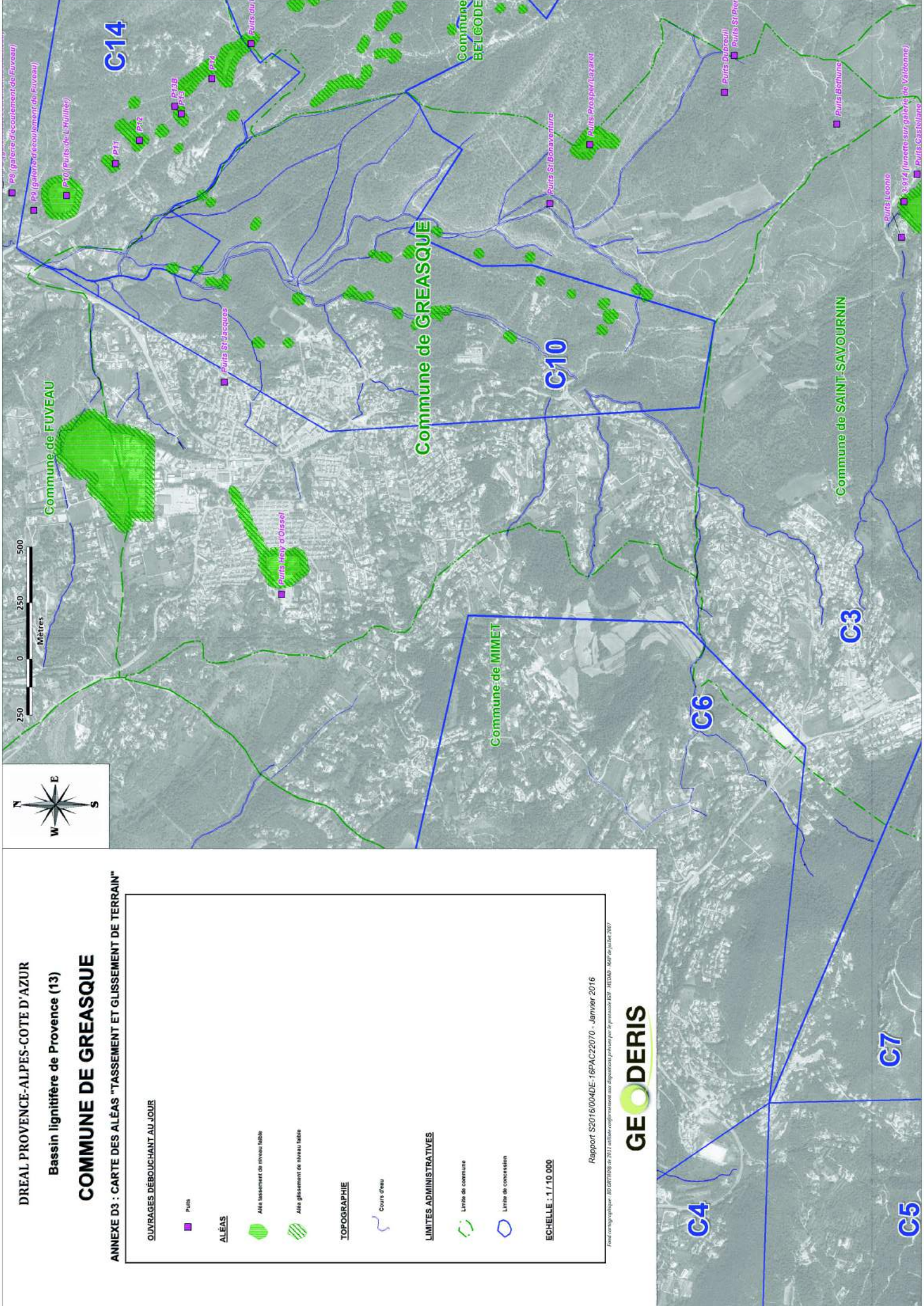
Limite de commune

Limite de concession

ECHELLE : 1 / 10 000

Rapport S2016/004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

Plan de cartographie 2013 art. 108 règlement n° 2013-0639 relatif à l'information géographique en Provence-Alpes-Côte d'Azur



DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR  
 Bassin lignitifère de Provence (13)  
**COMMUNE DE MEYREUIL**

**ANNEXE D3 : CARTE DES ALÉAS "TASSEMENT ET GLISSEMENT DE TERRAIN"**

**OUVRAGES DÉBOUCHANT AU JOUR**

 Puits

**ALÉAS**

 Aléas tassement de niveau stable

 Aléas glissement de niveau faible

**TOPOGRAPHIE**

 Cours d'eau

**LIMITES ADMINISTRATIVES**

 Limite de commune

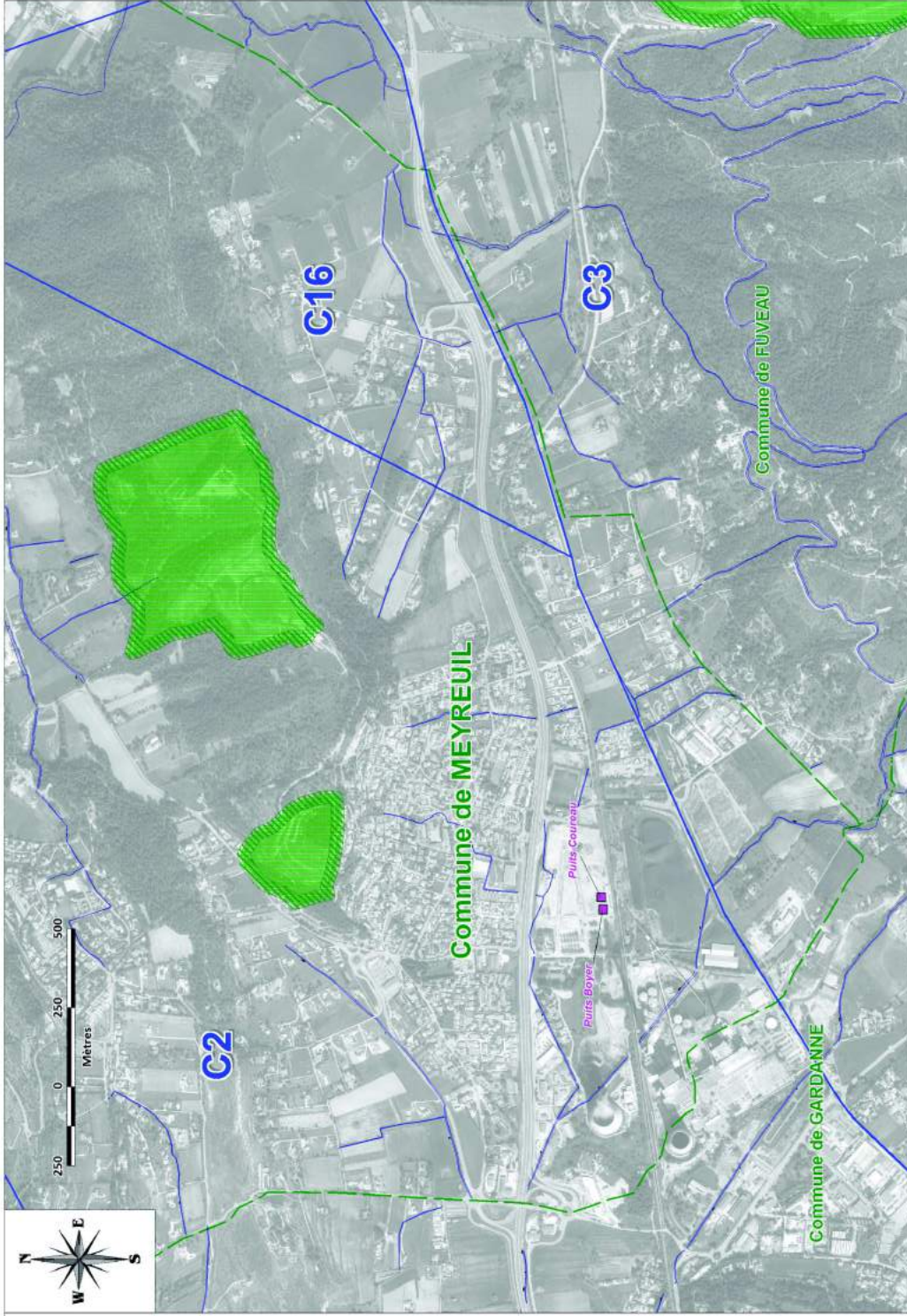
 Limite de concession

**ECHELLE : 1 / 10 000**

Rapport S2016004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

Plan cartographique : BD Carthage 2011, données topographiques aux dispositions prévues par le processus IGN - NAD83 - RGF de juillet 2007

**GEODERIS**



DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR  
 Bassin lignitifère de Provence (13)  
**COMMUNE DE MIMET**

ANNEXE D3 : CARTE DES ALÉAS "TASSEMENT ET GLISSEMENT DE TERRAIN"

**SOURCES DEBOUCHANT AU JOUR**

- Eau

**ALÉAS**

- Aléa tassement de creux secs
- Aléa glissement de terrain secs

**TOPOGRAPHIE**

- Cours d'eau

**LIMITES ADMINISTRATIVES**

- Limites de commune
- Limites de section

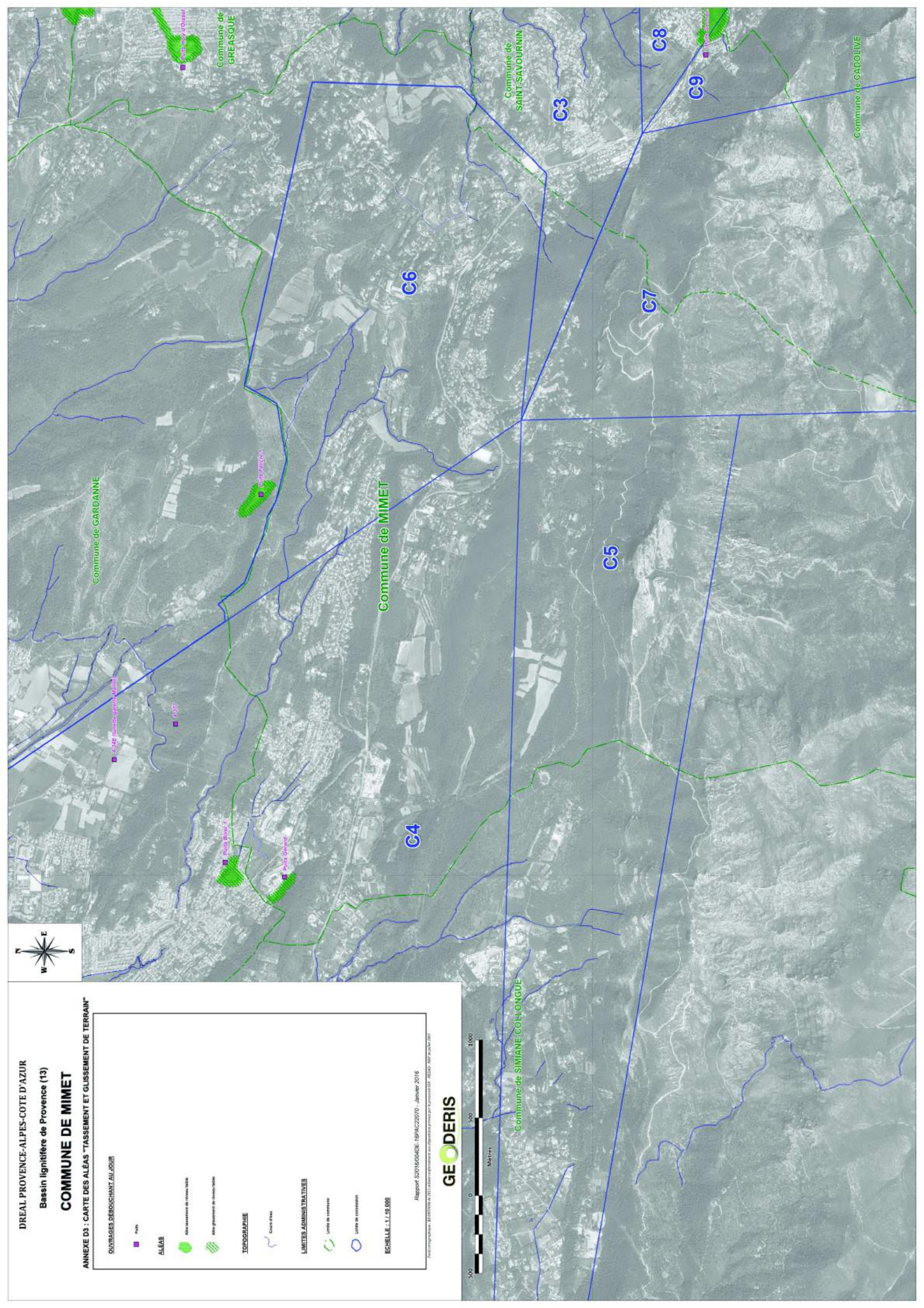
ÉCHELLE : 1:10 000

Rapport S2016/04/03E-1634C/2010 - Janvier 2016

Autre cartographie : IGN (N501) - IGN (N502) - IGN (N503) - IGN (N504) - IGN (N505) - IGN (N506) - IGN (N507) - IGN (N508) - IGN (N509) - IGN (N510)



**GEODERIS**



DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR

Bassin lignitifère de Provence (13)

## COMMUNE DE PEYNIER

ANNEXE D3 : CARTE DES ALÉAS "TASSEMENT ET GLISSEMENT DE TERRAIN"

### OUVRAGES DÉBOUCHANT AU JOUR

Puits

ALÉAS

Aléa tassement de niveau faible

Aléa glissement de niveau faible

### TOPOGRAPHIE

Cours d'eau

### LIMITES ADMINISTRATIVES

Limite de commune

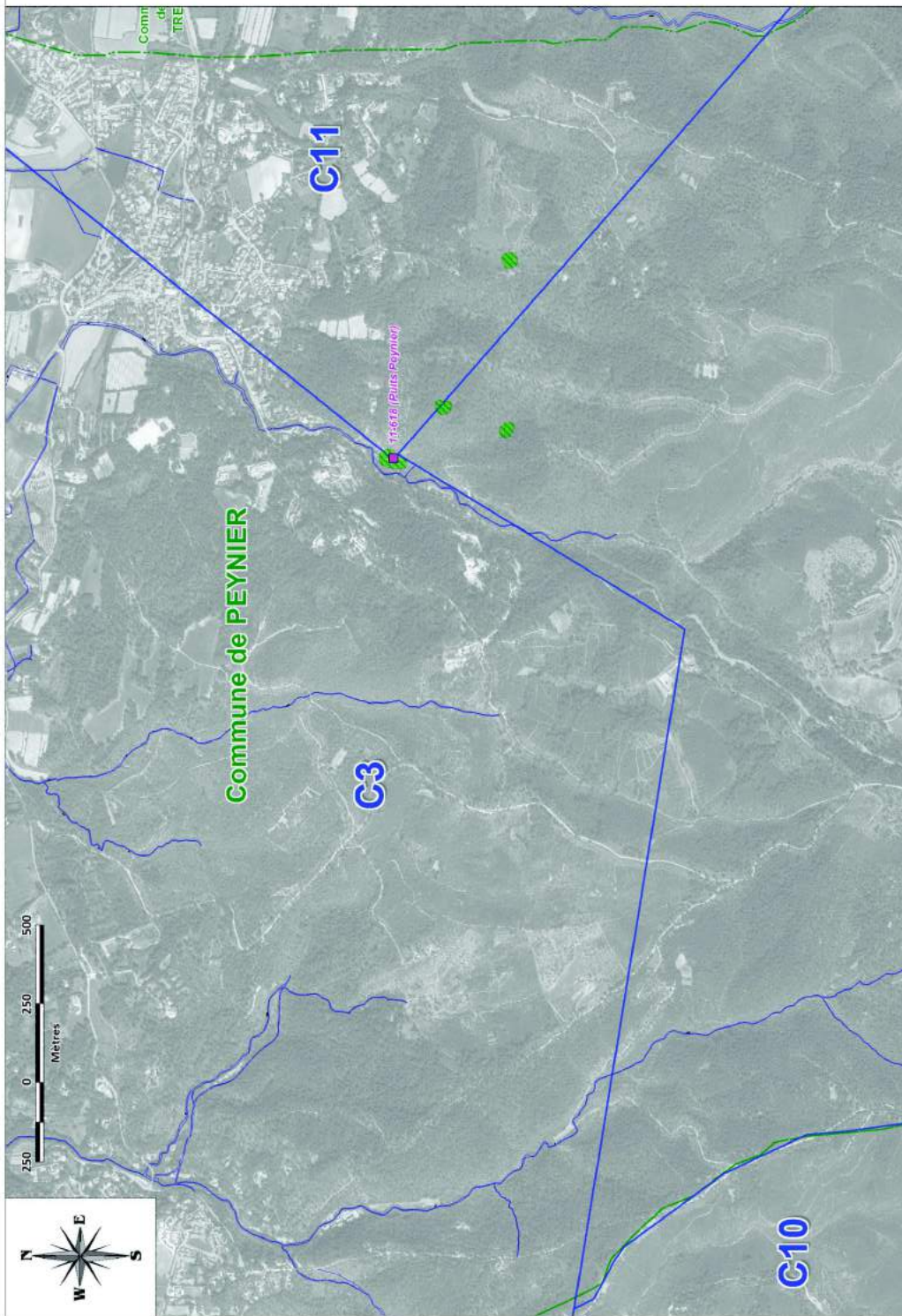
Limite de concession

ECHELLE : 1 / 10 000

Rapport S2016/004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

Fond cartographique : BD Carthage de 2011 utilisé conformément aux recommandations par le protocole IGN - M3537 - RNF le 04/01/2007

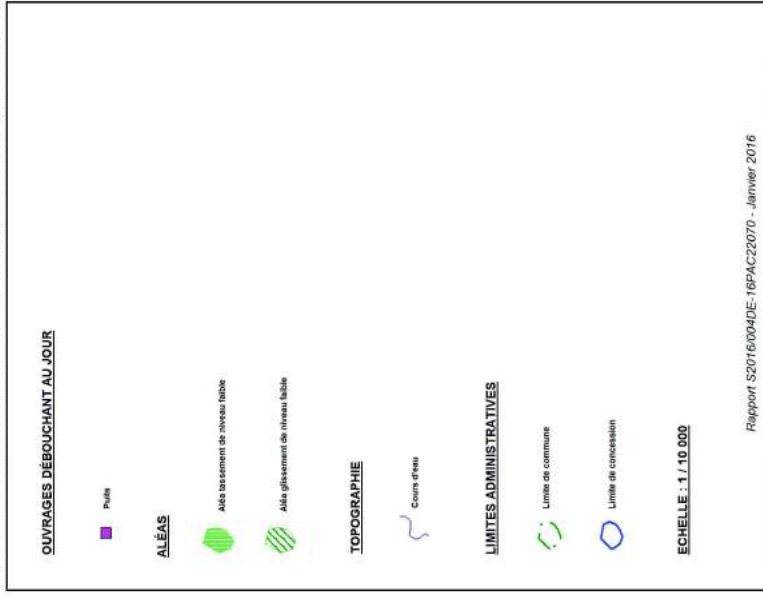
**GEO**DERIS





DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR  
 Bassin lignitifère de Provence (13)  
**COMMUNE DE PEYPIN**

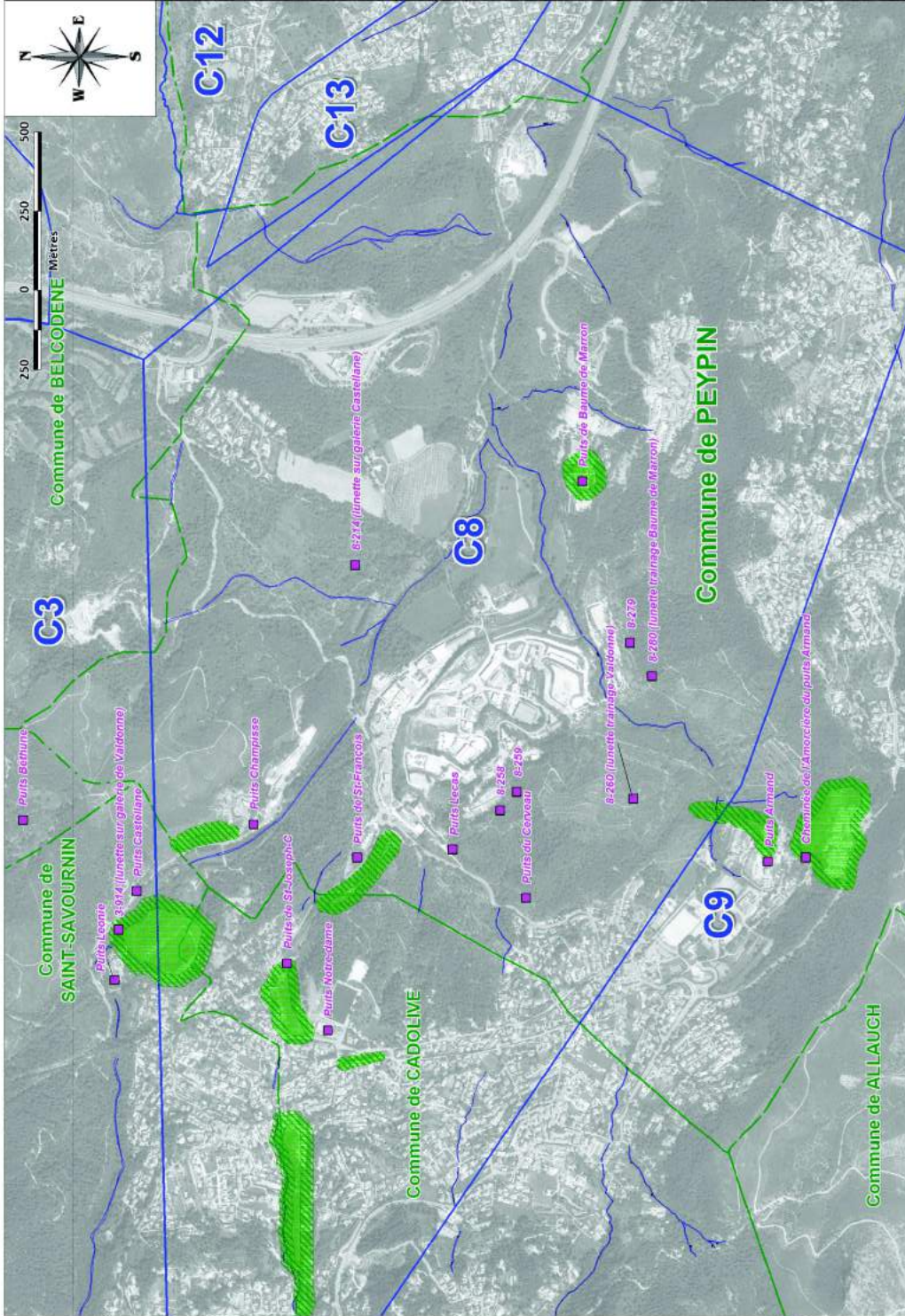
ANNEXE D3 : CARTE DES ALÉAS "TASSEMENT ET GLISSEMENT DE TERRAIN"



Rapport S2016/004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

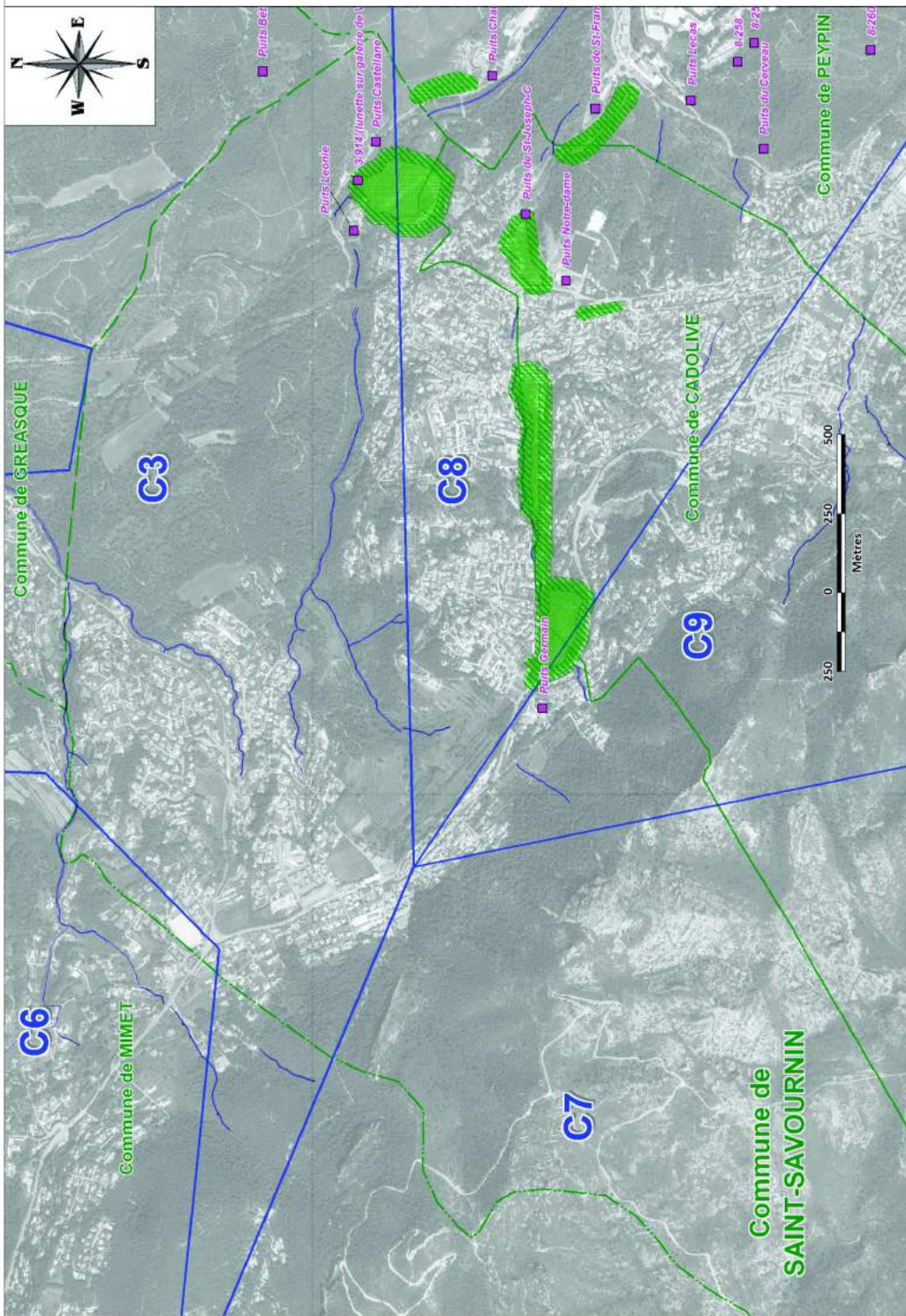
Fond cartographique : BD 2012/2008 et 2011 utilisés conformément aux dispositions prévues par le protocole I&T - M&S&P - RUP le 04/01/2007

**GEODERIS**



# COMMUNE DE SAINT-SAVOURNIN

## ANNEXE D3 : CARTE DES ALÉAS "TASSEMENT ET GLISSEMENT DE TERRAIN"



### OUVRAGES DÉBOUCHANT AU JOUR

Puits

ALÉAS

Aléa tassement de niveau stable

Aléa glissement de niveau stable

### TOPOGRAPHIE

Cours d'eau

### LIMITES ADMINISTRATIVES

Limite de commune

Limite de concession

ECHELLE : 1 / 10 000

# COMMUNE DE SIMIANE-COLLONGUE

ANNEXE D3 : CARTE DES ALÉAS "TASSEMENT ET GLUSSEMENT DE TERRAIN"

## OUVRAGES DÉBOUCHANT AU JOUR

- Puits
- ALÉAS**
- Aléa tassement de terres fortes
- Aléa glissement de terrain forte

## TOPOGRAPHIE

- Cours d'eau

## LIMITES ADMINISTRATIVES

- Limite de commune
- Limite de section

ECHELLE : 1:10 000

Plan pour SDIS16/04/DE-16PAC2010 - Janvier 2016

Projet financé par le DREAL Provence-Alpes-Côte d'Azur et financé par le Département des Alpes-Maritimes. Révisé le 10/01/2016.

**GEODERIS**

250 0 250 500

Mètres

Commune de MIMET

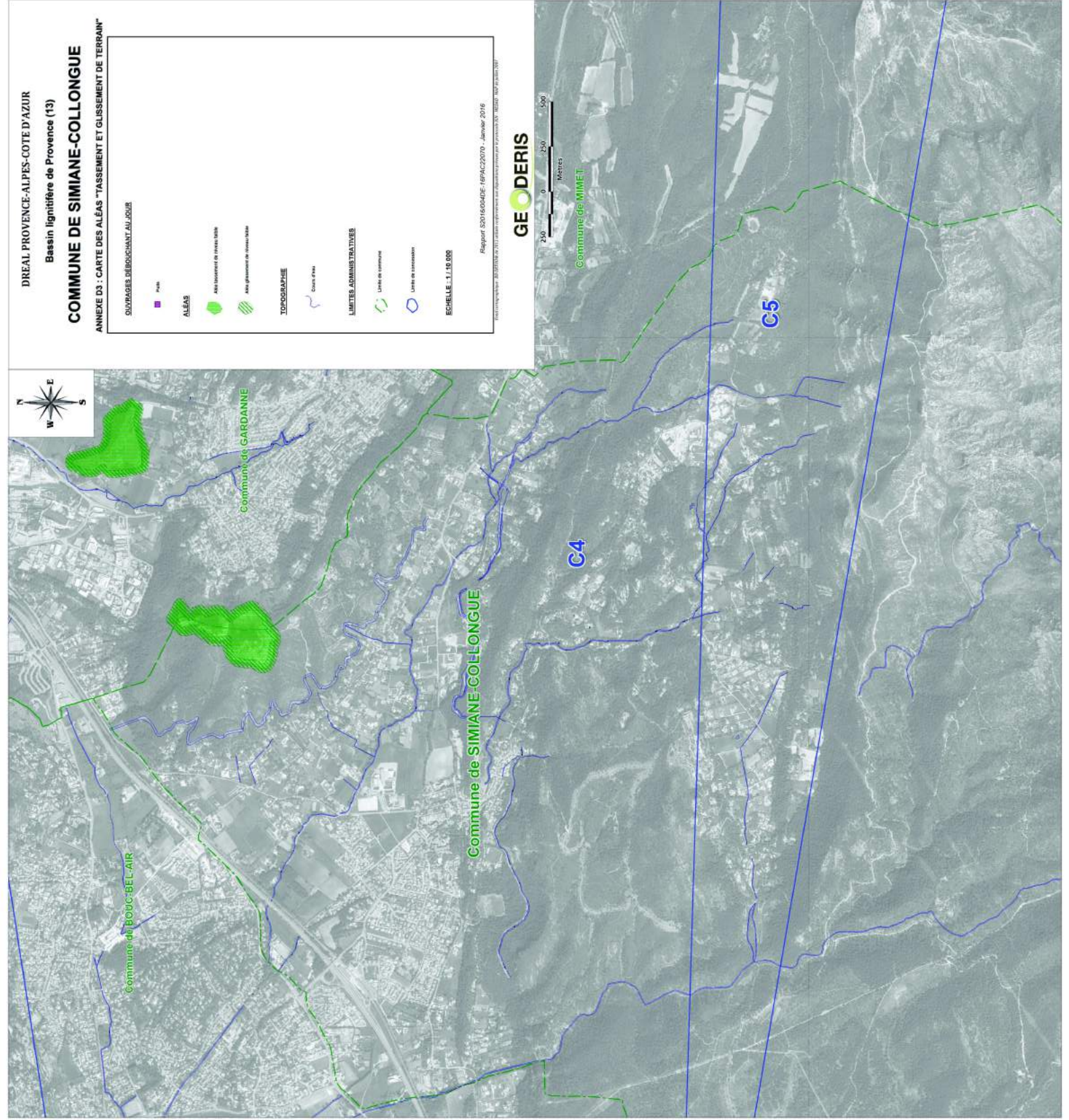
C5

C4

Commune de SIMIANE-COLLONGUE

Commune de BOUC-BEL-AIR

Commune de GARDANNE



L'Arc

C3

C11

Commune de TRETTS

Commune de PEYNIER

DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR

Bassin lignitifère de Provence (13)

COMMUNE DE TRETTS

ANNEXE D3 : CARTE DES ALÉAS "TASSEMENT ET GLISSEMENT DE TERRAIN"

OUVRAGES DÉBOUCHANT AU JOUR

■ Puits

ALÉAS

● Aléa tassement de réseaux souterrains

▨ Aléa glissement de réseaux souterrains

TOPOGRAPHIE

~ Cours d'eau

LIMITES ADMINISTRATIVES

○ Limite de commune

○ Limite de concession

ECHELLE : 1 / 10 000

Rapport S2016/004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

Plan topographique : IGN/IGNM © 2012. Données géométriques : IGN/IGNM © 2012. Données géométriques : IGN/IGNM © 2012. Données géométriques : IGN/IGNM © 2012.

GEODERIS



# COMMUNE DE BELCODENE

## ANNEXE DS : CARTE DES ALÉAS "ÉCHAUFFEMENT"

### OUVRAGES DÉBOUCHANT AU JOUR

■ Puits

### AFFLEUREMENTS

— Affleurement de la veine Grande Mine

— Affleurement de la veine Mauresque Altes

— Affleurement de la veine 4 Pans

— Affleurement de la veine Gros Rocher

— Affleurement de la veine 2 Pans

— Affleurement de la veine de l'eau

— Affleurement de la veine Craissacque

— Affleurement de la veine Fureau

### ALÉAS

● Aire échauffement de niveau faible

● Aire échauffement de niveau moyen

### TOPOGRAPHIE

— Cours d'eau

### LIMITES ADMINISTRATIVES

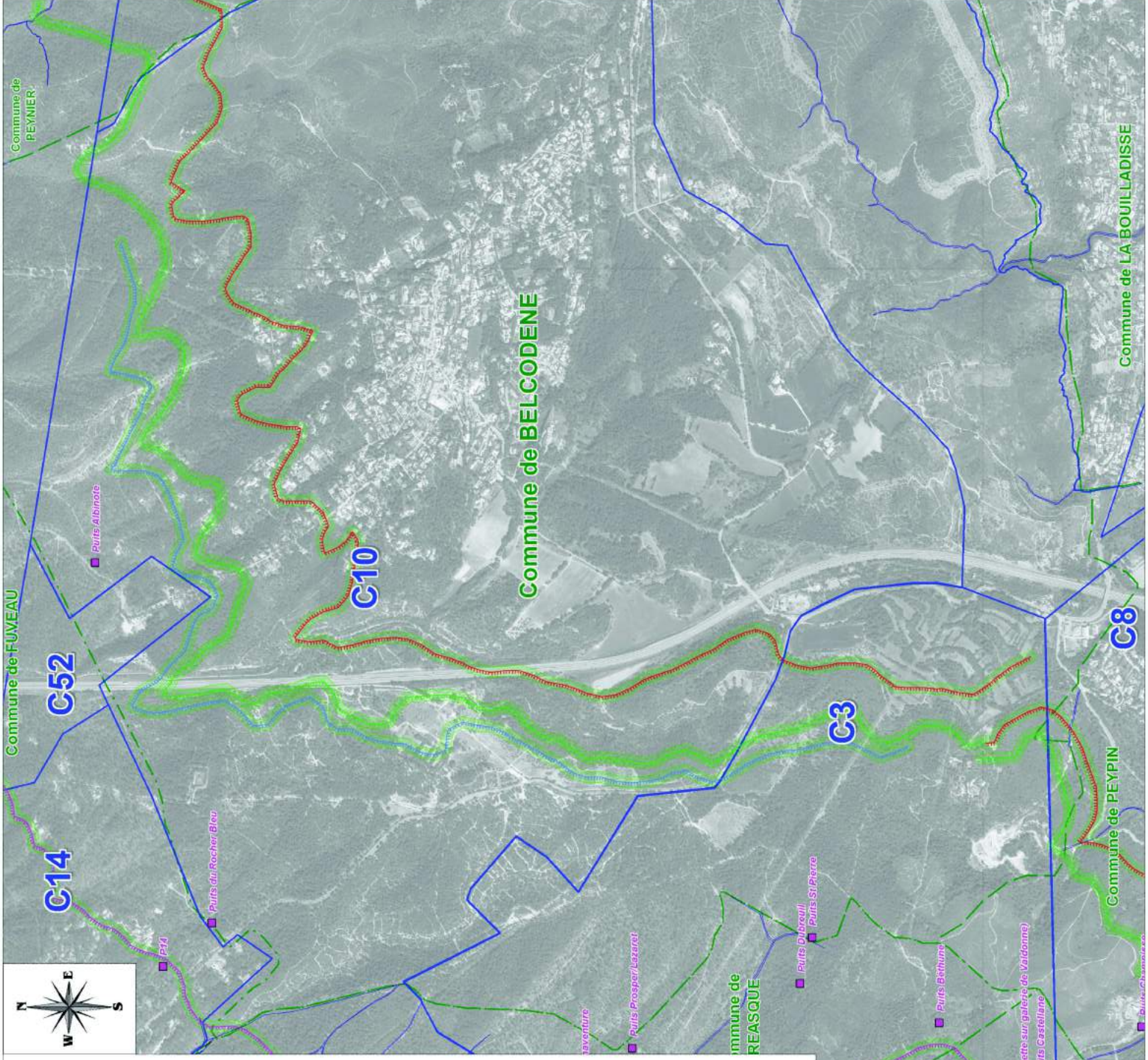
— Limite de commune

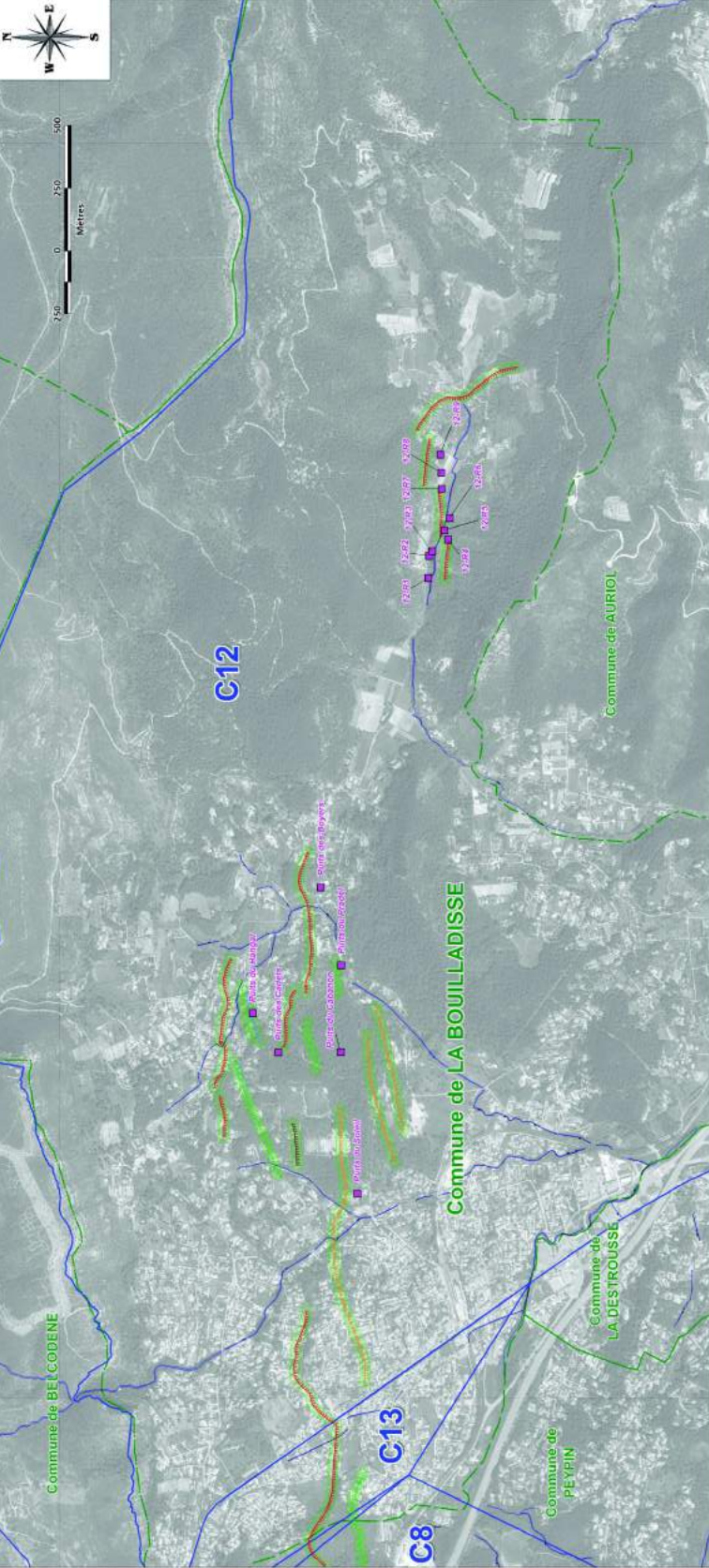
— Limite de concession

ECHELLE : 1 : 10 000

Rapport S2016/004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

Plan cartographique : 10-08/11/09, le 2011 autorise copier/coller les données géographiques pour le territoire de la Région PACA. MISE À JOUR le juillet 2007





DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR  
 Bassin lignitifère de Provence (13)  
**COMMUNE DE LA BOUILLADISSE**  
 ANNEXE D5 : CARTE DES ALEAS "ECHAUFFEMENT"

**OUVRAGES DEROUCHANT AU JOUR**

- Paie

**AFLEUREMENTS**

- Afleurement de la veine Grande Mine
- Afleurement de la veine Marcelline N°1
- Afleurement de la veine 1 Pays
- Afleurement de la veine Cote Rocher
- Afleurement de la veine 2 Pays
- Afleurement de la veine de 1905
- Afleurement de la veine Grésolique
- Afleurement de la veine Fornie

**ALEAS**

- Aleas d'échauffement de mines basses
- Aleas d'échauffement de mines moyennes

**TOPOGRAPHIE**

- Cours d'eau

**LIMITES ADMINISTRATIVES**

- Limite de commune
- Limite de département

**ECHELLE : 1 : 10 000**

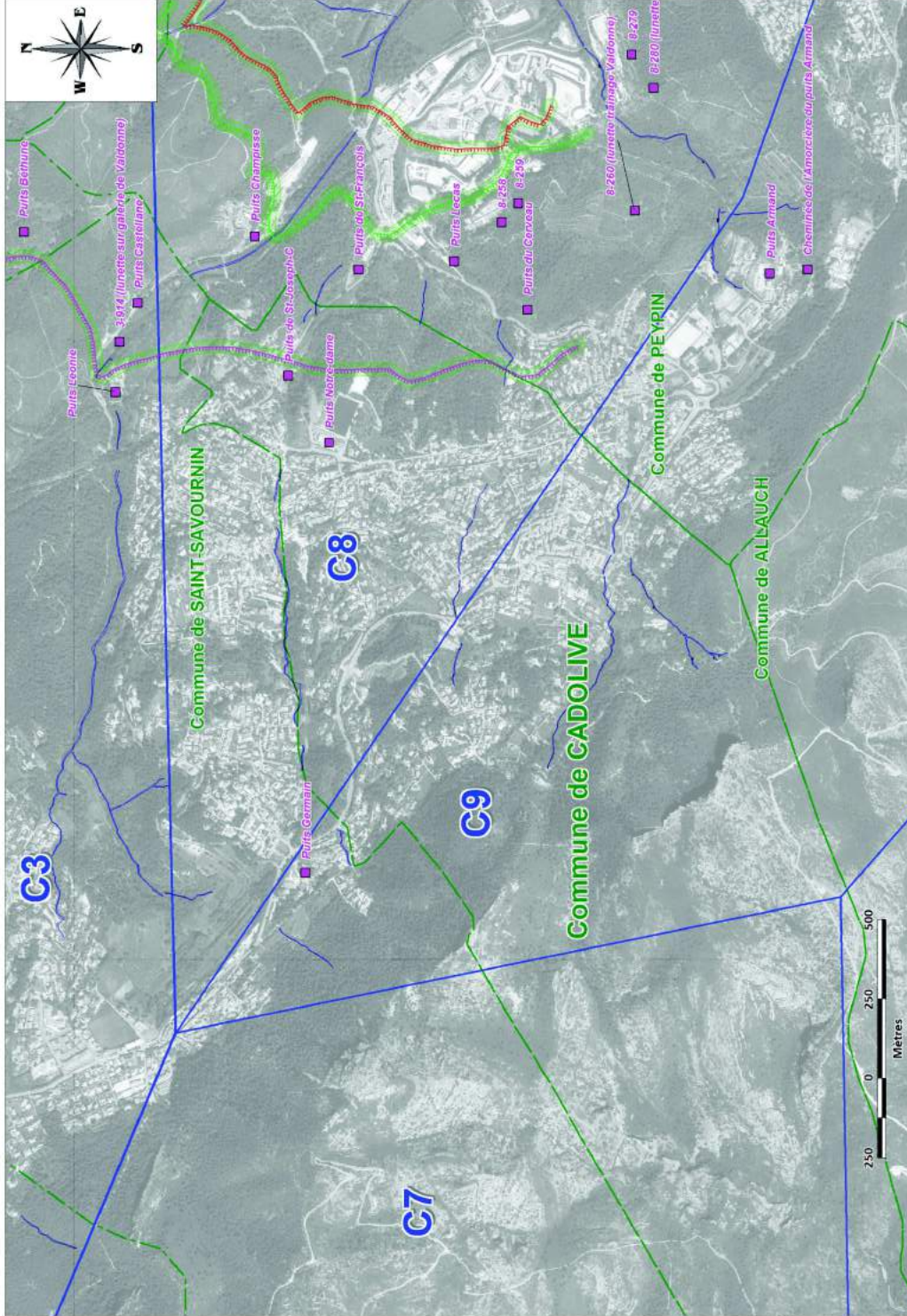
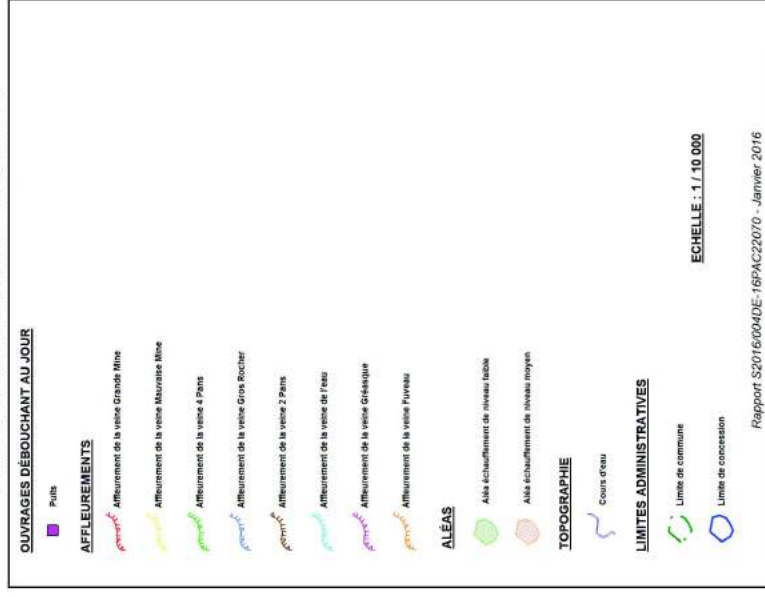
Rapport S20160404C-16PAC22070 - Janvier 2016

Plan d'implémentation des mesures de prévention des risques de "ECHAUFFEMENT" (Région PACA)



## COMMUNE DE CADOLIVE

### ANNEXE D6 : CARTE DES ALÉAS "ÉCHAUFFEMENT"



# COMMUNE DE FUVEAU

ANNEXE D6 : CARTE DES ALÉAS "ÉCHAUFFEMENT"

## OUVRAGES DREBOUCHANT AU JOUR

■ Puits

## AFLEUREMENTS

- Affleurement de la veine Grande Mine
- Affleurement de la veine Moyenne Mine
- Affleurement de la veine Petite Mine
- Affleurement de la veine Saint Michel
- Affleurement de la veine 2ème
- Affleurement de la veine 1ère
- Affleurement de la veine Schœlcher
- Affleurement de la veine Prieuré

## ALÉAS

- Aléa échauffement de veines latérales
- Aléa échauffement de veines principales

## TOPOGRAPHIE

Contour 50m

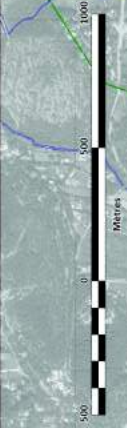
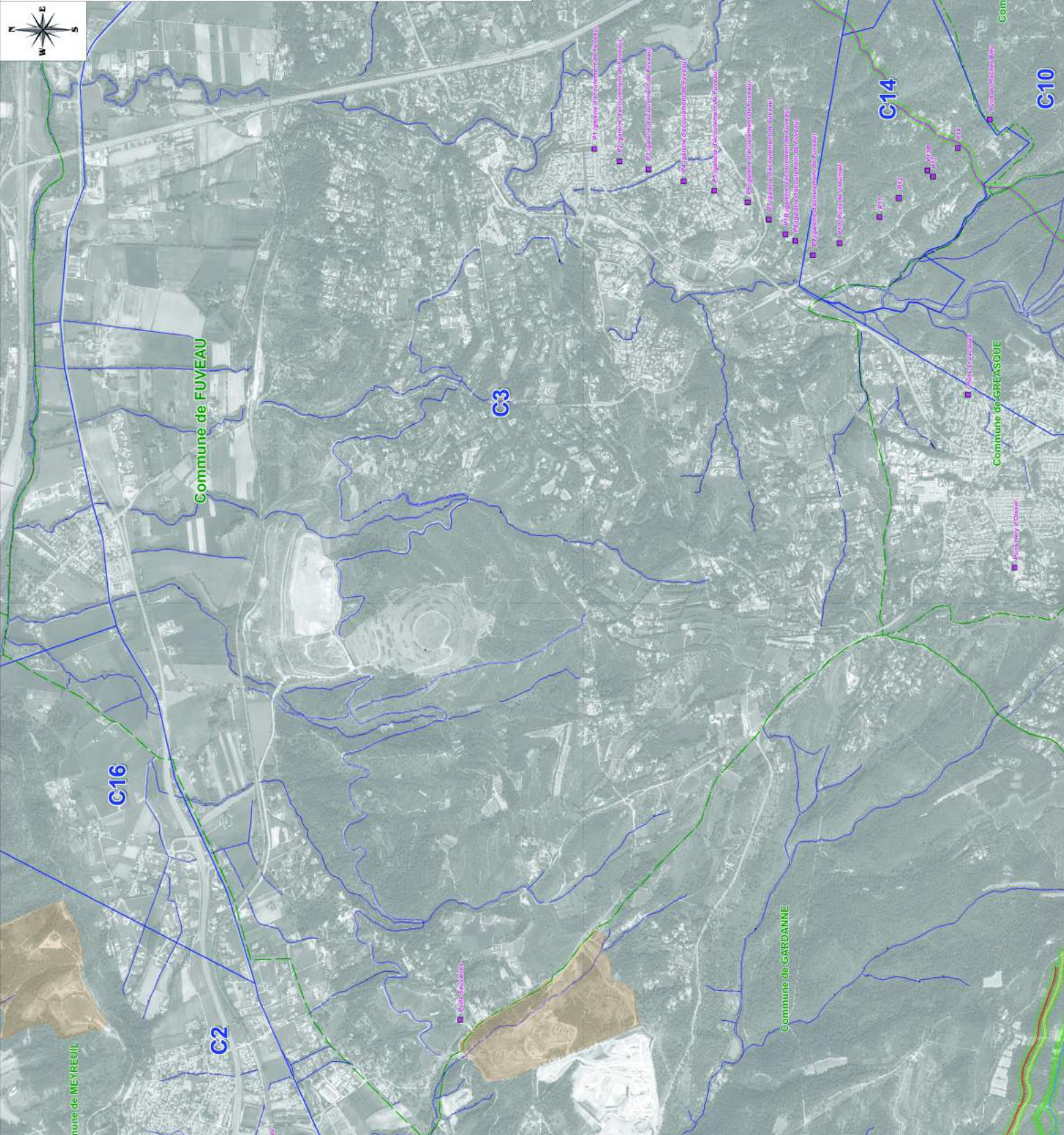
## LIMITES ADMINISTRATIVES

- Limite de commune
- Limite de département

ÉCHELLE : 1:10 000

Rapport S01650404E-18FAC22070 - Janvier 2016

**GODERIS**





# COMMUNE DE GARDANNE

ANNEXE D6 : CARTE DES ALÉAS "ÉCHAUFFEMENT"

## OUVRAGES DREBOUCHANT AU JOUR

Point

## AFLEUREMENTS

- Afleurement de la veine Sainte Marie
- Afleurement de la veine Maxime Nive
- Afleurement de la veine Pépère
- Afleurement de la veine Saint Roch
- Afleurement de la veine 2ème
- Afleurement de la veine de l'Est
- Afleurement de la veine Solaire
- Afleurement de la veine Prunier

## ALÉAS

- Aléa d'écroulement de versants labiles
- Aléa d'écroulement de versants critiques

## TOPOGRAPHIE

Cours d'eau

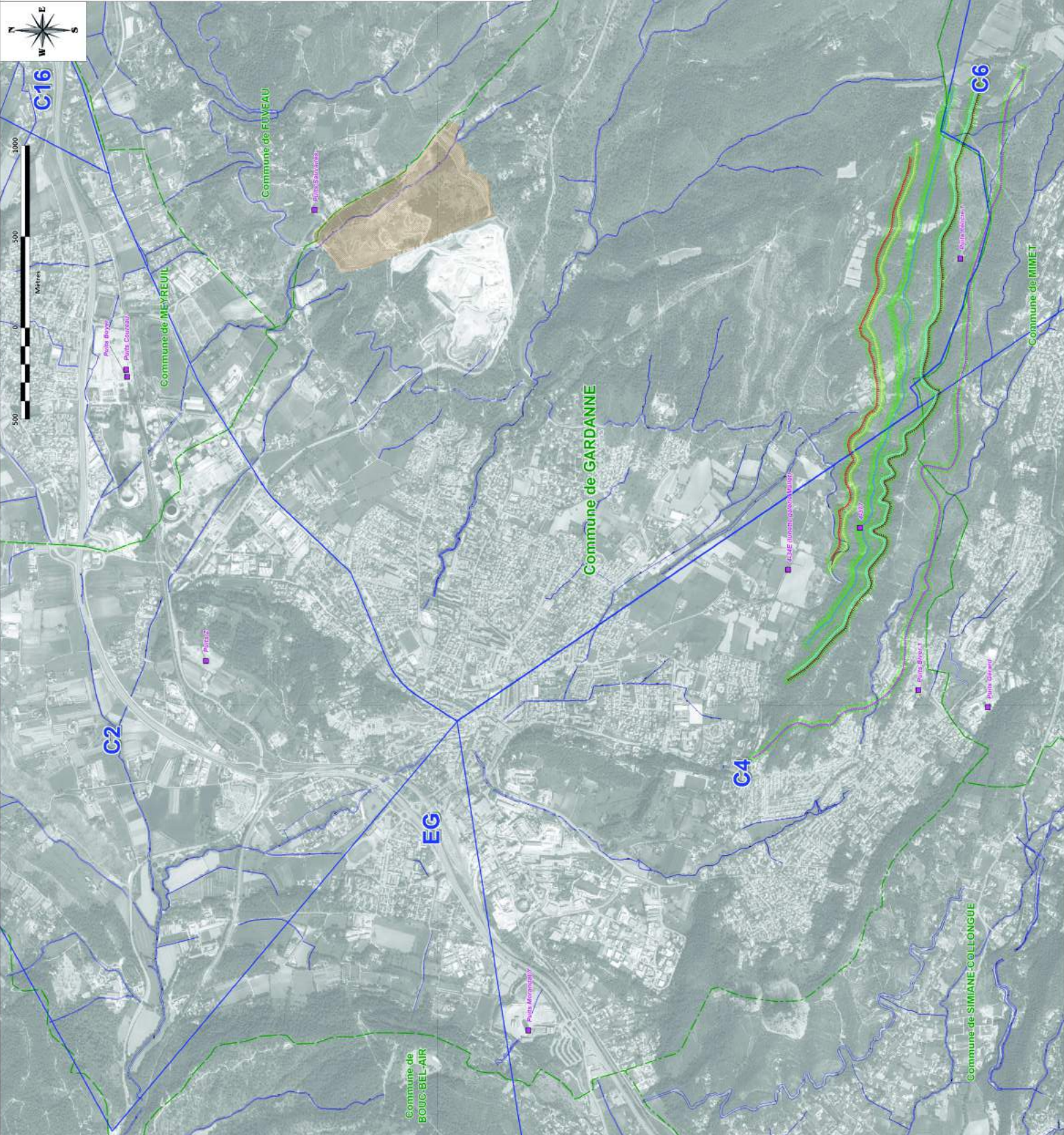
## LIMITES ADMINISTRATIVES

- Limite de commune
- Limite de département

ECHELLE : 1:10 000

Rapport S20160404E-18PAC22070 - Janvier 2016






GEODERIS



# COMMUNE DE GREASQUE

## ANNEXE DS : CARTE DES ALÉAS "ÉCHAUFFEMENT"

### OUVRAGES DÉBOUCHANT AU JOUR

-  Puits
- AFFLEUREMENTS**
-  Affleurement de la veine Grande Mine
-  Affleurement de la veine Mauresque Mine
-  Affleurement de la veine 4 Pans
-  Affleurement de la veine Gros Rocher
-  Affleurement de la veine 2 Pans
-  Affleurement de la veine de l'eau
-  Affleurement de la veine Craissac
-  Affleurement de la veine Fourneau

### ALÉAS

-  Aire d'échauffement de niveau faible
-  Aire d'échauffement de niveau moyen

### TOPOGRAPHIE

-  Cours d'eau

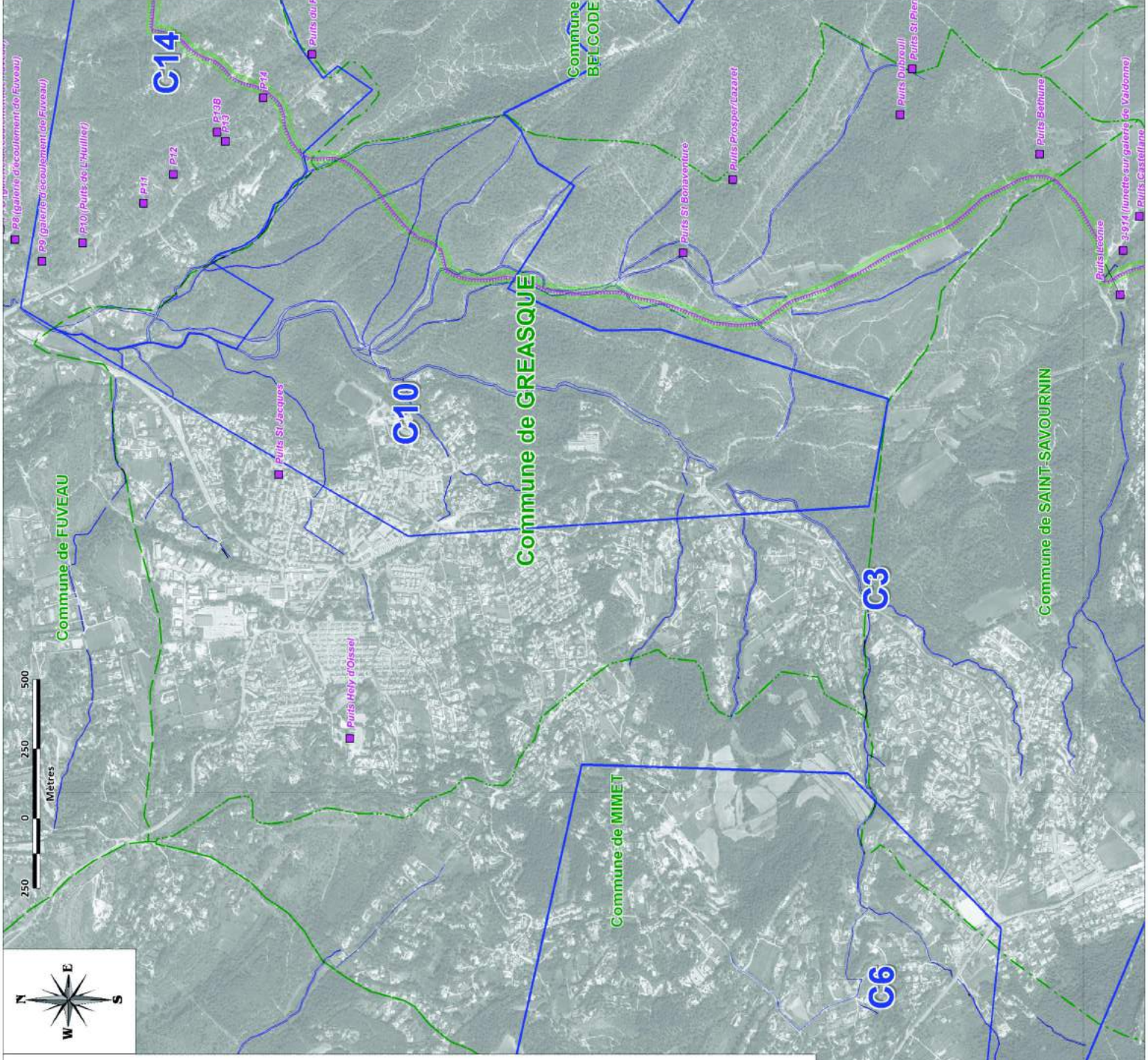
### LIMITES ADMINISTRATIVES

-  Limite de commune
-  Limite de concession

ECHELLE : 1 : 10 000

Rapport S2016/004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

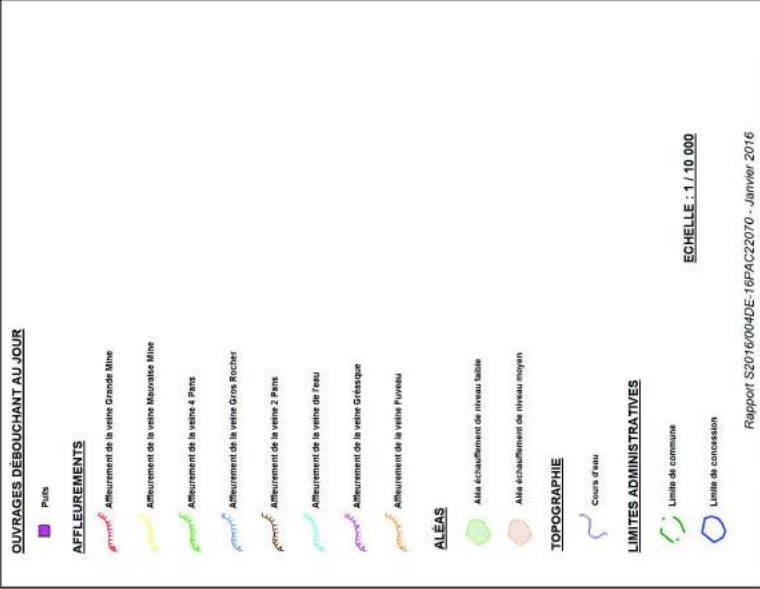
Plan cartographique : 10.0071029 du 2011 autorisé conformément aux dispositions prévues par le protocole M2P - M2P du juillet 2007



**DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR**  
**Bassin lignitifère de Provence (13)**

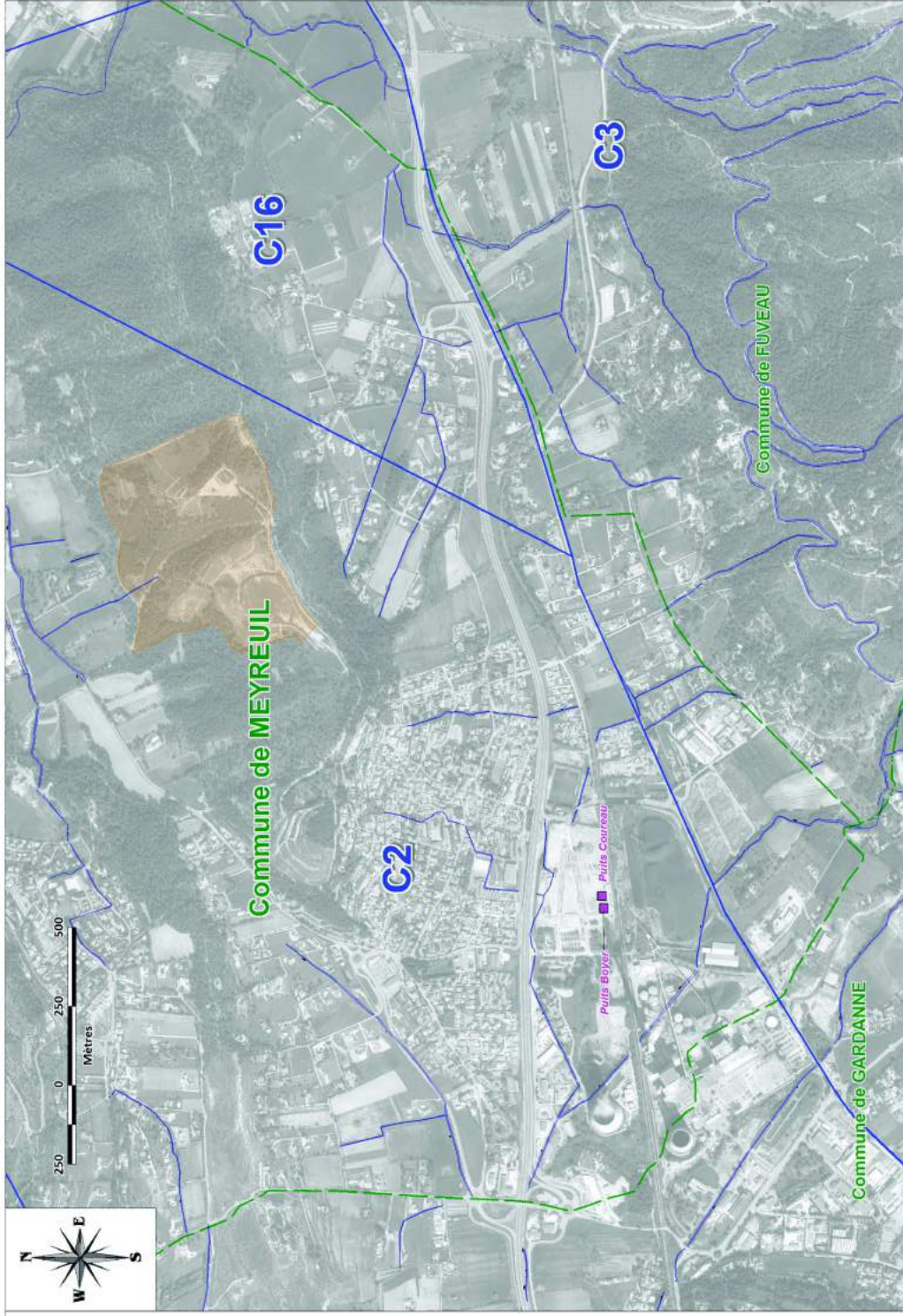
**COMMUNE DE MEYREUIL**

**ANNEXE D5 : CARTE DES ALÉAS "ÉCHAUFFEMENT"**



Fond cartographique: BD Carthage de 2011 utilisé conformément aux modalités prévues par le protocole SIG - REHAD - RGP de juillet 2007

**GEODERIS**



# COMMUNE DE MIMET

## ANNEXE D6 : CARTE DES ALÉAS "ÉCHAUFFEMENT"

### SOUVRAGES DIBOUCHANT AU ZUR

- Point
- AFLEUREMENTS
  - Afleurement de la zone Grande Mère
  - Afleurement de la zone Armes Mées
  - Afleurement de la zone 1ère
  - Afleurement de la zone 2ème
  - Afleurement de la zone 3ème
  - Afleurement de la zone 4ème
  - Afleurement de la zone 5ème
  - Afleurement de la zone 6ème
  - Afleurement de la zone 7ème
  - Afleurement de la zone 8ème
  - Afleurement de la zone 9ème
  - Afleurement de la zone 10ème

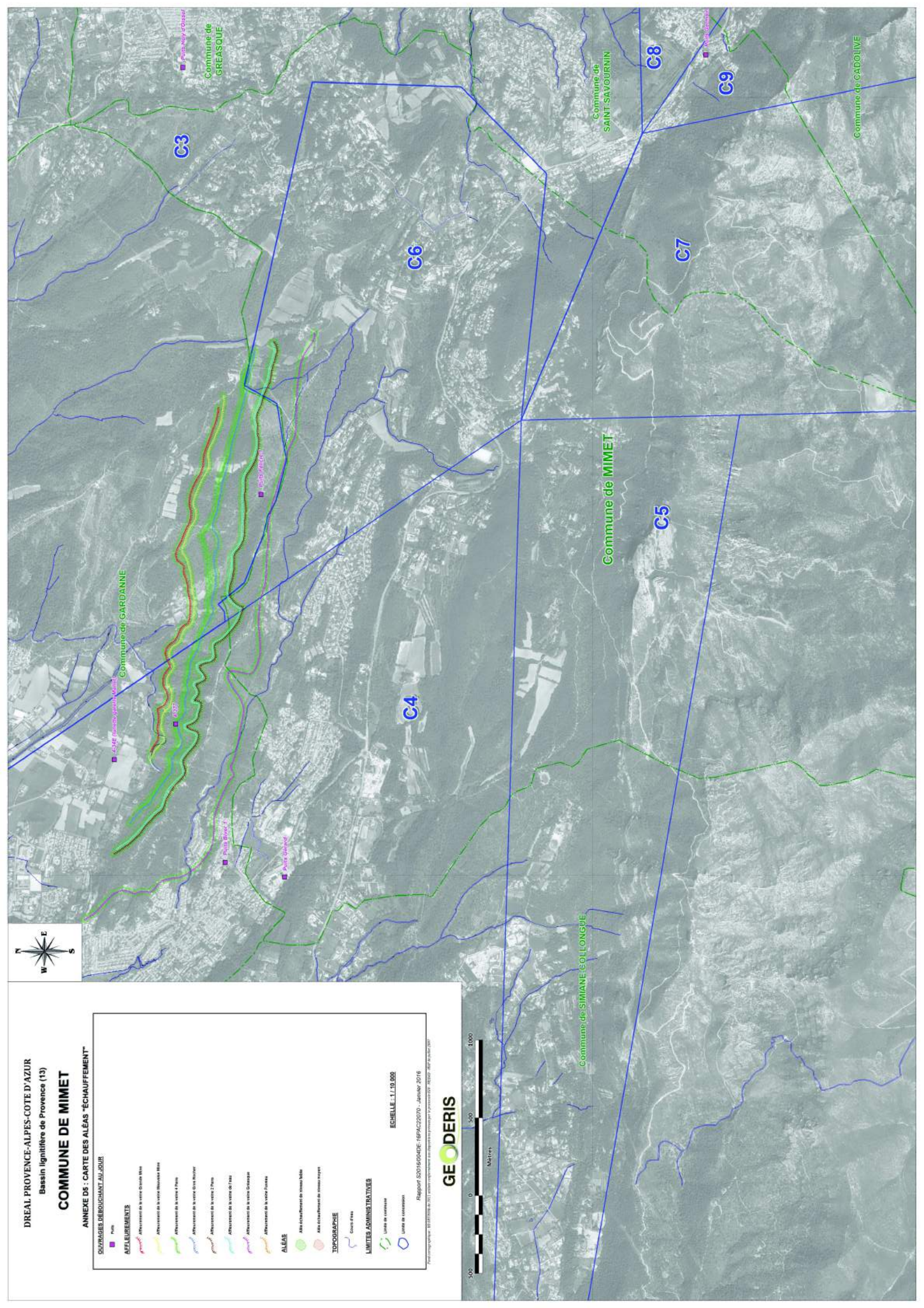
- ALÉAS
  - Aléa Échauffement de zones habitées
  - Aléa Échauffement de zones agricoles

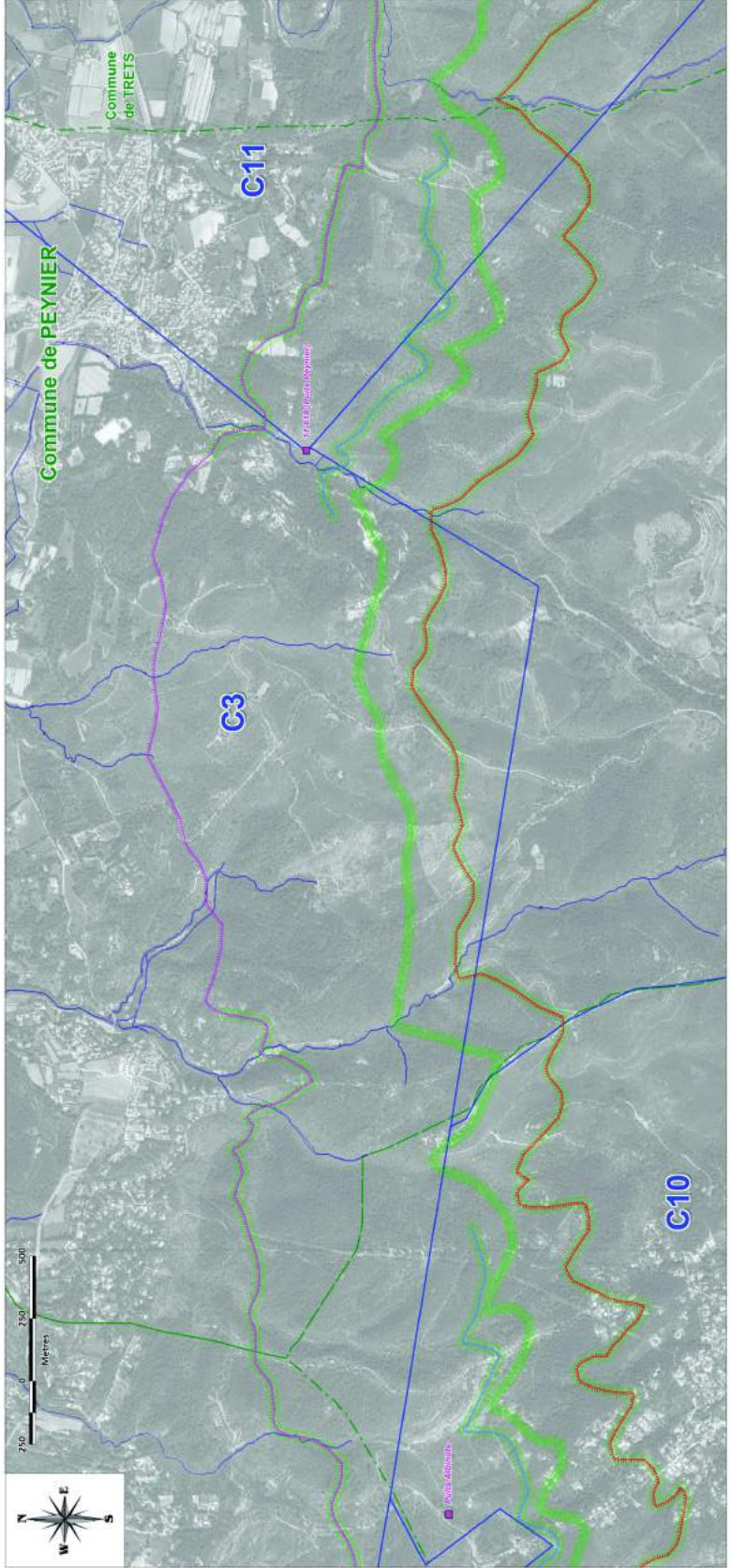
- TOPOGRAPHIE
  - Cours d'eau

- LIMITES ADMINISTRATIVES
  - Limite de commune
  - Limite de section

ÉCHELLE 1:150.000

Rapport 2016/2017 DE FÉVRIER 2017 - MIMET





DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR  
 Bassin lignitifère de Provence (13)  
**COMMUNE DE PEYNIER**  
 ANNEXE D5 : CARTE DES ALÉAS "ECHAUFFEMENT"

**OUVRAGES DÉBOUCHANT AU JOUR**

- Puits

**AFLEUREMENTS**

- Afleurement de la veine Grande Mine
- Afleurement de la veine Hauteville Mine
- Afleurement de la veine 1 Pays
- Afleurement de la veine 2 Pays
- Afleurement de la veine Côte Rouchier
- Afleurement de la veine 2 Pays
- Afleurement de la veine de 1900
- Afleurement de la veine Grésolique
- Afleurement de la veine Fornelle

**ALÉAS**

- Aléas (traitement de la veine haute)
- Aléas (traitement de la veine moyen)

**TOPOGRAPHIE**

- Crête d'été

**LIMITES ADMINISTRATIVES**

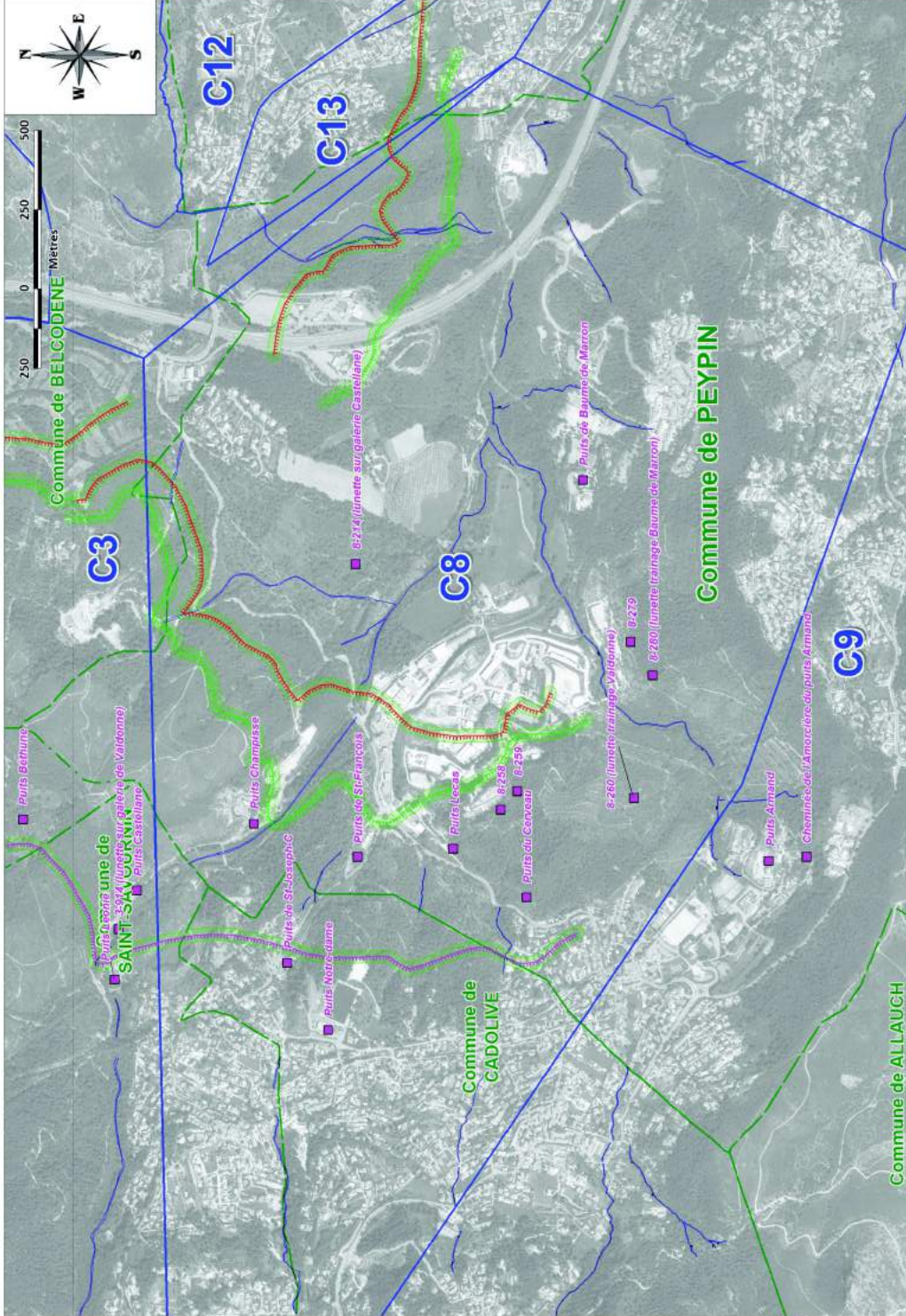
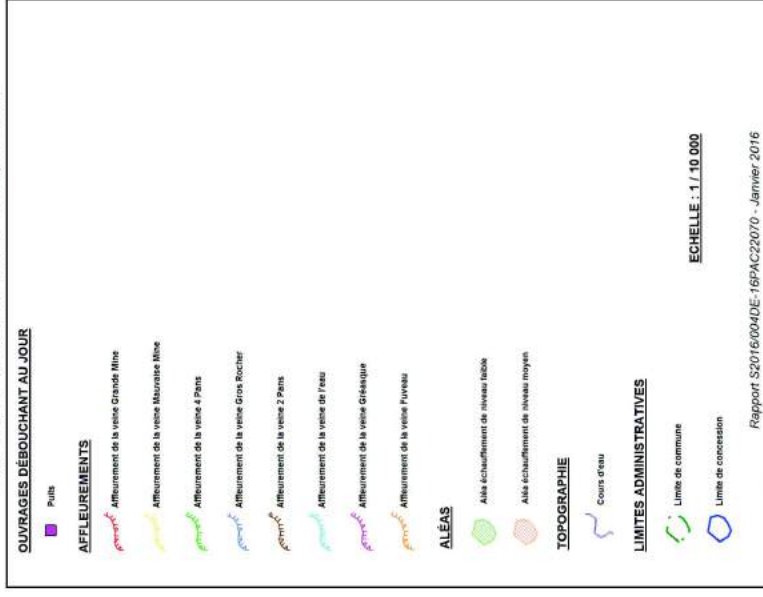
- Ligne de commune
- Ligne de canton

Echelle : 1 : 10 000

Rapport S20160006 : 09/02/2010 - Janvier 2016  
 Pour plus d'informations : 04 92 38 50 00 ou [www.dreal-pa.fr](http://www.dreal-pa.fr)

## COMMUNE DE PEYPIN

### ANNEXE D6 : CARTE DES ALÉAS "ÉCHAUFFEMENT"



# COMMUNE DE SAINT-SAVOURNIN

## ANNEXE D6 : CARTE DES ALÉAS "ÉCHAUFFEMENT"

### OUVRAGES DEBOUCHANT AU JOUR

Puits

#### AFFLEUREMENTS

Affleurement de la veine Grande Mine

Affleurement de la veine Maurice Mine

Affleurement de la veine 4 Paris

Affleurement de la veine Gros Rocher

Affleurement de la veine 2 Paris

Affleurement de la veine de Feu

Affleurement de la veine Grégoire

Affleurement de la veine Fuyveau

#### ALÉAS

Aléa échauffement de niveau bas

Aléa échauffement de niveau moyen

#### TOPOGRAPHIE

Cours d'eau

#### LIMITES ADMINISTRATIVES

Limite de commune

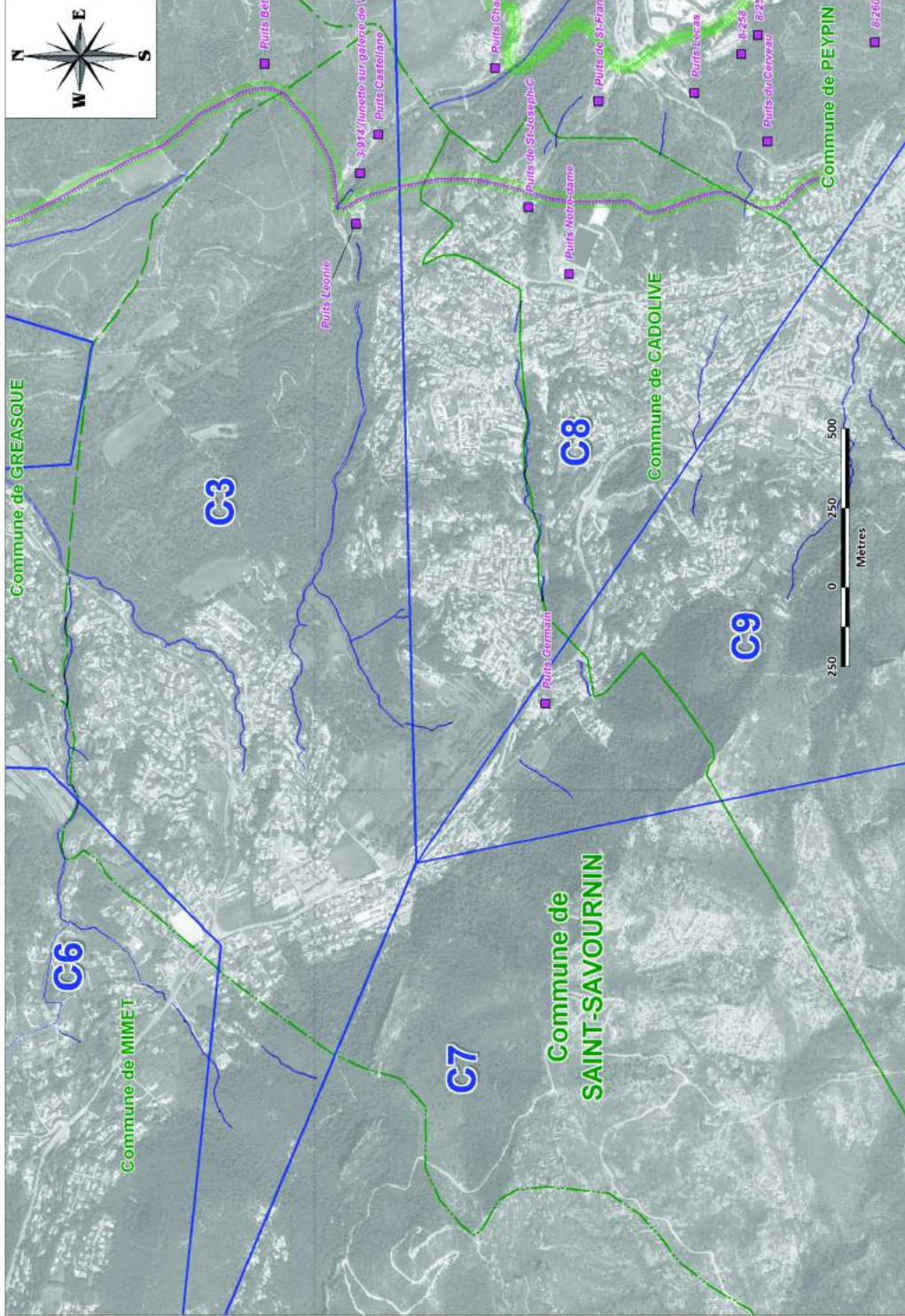
Limite de concession

ECHELLE : 1 / 10 000

Rapport S2016/004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

Fichier cartographique : 00160700 de 2012 actualisé conformément aux dispositions prévues par le plan de travail D67 - Révisé : 30/01/2016 par jules.007

# GEODERIS





DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR

Bassin lignitifère de Provence (13)

**COMMUNE DE TRET**

ANNEXE D5 : CARTE DES ALÉAS "ÉCHAUFFEMENT"

**OUVRAGES DÉBOUCHANT AU JOUR**



Puits

**AFFLEUREMENTS**

- Affleurement de la saline Grande Mine
- Affleurement de la saline Maccalos Mine
- Affleurement de la saline 4 Puits
- Affleurement de la saline Gros Rocher
- Affleurement de la saline 2 Puits
- Affleurement de la saline de Fau
- Affleurement de la saline Grébaque
- Affleurement de la saline Ponsau

**ALÉAS**

- Aléa échauffement de niveau faible
- Aléa échauffement de niveau moyen

**TOPOGRAPHIE**

- Cours d'eau

**LIMITES ADMINISTRATIVES**

- Limites de commune
- Limites de connaissance

ECHELLE : 1 / 10 000

Rapport S2016/004DE-16PAC22070 - Janvier 2016

Industrie et Commerce - 43 000 000 - 011 - 03 83 38 38 38 - 03 83 38 38 38 - 03 83 38 38 38 - 03 83 38 38 38

**GEODERIS**





# COMMUNE DE FUVEAU

ANNEXE D6 : CARTE DES ALÉAS "INONDATION"

## SURFACES DEBORDANT AU JOUR

■ Plein

## ALÉAS

- Aléas inondation Courant sur terrain de crues hautes
- Aléas inondation Courant sur terrain de crues moyennes
- Aléas inondation Courant sur terrain de crues basses
- Aléas inondation par modification du régime des écoulements de crues hautes

## TOPOGRAPHIE

— Cours d'eau

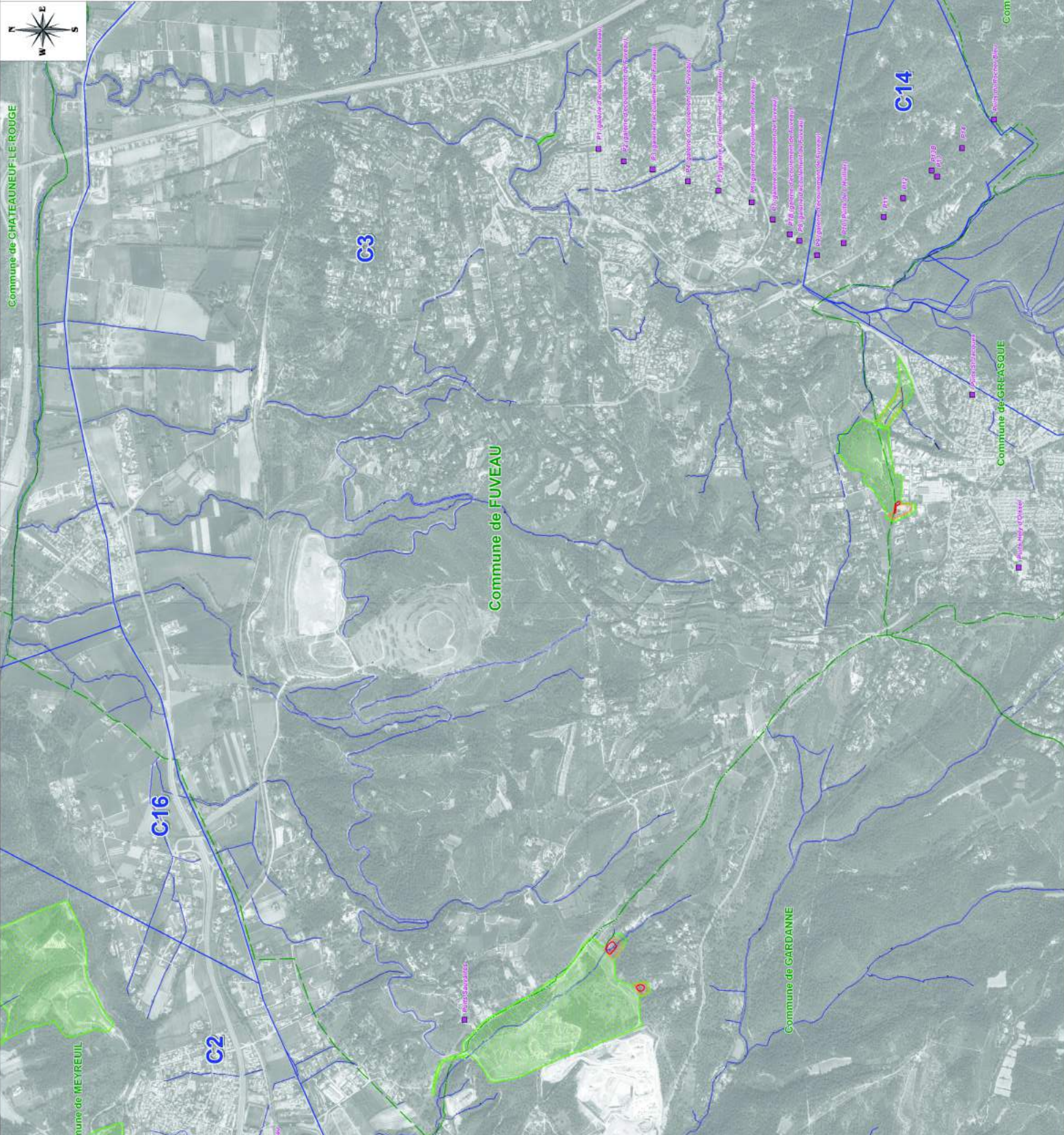
## LIMITES ADMINISTRATIVES

— Limites de commune

— Limites de canton

ÉCHELLE 1:10 000

Rapport 20160040E-1904C2070 - Janvier 2016



Commune de CHATEAUNEUF-LE-ROUGE

Commune de MEYREUIL

C16

C2

C3

Commune de FUVEAU

Commune de GARDANNE

Commune de GREASQUE

Commune de BELLEGODENE

C14



# COMMUNE DE GARDANNE

ANNEXE D6 : CARTE DES ALÉAS "INONDATION"

SURVIVABILITE DEBORDANT AU JOUR

- Puits
- ALÉAS**
  - ALÉA INONDATION DURABLE SUR TOUT LE TERRITOIRE
  - ALÉA INONDATION DURABLE SUR PARTIE DE TERRITOIRE
  - ALÉA INONDATION DURABLE SUR PARTIE DE TERRITOIRE
  - ALÉA INONDATION DURABLE SUR PARTIE DE TERRITOIRE
  - ALÉA INONDATION DURABLE SUR PARTIE DE TERRITOIRE

**TOPOGRAPHIE**

- Cours d'eau

**LIMITES ADMINISTRATIVES**

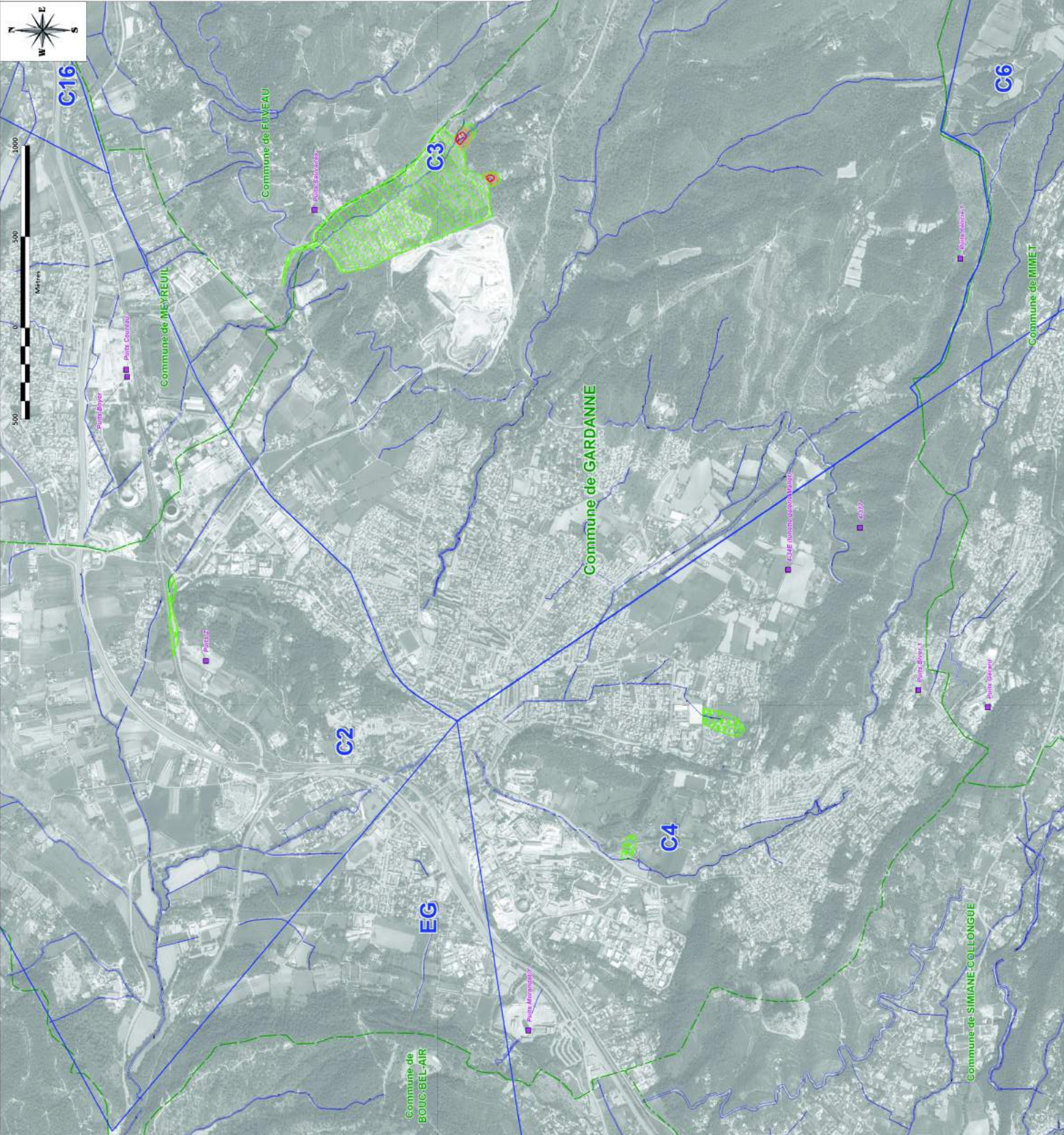
- Limite de commune
- Limite de canton

ÉCHELLE 1:10 000

Rapport S30160406-1904C2070 - Janvier 2016

Source topographique : IGN (2010) - Données hydrographiques : DREAL PACA (2010) - Données administratives : IGN (2010) - DREAL PACA (2010)

**GEODERIS**



DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR  
 Bassin lignitifère de Provence (13)  
**COMMUNE DE GREASQUE**

**ANNEXE D6 : CARTE DES ALÉAS "INONDATION"**

**OUVRAGES DÉBOUCHANT AU JOUR**



**ALÉAS**

Aléa inondation brutale sur tertre de niveau faible

Aléa inondation brutale sur tertre de niveau moyen

Aléa inondation brutale sur tertre de niveau fort

Aléa inondation par modification du régime des émergences de niveau faible

**TOPOGRAPHIE**

Cours d'eau

**LIMITES ADMINISTRATIVES**

Limite de commune

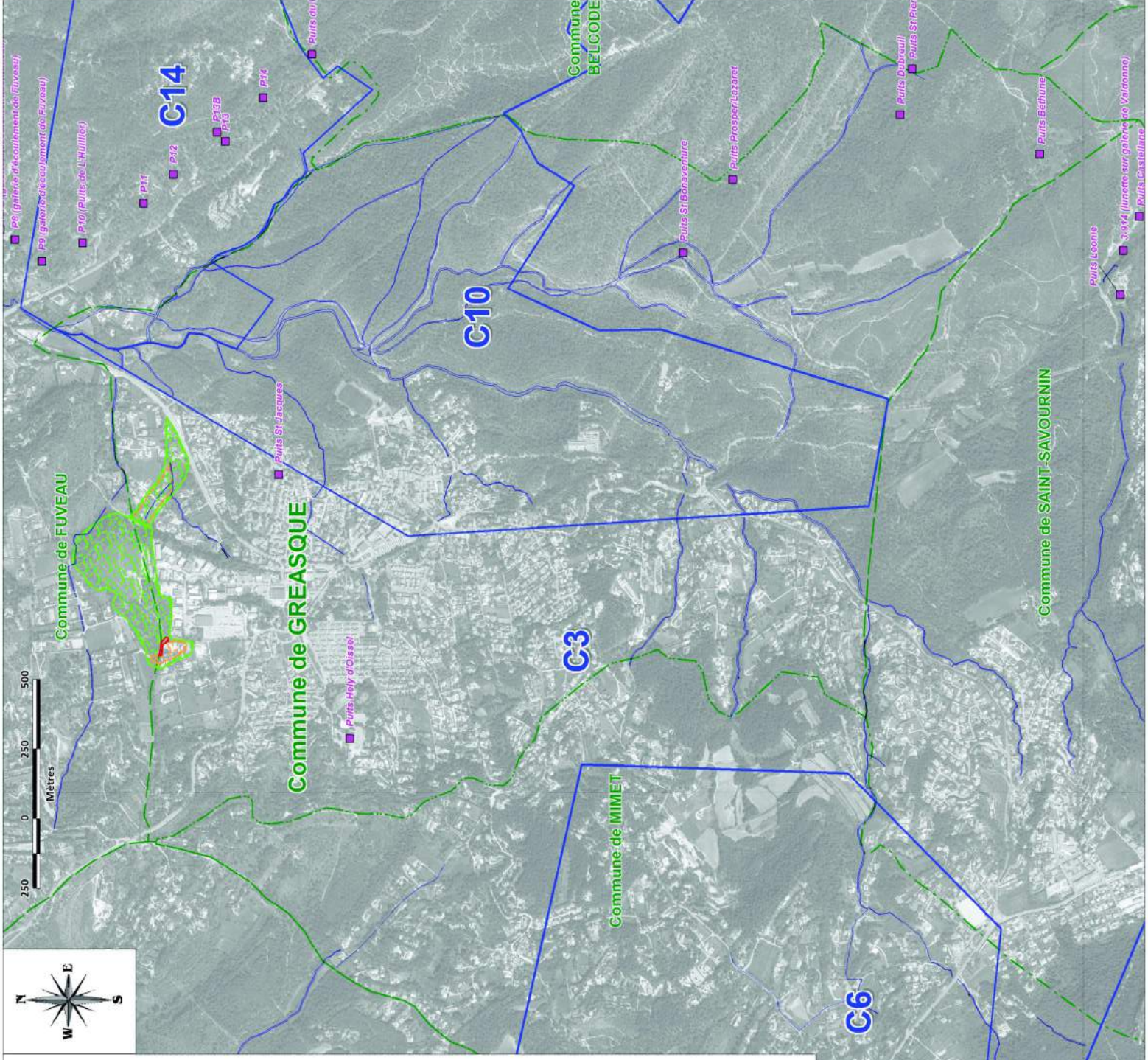
Limite de concession

**ECHELLE : 1/10 000**

Rapport S2016/004DE-16PAC22070 - Janvier 2016



Plan d'aménagement - 01 07 71 08 de 2011 relative conformément aux dispositions prévues par le décret n° 157 - ROMAD - RAP du juillet 2007



DREAL PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR  
 Bassin lignitifère de Provence (13)

## COMMUNE DE MEYREUIL

ANNEXE D6 : CARTE DES ALÉAS "INONDATION"

### OUVRAGES DÉBOUCHANT AU JOUR



Puits

### ALÉAS



Aléa inondation brutale sur terrain de niveau stable



Aléa inondation brutale sur terrain de niveau moyen



Aléa inondation brutale sur terrain de niveau fort



Aléa inondation par modification du régime des émergences de niveau stable

### TOPOGRAPHIE



Cours d'eau

### LIMITES ADMINISTRATIVES



Limite de commune



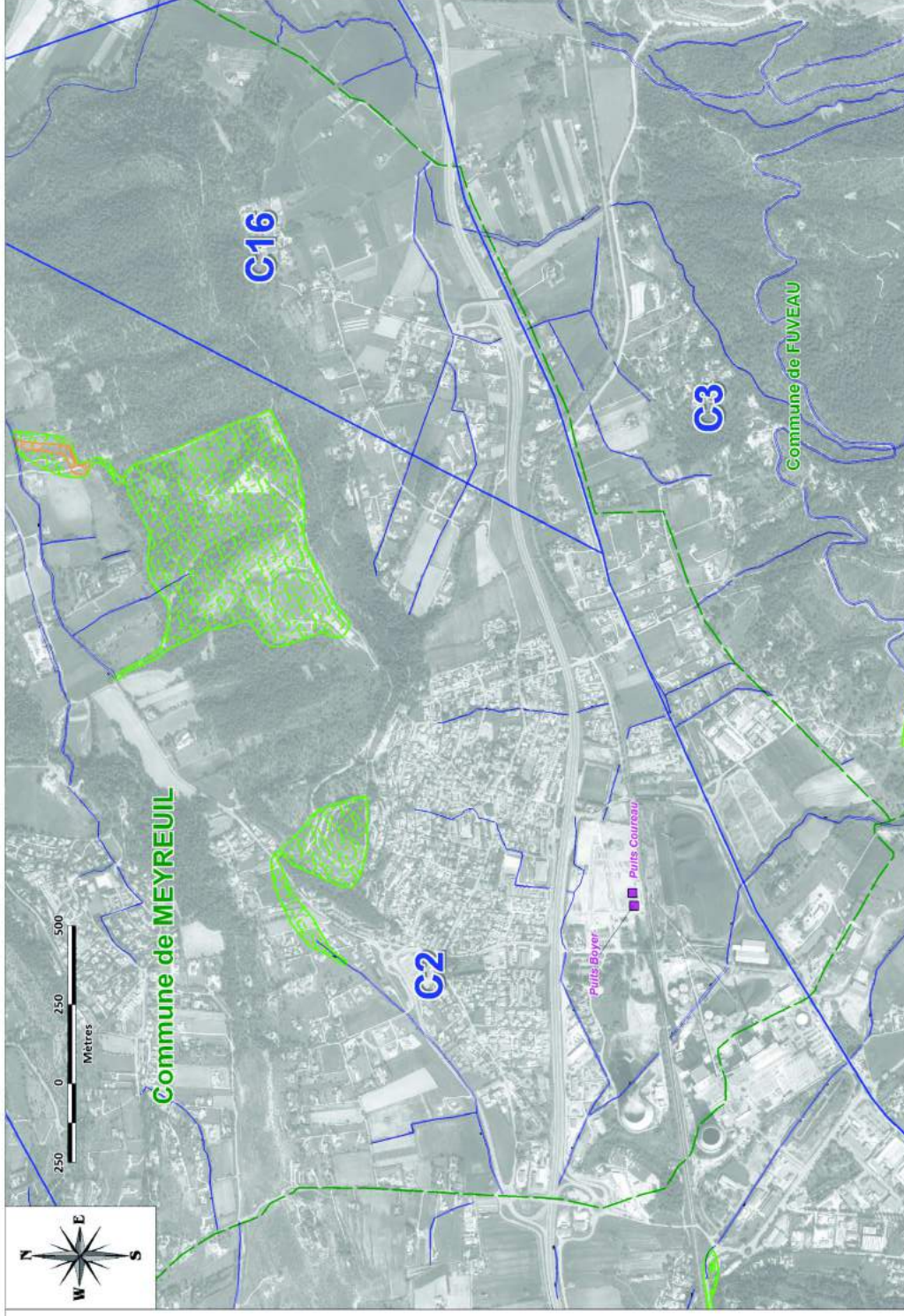
Limite de concession

ECHELLE : 1 / 10 000

Rapport S2016004DE16PAC22070 - Janvier 2016

Projet cartographique - 2017072009 de 2011 suite complément des données prises par le protocole 2011 - 2012AD - MAP de juillet 2007

**GEODERIS**



**GUIDE DE DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES POUR LE  
BATI NEUF SITUE EN ZONE D’ALEA DE TYPE  
AFFAISSEMENT PROGRESSIF**

**Document établi par :**

**CSTB Marne La Vallée**

84, avenue Jean Jaurès – Champs-sur-Marne  
Boite Postale 02  
F-77421 Marne-la-Vallée Cedex 2

**DEPARTEMENT SECURITE, STRUCTURES ET FEU**

*Division Ingénierie de la Sécurité & Technologies Associées*

*M. CHENAF*

*O. HENNO*

*N. RUAUX*



# SOMMAIRE

<b>1. DOMAINE D'APPLICATION .....</b>	<b>5</b>
1.1 CONTEXTE ET OBJECTIF .....	5
1.2 CONTENU DE L'ETUDE .....	6
1.3 DEFINITION DE L'AFFAISSEMENT MINIER .....	8
1.4 DEFINITION DE LA TYPOLOGIE DE BATIMENT .....	8
1.4.1 Type 1 - Bâtiment à rez-de-chaussée, à ossature en béton avec façade ouverte .....	8
1.4.2 Type 2 - Bâtiment à rez-de-chaussée et un étage partiel, à ossature en béton .....	9
1.4.3 Type 3 - Bâtiment à rez-de-chaussée et un étage, à ossature en béton .....	9
1.4.4 Type 4 - Bâtiment à rez-de-chaussée et trois étages, à ossature en béton .....	9
1.4.5 Type 5 - Bâtiment à rez-de-chaussée, à ossature métallique .....	10
<b>2. HYPOTHESES GENERALES .....</b>	<b>11</b>
2.1 DEFINITION DES NIVEAUX D'ENDOMMAGEMENT .....	11
2.1.1 Niveau d'endommagement N1 .....	12
2.1.2 Niveau d'endommagement N2 .....	12
2.1.3 Niveau d'endommagement N3 .....	12
2.1.4 Niveau d'endommagement N4 .....	12
2.1.5 Niveau d'endommagement N5 .....	12
2.1.6 Relation entre le niveau d'endommagement et la variation de longueur du bâtiment .....	13
2.2 EFFET DE LA DEFORMATION HORIZONTALE DU SOL SUR LE BATI .....	13
2.3 EFFET DE LA COURBURE DU TERRAIN SUR LE BATI .....	14
2.3.1 Augmentation des contraintes de sol .....	14
2.3.2 Décollement des fondations .....	15
2.4 EFFET DE LA PENTE DU TERRAIN SUR LE BATI .....	16
2.4.1 Augmentation des contraintes de sol .....	16
2.4.2 Traction dans les façades .....	17
<b>3. NIVEAUX D'IMPACT SELON LA PENTE DE L'AFFAISSEMENT..</b>	<b>18</b>
3.1 NIVEAUX D'ENDOMMAGEMENT .....	18
3.1.1 Type 1 - Bâtiment à rez-de-chaussée, à ossature en béton avec façade ouverte .....	18
3.1.2 Type 2 - Bâtiment à rez-de-chaussée et un étage partiel, à ossature en béton .....	19
3.1.3 Type 3 - Bâtiment à rez-de-chaussée et un étage, à ossature en béton .....	19
3.1.4 Type 4 - Bâtiment à rez-de-chaussée et trois étages, à ossature en béton .....	19
3.1.5 Type 5 - Bâtiment à rez-de-chaussée, à ossature métallique .....	20
3.2 POSSIBILITE DE REMISE EN ETAT ET ESTIMATION DES COUTS DES REPARATIONS ...	20
<b>4. DISPOSITIONS GENERALES DE CONSTRUCTIBILITE .....</b>	<b>21</b>
4.1 IMPLANTATION .....	21
4.2 VOISINAGE .....	22
4.3 MATERIAUX .....	25
4.3.1 Béton .....	25
4.3.2 Aciers pour charpente métallique .....	26
4.3.3 Eléments de maçonneries .....	26
4.3.4 Mortier de jointoiement .....	28
4.4 FORMES ET DIMENSIONS GENERALES .....	28
4.5 FONDATIONS .....	30
4.6 SUPERSTRUCTURE .....	34
4.7 ELEMENTS NON STRUCTURAUX .....	36
4.7.1 Les façades et menuiseries extérieures .....	36
4.7.2 Escaliers .....	38
4.7.3 Eléments en console verticale .....	38

4.7.4	<i>Les conduits maçonnés</i> .....	39
4.7.5	<i>Les toitures</i> .....	39
4.7.6	<i>Cloisons de distribution</i> .....	42
4.8	RESEAUX .....	43
4.9	MODALITES DE RELEVAGE DES BATIMENTS .....	45
4.10	LES LIMITES D'APPLICATION DE L'ETUDE .....	46
<b>5.</b>	<b>SECURITE DES OCCUPANTS .....</b>	<b>47</b>
<b>6.</b>	<b>SYSTEMES CONSTRUCTIFS ALTERNATIFS .....</b>	<b>49</b>
6.1	GENERALITES .....	49
6.2	LA CONSTRUCTION EN BOIS.....	50
6.3	PROCEDE CONSTRUCTIF DE GROS ŒUVRE DE MAISON AVEC OSSATURE ACIER.....	53
6.4	LE BETON LEGER.....	54
6.5	LA CONSTRUCTION EN GRANDS PANNEAUX PREFABRIQUES .....	55



# 1. Domaine d'application

## 1.1 Contexte et objectif

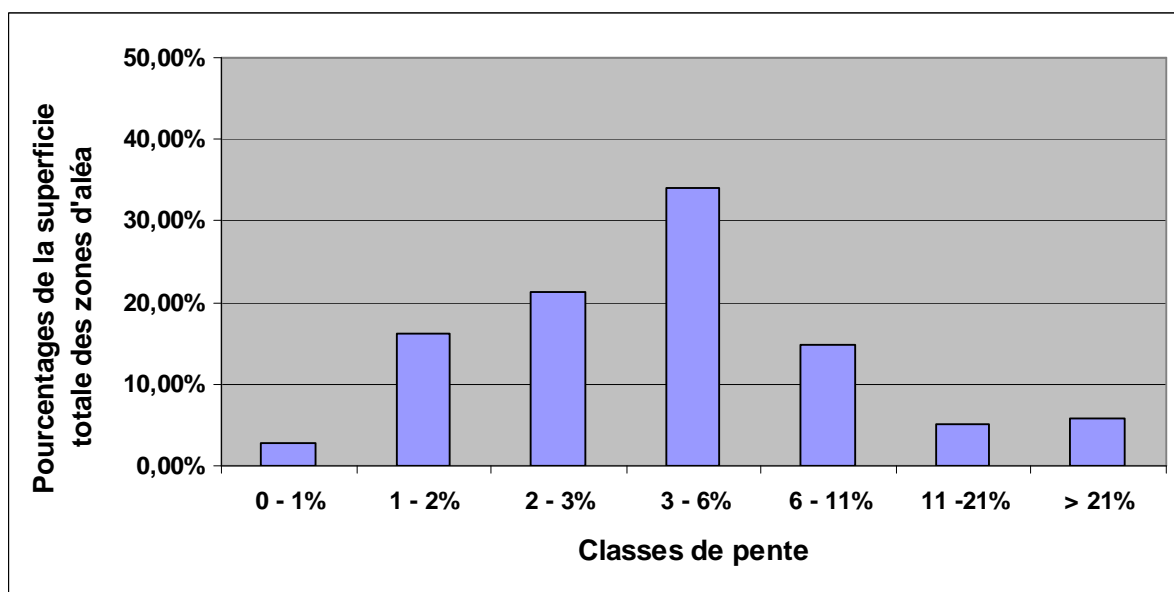
Les problèmes posés par les risques d'affaissement minier résiduels dans les bassins miniers Nord-lorrains ont conduit l'Etat à définir ses orientations fondamentales en matière d'aménagement dans le cadre d'une Directive Territoriale d'Aménagement (DTA), et à engager un programme d'élaboration des Plans de Prévention des Risques Miniers (PPRM), outils opérationnels permettant de gérer le risque minier.

Pour aider à la rédaction de la DTA, une première étude effectuée en 2002 a permis de déterminer les niveaux de pentes de terrain qui n'occasionnent que des endommagements faibles sur le bâti (coût des réparations limités à 15 % du prix de la construction neuve).

Les résultats de cette première étude ont montré notamment que :

- le coût des réparations dépasse ces 15 % au-delà d'une pente de 3 %,
- le renforcement du bâti permet d'améliorer notablement son comportement.

Le tableau suivant décrit la répartition des pentes selon les superficies concernées par les affaissements, et montre qu'une grande partie des superficies sont soumises à des pentes supérieures à 3 %.



De ce fait, il a paru nécessaire d'étendre la première étude au comportement du bâti neuf renforcé pour des pentes supérieures à 3 %, sans limiter le coût des réparations.

C'est l'objet de ce **document technique, qui doit servir d'aide à la rédaction des PPRM.**

Ce document doit constituer la base d'un outil d'aide à la décision pour les maîtres d'ouvrages, maîtres d'œuvre et les acteurs de la construction en général.

A cet effet, la présente étude se charge d'analyser le comportement des **constructions neuves disposant de dispositions de renforcement**, dans les communes soumises à des aléas d'affaissements miniers où les pentes pourraient être élevées, et d'estimer ainsi les impacts prévisibles (niveaux d'endommagement) sur le bâti en fonction des niveaux d'aléas.

## 1.2 Contenu de l'étude

Les recommandations décrites dans l'étude portent sur les règles d'implantation, les dispositions constructives en matière de bâti (gros œuvre, second œuvre et réseaux). Les corps d'état techniques tels que le chauffage, la VMC et l'électricité ne sont pas visés.

Le choix des bâtiments (annexe d'habitation, Etablissement Recevant du Public de cinquième catégorie, maison individuelle, petit collectif et bâtiment industriel) retenu par le comité de pilotage a été établi en fonction de la précédente étude réalisée en 2002 et de la typologie du bâti de la région (bâtiment traditionnel en béton et blocs de béton de granulats courants pour les habitations et construction métallique pour les bâtiments industriels).

Les types de bâtiments retenus sont supposés respecter, au moins, les règles de l'art de la construction : les Normes Françaises – Documents Techniques Unifiés (et les Avis Techniques) régissant notamment les modes de mise en œuvre de techniques de construction et les règles usuelles de conception et de calculs (BAEL pour les structures en béton armé, CM 66 modifiées pour les structures métalliques et CB 71 pour les structures en bois). En particulier, les bâtiments sans dispositions particulières de renforcement sont supposés présenter des fondations en béton armé dûment dimensionnées et une superstructure disposant, a minima, de chaînages horizontaux et verticaux.

Les préconisations en matière de dispositions constructives concernent cinq types de bâtiments renforcés structurellement à hauteur d'un surcoût à la construction limité à :

- 15 % environ dans un premier cas (bâtiment fortement renforcé),
- 6 % dans un deuxième cas (bâtiment faiblement renforcé).

Les ouvrages exceptionnels ou particuliers ne font pas partie de l'étude.

Les effets prévisibles en surface des affaissements miniers éventuels ont été fournis au CSTB par GEODERIS sous forme de tableaux et de cartes. Ces documents ont permis de définir :

- la pente maximale du sol due à l'affaissement,
- le déplacement vertical du sol à la fin de l'affaissement,
- la déformation horizontale du sol due à l'affaissement.

De ce point de vue, les hypothèses de travail fournies par la DRIRE considèrent que les affaissements sont de type progressif. La présente étude ne prend pas en compte les endommagements liés à des mouvements « instantanés » des terrains (pas d'analyse dynamique et des effets de choc sur le bâti).

L'étude proprement dite s'est effectuée en **quatre étapes** :

**En premier lieu**, les analyses de comportement structural ont été menées par des calculs avancés (compte tenu des affaissements miniers dont l'amplitude est élevée) et ont abouti à des **mesures constructives simples** à mettre en œuvre pour se prémunir d'endommagements prévisibles quand les dispositions constructives classiques et traditionnelles ne suffisaient plus.

Une analyse spécifique a été entreprise concernant les modalités de relevage de bâtiment après affaissement. Cet examen a permis de considérer qu'il n'était pas pertinent de recommander ce dispositif. Concernant ce point, une visite a été organisée le 7 octobre 2003 chez un organisme pratiquant déjà le relevage de bâtiment (Houillères du Bassin Lorrain) afin de profiter de leur retour d'expérience et de leurs pratiques constructives éprouvées.

**En deuxième lieu**, la présente étude s'est chargée d'analyser les **impacts prévisibles** sur le bâti en fonction des intensités des aléas précisés par la DRIRE et de leur niveau de renforcement. Cet examen s'est établi à partir des affaissements définis par la pente et la déformation horizontale du sol. Le classement des impacts sur les bâtiments (relevant des mesures constructives précitées) a pris en compte les possibilités ou non de remise en état des bâtiments, après affaissement.

**En troisième lieu**, une analyse particulière a été menée sur les endommagements prévisibles des bâtiments pouvant menacer la **sécurité des occupants**.

De ce point de vue, les hypothèses de travail ont été calées sur des seuils de pente à partir duquel il est décidé d'évacuer les occupants.

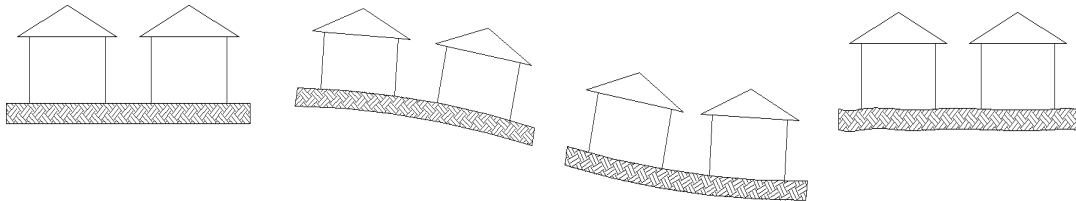
**En dernier lieu**, l'étude a été consacrée à l'exploration **d'autres systèmes constructifs** que ceux retenus dans la première partie de l'étude (bâtiment à ossature béton pour les habitations et construction métallique pour les entrepôts). Ces procédés constructifs ont été proposés pour leur aptitude à offrir une meilleure réponse comportementale du bâti et du clos et couverts vis-à-vis du phénomène d'affaissement minier.

## 1.3 Définition de l'affaissement minier

Le phénomène d'affaissement minier en surface peut être résumé en quatre phases successives :

- dans un premier temps on observe les bâtiments avant déformation ;
- dans un deuxième temps on remarque que la partie du sol s'est incurvée avec un centre de courbure vers le bas (formation convexe dite « en dôme ») et la distance entre les constructions s'agrandit ;
- dans un troisième temps, apparaît une formation du sol incurvé avec un centre de courbure vers le haut (formation concave dite « en cuvette ») et la distance entre les constructions diminue ;
- dans un dernier temps, les contraintes du sol se compensent pour trouver leur équilibre et les constructions reviennent à une position proche de l'horizontale.

