



(ID 454988)

Ineris - 175817 - 562337 - v2.0

22/06/2020

Mise à jour des documents PPRN Pierre à Ciment

Actualisation des zonages de l'aléa « Effondrement des carrières Pierre à Ciment » établi sur les communes de Belcodène, Saint-Savournin, Cadolive, Gréasque, Gardanne, Peynier, Trets, La Bouilladisse et Peypin

**Direction Territoriale des Territoires et de
la Mer des Bouches-du Rhône**

PRÉAMBULE

Le présent document a été établi sur la base des informations transmises à l'Ineris. La responsabilité de l'Ineris ne peut pas être engagée, directement ou indirectement, du fait d'inexactitudes, d'omissions ou d'erreurs ou tous faits équivalents relatifs aux informations fournies.

L'exactitude de ce document doit être appréciée en fonction des connaissances disponibles et objectives et, le cas échéant, de la réglementation en vigueur à la date d'établissement du présent document. Par conséquent, l'Ineris ne peut pas être tenu responsable en raison de l'évolution de ces éléments postérieurement à cette date. La prestation ne comporte aucune obligation pour l'Ineris d'actualiser le document après cette date.

L'établissement du présent document et la prestation associée sont réalisés dans le cadre d'une obligation de moyens.

Au vu de la mission qui incombe à l'Ineris au titre de l'article R131-36 du Code de l'environnement, celui-ci n'est pas décideur. Ainsi, les avis, recommandations, préconisations ou équivalent qui seraient proposés par l'Ineris dans le cadre de cette prestation ont uniquement pour objectif de conseiller le décideur. Par conséquent la responsabilité de l'Ineris ne peut pas se substituer à celle du décideur qui est donc notamment seul responsable des interprétations qu'il pourrait réaliser sur la base de ce document. Tout destinataire du document utilisera les résultats qui y sont inclus intégralement ou sinon de manière objective. L'utilisation du présent document sous forme d'extraits ou de notes de synthèse s'effectuera également sous la seule et entière responsabilité de ce destinataire. Il en est de même pour toutes autres modifications qui y serait apportées. L'Ineris dégage également toute responsabilité pour toute utilisation du document en dehors de son objet.

En cas de contradiction entre les conditions générales de vente et les stipulations du présent préambule, les stipulations du présent préambule prévalent sur les stipulations des conditions générales de vente.

Rédaction : WATELET Jean-Marc

Vérification : POULARD FREDERIC

Approbation : : DAUPLEY XAVIER – le 22/06/2020

Liste des personnes ayant participé à l'étude : Laurent CAUVIN

Table des matières

1	Contexte et objectifs	5
2	Compilation des données depuis 2002	5
3	Reprise des tracés des contours des carrières de pierre à ciment et des aléas correspondants ...	7
4	Interactions carrières pierre à ciment et anciens travaux miniers (lignite).....	10
4.1	Phénomènes, mécanismes et niveaux d'aléa	10
4.1.1	Approche PPRN	10
4.1.2	Approche PPRM	11
4.1.3	Interactions entre aléas (mécanismes et niveau d'aléa).....	11
4.2	Éléments de règlement.....	12
4.2.1	PPRN	12
4.2.2	PPRM	12
4.2.3	Interaction entre règlements	13
5	Conclusions	14
6	Annexes.....	14

Table des figures

Figure 1 : représentation schématique du zonage d'aléa au droit d'une carrière de pierre à ciment localisée sur plan (en bleu les limites de la carrière, en rouge la zone d'aléa fort et en vert la zone d'aléa faible).....	8
Figure 2: Tables fournies pour intégration au SIG.....	9
Figure 3: Photos d'un effondrement à Belcodène Vue en galerie et effets en surface (secteur difficile d'accès)	11

Résumé

Les Plans de Prévention des Risques Naturels Mouvements de terrain « carrières souterraines de pierre à ciment » ont été approuvés en octobre 2009 sur les territoires de 9 communes des Bouches-du-Rhône : Belcodène, Saint-Savournin, Cadolive, Gréasque, Gardanne, Peynier, Trets, La Bouilladisse et Peypin. Les études techniques préalables à ce PPRN avaient été menées principalement en 2002. De nouvelles informations relatives à la précision et au calage des plans de ces anciennes exploitations ont pu être apportées depuis.

Une actualisation des zonages d'aléas a donc été réalisée en 2019 pour disposer d'une cartographie des contours de ces cavités aussi précise que possible. La hiérarchisation des niveaux d'aléas, faible et fort, établie en 2002, a par ailleurs été conservée.