Les figures ci-après illustrent ce phénomène.



En fin d'affaissement, le bâti se trouve sur l'une de ces quatre configurations. Compte tenu qu'il n'est pas possible de prévoir la position finale exacte du bâti par rapport à la cuvette définitive, la présente étude tient compte successivement des quatre configurations pour l'analyse du bâti.

La déformation horizontale, nettement plus prépondérante que la déformation verticale dans le dimensionnement du bâtiment, se traduit par un allongement ou un raccourcissement du sol, qui induit des efforts de traction ou de compression dans les fondations de la construction.

## 1.4 Définition de la typologie de bâtiment

Les cinq types de bâtiments retenus pour représenter les constructions neuves dans le bassin Nord Lorrain sont les suivants :

### 1.4.1 Type 1 - Bâtiment à rez-de-chaussée, à ossature en béton avec façade ouverte.

- Murs en blocs de béton et charpente traditionnelle.
- Mur de façade ouvert.
- Bâtiment à simple rez-de-chaussée sans sous-sol.
- Surface au sol : largeur 4 m – longueur 8 m.

Exemple d'usage: annexe, garage, abri.

#### *1.4.2 Type 2 - Bâtiment à rez-de-chaussée et un étage partiel, à ossature en béton.*

- Murs porteurs en béton armé, remplissage de murs en blocs de béton. Ossature sans éléments fragiles tels que murs rideau, grands porte-à-faux, éléments très élancés.
- Dimensions régulières et vastes (hauteur de mur supérieure à 3 m, nombreuses ouvertures...).
- Bâtiment sur un seul niveau (rez-de-chaussée de grande hauteur), plus une partie à deux niveaux (rez-de-chaussée et un étage de hauteur courante) et sans sous-sol.
- Surface au sol : largeur 12 m – longueur 20 m.

Exemple d'usage : salle des fêtes, cantine, petit ERP.

#### *1.4.3 Type 3 - Bâtiment à rez-de-chaussée et un étage, à ossature en béton.*

- Murs chaînés en blocs de béton et charpente traditionnelle. Ossature sans éléments fragiles tels que grandes trémies, grands balcons, éléments très élancés.
- Dimensions standard (hauteur de mur inférieure à 3 m, petites ouvertures...).
- Surface au sol : largeur 9 m – longueur 14 m.
- Bâtiment de forme compact, sans sous-sol et sur deux niveaux (rez-de-chaussée et combles).

Exemple d'usage : maison individuelle.

#### *1.4.4 Type 4 - Bâtiment à rez-de-chaussée et trois étages, à ossature en béton.*

- Façades en blocs de béton chaînés, refends en béton armé et charpente traditionnelle ou toiture terrasse inaccessible. Ossature sans éléments fragiles tels que grandes trémies, grands balcons, éléments très élancés.
- Dimensions standard (hauteur d'étage inférieure à 3 m, petites ouvertures...).
- Surface au sol : largeur 15 m – longueur 25 m.
- Bâtiment de forme compact sur quatre niveaux : rez-de-chaussée et trois étages, sans sous-sol.

Exemple d'usage : bâtiment d'habitation collectif, bureaux.

#### 1.4.5 Type 5 - *Bâtiment à rez-de-chaussée, à ossature métallique.*

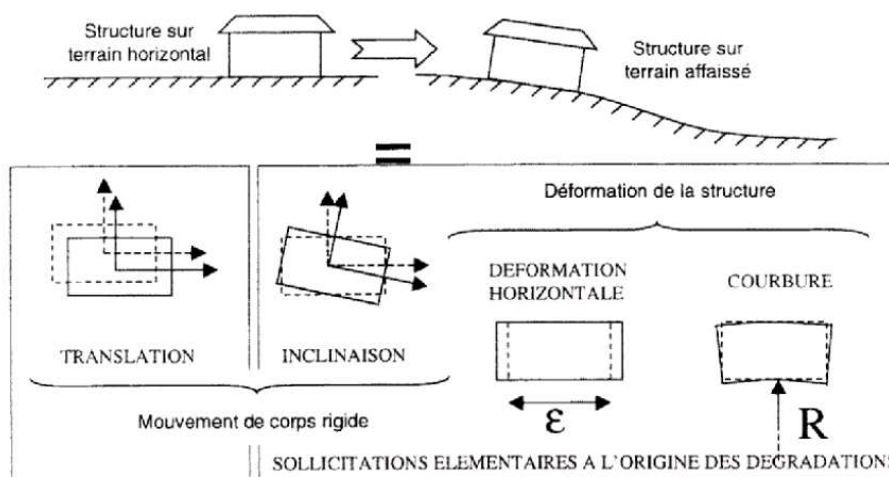
- Structure porteuse de type portique métallique et façades en bardage métallique. Ossature régulière et ne comportant pas d'éléments fragiles (grands porte-à-faux, éléments très élancés...).
- Revêtements de sol non fragiles, pas d'exigence particulière pour la planéité du plancher bas du rez-de-chaussée.
- Bâtiment sur un seul niveau (rez-de-chaussée).
- Dimensions : largeur 18 m – longueur 30 m – hauteur 5 m.  
(ou largeur 15 m – longueur 18 m – hauteur 12 m)
- Bâtiment de forme compact.

Exemple d'usage : entrepôt, bâtiment d'activité.

Cette typologie est supposée respecter les règles de l'art de la construction, les Documents Techniques Unifiés et les règles usuelles de dimensionnement. En particulier, les bâtiments sans dispositions particulières de renforcement sont supposés présenter des fondations en béton armé et une superstructure chaînée.

## 2. Hypothèses générales

Chaque type de bâtiment a été étudié en fonction de trois sollicitations, dépendantes de la pente prévisible de l'affaissement. Elles se caractérisent par **l'inclinaison** d'ensemble, la **déformation** horizontale du sol et la **courbure** du terrain.



*Décomposition des sollicitations sur le bâti*

La déformation horizontale, nettement plus prépondérante que la déformation verticale dans le dimensionnement du bâtiment, se traduit par un allongement ou un raccourcissement du sol, qui induit des efforts de traction ou de compression dans les fondations de la construction.

L'analyse des bâtiments types permet de les classer selon une échelle de niveau d'endommagement, définie ci-après (du niveau N1 - désordres très légers - jusqu'au niveau N5 - effondrement).

### 2.1 Définition des niveaux d'endommagement

Cinq niveaux d'endommagement ont été établis, par ordre croissant de sinistralité (N1 à N5).

Du niveau N1 à N3, les désordres prévisibles ne provoquent aucun effondrement. A partir du niveau N4, des effondrements sont possibles et menacent la sécurité des occupants.

sécurité des occupants assurée car absence de risque de chutes d'éléments porteurs ou d'équipements	}	N 1	→	Fissures d'aspect
		N 2	→	Fissures légères dans les murs
		N 3	→	Portes coincées et canalisations rompues
sécurité des occupants menacée	}	N 4	→	Poutres déchaussées et murs bombés
		N 5	→	Planchers et murs désolidarisés et instables

Les caractéristiques du dommage subi sont détaillées ci-après, en fonction du niveau d'endommagement :

### *2.1.1 Niveau d'endommagement N1*

Désordres prévisibles :

- fissures très légères dans le plâtre
- légères fissures isolées dans le bâtiment, non visible de l'extérieur

### *2.1.2 Niveau d'endommagement N2*

Désordres prévisibles :

- plusieurs fissures légères visibles à l'intérieur de l'immeuble
- les portes et fenêtres peuvent se coincer
- des réparations aux murs et plafonds peuvent être nécessaires

### *2.1.3 Niveau d'endommagement N3*

Désordres prévisibles :

- fissures légères visibles de l'extérieur
- les portes et fenêtres sont coincées
- les canalisations sont rompues

### *2.1.4 Niveau d'endommagement N4*

Désordres prévisibles :

- fissures visibles de l'extérieur
- les portes et fenêtres sont coincées
- les canalisations sont rompues
- parquets et sols en pente
- murs hors d'aplomb ou bombés
- quelques déchaussements dans les poutres
- en cas de compression, chevauchement des joints dans les toits et soulèvement du gros œuvre en maçonnerie, avec crevasses horizontales

### *2.1.5 Niveau d'endommagement N5*

Désordres prévisibles :

- le bâtiment doit être reconstruit partiellement ou complètement
- les poutres de la charpente et des planchers sont déchaussées
- les murs penchent très fort et doivent être étayés
- fenêtres brisées et tordues
- gauchissement et bombement des planchers et des murs en zone de compression



### 2.1.6 Relation entre le niveau d'endommagement et la variation de longueur du bâtiment

Les niveaux d'endommagement peuvent être reliés à la variation de longueur du bâtiment (en %, ou cm/m) par le tableau suivant :

Niveau d'endommagement	Variation de longueur du bâtiment	Importance du dommage
N1	jusqu'à 0,1 %	très léger ou négligeable
N2	0,1 à 0,2 %	léger
N3	0,2 à 0,3 %	appréciable
N4	0,3 à 0,4 %	sévère
N5	au-delà de 0,4 %	très sévère

*Niveaux d'endommagement en fonction du changement de longueur du bâtiment*

Nota : les valeurs du tableau sont retenues pour notre typologie de bâtiment. Elles ne sont pas forcément réutilisables telles quelles pour d'autres types de bâtiments, notamment pour les constructions de grande dimension.

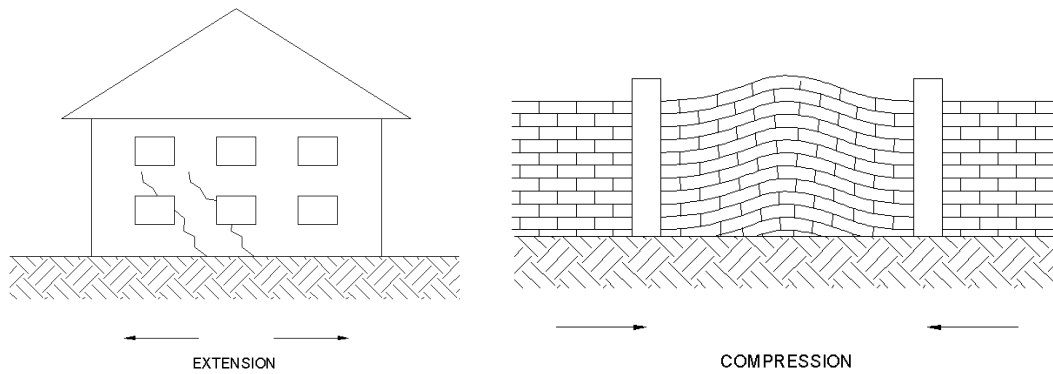
Les variations de longueur propres à chaque type de bâtiment sont déduites des sollicitations décrites ci-après : déformation, courbure et inclinaison du sol.

## 2.2 Effet de la déformation horizontale du sol sur le bâti

Les déformations horizontales induites par l'affaissement ont été traduites en effort de traction ou de compression sur les fondations, dépendant de deux paramètres :

- le coefficient  $\mu$  de frottement sol/fondation, pris égal à 0,65 dans notre étude,
- le poids  $P$  du bâtiment (charges permanentes et d'exploitation).

L'effort maximum de glissement est égal à  $F = \frac{1}{2} \cdot \mu \cdot P$ . Au-delà, le sol glisse sous les fondations, sans augmentation de  $F$ .

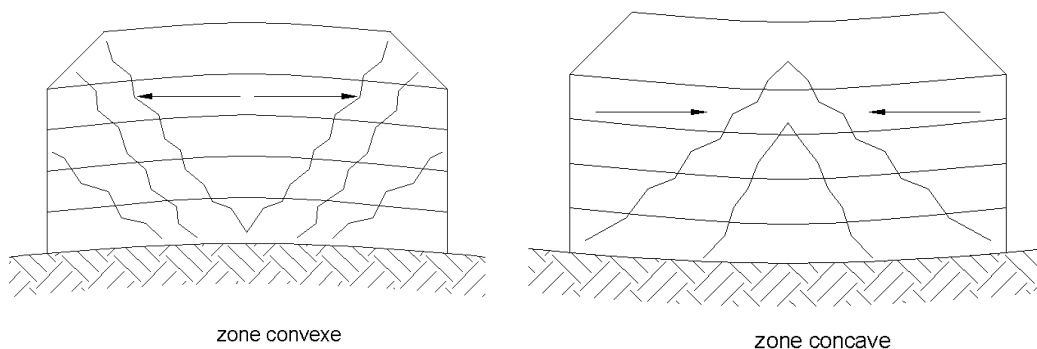


*Illustration des effets des déformations horizontales du sol sur le bâti*

Afin de s'affranchir des efforts dus à la déformation du sol et de maintenir les types de bâtiment en niveau d'endommagement N1, les fondations doivent être dimensionnées et ferrillées afin de résister à la force F.

## 2.3 Effet de la courbure du terrain sur le bâti

L'affaissement du terrain a pour conséquence une incurvation du sol d'assise du bâtiment, et qui provoque des déformations importantes des planchers et des fissures obliques dans les murs intérieurs et façades :



*Illustration des effets de l'incurvation du sol sur le bâti*

### 2.3.1 Augmentation des contraintes de sol

Si le bâtiment n'est pas suffisamment souple pour suivre la courbure du terrain, ses fondations vont se décoller partiellement de leurs assises, provoquant ainsi une augmentation des contraintes là où les fondations sont encore en contact avec le sol.

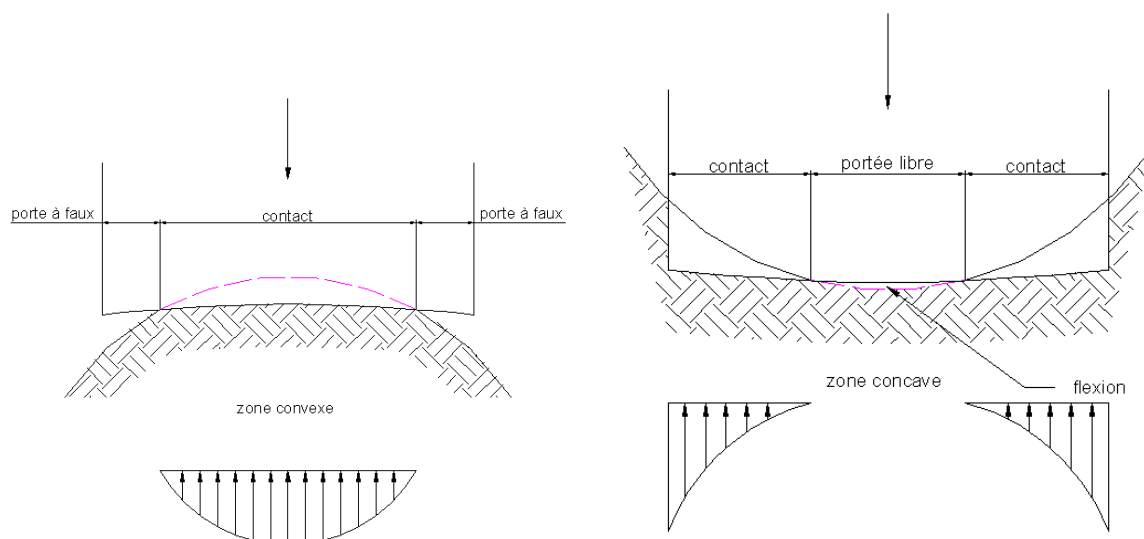
Cet effet se cumule avec une perte de raideur du sol dans les zones d'extension (en haut de cuvette). Il en résulte un tassement généralisé important du bâtiment. Les désordres dus à ce tassement ne concernent que les réseaux de l'ouvrage.

Afin de calculer ce tassement, nous avons estimé que l'augmentation de la contrainte de sol était plafonnée à 60 % de sa valeur initiale, et que la raideur du terrain était diminuée de 80 % dans les zones d'extension.

### 2.3.2 Décollement des fondations

Une fois le tassement du sol estimé, on constate que le contact entre le sol et les fondations n'est pas entièrement rétabli. Les fondations sont alors soumises à des moments de flexion très importants, fonction de la longueur du décollement, et maximum lorsque la fondation se trouve en porte-à-faux.

De tels efforts ne sont pas compatibles avec les dimensions et le ferrailage des fondations, qui sont alors contraintes d'épouser la courbure du terrain.



Variation des contraintes sous les fondations, selon l'incurvation du sol

Finalement, nous établissons la correspondance suivante entre le niveau d'endommagement et la déformation verticale prise par la fondation :

Niveau d'endommagement	Déformation verticale de la fondation	
	<i>bâtiment faiblement renforcé (1)</i>	<i>bâtiment fortement renforcé (2)</i>
N1	jusqu'à l/500	jusqu'à l/500
N2	de l/500 à l/400	de l/500 à l/300
N3	de l/400 à l/200	de l/300 à l/100
N4	de l/200 à l/100	de l/100 à l/50
N5	au-delà de l/100	au-delà de l/50

Niveaux d'endommagement en fonction de la déformation verticale des fondations

- (1) surcoût des renforts de 6 % du prix de la construction neuve
- (2) surcoût des renforts de 15 % du prix de la construction neuve

## 2.4 Effet de la pente du terrain sur le bâti

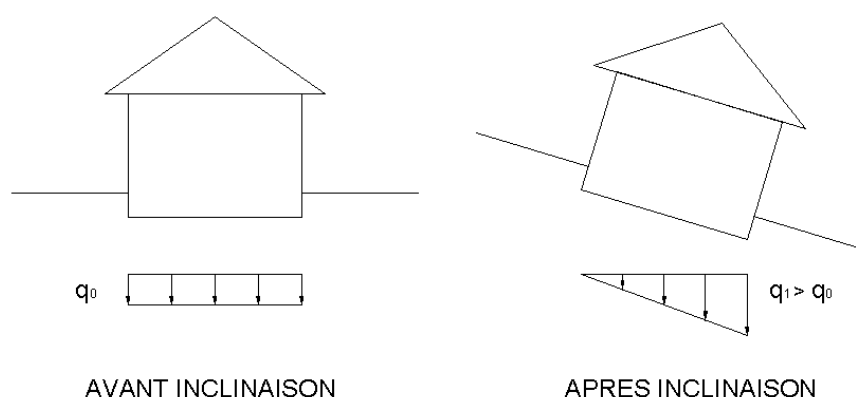
L'affaissement du terrain a pour conséquence une inclinaison généralisée du bâtiment, que l'on ne peut pas négliger pour des valeurs de pentes élevées, et qui provoque deux phénomènes : l'augmentation des contraintes de sol et la mise en traction des façades.

### 2.4.1 Augmentation des contraintes de sol

L'inclinaison d'une charge verticale centrée sur une fondation provoque une redistribution des contraintes du sol : celles-ci seront plus élevées du côté de l'inclinaison, plus faible du côté opposé.

L'augmentation des contraintes risque de provoquer un poinçonnement du sol, qui peut entraîner le basculement de l'ouvrage, que l'on classe alors au niveau N5.

Nous avons considéré qu'un tel basculement avait lieu lorsque la pente provoquait le doublement de la contrainte du sol.



*Variation des contraintes sous les fondations, selon la pente du sol*

L'effet étudié n'est fonction que des caractéristiques du sol, indépendamment du type de structure. C'est pourquoi le type de renforcement retenu n'a pas d'influence ici.

Finalement, nous établissons la correspondance suivante entre le niveau d'endommagement et l'augmentation de la contrainte du sol, *valable pour un bâtiment faiblement ou fortement renforcé* :

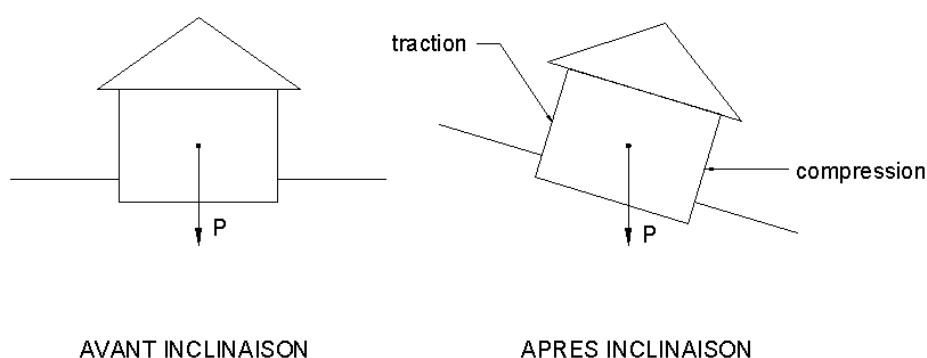
Niveau d'endommagement	Augmentation de la contrainte de sol
N1	jusqu'à 20 %
N2	de 20 à 40 %
N3	de 40 à 70 %
N4	de 70 à 100 %
N5	au-delà de 100 %

*Niveaux d'endommagement en fonction de l'augmentation de la contrainte de sol*

## 2.4.2 Traction dans les façades

En dehors des phénomènes d'affaissements, le poids du bâtiment permet de maintenir les façades comprimées. Lorsque le bâtiment s'incline, les façades sont plus comprimées du côté de l'inclinaison et peuvent être soumises à des tractions du côté opposé.

Les façades n'étant pas dimensionnées pour supporter une traction généralisée, un risque d'effondrement apparaît dès lors que la résultante des efforts sort du « tiers central ». L'ouvrage est alors classé en niveau N4.



*Modification des efforts dans les façades, selon la pente du sol*

Finalement, nous établissons la correspondance suivante entre le niveau d'endommagement et la position de la résultante des efforts par rapport au tiers central :

Niveau d'endommagement	Position de la résultante par rapport au tiers central	
	<i>bâtiment faiblement renforcé (1)</i>	<i>bâtiment fortement renforcé (2)</i>
N1	jusqu'à 50 %	jusqu'à 60 %
N2	de 50 à 70 %	de 60 à 80 %
N3	de 70 à 90 %	de 80 à 100 %
N4	de 90 à 110 %	de 100 à 120 %
N5	au-delà de 110 %	au-delà de 120 %

*Niveaux d'endommagement en fonction de la position de la résultante par rapport au tiers central*

- (1) surcoût des renforts de 6 % du prix de la construction neuve  
 (2) surcoût des renforts de 15 % du prix de la construction neuve

### 3. Niveaux d'impact selon la pente de l'affaissement

#### 3.1 Niveaux d'endommagement

Les niveaux d'endommagement dépendent des sollicitations précitées, qui elles-mêmes sont fonction de la pente prévisible de l'affaissement.

Ils ont été étudiés sur les cinq types de bâtiments renforcés structurellement à hauteur d'un surcoût à la construction limité à

- 15 % environ dans un premier cas (bâtiment fortement renforcé),
- 6 % dans un deuxième cas (bâtiment faiblement renforcé).

Le surcoût de 15% évoqué ci-dessus ne comprend pas les dispositions constructives permettant le relevage du bâtiment à moindre coût (dans le cas où cette dernière disposition serait retenue, le surcoût serait porté à 17%).

Après analyse de chaque type de bâtiment, il a été possible de présenter, sous forme de tableau, la correspondance entre les niveaux d'endommagement et la pente de l'affaissement, comme ci-après :

##### 3.1.1 Type 1 - Bâtiment à rez-de-chaussée, à ossature en béton avec façade ouverte

Exemple d'usage: annexe, garage, abri.

Pente de l'affaissement (%)	Niveau d'endommagement du bâtiment de <b>type 1</b>				
	N1	N2	N3	N4	N5
Type 1 <u>fortement</u> renforcé	$p \leq 4$	$4 < p \leq 7$	$7 < p \leq 14$	$14 < p \leq 17$	$17 < p$
Type 1 <u>faiblement</u> renforcé	$p \leq 1$	$1 < p \leq 2$	$2 < p \leq 10$	$10 < p \leq 12$	$12 < p$

### 3.1.2 Type 2 - Bâtiment à rez-de-chaussée et un étage partiel, à ossature en béton.

Exemple d'usage : salle des fêtes, cantine, petit ERP.

Pente de l'affaissement (%)	Niveau d'endommagement du bâtiment de <b>type 2</b>				
	N1	N2	N3	N4	N5
Type 2 <u>fortement</u> renforcé	$p \leq 1$	$1 < p \leq 2$	$2 < p \leq 7$	$7 < p \leq 14$	$14 < p$
Type 2 <u>faiblement</u> renforcé	$p \leq 1$	$1 < p \leq 2$	$2 < p \leq 3$	$3 < p \leq 7$	$7 < p$

### 3.1.3 Type 3 - Bâtiment à rez-de-chaussée et un étage, à ossature en béton.

Exemple d'usage : maison individuelle.

Pente de l'affaissement (%)	Niveau d'endommagement du bâtiment de <b>type 3</b>				
	N1	N2	N3	N4	N5
Type 3 <u>fortement</u> renforcé	$p \leq 2$	$2 < p \leq 3$	$3 < p \leq 11$	$11 < p \leq 21$	$21 < p$
Type 3 <u>faiblement</u> renforcé	$p \leq 1$	$1 < p \leq 2$	$2 < p \leq 5$	$5 < p \leq 11$	$11 < p$

### 3.1.4 Type 4 - Bâtiment à rez-de-chaussée et trois étages, à ossature en béton.

Exemple d'usage : bâtiment d'habitation collectif, bureaux.

Pente de l'affaissement (%)	Niveau d'endommagement du bâtiment de <b>type 4</b>				
	N1	N2	N3	N4	N5
Type 4 <u>fortement</u> renforcé	$p \leq 1$	$1 < p \leq 2$	$2 < p \leq 6$	$6 < p \leq 12$	$12 < p$
Type 4 <u>faiblement</u> renforcé	$p \leq 1$	$1 < p \leq 2$	$2 < p \leq 3$	$3 < p \leq 6$	$6 < p$

### 3.1.5 Type 5 - Bâtiment à rez-de-chaussée, à ossature métallique.

Exemple d'usage : entrepôt, bâtiment d'activité.

Pente de l'affaissement (%)	Niveau d'endommagement du bâtiment de <b>type 5</b>				
	N1	N2	N3	N4	N5
Type 5 <u>fortement</u> renforcé	$p \leq 1$	$1 < p \leq 2$	$2 < p \leq 4$	$4 < p \leq 9$	$9 < p$
Type 5 <u>faiblement</u> renforcé	$p \leq 1$	$p \leq 1$	$1 < p \leq 2$	$2 < p \leq 4$	$4 < p$

## 3.2 Possibilité de remise en état et estimation des coûts des réparations

Dans le cas où les désordres n'affectent pas la structure de façon importante (niveau d'endommagement compris **entre N1 et N3**), des travaux de **remise en état** sont envisageables sans diagnostic particulier.

Le coût des réparations peut être estimé à 5 % du prix de la construction neuve pour le niveau N1, à 10 % pour le niveau N2 et à 20 % pour le niveau N3.

Cette estimation ne tient pas compte d'une éventuelle remise à niveau du bâtiment, dont le coût s'élève à environ 40 % du prix de la construction neuve.

Pour le **niveau N4**, seul un **diagnostic de la structure** peut juger de la pertinence d'une remise en état. Une reprise en sous-œuvre généralisée est souvent nécessaire. Dans le cas où la remise en état est décidée, le coût des travaux avoisinerait le prix du bâtiment neuf.

Enfin, une **remise en état n'est pas envisageable** pour les bâtiments ayant subi un **niveau d'endommagement N5**, compte tenu des désordres prévisibles trop importants.



## 4. Dispositions générales de constructibilité

Les dispositions constructives proposées ci-après en matière d'urbanisme (paragraphe implantation et voisinage) et de conception d'ouvrages (paragraphe matériaux, formes et dimensions générales, fondations, superstructure, éléments non structuraux et réseaux) ont été établies en tenant compte, dans la mesure du possible, du savoir-faire et des pratiques courantes des entreprises de la région. Elles peuvent soit avoir un caractère prescriptif lorsqu'elles concernent directement la stabilité et la tenue du clos et couvert de la construction, soit un caractère de recommandation lorsqu'elles améliorent le bon comportement de l'ouvrage par des choix constructifs judicieux.

La distinction entre constructions faiblement et fortement renforcées en matière de dispositions constructives de renforcement évoquées au paragraphe 1.2 intitulé *Contenu de l'étude* ne concerne que les paragraphes 4.5 et 4.6 intitulés respectivement *fondations* et *superstructure*. Ces deux dispositions de renforcements (dont les caractères communs apparaissent au paragraphe 4.5) ont pour objectif d'augmenter la capacité résistante d'un bâtiment traditionnel vis-à-vis des affaissements prévisibles (cf. les tableaux de pente du chapitre 3 intitulés *niveaux d'impact selon la pente de l'affaissement*).

### 4.1 Implantation

Le phénomène d'affaissement minier modifie, par nature, l'organisation originelle du sol. C'est pourquoi une topographie accidentée et un relief de terrain accusé peuvent avoir des conséquences amplifiées sur les constructions environnantes. Les mesures d'implantation qui suivent ont principalement pour objectif d'éviter un changement des états d'équilibre des terres en cas de mouvement du sol d'assise, un glissement de terrain par instabilité dans le cas d'un talus et un risque d'éboulis dans le cas d'une falaise située à proximité.

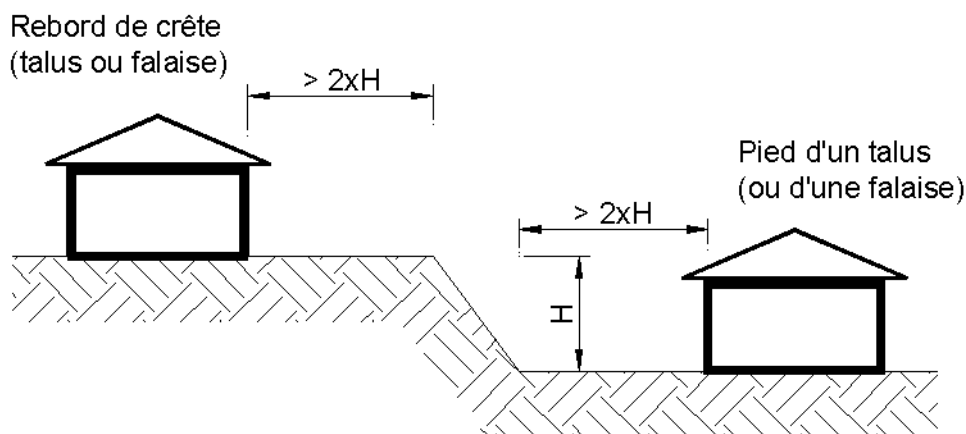
Le cas des nappes phréatiques doit faire l'objet d'une préoccupation particulière de la part des constructeurs.

En fonction de l'affaissement final prévisible (amplitude de l'affaissement) et du niveau centennal de la nappe phréatique, un dispositif de rabattement de la nappe – permettant d'abaisser le niveau de l'eau environnante – est nécessairement à prévoir dès que le niveau exceptionnel et conventionnel des eaux (correspondant au niveau des plus hautes eaux connues et/ou prévisibles) est supérieur au niveau bas du rez de chaussée de la construction.

Ces considérations conduisent à établir les recommandations suivantes :

### Recommandations :

- La construction ne doit pas être implantée à proximité d'un rebord de crête et d'un pied de talus (ou d'une falaise) dont la pente est supérieure à 10 %. Cette zone de proximité s'étend jusqu'à une distance égale à deux fois la hauteur du talus ou de la falaise.



Implantation par rapport à des talus et à des falaises dont les pentes sont réputées stables

- Les bâtiments doivent être implantés en dehors d'un terrain dont la pente moyenne est supérieure à 10 %. Au-delà de cette déclivité, le risque de changements des états d'équilibre des terres n'est plus maîtrisable pour les types de constructions visées par l'étude.
- Dès qu'un rabattement de nappe est à prévoir en cas d'affaissement, il paraît plus raisonnable d'éviter la construction de bâtiments.

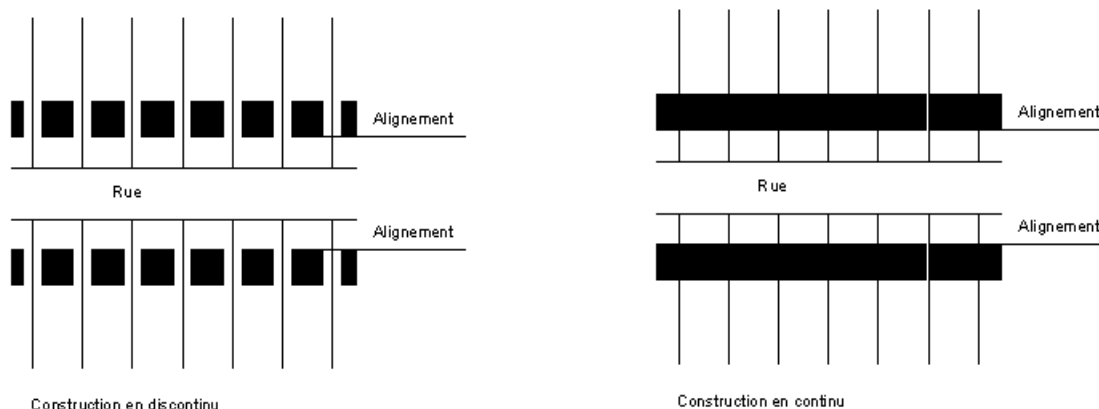
## 4.2 Voisinage

Pendant le phénomène d'affaissement, le sol subit un allongement puis un raccourcissement horizontal ; cette déformation s'amplifie d'autant plus que les pentes d'affaissement prévisibles sont élevées. A ces deux mouvements consécutifs se superpose le processus d'incurvation du sol né de la déformation verticale de surface.

L'articulation des constructions le long des rues doit permettre aux bâtiments d'être dégagés en façades et en pignons. Cette disposition constructive autorise un déplacement libre de l'ensemble des fondations sur le plan horizontal. De surcroît, la distance minimale d'isolement doit permettre une inclinaison des bâtiments sous l'effet de courbure du terrain (l'effet de cuvette est particulièrement déterminant dans cette disposition constructive).

Dans le cas des maisons accolées situées en milieu continu (cas des maisons en bande, par exemple), on doit prévoir un vide entre chaque maison, que l'on appellera joint d'affaissement par la suite.

Ces joints d'affaissement sont à ménager tous les trente mètres maximum dans le sens de la longueur et dans celui de la largeur.



La largeur des joints dépend du type de la construction et prend en compte la pente (ou le rayon de courbure) et le raccourcissement de la distance d'isolement entre les bâtiments lors de la formation « en cuvette ».

Lors de l'existence du bâtiment, les joints doivent pouvoir jouer leur rôle et doivent être protégés sur toutes leurs faces. La couverture du joint est à réaliser à l'alignement des murs extérieurs de telle sorte qu'aucun matériau n'y pénètre malencontreusement. Cette protection peut s'opérer avec un couvre joint constitué de tôles ondulées déformables ou par un système composé de profilés en élastomères venant s'insérer dans des cadres métalliques latéraux, par exemple.

Il faut souligner que la mise en place des joints d'affaissement constitue une mesure décisive de protection contre les dégâts d'affaissements miniers. La mise en œuvre de ces joints revêt une importance particulière et nécessite une réalisation extrêmement soignée autant que l'exigent les dispositions constructives fondamentales dans l'érection d'un bâtiment.

Ces considérations conduisent à établir les prescriptions suivantes :

**Prescriptions :**

- Les constructions doivent être séparées par des joints d'affaissement, dont la largeur, exprimée en centimètre, est donnée dans le tableau ci-après selon le type de bâtiment :

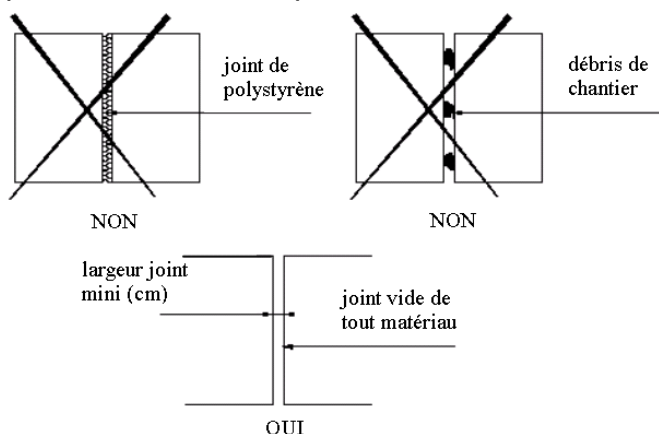
Largeurs de joint d'affaissement (cm)	Pente (%)				
	5	10	15	20	25
Type 1 Annexe non habitable	10	10	20	20	30
Type 2 Petit ERP	20	30	50	60	80
Type 3 Maison individuelle	10	20	30	40	50
Type 4 Bâtiment d'habitation collectif	30	60	90	110	140
Type 5 Bâtiment d'activité	20	30	50	60	80

Pour les valeurs de pente situées entre les valeurs indiquées dans le tableau, il convient de prendre la largeur du joint la plus importante (exemple : le bâtiment en type 3 situé dans une zone d'affaissement à pente de 13 % doit disposer d'un joint d'affaissement de largeur 30 cm).

Quand il est prévu " d'accoler " deux types ensemble, il y a lieu de retenir la plus petite des deux valeurs de largeur du joint d'affaissement.

*Exemple :* un garage (type 1) accolé à un petit collectif (type 4) en zone de pente prévisible de 22 %, il faut retenir une largeur de joint de 30 cm.

- Ces joints doivent être maintenus, en permanence et dans tous les cas, libres et dégagés de tout objet ou matériaux susceptibles de l'obstruer et de le rendre impropre à sa destination première.



Réalisation des joints entre bâtiments

## 4.3 Matériaux

Les matériaux utilisés aussi bien en structure qu'en clos et couverts doivent présenter des performances de résistance et un niveau de durabilité largement éprouvés. Cela suppose qu'ils doivent :

- être conformes, pour ceux relevant du domaine traditionnel, aux documents normatifs en vigueur (DTU et Normes NF ou EN) ;
- relever de l'Avis Technique pour les matériaux et procédés innovants.

Par ailleurs, les matériaux doivent satisfaire à des exigences de caractéristiques minimales, afin d'éviter une détérioration prématurée des performances mécaniques de l'ouvrage.

Ces considérations conduisent à établir les prescriptions et recommandations suivantes :

### 4.3.1 Béton

#### 4.3.1.1 Sable

##### **Prescription :**

Le sable de rivière doit être lavé. D'une manière générale le sable non lavé est à proscrire.

##### **Recommandations :**

Le sable de mer n'est pas recommandé car il nécessite un lavage indispensable à l'eau douce afin d'éviter la corrosion prématurée des armatures mise en place dans le béton.

Le sable de pouzzolane, compte tenu de sa forte porosité, nécessite un mouillage préalable à son utilisation. Cette précaution est rendue nécessaire afin d'éviter qu'il n'absorbe pas l'eau de gâchage utile à l'hydratation du ciment.

#### 4.3.1.2 Gravillons

##### **Recommandation :**

Pour le béton de structure, les gravillons utilisés doivent être de granulométrie 5/15.

#### **4.3.1.3 Béton prêt à l'emploi**

##### **Prescriptions :**

En cas de béton prêt à l'emploi, la résistance caractéristique minimale du béton à la compression à 28 Jours doit être de 25 MPa (il convient alors de demander du BCN B 25).

Pour les ouvrages de faibles épaisseurs, la consistance demandée doit être « très plastique » (au sens de la Norme NF P 18-305) afin d'obtenir une mise en place du béton optimale. Dans ce cas d'utilisation, l'ajout d'eau sur chantier est à proscrire.

#### **4.3.1.4 Béton fait sur chantier**

##### **Prescription :**

Le dosage minimal en ciment doit être de 350 kg/m<sup>3</sup>.

#### **4.3.1.5 Armatures pour béton**

##### **Prescriptions :**

Les aciers utilisés pour constituer les armatures de béton doivent être à haute adhérence, de nuance Fe E 500 (limite élastique à 500 MPa) et disposer d'un allongement garanti sous charge maximale d'au moins 5 %.

Les distances d'enrobage des aciers vis-à-vis de la paroi la plus voisine doivent respecter les dispositions constructives définies dans le BAEL 91 modifié 99.

### **4.3.2 Aciers pour charpente métallique**

##### **Prescription :**

Les aciers utilisés pour la construction métallique doivent disposer d'une nuance minimale de Fe E 235 (limite élastique à 235 MPa).

### **4.3.3 Eléments de maçonneries**

Les éléments de maçonneries peuvent être pleins ou creux. Ils peuvent être :

- en blocs pleins de béton courant ou de béton cellulaire,
- en blocs perforés de béton à perforations verticales,
- en blocs creux en béton courant,
- en briques creuses de terre cuite à perforations horizontales,
- en briques pleines de terre cuite,
- en blocs perforés de terre cuite à perforations verticales.

## Prescriptions :

Les blocs pleins ou assimilés doivent disposer d'une épaisseur minimale de 15 cm.

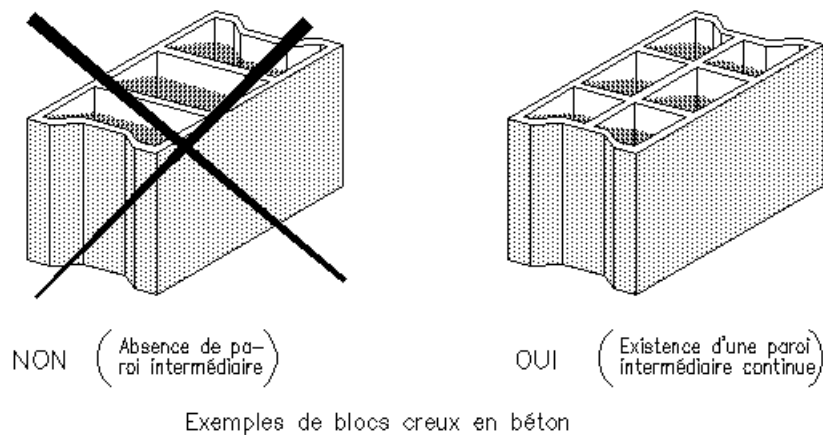
Les éléments présentant des fissures ou des épaufrures significatives (pouvant nuire à la résistance) sont systématiquement à retirer de la construction.

## Recommandations :

Les blocs perforés sont assimilés à des blocs pleins aux deux conditions suivantes :

- disposer de perforations verticales perpendiculairement au plan de pose ;
- avoir une résistance supérieure à 12 MPa.

Les blocs creux doivent comporter une cloison intermédiaire orientée parallèlement au plan du panneau et disposer d'une épaisseur minimale de 20 cm.



Les blocs de béton doivent répondre aux résistances minimales suivantes :

- 6 MPa pour les blocs creux de 20 cm d'épaisseur (B60 ou B80)
- 12 MPa pour les blocs pleins ou perforés de 15 cm d'épaisseur (B120 ou B160)

Les blocs de briques de terre cuite doivent répondre aux résistances minimales suivantes :

- 6 MPa pour les briques creuses de terre cuite de 20 cm d'épaisseur (BCTC 20 – 60 et BCTC 20 -80)
- 6 MPa pour les briques pleines en blocs perforés de terre cuite de 20 cm d'épaisseur minimale (BPTC 20 – 60, par exemple)
- 12 MPa pour les blocs perforés de terre cuite de 15 cm d'épaisseur (BPTC 15 – 120 et BPTC 15 – 150).

#### 4.3.4 Mortier de jointoiment

##### Prescriptions :

Les grains de sable, constitutifs du mortier, ne doivent pas excéder 5 mm.

L'épaisseur des joints ne doit pas être inférieure à 15 mm.

##### Recommandations :

Le mortier utilisé pour le jointoiment doit être aussi plastique et souple que possible.

Le liant du mortier doit être chargé en chaux afin de conférer une souplesse aux pans de maçonnerie.

## 4.4 Formes et dimensions générales

Afin que les résultats de cette étude soient valables pour des formes et dimensions différentes de celles de la typologie, la conception d'un nouveau bâtiment doit répondre aux prescriptions suivantes :

##### Prescriptions :

- Les bâtiments doivent avoir une forme de parallélépipède, dont le rapport entre la longueur et la largeur ne doit pas excéder 2.

$$\begin{array}{l} l \leq L \\ \text{et} \\ \frac{L}{l} \leq 2 \end{array} \quad l = \text{largeur}$$

L = longueur

*Vue en plan du bâtiment*

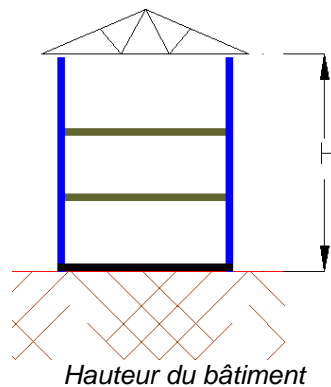
- Pour chaque type de bâtiment, les dimensions maximales sont données dans le tableau suivant :

Dimensions maximales	Longueur L (m)	Largeur l (m)	Hauteur H (m)
Type 1 Annexe non habitable	8	4	3
Type 2 Petit ERP	20	12	7
Type 3 Maison individuelle	14	9	6
Type 4 Bâtiment d'habitation collectif	25	15	12
Type 5 Bâtiment d'activité	30	18	5

*Dimensions maximales des types de bâtiment*



La hauteur  $H$  d'un bâtiment correspond à la distance entre le terrain naturel et le dessous de la charpente.



- Les constructions ne doivent posséder aucun décrochement au niveau du sol. Dans le cas de formes complexes, elles doivent être ramenées à des éléments simples indépendants, tant au niveau des fondations qu'au niveau de la superstructure. En particulier, les vérandas, garages, murs de clôture, etc... doivent impérativement être désolidarisés du bâtiment.

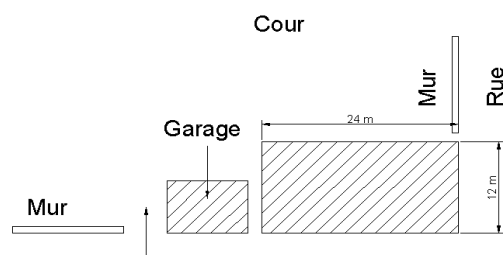
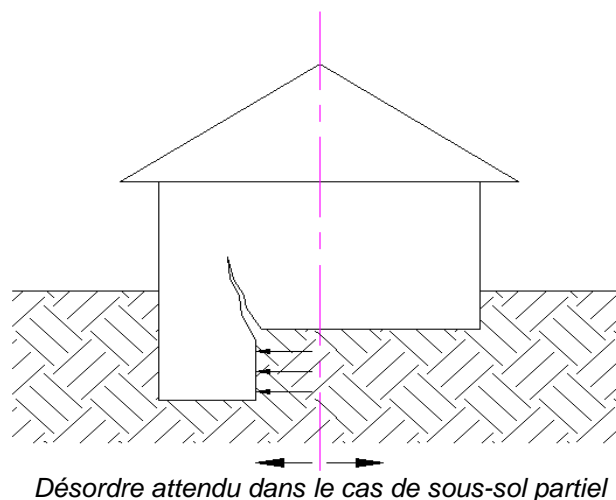


Schéma d'un immeuble simple  
*Fractionnement d'un bloc de bâtiments*

- Les constructions ne doivent comporter aucun niveau en infrastructure, même partiel.



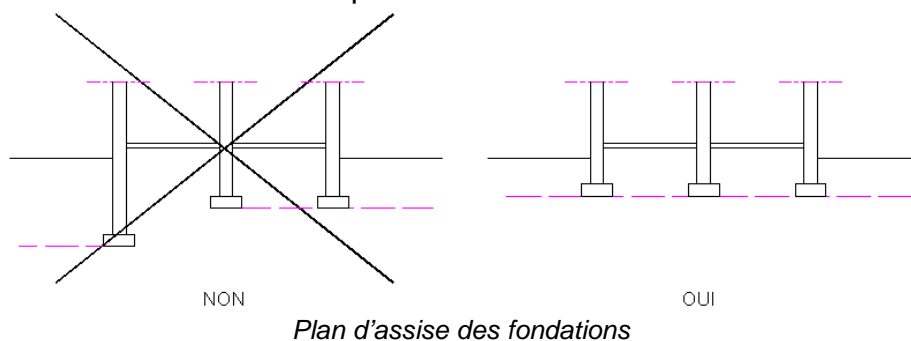
Les parties en saillie au dessus du sol, tel que balcons, acrotères, éléments en porte-à-faux, n'ont aucune influence sur l'interaction sol-structure.

## 4.5 Fondations

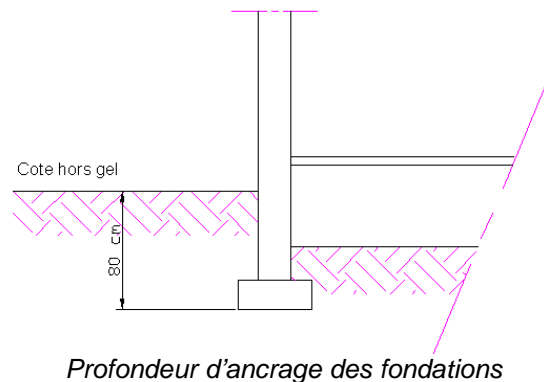
Les résultats de cette étude ne sont valables que pour des bâtiments dont les fondations sont renforcées vis-à-vis des affaissements miniers : la conception d'un nouveau bâtiment doit répondre aux prescriptions suivantes :

### Prescriptions communes aux bâtiments faiblement ou fortement renforcés :

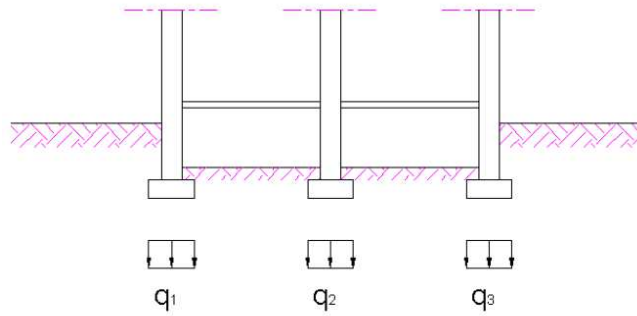
- Toutes les fondations doivent être fondées sur un même niveau, aucun décrochement vertical n'est permis.



- Elles doivent être superficielles et ne doivent pas descendre plus bas que la cote hors gel (80 cm par rapport au terrain naturel).



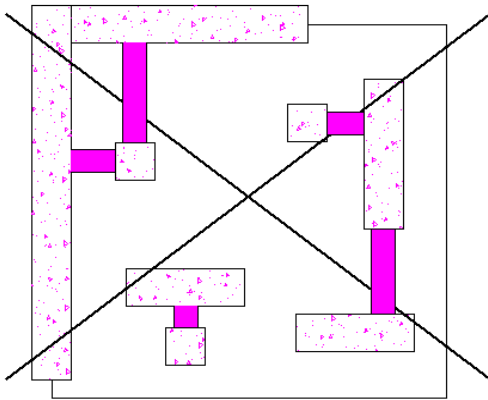
- Dans la mesure du possible, les charges seront réparties au mieux sur l'ensemble des fondations et la contrainte du sol sera la plus homogène possible.  
Les fondations doivent être dimensionnées au plus juste vis-à-vis de la contrainte de calcul du sol.



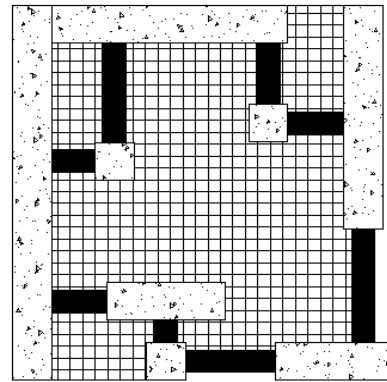
$$q_1 \approx q_2 \approx q_3 \approx q_i$$

*Contrainte de sol sous les fondations*

- Les fondations doivent être filantes et constituer un système homogène. Dans le cas de fondations isolées, elles doivent être reliées aux autres fondations par un réseau de longrines interdisant tout déplacement relatif.



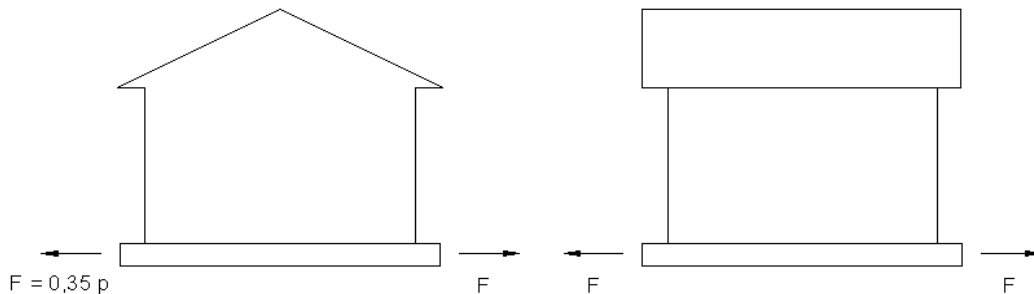
NON



OUI

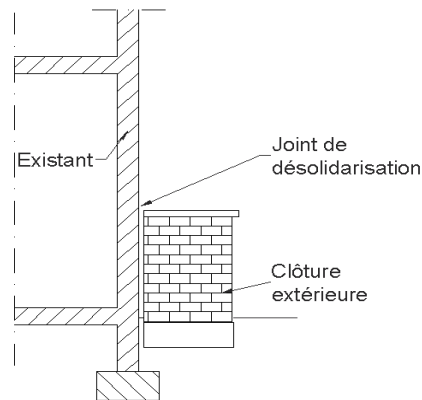
*Liaisonnement des fondations*

- L'ensemble des fondations doit être ferrillé conformément au BAEL 91 sous combinaisons accidentelles, pour résister à un effort de traction égal à  $P \times 0,35$ , selon les deux axes du bâtiment, P étant le poids du bâtiment.



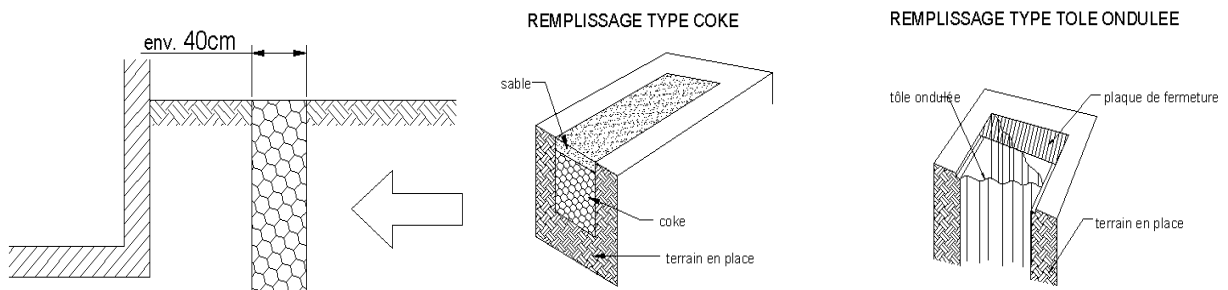
*Efforts horizontaux dans les fondations*

- Les fondations d'ouvrages secondaires, tels que murets, terrasse, doivent être indépendants et désolidarisés de l'ouvrage principal.



*Désolidarisation des ouvrages secondaires*

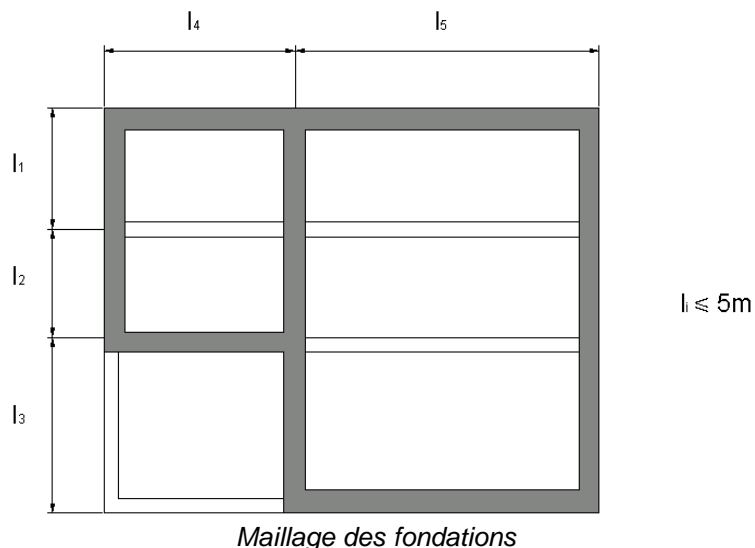
- Les fondations doivent être entourées par une tranchée d'éléments très compressibles, le plus proche possible du bâtiment et descendues au même niveau que les fondations. La tranchée périphérique, remplie de matériaux très compressible, est susceptible d'encaisser en grande partie les déformations du sol (en zone de courbure et de compression) et de protéger ainsi les murs enterrés



*Exemple de tranchée compressible périphérique*

### Prescriptions supplémentaires aux bâtiments fortement renforcés :

- Le réseau des fondations doit avoir la forme d'un caisson, de maille maximum 5 x 5 m.

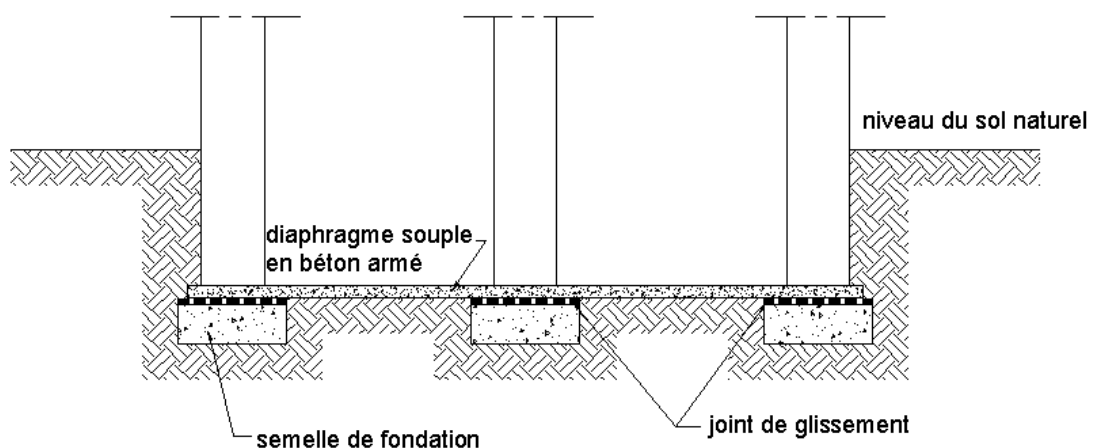
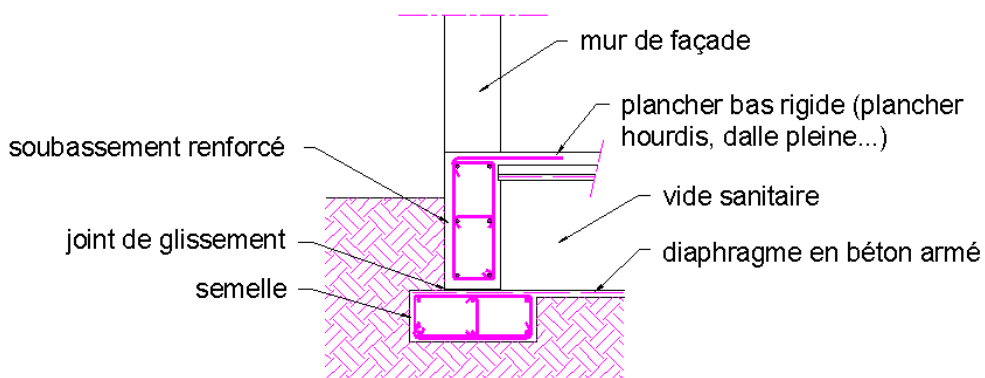


*Maillage des fondations*

- Les soubassements doivent être rigidifiés, la partie « semelle » étant désolidarisée de la partie rigide par un joint de glissement permettant notamment d'échapper aux efforts horizontaux (ce joint de glissement favorise particulièrement les techniques de relevage de bâtiment compte tenu de la « coupure » réalisée entre les fondations et le soubassement).  
Afin de lier toutes les fondations et longrines entre elles, un diaphragme en béton armé de faible épaisseur doit être réalisé sur toute la superficie du bâtiment.

Pour une meilleure maîtrise de l'interaction sol-structure, les fondations doivent être coulées sur le sol avec interposition d'une couche de sable de 10 cm d'épaisseur minimum.

Le plancher bas doit être sur vide sanitaire, accessible et liaisonné aux soubassements par des armatures de rive.



Diaphragme souple et plan horizontal de glissement

*Principe de fondations*

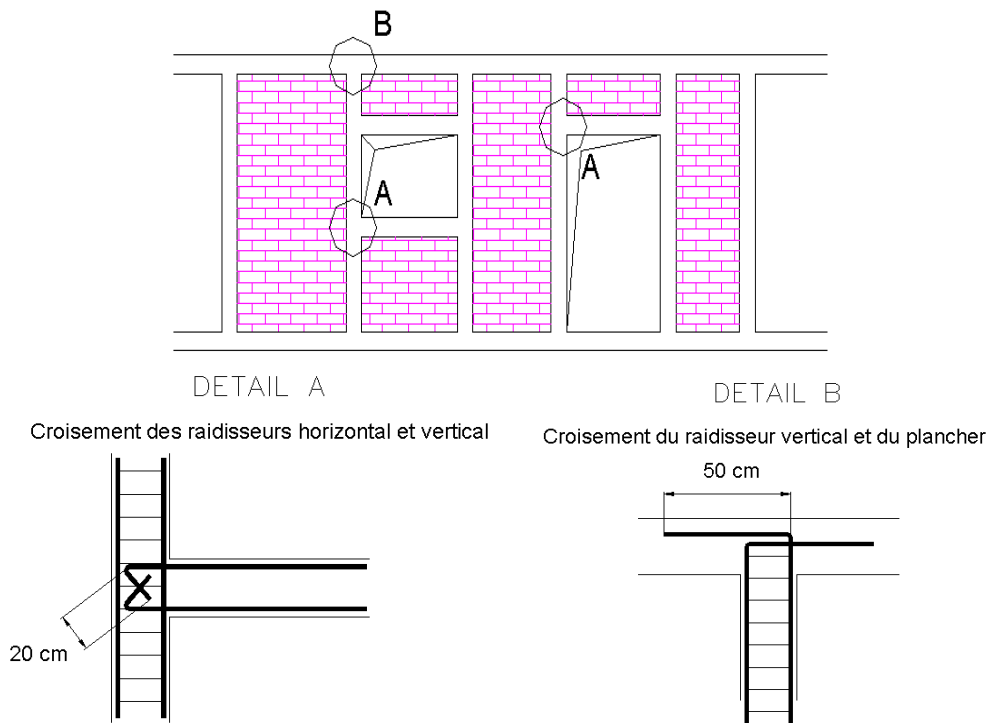
## 4.6 Superstructure

Les résultats de cette étude ne sont valables que pour des bâtiments dont la superstructure est renforcée vis-à-vis des affaissements miniers : la conception d'un nouveau bâtiment doit répondre aux prescriptions suivantes :

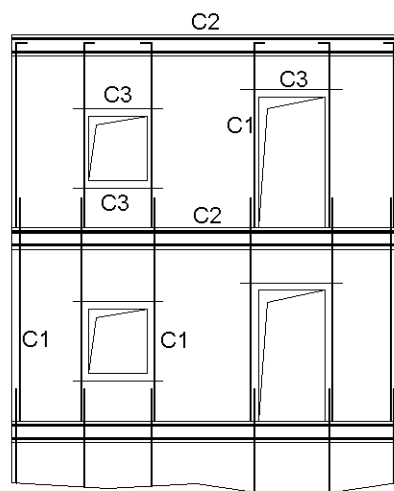
### Prescriptions propres aux bâtiments fortement renforcés :

- Des chaînages continus constitués d'armatures filantes à recouvrement ou ancrage total doivent être disposés aux extrémités des voiles ou des panneaux, à toutes les intersections de murs porteurs, à toutes les intersections des murs et de planchers. Toutes les ouvertures doivent être encadrées par des chaînages.

#### Cas des murs maçonnés



#### Cas des murs en béton armé



- C 1 : chaînage vertical
- C 2 : chaînage horizontal
- C 3 : chaînage des ouvertures (2 armatures HA Ø 10).

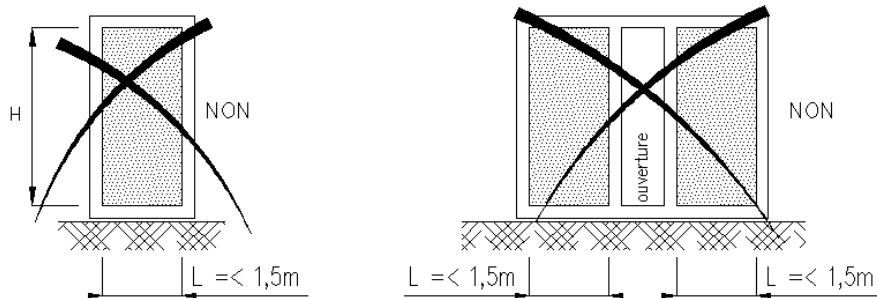
- Les poteaux doivent avoir une capacité portante d'au moins 1,4 fois celle correspondant à la somme des poutres aboutissant au nœud poteau-poutre considéré.

Dans le cas particulier des constructions métalliques

- les pieds de poteaux doivent être articulés, plutôt qu'encastés,
- et les assemblages doivent être boulonnés, plutôt que soudés.

- Les planchers ne doivent pas comporter de décaissés, ils doivent être plans sur toute la surface du bâtiment.

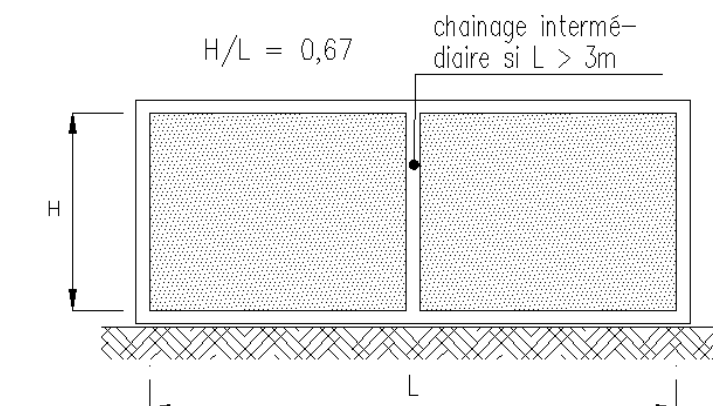
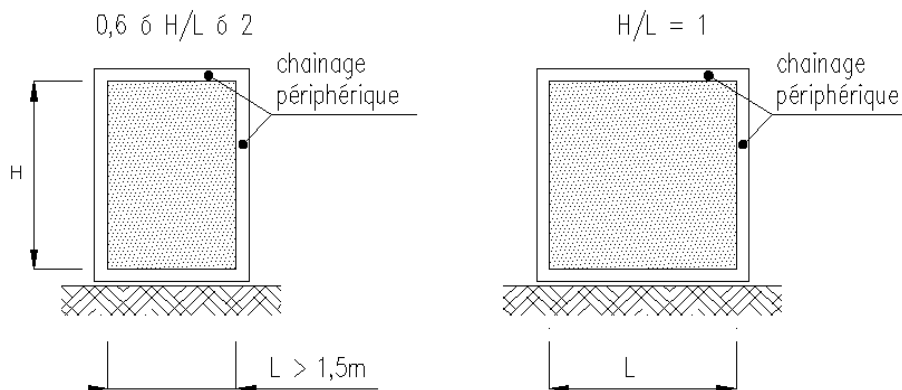
- Les éléments maçonnés de grande dimension doivent être recoupés d'un chaînage vertical tous les 3,00 m maximum.



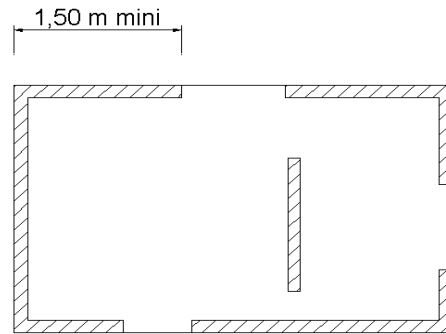
panneau de largeur insuffisante

panneau comportant une ouverture réduisant à moins de 1,5m les longueurs des parties pleines

a) Cas des murs porteurs ne participant pas au contreventement



- La superstructure doit comporter des ouvertures aussi petites que possible. Elles seront placées afin de conserver des pans de murs sans aucune ouverture, sur chaque façade, de largeur minimum de 1,50 m.



*Maillage des fondations*

## 4.7 Éléments non structuraux

Dans la situation d'affaissement, les éléments non structuraux n'ont aucune fonction porteuse mais peuvent être mis en charge par l'ossature porteuse qui se déforme lors de l'incurvation du sol et de la mise en pente du sol. Ces éléments non structuraux et rigides peuvent alors devenir provisoirement porteurs et risquer de subir des dommages importants s'ils ne sont pas conçus pour résister à ces charges (leur présence peut influencer sur le comportement général de la structure).

C'est pourquoi ces éléments non structuraux doivent être conçus pour ne pas avoir d'incidence sur le comportement de la structure de la construction. Les dispositions qui suivent répondent à cette exigence et permettent de maintenir la fonction de l'élément (étanchéité des façades et cloisons, par exemple).

### 4.7.1 Les façades et menuiseries extérieures

#### 4.7.1.1 Les menuiseries extérieures

Pour éviter les désordres résultant de la déformation du gros œuvre, il y a lieu de permettre un déplacement relatif entre le gros œuvre et la menuiserie. Un principe général consiste à réserver des jeux suffisants selon les niveaux d'endommagement prévisibles. Cela peut aller de pattes équerres avec trous de fixation oblongs jusqu'à des dispositions spécifiques détaillées ci-après.

Les dispositions classiques autorisent un défaut d'équerrage de 5 mm maximum, expliquant le coincement des vantaux à partir du niveau d'endommagement N2.



## Prescriptions :

Il est nécessaire de limiter la taille des ouvertures (coté de l'ordre de 1,50 m) et des les prévoir de format sensiblement carré ; tout élancement prononcé pouvant être préjudiciable quelles que soient les dispositions constructives envisageables.

Cela conduit à exclure des ouvrants coulissants qui sont souvent de grandes dimensions et qui par ailleurs présentent un cadre dormant de faible rigidité.

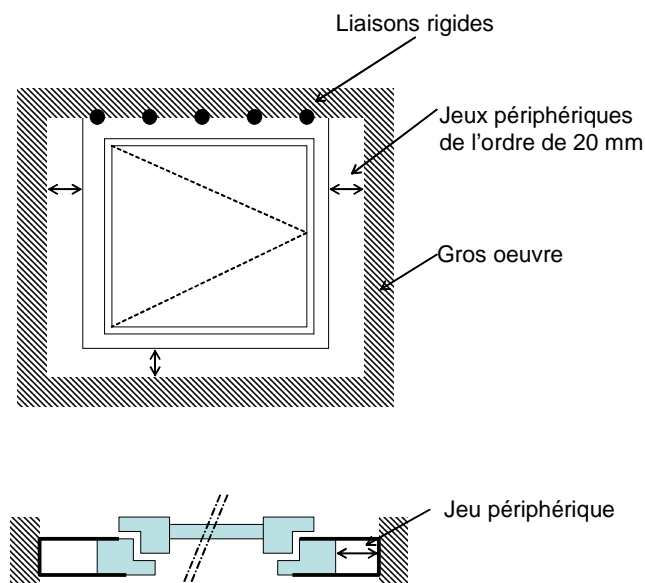
Peuvent être envisagés pour les habitations, les ouvrants à la française et les ouvrants oscillo-battants, pour les locaux d'activité et les petits établissements recevant du public d'autres types d'ouvrants tels que ouvrants à l'italienne ou basculants.

Un moyen de désolidariser la menuiserie du gros œuvre peut consister à suspendre le cadre dormant de la menuiserie au linteau et à maintenir les 3 autres côtés dans des précadres en U, préservant à la fois la reprise des efforts de vent, et le libre déplacement. Le jeu entre la rive du cadre dormant et le fond du profil U correspondant au déplacement prévisible du gros œuvre dans son plan doit être environ 20 mm pour une baie de 1,50 m de coté.

Cette disposition oblige à une conception spécifique des cadres dormants, pour autoriser la reprise du poids du vantail en traverse basse non calée et la transmission en rive supérieure, liée au gros œuvre.

Les dispositions d'étanchéité doivent également être adaptées pour conserver leur intégrité. Toute étanchéité par mastic est à exclure. Il est possible d'envisager la mise en place entre le précadre en U et le dormant des bandes de mousse imprégnées pré-comprimées ou non sur une largeur de l'ordre de 20 mm. En traverse basse de la baie, un drainage du précadre avec une bavette rejet d'eau est à prévoir.

Ce type de disposition spécifique est plus facilement réalisable lors d'une pose de la menuiserie en tableau.



#### 4.7.1.2 Les façades légères

D'une façon générale, les façades légères sont à éviter en zone d'affaissements importants (pente supérieure à 3 %) compte tenu des déformations horizontales et verticales induites par l'affaissement d'une part et du caractère fragile de ces façades d'autre part. Les façades légères comprennent :

- Les façades rideaux, situées entièrement en avant du nez de plancher,
- Les façades semi-rideaux, dont la paroi extérieure est située en avant du nez de plancher et la paroi intérieure située entre deux planchers consécutifs,
- Les façades panneaux, insérées entre planchers,
- Les verrières, inclinées à plus de 15° par rapport à la verticale, qui se prolongent en façade.

#### Prescription :

Proscrire les façades légères.

#### 4.7.2 Escaliers

Les escaliers peuvent être en bois, métal ou en béton armé.

#### Prescriptions :

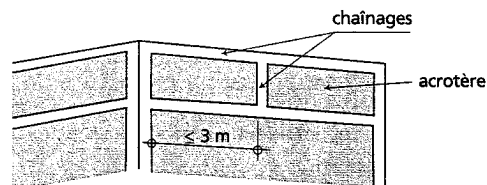
Les escaliers maçonnés et ceux sur voûte sarrasine sont interdits.  
Les marches prévues en console dans les murs sont à proscrire.

#### 4.7.3 Eléments en console verticale

Il peut s'agir d'acrotères, de garde corps, de corniches ou de tout autre élément en maçonnerie fixé uniquement à leur base.

#### Prescription :

Compte tenu de la mise en pente de la construction lors de l'affaissement, les éléments en console verticale quand ils sont réalisés en maçonnerie doivent être encadrés par des chaînages horizontaux et verticaux (espacés tous les 3 mètres) et reliés à la structure porteuse.



#### Recommandation :

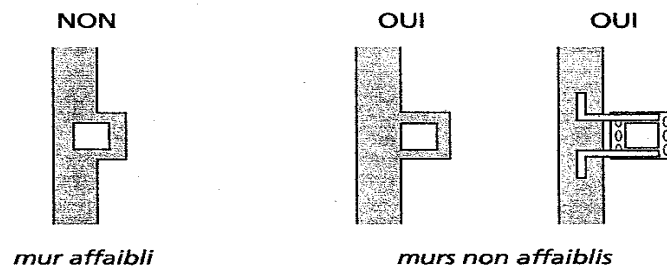
**Encadrement des éléments en console verticale.**

Concernant les gardes corps, les matériaux légers sont préférables aux matériaux lourds.

#### 4.7.4 Les conduits maçonnés

##### Prescriptions :

Du fait de l'inclinaison du bâtiment lors de l'affaissement et des sollicitations induites sur la souche, les cheminées doivent systématiquement être pourvues de raidisseurs métalliques situés à chaque angle du terminal (les souches peuvent être aussi munies de haubanage).

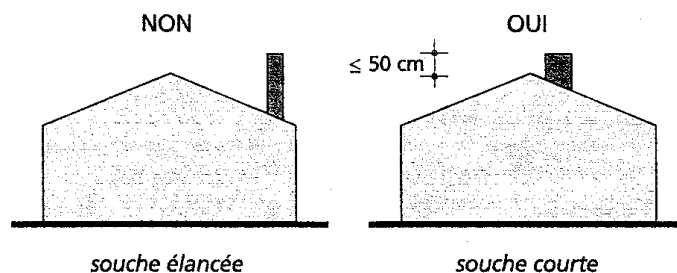


##### Recommandations :

La mise en place de ceintures en plat en acier est recommandée.

Les conduits de fumée doivent être adossés aux murs intérieurs sans affaiblir la section résistante du mur.

A l'intérieur de la construction, les conduits doivent être liaisonnés à la charpente et à chaque plancher par des attaches métalliques. Afin de réduire l'élançement des souches, il est fortement recommandé d'implanter les cheminées à proximité du faîtage (notamment en cas de forte inclinaison de la toiture).



**Conduits de fumée.**

#### 4.7.5 Les toitures

La pente de la toiture doit tenir compte de la pente prévisible en cas d'affaissement afin de continuer à assurer la fonction d'étanchéité (définie en situation de concomitance du vent et de la pluie) et du clos et couvert. Il en découle les recommandations et prescriptions suivantes :

#### 4.7.5.1 Les couvertures en petits éléments

##### Recommandations :

Les couvertures en petits éléments concernent les constructions de type 1, 2, 3 et parfois 4.

Les couvertures en grands éléments concernent les constructions de type 3, 4 et 5.

On doit prévoir une pente de toiture au moins égale à la somme de la pente minimale admissible requise dans le DTU (correspondant au type de toiture retenu) et de la pente prévisible d'affaissement.

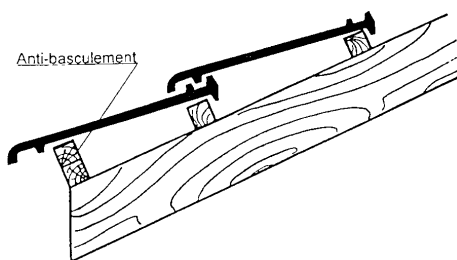
Exemple : couvertures en tuile en terre cuite petit moule à emboîtement ou à glissement à relief (DTU 40) situées en site normal, zone III (selon la carte définissant les zones d'application du DTU 40.21), avec pente prévisible d'affaissement 10 % et disposant d'un écran de sous toiture :

$$\text{Pente à prévoir} = 60 \% + 10 \% = 70 \%$$

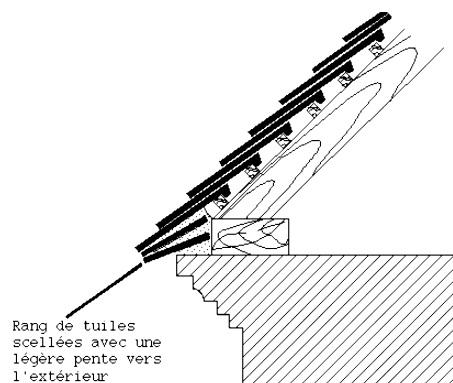
Il faut mettre en place systématiquement un écran de sous toiture (dont la mise en œuvre est prévue dans le DTU de la série 40). Les écrans souples devront relever de la procédure d'Avis Technique en tant que procédé non traditionnel.

Les couvertures en tuiles plates en terre cuite ou en béton ne sont pas recommandées. Les tuiles en ardoise ou en bandeaux bitumés sont à déconseiller pour assurer la fonction d'étanchéité en cas de concomitance vent/pluie lors d'un affaissement entraînant la mise en pente du bâtiment en dehors du plan d'écoulement de sa toiture.

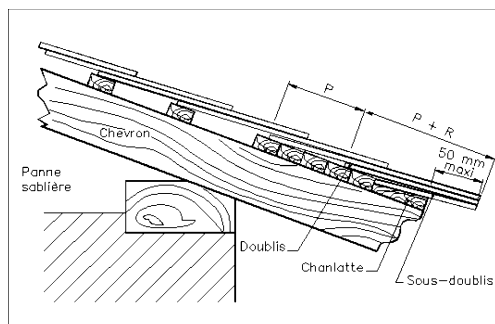
Les couvertures en tuiles de terre cuite à emboîtement ou à glissement à relief ou en tuiles béton à glissement et à emboîtement longitudinal sont recommandées en cas d'affaissement.



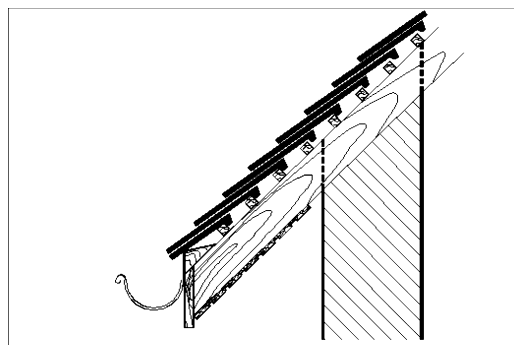
Toiture recommandée (tuile de terre cuite à emboîtement ou à glissement à relief)



Toiture déconseillée (tuile plate en terre cuite)



Tuile déconseillée (tuile ardoise)



Tuile déconseillée  
(tuile plate en béton)

Les gouttières et les descentes d'eau doivent être dimensionnées (section utile) selon le DTU 60.11 et en fonction de la plus grande surface « mouillée » de la toiture possible. De ce point de vue, il faut envisager les deux configurations suivantes :

- toiture inclinée en situation normale ;
- toiture inclinée en situation d'affaissement avec la pente maximale prévisible (zone du point d'inflexion de la cuvette).

De plus, il est recommandé de disposer une descente d'eau à chaque extrémité de gouttière.

#### **4.7.5.2 Etanchéité des toitures**

Ce type d'étanchéité peut concerner les types 3 – 4 et 5.

#### **Prescription :**

Compte tenu du risque d'effondrement sous accumulation d'eau inhérent aux toitures en tôles d'aciers nervurées, les revêtements d'étanchéité sur support en tôles d'aciers nervurées sont à proscrire pour les pentes de toit inférieures à 3 %.

#### **Recommandations :**

Dans le cas de travaux d'étanchéité des toitures sur éléments porteurs en maçonnerie ou en béton, la réalisation d'acrotères bas (hauteur maximale de 10 cm) revêtu d'étanchéité jusqu'à l'arête extérieure est à préférer aux acrotères hauts.

Les descentes d'eau pluviales doivent être prévues au minimum à chaque angle de la toiture afin d'assurer une évacuation d'eau de la toiture en cas de mise en pente du bâtiment.

#### *4.7.6 Cloisons de distribution*

Il convient d'éviter la détérioration des cloisons délimitant les couloirs d'évacuation et les cages d'escalier. Il en découle les recommandations suivantes :

##### **4.7.6.1 Les cloisons en maçonnerie**

###### **Recommandations :**

Pour les cloisons dont l'épaisseur est supérieure à 10 cm, leur superficie entre raidisseurs doit être limitée à 20 m<sup>2</sup> et la diagonale à 50 fois l'épaisseur.

S'agissant des cloisons dont l'épaisseur est inférieure ou égale à 10 cm, leur superficie entre raidisseurs doit être limitée à 14 m<sup>2</sup>, la plus grande dimension ne doit pas excéder 5 mètres et la diagonale doit être inférieure à cent fois l'épaisseur brute.

Les cloisons régissant sur la hauteur d'étage doivent être rendues solidaires de la sous face du plancher supérieur pour éviter leur déversement.

Ces cloisons, n'atteignant pas le plafond, doivent être encadrées par des éléments de béton armé, métal ou bois, solidarisés entre eux et liés au gros œuvre.

##### **4.7.6.2 Les cloisons en carreaux de plâtre**

###### **Prescription :**

Ces cloisons ne conviennent pas pour le type 5 du fait de la flexibilité de l'ossature métallique.

###### **Recommandations :**

Les carreaux de plâtre doivent être désolidarisés de la structure par un joint périphérique de 3 cm d'épaisseur et constitué d'un matériau durablement compressible.

La stabilité de la cloison vis-à-vis des forces perpendiculaires au plan de l'élément doit être assurée par des lisses ou attaches appropriées.

Les cloisons en carreaux de plâtre doivent disposer de raidisseurs tous les 5 mètres dans les parties courantes, aux extrémités des cloisons en épi et en partie haute quand elles ne règnent pas sur toute la hauteur d'étage.

Les huisseries de portes doivent être liées à la cloison par des pattes de scellement tous les joints horizontaux de cloisons. Les montants d'huisserie ne doivent pas être scellés en partie haute.

#### 4.7.6.3 Les cloisons en plaques de plâtre

##### Recommandations :

La mise en place de ces cloisons est particulièrement recommandée pour les constructions soumises aux affaissements importants (pente supérieure à 6 %).

Cependant, comme leur intégrité est exigée en cas d'affaissement, il est nécessaire de découpler des cloisons de la structure :

- en plaçant l'ossature de la cloison dans un profil solidaire de la structure porteuse,
- en ne liaisonnant pas les plaques de plâtre sur le profil.

## 4.8 Réseaux

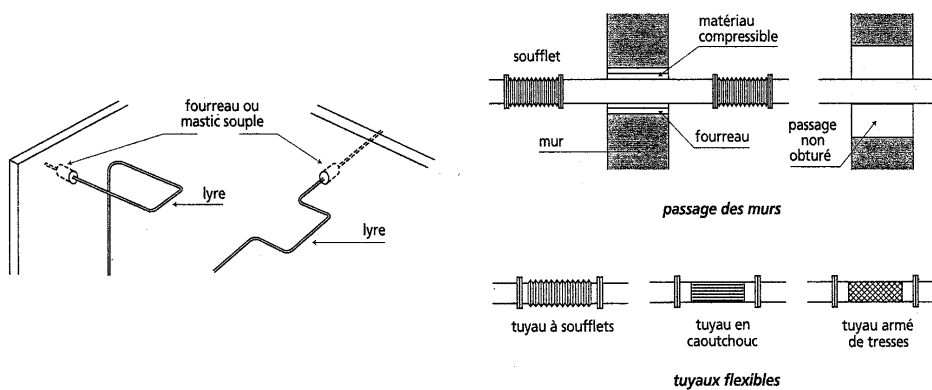
Lors de l'affaissement du terrain, il est nécessaire que les installations et les conduites de distribution puissent continuer à fonctionner et que la conception prévoit une réparation de dégâts inévitables.

Dans ce chapitre, seules les canalisations pour l'eau (réseau sous pression) et les installations d'évacuation (réseaux d'eau de pluie et d'eaux usées) sont examinées.

Les dispositions constructives proposées ci-après répondent à la nécessité de supporter une extension, une compression et une inclinaison du bâtiment lors de l'affaissement. Il en découle les prescriptions et recommandations suivantes :

##### Prescriptions :

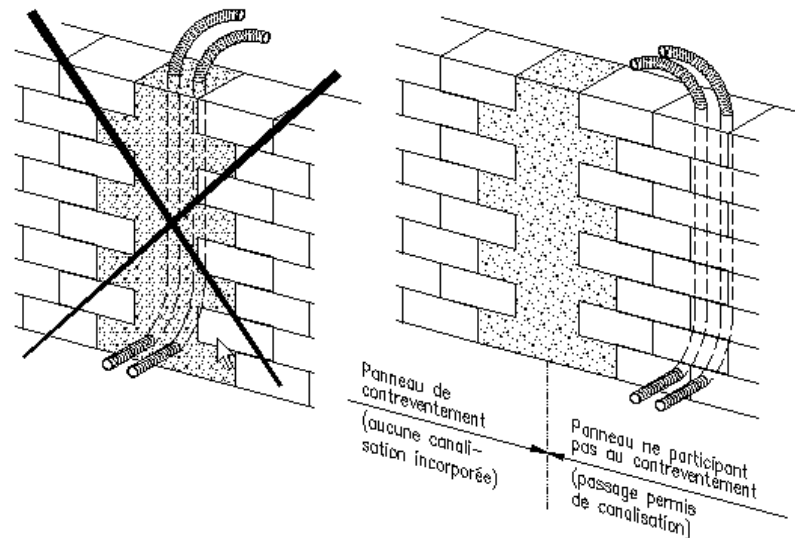
La pénétration des canalisations dans le bâtiment doit s'effectuer par un dispositif souple – dispositif en ligne ou éléments de liaison en métal déformable.



Tuyauterie : conception des tronçons flexibles.

Aucune canalisation n'est à prévoir dans l'emplacement libre des joints d'affaissements (cf. § 4.2).

Il est interdit de disposer des canalisations, quelles que soient leurs dimensions, dans les chaînages et dans les panneaux de contreventement.



Percements et saignées : interdits dans les murs de contreventement

### Recommandations :

La fixation des canalisations extérieures (gouttières et descentes d'eaux pluviales, par exemple) doit être prévue par des étriers ou tout autre dispositif qui ne les maintiennent pas solidement aux murs.

Les liaisons entre les réseaux extérieurs (installations de raccordement au réseau public) et le bâtiment et celles entre le bâtiment et l'égout doivent être placées pour les constructions au milieu de la façade avant (à cet endroit le déplacement entre la fondation et le sol est minimal). Les canalisations peuvent être regroupées dans un emplacement prévu à cet effet (puisard) et dont les parois sont soigneusement désolidarisées du bâtiment.

Les canalisations secondaires doivent avoir au moins une inclinaison supérieure à celle prescrite dans les Normes et DTU en vigueur. Cette mesure constructive qui tient compte du changement de pente des canalisations lors de l'inclinaison du bâtiment permet la vidange des installations d'eau sous pression.

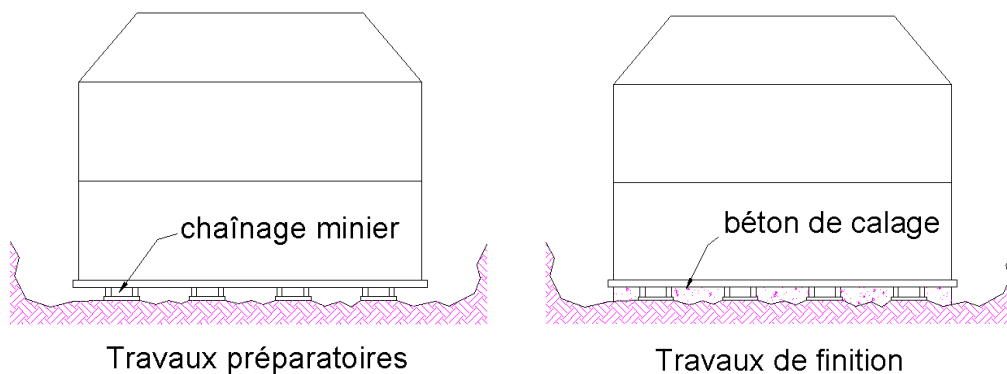


## 4.9 Modalités de relevage des bâtiments

Afin de faciliter leur remise à niveau éventuelle, les bâtiments doivent être munis d'un dispositif de relevage adéquat. Ces dispositifs nécessitent une analyse fine du bâtiment, des fondations et du sol de fondations ; ils doivent être conçus nécessairement par un bureau d'études techniques.

A la conception de l'ouvrage, le choix d'une remise à niveau éventuelle doit être clairement discuté. Dans le cas où il n'est pas jugé utile (pour des raisons techniques, sociales ou financières), les travaux décrits ci-après ne sont pas nécessaires.

La réalisation de niches à vérins est la solution la plus appropriée à notre typologie de bâtiment. Elle n'est envisageable que pour les bâtiments fortement renforcés.



*Principe de relevage d'un bâtiment*

Dans ce cas, les fondations doivent comporter à intervalle régulier dans leur partie rigidifiée des niches à vérins, dont le contour doit être fretté en fonction de la charge de relevage prévisible. Les soubassements doivent être dimensionnés comme des poutres reposant sur les vérins, et l'emprise des fondations doit tenir compte des phases transitoires du relevage. Par ailleurs, les niches à vérins doivent être facilement accessibles.

Le coût de réalisation de ces seules niches à vérin est faible par rapport au coût de la construction (de l'ordre de 2 %).

Dans le cas d'une mise en pente importante il est préférable de relever le bâtiment plusieurs fois de suite lors de l'affaissement.

A titre d'illustration, un bâtiment ayant subi une mise en pente totale de 10% devra faire l'objet d'au moins deux relevages.

Le relevage a un coût total s'élevant à environ 40 % du prix de la construction, et fait appel, au minimum, au savoir-faire de deux types d'entreprises : une première spécialisée dans l'usage des vérins, une deuxième spécialisée dans les reprises en sous-œuvre.

Rappelons que la maîtrise des procédés de remise à niveau est actuellement aux mains des exploitants miniers et que leur disparition est prévue très prochainement. La mise en pratique d'un tel système de remise à niveau implique donc le maintien ou la création d'un savoir-faire qui puisse surveiller les bâtiments construits de manière diffuse, estimer les critères à partir desquels il est nécessaire de relever un bâtiment, et de prendre enfin la décision du relevage.

Il n'est donc pas envisageable de considérer le problème du relevage bâtiment par bâtiment, mais d'une façon beaucoup plus globale et centralisée.

Notons enfin que le relevage du bâtiment n'est pas envisageable si ce dernier a subi des désordres structuraux : les fondations ne doivent pas être fissurées ou avoir subi des déformations importantes. Les parties de la superstructure ayant éventuellement subi des désordres doivent être renforcées avant le relevage.

En outre, même en bon état, un bâtiment ayant une pente trop importante (supérieure à 6 %) posera des problèmes techniques de relevage, pouvant conduire à la décision de ne pas remettre à niveau le bâtiment sans augmenter les dispositifs existants.

Par conséquent, ce dispositif de relevage pour des mises en pente importantes n'est envisageable que pour des évolutions lentes du processus d'affaissement (évolution sur plusieurs semaines au minimum).

Dans l'hypothèse actuelle où l'on considère que le processus d'affaissement peut avoir lieu sur une seule journée, il n'est pas pertinent de recommander ce dispositif de relevage.

## **4.10 Les limites d'application de l'étude**

D'une part, la présente étude ne vise pas les modifications ultérieures apportées sur une construction neuve ayant fait l'objet des préconisations constructives précitées. Les modifications sont à considérer comme une nouvelle construction et sortent du champ d'application du guide. Il peut s'agir :

- de démolition partielle ou totale des panneaux de contreventement ;
- de démolition partielle ou totale de planchers ;
- de transformation de combles non aménagés en étages habitables ;
- de rajout de citernes ou bassins ;
- de surélévation partielle ou total d'un ou plusieurs niveaux.

D'autre part, les dispositions constructives préconisées dans cette étude reposent sur des solutions types et résultent de dimensionnement forfaitaire. De ce point de vue des études particulières restent toujours envisageables dans la mesure où elles sont effectuées par des bureaux d'études spécialisés. Ces études pourront alors reposer sur des hypothèses plus larges que celles retenues dans ce document et permettre un dimensionnement adapté à un projet architectural particulier (emprise au sol non rectangulaire, élévation du bâtiment irrégulière...).

## 5. Sécurité des occupants

L'endommagement des bâtiments soumis à des actions d'affaissement minier définies dans le cadre de l'étude effectuée par le CSTB est classé en 5 niveaux  $N_1$  à  $N_5$ . La définition succincte de ces niveaux est rappelée ci-dessous :

Niveau d'endommagement	Importance du dommage
N1	très léger ou négligeable
N2	léger
N3	appréciable
N4	sévère
N5	très sévère

On constate que le premier niveau  $N_1$  est un niveau pour lequel les déformations sont faibles et n'engendrent au sein de la construction que des désordres visuels. Ce premier niveau n'occasionne pas de modification de géométrie des éléments du bâtiment, susceptibles de compromettre la sécurité des occupants.

Le niveau N2 est un niveau pour lequel les déformations restent faibles, et il peut tout au plus entraîner le coincement des fenêtres et des portes. Pour ce niveau, statistiquement, à l'échelle d'un ensemble de bâtiments, les déformations observées sont suffisamment faibles pour que l'on puisse admettre qu'une faible proportion des bâtiments sera sujette à ce problème. De plus, les mouvements d'affaissement se produisent sur des durées relativement étalées, au travers des connaissances qu'on en a aujourd'hui. Il n'y a pas de risque intrinsèquement lié à la chute d'objets ou d'éléments d'équipements, en raison de la faible amplitude des mouvements de ce niveau d'endommagement, et, donc, il n'y a pas de risque pour l'occupant. Le seul risque que l'on pourrait envisager pour ce niveau N2 serait une panique des occupants ne pouvant pas sortir du fait du coincement des portes et fenêtres, et tentant par là des évacuations risquées (saut de fenêtres, par exemple). Mais ce risque reste extrêmement limité en raison du caractère progressif des déformations d'une part, et de la faible proportion de bâtiments touchés, d'autre part. Toutefois, il pourrait être utile de diffuser un message clair aux occupants des bâtiments concernés, pour les engager au calme, en cas de premiers mouvements ressentis.

Le niveau N<sub>3</sub>, plus sévère que le précédent, présente un risque de panique accentué par rapport à ce qui est décrit ci-dessus pour le niveau N<sub>2</sub>. Mais ce niveau est réputé pouvant également conduire à des ruptures de canalisations. En conséquence, la présence de canalisations de gaz représente ici le risque majeur pouvant être appréhendé, risque très largement pondéré par le caractère progressif de l'affaissement. Dans ces conditions, il convient de proscrire les installations au gaz.

Les deux derniers niveaux, N<sub>4</sub> et N<sub>5</sub>, sont définis comme donnant lieu à des changements de géométrie (sols en pente, murs hors d'aplomb, etc.) et à des risques de chutes d'éléments de structure ou d'équipement. Ces deux niveaux d'endommagement présentent des risques certains pour la sécurité des occupants que l'on ne saurait pas pondérer par le délai d'évacuation car il s'agit là d'une situation d'effondrement ou d'impraticabilité des ouvrages, ce qui n'était pas le cas précédemment pour les niveaux N<sub>2</sub> et N<sub>3</sub>, pour lesquels il s'agissait d'une situation d'amorce de désordres.

Il est donc déconseillé, pour ces niveaux d'endommagement, d'autoriser la construction des bâtiments étudiés ci avant. Une construction ne serait envisageable qu'avec des mesures préventives plus sévères.

En résumé, pour les niveaux d'endommagement N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub>, la sécurité des occupants ne peut pas être directement menacée, du fait de l'absence de risque de chutes d'éléments porteurs ou d'équipements et du caractère progressif de l'affaissement. Concernant les niveaux N<sub>4</sub> et N<sub>5</sub>, la sécurité des occupants peut être menacée en l'absence de dispositifs de surveillance adaptés.

Si l'on souhaite visualiser qualitativement le niveau de risque pour la sécurité des occupants, on peut dresser le tableau suivant :

Type de bâtiment	Pente d'affaissement au-delà de laquelle la sécurité des occupants peut être mise en cause en l'absence de dispositions particulières	
	Cas des bâtiments <u>faiblement</u> renforcés	Cas des bâtiments <u>fortement</u> renforcés
Type 1	10 %	14 %
Type 2	3 %	7 %
Type 3	5 %	11 %
Type 4	3 %	6 %
Type 5	2 %	4 %

## 6. Systèmes constructifs alternatifs

### 6.1 Généralités

Dans ce chapitre, nous allons présenter des systèmes constructifs alternatifs aux systèmes traditionnels de la région étudiés dans les chapitres précédents.

En préambule à ce chapitre, nous rappelons que le choix des matériaux et celui des systèmes constructifs jouent un rôle déterminant dans la résistance des constructions aux effets de l'affaissement minier (mise en courbure du terrain, déformation horizontale du sol et inclinaison du bâtiment). De ce point de vue, l'aptitude des systèmes à se déformer plastiquement lors des efforts élevés sans pour autant réduire sensiblement leurs capacités résistantes constitue une solution préférable à certains procédés constructifs traditionnels plus fragiles.

C'est pourquoi l'objectif visé ici est d'explorer d'autres procédés de gros œuvre de maison qui pourraient permettre de mieux résister aux affaissements miniers par ce qu'ils offrent par rapport aux procédés traditionnels :

- un rapport résistance/poids largement supérieur ;
- une capacité à accepter des déformations plus importantes (du fait de la ductilité de leurs assemblages mécaniques) ;
- une résistance aux chocs importants (résilience) sensiblement supérieure.

A titre d'illustration, deux systèmes constructifs ont été particulièrement analysés :

- la maison individuelle à ossature en bois,
- la maison individuelle à ossature acier.

Il faut souligner que s'agissant d'une analyse menée à titre exploratoire, l'estimation des niveaux d'endommagements des bâtiments vis-à-vis des sollicitations et l'approche décrite au paragraphe 2 n'ont pas été directement appliquées aux constructions pouvant disposer de matériaux ou de systèmes constructifs alternatifs.

Toutefois, en partant du principe que les deux systèmes constructifs décrits ci-après disposent d'une capacité résistante favorable aux actions sismiques, nous pouvons dire que, par retour d'expérience :

- les niveaux d'endommagements N1 et N2 seront globalement atteints pour les mêmes valeurs de pentes, que les bâtiments soient renforcés ou conçus avec les systèmes constructifs alternatifs;
- le niveau d'endommagement N3 des bâtiments conçus avec les systèmes constructifs alternatifs correspondra à des pentes plus élevées que celles atteintes par les bâtiments simplement renforcés;

- pour les bâtiments conçus avec les systèmes constructifs alternatifs, les niveaux d'endommagement N4 et N5 seront atteints pour des pentes sensiblement plus élevées que celles correspondant aux bâtiments simplement renforcés – dans ce cas de figure, la capacité de ces systèmes constructifs alternatifs à se déformer plastiquement lors de déformations élevées (ductilité) agit pleinement pour les niveaux d'endommagement forts (N4 et N5).

L'articulation de ce chapitre s'organise autour de deux parties :

- la première (la plus importante) s'attache à décrire et à analyser deux systèmes constructifs complets (maison à ossature bois et maison à ossature acier),
- la deuxième (indicative) donne des orientations techniques en matière de procédés de gros œuvre pouvant prétendre à un bon comportement vis-à-vis d'affaissements miniers (bon rapport résistance/poids pour le béton léger et ductilité appréciable des assemblages pour les grands panneaux préfabriqués).

Dans ce qui suit nous décrivons, dans les grandes lignes, les principes constructifs qui permettent de présager d'un comportement favorable des constructions vis-à-vis d'un affaissement prévisible.

Enfin, les modes constructifs alternatifs étudiés présentent un surcoût par rapport à une construction traditionnelle en maçonnerie non renforcée. Le surcoût a été évalué globalement sur la base de principes constructifs visant à renforcer les deux systèmes étudiés. En première approche, nous pouvons estimer un surcoût avoisinant 10% pour la maison à ossature acier et 15% pour la maison à ossature bois.

## 6.2 La construction en bois

Le bois, parmi les matériaux utilisés dans la construction, présente, d'une part, un rapport résistance/poids particulièrement élevé. D'autre part, les bâtiments à ossature bois disposent, du fait de la ductilité des assemblages mécaniques (par opposition aux assemblages collés), d'une grande capacité à accepter des déformations importantes. Ces deux propriétés conjuguées entre elles leur permettent d'atteindre - à partir des niveaux d'endommagements N 3 - des pentes admissibles supérieures à celles obtenues pour les bâtiments étudiés ci-avant (voir tableau ci-après).

Par ailleurs, vis-à-vis des sollicitations agissantes, le bois possède une résistance appréciable en traction et en compression quand il est orienté dans la direction de ses fibres. A préciser toutefois qu'il convient de le protéger de l'humidité permanente et des variations hygrométriques auxquelles il est particulièrement sensible.

Le système constructif proposé ci-après consiste à réaliser une superstructure à ossature bois (poteaux, poutres et panneaux) sur des fondations en béton armé et supposées de mêmes dimensions que celles des bâtiments étudiés au chapitre précédent.

Les comparaisons des effets d'un affaissement entre la typologie étudiée ci avant et ce mode alternatif sont les suivantes :

- l'effet de la déformation horizontale du sol est équivalent, et les fondations doivent être dimensionnées de la même manière,
- l'effet de la mise en pente du bâtiment est beaucoup plus faible, compte tenu de l'aptitude du matériau bois à résister à des efforts de traction (sous réserve de la bonne orientation des fibres),
- l'effet de la courbure du terrain est atténué par l'allègement de l'ensemble du bâtiment.

Afin d'apprécier le gain en terme d'impact, nous avons estimé pour le bâtiment de type 3 (exemple de la maison individuelle) les nouvelles pentes correspondant aux différents niveaux d'endommagement :

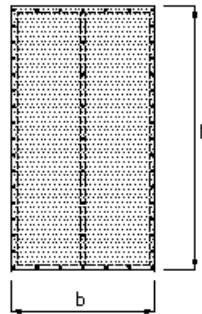
Pente de l'affaissement (%)	Niveau d'endommagement du bâtiment				
	N1	N2	N3	N4	N5
<b>Type 3 fortement renforcé</b>	$p \leq 2$	$2 < p \leq 3$	$3 < p \leq 11$	$11 < p \leq 21$	$21 < p$
<b>Type 3 « bois »</b>	$p \leq 3$	$3 < p \leq 4$	$4 < p \leq 15$	$15 < p \leq 30$	$30 < p$

Comme pour les systèmes en maçonnerie, la conception d'ensemble d'une construction à ossature bois doit respecter les mêmes conditions géométriques : forme rectangulaire et rapport  $\ell/L$  limité à 0,5.

Pour les types 1 – 2 – 3 et 4 les maisons à ossature de bois semblent convenir en zone d'affaissement à condition de disposer d'un système à murs porteurs répondant aux principes suivants :

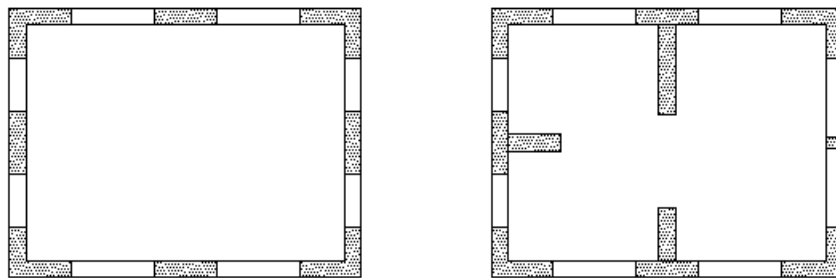
- Les panneaux utilisés dans la composition des murs doivent être résistants à l'humidité : les contreplaqués sont au moins NF Extérieur CTBX et les panneaux de particules doivent être CTBH ;
- Le nombre de panneaux de contreventement doit être identique à tous les étages ;

- Le contreventement est assuré soit par un système triangulé, soit par un voile rigide constitué d'un panneau en contreplaqué d'au moins 14 mm d'épaisseur cloué sur tous les montants de l'ossature ;



Panneau de contreventement

- La répartition des panneaux doit permettre leur superposition dans la hauteur de la construction afin d'éviter des phénomènes de torsion pouvant intervenir lors d'une inclinaison de bâtiment ;
- Chacun des quatre angles doit au moins comporter deux panneaux de contreventement.



Exemple de disposition de panneaux de contreventement

Concernant les parements extérieurs des maisons à ossature de bois, on doit éviter les parements en maçonnerie dont le comportement sous déformations imposées est significativement différent de la structure en bois.

Les parements extérieurs constitués de deux couches d'enduit à base de ciment de chaux sur un support métallique (type métal déployé) liaisonné ou panneaux bois paraissent une mesure constructive compatible avec le comportement d'une ossature bois. Les revêtements extérieurs en enduit plastique semblent, eux aussi, convenir.



## **6.3 Procédé constructif de gros œuvre de maison avec ossature acier**

Ce procédé de gros œuvre complet, du fait de son ossature acier, présente, d'une part, un rapport résistance/poids sensiblement plus élevé que les systèmes traditionnels. D'autre part, ces bâtiments disposent - comme pour la construction en bois - du fait de la ductilité de leurs assemblages mécaniques, d'une capacité à accepter des déformations importantes. Cette dernière propriété est déterminante pour résister aux effets des déformations induites par l'affaissement minier étudié ici et explique ses performances en matière de pentes admissibles (voir tableau ci-après).

Par ailleurs, il convient de préciser, d'une part, que les structures métalliques nécessitent un entretien régulier contre les risques de corrosion. D'autre part dans la mesure où une stabilité au feu supérieure à un quart d'heure est requise, il peut être nécessaire de protéger la structure métallique par des matériaux résistant au feu.

Cette famille de procédés est destinée principalement aux types 1 – 3. Elle convient aussi pour le type 4 limité aux constructions à simple rez de chaussée et/ou à un étage seulement.

Le procédé comprend une ossature métallique porteuse (type IPN ou IPE) et peut être constitué de :

- planchers en béton armé ou en bois sur solivage en poutrelles métalliques ;
- charpente de toiture en cornières métalliques ;
- parois extérieures en dalles nervurées en béton armé avec revêtement de type R.P.E ;
- cloisons de distribution en plaques de parements en plâtre.

Afin de conférer à ce système constructif complet de gros œuvre un comportement satisfaisant vis-à-vis du phénomène d'affaissement et de ses effets, des adaptations constructives peuvent être aménagées.

Les comparaisons des effets d'un affaissement entre la typologie étudiée ci avant et ce mode alternatif sont les suivantes :

- l'effet de la déformation horizontale du sol est équivalent, et les fondations doivent être dimensionnées de la même manière,
- l'effet de la mise en pente du bâtiment est beaucoup plus faible, compte tenu de l'aptitude du matériau acier à résister à des efforts de traction,
- l'effet de la courbure du terrain est très atténué par l'allègement de l'ensemble du bâtiment.

Afin d'apprécier le gain en terme d'impact, nous avons estimé pour le bâtiment de type 3 (exemple de la maison individuelle) les nouvelles pentes correspondant aux différents niveaux d'endommagement :

Pente de l'affaissement (%)	Niveau d'endommagement du bâtiment				
	N1	N2	N3	N4	N5
<b>Type 3 fortement renforcé</b>	$p \leq 2$	$2 < p \leq 3$	$3 < p \leq 11$	$11 < p \leq 21$	$21 < p$
<b>Type 3 « acier »</b>	$p \leq 4$	$4 < p \leq 6$	$6 < p \leq 23$	$23 < p \leq 33$	$33 < p$

Au niveau de la liaison entre la structure et les fondations (calibrées conformément aux dispositions du chapitre ...), les chaînages verticaux doivent être placés :

- à tous les angles de la construction ;
- aux jonctions des murs ;
- au droit et en continuité des poteaux reprenant les palées de contreventement ;
- de part et d'autre des ouvertures de soubassement.

Le chaînage du plancher bas du rez de chaussée doit comporter 4 barres HA  $\varnothing$  12 longitudinales reliées entre elles par des cadres.

Au niveau de l'ossature métallique, tous les assemblages doivent être boulonnés. Au droit des poteaux métalliques assurant le contreventement, la liaison doit être prolongée jusqu'au bas des fondations par des chaînages verticaux.

## 6.4 Le béton léger

L'ensemble des systèmes de structure en béton armé traditionnel sont utilisables en béton léger (système en portique, voiles, maçonnerie, ...).

L'utilisation du béton léger présente des avantages appréciables en zone d'affaissement même si des précautions particulières sont à prendre.

Parmi ces avantages on peut citer, par exemple, la capacité du béton léger à se déformer plus facilement et de façon moins brutale que le béton classique ainsi que la réduction du poids de la structure (25 % environ de réduction par rapport à un bâtiment similaire réalisé en béton classique).

Toutefois, il faut prendre en compte les phénomènes suivants :

- le fluage du béton léger est plus important ;
- dans les nœuds d'ossature les dispositions d'ancrage des armatures doivent être renforcées ;
- le freinage des poteaux en béton léger doit être plus important que pour le béton armé traditionnel.

## **6.5 La construction en grands panneaux préfabriqués**

Ce type de construction peut concerner essentiellement les types 4 et 5. Ces constructions sont constituées de panneaux en béton armé dans les deux directions orthogonales percés ou non d'ouvertures.

La capacité de ce système de grands panneaux à se déformer dépend majoritairement des caractéristiques des joints entre panneaux. Les dispositions constructives ci-après tiennent compte de ce constat.

Les joints horizontaux doivent être montés et armés.

Les joints verticaux peuvent être constitués à partir de :

- rives crantées et d'aciers en attente « bouclés » ;
- assemblages boulonnés.

La répartition des panneaux doit être la plus régulière possible. Les constructions réalisées avec ces panneaux doivent comporter des chaînages dans toutes les directions (hauteur, largeur, longueur). Les armatures de chaînages sont à disposer dans les panneaux ou dans le béton de clavetage des joints.



N° affaire : 26079751




# CONSTRUCTIBILITE DANS LE BASSIN DE LIGNITE DE PROVENCE (13)

Aléa affaissement progressif de niveau faible intensité très limitée (pente  $\leq 1\%$ ) et retrait gonflement des argiles

## Demander de l'étude :

SOCIETE : Direction Départementale des Territoires des Bouches-du-Rhône (DDT 13)

ADRESSE : 16, rue Antoine ZATTARA  
13332 MARSEILLE CEDEX 3

Rédacteur(s)	Vérificateur	Approbateur	Version	Date
Duc Toan PHAM	Alan JALIL	Romain MEGE	V1.0	06/10/2020
				

La reproduction de ce rapport d'étude n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral, sauf accord particulier du CSTB.

Ce rapport d'étude comporte 29 pages.

## CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT

Siège social > 84 avenue Jean Jaurès – Champs-sur-Marne – 77447 Marne-la-Vallée cedex 2

Tél. : +33 (0)1 64 68 82 82 – www.cstb.fr

MARNE-LA-VALLÉE / PARIS / GRENOBLE / NANTES / SOPHIA ANTIPOLIS

# CONSTRUCTIBILITE DANS LE BASSIN DE LIGNITE DE PROVENCE (13)

Aléa affaissement progressif de niveau faible intensité très limitée  
(pente  $\leq 1\%$ ) et retrait gonflement des argiles

Version	Date	Principales modifications effectuées	Partie modifiée
1.0	06/10/2020	- Création	/

## SOMMAIRE

<b>1. CONTEXTE ET PERIMETRE DE L'ETUDE.....</b>	<b>4</b>
<b>2. PROBLEMATIQUE DES BATIMENTS EN CAS D'AFFAISSEMENT DE TERRAIN.....</b>	<b>5</b>
2.1. UN MODELE SIMPLIFIE .....	5
2.1.1. Sollicitations induites par le mouvement de translation du terrain .....	6
2.1.2. Sollicitations induites par le mouvement de rotation du terrain .....	6
2.1.3. Sollicitations induites par la déformation horizontale du terrain .....	7
2.1.4. Sollicitations induites par la courbure du terrain.....	8
2.1.5. Comportement des murs de remplissage.....	8
2.2. UN MODELE PLUS REALISTE .....	9
2.2.1. Forme du bâti.....	9
2.2.2. Interaction avec une autre construction accolée .....	11
2.2.3. Pente élevée du terrain naturel .....	12
2.2.4. Présence des éléments non structuraux visibles de l'extérieur.....	13
<b>3. CHOIX D'UNE ECHELLE D'ENDOMMAGEMENT.....</b>	<b>14</b>
<b>4. DISPOSITIONS GENERALES DE CONSTRUCTIBILITE .....</b>	<b>16</b>
4.1. ÉTAPE N°1 : BATIR UNE TYPOLOGIE DU BATI NEUF .....	16
4.1.1. Prescriptions générales .....	16
4.1.2. Choix de la typologie .....	17
4.2. ÉTAPE N°2 : DIMINUER DES SOLLICITATIONS SUR LES BATIS .....	18
4.2.1. Implantation .....	18
4.3. ÉTAPE N°3 : AUGMENTER LA RESISTANCE ET LA DUCTILITE DES BATIS .....	19
4.3.1. Fondation.....	19
4.3.2. Superstructure .....	21
4.3.3. Toitures .....	22
4.3.4. Matériaux .....	23
4.3.5. Éléments non structuraux.....	25
<b>5. PRISE EN COMPTE DU RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES .....</b>	<b>28</b>
<b>6. CONCLUSION .....</b>	<b>28</b>
<b>7. LISTE DES DOCUMENTS DE REFERENCE .....</b>	<b>29</b>

## 1. CONTEXTE ET PERIMETRE DE L'ETUDE

Le bassin de lignite de Provence se situe entre Aix-en-Provence et Marseille. Il s'étend sur 70 km d'Est en Ouest, depuis Saint-Maximin jusqu'à l'étang de Berre. Les 14 communes exposées aux aléas miniers résiduels du bassin de Provence sont les suivantes : Belcodène, La Bouilladisse, Cadolive, Fuveau, Gardanne, Greasque, Marseille, Meyreuil, Mimet, Peynier, Peypin, Saint-savournin, Simiane-collongue, Trets.

Dans le cadre de l'élaboration des Plans de Prévention des Risques Miniers (PPRM), la DDT 13 souhaite confier au CSTB une étude visant à définir les dispositions constructives permettant d'édifier des constructions type pour l'usage de maison individuelle présentant les caractéristiques suivantes :

- Bâtiment rectangulaire sur deux niveaux (R+1), ne comportant pas de décrochements en plan ou sous-sol, avec fondations superficielles en béton armé sur un même niveau et charpente traditionnelle ou ferme.
- Ossature en béton armé ou maçonnerie chaînée.
- Surface au sol maximale de 130 m<sup>2</sup> avec un rapport longueur/largeur = 2, hauteur d'étage de 3 m.

dans des zones d'affaissement progressif de niveau faible (avec la mise en pente inférieure à 1%) d'une part, et des zones d'affaissement progressif de niveau faible en présence de retrait-gonflement des argiles d'autre part.

Compte tenu des caractères locaux, la détermination de la résistance d'un bâtiment, dans la majorité des cas, n'est qu'approximative et s'appuie sur différentes hypothèses simplificatrices. On ne traite pas, par exemple, les bâtiments construits sur deux types de sol différents ou représentant un risque de glissement de terrain, qui peut, en effet, rendre les dispositions constructives inutiles. Ainsi, les hypothèses suivantes ont été retenues :

- L'étude se base sur une mise en œuvre de qualité et ne prend pas en compte le non-respect des normes en vigueur et des Documents Techniques Unifiés (DTU). Les bâtiments sont supposés respecter, a minima, les règles de l'art de la construction : les Normes Françaises – Documents Techniques Unifiés (et les Avis Techniques) régissant notamment les modes de mise en œuvre de techniques de construction et les règles usuelles de conception et de calculs (Eurocode 2 pour les structures en béton armé, Eurocode 3 pour les structures métalliques, Eurocode 4 pour les structures mixtes acier-béton, et Eurocode 6 pour les ouvrages en maçonnerie).
- Les bâtiments sont supposés construits sur un terrain ne présentant pas de risque d'éboulis localisé, de glissement d'ensemble ou tout autre désordre lié à la mécanique des sols.
- Les problèmes de contre-pente des réseaux et des VRD (Voirie et Réseau Divers) ne sont pas visés.
- L'effet de « vague » de l'affaissement (mise en pente, déformation horizontale) est appliqué à tous les bâtiments, quelle que soit leur position initiale et finale dans la cuvette d'affaissement.

Les dispositions proposées dans le présent travail s'appuient sur les recherches nationales et internationales ainsi que sur les avis des experts de la profession. Les règles de constructions sont définies sous forme de grands principes à appliquer. Ces différentes dispositions ont un caractère prescriptif lorsqu'elles concernent directement la stabilité et la tenue du clos et couvert de la construction, un caractère de recommandation lorsqu'elles améliorent le bon comportement de l'ouvrage.



## 2. PROBLEMATIQUE DES BATIMENTS EN CAS D’AFFAISSEMENT DE TERRAIN

En cas d’affaissement du terrain, différents effets plus ou moins prévisibles peuvent se produire. Du point de vue des mouvements en surface au voisinage d’une structure lors d’un affaissement progressif, le mouvement d’un bâti peut être décomposé selon deux mouvements de corps rigides de translation et de rotation, et deux déformations, une engendrée par la déformation horizontale du sol et l’autre due à la courbure du terrain (voir figure 2.1 présentée par Geddes, 1984 [1], citée par Deck *et al.*, 2002 [2]).

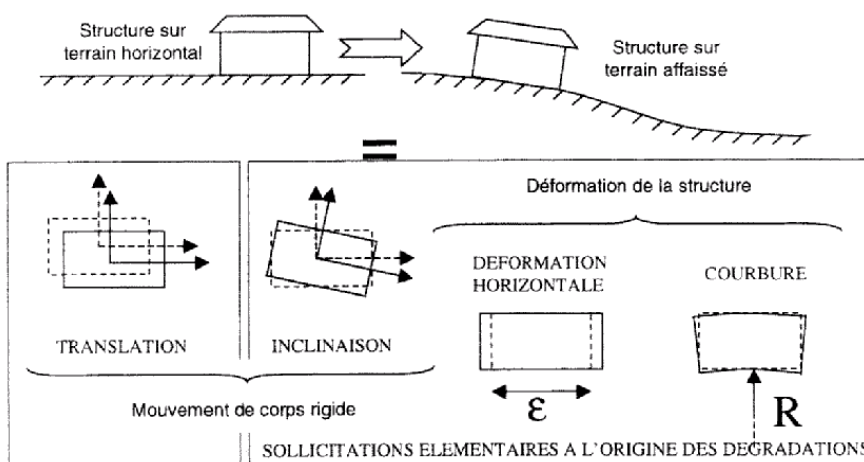


Figure 2.1 : décomposition des sollicitations sur le bâti [1]

On analyse dans ce qui suit l’effet que peut avoir chaque mouvement élémentaire sur la stabilité d’un bâti.

### 2.1. Un modèle simplifié

Le problème de stabilité d’un bâtiment, en cas d’affaissement du terrain, repose en tout premier lieu sur la connaissance de la géométrie du système.

Afin d’alléger l’exposé, on se limite dans un premier temps à la présentation d’un modèle simplifié, c’est-à-dire, au cas où l’effet favorable des murs de remplissage peut être négligé, le rez-de-chaussée du bâtiment peut être schématisé par un portique simple (figure 2.2). Les données relatives au chargement sont de type force gravitaire verticale  $F$ , les forces du vent pouvant être négligées, du fait du caractère accidentel de l’affaissement.