Cependant, les emprises de ces carrières souterraines se superposent avec des anciens travaux miniers de lignite (Bassin houiller de Gardanne) dont les aléas viennent de faire l'objet d'un porter à connaissance intégrant une analyse d'aléa basée uniquement sur les caractéristiques des ouvrages miniers (i.e. sans intégrer les configurations des carrières souterraines).

Dans ces conditions, les zonages d'aléas liés aux carrières d'une part et aux travaux miniers d'autre part, se chevauchent localement et il convient que l'affichage du risque conserve l'aléa majorant (aléa fort au droit des carrières de pierre à ciment répertoriées).

Pour l'approche réglementaire, les prescriptions du PPR Naturel datent de 2009 et définissent des servitudes d'inconstructibilité et d'aménagement notamment sur les zones d'aléa fort. Dans le projet de règlement établi par la DDTM pour la mise en œuvre d'un éventuel PPR Minier, les prescriptions générales relatives aux phénomènes redoutés nous paraissent rester toutefois cohérentes avec celles du PPR Naturel, notamment en ce qui concerne la gestion des eaux de surface au droit des cavités. Ces prescriptions intègrent en outre la possibilité de réaliser une étude conformément à l'article R.451-16 du Code de l'urbanisme, règle qui n'existait pas en 2009.

Mots-clés

Carrière souterraine, Après-Mine, Mouvements de terrain, Charbon, Calcaire

Territoire

Belcodène, Saint-Savournin, Cadolive, Gréasque, Gardanne, Peynier, Trets, La Bouilladisse et Peypin, Bouches-du-Rhône (13), Rhône-Alpes, France. Lat. 5.59 Long : 43.42

Pour citer ce document :

Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques, Mise à jour des documents PPRN Pierre à Ciment, Verneuil-en-Halatte : Ineris - 175817 - 562337 - v2.0, 22/06/2020.

1 Contexte et objectifs

En 1999, 2002 et en 2010, l'Ineris a mené pour les services de l'État plusieurs études techniques relatives aux PPRN Mouvements de terrain, liés à la présence d'ouvrages souterrains de pierre à ciment sur neuf communes des Bouches-du-Rhône : Belcodène, Saint-Savournin, La Bouilladisse, Cadolive, Gréasque, Gardanne, Peynier, Peypin et Trets (rapports Ineris-2003/10/RA110402, Ineris DRS-02-21145/R01 et Ineris-DRS-10-104884-05505A). Ces travaux ont conduit à une hiérarchisation et à une cartographie des aléas correspondants, à l'échelle de ces neuf communes.

En 2006 et en 2014, l'Ineris est également intervenu pour des sociétés privées dont les emprises de sites étaient impactées par les zonages des exploitations souterraines de pierre à ciment (rapports Ineris-DRS-06-78147/R01 ESCOTA : Aire d'autoroute de Peypin et Ineris-DRS-14-149034-12462A Eaux de Marseille : ISDI de Belcodène).

Entre 2005 et 2014, l'Ineris a participé à l'évaluation des aléas Mouvements de terrain liés aux anciennes exploitations minières du bassin houiller de Gardanne dont le périmètre intéresse une partie du territoire des neuf communes étudiées en PPRN pierre à ciment. Les plans découverts et analysés au cours de ces études d'aléas miniers proposent et détaillent une cartographie précise des anciennes carrières de pierre à ciment. Ils indiquent également que les travaux miniers se superposent souvent avec les emprises des carrières de pierre à ciment.

Les représentations des emprises des carrières de pierre à ciment ainsi intégrées sous SIG sont plus précises et parfois légèrement différentes de celles présentes sur les précédentes cartes d'aléa des PPRN (réalisées à l'époque, principalement en 2002, sous un logiciel de dessin). Ces différences s'expliquent en partie par la nature même des données sources utilisées et par l'amélioration des techniques de tracé de zones d'aléa entre le début des années 2000 et la fin des années 2014.

Dans le cadre d'un nouveau porté à connaissance des risques mouvements de terrain sur les secteurs précités, la DDTM des Bouches-du Rhône a souhaité compiler l'ensemble de ces données et a sollicité l'Ineris afin de mettre à jour les documents cartographiques établis pour les anciennes carrières de pierre à ciment dans le cadre de l'ensemble des études précédentes.