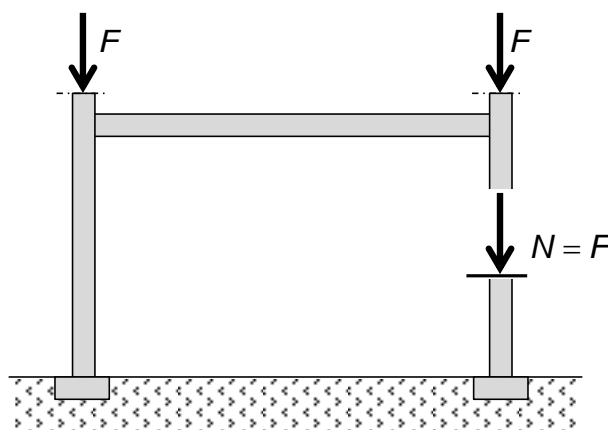


Figure 2.2 : géométrie simplifiée du bâti

On s'intéresse dans cette section au problème de l'instabilité potentielle du rez-de-chaussée soumis à la charge gravitaire venant des étages supérieurs d'une part et à un affaissement du sol au niveau des fondations d'autre part.

Partant d'un état initial, c'est-à-dire avant l'apparition de l'affaissement de terrain, chaque poteau du bâti est soumis à une force axiale de compression  $N = F$  sur toute la hauteur du poteau. Cet effort est dû aux chargements gravitaires des étages supérieurs, classiquement de deux types : charges permanentes et charges d'exploitation. En général, le poteau est conçu de manière à éviter tout phénomène de flambage, tandis que la force de compression maximale en pied reste très inférieure à la résistance à la compression de la section.

### 2.1.1. Sollicitations induites par le mouvement de translation du terrain

Dans l'hypothèse où les affaissements sont progressifs, c'est-à-dire sans effet dynamique notable, les changements de la géométrie de la structure du bâti peuvent être négligés. La géométrie initiale du bâti représente à la fois la configuration initiale et la configuration finale (c'est-à-dire après l'affaissement) du système.

La figure 2.3 représente un bâti dans sa position initiale et dans sa position actuelle obtenue par une simple translation dans le plan. Dans ce cas, les conditions de chargement restent inchangées. En conséquence, la stabilité globale du bâtiment n'est pas menacée.

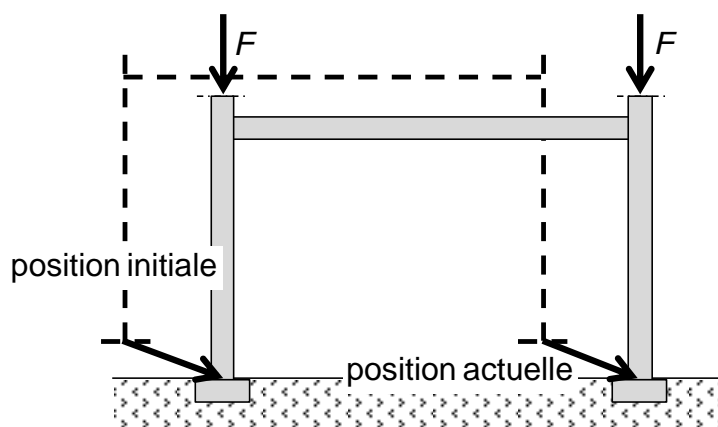


Figure 2.3 : bâti soumis à un mouvement de translation du terrain

### 2.1.2. Sollicitations induites par le mouvement de rotation du terrain

Le mouvement de rotation du terrain a pour conséquence une inclinaison généralisée du bâti. Cette inclinaison du bâti induit un excentrement de la charge gravitaire par rapport à son plan vertical initial. En conséquence, des moments de flexion sont générés dans les deux poteaux verticaux en plus des efforts de compression axiale préexistants (figure 2.4). À mesure que la pente du terrain augmente, l'excentrement correspondant de la charge gravitaire augmente et donc également les moments de flexion qui amplifient les déplacements transversaux et donc l'excentrement.

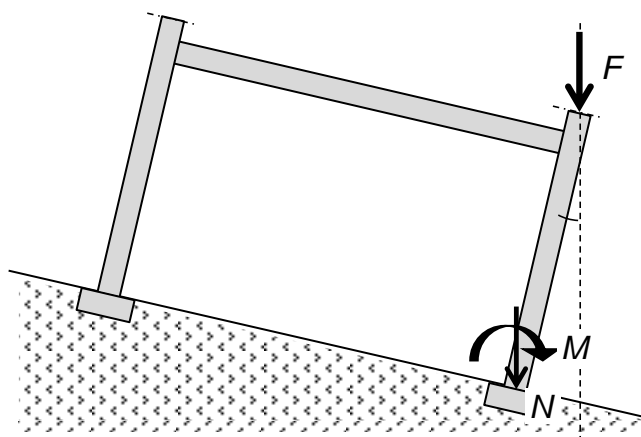


Figure 2.4 : bâti soumis à une inclinaison du terrain

### 2.1.3. Sollicitations induites par la déformation horizontale du terrain

Il convient tout d'abord de noter que les translations et rotations du terrain se transmettent intégralement au bâti alors que les déformations horizontales et les courbures du terrain peuvent être gênées par la présence de l'ouvrage. La proportion des déformations se transmettant à la structure dépend donc de la rigidité relative du bâti par rapport à celle du terrain. Ce phénomène est connu sous le nom « d'interaction sol-structure ». Le taux de transmission pour des ouvrages rigides en béton ou maçonnerie renforcée est de l'ordre de 10 à 30%, et de 30 à 100% pour les bâtiments plus souples tels que ceux en métal (Boscardin and Cording, 1989 [3]; Saeidi, 2010 [4]). En conséquence, la déformation horizontale et la courbure de la structure engendrée par l'affaissement sont en général plus petites que celles du terrain.

La déformation horizontale induite par l'affaissement peut être traduite en effort de traction ou de compression sur les fondations, ce qui conduit à un déplacement horizontal du pied de chaque poteau par rapport à son plan initial vertical (figure 2.5). Ce déplacement induit ensuite un excentrement de la charge gravitaire. En conséquence, des moments de flexion sont générés dans les deux poteaux verticaux en plus des efforts de compression axiale préexistants.

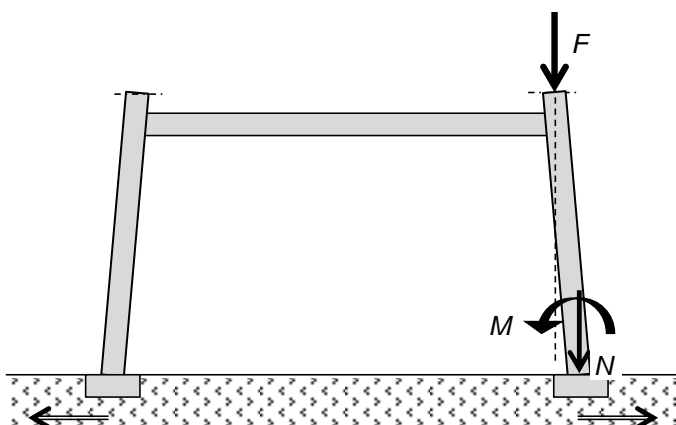


Figure 2.5 : bâti soumis à une déformation horizontale du terrain

#### 2.1.4. Sollicitations induites par la courbure du terrain

La figure 2.6 représente un bâti sur un terrain courbe, concave ou convexe. En général, les mines sont exploitées à une profondeur importante du sol, ce qui induit donc une faible courbure du terrain. Dans les conditions où les courbures du terrain sont très faibles, c'est-à-dire les rayons de courbure sont très grands par rapport aux dimensions du bâti, et compte tenu du fait que ces courbures peuvent être gênées par la présence de l'ouvrage, les modifications des conditions de chargement sont négligeables. En conséquence, la stabilité globale du bâti n'est pas significativement menacée.

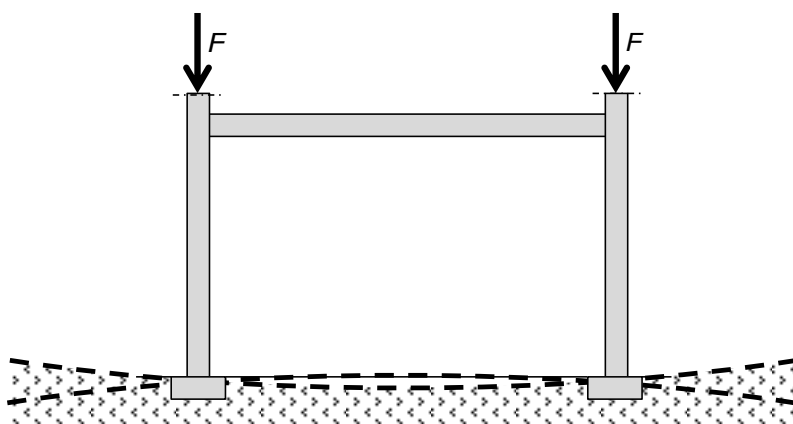


Figure 2.6 : bâti soumis à une courbure du terrain

#### 2.1.5. Comportement des murs de remplissage

Outre les sollicitations supplémentaires, la pente, la déformation horizontale et la courbure de l'affaissement du terrain, modifient de façon importante l'état initial des murs de remplissage, induisant par exemple, du fait de l'incompatibilité géométrique, des déformations. Les figures 2.7 à 2.9 ci-dessous illustrent les désordres potentiels sur les murs de remplissage dans de telles conditions.

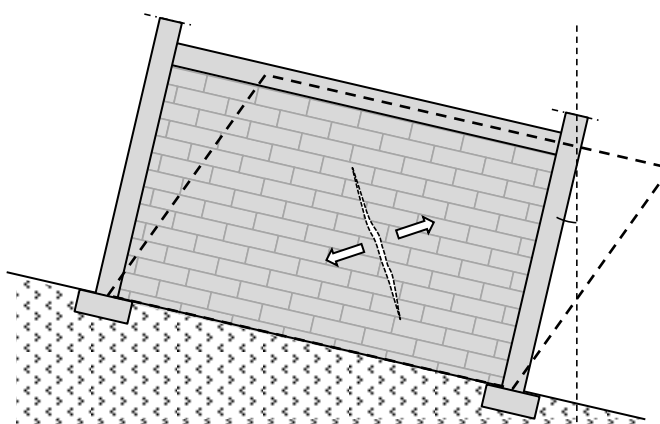


Figure 2.7 : exemple de fissures diagonales induites par la mise en parallélogramme du mur de remplissage en cas de mise en pente du terrain

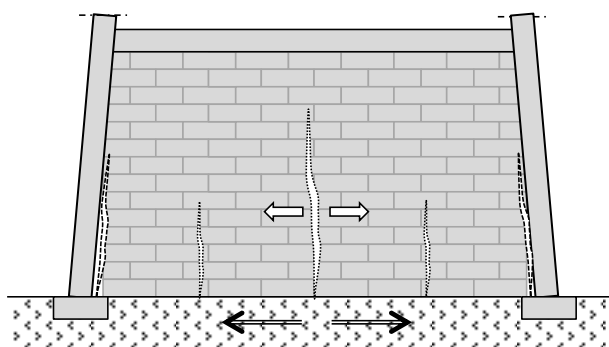


Figure 2.8 : exemple de fissures verticales induites par la déformation horizontale du terrain

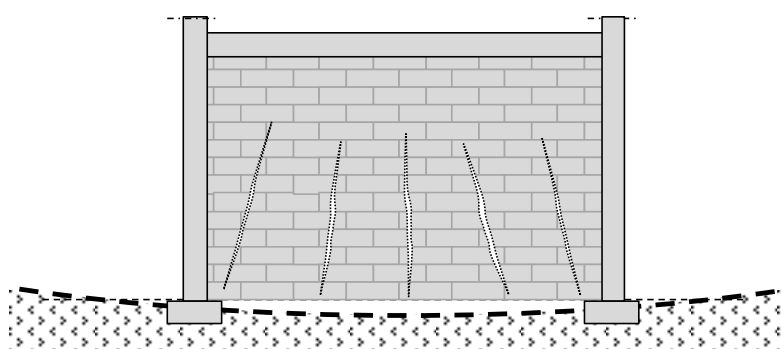


Figure 2.9 : exemple de fissures verticales et diagonales induites par la courbure du terrain

## 2.2. Un modèle plus réaliste

Dans des conditions plus réalistes où les bâtis possèdent un comportement *tridimensionnel* (3D), outre une certaine complexité, les caractéristiques relatives à :

- la forme du bâti ;
- la longueur du bâti ;
- l'éventualité d'une interaction avec une autre construction accolée ou proche ;
- l'éventualité d'une interaction sol-structure des parties enterrées de l'ouvrage ;
- la nature du terrain (pente, type de sol,...) ;

font apparaître des sollicitations supplémentaires auxquelles conduisent les mouvements d'affaissements du terrain. Ainsi, l'objet de la présente section est d'analyser des spécificités du bâti liées à des particularités constructives pouvant entraîner une dégradation de la résistance de la construction ou une amplification du phénomène d'affaissement. Ces points faibles des bâtiments sont susceptibles de les rendre plus vulnérables par rapport aux analyses sur le modèle simplifié exposé précédemment.

### 2.2.1. Forme du bâti

Étant donnée la différence des rigidités transversale et longitudinale, chaque corps de bâti ne se comporte pas de la même manière en cas d'affaissement de terrain. À la jonction des ailes, des concentrations de contraintes sont importantes (exemple des figures 2.10 à 2.13).

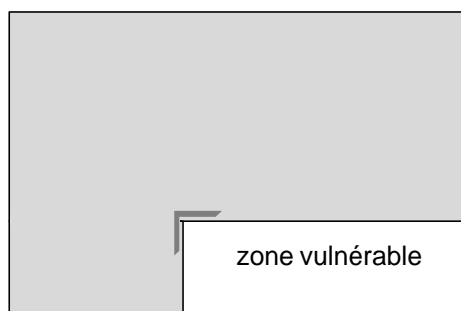


Figure 2.10 : exemple de concentrations de contraintes à la jonction des ailes d'un bâti de forme en « L »

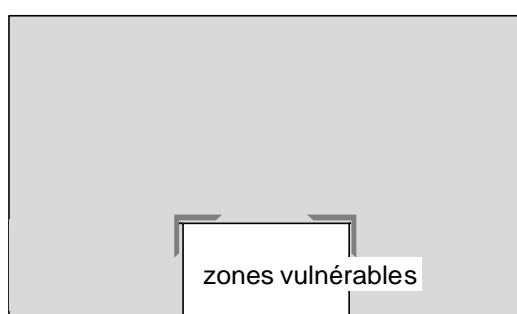


Figure 2.11 : exemple de concentrations de contraintes à la jonction des ailes d'un bâti de forme en « U »

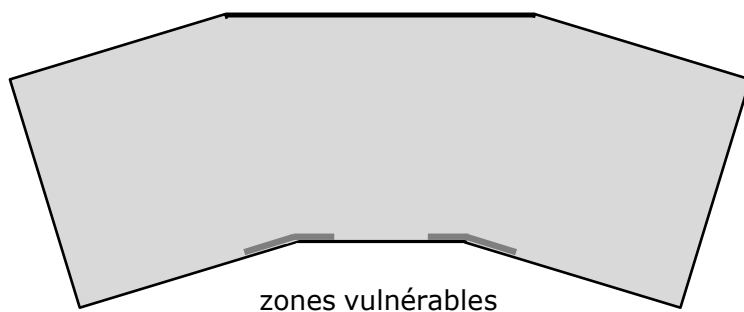


Figure 2.12 : exemple de concentrations de contraintes à la jonction des ailes d'un bâti de forme en « V »

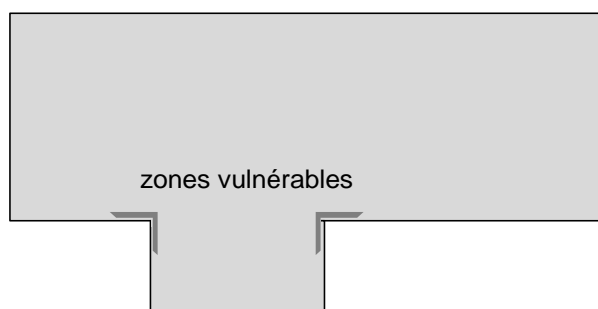


Figure 2.13 : exemple de concentrations de contraintes à la jonction des ailes d'un bâti de forme en « T »

Les problèmes de concentrations de contraintes, engendrés par la géométrie complexe des constructions, se retrouvent également en élévation : lorsque les ailes n'ont pas de même hauteur ou les niveaux successifs ne sont pas superposés et de mêmes dimensions.

Une forte longueur du bâtiment, face à la courbure concave (figure 2.14) ou convexe (figure 2.15) en début et en fin d'affaissement, conduit à une perte de contact entre la fondation et le sol d'assise. Il en résulte que les moments de flexion supplémentaires sont générés lorsque la fondation se trouve en position « porte-à faux ».

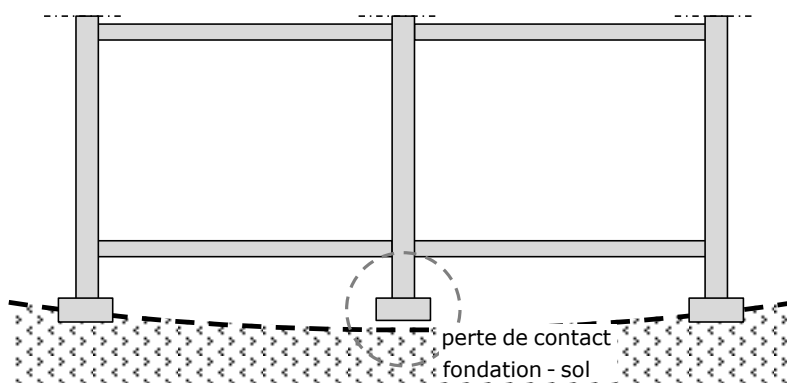


Figure 2.14 : exemple d'une perte d'appui des fondations engendrée par une courbure concave du terrain

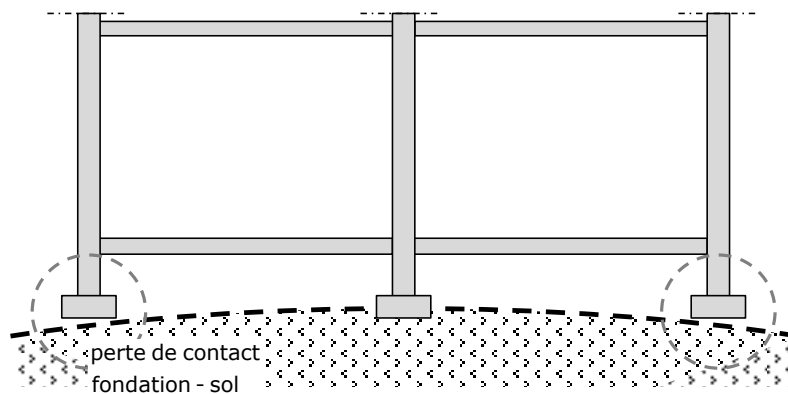


Figure 2.15 : exemple d'une perte d'appui des fondations engendrée par une courbure convexe du terrain

### 2.2.2. Interaction avec une autre construction accolée

La disposition des constructions mitoyennes ou accolées présente également une forte longueur. Lorsque les planchers des constructions sont décalés, cas fréquent pour les bâtiments situés le long d'une pente (figure 2.16 par exemple), le mur de séparation risque d'être littéralement découpé par les deux planchers.

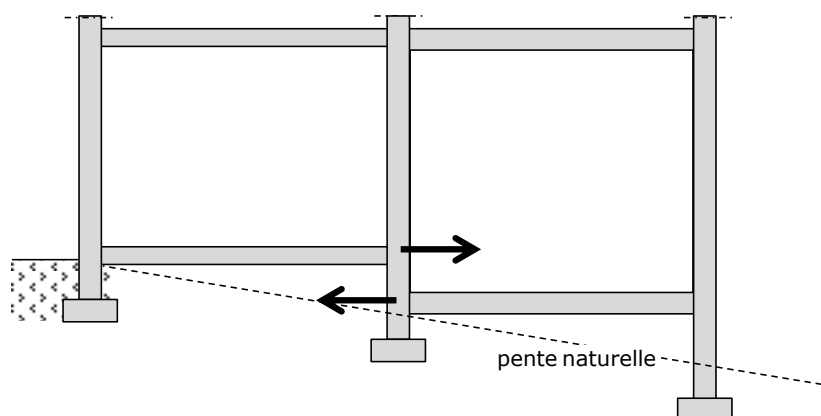


Figure 2.16 : sollicitations supplémentaires sur les bâtis mitoyens dont les planchers sont décalés

De même, les garages (ou annexes) accolés aux maisons individuelles (exemple de la figure 2.17), souvent construits ultérieurement, représentent un risque de désordre similaire à celui des constructions mitoyennes. Dans cette configuration, les garages sont dans la plupart des cas de hauteur sous plafond inférieure à la hauteur d'étage de la construction voisine. La toiture terrasse se situe en dessous du plancher de l'étage de la maison individuelle.

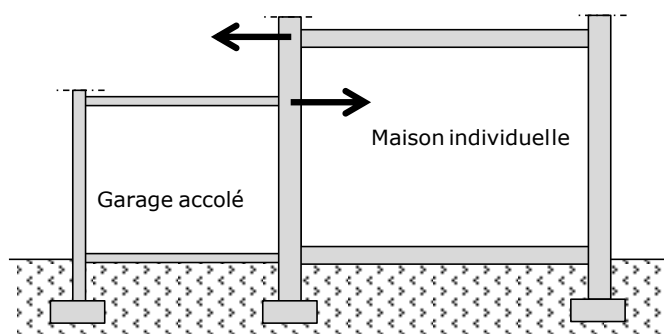


Figure 2.17 : exemple de sollicitations supplémentaires sur la maison individuelle accolée à un garage

### 2.2.3. Pente élevée du terrain naturel

Suivant l'adaptation de la construction au terrain, une forte pente peut provoquer une surpression importante des terres sur la partie enterrée du bâti en cas d'affaissement de terrain. Dans ce cas, les désordres sont susceptibles de se produire à deux étapes de l'affaissement, pendant la phase où la pente est la plus élevée (figure 2.18(a)) et dans la phase de redressement du terrain qui provoque une surpression importante des terres (figure 2.18(b)).



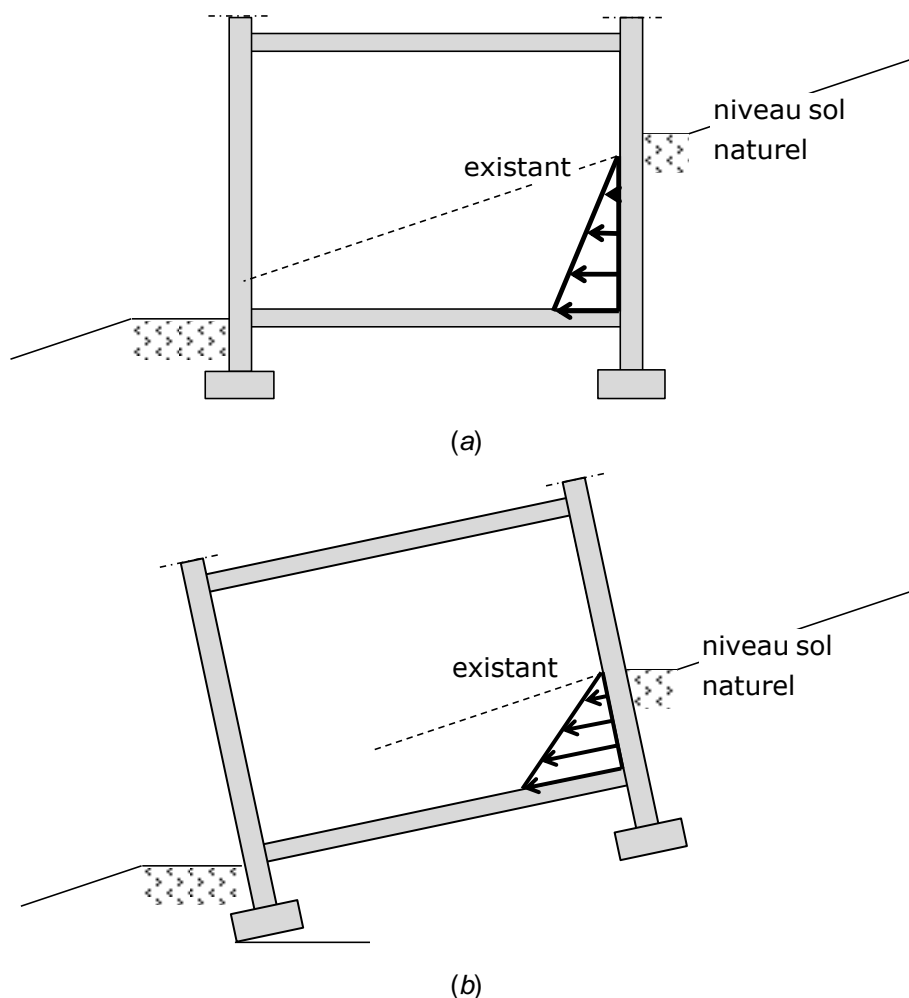


Figure 2.18 : exemple de bâti semi enterré : (a) avant l'affaissement et (b) au cours de l'affaissement

#### 2.2.4. Présence des éléments non structuraux visibles de l'extérieur

Lors d'un affaissement de terrain, les éléments non structuraux peuvent être mis en charge par l'ossature porteuse qui se déforme, notamment dans le cas des ossatures flexibles. Ces éléments, n'ont aucune fonction porteuse et rigides, peuvent alors devenir provisoirement porteurs et risquer de subir des dommages importants s'ils ne sont pas conçus pour résister à ces charges (leur présence peut influencer sur le comportement général de la structure).

Les vérandas légères subiront les déplacements de la structure. Néanmoins, les éléments non structuraux lourds tels que les murs de clôture de la figure 2.19 par exemple, peuvent être des sources de désordres importants lorsqu'ils sont directement rattachés à la structure principale du fait que ces éléments peuvent représenter des points durs sur la construction avoisinante.

En outre les souches maçonnées de hauteur importante peuvent présenter un risque de chute due à l'inclinaison du bâtiment lors de l'affaissement.

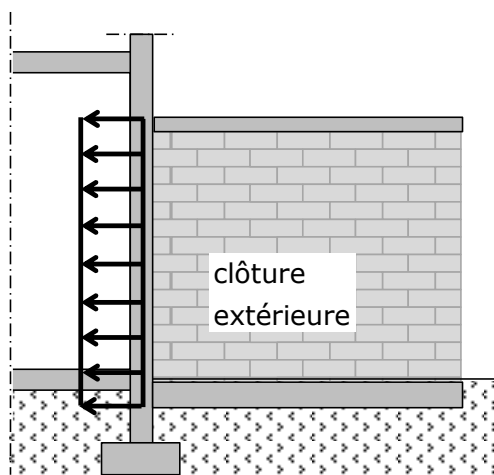


Figure 2.19 : exemple de la présence d'un mur de clôture rattaché à la structure principale

### 3. CHOIX D'UNE ECHELLE D'ENDOMMAGEMENT

L'échelle d'endommagement du National Coal Board (1975) [5] a été adoptée de manière à hiérarchiser les désordres attendus dans la structure d'un bâtiment donné dans l'étude précédente du CSTB [6]. Cette échelle comprend cinq niveaux de N1 à N5 correspondant aux désordres prévisibles énumérés comme suit:

Pour le **niveau N1** (dommages négligeables ou très légers) :

1. fissures très légères dans les plâtres,
2. légères fissures isolées dans le bâtiment, non visibles de l'extérieur.

Pour le **niveau N2** (dommages légers) :

1. plusieurs fissures légères visibles à l'intérieur du bâtiment,
2. les portes et fenêtres peuvent se coincer,
3. des réparations aux murs et plafonds peuvent être nécessaires.

Pour le **niveau N3** (dommages appréciables) :

1. fissures légères visibles de l'extérieur,
2. les portes et fenêtres sont coincées,
3. les canalisations sont rompues.

Le **niveau N4** correspond aux dommages subis de niveau sévère dont les désordres peuvent être :

1. des canalisations rompues ou dégradées,
2. des fractures ouvertes dans les murs,
3. des châssis de portes et fenêtres tordus,
4. des sols en pente,
5. murs hors d'aplomb ou bombés, localement étayés,
6. quelques déchaussements des poutres,
7. en cas de compression, un chevauchement des joints dans les toits et soulèvement des murs en briques, avec fissures horizontales.

Le dernier **niveau N5**, correspondant aux dommages très sévères, représente l'effondrement partiel ou total quasi-certain :

1. le bâtiment doit être reconstruit partiellement ou complètement,
2. les poutres des planchers et de la toiture sont déchaussées et nécessitent d'être étayées,
3. l'inclinaison des planchers et des murs est très importante,
4. en cas de compression, gauchissement et bombement sévères des murs et du toit.

Les trois premiers niveaux d'endommagement (N1 à N3) correspondent aux dommages architecturaux. Les deux derniers niveaux de désordres (N4 et N5) correspondant respectivement aux dommages fonctionnels (état limite de service (ELS)) et structurels (état limite ultime (ELU)), ne permettent plus d'assurer la « viabilité » du bâtiment du fait de désordres trop importants, et avec risque d'effondrement partiel ou total pour le dernier niveau.

Plus précisément, on constate que les deux désordres prévisibles du premier niveau d'endommagement (niveau N1) de la construction sont des désordres visuels engendrés par de faibles déformations. Ces désordres n'occasionnent pas de modification de géométrie des éléments du bâtiment, susceptible de compromettre la sécurité des occupants.

Les trois désordres prévisibles du niveau N2, engendrés par les déformations, restent faibles mais peuvent néanmoins entraîner le coincement des fenêtres et des portes. Pour ces derniers, statistiquement à l'échelle d'un ensemble de bâtiments, les déformations observées sont suffisamment faibles pour que l'on puisse admettre qu'une faible proportion des bâtiments sera sujette à ce problème. De plus, les mouvements d'affaissement se produisent sur des durées relativement étalées, selon les connaissances qu'on en a aujourd'hui. Il n'y a pas de risque intrinsèquement lié à la chute brutale d'objets ou d'éléments d'équipement, en raison de la faible amplitude des mouvements de ce niveau d'endommagement et donc, il n'y a pas de risque pour l'occupant. Le seul risque que l'on pourrait envisager pour ces désordres serait une panique des occupants ne pouvant pas sortir du fait du coincement des portes et fenêtres, et tentant par là des évacuations risquées (défenestration, par exemple). Mais ce risque reste limité en raison du caractère progressif des déformations d'une part, et de la faible proportion de bâtiments touchés, d'autre part. Toutefois, il pourrait être utile de diffuser un message clair aux occupants des bâtiments concernés, pour les engager au calme, en cas de premiers mouvements ressentis.

Les sept désordres prévisibles dont trois du niveau N3 et quatre désordres 1 à 4 du niveau N4, plus sévères que les précédents, présentent un risque de panique accentué par rapport à ce qui est décrit ci-dessus pour les trois désordres du niveau N2. Mais ces désordres sont réputés pouvant également conduire à des ruptures de canalisations par de faibles changements de géométrie. En conséquence, la présence de canalisations de gaz représente ici le risque majeur pouvant être appréhendé, risque très largement pondéré par le caractère progressif de l'affaissement.

Les trois désordres 5, 6, 7 du niveau d'endommagement N4 et ceux du niveau N5, sont définis en lien avec des changements importants de géométrie (murs hors d'aplomb, etc...) et avec des risques de chutes d'éléments de structure ou d'équipement. Ces deux niveaux d'endommagement présentent des risques certains pour la sécurité des occupants qui ne peuvent pas être pondérés par le délai d'évacuation car il s'agit là d'une situation d'effondrement ou d'impraticabilité des ouvrages, ce qui n'était pas le cas pour les niveaux de N1 à N3 et une partie de N4, pour lequel il s'agissait d'une situation d'amorce de désordres.

Pour se placer du côté de la sécurité et en vue de la simplification de la démarche, il est raisonnable de considérer que, pour les niveaux d'endommagement de N1 à N3, la sécurité des occupants ne peut pas être directement menacée, du fait de l'absence de risque de chutes d'éléments porteurs ou d'équipement et du caractère progressif de l'affaissement tandis que pour les niveaux N4 et N5, la sécurité des occupants est menacée en l'absence de dispositifs de surveillance adaptés.

## 4. DISPOSITIONS GENERALES DE CONSTRUCTIBILITE

La protection des bâtiments, vis-à-vis des dommages liés aux risques d'affaissement de terrain, peut comporter trois étapes successives :

- La première étape consiste à bâtir une typologie du bâti neuf qui ne contient pas de sources de désordres potentiels susceptibles de rendre des bâtiments plus vulnérables par rapport aux analyses sur le modèle simplifié de type portique (voir la section 2 pour plus de détails) ;
- La deuxième étape vise à diminuer des sollicitations induites par l'affaissement de terrain sur les bâtis,
- La troisième et dernière étape consiste finalement à augmenter la résistance et la ductilité des bâtis.

Les préconisations en matière de dispositions constructives dans ce qui suit concernent le bâtiment type renforcé structurellement à hauteur d'un surcoût à la construction limité à 5 % du coût global (ce surcoût est attribué aux dispositions constructives qui ont un caractère prescriptif). Ces dispositions permettront au bâtiment de rester à un niveau d'endommagement inférieur ou égale à N3. Dans ce cas, la sécurité des occupants n'est pas directement menacée.

### 4.1. Étape n°1 : Bâtir une typologie du bâti neuf

#### 4.1.1. Prescriptions générales

Une régularité des formes et des rigidités, tant en plan horizontal qu'en élévation, assure une meilleure distribution des sollicitations dans l'ossature en faisant participer tous les éléments. Les mesures visent, en premier lieu, à éviter l'apparition de concentrations de contraintes dans la structure. De ce point de vue, la structure doit avoir la forme compacte et simple d'un parallélépipède dont le rapport longueur/largeur est compris entre 1 et 2. Dans la mesure du possible, on essaiera de concevoir une structure dont la forme au sol se rapproche le plus possible du carré. Cette forme permet également de diminuer le risque lié au phénomène de distorsion.

Les parties enterrées devront reposer sur un même plan horizontal (voir également : Neuhaus, 1965 [7] ; Soots, 1969 [8] ; Whittaker et Reddish, 1989 [9] ; ICE, 1977 [10], Kwiatek, 1998 [11]). Les constructions ne doivent posséder aucun décrochement au niveau du sol et de l'infrastructure, même partiel (figure 4.1).

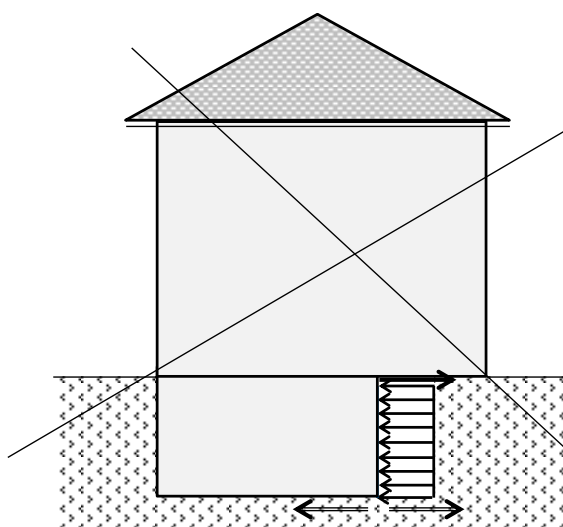


Figure 4.1 : exemple de sollicitations supplémentaires sur la partie enterrée

Depuis les fondations jusqu'à la superstructure, les éléments structuraux doivent être correctement alignés et superposés afin de permettre un comportement le plus homogène possible de la structure. Dans le cas de formes complexes, les constructions doivent être ramenées à des sous-structures simples indépendantes séparées les unes des autres par des joints verticaux de 10 cm minimum (voir figure 4. 2 par exemple), tant au niveau des fondations qu'au niveau de la superstructure.

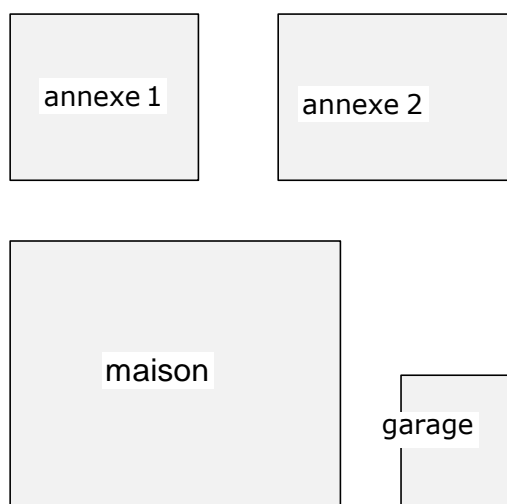


Figure 4.2 : exemple d'un bâtiment de forme complexe se composant de sous-structures indépendantes

Afin d'éliminer des transmissions de charges d'un bâtiment à l'autre, ces joints doivent être maintenus libres et dégagés de tous objets ou matériaux susceptibles de l'obstruer et de le rendre impropre à sa destination première. Ils doivent être protégés sur toutes leurs faces par les couvre-joints qui sont capable d'absorber des déplacements relatifs entre deux constructions, sans transmettre des efforts notables.

On note que la largeur du joint vertical d'affaissement est beaucoup plus importante que celle du joint thermique ou utilisé pour se prémunir en cas de séisme. Cette largeur est calculée de manière à éviter la collision entre les bâtiments adjacents en cas d'affaissement.

#### **Recommandations :**

La couverture du joint est réalisée à l'alignement des murs extérieurs de telle sorte qu'aucun matériau n'y pénètre malencontreusement. Cette protection peut, par exemple, s'opérer avec un couvre joint constitué de tôles ondulées déformables ou par un système composé de profilés en élastomères venant s'insérer dans des cadres métalliques latéraux, ou encore plaques rigides fixées sur une seule construction.

#### **4.1.2. Choix de la typologie**

Compte tenu des prescriptions ci-dessus, il est proposé de retenir une typologie pour les constructions de forme rectangulaire ne comportant pas de décrochements en plan ou sous-sol. Les fondations sont celles le plus souvent mises en œuvre, à savoir des fondations superficielles en béton armé.

Il est proposé de retenir le bâtiment type (figure 4. 3) présentant les caractéristiques suivantes :

- Bâtiment rectangulaire sur deux niveaux maximum et sans sous-sol (R+1).

- Forme simple ne comportant pas de décrochements en plan.
- Hauteur d'étage maximale de 3 m, largeur maximale de 8 m et longueur maximale de 16 m, avec la longueur qui ne dépasse pas 2 fois la largeur.
- Fondations superficielles en béton armé sur un même niveau.
- Ossature en béton armé ou maçonnerie chaînée.
- Charpente traditionnelle ou ferme.

Ces dimensions sont considérées comme des valeurs maximales. Vis-à-vis du phénomène des affaissements de terrain, une diminution des dimensions va alors dans le sens de la sécurité.

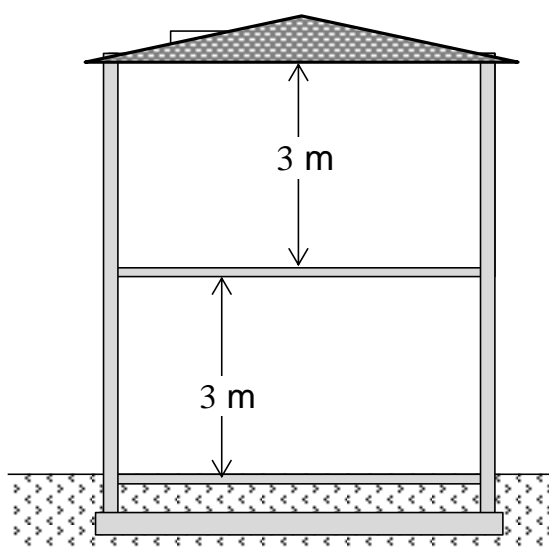


Figure 4.3 : bâtiment type maison individuelle R+1

## 4.2. Étape n°2 : Diminuer des sollicitations sur les bâtis

### 4.2.1. Implantation

#### Prescriptions :

Le phénomène d'affaissement de terrain modifie, par nature, l'organisation originelle du sol. Une topographie accidentée et un relief de terrain accusé peuvent avoir des conséquences amplifiées sur les constructions environnantes.

Pour éviter des effets défavorables cumulés, les constructions doivent être éloignées des zones susceptibles d'induire d'autres désordres potentiels telles que les zones de tête ou de pied des talus, des falaises ou zones de risbermes ou encore, si possible, les terrains en pente. Il en découle que les mesures d'implantation qui suivent ont principalement pour objectif d'éviter un changement des états d'équilibre des terres en cas de mouvement du sol d'assise, un glissement de terrain par instabilité dans le cas d'un talus et un risque d'éboulis dans le cas d'une falaise située à proximité. Cependant, le cas des nappes phréatiques doit faire l'objet d'une préoccupation particulière de la part des constructeurs.

En fonction de l'amplitude de l'affaissement et du niveau centennal de la nappe phréatique, un dispositif de rabattement de la nappe permettant d'abaisser le niveau de l'eau environnante, est nécessairement à prévoir dès que le niveau exceptionnel et conventionnel des eaux (correspondant au niveau des plus hautes eaux connues et/ou prévisibles) est supérieur au niveau bas du rez-de-chaussée de la construction.

En résumé, les prescriptions sont les suivantes :

- La construction ne doit pas être implantée à proximité d'un rebord de crête et d'un pied de talus (ou d'une falaise) dont la pente est supérieure à 10 %. Cette zone de proximité s'étend jusqu'à une distance égale à trois fois la hauteur du talus ou de la falaise (figure 4.4).
- Les bâtiments doivent être implantés en dehors d'un terrain dont la pente moyenne est supérieure à 10 %. Au-delà de cette déclivité, le risque de changements des états d'équilibre des terres n'est plus maîtrisable pour le type de constructions visées par l'étude.
- Si les conclusions de l'étude aboutissent à un rabattement de nappe, la construction est interdite.

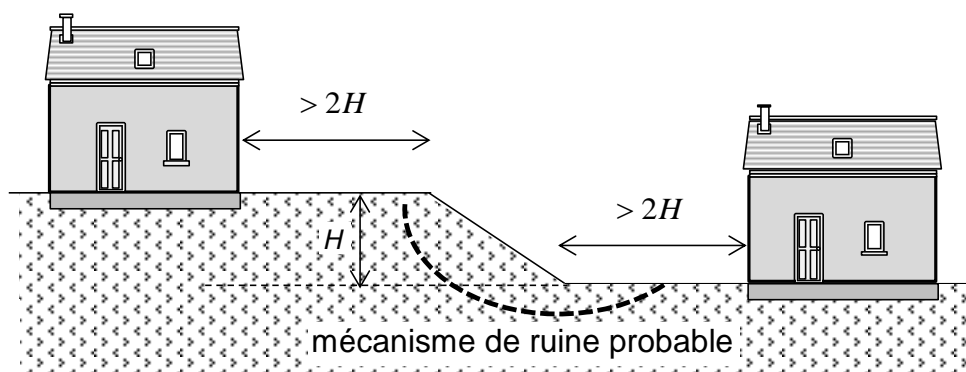


Figure 4.4 : exemple d'implantation de la construction par rapport à des talus et à des falaises dont les pentes sont réputées stables

### 4.3. Étape n°3 : Augmenter la résistance et la ductilité des bâtis

#### 4.3.1. Fondation

##### Prescriptions :

Dans le plan horizontal, les fondations doivent être filantes et constituer un système homogène. Dans le cas de fondations isolées, elles doivent être reliées entre elles par un réseau de longrines intérieures et périphériques rendant l'ensemble rigide dans les deux directions de son plan principal et interdisant tout déplacement relatif (voir figure 4.5 par exemple). Ces longrines doivent être solidarisées des fondations par scellement des armatures.

Pour une meilleure maîtrise de l'interaction sol-structure, les fondations doivent être coulées sur le sol avec interposition d'une couche de sable de 10 cm d'épaisseur minimum.

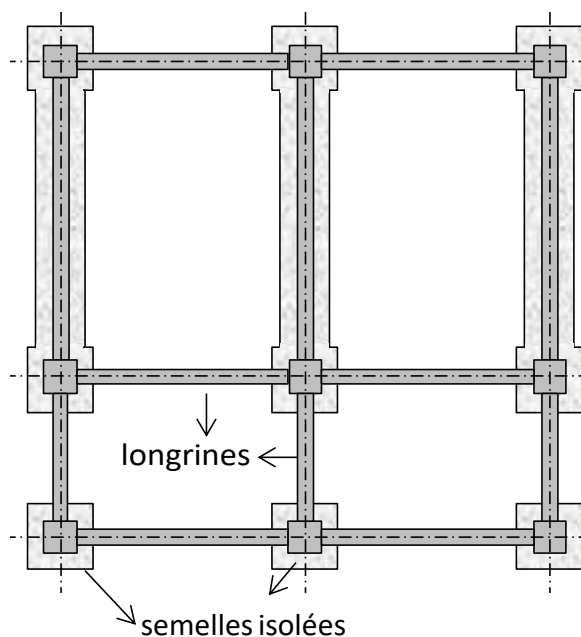


Figure 4.5 : exemple de liaisonnement des fondations isolées par longrines

Dans la direction verticale, toutes les fondations doivent être hors gel (profondeur minimale de 70 cm) et réalisées sur un même plan, aucun décrochement vertical n'étant permis. Dans la mesure du possible, les charges seront réparties au mieux sur l'ensemble des fondations et la contrainte du sol sera la plus homogène possible (voir figure 4.6).

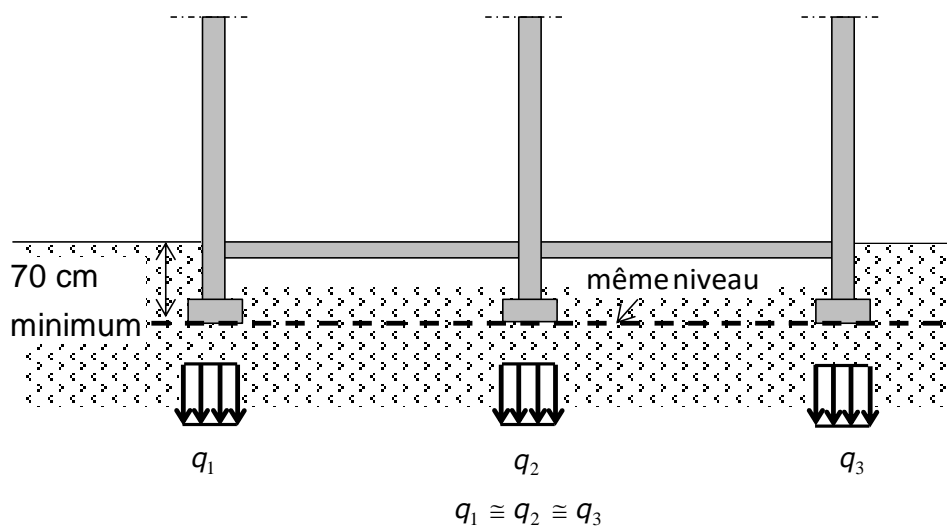


Figure 4.6 : exemple de plan d'assise des fondations

Les fondations d'ouvrages secondaires, tels que murets, terrasse, doivent être indépendantes et désolidarisées de l'ouvrage principal (figure 4.7), avec un joint minimal de 5 cm.



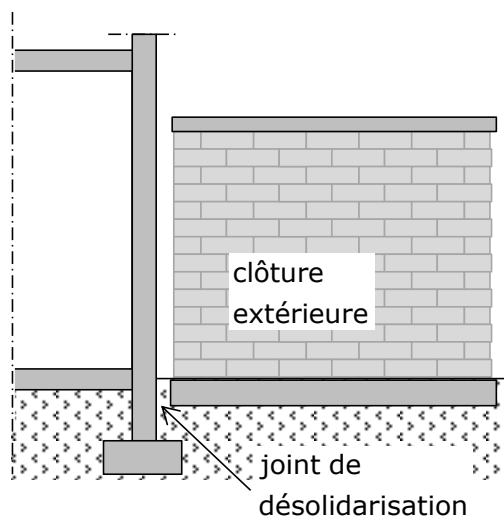


Figure 4.7 : exemple de désolidarisation des fondations des ouvrages secondaires

#### 4.3.2. Superstructure

##### Prescriptions :

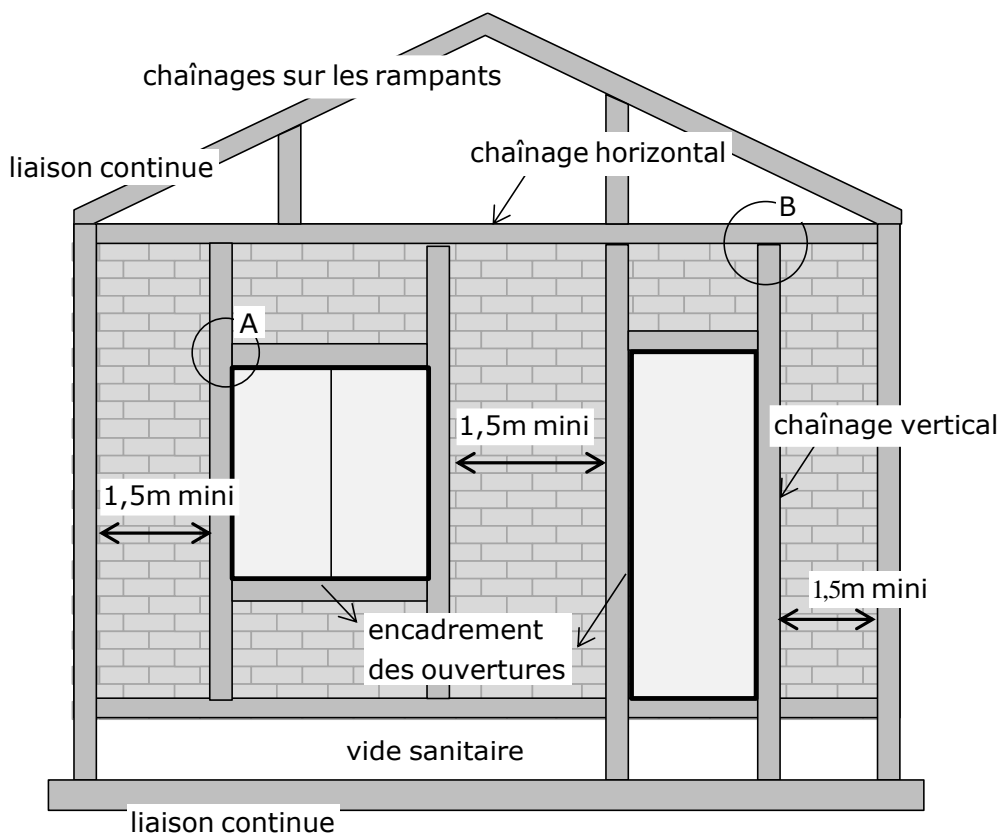
Il est essentiel de pouvoir assurer une distribution correcte des charges au sein de la structure par la répartition uniforme de la résistance et la rigidité tant qu'en plan qu'en hauteur. Dans ce cas, la transmission des efforts entre les éléments de structure peut être assurée par la continuité des armatures aux angles des chaînages. De ce point de vue, les renforcements classiques de type chaînage peuvent augmenter la résistance et la ductilité du bâtiment. Il en résulte que des chaînages continus constitués d'armatures filantes à recouvrement ou ancrage total doivent être disposés aux extrémités des voiles ou des panneaux, à toutes les intersections de murs porteurs (chaînages verticaux), à toutes les intersections des murs et de planchers (chaînages horizontaux en parties haute et basse des murs) (figure 4.8). Les éléments maçonnés de grande dimension doivent être recoupés d'un chaînage vertical tous les 3 m maximum pour éviter les grandes déformations.

##### Recommandations :

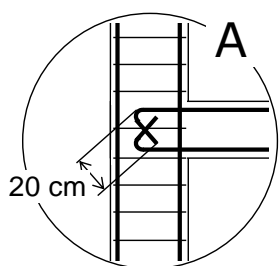
Les ouvertures, portes et fenêtres, amèneront à des concentrations de contraintes en cas d'affaissement de terrain. En conséquence, il est conseillé de limiter le nombre d'ouverture dans les parois et prévoir des ouvertures superposées, éloignées des angles et placées afin de conserver des pans de murs de largeur minimum de 1,5 m sur chaque façade (voir figure 4.8 par exemple). Il est également conseillé de prévoir des chaînages pour encadrer ces ouvertures. Les chaînages d'encadrement d'ouvertures évitent la formation de fissures diagonales dans les trumeaux et reprennent les tractions qui se développent dans les angles. Cette technique de renforcement, bien que très classique, appelle à des précautions comme suit pour une meilleure mise en œuvre :

- veiller au recouvrement suffisant des armatures aux niveaux des coins,
- prévoir des cadres ou des épingles régulièrement espacés lorsque les encadrements sont en béton armé,

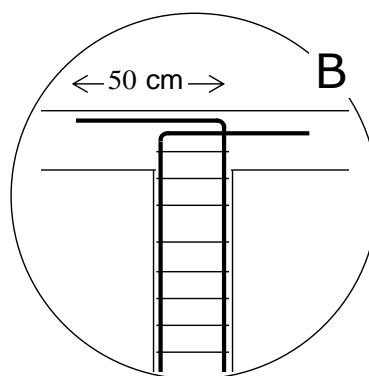
- soigner la liaison entre le chaînage et les murs pour une bonne transmission des efforts, contrôler le retrait du béton et s'assurer qu'il ne remet pas en cause l'efficacité de l'encadrement.



(a)



(b)



(c)

Figure 4.8 : exemple de (a) chaînages d'encadrement des ouvertures d'un mur en maçonnerie, (b) croisement des raidisseurs horizontal et vertical et (c) croisement du raidisseur vertical et du plancher

### 4.3.3. Toitures

Bien que les toitures ne résistent pas à des déplacements différentiels imposés à leur base, elles ont cependant peu d'importance sur le comportement global du bâti en cas d'affaissement de terrain.

L'absence ou la faiblesse des liaisons des murs à la toiture et aux diaphragmes de plancher, un défaut dans l'installation de toiture contreventée, une insuffisance de raideur dans son plan ou une toiture trop lourde sont des facteurs contribuant principalement à la rupture d'une toiture (voir Zacek, 1996 [12] pour plus de détails). De ce point de vue, les dispositions de renforcement de la toiture (charpentes traditionnelles, fermes, ...) sont à entreprendre avant toutes autres mesures plus importantes visant la structure principale. Elles permettent d'éviter la fragilité des éléments, souvent en bois, dont la chute représente un danger certain pour la sécurité des occupants et pourrait affecter la structure principale.

**Prescriptions :**

La structure de toiture doit être fixée aux chaînages à des endroits qui ne seront pas déstabilisés par le report de charges ponctuelles, l'ancrage pouvant être réalisé à l'aide d'équerres ou sabots métalliques, ou de chevilles.

La pente de la toiture doit tenir compte de la pente prévisible maximale de l'affaissement afin de continuer à assurer la fonction d'étanchéité (définie en situation de concomitance du vent et de la pluie) et du clos et couvert. Il en découle qu'on doit prévoir une pente de toiture au moins égale à la somme de la pente minimale admissible requise dans le DTU (correspondant au type de toiture retenu) et de la pente prévisible maximale d'affaissement de 1 %. Il faut ensuite mettre en place un écran de sous toiture dont la mise en œuvre est prévue dans le DTU de la série 40. Les écrans souples devront relever de la procédure d'Avis Technique en tant que procédé non traditionnel.

Compte tenu du risque d'effondrement sous accumulation d'eau, risque inhérent aux toitures en tôles d'aciers nervurées, les revêtements d'étanchéité sur support en tôles d'aciers nervurées sont proscrits pour les pentes de toit inférieures à 3 %. De plus, les descentes d'eau pluviales doivent être prévues au minimum à chaque angle de la toiture afin d'assurer une évacuation de l'eau en cas de mise en pente du bâtiment, cette dernière étant prise égale à 2 % au minimum. Dans ce cas, les gouttières et les descentes d'eau doivent être dimensionnées selon le DTU 60.11 et en fonction de la plus grande surface « mouillée » de la toiture possible.

**Recommandations :**

Les couvertures en tuiles plates en terre cuite ou en béton ne sont pas recommandées. Les tuiles en ardoise ou en bandeaux bitumés sont à déconseiller pour assurer la fonction d'étanchéité en cas de concomitance vent/pluie lors d'un affaissement entraînant la mise en pente du bâtiment en dehors du plan d'écoulement de sa toiture.

Les couvertures en tuiles de terre cuite à emboîtement ou à glissement à relief ou en tuiles béton à glissement et à emboîtement longitudinal sont recommandées. Il est également recommandé de disposer une descente d'eau à chaque extrémité de gouttière.

Dans le cas de travaux d'étanchéité des toitures sur éléments porteurs en maçonnerie ou en béton, la réalisation d'acrotères bas (hauteur maximale de 10 cm) revêtus d'étanchéité jusqu'à l'arête extérieure est à préférer aux acrotères hauts.

**4.3.4. Matériaux**

Les matériaux employés, de préférence du type « béton armé » devront répondre aux spécifications techniques les plus exigeantes. À ce sujet, le projeteur pourra se reporter aux règles de calcul du béton armé et du béton précontraint, définies dans les Eurocodes correspondants.

Les matériaux utilisés aussi bien en structure qu'en clos et couverts doivent présenter des performances de résistance et un niveau de durabilité largement éprouvés. Cela suppose qu'ils doivent :

- être conformes, pour ceux relevant du domaine traditionnel, aux documents normatifs en vigueur (DTU et Normes NF ou EN) ;
- relever de l'Avis Technique pour les matériaux et procédés innovants.

Par ailleurs, les matériaux doivent satisfaire à des exigences de caractéristiques minimales, afin d'éviter une détérioration prématurée des performances mécaniques de l'ouvrage. Ces considérations conduisent à établir les prescriptions et recommandations comme suit.

#### 4.3.4.1. Béton

##### **Prescriptions :**

Le béton utilisé doit être de bonne qualité et facile à mettre en œuvre, plutôt ductile, et dispose la résistance caractéristique minimale à la compression de 25 MPa. En exécution, il convient de veiller à respecter la constance des propriétés du béton.

#### 4.3.4.2. Armatures

##### **Prescriptions :**

Pour assurer une réserve de déformation plastique des éléments en béton armé, les armatures doivent être à haute adhérence (HA), de nuance Fe E 500 (limite élastique à 500 MPa) et disposer d'un allongement garanti sous charge maximale d'au moins 5 %. Les distances d'enrobage des aciers vis-à-vis de la paroi la plus voisine doivent respecter les dispositions constructives définies dans l'Eurocode 2.

#### 4.3.4.3. Éléments de maçonneries

Les éléments de maçonneries peuvent être pleins ou creux. Ils peuvent être :

en blocs pleins de béton courant (granulats calcaires ou siliceux) ou de béton cellulaire,

- en blocs perforés de béton à perforations verticales,
- en blocs creux en béton courant,
- en briques creuses de terre cuite à perforations horizontales,
- en briques pleines de terre cuite,
- en blocs perforés de terre cuite à perforations verticales.

##### **Prescriptions :**

Les blocs pleins ou assimilés doivent disposer d'une épaisseur minimale de 15 cm. Les éléments présentant des fissures ou des épaufrures significatives (pouvant nuire à la résistance) sont systématiquement à retirer de la construction.

Les blocs perforés sont assimilés à des blocs pleins aux deux conditions suivantes :

- disposer de perforations verticales perpendiculairement au plan de pose,
- avoir une résistance supérieure à 12 MPa.

Les blocs creux doivent comporter une cloison intermédiaire orientée parallèlement au plan du panneau et disposer d'une épaisseur minimale de 20 cm.

Les blocs de béton doivent répondre aux résistances minimales suivantes :

- 6 MPa pour les blocs creux de 20 cm d'épaisseur (B60 ou B80),
- 12 MPa pour les blocs pleins ou perforés de 15 cm d'épaisseur (B120 ou B160).

Les blocs de briques de terre cuite doivent répondre aux résistances minimales suivantes :

- 6 MPa pour les briques creuses de terre cuite de 20 cm d'épaisseur (BCTC 20 – 60 et BCTC 20 – 80),
- 6 MPa pour les briques pleines en blocs perforés de terre cuite de 20 cm d'épaisseur minimale (BPTC 20 – 60, par exemple),
- 12 MPa pour les blocs perforés de terre cuite de 15 cm d'épaisseur (BPTC 15 – 120 et BPTC 15 – 150).

#### 4.3.4.4. Mortier de jointoiement

##### **Prescriptions :**

Le mortier utilisé pour le jointoiement doit être aussi plastique et souple que possible. Les grains de sable, constitutifs du mortier, doivent être inférieurs à 5 mm tandis que l'épaisseur des joints doit être supérieure à 15 mm.

##### **Recommandations :**

Le liant du mortier peut être chargé en chaux afin de conférer une souplesse aux pans de maçonnerie.

#### 4.3.5. Éléments non structuraux

Comme cela a été exposé précédemment, les éléments non structuraux peuvent être mis en charge par l'ossature porteuse qui se déforme lors d'un affaissement de terrain, notamment dans le cas des ossatures flexibles. Dans ces conditions, ces éléments qui n'ont aucune fonction porteuse et rigides, peuvent alors devenir provisoirement porteurs et risquer de subir des dommages importants s'ils ne sont pas conçus pour résister à ces charges (leur présence peut influencer sur le comportement général de la structure). En conséquence, les éléments non structuraux doivent être conçus pour ne pas avoir d'incidence sur le comportement de la structure de la construction. Les dispositions qui suivent, répondent à cette exigence et permettent de maintenir la fonction de l'élément. Ils sont prescrits pour le respect de l'intégrité du bâtiment au niveau de la structure, du clos et couvert, des réseaux d'eaux et des corps d'état secondaires, les corps d'état techniques tels que le chauffage, la VMC, l'électricité n'étant pas visés par l'étude.

##### 4.3.5.1. Murs de clôture

##### **Prescriptions :**

Les murs de clôture doivent impérativement être désolidarisés du bâtiment d'un joint d'affaissement minimal de 5 cm.

##### 4.3.5.2. Façades légères

En comparaison avec des façades traditionnelles en maçonnerie ou en béton, une façade légère est construite avec des matériaux légers et industriels. Elle peut être :

- une façade rideau, située entièrement en avant du nez de plancher,
- une façade semi-rideau, dont la paroi extérieure est située en avant du nez de plancher et la paroi intérieure située entre deux planchers consécutifs,

- une façade panneau insérées entre planchers,
- une verrière inclinée à plus de 15° par rapport à la verticale, qui se prolonge en façade.

**Recommandations :**

Il est déconseillé d'installer des façades légères compte tenu du caractère fragile de ces dernières.

**4.3.5.3. Menuiseries extérieures**

Pour éviter les désordres résultant de la déformation du gros œuvre, il y a lieu de permettre un déplacement relatif entre le gros œuvre et la menuiserie. Un principe général consiste à réserver des jeux suffisants selon les niveaux d'endommagement prévisibles. Cela peut aller de pattes équerres avec trous de fixation oblongs jusqu'à des dispositions spécifiques détaillées ci-après. En effet, les dispositions classiques autorisent un défaut d'équerrage de 5 mm maximum, expliquant le coincement des vantaux à partir du niveau d'endommagement N2.

**Recommandations :**

Il est conseillé de limiter la taille des fenêtres (côté inférieure à 1,5 m) et les prévoir de format sensiblement carré ( $0,9 \leq \text{hauteur/largeur} \leq 1,1$ ). Cela conduit à déconseiller des ouvrants coulissants qui sont souvent de grandes dimensions et qui par ailleurs présentent un cadre dormant de faible rigidité. De plus, les dispositions d'étanchéité doivent être adaptées pour conserver leur intégrité. En conséquence, toute étanchéité par mastic est à déconseiller.

Peuvent être envisagés pour les habitations, les ouvrants à la française et les ouvrants oscillo-battants, pour les locaux d'activité et les petits établissements recevant du public d'autres types d'ouvrants tels que ouvrants à l'italienne ou basculants. Un moyen de désolidariser la menuiserie du gros œuvre peut consister à suspendre le cadre dormant de la menuiserie au linteau et à maintenir les 3 autres côtés dans des précadres en U, préservant à la fois la reprise des efforts de vent, et le libre déplacement.

Le jeu entre la rive du cadre dormant et le fond du profil U correspondant au déplacement prévisible du gros œuvre dans son plan est environ de 20 mm pour une baie de 1,5 m de côté. Cette disposition oblige à une conception spécifique des cadres dormants, pour autoriser la reprise du poids du vantail en traverse basse non calée et la transmission en rive supérieure, liés au gros œuvre.

Il est également possible d'envisager la mise en place, entre le précadre en U et le dormant, de bandes de mousse imprégnées pré-comprimées ou non sur une largeur de l'ordre de 20 mm. En traverse basse de la baie, il est conseillé de prévoir un drainage du précadre avec une bavette rejet d'eau qui facilitera la pose de la menuiserie en tableau.

**4.3.5.4. Escaliers****Prescriptions :**

Les escaliers peuvent être en bois, métal ou en béton armé. Les escaliers maçonnés, les escaliers sur voûte sarrasine ainsi que des marches prévues en console dans les murs sont proscrits.

**Recommandations :**

Il est conseillé de concevoir les escaliers au centre de l'ouvrage.

**4.3.5.5. Éléments en console verticale**

Il peut s'agir d'acrotères, de garde-corps, de corniches ou de tout autre élément en maçonnerie fixé uniquement à leur base.

**Prescriptions :**

Compte tenu de la mise en pente de la construction lors de l'affaissement, les éléments en console verticale quand ils sont réalisés en maçonnerie doivent être encadrés par des chaînages horizontaux et verticaux (espacés tous les 3 m maximum) et reliés à la structure porteuse.

**Recommandations :**

Les matériaux légers sont préférables aux matériaux lourds pour les gardes corps.

**4.3.5.6. Conduits maçonnés****Prescriptions :**

Du fait de l'inclinaison du bâtiment lors de l'affaissement et des sollicitations induites sur la souche, les cheminées doivent systématiquement être pourvues de raidisseurs métalliques situés à chaque angle du terminal (les souches peuvent également être munies d'haubanage). Les conduits de fumée doivent être adossés aux murs intérieurs sans affaiblir la section résistante du mur.

À l'intérieur de la construction, les conduits doivent être liaisonnés à la charpente et à chaque plancher par des attaches métalliques. Afin de réduire l'élançement des souches, il est fortement recommandé d'implanter les cheminées à proximité du faîtage (notamment en cas de forte inclinaison de la toiture).

**Recommandation :**

La mise en place de ceintures en plat en acier est recommandée.

**4.3.5.7. Réseaux**Installations au gaz :**Recommandations :**

La présence de canalisations de gaz peut représenter un risque majeur pour la sécurité des occupants. Dans ces conditions, il est conseillé d'installer des systèmes de sécurisation adaptés aux installations au gaz.

Canalisations pour l'eau et installations d'évacuation :

Il s'agit ici du réseau sous pression ainsi que des réseaux d'eau de pluie et d'eaux usées. Lors de l'affaissement de terrain, il est nécessaire que les installations et les conduites de distribution puissent continuer à fonctionner et que la conception prévoie une réparation de dégâts inévitables. Les dispositions constructives proposées ci-après répondent à la nécessité de supporter une extension, une compression et une inclinaison du bâtiment lors de l'affaissement.

**Prescriptions :**

La pénétration des canalisations dans le bâtiment doit s'effectuer par un dispositif souple – dispositif en ligne ou éléments de liaison en métal déformable. Il est interdit de disposer des canalisations, quelles que soient leurs dimensions, dans les chaînages et dans les panneaux de contreventement. Aucune canalisation ne doit être placée dans l'emplacement libre des joints d'affaissements.

La fixation des canalisations extérieures (gouttières et descentes d'eaux pluviales, par exemple) doit être prévue par des étriers ou tout autre dispositif qui ne les maintiennent pas solidement aux murs.

Les liaisons entre les réseaux extérieurs (installations de raccordement au réseau public) et le bâtiment ainsi que celles entre le bâtiment et l'égout, doivent être placées au milieu de la façade avant. Les canalisations peuvent être regroupées dans un emplacement prévu à cet effet (puisard) dont les parois sont soigneusement désolidarisées du bâtiment.

Les canalisations secondaires doivent avoir au moins une inclinaison supérieure à celle prescrite dans les Normes et DTU en vigueur. Cette mesure constructive, qui tient compte du changement de la pente des canalisations lors de l'inclinaison du bâtiment, permet la vidange des installations d'eau sous pression.

## 5. PRISE EN COMPTE DU RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES

L'objectif de cette section est de vérifier la compatibilité de l'ensemble des dispositions définies plus haut et celles du Plan de Prévention des risques liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles (PPRG). Le niveau d'endommagement acceptable retenu est celui du N3 (désordre pouvant être important, mais sécurité des occupants assurée car absence de risque de chutes d'éléments porteurs ou d'équipements).

Pour le cas d'une construction type pour l'usage de maison individuelle traité dans le cadre de cette étude, la comparaison montre qu'il n'y a pas d'exigences contradictoires entre les dispositions présentées et celles du PPRG. Il convient par ailleurs de rappeler que les dispositions de ce rapport viennent en complément de l'ensemble des dispositions requises pour le retrait gonflement telles que définies dans le PPRG.

## 6. CONCLUSION

Dans le but de définir les dispositions constructives permettant d'édifier des constructions neuves de type maison d'habitation individuelle dans le bassin de lignite (13) vis-à-vis de l'affaissement progressif de terrain de niveau faible (la mise en pente inférieure à 1%) d'une part, et en présence de retrait-gonflement des argiles d'autre part, des impacts prévisibles sur les bâtiments ont été analysés. Les prescriptions et recommandations techniques sont ensuite proposées en s'appuyant sur les recherches nationales et internationales ainsi que sur les avis des experts de la profession.

### *Remarque :*

Il est important de noter qu'on ne cherche pas à faire une étude de cas. Les résultats présentés dans la présente étude s'appliquent d'une manière générale à un groupe de bâtiments types à l'échelle d'une commune et ne présentent pas un ouvrage isolé. Ils ne sont utilisables que dans le cadre de cette étude. Ils sont strictement liés à la typologie définie dans ce rapport ainsi qu'à toutes les hypothèses qui y sont mentionnées. Il serait par conséquent erroné et dangereux d'utiliser directement ces résultats dans un cadre différent de celui de cette étude, qui revêt un caractère global et est totalement inadaptée à un examen localisé.



## 7. LISTE DES DOCUMENTS DE REFERENCE

- [1] Geddes J.D. - " Structural design and ground movements. Ground movement and their effects on structures " - Surrey University Press - 1984
- [2] Deck O., Al Heib M., Homand F., Gueniffey Y., Wojtkowiak F. - " Méthodes de prévision des dégradations des structures bâties en zone d'affaissement minier " - Revue française de Géotechnique, 15-33. <ineris-00961864>. – 2002
- [3] Boscardin M. D. and Cording E.J. - " Building response to excavation-induced settlement " - Journal of Geotechnical Engineering, Vol. 115, n° 1 – 1989
- [4] Saeidi A. - " La vulnérabilité des ouvrages soumis aux aléas mouvements de terrains ; développement d'un simulateur de dommages " - Thèse de doctorat. Université de Nancy – 2010
- [5] National Coal Board - " Subsidence Engineering's handbook " – National Coal Board London – 1975
- [6] CSTB - " Etude des conditions de constructibilité dans le bassin sidérurgique et ferrifère Nord-Lorrain " – Rapport d'étude – 2004
- [7] Neuhaus E. H. - " A.B.C. de la construction des maisons d'habitation en zones d'affaissements miniers " – Editions Eyrolles, traduit par Soots – 1965
- [8] Soots P. - " Le phénomène des affaissements miniers et la prévention de ses conséquences dommageables " – Cahier du CSTB n°96, cahier 836 – 1969
- [9] Whittaker B. N., Reddish D. J. - " Subsidence's : Occurrence, Prediction, Control" – Editions Elsevier – 1989
- [10] ICE (Institution of Civil Engineers) - " Ground subsidence " – ISBN 0727700464 (Londres) – 1977
- [11] Kwiatek J., - " Protection des constructions sur les terrains miniers (traduction du polonais) " – Publication du G.I.G., Katowice – 1998
- [12] Zacek M. - " Construire Parasismique " – Edition Parenthèses. ISBN 2-86364-2, Marseille – 1996

# GUIDE DE DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES POUR LE BÂTI NEUF SITUÉ EN ZONE D'ALÉA DE TYPE FONTIS

**Demandeur de l'étude**

MEEDDM  
DGPR/SRT/SDRCP  
Bureau du sol et du sous-sol  
Arche de la Défense – Paroi Nord  
92055 LA DEFENSE

**Référence**

26029541

Auteur(s)	Vérificateur(s)	Version	Date
<i>Hong-Hai NGUYEN Ménad CHENAF</i>	<i>Jean-Vivien HECK</i>	<i>D</i>	<i>15/09/2011</i>
<b>Ménad CHENAF</b>	<b>Hong-Hai NGUYEN</b>	<b>E</b>	<b>29/10/2012</b>



**Département Sécurité, Structures et Feu**

Division Ingénierie de la Sécurité

☎ : 01.64.68.83.28

📠 : 01.64.68.85.23

@ : [mara.tan@cstb.fr](mailto:mara.tan@cstb.fr)

🌐 : <http://dssf.cstb.fr>

**GUIDE DE DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES  
POUR LE BÂTI NEUF SITUÉ EN ZONE D'ALÉA  
DE TYPE FONTIS**

**CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT**

SIÈGE SOCIAL > 84 AVENUE JEAN JAURÈS | CHAMPS-SUR-MARNE | 77447 MARNE-LA-VALLÉE CEDEX 2  
TÉL. (33) 01 64 68 82 82 | FAX. (33) 01 60 05 70 37 | SIRET 775 688 229 000 27 | [www.cstb.fr](http://www.cstb.fr)

ÉTABLISSEMENT PUBLIC À CARACTÈRE INDUSTRIEL ET COMMERCIAL | RCS MEAUX 775 688 229 | TVA FR 70 775 688 229

MARNE-LA-VALLÉE | PARIS | GRENOBLE | NANTES | SOPHIA-ANTIPOLIS

---

## SOMMAIRE

---

<b>1 - OBJET DE L'ÉTUDE .....</b>	<b>5</b>
1.1 - CONTEXTE ET OBJECTIFS.....	5
1.2 - CONTENU DE L'ÉTUDE .....	5
<b>2 - ÉLÉMENTS SUR LA SÉCURITÉ DU BÂTI. APPROCHE CODIFIÉE .....</b>	<b>6</b>
2.1 - STRUCTURES SIMPLES ET STRUCTURES COMPLEXES.....	7
2.2 - CRITÈRES DE RÉGULARITÉ DES STRUCTURES .....	8
2.2.1 - <i>Configuration en plan</i> .....	8
2.2.2 - <i>Configuration en élévation</i> .....	10
2.3 - STRATÉGIES ÉVENTUELLES À PRENDRE POUR ATTÉNUER LE RISQUE .....	11
<b>3 - DÉMARCHE GÉNÉRALE D'ANALYSE ET DE DIMENSIONNEMENT.....</b>	<b>12</b>
3.1 - ÉVALUATION DE L'ALÉA PAR RECONNAISSANCE DU SOL ET DU SOUS-SOL.....	12
3.2 - PRINCIPES GÉNÉRAUX DE CONCEPTION POUR LES OUVRAGES COMPLEXES.....	13
3.2.1 - <i>Prise en compte de l'action fontis dans la conception des ouvrages</i> .....	13
3.2.2 - <i>Fondations</i> .....	14
3.2.3 - <i>Murs</i> .....	17
3.2.4 - <i>Planchers</i> .....	19
3.2.5 - <i>Éléments non structuraux</i> .....	20
<b>4 - DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES POUR LES MAISONS RÉGULIÈRES.....</b>	<b>21</b>
4.1 - IMPLANTATIONS ET VOISINAGE .....	21
4.2 - MATÉRIAUX.....	22
4.2.1 - <i>Béton</i> .....	23
4.2.2 - <i>Aciers pour charpente métallique</i> .....	23
4.2.3 - <i>Éléments de maçonnerie</i> .....	23
4.2.4 - <i>Mortier de jointoiement</i> .....	24
4.3 - FORME ET DIMENSIONS.....	25
4.3.1 - <i>En plan</i> .....	25
4.3.2 - <i>En élévation</i> .....	25
4.3.3 - <i>Limite du nombre d'étages</i> .....	25
4.4 - MURS PORTEURS EN MAÇONNERIE OU EN BÉTON, MUNIS DE CHAÎNAGES.....	26
4.4.1 - <i>Murs en maçonnerie</i> .....	26
4.4.2 - <i>Murs en béton banché</i> .....	29
4.5 - FONDATIONS .....	30
4.5.1 - <i>Semelles filantes</i> .....	30
4.5.2 - <i>Cas de fondations sur pieux reposant sur un substratum résistant</i> .....	31
4.5.3 - <i>Cas de radiers</i> .....	34
4.5.4 - <i>Cas des dallages</i> .....	37
4.5.5 - <i>Murs de soubassement</i> .....	37

4.5.6 - Plancher bas ou sur vide sanitaire, en béton.....	38
4.6 - ÉLÉMENTS SECONDAIRES ET ÉLÉMENTS NON STRUCTURAUX .....	40
4.6.1 - Encadrement de baies.....	40
4.6.2 - Escaliers.....	40
4.6.3 - Conduits de fumée.....	41
4.6.4 - Cloisons de distribution .....	42
4.7 - LIMITES D'APPLICATION DE L'ÉTUDE.....	43
<b>5 - BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>45</b>

---

## 1 - OBJET DE L'ÉTUDE

---

### 1.1 - Contexte et objectifs

Les problèmes posés par les risques d'aléa fontis dans les bassins miniers ont conduit à définir des prescriptions pour le calcul et le dimensionnement des ouvrages de bâtiments, prescriptions à intégrer dans les Plans de Prévention des Risques Miniers (PPRM). Une étude sur la vulnérabilité des **bâtiments existants** vis-à-vis du fontis a déjà été menée par le CSTB, afin d'estimer les niveaux de risque en fonction des caractéristiques de l'aléa fontis, essentiellement défini par le diamètre du fontis. La présente étude se propose d'étendre les précédentes analyses au comportement des bâtiments neufs en cas de perte d'appuis. Le présent rapport développe les investigations et conclusions pour les constructions neuves dans les communes soumises à des aléas fontis essentiellement où le diamètre reste limité à 3 m (pour la classe d'intensité limitée). Le rapport aborde également le cas de fontis de diamètre supérieur (allant jusqu'à 5m), mais il sera vu que cela est beaucoup plus exigeant en termes de dispositions et de précautions (murs en béton nécessaires, densité élevée des semelles sous murs, vérification détaillée du comportement global et de la stabilité, descente de charge bien définie, ...).

### 1.2 - Contenu de l'étude

Les recommandations auxquelles la présente étude a conduit portent sur des paramètres simples à identifier et ayant un impact significatif sur la sécurité des bâtiments situés en zones de fontis minier. Ces paramètres concernent les règles d'implantation ainsi que les dispositions constructives en matière de bâti (gros œuvre, seconde œuvre). Les corps d'état techniques tels que le chauffage, la VMC et l'électricité ne sont pas visés ici.

Le choix des bâtiments a été effectué selon un certain nombre de critères visant le caractère représentatif de ces bâtiments. Les types de bâtiments retenus sont supposés respecter les règles de construction en vigueur en France : les normes françaises, les DTU (et les Avis Techniques) régissant notamment les modes de mise en œuvre de techniques de construction, et les règles en vigueur de conception et de calculs (Eurocode 2 pour les structures en béton armé, Eurocode 3 pour les structures métalliques et Eurocode 6 pour les structures en maçonnerie). En particulier, les bâtiments courants sont supposés reposer sur des fondations en béton armé et constitués d'une superstructure disposant, à minima, de chaînages horizontaux et verticaux.

Les ouvrages exceptionnels ou particuliers ne font pas partie de la présente étude.

Les niveaux associés à l'aléa fontis sont indexés sur un seul paramètre : le diamètre du fontis (fourni par GEODERIS) et l'action provoquée par cet aléa est considéré comme statique. Il convient de noter que la présente étude a examiné les cas où les diamètres de fontis n'excèdent pas 5 mètres. Au-delà de cette limite, le comportement des ouvrages est très fortement tributaire des dispositions particulières adoptées pour la construction et très sensible aux dimensions des fontis. De ce fait, lorsque les diamètres de fontis susceptibles de se produire dépassent 5 mètres, les dispositions du présent guide ne sont plus applicables et il devient nécessaire de faire procéder, par un bureau d'études spécialisé, à une étude particulière de l'ouvrage concerné vis-à-vis des diamètres de fontis attendus.

## 2 - ÉLÉMENTS SUR LA SÉCURITÉ DU BÂTI. APPROCHE CODIFIÉE

La conception d'un bâtiment en zone d'aléa fontis doit permettre à la structure de ce bâtiment de présenter une robustesse suffisante vis-à-vis des diverses actions susceptibles de solliciter la structure. Selon la situation du projet, différentes approches de conception peuvent être retenues. L'adoption d'une méthode de conception dépend de la stratégie retenue pour assurer au bâtiment une robustesse suffisante (supporter certaines détériorations sans s'effondrer).

Il convient qu'un bâtiment résiste à une action accidentelle au moins pendant la durée nécessaire à l'évacuation des personnes. Des niveaux plus élevés de sécurité peuvent être requis pour les bâtiments destinés à la manipulation de matières dangereuses, à la fourniture de services indispensables ou bien pour des raisons de sécurité nationale (NF EN 1991-1-7). Notons que ces exigences sont très générales et sont respectées moyennant l'adoption de dispositions constructives et d'un dimensionnement des structures selon des critères particuliers à chaque type de construction.

Pour ce qui concerne le présent guide, les dispositions qui y sont proposées conduisent à un niveau de sécurité comparable à celui présenté par une structure dimensionnée classiquement, en-dehors de tout aléa de type fontis. En clair, le risque supplémentaire présenté par l'aléa fontis est ici pris en charge par les dispositions particulières décrites dans la suite du présent guide et les objectifs en termes de performances structurales sont maintenus à leur niveau habituel. Notons toutefois que ces dispositions ont fait l'objet de choix constructifs, et que d'autres dispositions pourraient être retenues pour autant qu'il soit démontré qu'elles conduisent à un niveau de sécurité au moins égal.

Afin d'avoir une idée plus précise des niveaux visés par les dispositions du présent guide, il est utile de définir les **niveaux d'endommagement** qu'une construction peut atteindre lorsqu'elle est soumise aux diverses actions appliquées :

En règle générale, on retient cinq niveaux d'endommagement, par ordre croissant de sinistralité (N1 à N5).

Du niveau N1 à N3, les désordres prévisibles ne provoquent aucun effondrement. A partir du niveau N4, des effondrements sont possibles et menacent la sécurité des occupants.

sécurité des occupants assurée car absence de risque de chutes d'éléments porteurs ou d'équipements	}	N 1	→	Fissures d'aspect
		N 2	→	Fissures légères dans les murs
		N 3	→	Portes coincées et canalisations rompues
sécurité des occupants menacée	}	N 4	→	Poutres déchaussées et murs bombés
		N 5	→	Planchers et murs désolidarisés et instables

**Les dispositions constructives du présent document ont été calées de manière à limiter le niveau d'endommagement au niveau N3.**

## 2.1 - Structures simples et structures complexes

La conception d'un bâtiment dépend de la situation du projet. La norme NF EN1991-1-7 propose des « classes de conséquences » des bâtis. Ces classes permettent de définir une hiérarchie dans les stratégies à retenir pour les mises en sécurité vis-à-vis des actions de type accidentel.

**Tableau 2.1: Extrait de la norme NF EN1991-1-7 : Actions accidentelles**

Classes de conséquences	Exemple de catégorisation du type et de l'usage d'un bâtiment
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les maisons individuelles ne dépassant pas quatre niveaux.</li> <li>• Les bâtiments agricoles.</li> <li>• Les bâtiments peu fréquentés, à condition qu'aucune partie du bâtiment ne se situe à une distance d'un autre bâtiment, ou d'une zone fréquentée, inférieure à une fois et demie la hauteur du bâtiment.</li> </ul>
2a Groupe à risque inférieur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les maisons individuelles ne dépassant pas cinq niveaux.</li> <li>• Les hôtels ne dépassant pas quatre niveaux.</li> <li>• Les appartements et autres bâtiments résidentiels ne dépassant pas quatre niveaux.</li> <li>• Les immeubles de bureaux ne dépassant pas quatre niveaux.</li> <li>• Les bâtiments industriels ne dépassant pas trois niveaux.</li> <li>• Les locaux de vente au détail ne dépassant pas trois niveaux de moins de 1000 m<sup>2</sup> de surface de plancher à chaque niveau.</li> <li>• Les bâtiments éducatifs à un seul niveau.</li> <li>• Tous les bâtiments ne dépassant pas deux niveaux dans lesquels le public est admis et dont la surface de plancher est inférieure ou égale à 2000 m<sup>2</sup> à chaque niveau.</li> </ul>
2b Groupe à risque supérieur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les hôtels, immeubles et autres bâtiments résidentiels de quatre niveaux au minimum et quinze au maximum.</li> <li>• Les bâtiments éducatifs entre un et quinze niveaux.</li> <li>• Les locaux de vente au détail compris entre trois et quinze niveaux.</li> <li>• Les hôpitaux ne dépassant pas trois niveaux.</li> <li>• Les immeubles de bureaux compris entre quatre et quinze niveaux.</li> <li>• Tous les bâtiments dans lesquels le public est admis et dont la surface de plancher est comprise entre 2 000 et 5 000 m<sup>2</sup> à chaque niveau.</li> <li>• Les parkings ne dépassant pas six niveaux.</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tous les bâtiments définis ci-dessus en Classe 2 qui sont en dehors des limites fixées en termes de surface et de nombre de niveaux.</li> <li>• Tous les bâtiments ouverts à un large public.</li> <li>• Les stades recevant plus de 5 000 spectateurs.</li> <li>• Les bâtiments qui abritent des substances ou des procédés dangereux.</li> </ul>



Pour les besoins de cette étude, il s'est révélé utile de diviser les structures en deux grandes classes : les structures dites « simples » et les structures dites « complexes ».

Ces notions dépendent non seulement de la constitution de la superstructure, mais également de l'interaction entre celle-ci et les caractéristiques du fontis. A titre d'exemple, une structure peut être composée d'éléments simples (en géométrie et en fonctionnement mécanique : poutres, poteaux, etc.), mais en cas de fontis, le fonctionnement d'ensemble structure-fontis conduit à des modes de sollicitations combinées du fait de la modification des conditions aux limites (perte partielle d'appuis, adaptation, etc.). Des analyses avancées peuvent donner les dispositions particulières et les prescriptions nécessaires dans ce type de cas. Dans cet esprit, les critères permettant de classer une structure en « simple » ou « complexe » sont les suivants :

- **Géométrie de l'ouvrage** : en plan et en élévation. Si le bâtiment est irrégulier soit en plan soit en élévation, la structure est classée en structure complexe et, dans ce cas, des analyses avancées sont nécessaires. Les critères de régularité peuvent être ceux de l'Eurocode 8. Ils sont présentés ci-après dans le paragraphe « Critères de régularité des structures ».
- **Répartition des porteurs verticaux** : vu le caractère local du fontis, une répartition non régulière des porteurs verticaux donne des résultats très différents par rapport aux cas courants (par exemple si la distance entre les murs dépasse 5m, présence excessive des poteaux à un endroit, ...)
- **Matériaux constitutifs des structures porteuses** : Les matériaux courants sont le béton, l'acier, le bois et la maçonnerie. En cas d'utilisation d'autres matériaux (composites, précontrainte, collaboration mixte, etc.), des calculs plus précis sont nécessaires.
- **Dispositions particulières contre l'aléa fontis** : tirants, renforcements, etc. Des solutions particulières conduisent souvent à des analyses complexes (par exemple renforcement par des bandes composites collées, disposition des tirants en profils d'acier, etc.).
- **Combinaison à prendre dans le cas de l'aléa fontis** : en fonction des structures et de la présence des autres actions (vent, séisme, ...), des combinaisons spéciales peuvent conduire à des configurations de charges particulières.
- **Les éléments spécifiques** (comme les éléments supports des machines, des réservoirs de stockage, poutre de grande hauteur, ...) exigent des études particulières.

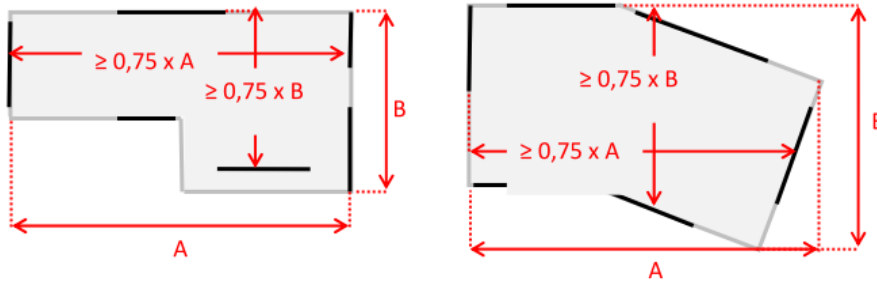
Tous les bâtiments non associés à la classe 1 de conséquences selon le tableau précédent nécessitent des analyses spécifiques pour évaluer le risque encouru en cas d'aléa fontis, même de faible niveau. Dans de tels cas, la consultation d'un bureau d'études est indispensable.

## 2.2 - Critères de régularité des structures

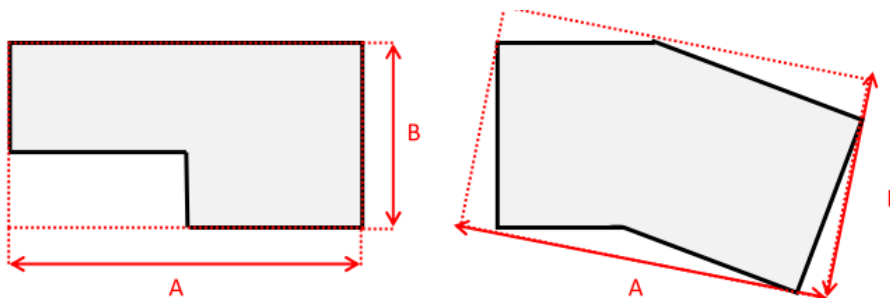
En classe 1 de conséquences, les ouvrages peuvent être « simples » ou « complexes ». Dans ce qui suit sont précisés les critères permettant le classement en « simple ».

### 2.2.1 - Configuration en plan

- La structure du bâtiment doit être disposée en plan de manière approximativement symétrique par rapport à deux directions perpendiculaires du bâtiment. La distance de deux murs les plus éloignés selon une direction ne doit pas être inférieure aux  $\frac{3}{4}$  de la dimension du bâtiment dans cette direction.

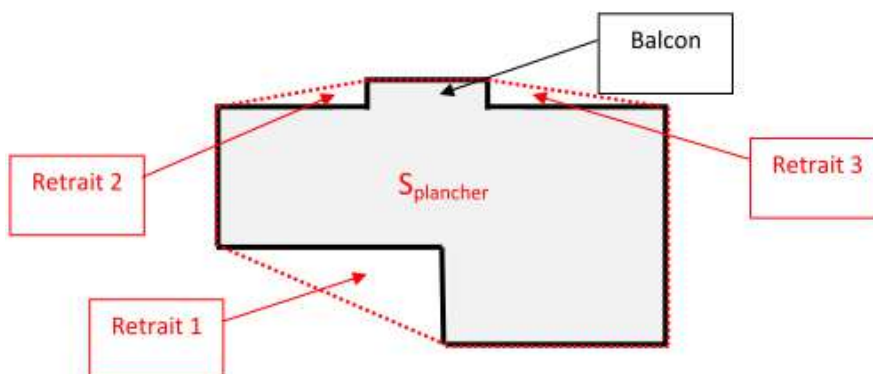


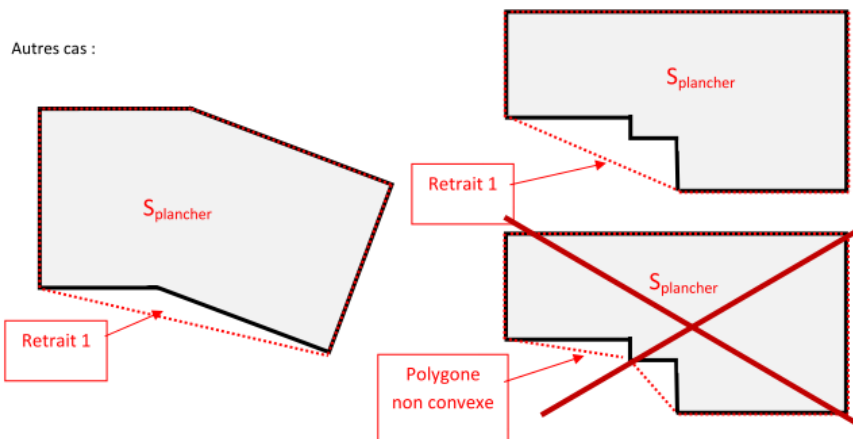
- La configuration en plan doit être compacte. La plus grande dimension ne doit pas dépasser deux fois la plus petite dimension ( $0.5 \leq A/B \leq 2$ ).



- Les retraits par rapport au polygone convexe circonscrit au plancher ou à la charpente faisant office de diaphragme doivent respecter les conditions suivantes (pour chaque niveau) :
  - Le nombre maximal de retraits est de 3,
  - Aucun des retraits ne peut excéder 10% de la surface du plancher,
  - La somme de tous les retraits ne doit pas excéder 30% de la surface du plancher.

A noter que les balcons et loggias doivent être inclus dans le contour du plancher et que la vérification doit être effectuée au niveau de chaque diaphragme.





- Il doit y avoir au minimum deux murs parallèles dans chaque direction principale du bâtiment. La distance maximale entre deux murs principaux successifs dans une direction ne doit pas dépasser 5 m.

A noter que deux murs peuvent être considérés comme parallèles, si l'angle entre leurs plans ne dépasse pas  $15^\circ$ .

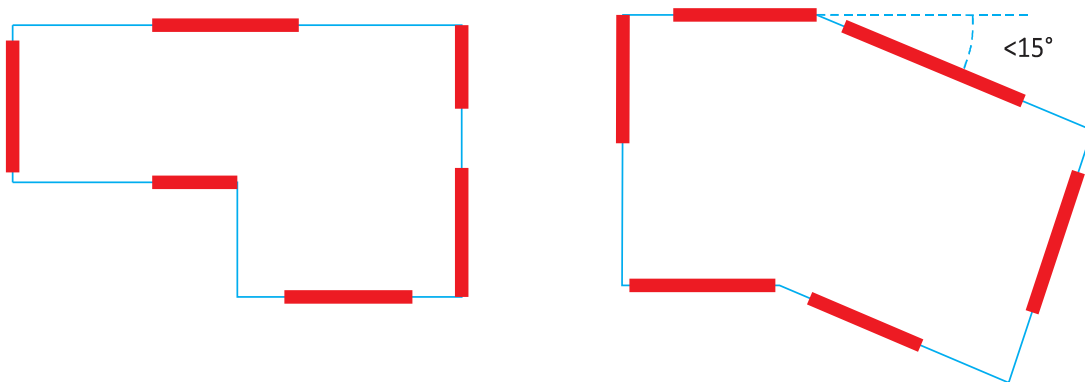
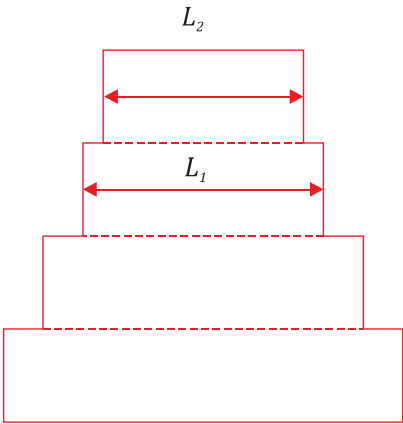
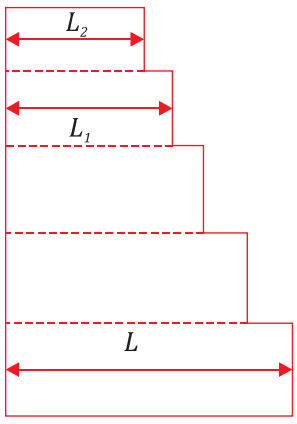


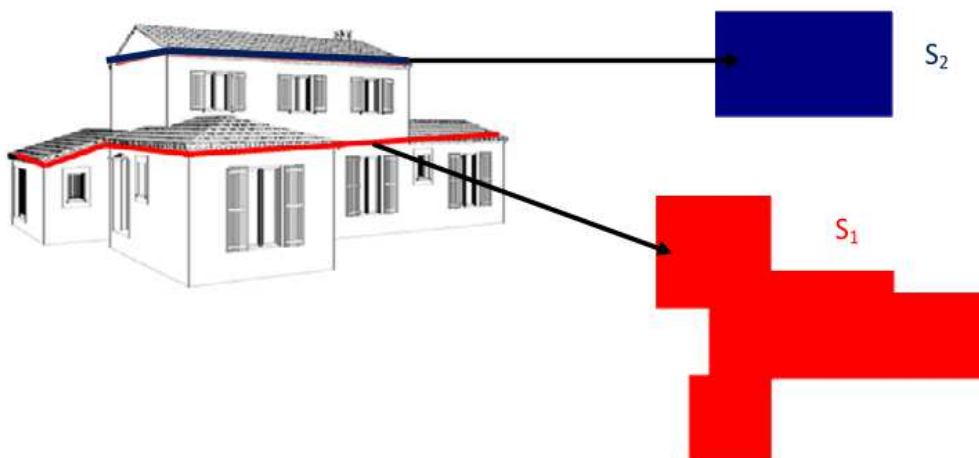
Figure 2.1: Répartition des murs

### 2.2.2 - Configuration en élévation

- Tous les porteurs verticaux doivent être continus de la fondation jusqu'à la toiture.
- Lorsque l'ouvrage présente de retraits :
  - dans le cas de retraits successifs maintenant une symétrie axiale, le retrait à un niveau quelconque ne doit pas être supérieur à 20 % de la dimension en plan du niveau inférieur dans la direction du retrait.
  - dans le cas de retraits non symétriques, de chaque côté, la somme des retraits de tous les niveaux ne doit pas être supérieure à 30 % de la dimension en plan au premier niveau au dessus des fondations ou au dessus du sommet d'un soubassement rigide et chaque retrait ne doit pas excéder 10 % de la dimension en plan du niveau inférieur

	
$\frac{L_1 - L_2}{L_1} \leq 0,2$	$\frac{L - L_2}{L} \leq 0,3$ $\frac{L_1 - L_2}{L_1} \leq 0,1$

L'écart entre les surfaces des divers planchers du bâtiment ne doit pas excéder 20 %. Les planchers hauts de sous-sol est considéré comme un niveau, mais le plancher sur vide sanitaire ainsi que les dallages ne sont pas pris en compte dans cette vérification.



### 2.3 - Stratégies éventuelles à prendre pour atténuer le risque

Lorsque le fontis survient, il y a modification des contacts existants entre la construction et le sol. Certaines zones de contacts sont perdues, des redistributions ont lieu. Pour maintenir la construction en équilibre, les charges de la superstructure transmises au premier niveau de l'ouvrage doivent être redistribuées aux parties encore en contact avec le sol. Deux stratégies peuvent être retenues, pour assurer cette redistribution dans de bonnes conditions :

- **Soit on rigidifie le premier niveau de l'ouvrage** (fondations, radiers, rez-de-chaussée, murs de soubassement, ...). Dans cette approche, on considère que les superstructures reposent sur une « base »

rigide et elles sont dimensionnées de manière normale. La « base » doit être rigide par rapport aux autres niveaux afin d'assurer l'équilibre.

- **Soit on suit les recommandations de la norme NF EN1991-1-7 (actions accidentelles).** L'ouvrage doit comporter des tirants horizontaux et verticaux (éventuellement inclinés), à l'intérieur ainsi qu'en périphérie. Les ancrages doivent être suffisants pour équilibrer les sollicitations dues aux redistributions.

Pour les structures à ossatures, les tirants horizontaux sont disposés à chaque plancher et au niveau de la toiture, dans deux directions orthogonales. Ils peuvent être constitués de barres en acier laminé, d'armatures métalliques dans le béton des dalles de planchers, ou bien des combinaisons de ces deux types.

Pour les structures à murs porteurs, les tirants horizontaux peuvent faire office de chaînages.

Les tirants verticaux doivent lier tous les poteaux, les murs en continu de la fondation jusqu'à la toiture. Pour les structures à ossatures, les poteaux doivent être liés à d'autres structures hors fontis par des tirants ou une chaîne structures-tirants. Pour les structures à murs porteurs, les tirants sont à incorporer en périphérie de ces murs.

---

### 3 - DÉMARCHE GÉNÉRALE D'ANALYSE ET DE DIMENSIONNEMENT

---

#### 3.1 - Évaluation de l'aléa par reconnaissance du sol et du sous-sol

Les études sur la vulnérabilité de l'aléa fontis sont peu abordées dans le cadre de l'évaluation des risques miniers du fait du caractère local du fontis. L'influence des fontis sur les bâtiments n'est pas une action couramment prise en compte dans la conception des ouvrages. Le schéma de calcul des éléments structuraux dépend non seulement de la géométrie du fontis, mais également des caractéristiques mécaniques du sol supportant les fondations. En principe, on ne peut pas convenablement évaluer le risque en se basant uniquement sur les caractéristiques en surface du fontis, car il peut y avoir évolution au fil du temps des caractéristiques du fontis et du sol. L'analyse est complexe à mener lorsque le fonctionnement mécanique des structures est modifié du fait de la survenance du fontis (par exemple, les moments fléchissants d'une semelle de fondation qui peuvent changer de signe en cas d'apparition d'un fontis).

Le guide méthodologique relatif aux Plans de prévention des Risques Miniers (PPRM) présente les différents mécanismes à l'origine de l'apparition d'un fontis (rupture de piliers, effondrements d'une tête de puits, remontée de voûte jusqu'en surface...) ainsi que les modalités d'évaluation de l'aléa, en particulier l'intensité du phénomène qui dépend directement du diamètre du fontis susceptible de se produire. Le guide rappelle également que les conséquences prévisibles d'un aléa fontis sur la sécurité des biens et des personnes dépendent principalement des dimensions du fontis. Ces mécanismes ont lieu souvent dans des zones mal définies (études de reconnaissance du sol insuffisantes, voire inexistantes), et le comportement des structures peut difficilement être prévisible, du fait de cette méconnaissance.

Dans ce contexte, la reconnaissance du sol et du sous-sol consiste à fournir des informations sur les points suivants :

- **La stabilité du fontis :** La géométrie du fontis est un paramètre essentiel pour le schéma d'analyse ainsi que pour les conditions aux limites à appliquer aux structures du bâti. Dans les sols rigides, la

formation de la voûte au-dessus des galeries minières concerne un volume de sol réduit. Cependant, l'influence du fontis dépasse la zone de l'effondrement. Le niveau des eaux dans le sol constitue également un élément susceptible d'élargir la zone d'influence (charriage des particules de sol et élargissement de la cavité initiale).

- **La rigidité du sol** : dans la zone voisine du fontis, la rigidité du sol est modifiée (diminution de la compacité). Cette modification a une influence significative sur l'interaction sol/structure. A titre d'exemple, pour les fondations très rigides, les contraintes réparties et donc les tassements sont plus réguliers (proches d'une répartition linéaire). Les efforts internes dans les structures qui servent au dimensionnement sont plus simples à déterminer dans ce cas. Pour les fondations souples, l'interaction est plus compliquée s'il y a des zones de décollement (défaut de contact entre le sol et la structure), d'affaiblissement, etc. Même à l'aide d'outils de calcul avancés, il ne sera pas possible de modéliser exactement le phénomène physique si l'on ne dispose pas de données précises sur le sol.
- **La résistance du sol** : lorsque l'on connaît la rigidité du sol sous l'emprise du bâtiment, on peut déterminer assez précisément l'état de contraintes du sol. La résistance est un facteur déterminant de l'analyse.

## 3.2 - Principes généraux de conception pour les ouvrages complexes

### 3.2.1 - Prise en compte de l'action fontis dans la conception des ouvrages

Le seul paramètre retenu pour le fontis est son diamètre. Un fontis est considéré comme un puits infiniment profond de diamètre  $\phi$  défini.

Les caractéristiques mécaniques du sol en dehors de l'emprise du fontis sont considérées inchangées. Le diamètre est donc déterminé par le plus petit cercle entourant le fontis sur les parties non tassées.

L'action de l'aléa fontis est prise comme une action statique accidentelle. Dans ces conditions, l'analyse est effectuée selon les codes de calcul en vigueur (Eurocodes). La combinaison à considérer en situation de projet accidentelle est formalisée par l'expression suivante :

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \oplus P \oplus (\psi_1 \text{ ou } \psi_2) Q \oplus A$$

Où :

- $G_{k,j}$  est l'action permanente appliquée (poids propre et équipements fixes)
- $P$  est l'action variable principale (exploitation, climatique, etc.)
- $Q$  est l'action variable d'accompagnement
- $\psi_1$  et  $\psi_2$  sont des coefficients réducteurs destinés à tenir compte de la faible probabilité qu'ont plusieurs actions variables d'atteindre simultanément leur valeur maximale.
- $A$  est l'action (accidentelle) de l'aléa fontis ;

Dans les modèles de calcul, l'action du fontis est prise en compte comme une perte d'appuis. Les structures doivent résister aux sollicitations issues du nouvel état d'équilibre. En principe, il y aurait lieu d'effectuer un balayage de toutes les positions possibles du fontis sous le bâtiment pour obtenir l'enveloppe des sollicitations à considérer dans le dimensionnement. En pratique, on choisit les positions les plus défavorables.

Les coefficients partiels de sécurité  $\gamma_G, \gamma_Q$  liés aux actions sont choisis en fonction des caractères favorables ou défavorables vis-à-vis du fontis. Généralement, pour la stabilité globale de l'ouvrage (état limite EQU) :

- dans la zone de fontis :  $\gamma_G = 1.35$  et  $\gamma_Q = 1.5$

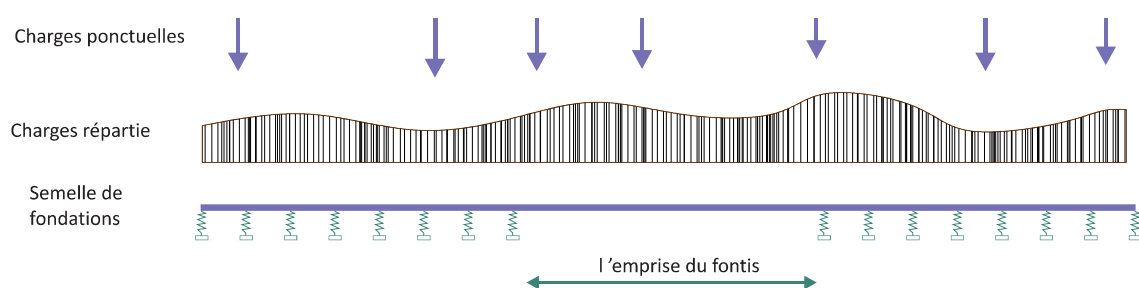
- hors zone de fontis  $\gamma_G = 1$  et  $\gamma_Q = 0$

Ces coefficients  $\gamma_G$  et  $\gamma_Q$  sont des coefficients de sécurité destinés à tenir compte de l'imprécision avec laquelle les valeurs des charges appliquées sont connues.

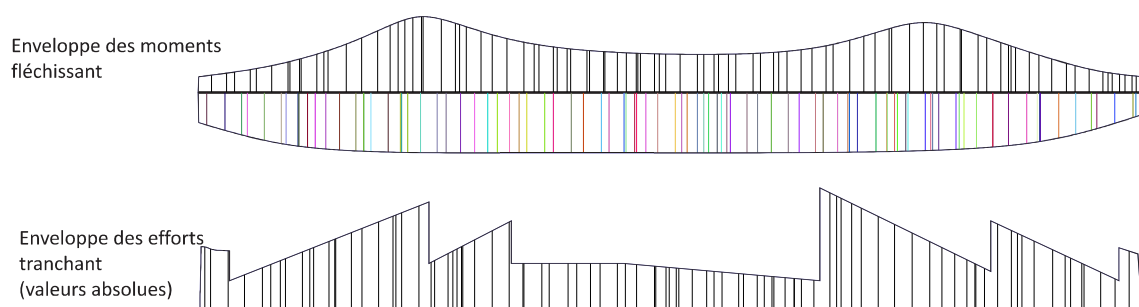
### 3.2.2 - Fondations

#### 3.2.2.1 - Principes généraux de justification

- Les fondations doivent être dimensionnées conformément aux codes en vigueur, notamment l'Eurocode 7 et tous les autres Eurocodes concernés (par exemple Eurocode 2 pour le béton armé).
- En général, il faut tenir compte des caractéristiques mécaniques modifiées du sol (baisse de résistance et de rigidité, à cause de la diminution de la compacité dans la zone avoisinant le fontis). Ceci est causé par la perte partielle d'appuis (le bulbe de contraintes dans le sol est partiellement perdu). Des modèles avancés sont nécessaires pour réexaminer le module de compression du sol qui affecte la réaction au niveau de la fondation.
- Les charges excentrées peuvent provoquer des moments de torsions dans les semelles lorsqu'il n'y a plus de réaction du sol.
- Il convient de faire varier la position d'un fontis à diamètre défini, pour identifier la position plus défavorable, c'est-à-dire celle conduisant à une valeur maximale de la sollicitation en combinant toutes les situations possibles.
- la semelle est considérée comme une poutre posée sur une base élastique continue. Dans la zone de fontis, la réaction est nulle.



**Figure 3.1: Schéma de la semelle reposant sur un sol élastique, avec perte d'appuis au droit du fontis**

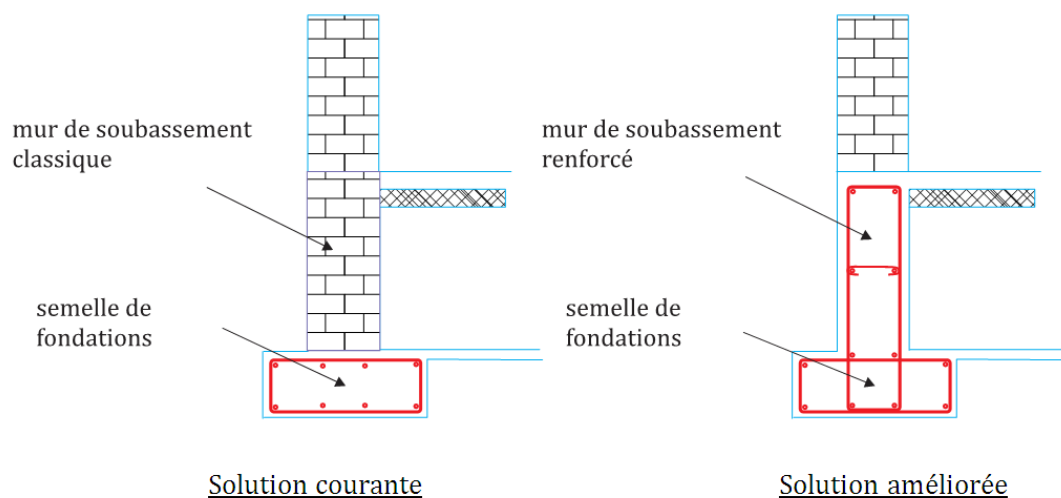


### Figure 3.2: Exemple d'enveloppes des efforts internes pour le dimensionnement

- Le ferrailage est calculé à partir des moments fléchissant et des efforts tranchant selon l'Eurocode 2.
- La section d'acier dans la semelle équilibre la traction éventuelle.

#### 3.2.2.2 - Solutions constructives améliorant le comportement des fondations

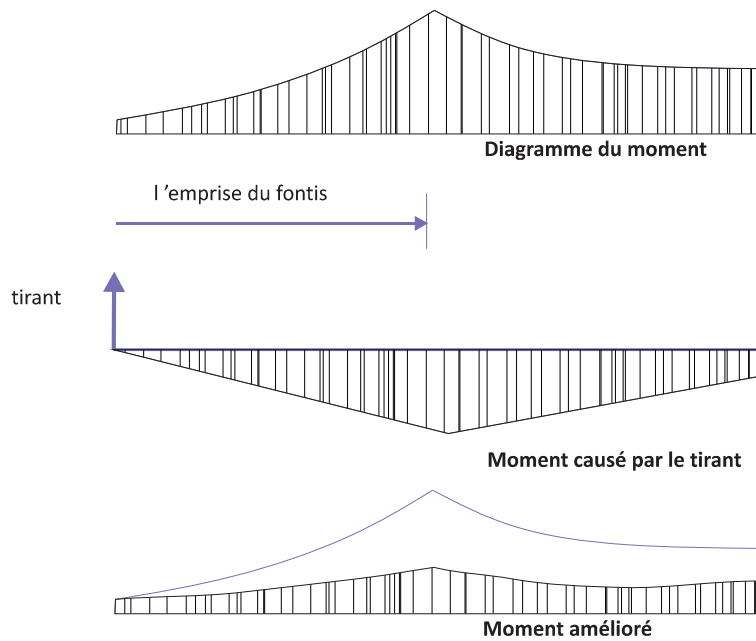
- Les murs inférieurs de la construction (ceux du niveau reposant sur le sol) peuvent être conçus solidaires de la semelle sur laquelle ils reposent. Ceci permet d'obtenir une section de la semelle en T renversé, permettant de surcroît d'économiser sur les armatures de semelles (plus grande inertie de la semelle).



### Figure 3.3: Amélioration du comportement de la fondation

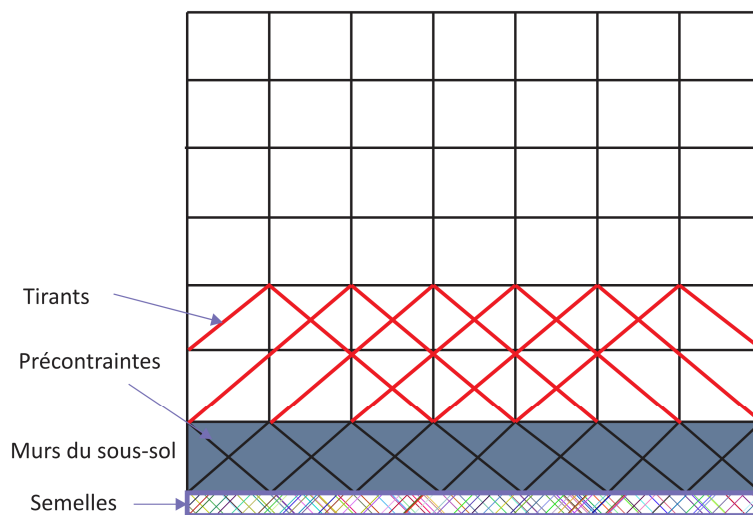
- On peut également disposer des tirants verticaux (prévus pour fonctionner en suspentes) pour transmettre les efforts des extrémités vers la zone milieu de la semelle, qui résiste mieux au fontis. Lorsque le fontis et donc des déplacements excessifs apparaissent à l'extrémité de la semelle, les tirants vont équilibrer les tractions. Le tirant provoque des moments de signe contraire à ceux causés par le fontis. Les moments résultants sont alors plus faibles.





**Figure 3.4: Principe de disposition des tirants**

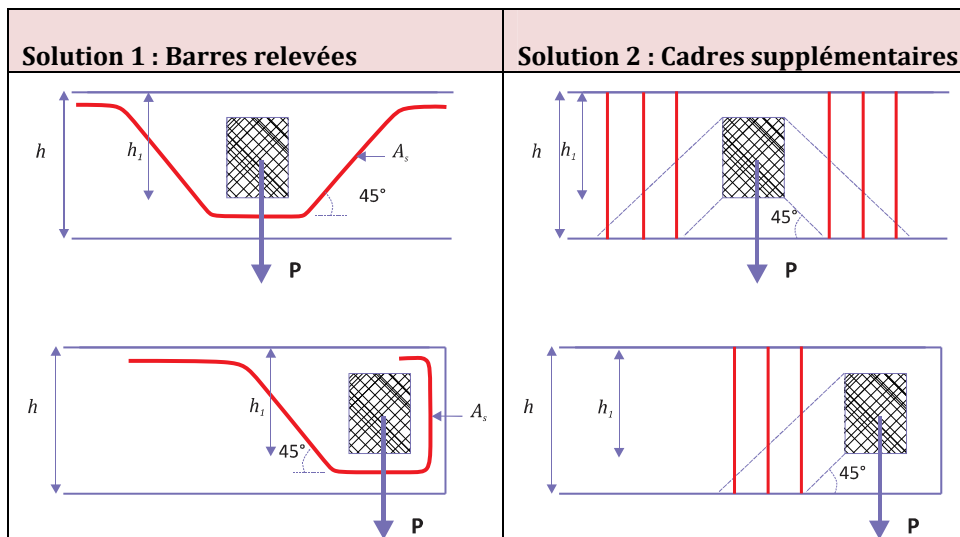
- Une autre solution consiste à mettre des tirants passifs en combinaison avec des tirants précontraints. Les semelles peuvent être précontraintes également. Le travail d'ensemble des tirants-murs précontraints-semelles forme un système rigide vis-à-vis du fontis.



**Figure 3.5: Combinaison des solutions**

### 3.2.2.3 - Points particuliers

Dans le cas de poutres secondaires sur la semelle ou au pied des poteaux, il y a application d'une charge ponctuelle qui conduit le plus souvent à un effort tranchant important. Un défaut de portance sous la semelle a tendance à augmenter la valeur de cet effort tranchant. Dans ce cas, il faut prévoir des barres relevées à 45° ou des suspentes permettant le soulagement et le relevage de cet effort tranchant.



### 3.2.3 - Murs

Le principe de calcul d'un mur est présenté dans la Figure 3.6. En général, le mur est chargé verticalement et horizontalement. Les charges verticales en tête du mur doivent être transmises jusqu'à la fondation selon l'angle de transfert de charge (voir la Figure 3.7). Cet angle est fonction de la nature du matériau constitutif du mur. On retient habituellement  $60^\circ$  pour les maçonneries et  $45^\circ$  pour le béton.

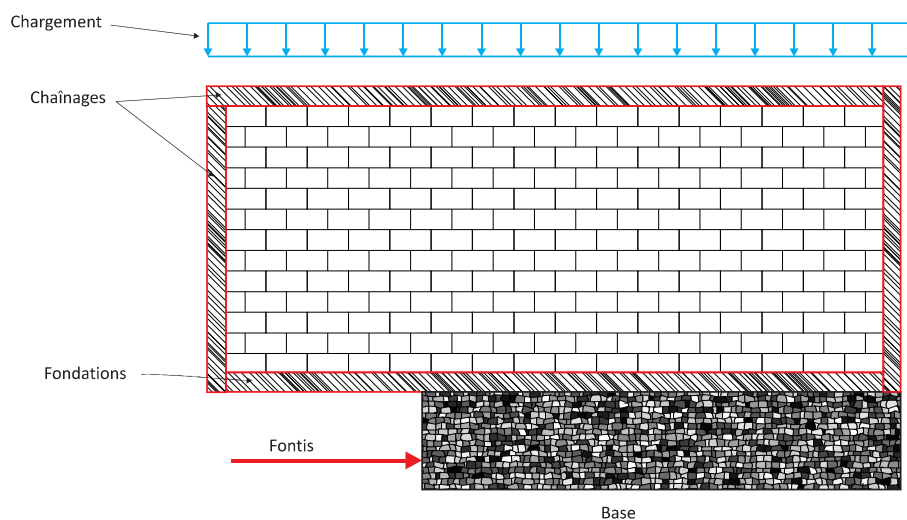


Figure 3.6: Exemple de calcul d'un mur en maçonnerie

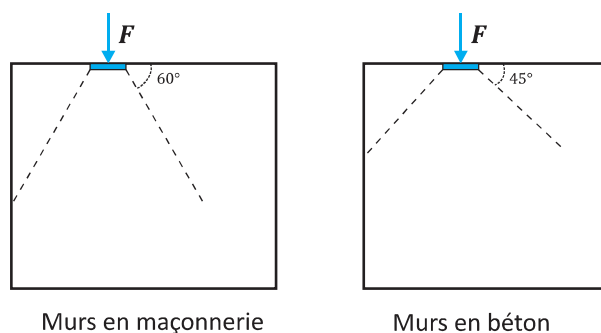
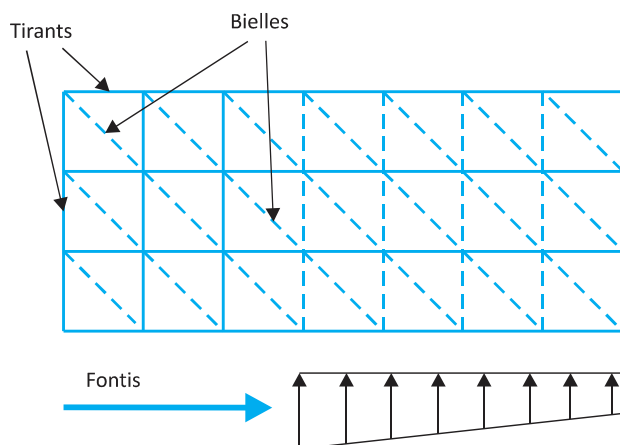


Figure 3.7: Angles de transfert des charges verticales

Les murs peuvent être dimensionnés à l'aide d'un modèle bielles-tirants. Les bielles sont des éléments en compression et les tirants sont des éléments en traction. Les bandes du mur jouent le rôle des bielles, donc avec une résistance en compression qui est fonction du matériau du mur. Les tirants doivent être matérialisés par des armatures en acier. Plusieurs situations peuvent se présenter, et le fonctionnement global peut varier :

- Si le mur est armé, les tirants sont orientés selon les directions du ferrailage et la force dans les tirants sert à calculer la section d'acier nécessaire.
- Si le mur est chaîné, la force dans les tirants représente la traction dans les chaînages, donc sert à dimensionner les chaînages.
- Si le mur n'est pas armé ni chaîné, il ne peut transmettre qu'une partie de la charge verticale au sol d'assise selon l'angle de transfert. La fondation doit alors supporter les parties situées à l'aplomb du fontis.