Les travaux réalisés ont été les suivants :

- récupération et compilation des zonages (informatifs et d'aléa) issus des PPRN pierre à ciment et numérisation complémentaire si nécessaire. Les différents secteurs de travaux de pierre à ciment sont notés par la suite TCPxx (où xx est un numéro d'ordre) ;
- identification des zones nécessitant une mise à jour cartographique (au regard des zonages réalisés en 2002 lors du PPRN et des informations compilées en 2014 lors des études PPRM) avec création du zonage «optimal» des emprises des carrières de pierre à ciment (suppression des zonages erronés) ;
- ajustement du zonage de l'aléa Mouvements de terrain liés aux carrières de pierre à ciment. Les principes d'évaluation et de cartographie des niveaux d'aléa ont été repris de manière homogène avec ceux définis dans les rapports des PPRN Mouvements de Terrain pierre à ciment établis en 2002.

Les analyses de l'aléa pour le PPRN Mouvements de terrain lié à la présence d'ouvrages souterrains de pierre à ciment pouvant être potentiellement impactées par la prise en compte du risque minier au sein de secteurs où les deux types d'aléa se superposent, cette note comporte un avis pour comparer ces deux approches réglementaires. Elle identifiera les prescriptions compatibles de celles potentiellement incohérentes entre elles.

NB : il n'était pas prévu de produire une synthèse descriptive complète du niveau et de la cartographie d'aléa de chacune des zones de travaux de pierre à ciment (TCPxx).

2 Compilation des données depuis 2002

D'un point de vue général, rappelons que la cartographie de 2002 a été réalisée à partir des documents retrouvés essentiellement dans les archives de la DRIRE. Il s'agissait de plans partiels d'exploitation, le plus souvent des contours et des indications de descenderies portés sur un fond IGN 1/25000^{ème} agrandi au 1/5000^{ème} et dont une bonne partie venait déjà des archives de CdF (HBCM) qui était en train de construire son DADT.

Certains des secteurs examinés n'ont pas fait l'objet de nouvelles informations depuis cette époque : TCP4, TCP11, TCP12, TCP13, TCP14¹.

Une première mise à jour ponctuelle sur la commune de La Boulladisse avait été faite en 2010 pour la DDE (Réf rapport Ineris-DRS-10-104884-05505A). Elle concerne les secteurs TCP1, TCP2 et TCP3. Aucun plan n'avait été retrouvé mais il existait plusieurs indices sur la présence potentielle de pierres à ciment au sein des gisements de lignite, d'où des emprises correspondant à la configuration 3 du rapport de base de 2002.

La mise à jour 2019/2020 de l'étude de 2002 se base en grande partie sur l'acquisition de nouvelles informations (plans et tables SIG) collectées lors des études générales réalisées à partir de 2005 pour GEODERIS sur l'aléa minier du bassin lignite de Gardanne et des compléments d'analyse pour l'affaissement cassant dans la partie est du bassin en 2013/2014. Une grande partie de la mise à jour 2019 (plans notés « MAJ 2018 » dans le tableau suivant) est ainsi issue de ces données acquises depuis 2005 : secteurs TCP5, TCP6, TCP7, TCP8, TCP9, TCP10, TCP 15, TCP17 (recalé avec étude ISDN, voir ci-après), TPC18, TCP19, TCP20, TCP23, TCP24, TCP25, TCP32. Ces plans ont été comparés avec les informations recueillies en 2002 (notamment les quelques plans d'exploitant disponibles) et quelques modifications ont été apportées sur les tracés. Parmi ces modifications, nous avons tenté de dissocier au mieux les ouvrages relevant des anciennes exploitations minières des carrières souterraines exploitées pour la pierre à ciment (par exemple la galerie d'écoulement St Joseph recoupant les travaux de Valdonne sud – plan 41 qui est rattachée au minier). Nous avons également tenu compte de la topographie en pondérant la présence d'anciens travaux au droit de zones décapées en surface (par exemple le plan 53 dans la ZAC de Valdonne qui permet de « supprimer » tout aléa dans cette zone du fait de la reprise à ciel ouvert de la zone).

D'autre part, cette mise à jour a bénéficié des études ponctuelles dont nous disposons (essentiellement faites par l'Ineris pour des aménageurs privés ou dans le cadre de travaux divers) et qui concernaient des secteurs en cours d'aménagement :

- ISDN de Belcodène en 2014, sur les secteurs TCP26, TCP27, TCP28
- ESCOTA en 2006 : TCP21, TCP22, TCP16

Les secteurs TCP 29, TCP 30 et TCP 31 sont relatifs aux petites zones identifiées en 2002 sur la base de zonages approximatifs et retravaillés en 2020 à partir des plans précis retrouvés en 2013/2014 à CdF. De fait, les emprises d'aléa fort (effondrement localisé de la configuration 2 de l'étude initiale) sont nettement rétrécies et ce zonage peut alors inclure une marge d'incertitude et une marge de reculement comme les autres secteurs avec plan de travaux.