**Figure 3.8 : Exemple d'un schéma des bielles-tirants d'un mur**

Par rapport au dimensionnement habituel, la prise en compte du fontis conduit à prévoir un renfort supplémentaire vis-à-vis des charges verticales. La Figure 3.9 présente l'application du modèle bielles-tirants en cas de fontis situé à gauche du mur, sur la figure. La traction calculée dans le tirant permet de déterminer la section d'acier nécessaire pour les barres relevées.

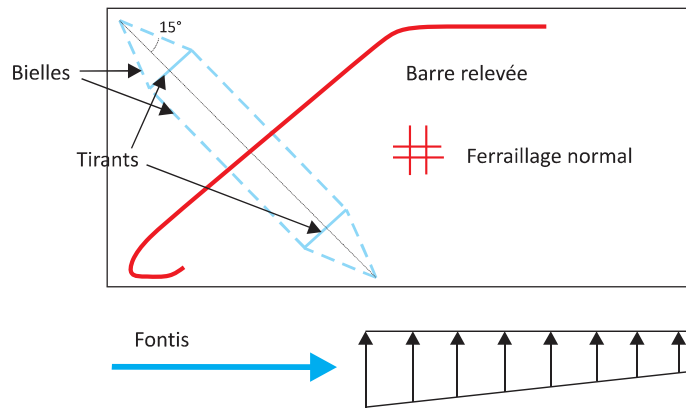


Figure 3.9: Exemple d'un renfort à l'extrémité par barres relevées

Il est recommandé de ne pas prévoir de grandes ouvertures proches des extrémités des murs en raison de la concentration de contraintes que l'on obtient dans ce cas. Pour des murs en maçonnerie, le renfort peut être un cadre en béton armé. Pour les murs en béton armé, des barres relevées sont préférables.

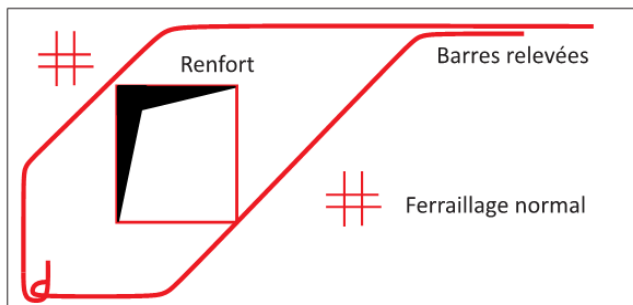


Figure 3.10: Exemple d'un renfort d'une ouverture

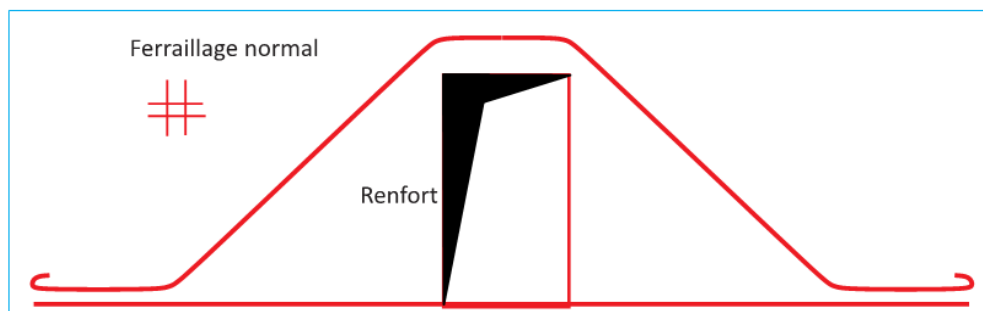
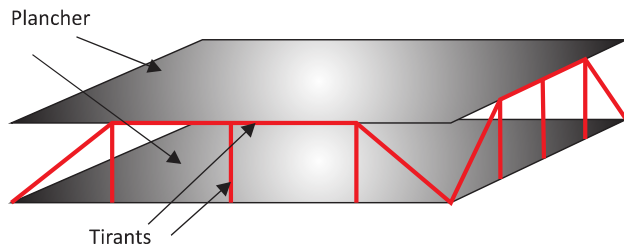


Figure 3.11: Exemple de ferrailage d'un mur avec renfort d'ouverture

### 3.2.4 - Planchers

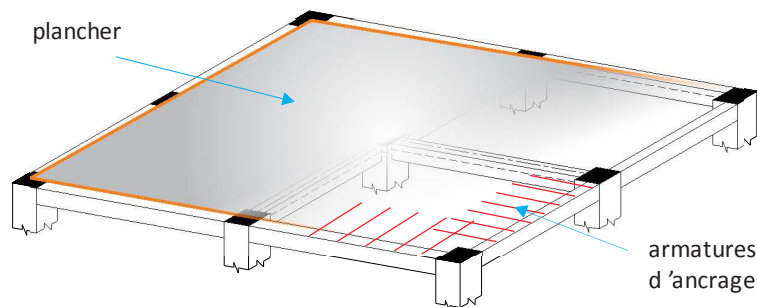
Le principe de conception des planchers est de disposer les tirants horizontaux et verticaux essentiellement en périphérie pour transmettre des charges en cas de fontis des zones extrêmes à la zone centrale. La Figure 3.12 illustre ce principe. Les tractions dans les tirants sont déterminées à partir d'une analyse détaillée de toutes les positions défavorables du fontis. Les tirants peuvent être des barres d'acier, des armatures dans les murs, les poutres ou les chaînages.



**Figure 3.12: Disposition des tirants horizontaux et verticaux pour transmettre des charges**

La disposition des tirants est fondamentale pour une bonne répartition des charges. Il est essentiel que les tirants forment un réseau spatial régulier et fermé.

Il faut également vérifier les déplacements différentiels aux appuis des planchers pour assurer l'état limite de service. Il faut donc bien liasonner les planchers sur la périphérie du bâtiment. En effet, les travées de rive sont plus vulnérables vis-à-vis des mouvements, surtout pour les planchers à poutrelles et entrevous.



**Figure 3.13: Armatures d'ancrage aux bords des planchers**

Les planchers en béton précontraint sont à recommander en raison de leur poids réduit par rapport aux planchers en béton armé, toutes choses égales par ailleurs.

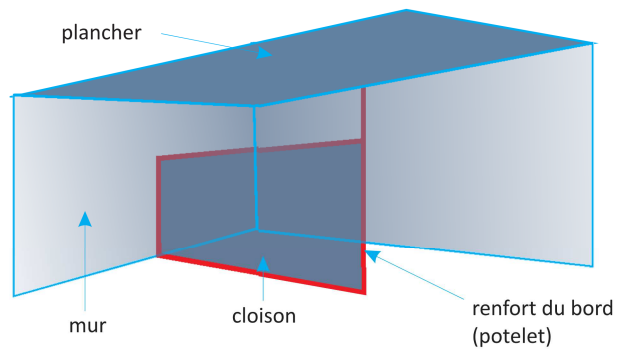
Les planchers champignons sont à éviter dans les cas de l'aléa fontis du fait des charges ponctuelles qu'ils occasionnent. En cas de fontis, l'effort de poinçonnement dans la dalle de plancher doit être réévalué. Ceci exige des analyses locales particulières et des calculs spécifiques détaillés.

### **3.2.5 - Éléments non structuraux**

Les éléments non structuraux des bâtiments (par exemple garde-corps, murs rideaux, cloisons, etc.) peuvent, en cas de chute, exposer les occupants à des risques. Ils peuvent également affecter les structures principales et, partant, la stabilité du bâtiment. Ils doivent donc faire l'objet de précautions particulières visant à éliminer les risques cités.

Une manière simple de traiter le problème est de concevoir les éléments structuraux comme mécaniquement indépendants de la structure principale.

A titre d'exemple, il faut veiller à ce que les cloisons de distribution ne puissent pas être chargées par le plancher situé au-dessus, au cas où ce dernier viendrait à fléchir. Il faut également éviter les bords libres des cloisons (risque de basculement en cas du fontis).



**Figure 3.14: Renfort d'une cloison**

---

## 4 - DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES POUR LES MAISONS RÉGULIÈRES

---

Les dispositions constructives proposées ci-après en matière d'urbanisme (dans les implantations et voisinages) et de conceptions d'ouvrages (les matériaux, formes, dimensions, fondations, superstructures, éléments non structuraux) ont été établies en tenant compte du savoir-faire et des pratiques courantes constatées en France dans la réalisation des ouvrages. Elles peuvent, dans certains cas, concerner directement la stabilité de l'ouvrage, mais elles visent également, pour certaines, l'amélioration du comportement de l'ouvrage vis-à-vis de l'aléa fontis.

### 4.1 - Implantations et voisinage

Le fontis modifie localement le sol non seulement sous le bâtiment mais également dans les zones voisines. Il est donc important de veiller aux conditions d'implantation et de voisinage lorsque l'on examine les conditions de sécurité d'un bâtiment situé en zone d'aléa fontis.

### Recommandations :

- La construction ne doit pas être trop près d'un rebord de crête et d'un pied d'un talus dont la pente est supérieure à 50%. La distance minimale à respecter est deux fois la hauteur du talus si le bâtiment est situé en amont du talus et une fois la hauteur si le bâtiment est situé en aval (Figure 4.1).

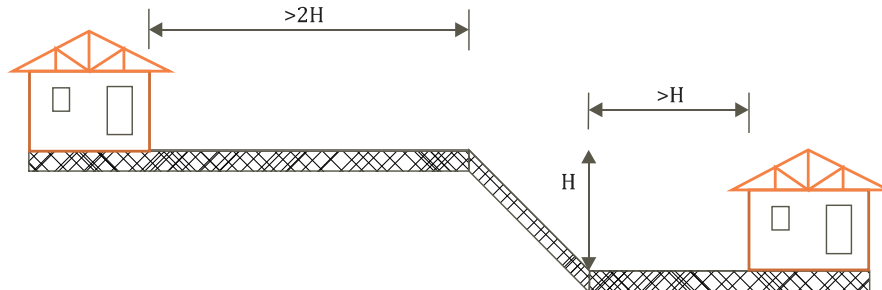


Figure 4.1: Implantation des ouvrages avoisinants d'un talus

- Les constructions accolées sont possibles si elles sont liées structurellement entre elles. Dans le cas contraire, une distance minimale égale à la hauteur de la plus grande est à ménager entre les constructions.
- La proximité d'un élément élancé (arbre, mat, lampadaire, etc.) n'est pas recommandée. La distance minimale pour la sécurité du bâtiment est égale la hauteur de cet élément (fig. 4.2).

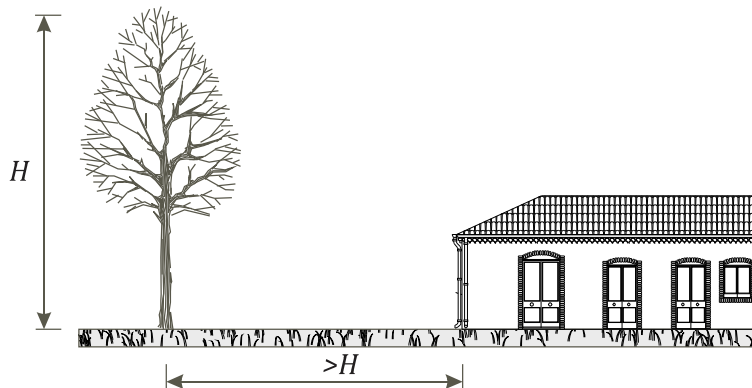


Figure 4.2: Implantation de l'ouvrage proche d'un objet vulnérable au fontis

## 4.2 - Matériaux

Les matériaux utilisés doivent présenter des performances de résistance et un niveau de durabilité largement éprouvés. Cela suppose qu'ils doivent :

- être conformes, pour ceux relevant du domaine traditionnel, aux documents normatifs en vigueur (DTU et Normes NF ou EN) ;
- relever de l'Avis Technique pour les matériaux et procédés innovants.

Par ailleurs, les matériaux doivent satisfaire à des exigences de caractéristiques minimales, afin d'éviter une détérioration prématurée des performances mécaniques de l'ouvrage.

Ces considérations conduisent à établir les prescriptions et recommandations suivantes :

## **4.2.1 - Béton**

### **4.2.1.1 - Sable**

#### **Prescription :**

Le sable de rivière doit être lavé.

#### **Recommandations :**

Le sable de mer n'est pas recommandé car il nécessite un lavage indispensable à l'eau douce afin d'éviter la corrosion prématurée des armatures mises en place dans le béton.

Le sable de pouzzolane, compte tenu de sa forte porosité, nécessite un mouillage préalable à son utilisation. Cette précaution est rendue nécessaire afin d'éviter qu'il n'absorbe l'eau de gâchage utile à l'hydratation du ciment.

### **4.2.1.2 - Gravillons**

#### **Recommandation :**

Pour le béton de structure, les gravillons utilisés doivent être de granulométrie 5/15.

### **4.2.1.3 - Béton prêt à l'emploi**

#### **Prescriptions :**

En cas de béton prêt à l'emploi, la résistance caractéristique minimale du béton à la compression à 28 Jours doit être de 25 MPa (il convient alors de demander du BCN B 25).

Pour les ouvrages de faibles épaisseurs, la consistance demandée doit être « très plastique » (au sens de la Norme NF P 18-305) afin d'obtenir une mise en place du béton optimale. Dans ce cas d'utilisation, l'ajout d'eau sur chantier est à proscrire.

### **4.2.1.4 - Béton fait sur chantier**

#### **Prescription :**

Le dosage minimal en ciment doit être de 350 kg/m<sup>3</sup>.

### **4.2.1.5 - Armatures pour béton**

#### **Prescriptions :**

Les aciers utilisés pour constituer les armatures de béton doivent être à haute adhérence, de nuance Fe E 500 (limite élastique à 500 MPa) et disposer d'un allongement garanti sous charge maximale d'au moins 5%.

## **4.2.2 - Aciers pour charpente métallique**

#### **Prescriptions :**

Les aciers utilisés pour la construction métallique doivent disposer d'une nuance minimale de Fe E 235 (limite élastique à 235 MPa).

## **4.2.3 - Éléments de maçonnerie**

Les éléments de maçonnerie peuvent être pleins ou creux. Ils peuvent être :



- en blocs pleins de béton courant ou de béton cellulaire,
- en blocs perforés de béton à perforations verticales,
- en blocs creux en béton courant,
- en briques creuses de terre cuite à perforations horizontales,
- en briques pleines de terre cuite,
- en blocs perforés de terre cuite à perforations verticales,
- en pierre naturelle ou manufacturée.

#### Prescriptions :

Les blocs pleins ou assimilés doivent avoir une épaisseur minimale de 15 cm.

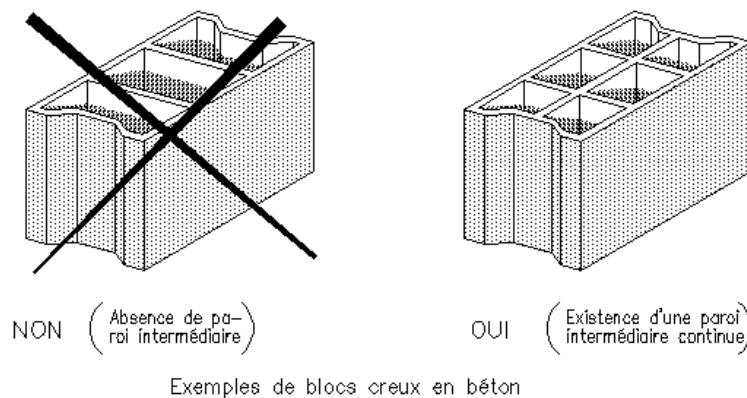
Les éléments présentant des fissures ou des épaufrures significatives (pouvant nuire à la résistance) sont systématiquement à retirer des lots en phase de construction.

#### Recommandations :

Les blocs perforés sont assimilés à des blocs pleins aux deux conditions suivantes :

- disposer de perforations verticales perpendiculairement au plan de pose ;
- avoir une résistance supérieure à 12 MPa.

Les blocs creux doivent comporter une cloison intermédiaire orientée parallèlement au plan du panneau et disposer d'une épaisseur minimale de 20 cm.



Les éléments de béton doivent répondre aux résistances minimales suivantes :

- 6 MPa pour les blocs creux de 20 cm d'épaisseur (B60 ou B80)
- 12 MPa pour les blocs pleins ou perforés de 15 cm d'épaisseur (B120 ou B160)

Les éléments de briques de terre cuite doivent répondre aux résistances minimales suivantes :

- 6 MPa pour les briques creuses de terre cuite de 20 cm d'épaisseur (BCTC 20 – 60 et BCTC 20 -80)
- 6 MPa pour les briques pleines en blocs perforés de terre cuite de 20 cm d'épaisseur minimale (BPTC 20 – 60, par exemple)
- 12 MPa pour les blocs perforés de terre cuite de 15 cm d'épaisseur (BPTC 15 – 120 et BPTC 15 – 150).

#### 4.2.4 - Mortier de jointoiment

##### Prescriptions :

Les grains de sable, constitutifs du mortier, ne doivent pas excéder 5 mm.

L'épaisseur des joints ne doit pas être inférieure à 15 mm.

#### **Recommandations :**

Le mortier utilisé pour le jointoiment doit être aussi plastique et souple que possible.

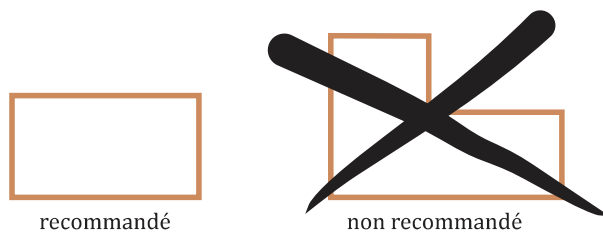
Le liant du mortier doit être chargé en chaux afin de conférer une souplesse aux pans de maçonnerie.

Il est recommandé de remplir les joints verticaux.

### **4.3 - Forme et dimensions**

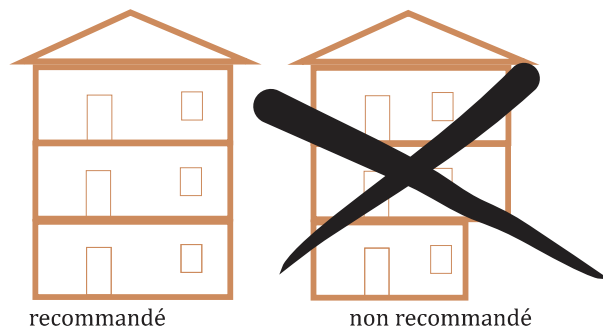
#### **4.3.1 - En plan**

Le plan de l'ouvrage doit le plus régulier possible. Le rapport des dimensions selon deux directions ne doit pas dépasser 2. Les formes en L, T, X, U, sont à éviter.



#### **4.3.2 - En élévation**

La construction en élévation doit éviter tous les points vulnérables qui présentent une concentration des contraintes. Les porteurs verticaux doivent être continus sur toute la hauteur de la construction.



#### **4.3.3 - Limite du nombre d'étages**

La limitation du nombre d'étages est déduite de la limite des résistances des matériaux en cas d'aléa fontis, afin d'assurer une redistribution convenable des charges verticales aux parties qui sont encore en contact avec le sol.

## 4.4 - Murs porteurs en maçonnerie ou en béton, munis de chaînages

### 4.4.1 - Murs en maçonnerie

#### 4.4.1.1 - Généralités

L'épaisseur  $t$  du mur doit être au moins égale à 150 mm.

Lorsque le mur est maintenu au sommet, la hauteur est limitée à  $30 t$ .

#### Recommandations :

- Les murs de contreventement ne doivent pas comporter d'ouvertures. Il est cependant admis des petites ouvertures d'au plus  $0.04\text{m}^2$ . La distance minimale entre une ouverture et le bord le plus proche est égale à 1 mètre.
- Il est recommandé de remplir les joints verticaux avec le mortier de jointoiement.

#### 4.4.1.2 - Pourcentage total minimal des porteurs verticaux

Dans le cas où il existe des murs dont la longueur dépasse le diamètre du fontis majoré de 0.5 m, il faut disposer un pourcentage minimal de la totalité des surfaces prises par les porteurs verticaux dans deux directions du bâtiment (afin de limiter la contrainte de compression dans les bielles).

Le pourcentage total minimal des porteurs verticaux est déterminé en divisant la section (horizontale) associée aux porteurs verticaux à la surface totale d'un étage. La section associée aux porteurs verticaux est prise comme le produit de la longueur totale des porteurs verticaux et de l'épaisseur des murs. Pour les murs, cette longueur est prise comme la longueur réelle. Pour les poteaux, cette longueur est déterminée comme dans la Figure 5.2 en prenant l'expression :

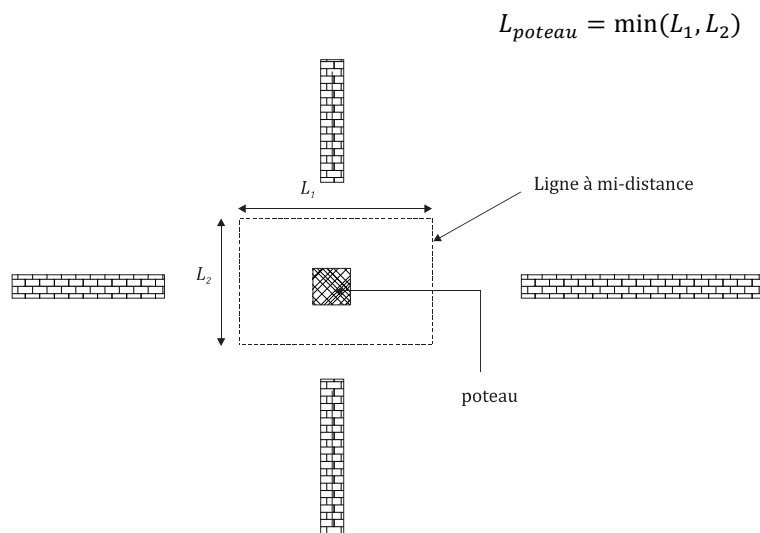


Figure 4.3: Détermination de la longueur associée à un poteau

Les pourcentages sont présentés dans le Tableau 4.1. ci-dessous. Ce tableau est établi pour des maçonneries dont la résistance caractéristique en compression est  $f_k = 1.84\text{MPa}$ . Si dans la situation réelle, la résistance caractéristique de la maçonnerie est différente de cette valeur, ce pourcentage est calculé proportionnellement aux valeurs présentées dans ce tableau (par exemple, le pourcentage total minimal

des murs en béton ayant une résistance à la compression  $f_{ck} = 25MPa$  est déterminé à partir de ce tableau en divisant la valeur indiquée par le coefficient  $\frac{f_{ck}/\gamma_c}{f_k/\gamma_M} = \frac{25/1.5}{1.84/2.2} = 20$  .

**Tableau 4.1: Pourcentage total des porteurs verticaux pour les murs en maçonnerie en fonction du nombre de niveaux et du diamètre de fontis**

Niveaux	Toiture lourde			Toiture légère		
	1	2	3	1	2	3
Diamètre [m]						
2	2.2%	5.7%	9.1%	0.8%	4.3%	7.8%
3	3.6%	9.4%		1.4%	7.2%	
4	4.4%	11.3%		1.7%	8.6%	
5	5.1%			1.9%	10.1%	

#### 4.4.1.3 - Chaînages

##### 4.4.1.3.1 - Dispositions générales

- Les chaînages horizontaux et verticaux doivent être liés entre eux et ancrés aux éléments du système structural principal.
- Afin d'obtenir une adhérence effective entre les chaînages et la maçonnerie, le béton des chaînages doit être coulé après exécution de la maçonnerie.
- Les dimensions de la section transversale des chaînages horizontaux et verticaux ne doivent pas être inférieures à 150 mm.
- Le pourcentage d'armatures longitudinales dans la section du chaînage ne doit pas être inférieur à 1% de la section de béton du chaînage.
- Les cadres doivent être en HA 5 au minimum et espacés de 400 mm au maximum, autour des armatures longitudinales.
- Les recouvrements doivent être au minimum de 50 fois le diamètre des armatures soit 500 mm pour des barres HA10 et 600 mm pour des barres HA12.

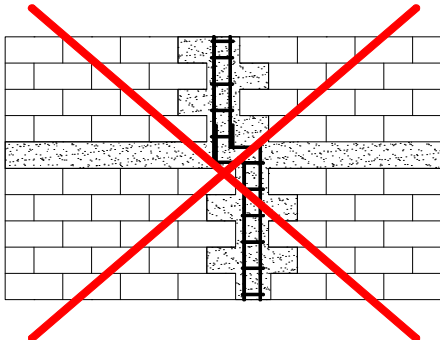
##### 4.4.1.3.2 - Chaînages verticaux

Il convient de placer les chaînages verticaux :

- aux bords libres de chaque élément de mur de la structure ;
- à l'intérieur des murs dont la longueur dépasse 1,5 mètre ;
- à chaque intersection des murs.

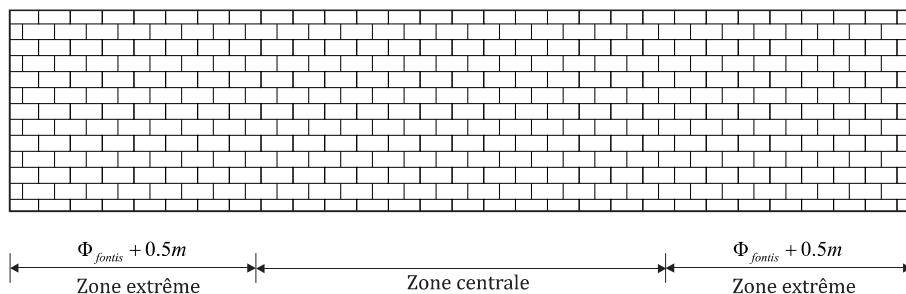
##### Prescriptions :

- lorsque les chaînages règnent sur plusieurs niveaux de la construction, ils sont obligatoirement rectilignes ;
- la section des chaînages est maintenue constante sur toute la hauteur de la construction ;
- les armatures longitudinales sont rectilignes et rendues continues par recouvrement ;
- en partie inférieure, les chaînages sont ancrés dans les fondations ;
- le décalage des joints verticaux (harpage) est conservé le long des bords verticaux du chaînage.



**Figure 4.4: Aligement des chaînages verticaux**

- Pour les murs longs dont **la longueur dépasse deux fois du diamètre du fontis**, majorée par 1.5 m, on distingue trois zones dans le mur : deux zones extrêmes et une zone centrale. Dans les zones extrêmes, la distance minimale entre les chaînages est égale à 1,5 mètre. Dans la zone centrale, la distance minimale entre chaînages est égale à 3 mètres.



**Figure 4.5: Définition des zones dans un mur long en maçonnerie**

- Pour les murs plus courts, la distance minimale entre les chaînages verticaux est 1.5 m.

#### 4.4.1.3.3 - Chaînages horizontaux

Les chaînages horizontaux doivent être placés

- dans le plan du mur,
- au niveau de chaque plancher,
- au niveau du couronnement des combles,
- au niveau des fondations, et
- au niveau de l'appui d'une charpente en tête de mur, lorsqu'il n'y a pas de plancher à ce niveau.

Dans tous les cas, l'espacement vertical des chaînages horizontaux ne doit être supérieur à 4 m.

#### 4.4.1.3.4 - Liaison des chaînages

Les liaisons entre les différents chaînages sont conçues pour assurer le transfert des efforts de traction. Elles doivent satisfaire aux conditions suivantes :

- la continuité et le recouvrement des divers chaînages concourant en un même nœud doivent être assurés dans les trois directions ;
- les recouvrements doivent être au minimum de 50 fois le diamètre des armatures ;
- les dispositions adoptées ne doivent donner lieu à aucune poussée au vide.

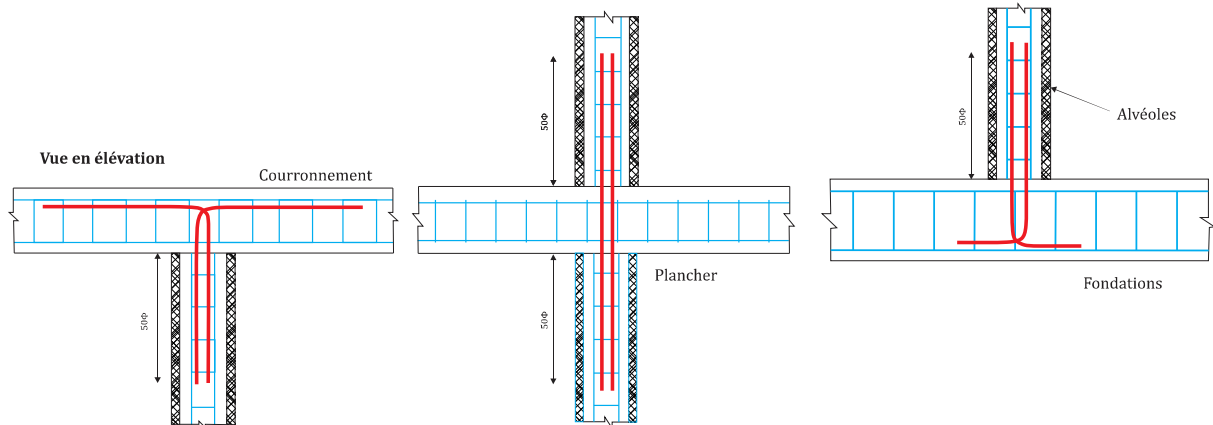


Figure 4.6: Exemple de liaisons des chaînages verticaux

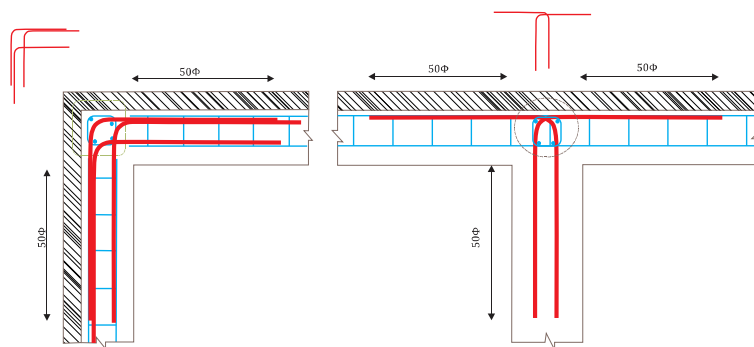


Figure 4.7: Exemple de liaisons entre chaînages horizontaux et chaînages verticaux

#### 4.4.1.3.5 - Armatures minimales dans les chaînages

Les armatures minimales des chaînages horizontaux et verticaux sont présentées dans les tableaux de l'Annexe 3 - dans les deux cas : toiture lourde et toiture légère en fonction du nombre d'étages, du pourcentage total des porteurs verticaux et du diamètre du fontis.

### 4.4.2 - Murs en béton banché

#### 4.4.2.1 - Armatures minimales hors fontis

AN de la norme NF EN1992-1-1. Clauses 9.6.2 et 9.6.3 Cas des murs de 25 cm d'épaisseur au plus.	Murs de façades et/ou pignons donc extérieurs (donc à l'exclusion de ceux protégés par un bardage)		Murs intérieurs et autres murs
	Section d'acier en cm <sup>2</sup> ( $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ )	Espacement max	Section d'acier en cm <sup>2</sup> ( $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ )
Armatures de surface sur la face externe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Horizontales : 0,96 / ml</li> <li>Verticales : 0,48 / ml</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>33 cm</li> <li>50 cm</li> </ul>	
Chaînages horizontaux au niveau des planchers	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plancher terrasse : 1,2 + 1,88 = 3,08</li> <li>Plancher courant : 1,20</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Plancher terrasse : 1,20</li> <li>Plancher courant : 1,20</li> </ul>
Chaînages verticaux d'extrémité libre	Dernier étage : 1,20		Dernier étage : 1,20
Chaînages verticaux bordant les ouvertures	0,68		0,68 sur au moins 40 cm
Chaînages horizontaux bordant les ouvertures	0,80		0,80
Armatures transversales	Voir § 9.6.4 de l'EC2-1-1		Voir § 9.6.4 de l'EC2-1-1

#### 4.4.2.2 - Dispositions des chaînages

La distance minimale entre les chaînages verticaux est 3 m.

Les dispositions des chaînages horizontaux pour les murs en béton banché sont les mêmes que celles des murs en maçonnerie.

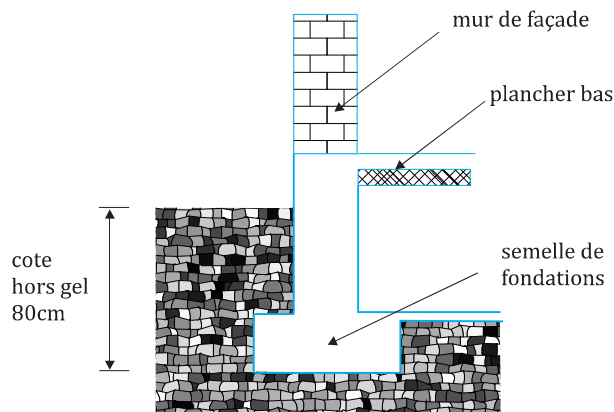
#### 4.4.2.3 - Armatures pour les chaînages en cas de l'aléa fontis

Les armatures minimales des chaînages de murs en béton sont présentées dans les tableaux de l'annexe 3.2 du présent guide.

### 4.5 - Fondations

#### 4.5.1 - Semelles filantes

- Les semelles filantes ne doivent pas, dans la mesure du possible, descendre plus bas que la cote hors gel (80 cm par rapport au niveau du terrain naturel).



**Figure 4.8: Profondeur des semelles des fondations**

- Dans la mesure du possible, les charges seront réparties au mieux sur l'ensemble des fondations et la contrainte du sol sera la plus homogène possible.
- Les fondations doivent être dimensionnées au plus juste vis-à-vis de la contrainte de calcul du sol et doivent pouvoir reprendre la partie de charge engendrée par la perte d'appuis.
- Tous les porteurs verticaux doivent reposer sur des semelles de fondations.
- Les fondations doivent être filantes et constituer un système homogène. Dans le cas de fondations isolées, elles doivent être reliées aux autres fondations par des pontages permettant de redistribuer les charges au sol.
- Les semelles des fondations doivent avoir une longueur minimale de deux fois le diamètre du fontis majorée d'un mètre.

$$L_{semelle} \geq 2\Phi_{fontis} + 1m$$

- Les armatures minimales des fondations sont présentées à l'annexe 4 du présent document. Dans cette annexe, on distingue les semelles sous les murs longs, où l'on peut faire fonctionner le schéma de voûte dans le calcul des murs, et les murs courts, où toutes les charges supérieures sont transmises directement à la fondation. Il y a également les options des murs de soubassement, qui permettent aux semelles de fonctionner comme une section en T renversée (économie d'armatures).

- Dans le cas des poteaux, les armatures de la semelle peuvent être prises comme dans le cas d'un mur court (car toute la charge appliquée sur ce poteau va être transmise à la fondation).

#### 4.5.2 - Cas de fondations sur pieux reposant sur un substratum résistant

##### 4.5.2.1 - Résistance d'un pieu en cas de l'aléa fontis

Lorsqu'il y a risque de fontis, les fondations sur pieux flottants ne sont pas recommandées, car la présence d'un fontis dont la profondeur n'est pas bien définie rend incertaine la prise en compte du frottement latéral dans les calculs. Dans le dimensionnement, la somme des résistances de la pointe et des frottements latéraux doit dépasser la charge appliquée en tête d'un pieu (voir Figure 4.9). Les frottements dépendent de la nature du sol autour du pieu.

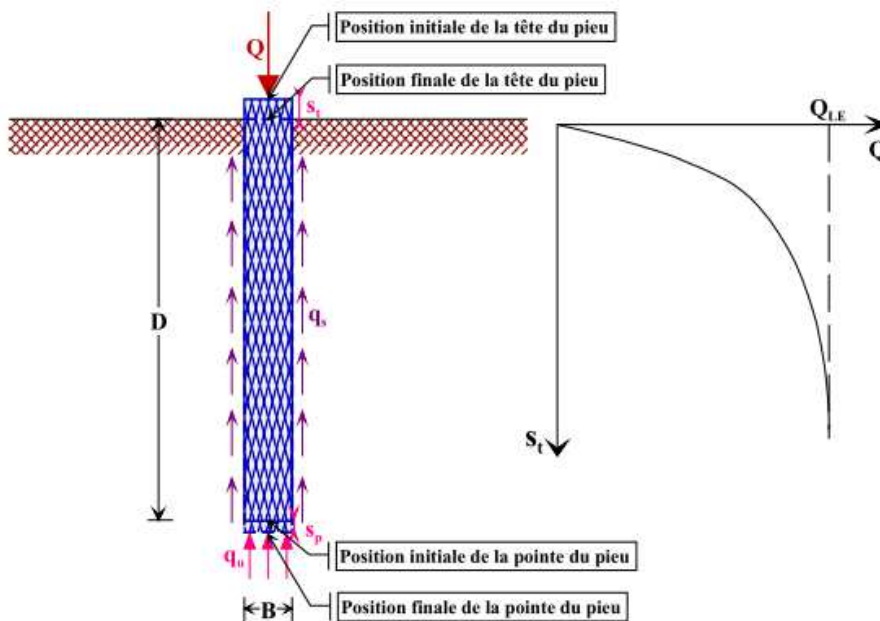


Figure 4.9: Principe de calcul la résistance d'un pieu

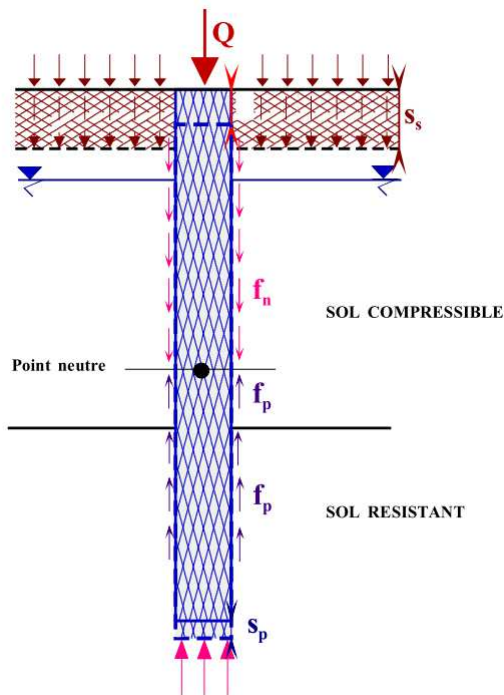
Le caractère localisé et rapide du fontis provoque une inversion du sens des frottements et il conduit à une diminution de la résistance du pieu. Dans ce cas, on définit les frottements positif et négatif autour du pieu. Il existe un point neutre où le frottement change de signe. Pourtant, la présence éventuelle des cavités peut engendrer une non-continuité au niveau de ce point neutre. Par souci de sécurité, dans le dimensionnement, on prendra la valeur totale du coefficient de frottement à partir du point neutre jusqu'à la surface libre du sol (Figure 4.10).

En cas de manque d'informations sûres sur la profondeur des cavités probables, il vaut mieux prendre le point neutre associé à la surface de la couche du sol résistant. Dans cette hypothèse de calcul, on suppose que le sol autour du pieu n'est pas totalement inactif et le problème d'instabilité du pieu ne se pose pas. Dans le cas contraire, il faut vérifier le flambement du pieu. Les formules suivantes permettent cette vérification de manière simplifiée :

- Pour les pieux bi-articulés :  $F_c = 2\sqrt{kBEI}$
- Pour les pieux très élancés :  $F_c = \sqrt{kBEI}$

Où  $k, B, EI$  sont respectivement le module de réaction du sol, le diamètre total du pieu et la rigidité à la flexion du pieu (sans tenir compte des armatures).





**Figure 4.10: Frottements latéraux positif et négatif sur le pieu**

D'après le fascicule 62, à l'état limite ultime, la **charge admissible**  $Q_{ad}$  d'un pieu en situation accidentelle a pour valeur  $Q_u/1,2$  (avec  $Q_u$  est la charge ultime/résistance du pieu).

La résistance d'un pieu isolé est déterminée par la formule :

$$Q_u = Q_{pu} + Q_{su}$$

Où :

- La charge de limite de pointe vaut  $Q_{pu} = \rho_p \cdot A \cdot q_{pu}$  avec  $q_{pu}$  contrainte limite de pointe, déterminée par la procédure détaillée dans le fascicule 62.
- La charge de limite de frottement vaut  $Q_{su} = \rho_s \cdot P \cdot (\sum_{\text{frottement positif}} q_{si} l_i - \sum_{\text{frottement négatif}} f_n l_i)$  avec  $q_{si}$  frottement latéral limite donné par le fascicule 62,  $l_i$  correspond au  $i^e$  tronçon du pieu pour le calcul des frottements,  $f_n = \sigma_v K \tan \delta$  et  $\sigma_v$  est la contrainte verticale dans le sol,  $K \tan \delta$  est en fonction de la nature du terrain et type du pieu.
- $A, P$  sont respectivement la section de pointe et le périmètre du pieu.
- $\rho_s, \rho_p$  : coefficients réducteurs de section de l'effort de frottement latéral et de pointe, présentés dans le tableau 4.2 suivant.

**Tableau 4.2: Coefficients réducteurs**

Type des pieux	Argiles		Sables	
	$\rho_p$	$\rho_s$	$\rho_p$	$\rho_s$
Section pleine	1,0	1,0	1,0	1,0
Tubulaire fermée	1,0	1,0	1,0	1,0
Tubulaire ouverte	0,5	1,0	0,5	1,0
Palpieux	0,5	1,0	0,5	1,0
Pieux H	0,5	1,0	0,75	1,0
Palplanches	0,5	1,0	0,3	0,5

#### 4.5.2.2 - Dimensionnement avec la résistance définie des pieux

Connaissant le type de pieux utilisés, la profondeur du substratum résistant et le type du sol, on peut déterminer la charge admissible  $Q_{ad}$  d'un pieu. Cette charge est utilisée dans le dimensionnement sans tenir compte de l'effet de groupe des pieux (qui favorise la résistance par le bulbe de répartition des contraintes d'un groupe). Les pieux portent les semelles des fondations et transmettent toutes les charges au substratum. Dans le cas des maisons individuelles, ils travaillent généralement seulement en compression. La charge appliquée sur la tête d'un pieu est donc fonction de la charge sur les fondations, la répartition des groupes des pieux et le nombre des pieux dans un groupe. Compte tenu de la largeur usuelle limitée des semelles (environ 50 cm), on peut proposer une approche simplifiée pour les pieux isolés disposés sous les semelles.

**Tableau 4.3: Charge linéaire de calcul  $p_{u, fond}$  au niveau des fondations (kN/m)**

Nombre de niveaux	Toiture lourde	Toiture légère
1	42.31	33.98
2	63.87	55.54
3	85.43	77.11

Connaissant la distance entre les pieux, les armatures des semelles peuvent être obtenues directement dans les tableaux donnés dans l'annexe 4, en prenant le paramètre « diamètre du fontis » égal à cette distance (en général inférieure au diamètre du fontis). La distance maximale (en mètres) entre les pieux est déterminée par :

$$d[m] = \frac{Q_{ad}}{p_{u, fond}}$$

L'exemple présenté ci-après illustre le principe de dimensionnement en utilisant les pieux. Dans cette approche, la profondeur de la couche de substratum résistant est connue.

Tableau 4.4: Exemple de la résistance d'un pieu isolé

Pieux battus		Béton armé	
	$a$	20	cm
	$A$	0.04	m <sup>2</sup>
	$B$	0.2	m <sup>2</sup>
	$P$	0.8	m
Sol de surface		Argiles	
Profondeur	$H$	5	m
	$K \tan \delta$	0.3	
Poids propre	$\rho$	2	T/m <sup>3</sup>
Frottement latéral	$q_s$	0.04	MPa
Substratum		Sable, graves type C	
Profondeur d'ancrage	$h$	0.5	m
Pressiomètre	$p_1$	2.5	MPa
Facteur de portance	$k_p$	1.2	
Contrainte limite de pointe	$q_u$	3	MPa
Frottement latéral	$q_s$	0.12	MPa
Charges			
Limite de pointe	$Q_{pu}$	120	kN
Limite de frottement positif	$Q_{su}^+$	48	kN
Frottement négatif	$F_n^-$	60	kN
Charge limite (fontis)	$Q_u$	108	kN
<b>Charge admissible</b>	<b><math>Q_{ad}</math></b>	<b>90.0</b>	<b>kN</b>

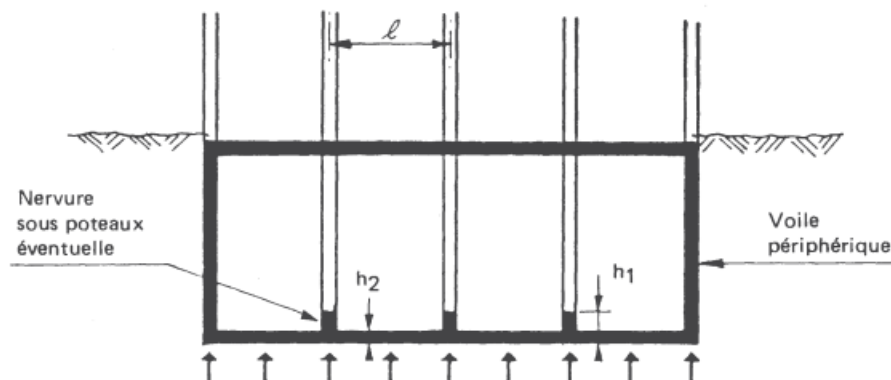
Avec cette valeur de résistance, la distance de 1 m entre pieux est suffisante pour les maisons à trois niveaux même avec toiture lourde.

#### 4.5.3 - Cas de radiers

On peut considérer la solution radier comme la solution la plus efficace vis-à-vis du risque de fontis. Certes, elle présente l'inconvénient d'une consommation importante de béton (pour le radier lui-même), mais cela conduit à une simplification de la conception, un allègement des dispositions puisque rien n'est à prévoir en superstructures, et une tenue pérenne de la structure. Le radier est un plancher renversé. Le schéma de calcul est celui du radier rigide permettant de répartir les contraintes de manière quasi-uniforme sur le sol. Ces contraintes sont considérées comme linéaires en écrivant l'équilibre global du bâtiment.

Pour pouvoir admettre cette répartition linéaire, les dimensions minimales du radier sont les suivantes :

- $h_1 \geq \frac{l'}{10}$  avec " $l'$ " distance entre axes des poteaux/murs perpendiculaires aux nervures
- $h_2 \geq \frac{l}{20}$  avec " $l$ " distance entre axes des poteaux/murs parallèles aux nervures



Les radiers sont calculés comme des planchers nervurés ou des planchers-dalles renversés. La redistribution des contraintes sous le radier varie en fonction de la position du fontis. Dans les maisons individuelles, on utilise les murs de soubassement comme raidisseurs du radier. La distance entre les nervures correspond à celle entre les murs dans une direction. Dans la pratique, surtout suivant la direction portant des charges (direction des planchers à entrevous par exemple), cette distance ne dépasse que rarement 5 m. Dans ces conditions, on considère que le radier travaille en situation habituelle (sans fontis) dans une direction et on peut le dimensionner de manière classique (dans cette étude, on utilise la méthode de Caquot). En cas de fontis, on vérifie deux cas, le premier lorsque le fontis est à l'extrémité et le second lorsqu'il est au centre du radier, selon un schéma de poutre équivalente de largeur unitaire (1 m).

Le tableau 4.5 présente les solutions à retenir dans le cas des toitures lourdes. Les calculs ont été effectués avec un radier d'épaisseur 40 cm (il est déconseillé de retenir une épaisseur inférieure à cette valeur). Les armatures sont disposées dans les deux directions principales et en deux nappes (supérieure et inférieure). Pour la construction de ce tableau et le calcul des sections d'acier, on a considéré des armatures espacées de 20 cm dans les deux directions.

**Tableau 4.5: Sections d'armatures**

HA x esp. 20cm	10	12	14	16	18	20	25	28	30	32
As (cm <sup>2</sup> )	5	7.2	9.8	12.8	16.2	20	31.3	39	45	51

**Tableau 4.6: Armatures nécessaires sur une largeur d'un mètre pour la solution radier d'épaisseur 40cm (unité : cm<sup>2</sup>) dans le cas d'une maison avec toiture lourde. En travée, les armatures inférieures sont disposées constructivement (A<sub>s</sub> > 3.45cm<sup>2</sup> pour le cas sans fontis et avec fontis de diamètre ≤ 4 m, pour le fontis de 5 m, A<sub>s</sub> > 4.6cm<sup>2</sup>)**

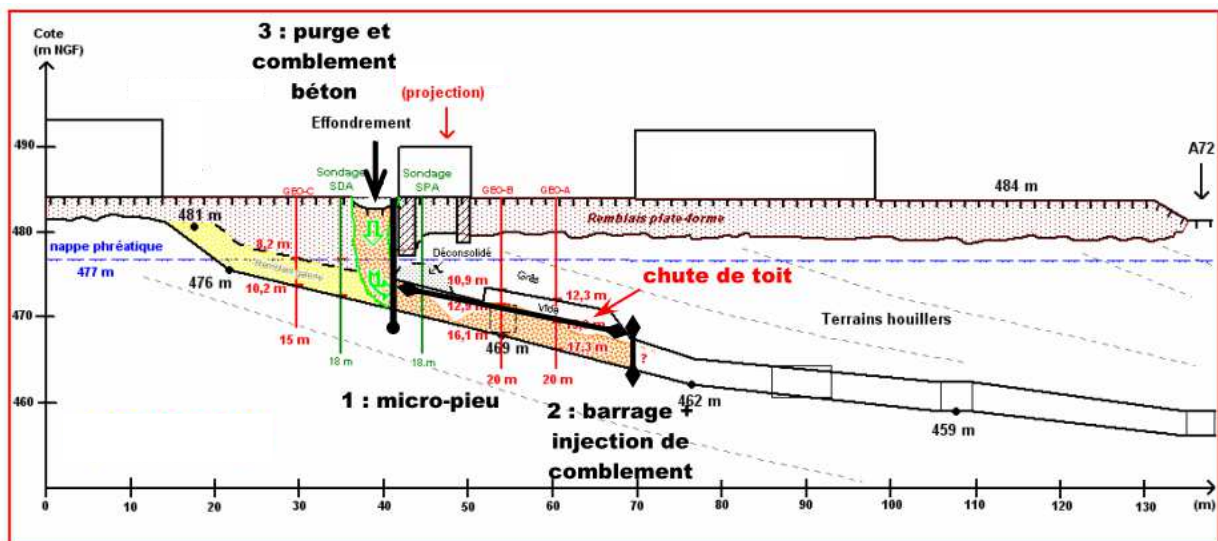
Nombre de niveaux	Travée	Sous murs	Arm. Sup. (cm <sup>2</sup> ) en fonction du diamètre du fontis			
			2 m	3 m	4 m	5 m
N	Arm. Sup	Arm. Inf.				
1	5.66	7.01	7.27	11.56	16.39	21.85
2	7.62	9.45	10.9	17.39	24.77	33.37
3	9.62	11.96	14.7	23.66	34.24	47.47

Notons qu'un radier conçu sans précaution particulière peut supporter sans désordres un fontis de diamètre 1 m. Au-delà, des armatures supplémentaires s'imposent. Pour les maisons de plusieurs niveaux ou dans le cas de fontis de grandes dimensions, afin d'éviter les barres de grand diamètre, il est possible de réduire l'espacement des armatures (solution moyennement efficace) ou bien augmenter l'épaisseur du radier (solution efficace).

**EXEMPLE : Fontis en angle d'une construction à St-Étienne, le 16 mars 2009.**

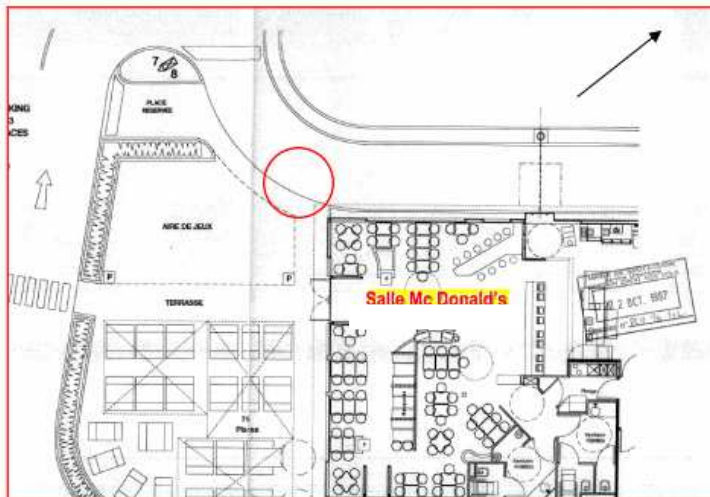
Les services de l'État ont été informés le 16 mars 2009 de l'apparition d'un fontis au-dessus d'une ancienne galerie souterraine d'origine minière, au droit d'un parking de restaurant à St-Etienne. Ils ont demandé à leur bureau d'expertise, d'une part de mener des investigations par sondage géologique, d'autre part de proposer des solutions techniques adaptées pour mettre en sécurité le secteur situé au droit de cette galerie. Dans ce qui suit sont présentés les investigations menées et les commentaires pouvant être formulés :

- L'effondrement est imputé à la présence conjointe de la nappe phréatique, du terrain houiller à cavités et à un remblai de surface. Bien que les pieux aient été correctement conçus (sans tenir compte de l'éventualité d'un fontis, les risques sont bien réels sur cette partie (voir la Figure 4.11).
- Trois forages ont été effectués et ils ont indiqué l'existence d'une couche saine gréseuse résistante sous-jacente aux galeries d'exploitation. La disposition des micropieux en angle du restaurant est une solution convenable, car le profil géologique est bien connu à cet endroit précis. Il suffit de les ancrer à une profondeur suffisante dans la couche résistante.
- Un barrage d'injection de comblement a été proposé, afin de limiter l'influence de l'écoulement de l'eau dans le sol. Le bourrage des sols dans le trou n'assure pas totalement l'élimination des vides dans la galerie, mais on aura ainsi amélioré de manière significative la compacité et donc la résistance du sol.

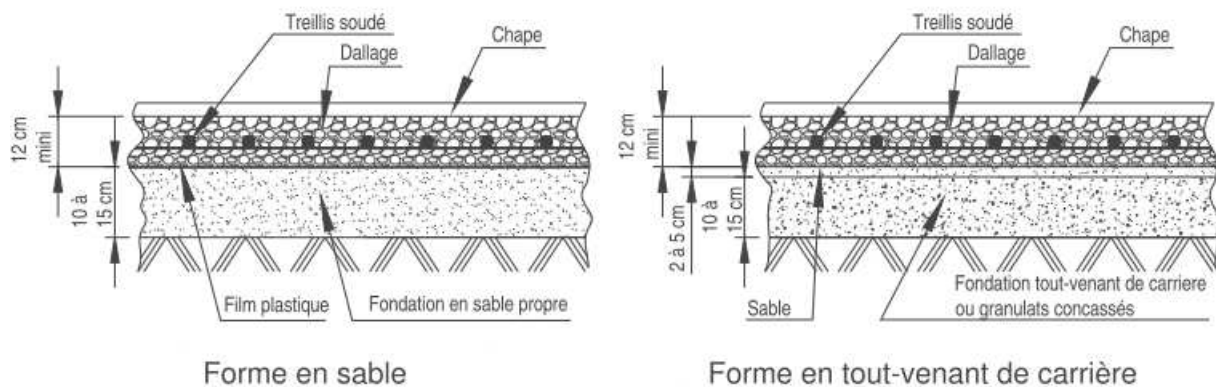


**Figure 4.11: Solution technique proposée pour le restaurant**

- L'emprise du trou à l'angle du bâtiment n'est pas très importante, mais le diamètre du fontis est de 4 m, ce qui est relativement important. Il a fallu procéder à la mise en place de 7 m<sup>3</sup> béton armé de 3 nappes de treillis EM-10 avec un matelas d'enrochement de 3 m<sup>3</sup>. Ceci est suffisant, car la charge n'est pas très importante.



#### 4.5.4 - Cas des dallages



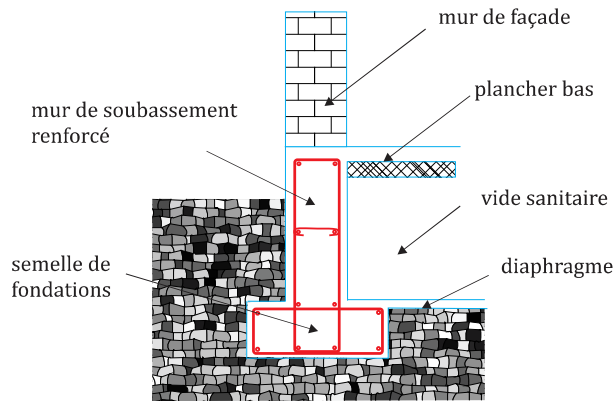
Le dallage repose sur une couche de sable ou de tout-venant toujours sensible aux mouvements du sol. Pour cette raison, il est recommandé de concevoir le dallage comme un plancher armé.

#### Recommandations :

- L'épaisseur minimale est prise égale 15 cm.
- La distance entre joints doit être supérieure ou égale à deux fois du diamètre du fontis.
- Les prescriptions paragraphe 4.5.6 - doivent être respectées (plancher bas ou sur vide sanitaire).

#### 4.5.5 - Murs de soubassement

Les murs de soubassement doivent être réalisés en béton armé à partir de la fondation jusqu'au premier niveau des chaînages horizontaux. Les semelles peuvent être considérées comme des poutres de section en T renversé. Les armatures des chaînages horizontaux sont calculées pour équilibrer les moments négatifs éventuels dans les semelles. Dans ce cas, les armatures supérieures, les armatures transversales et les dispositions constructives pour les poutres en béton armé de grande hauteur sont à disposer dans cette poutre en T renversé. La hauteur totale (semelle + mur de soubassement) prise en compte dans le calcul est limitée à 1 m.



**Figure 4.12: Principe de fondation avec mur de soubassement renforcé**

#### **4.5.6 - Plancher bas ou sur vide sanitaire, en béton**

Les planchers en béton peuvent être constitués par :

- des éléments préfabriqués de poutrelles en béton armé ou précontraint et entrevous associés à une dalle de compression coulée en œuvre et armée par un treillis soudé,
- des prédalles en béton armé ou précontraint associées à une dalle complémentaire coulée en œuvre,
- une dalle coulée en place.

Les autres types de planchers en béton ne sont pas décrits dans le présent texte, mais peuvent être utilisés à condition de respecter les prescriptions des textes spécifiques les concernant (DTU ou DTA).

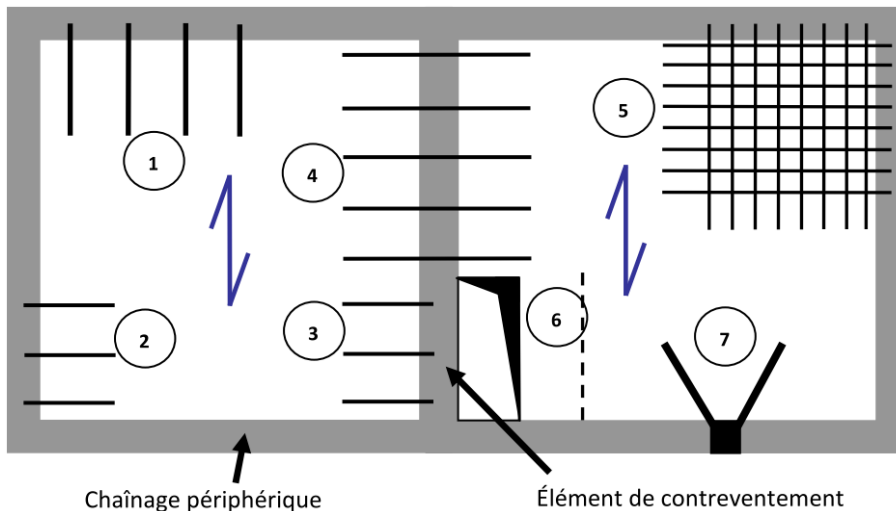
Trois aspects sont à considérer : la liaison du plancher aux éléments de structure qui le portent, le chaînage du plancher sur ses rives latérales, et la liaison entre façades opposées.

La liaison aux éléments de structures est assurée par les armatures existantes ou ajoutées, continues ou en recouvrement, disposée dans ou entre les composants (joints) ou/et dans la table de compression éventuelle.

Le plancher doit comporter dans la zone courante une section d'acier minimale de  $0,6 \text{ cm}^2/\text{ml}$  dans chacune des deux directions (section définie sur la base d'un acier B 500A au minimum). L'espacement entre armatures ne doit pas excéder :

- 25 cm dans le cas des planchers à poutrelles et entrevous non résistants,
- 33 cm dans tous les autres cas.

Par exemple, cette limite peut être respectée par un treillis HA4, espacement 20 cm.



Dans les deux directions du plancher, toutes les armatures doivent être prolongées pour être ancrées dans les chaînages.

1. liaisons dans le sens porteur du plancher (armatures des éléments ou ajoutées)
2. liaisons en rive de plancher sur le chaînage
3. liaisons en rive de plancher sur un élément de contreventement
4. liaisons en rive de plancher sur un élément de contreventement. Ce type de liaison peut également être assuré par le treillis soudé de la table de compression
5. treillis soudé de la table de compression éventuelle
6. armatures de couture éventuelles (étriers dans les joints, grecques ou treillis raidisseurs aux extrémités)
7. armatures de maintien des poteaux de rive

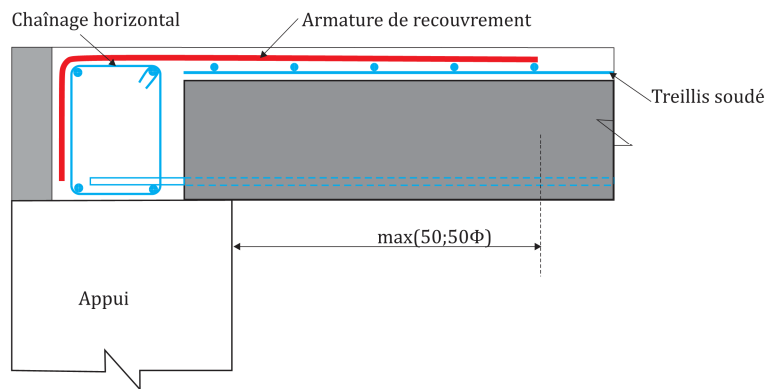
#### 4.5.6.1 - Liaisons du plancher aux éléments de structure et aux chaînages

La continuité du treillis soudé HA (Haute Adhérence) est obtenue soit par un recouvrement de 50 diamètres au moins de ses aciers constitutifs, soit par recouvrement de 3 soudures au moins du treillis soudé.

Pour ces treillis soudés HA, l'ancrage est obtenu soit en respectant une longueur d'ancrage d'au moins 50 fois le diamètre de leurs aciers constitutifs, soit en disposant 3 soudures au moins du treillis soudé au dessus des appuis

Pour les barres isolées, les longueurs de recouvrement ainsi que les longueurs d'ancrage sont d'au moins 50 fois le diamètre de leurs aciers constitutifs.





**Figure 4.13: Dispositions des armatures de recouvrement du plancher**

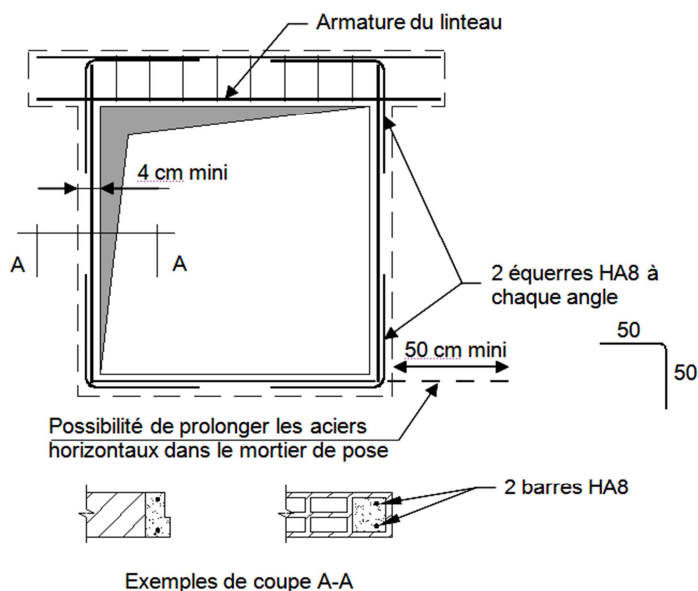
#### 4.5.6.2 - Plancher à poutrelles

La fonction diaphragme est assurée par la présence d'une table de compression coulée en œuvre sur toute la surface du plancher, d'épaisseur minimale 4 cm pour le cas des entrevous résistants en béton ou en terre cuite et 5 cm dans tous les autres cas.

### 4.6 - Éléments secondaires et éléments non structuraux

#### 4.6.1 - Encadrement de baies

Les ouvertures excédant 1 m<sup>2</sup> doivent être encadrées, sur leur pourtour, par une section d'armatures minimale équivalente à 2HA8.

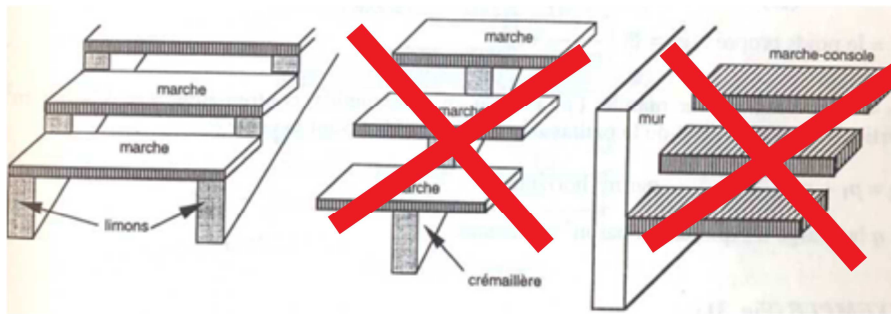


#### 4.6.2 - Escaliers

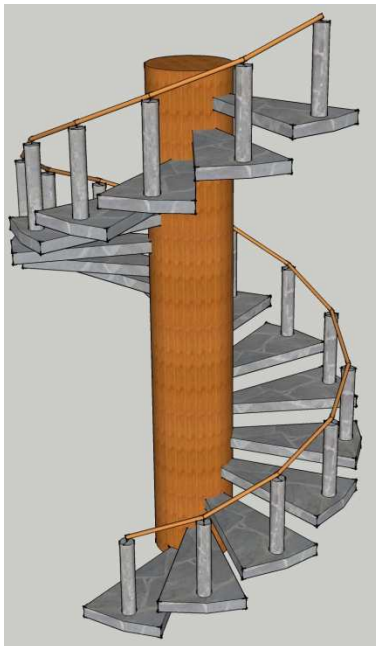
Il faut éviter :

- les escaliers en voûte,
- les escaliers avec crémaillère,
- les escaliers hélicoïdaux

- les escaliers à marches en consoles encastrées dans un mur en maçonnerie,



**Figure 4.14: Les crémaillères et les marches-console sont à éviter.**



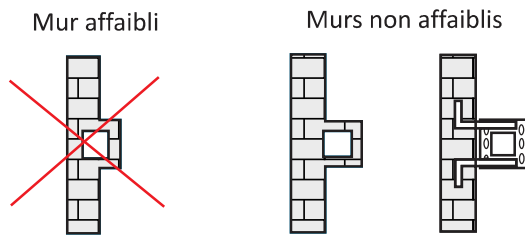
**Figure 4.15: Exemple d'un escalier hélicoïdal à éviter**

Les limons ou volées des escaliers en béton armé doivent présenter des liaisons par armatures avec les planchers auxquels ils sont reliés, en parties haute et basse. Au rez-de-chaussée, les limons ou les paillasse doivent être bien liés au réseau des semelles de fondations (reposés directement ou par les semelles de pontage).

#### **4.6.3 - Conduits de fumée**

##### **Prescriptions :**

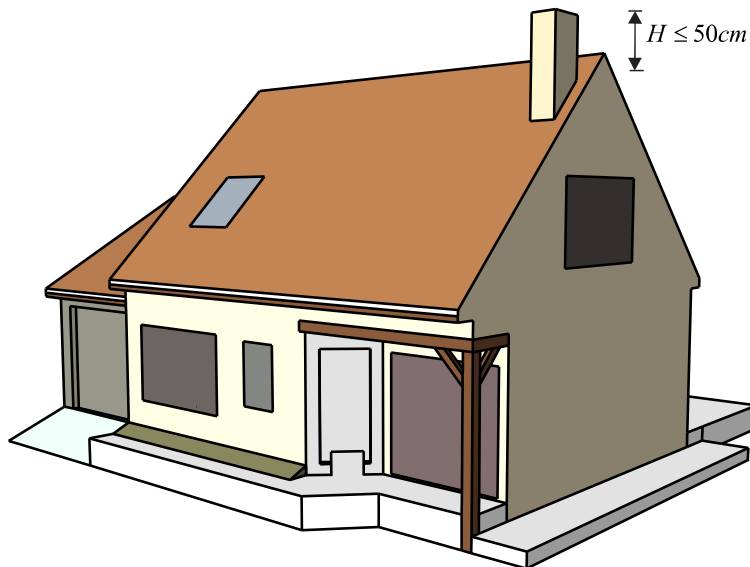
Du fait de l'inclinaison possible du bâtiment lors de la survenance du fontis, et des sollicitations induites sur la souche, les cheminées doivent systématiquement être pourvues de raidisseurs métalliques situés à chaque angle du terminal (les souches peuvent être aussi munies de haubanage).



**Figure 4.16: Éviter l'affaiblissement des murs**

**Recommandations :**

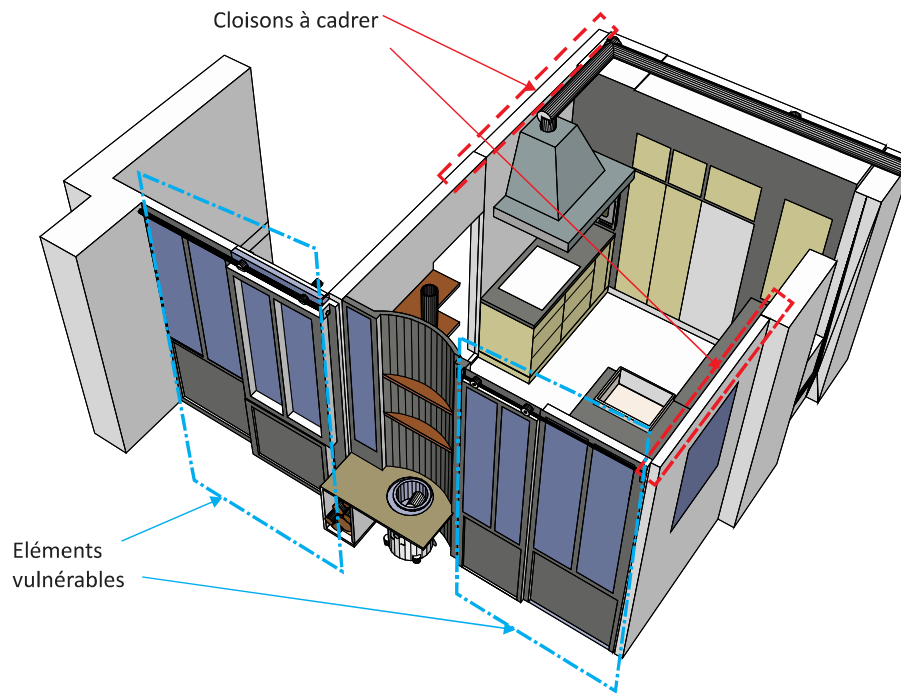
- La mise en place de ceintures en plat en acier est recommandée.
- Les conduits de fumée doivent être adossés aux murs intérieurs sans affaiblir la section résistante du mur.
- A l'intérieur de la construction, les conduits doivent être liaisonnés à la charpente et à chaque plancher par des attaches métalliques. Afin de réduire l'élançement des souches, il est fortement recommandé d'implanter les cheminées à proximité du faîtage (notamment en cas de forte inclinaison de la toiture).



**Figure 4.17: Limitation de la hauteur des souches des cheminées**

**4.6.4 - Cloisons de distribution**

Les cloisons de distribution doivent être fixées aux structures principales (murs, planchers,...) par des attaches et des cadres (potelet par exemple au bord libre). Les portes lourdes ou en matériaux fragiles (par exemple en verre) doivent être attachées aux cadres ou aux chaînages.



**Figure 4.18: Liaisonnement des cloisons.**

#### 4.7 - Limites d'application de l'étude

La présente étude ne vise pas les modifications ultérieures apportées à une construction neuve ayant fait l'objet des préconisations constructives décrites ci-dessus. Les modifications éventuelles conduisent en effet à une nouvelle construction et sortent du champ d'application du guide. Il peut s'agir :

- de démolition partielle ou totale des panneaux de contreventement ;
- de démolition partielle ou totale de planchers ;
- de transformation de combles non aménagés en étages habitables ;
- de rajout de citernes ou bassins ;
- de surélévations partielles ou totales d'un ou plusieurs niveaux.

Les dispositions constructives préconisées dans cette étude reposent sur des solutions types et résultent de dimensionnements forfaitaires. De ce point de vue, **des études particulières restent toujours envisageables lorsqu'elles sont effectuées par des bureaux d'études spécialisés.** Ces études pourront alors reposer sur des hypothèses moins pénalisantes et plus précises que celles retenues dans le présent document. Ceci permettra un dimensionnement adapté à un projet architectural particulier (emprise au sol non rectangulaire, élévation du bâtiment irrégulière, utilisation des matériaux avec les propriétés différentes que celles présentées dans ce guide, ...).

Le renforcement des bâtiments existants n'est pas abordé dans le cadre de ce guide.

Les combinaisons de l'action d'aléa fontis avec les autres actions comme le vent ou le séisme ne sont pas à prendre en compte, du fait du caractère accidentel de la situation de projet.

Il est rappelé (voir § 1.2. - Contenu de l'étude), que la présente étude examine les cas où les diamètres de fontis n'excèdent pas 5 mètres. Au-delà de cette limite, le comportement des ouvrages est très fortement tributaire des dispositions particulières adoptées pour la construction et très sensible aux dimensions des

fontis. De ce fait, lorsque les diamètres de fontis susceptibles de se produire dépassent 5 mètres, les dispositions du présent guide ne sont plus applicables et il devient nécessaire de faire procéder, par un bureau d'études spécialisé, à une étude particulière de l'ouvrage concerné vis-à-vis des diamètres de fontis attendus.

---

## 5 - BIBLIOGRAPHIE

---

- [1] Henry Thonier, *Conception et calcul des structures de bâtiment, formulaires*.: Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 1999.
- [2] Henry Thonier, *Le projet de béton armé et annexe Eurocode 2*.: Fédération Française du Bâtiment, 2005.
- [3] AFNOR, *NF EN 1991 - Actions sur les structures*.
- [4] AFNOR, *NF EN 1992 - Calcul des structures en béton*.
- [5] AFNOR, *NF EN 1996 - Calcul des ouvrages en maçonnerie*.
- [6] AFNOR, *NF EN 1998 - Calcul des structures pour leur résistance aux séismes*.
- [7] INERIS, "L'élaboration des Plans de Prévention des Risques Miniers. Guide méthodologique.," 2011.
- [8] Roger Frank, "Fondations profondes," *Technique de l'Ingénieur*, vol. traité Constructions.
- [9] GEODERIS, "Sainte-Etienne. Analyse du désordre minier de la fendu Jean N°2. Site du restaurant Mc Donald's," 2009.
- [10] GEODERIS-CSTB, "Etude de la vulnérabilité du bâti français vis-à-vis des effets de fontis," 2011.

## ANNEXE 1 - HYPOTHÈSES DE CALCUL DES DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES

### Annexe 1.1 - Charges prises en compte

Charges permanentes	Totalité dont	$g$	8.75	$kN/m^2$
	Poids brut maximal du plancher, y compris dalle		4.5	$kN/m^2$
	Cloisons		1	$kN/m^2$
	Revêtements de sol/plafonds		0.75	$kN/m^2$
	Poids des murs /plancher		2.5	$kN/m^2$
Charge d'exploitation		$q$	1.5	$kN/m^2$
Toiture	lourde	$g_t$	6	$kN/m^2$
	légère		2.3	$kN/m^2$

### Annexe 1.2 - Matériaux

<b>Maçonnerie</b>	Masse volumique	$\rho_m$	2200	$kg/m^3$
	Résistance au cisaillement	$f_{vk0}$	0.2	$MPa$
	Résistance en compression	$f_k$	1.84	$MPa$
	Coefficient partiel	$\gamma_M$	2.2	
<b>Béton</b>	Masse volumique	$\rho_c$	2500	$kg/m^3$
	Résistance au cisaillement	$f_{vd}$	1.8	$MPa$
	Résistance en compression	$f_{ck}$	25	$MPa$
	Coefficient partiel	$\gamma_C$	1.5	
<b>Acier</b>	Résistance caractéristique	$f_{yk}$	500	$MPa$
	Coefficient partiel	$\gamma_s$	1	
	Résistance de calcul	$f_{yd}$	500	$MPa$

### Annexe 1.3 - Données géométriques :

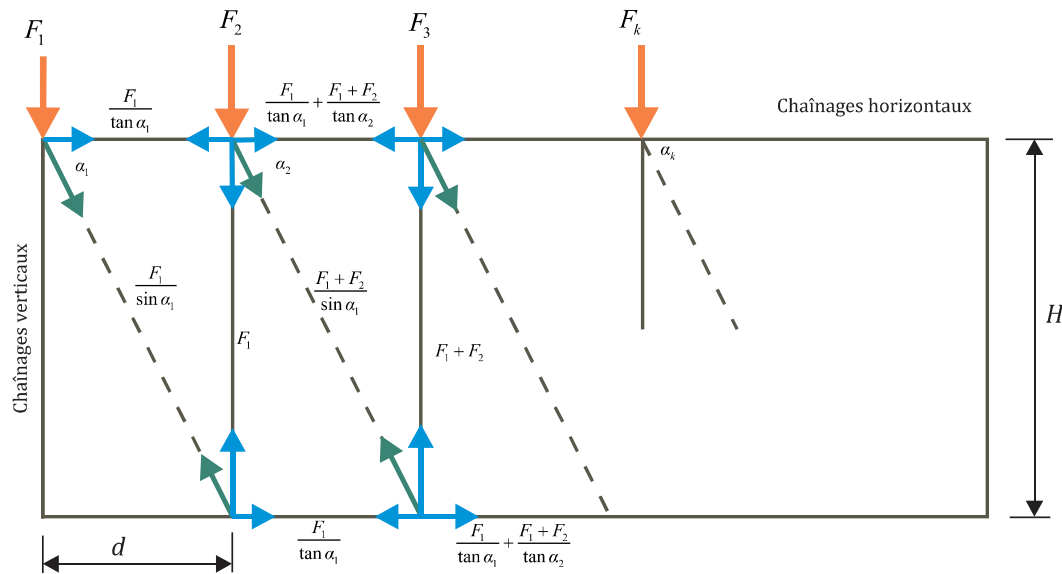
Les tableaux de références sont donnés pour des hauteurs d'étage de 3 m et pour des murs dont l'épaisseur vaut 20 cm.

## ANNEXE 2 - SCHÉMA DES BIELLES-TIRANTS POUR LES MAÇONNERIES OU VOILES EN BÉTON NON ARMÉ OU FAIBLEMENT ARMÉ

### Annexe 2.1 - Transmission des charges

Ce schéma est appliqué principalement pour un mur dans le cas où le frontis est en angle. Les charges en tête du mur sont divisées en plusieurs charges concentrées équivalentes  $F_1, F_2, \dots$  à l'aplomb des chaînages verticaux.

Le schéma des bielles-tirants consiste à faire travailler les chaînages en traction (tirants) et la maçonnerie en compression (bielles). Avec les efforts dans les bielles et les tirants, on peut dimensionner les blocs de maçonnerie et les chaînages.



**Figure 5.1: Transmission des charges entre bielles et tirants**

L'angle maximal d'inclinaison des bielles est de  $60^\circ$  dans les blocs de maçonnerie (EC6) et de  $45^\circ$  dans les murs en béton (EC2). La largeur des bielles est déterminée par le point C dans la Figure 5.2 où AC vaut  $1/3$  de la dimension perpendiculaire à la force d'application. Cette largeur vaut :

$$b_{bk} = \frac{H}{3 \sin \alpha_k \tan \alpha_k}$$

L'effort dans le chaînage horizontal supérieur du  $k^e$  panneau :

$$F_{CH,k} = \frac{F_1}{\tan \alpha_1} + \frac{F_1 + F_2}{\tan \alpha_2} + \dots + \frac{F_1 + F_2 + \dots + F_k}{\tan \alpha_k}$$

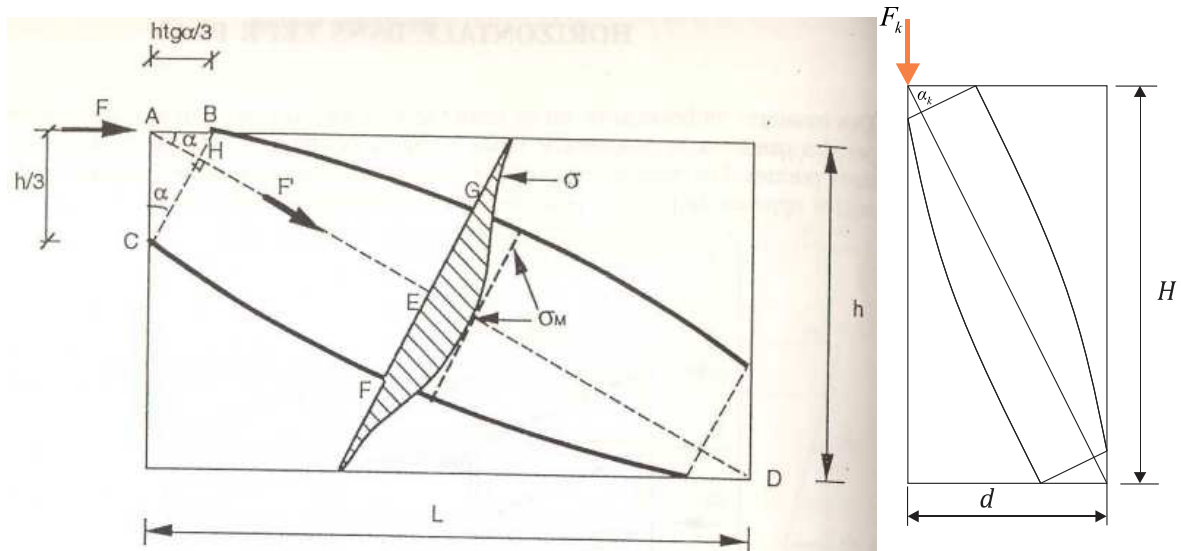
L'effort dans le chaînage vertical à droite du  $k^e$  panneau :

$$F_{CV,k} = F_1 + F_2 + \dots + F_k$$

L'effort dans la  $k^e$  bielle :

$$F_{bielle,k} = \frac{F_{CV,k}}{\sin \alpha_k}$$





**Figure 5.2: Détermination de la largeur de la bielle (Henri Thonier, Tome 3)**

La contrainte de compression dans les bielles ne doit pas dépasser la résistance de calcul du mur :

- Pour les maçonneries :

$$\sigma_m \leq \sigma_{Rdmax} = \frac{f_k}{\gamma_M}$$

Le coefficient partiel  $\gamma_M$  est pris dans le tableau du paragraphe 2.4.3 (1) de l'EC6.

- Pour le béton :

$$\sigma_c \leq \sigma_{Rdmax} = 0.6v'f_{cd} \text{ (EC2 paragraphe 6.5.2 (2))}$$

Avec  $v' = 1 - f_{ck}/250$ .

### **Annexe 2.2 - Détermination de la section d'acier nécessaire pour les chaînages**

Les sections d'acier des chaînages horizontaux et verticaux sont calculées sur la base des efforts de traction agissant dans le dernier cadre qui atteint le sol d'assise. Dans le cas où tous les angles  $\alpha_i$  sont égaux à  $\alpha$ , le nombre  $k$  peut être déterminé en prenant le nombre entier minimal qui est supérieur à la valeur :

$$\frac{\Phi_{fontis}}{d}$$

## ANNEXE 3 - ARMATURES MINIMALES POUR LES CHAÎNAGES

Les valeurs présentées dans les tableaux sont les sections d'armatures minimales. L'unité est le cm<sup>2</sup>.

Les cases bleutées des tableaux correspondent aux cas pour lesquels les sections d'armatures dépassent les valeurs habituellement disposées dans les éléments concernés. Ces cas doivent conduire à revoir la conception même de la structure (ajout de murs, allongement des murs courts, etc.).

Quelques sections préalablement calculées :

Section	4HA8	4HA12	4HA14	8HA14
As [cm <sup>2</sup> ]	2,01	4,52	6,16	12,32

### Annexe 3.1 - Murs en maçonnerie (max 4HA12)

N=1	Diamètre [m]	CHAINAGE VERTICAL MINIMAL								CHAINAGE HORIZONTAL MINIMAL							
		Toiture lourde				Toiture légère				Toiture lourde				Toiture légère			
		2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%	4HA8	4HA10	4HA10	4HA12	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA12	4HA12		4HA8	4HA8	4HA8	4HA10
	6%	4HA8	4HA10	4HA10	4HA10	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA12	4HA12		4HA8	4HA8	4HA8	4HA10
	7%	4HA8	4HA8	4HA8	4HA10	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA10	4HA10		4HA8	4HA8	4HA8	4HA10
	8%	4HA8	4HA8	4HA8	4HA10	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA10	4HA10		4HA8	4HA8	4HA8	4HA8
	9%	4HA8	4HA8	4HA8	4HA10	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA10	4HA10	4HA12	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8
	10%	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA10	4HA10	4HA12	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8
	11%	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA12	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8
	12%	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA12	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8

N=2	Diamètre [m]	CHAINAGE VERTICAL MINIMAL								CHAINAGE HORIZONTAL MINIMAL							
		Toiture lourde				Toiture légère				Toiture lourde				Toiture légère			
		2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%	4HA12				4HA12								4HA12			
	6%	4HA12				4HA10	4HA12	4HA12		4HA12				4HA12			
	7%	4HA10				4HA10	4HA12	4HA12		4HA12				4HA10			
	8%	4HA10	4HA12	4HA12		4HA10	4HA12	4HA12	4HA12	4HA12				4HA10			
	9%	4HA10	4HA12	4HA12		4HA8	4HA10	4HA10	4HA12	4HA10				4HA10			
	10%	4HA10	4HA12	4HA12		4HA8	4HA10	4HA10	4HA12	4HA10				4HA8	4HA12	4HA12	
	11%	4HA8	4HA10	4HA10	4HA12	4HA8	4HA10	4HA10	4HA12	4HA10				4HA8	4HA12	4HA12	
	12%	4HA8	4HA10	4HA10	4HA12	4HA8	4HA10	4HA10	4HA10	4HA10				4HA8	4HA12	4HA12	

N=3	Diamètre [m]	CHAINAGE VERTICAL MINIMAL								CHAINAGE HORIZONTAL MINIMAL							
		Toiture lourde				Toiture légère				Toiture lourde				Toiture légère			
		2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%																
	6%																
	7%					4HA12								4HA12			
	8%	4HA12				4HA12								4HA12			
	9%	4HA12				4HA12								4HA12			
	10%	4HA12				4HA10				4HA12				4HA12			
	11%	4HA10				4HA10	4HA12	4HA12		4HA12				4HA12			
	12%	4HA10	4HA12	4HA12		4HA10	4HA12	4HA12		4HA12				4HA10			

## Annexe 3.2 - Murs en béton (max 4HA14)

N=1	Diamètre [m]	CHAINAGE VERTICAL MINIMAL								CHAINAGE HORIZONTAL MINIMAL							
		Toiture lourde				Toiture légère				Toiture lourde				Toiture légère			
		2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%	4HA8	4HA12	4HA12	4HA12	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA12	4HA12	4HA12	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8
	6%	4HA8	4HA10	4HA10	4HA10	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA12	4HA12	4HA12	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8
	7%	4HA8	4HA10	4HA10	4HA10	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA10	4HA10	4HA10	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8
	8%	4HA8	4HA10	4HA10	4HA10	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA10	4HA10	4HA10	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8
	9%	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA10	4HA10	4HA10	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8
	10%	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8
	11%	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8
	12%	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8	4HA8

N=2	Diamètre [m]	CHAINAGE VERTICAL MINIMAL								CHAINAGE HORIZONTAL MINIMAL							
		Toiture lourde				Toiture légère				Toiture lourde				Toiture légère			
		2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%	4HA10				4HA10	4HA14	4HA14	4HA14	4HA10				4HA8			
	6%	4HA10				4HA8	4HA14	4HA14	4HA14	4HA10				4HA8			
	7%	4HA10	4HA14	4HA14	4HA14	4HA8	4HA12	4HA12	4HA12	4HA8				4HA8	4HA14	4HA14	4HA14
	8%	4HA8	4HA14	4HA14	4HA14	4HA8	4HA12	4HA12	4HA12	4HA8				4HA8	4HA14	4HA14	4HA14
	9%	4HA8	4HA12	4HA12	4HA12	4HA8	4HA12	4HA12	4HA12	4HA8	4HA14	4HA14	4HA14	4HA8	4HA12	4HA12	4HA12
	10%	4HA8	4HA12	4HA12	4HA12	4HA8	4HA12	4HA12	4HA12	4HA8	4HA14	4HA14	4HA14	4HA8	4HA12	4HA12	4HA12
	11%	4HA8	4HA12	4HA12	4HA12	4HA8	4HA10	4HA10	4HA10	4HA8	4HA14	4HA14	4HA14	4HA8	4HA12	4HA12	4HA12
	12%	4HA8	4HA12	4HA12	4HA12	4HA8	4HA10	4HA10	4HA10	4HA8	4HA12	4HA12	4HA12	4HA8	4HA12	4HA12	4HA12

N=3	Diamètre [m]	CHAINAGE VERTICAL MINIMAL								CHAINAGE HORIZONTAL MINIMAL							
		Toiture lourde				Toiture légère				Toiture lourde				Toiture légère			
		2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%	4HA12				4HA12				4HA12				4HA12			
	6%	4HA12				4HA12				4HA12				4HA10			
	7%	4HA12				4HA10				4HA10				4HA10			
	8%	4HA10				4HA10				4HA10				4HA10			
	9%	4HA10				4HA10	4HA14	4HA14	4HA14	4HA10				4HA8			
	10%	4HA10				4HA10	4HA14	4HA14	4HA14	4HA10				4HA8			
	11%	4HA10	4HA14	4HA14	4HA14	4HA8	4HA14	4HA14	4HA14	4HA8				4HA8			
	12%	4HA8	4HA14	4HA14	4HA14	4HA8	4HA14	4HA14	4HA14	4HA8				4HA8	4HA14	4HA14	4HA14

## ANNEXE 4 - ARMATURES MINIMALES POUR LES SEMELLES DE FONDATIONS

Armature maximale d'un lit : 8HA14

Quelques sections préalablement calculées :

Section	4HA6	4HA8	4HA12	4HA14	8HA14
As [cm <sup>2</sup> ]	1,13	2,01	4,52	6,16	12,32

### Annexe 4.1 - Murs de soubassement en béton (âme de la section des fondations)

#### Annexe 4.1.1 - Murs longs

		ZONE CENTRALE								ZONE EXTRÊME							
		ARMATURE SUPERIEURE															
N=1	Diamètre [m]	Toiture lourde				Toiture légère				Toiture lourde				Toiture légère			
		2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%	0,12	0,31	0,63	1,12	0,10	0,27	0,57	1,02	2,71	6,19	11,21		2,71	6,19	11,21	
	6%	0,11	0,30	0,62	1,09	0,10	0,27	0,57	1,01	2,28	5,18	9,36		2,28	5,18	9,36	
	7%	0,11	0,30	0,61	1,08	0,10	0,27	0,57	1,01	1,97	4,47	8,06		1,97	4,47	8,06	
	8%	0,11	0,29	0,60	1,07	0,10	0,27	0,57	1,01	1,74	3,94	7,10	11,27	1,74	3,94	7,10	11,27
	9%	0,11	0,29	0,60	1,06	0,10	0,27	0,56	1,01	1,56	3,53	6,35	10,06	1,56	3,53	6,35	10,06
	10%	0,11	0,29	0,59	1,05	0,10	0,27	0,56	1,01	1,42	3,21	5,76	9,11	1,42	3,21	5,76	9,11
	11%	0,11	0,29	0,59	1,05	0,10	0,27	0,56	1,01	1,30	2,94	5,27	8,33	1,30	2,94	5,27	8,33
	12%	0,11	0,29	0,59	1,05	0,10	0,27	0,56	1,01	1,20	2,72	4,87	7,69	1,20	2,72	4,87	7,69
		ARMATURE INFERIEURE															
N=1	Diamètre [m]	Toiture lourde				Toiture légère				Toiture lourde				Toiture légère			
		2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%	0,18	0,47	0,96	1,69	0,15	0,41	0,86	1,54	2,76	6,43	12,10		2,76	6,43	12,10	
	6%	0,17	0,46	0,94	1,66	0,15	0,41	0,86	1,54	2,31	5,35	9,96		2,31	5,35	9,96	
	7%	0,17	0,45	0,92	1,64	0,15	0,41	0,85	1,53	1,99	4,60	8,49		1,99	4,60	8,49	
	8%	0,17	0,44	0,91	1,62	0,15	0,41	0,85	1,53	1,76	4,04	7,42	12,17	1,76	4,04	7,42	12,17
	9%	0,16	0,44	0,90	1,61	0,15	0,41	0,85	1,53	1,57	3,61	6,60	10,76	1,57	3,61	6,60	10,76
	10%	0,16	0,43	0,90	1,60	0,15	0,41	0,85	1,53	1,43	3,27	5,96	9,67	1,43	3,27	5,96	9,67
	11%	0,16	0,43	0,89	1,59	0,15	0,41	0,85	1,53	1,31	2,99	5,44	8,79	1,31	2,99	5,44	8,79
	12%	0,16	0,43	0,89	1,59	0,15	0,41	0,85	1,53	1,21	2,76	5,01	8,07	1,21	2,76	5,01	8,07
		ARMATURE TRANSVERSALE (espacement 10cm)															
N=1	Diamètre [m]	Toiture lourde				Toiture légère				Toiture lourde				Toiture légère			
		2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%	0,00	0,01	0,08	0,15	0,00	0,00	0,03	0,10	0,26	0,48	0,48	0,70	0,05	0,14	0,14	0,23
	6%	0,00	0,01	0,08	0,15	0,00	0,00	0,03	0,10	0,20	0,39	0,39	0,58	0,03	0,10	0,10	0,18
	7%	0,00	0,01	0,08	0,15	0,00	0,00	0,03	0,10	0,17	0,32	0,32	0,48	0,02	0,08	0,08	0,14
	8%	0,00	0,01	0,08	0,15	0,00	0,00	0,03	0,10	0,14	0,27	0,27	0,41	0,01	0,06	0,06	0,11
	9%	0,00	0,01	0,08	0,15	0,00	0,00	0,03	0,10	0,11	0,24	0,24	0,36	0,00	0,05	0,05	0,09
	10%	0,00	0,01	0,08	0,15	0,00	0,00	0,03	0,10	0,09	0,20	0,20	0,32	0,00	0,03	0,03	0,08
	11%	0,00	0,01	0,08	0,15	0,00	0,00	0,03	0,10	0,08	0,18	0,18	0,28	0,00	0,02	0,02	0,06
	12%	0,00	0,01	0,08	0,15	0,00	0,00	0,03	0,10	0,07	0,16	0,16	0,25	0,00	0,02	0,02	0,05

		ZONE CENTRALE								ZONE EXTRÊME							
ARMATURE SUPERIEURE																	
N=2	Diamètre [m]	Toiture lourde				Toiture légère				Toiture lourde				Toiture légère			
		2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%	0,26	0,63	4,80	7,58	0,18	0,46	0,89	6,49	2,71	6,19	11,21		2,71	6,19	11,21	
	6%	0,22	0,55	1,05	6,35	0,17	0,42	0,82	1,42	2,28	5,18	9,36		2,28	5,18	9,36	
	7%	0,20	0,50	0,96	5,48	0,15	0,39	0,78	1,34	1,97	4,47	8,06		1,97	4,47	8,06	
	8%	0,18	0,46	0,90	1,54	0,15	0,37	0,75	1,29	1,74	3,94	7,10	11,27	1,74	3,94	7,10	11,27
	9%	0,17	0,43	0,85	1,46	0,14	0,36	0,72	1,26	1,56	3,53	6,35	10,06	1,56	3,53	6,35	10,06
	10%	0,16	0,41	0,82	1,41	0,14	0,35	0,70	1,23	1,42	3,21	5,76	9,11	1,42	3,21	5,76	9,11
	11%	0,16	0,40	0,79	1,36	0,13	0,34	0,69	1,20	1,30	2,94	5,27	8,33	1,30	2,94	5,27	8,33
12%	0,15	0,39	0,77	1,33	0,13	0,34	0,68	1,19	1,20	2,72	4,87	7,69	1,20	2,72	4,87	7,69	

ARMATURE INFERIEURE																	
N=2	Diamètre [m]	Toiture lourde				Toiture légère				Toiture lourde				Toiture légère			
		2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%	0,39	0,95	7,60		0,27	0,69	1,35	10,53	2,76	6,43	12,10		2,76	6,43	12,10	
	6%	0,33	0,82	1,60	10,27	0,25	0,63	1,25	2,16	2,31	5,35	9,96		2,31	5,35	9,96	
	7%	0,30	0,75	1,46	8,76	0,23	0,59	1,18	2,05	1,99	4,60	8,49		1,99	4,60	8,49	
	8%	0,28	0,69	1,36	2,34	0,22	0,56	1,13	1,97	1,76	4,04	7,42	12,17	1,76	4,04	7,42	12,17
	9%	0,26	0,65	1,29	2,23	0,21	0,54	1,09	1,91	1,57	3,61	6,60	10,76	1,57	3,61	6,60	10,76
	10%	0,25	0,63	1,24	2,14	0,20	0,53	1,06	1,86	1,43	3,27	5,96	9,67	1,43	3,27	5,96	9,67
	11%	0,24	0,60	1,20	2,08	0,20	0,51	1,04	1,83	1,31	2,99	5,44	8,79	1,31	2,99	5,44	8,79
12%	0,23	0,58	1,16	2,02	0,19	0,50	1,02	1,80	1,21	2,76	5,01	8,07	1,21	2,76	5,01	8,07	

ARMATURE TRANSVERSALE (espacement 10cm)																	
N=2	Diamètre [m]	Toiture lourde				Toiture légère				Toiture lourde				Toiture légère			
		2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%	0,01	0,10			0,00	0,07	0,15		0,79				0,59	1,03	1,03	
	6%	0,01	0,10	0,20		0,00	0,07	0,15	0,24	0,65	1,13	1,13		0,48	0,84	0,84	
	7%	0,01	0,10	0,20	1,06	0,00	0,07	0,15	0,24	0,55	0,96	0,96		0,40	0,71	0,71	1,03
	8%	0,01	0,10	0,20	0,30	0,00	0,07	0,15	0,24	0,47	0,83	0,83		0,34	0,61	0,61	0,89
	9%	0,01	0,10	0,20	0,30	0,00	0,07	0,15	0,24	0,41	0,73	0,73	1,05	0,29	0,54	0,54	0,78
	10%	0,01	0,10	0,20	0,30	0,00	0,07	0,15	0,24	0,36	0,65	0,65	0,94	0,26	0,48	0,48	0,70
	11%	0,01	0,10	0,20	0,30	0,00	0,07	0,15	0,24	0,32	0,58	0,58	0,85	0,23	0,43	0,43	0,63
12%	0,01	0,10	0,20	0,30	0,00	0,07	0,15	0,24	0,29	0,53	0,53	0,77	0,20	0,39	0,39	0,57	

		ZONE CENTRALE								ZONE EXTRÊME							
ARMATURE SUPERIEURE																	
N=3	Diamètre [m]	Toiture lourde				Toiture légère				Toiture lourde				Toiture légère			
		2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%	0,68	3,66	6,58	10,43	0,46	3,28	5,89	9,32	2,71	6,19	11,21		2,71	6,19	11,21	
	6%	0,51	1,20	5,50	8,70	0,37	0,88	4,93	7,78	2,28	5,18	9,36		2,28	5,18	9,36	
	7%	0,42	0,99	4,73	7,47	0,31	0,75	4,25	6,70	1,97	4,47	8,06		1,97	4,47	8,06	
	8%	0,36	0,86	4,16	6,57	0,28	0,67	1,27	5,89	1,74	3,94	7,10	11,27	1,74	3,94	7,10	11,27
	9%	0,32	0,77	1,44	5,86	0,25	0,61	1,17	5,27	1,56	3,53	6,35	10,06	1,56	3,53	6,35	10,06
	10%	0,29	0,70	1,33	5,30	0,23	0,57	1,09	4,77	1,42	3,21	5,76	9,11	1,42	3,21	5,76	9,11
	11%	0,27	0,65	1,24	4,85	0,22	0,53	1,03	1,74	1,30	2,94	5,27	8,33	1,30	2,94	5,27	8,33
12%	0,25	0,61	1,16	4,47	0,20	0,51	0,98	1,66	1,20	2,72	4,87	7,69	1,20	2,72	4,87	7,69	

ARMATURE INFERIEURE																	
N=3	Diamètre [m]	Toiture lourde				Toiture légère				Toiture lourde				Toiture légère			
		2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%	1,02	5,72	10,68		0,70	5,10	9,47		2,76	6,43	12,10		2,76	6,43	12,10	
	6%	0,77	1,82	8,80		0,56	1,33	7,82		2,31	5,35	9,96		2,31	5,35	9,96	
	7%	0,63	1,50	7,50	12,30	0,47	1,14	6,69	10,90	1,99	4,60	8,49		1,99	4,60	8,49	
	8%	0,54	1,30	6,55	10,66	0,42	1,01	1,93	9,48	1,76	4,04	7,42	12,17	1,76	4,04	7,42	12,17
	9%	0,48	1,16	2,20	9,43	0,38	0,92	1,77	8,40	1,57	3,61	6,60	10,76	1,57	3,61	6,60	10,76
	10%	0,44	1,06	2,02	8,46	0,35	0,86	1,65	7,56	1,43	3,27	5,96	9,67	1,43	3,27	5,96	9,67
	11%	0,40	0,98	1,88	7,69	0,33	0,80	1,56	2,66	1,31	2,99	5,44	8,79	1,31	2,99	5,44	8,79
12%	0,38	0,92	1,77	7,05	0,31	0,76	1,49	2,54	1,21	2,76	5,01	8,07	1,21	2,76	5,01	8,07	

ARMATURE TRANSVERSALE (espacement 10cm)																	
N=3	Diamètre [m]	Toiture lourde				Toiture légère				Toiture lourde				Toiture légère			
		2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%	0,07				0,05	1,07							1,12			
	6%	0,07	0,19			0,05	0,16			1,09				0,92			
	7%	0,07	0,19			0,05	0,16	1,03		0,93				0,78			
	8%	0,07	0,19	1,01		0,05	0,16	0,27		0,80				0,67			
	9%	0,07	0,19	0,31		0,05	0,16	0,27	1,01	0,70				0,59	1,03	1,03	
	10%	0,07	0,19	0,31	1,02	0,05	0,16	0,27	0,91	0,63	1,09	1,09		0,52	0,92	0,92	
	11%	0,07	0,19	0,31	0,92	0,05	0,16	0,27	0,39	0,56	0,99	0,99		0,47	0,83	0,83	
12%	0,07	0,19	0,31	0,84	0,05	0,16	0,27	0,39	0,51	0,90	0,90		0,42	0,76	0,76	1,09	

## Annexe 4.1.2 - Murs courts

ARMATURE SUPERIEURE									
N=1	Diamètre [m]	Toiture lourde				Toiture légère			
		2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%	4,59	10,57			3,57	8,18		
	6%	3,88	8,89			3,03	6,92		
	7%	3,37	7,70			2,65	6,03	10,93	
	8%	2,99	6,82			2,36	5,37	9,70	
	9%	2,69	6,14	11,12		2,14	4,85	8,76	
	10%	2,46	5,60	10,12		1,96	4,44	8,01	
	11%	2,27	5,15	9,31		1,81	4,11	7,39	11,75
	12%	2,11	4,79	8,63		1,69	3,83	6,89	10,93
ARMATURE INFERIEURE									
N=1	Diamètre [m]	Toiture lourde				Toiture légère			
		2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%	4,72	11,35			3,65	8,62		
	6%	3,97	9,42			3,09	7,23		
	7%	3,44	8,09			2,69	6,26	11,77	
	8%	3,04	7,12			2,39	5,55	10,34	
	9%	2,74	6,38	12,00		2,16	5,00	9,27	
	10%	2,49	5,79	10,83		1,98	4,56	8,43	
	11%	2,30	5,32	9,89		1,83	4,21	7,75	
	12%	2,13	4,93	9,13		1,70	3,92	7,19	11,77
ARMATURE TRANSVERSALE (espacement 10cm)									
N=1	Diamètre [m]	Toiture lourde				Toiture légère			
		2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%	0,26	0,48	0,48	0,70	0,05	0,14	0,14	0,23
	6%	0,20	0,39	0,39	0,58	0,03	0,10	0,10	0,18
	7%	0,17	0,32	0,32	0,48	0,02	0,08	0,08	0,14
	8%	0,14	0,27	0,27	0,41	0,01	0,06	0,06	0,11
	9%	0,11	0,24	0,24	0,36	0,00	0,05	0,05	0,09
	10%	0,09	0,20	0,20	0,32	0,00	0,03	0,03	0,08
	11%	0,08	0,18	0,18	0,28	0,00	0,02	0,02	0,06
	12%	0,07	0,16	0,16	0,25	0,00	0,02	0,02	0,05
ARMATURE SUPERIEURE									
N=2	Diamètre [m]	Toiture lourde				Toiture légère			
		2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%	7,26				6,23			
	6%	6,09				5,23	12,08		
	7%	5,25	12,14			4,52	10,41		
	8%	4,63	10,66			3,99	9,17		
	9%	4,15	9,53			3,59	8,21		
	10%	3,77	8,63			3,26	7,45		
	11%	3,45	7,90			2,99	6,83		
	12%	3,19	7,29			2,77	6,32	11,46	
ARMATURE INFERIEURE									
N=2	Diamètre [m]	Toiture lourde				Toiture légère			
		2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%	7,60				6,47			
	6%	6,32				5,40			
	7%	5,42				4,65	11,16		
	8%	4,76	11,46			4,09	9,73		
	9%	4,25	10,15			3,66	8,65		
	10%	3,85	9,13			3,32	7,81		
	11%	3,52	8,31			3,05	7,13		
	12%	3,25	7,64			2,82	6,57		
ARMATURE TRANSVERSALE (espacement 10cm)									
N=2	Diamètre [m]	Toiture lourde				Toiture légère			
		2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%	0,79				0,59	1,03	1,03	
	6%	0,65	1,13	1,13		0,48	0,84	0,84	
	7%	0,55	0,96	0,96		0,40	0,71	0,71	1,03
	8%	0,47	0,83	0,83		0,34	0,61	0,61	0,89
	9%	0,41	0,73	0,73	1,05	0,29	0,54	0,54	0,78
	10%	0,36	0,65	0,65	0,94	0,26	0,48	0,48	0,70
	11%	0,32	0,58	0,58	0,85	0,23	0,43	0,43	0,63
	12%	0,29	0,53	0,53	0,77	0,20	0,39	0,39	0,57

ARMATURE SUPERIEURE									
N=3	Toiture lourde					Toiture légère			
	Diamètre [m]	2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%	9,99				8,93			
	6%	8,34				7,46			
	7%	7,17				6,42			
	8%	6,30				5,65			
	9%	5,62				5,05	11,66		
	10%	5,09	11,74			4,58	10,53		
	11%	4,65	10,71			4,19	9,62		
	12%	4,29	9,85			3,86	8,86		
ARMATURE INFERIEURE									
N=3	Toiture lourde					Toiture légère			
	Diamètre [m]	2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%	10,68				9,47			
	6%	8,80				7,82			
	7%	7,50				6,69			
	8%	6,55				5,85			
	9%	5,82				5,21			
	10%	5,25				4,70	11,30		
	11%	4,78	11,51			4,29	10,24		
	12%	4,40	10,52			3,95	9,38		
ARMATURE TRANSVERSALE (espacement 10cm)									
N=3	Toiture lourde					Toiture légère			
	Diamètre [m]	2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%					1,12			
	6%	1,09				0,92			
	7%	0,93				0,78			
	8%	0,80				0,67			
	9%	0,70				0,59	1,03	1,03	
	10%	0,63	1,09	1,09		0,52	0,92	0,92	
	11%	0,56	0,99	0,99		0,47	0,83	0,83	
	12%	0,51	0,90	0,90		0,42	0,76	0,76	1,09

## Annexe 4.2 - Murs de soubassement en maçonnerie

## Annexe 4.2.1 - Murs longs

		ZONE CENTRALE								ZONE EXTRÊME							
ARMATURE SUPERIEURE																	
N=1	Diamètre [m]	Toiture lourde				Toiture légère				Toiture lourde				Toiture légère			
		2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%	0,36	0,94	1,94	3,47	0,31	0,83	1,74	3,15	8,95				8,95			
	6%	0,34	0,92	1,89	3,40	0,31	0,83	1,73	3,14	7,39				7,39			
	7%	0,34	0,90	1,86	3,35	0,31	0,83	1,73	3,13	6,31				6,31			
	8%	0,33	0,89	1,84	3,32	0,30	0,82	1,73	3,13	5,52				5,52			
	9%	0,33	0,88	1,83	3,29	0,30	0,82	1,72	3,13	4,92	12,09			4,92	12,09		
	10%	0,33	0,87	1,81	3,27	0,30	0,82	1,72	3,12	4,44	10,80			4,44	10,80		
	11%	0,32	0,87	1,80	3,25	0,30	0,82	1,72	3,12	4,06	9,78			4,06	9,78		
	12%	0,32	0,86	1,80	3,24	0,30	0,82	1,72	3,12	3,74	8,96			3,74	8,96		
ARMATURE INFÉRIEURE																	
N=1	Diamètre [m]	Toiture lourde				Toiture légère				Toiture lourde				Toiture légère			
		2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%	0,53	1,42	2,94	5,32	0,46	1,25	2,63	4,81	8,95				8,95			
	6%	0,52	1,38	2,87	5,21	0,46	1,25	2,63	4,80	7,39				7,39			
	7%	0,51	1,36	2,83	5,13	0,46	1,25	2,62	4,79	6,31				6,31			
	8%	0,50	1,34	2,80	5,08	0,46	1,24	2,62	4,78	5,52				5,52			
	9%	0,49	1,33	2,77	5,04	0,46	1,24	2,61	4,78	4,92	12,09			4,92	12,09		
	10%	0,49	1,32	2,75	5,01	0,46	1,24	2,61	4,77	4,44	10,80			4,44	10,80		
	11%	0,49	1,31	2,73	4,98	0,46	1,24	2,61	4,77	4,06	9,78			4,06	9,78		
	12%	0,48	1,30	2,72	4,96	0,45	1,24	2,61	4,77	3,74	8,96			3,74	8,96		
ARMATURE TRANSVERSALE (espacement 10cm)																	
N=1	Diamètre [m]	Toiture lourde				Toiture légère				Toiture lourde				Toiture légère			
		2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%	0,02	0,13	0,25	0,38	0,00	0,07	0,16	0,28	0,58	0,98	0,98		0,21	0,36	0,36	0,51
	6%	0,02	0,13	0,25	0,38	0,00	0,07	0,16	0,28	0,48	0,81	0,81		0,17	0,29	0,29	0,42
	7%	0,02	0,13	0,25	0,38	0,00	0,07	0,16	0,28	0,40	0,69	0,69	0,98	0,14	0,25	0,25	0,36
	8%	0,02	0,13	0,25	0,38	0,00	0,07	0,16	0,28	0,35	0,60	0,60	0,85	0,12	0,21	0,21	0,31
	9%	0,02	0,13	0,25	0,38	0,00	0,07	0,16	0,28	0,31	0,53	0,53	0,75	0,10	0,19	0,19	0,27
	10%	0,02	0,13	0,25	0,38	0,00	0,07	0,16	0,28	0,28	0,48	0,48	0,68	0,09	0,17	0,17	0,24
	11%	0,02	0,13	0,25	0,38	0,00	0,07	0,16	0,28	0,25	0,43	0,43	0,61	0,08	0,15	0,15	0,22
	12%	0,02	0,13	0,25	0,38	0,00	0,07	0,16	0,28	0,23	0,39	0,39	0,56	0,07	0,14	0,14	0,20
N=2		Toiture lourde				Toiture légère				Toiture lourde				Toiture légère			
N=2	Diamètre [m]	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5
		Pourcentage des porteurs verticaux	5%	1,18	2,91			0,83	2,10	4,21		8,95				8,95	
6%	1,01		2,53	5,00		0,75	1,92	3,86	6,86	7,39				7,39			
7%	0,91		2,28	4,55		0,70	1,80	3,64	6,49	6,31				6,31			
8%	0,84		2,12	4,24	7,49	0,66	1,71	3,48	6,23	5,52				5,52			
9%	0,78		2,00	4,01	7,11	0,64	1,65	3,37	6,03	4,92	12,09			4,92	12,09		
10%	0,74		1,90	3,84	6,82	0,61	1,60	3,28	5,88	4,44	10,80			4,44	10,80		
11%	0,71		1,83	3,70	6,59	0,60	1,56	3,21	5,76	4,06	9,78			4,06	9,78		
12%	0,69		1,77	3,60	6,41	0,58	1,53	3,15	5,67	3,74	8,96			3,74	8,96		
ARMATURE TRANSVERSALE (espacement 10cm)																	
N=2	Diamètre [m]	Toiture lourde				Toiture légère				Toiture lourde				Toiture légère			
		2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%	0,13	0,29			0,09	0,23	0,38									
	6%	0,13	0,29	0,46		0,09	0,23	0,38	0,55					0,97			
	7%	0,13	0,29	0,46		0,09	0,23	0,38	0,55	1,09				0,82			
	8%	0,13	0,29	0,46	0,65	0,09	0,23	0,38	0,55	0,95				0,72			
	9%	0,13	0,29	0,46	0,65	0,09	0,23	0,38	0,55	0,84				0,64	1,08	1,08	
	10%	0,13	0,29	0,46	0,65	0,09	0,23	0,38	0,55	0,75				0,57	0,97	0,97	
	11%	0,13	0,29	0,46	0,65	0,09	0,23	0,38	0,55	0,68				0,52	0,88	0,88	
	12%	0,13	0,29	0,46	0,65	0,09	0,23	0,38	0,55	0,62	1,06	1,06		0,47	0,80	0,80	1,13



		ZONE CENTRALE								ZONE EXTRÊME							
		ARMATURE SUPERIEURE															
N=3	Diamètre [m]	Toiture lourde				Toiture légère				Toiture lourde				Toiture légère			
		2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%	2,08				1,41	11,08			8,95				8,95			
	6%	1,56	3,73			1,12	2,71			7,39				7,39			
	7%	1,27	3,06			0,95	2,31			6,31				6,31			
	8%	1,09	2,64			0,84	2,05	3,97		5,52				5,52			
	9%	0,97	2,35	4,54		0,76	1,87	3,64		4,92	12,09			4,92	12,09		
	10%	0,88	2,14	4,15		0,70	1,73	3,38		4,44	10,80			4,44	10,80		
	11%	0,81	1,98	3,85		0,65	1,63	3,19	5,52	4,06	9,78			4,06	9,78		
	12%	0,76	1,86	3,62		0,62	1,54	3,04	5,27	3,74	8,96			3,74	8,96		
		ARMATURE INFERIEURE															
N=3	Diamètre [m]	Toiture lourde				Toiture légère				Toiture lourde				Toiture légère			
		2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%	3,15				2,14				8,95				8,95			
	6%	2,36	5,73			1,69	4,13			7,39				7,39			
	7%	1,92	4,68			1,43	3,51			6,31				6,31			
	8%	1,65	4,02			1,26	3,11	6,11		5,52				5,52			
	9%	1,46	3,58	7,01		1,14	2,83	5,58		4,92	12,09			4,92	12,09		
	10%	1,32	3,26	6,39		1,05	2,62	5,18		4,44	10,80			4,44	10,80		
	11%	1,22	3,01	5,92		0,99	2,46	4,88	8,60	4,06	9,78			4,06	9,78		
	12%	1,14	2,82	5,56		0,93	2,33	4,64	8,19	3,74	8,96			3,74	8,96		
		ARMATURE TRANSVERSALE (espacement 10cm)															
N=3	Diamètre [m]	Toiture lourde				Toiture légère				Toiture lourde				Toiture légère			
		2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%	0,24				0,20											
	6%	0,24	0,45			0,20	0,39										
	7%	0,24	0,45			0,20	0,39										
	8%	0,24	0,45			0,20	0,39	0,59									
	9%	0,24	0,45	0,67		0,20	0,39	0,59									
	10%	0,24	0,45	0,67		0,20	0,39	0,59									
	11%	0,24	0,45	0,67		0,20	0,39	0,59	0,81	1,12				1,05			
	12%	0,24	0,45	0,67		0,20	0,39	0,59	0,81	1,02				0,95			

## Annexe 4.2.2 - Murs courts

		ARMATURE SUPERIEURE							
N=1	Diamètre [m]	Toiture lourde				Toiture légère			
		2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%					12,25			
	6%					10,14			
	7%	11,43				8,71			
	8%	9,97				7,67			
	9%	8,87				6,88			
	10%	8,02				6,26			
	11%	7,34				5,76			
	12%	6,78				5,35			
		ARMATURE INFERIEURE							
N=1	Diamètre [m]	Toiture lourde				Toiture légère			
		2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%					12,25			
	6%					10,14			
	7%	11,43				8,71			
	8%	9,97				7,67			
	9%	8,87				6,88			
	10%	8,02				6,26			
	11%	7,34				5,76			
	12%	6,78				5,35			
		ARMATURE TRANSVERSALE (espacement 10cm)							
N=1	Diamètre [m]	Toiture lourde				Toiture légère			
		2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%	0,58	0,98	0,98		0,21	0,36	0,36	0,51
	6%	0,48	0,81	0,81		0,17	0,29	0,29	0,42
	7%	0,40	0,69	0,69	0,98	0,14	0,25	0,25	0,36
	8%	0,35	0,60	0,60	0,85	0,12	0,21	0,21	0,31
	9%	0,31	0,53	0,53	0,75	0,10	0,19	0,19	0,27
	10%	0,28	0,48	0,48	0,68	0,09	0,17	0,17	0,24
	11%	0,25	0,43	0,43	0,61	0,08	0,15	0,15	0,22
	12%	0,23	0,39	0,39	0,56	0,07	0,14	0,14	0,20

ARMATURE SUPERIEURE									
N=2	Toiture lourde					Toiture légère			
	Diamètre [m]	2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%								
	6%								
	7%								
	8%								
	9%								
	10%					12,29			
	11%	11,76				9,99			
	12%	10,74				9,16			
ARMATURE INFERIEURE									
N=2	Toiture lourde					Toiture légère			
	Diamètre [m]	2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%								
	6%								
	7%								
	8%								
	9%					12,29			
	10%					11,01			
	11%	11,76				9,99			
	12%	10,74				9,16			
ARMATURE TRANSVERSALE (espacement 10cm)									
N=2	Toiture lourde					Toiture légère			
	Diamètre [m]	2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%								
	6%					0,97			
	7%	1,09				0,82			
	8%	0,95				0,72			
	9%	0,84				0,64	1,08	1,08	
	10%	0,75				0,57	0,97	0,97	
	11%	0,68				0,52	0,88	0,88	
	12%	0,62	1,06	1,06		0,47	0,80	0,80	1,13

ARMATURE SUPERIEURE									
N=3	Toiture lourde					Toiture légère			
	Diamètre [m]	2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%								
	6%								
	7%								
	8%								
	9%								
	10%								
	11%								
	12%								
ARMATURE INFERIEURE									
N=3	Toiture lourde					Toiture légère			
	Diamètre [m]	2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%								
	6%								
	7%								
	8%								
	9%								
	10%								
	11%								
	12%								
ARMATURE TRANSVERSALE (espacement 10cm)									
N=3	Toiture lourde					Toiture légère			
	Diamètre [m]	2	3	4	5	2	3	4	5
Pourcentage des porteurs verticaux	5%								
	6%								
	7%								
	8%								
	9%								
	10%					1,05			
	11%	1,12				0,95			
	12%	1,02				0,87			