¹ Les identifiants TCP sont détaillés dans le tableau 1 ci-après

3 Reprise des tracés des contours des carrières de pierre à ciment et des aléas correspondants

Les plans des carrières souterraines de pierre à ciment, disponibles dans les différentes archives et/ou réalisés lors d'études ponctuelles, sont compilés dans le tableau n°1 ci-après. Pour chaque document, il est précisé la dénomination du secteur, la commune, la date de mise à jour et l'origine du tracé du secteur. On précise également pour chaque plan son niveau d'incertitude.

Id_Tv	Nom_travaux	Date_MAJ	Origine_donnee	Observations
TPC_1	Travaux de la Lézardière	02/2012	rapport INERIS 10-104884-05505A	Emprise approximative
TPC_10	Travaux de la Galère Boyer	02/2012	Plan n°144	Incertitude des travaux = 15 m
TPC_11	Travaux du Bouquet	2002	rapport INERIS 02-21145	Emprise approximative
TPC_12	Travaux du Devançon	2002	rapport INERIS 02-21145	Emprise approximative
TPC_13	Travaux du Devançon	2002	rapport INERIS 02-21145	Emprise approximative
TPC_14	Travaux de Negrel-Martini	2002	rapport INERIS 02-21145	Incertitude du contour = 30 m
TPC_15	Travaux de la Galere Amalbert	02/2012	plan n°240	plan calé incertitude 15 m
TPC_16	Travaux de Baume de Marron	02/2012	Plan n°145	Incertitude du contour = 15 m
TPC_17	Travaux de Léonie	02/2012	Plan n°146	Incertitude du contour = 30 m
TPC_18	Travaux de Quatre Chapeaux	2018	plan n°200	Incertitude des travaux = 15 m
TPC_19	Travaux de Champisse Nord	2018	Plan n°40	Incertitude des travaux = 15m
TPC_2	Travaux du Pigeonnier	02/2012	rapport INERIS 10-104884-05505A	Emprise approximative
TPC_20	Travaux de Champisse Sud	02/2012	Plan n°40	Incertitude des travaux = 15 m
TPC_21	Travaux de Baume de Marron	2018	Plan n°145	Incertitude du contour = 15 m
TPC_22	Travaux de Baume de Marron	2018	Plan n°145	Incertitude du contour = 15 m
TPC_23	Travaux de la Galère Henry	02/2012	Plan n°143 et 260	Incertitude des travaux 15 m
TPC_24	Travaux de Valdonne sud	02/2012	Plan n°53	Incertitude du contour = 15m
TPC_25	Travaux de Valdonne sud	02/2012	Plan n°53	Incertitude du contour = 15m
TPC_26	Travaux du Cerisier	2018	INERIS DRS 14 149034-12462A	Incertitude des travaux = 15 m
TPC_27	Travaux du Cerisier	2018	INERIS DRS 14 149034-12462A	Incertitude des travaux = 15 m
TPC_28	Travaux du Cerisier	2018	INERIS DRS 14 149034-12462A	Incertitude des travaux = 15 m
TPC_29	Travaux du Puits Saint Jacques	12/2019	Plan complémentaire TVXSaint-Jacques_rectified	Incertitude des travaux = 15 m
TPC_29	Travaux du Puits Saint Jacques	12/2019	Plan complémentaire TVXSaint-Jacques_rectified	Incertitude des travaux = 15 m
TPC_3	Travaux de Boutot-Pinchinier	02/2012	rapport INERIS 10-104884-05505A	Emprise approximative
TPC_30	Travaux de le Verdillon (Descenderie)	2002 et 2020	rap INERIS 02-21145 + plan Le Verdillon_rectified	Incertitude des travaux = 15 m
TPC_31	Travaux de Camp Jusiou (Descenderies N°331)	2002 et 2020	rap INERIS 02-21145 + plan Camp Jusiou_rectified	Incertitude des travaux = 15 m
TPC_32	Travaux de pierre à ciment de la Galère	05/2020	Plan n°144	Incertitude des travaux = 15 m
TPC_4	Travaux de Graffine Haut	2002	rapport INERIS 02-21145	Emprise approximative
TPC_5	Travaux des Marignons	02/2012	Plan n°66	Incertitude des travaux = 15 m
TPC_6	Travaux de l'Albinote	02/2012	Plan n°46	Incertitude des travaux = 15 m
TPC_7	Travaux de Valdonne sud	2018	Plan n°41	Incertitude des travaux = 15m
TPC_8	Travaux de Champisse Sud	2018	Plan n°40	Incertitude des travaux = 15m
TPC_9	Travaux de la Galère Henry	02/2012	Plan n°143	Incertitude des travaux = 15m

Tableau 1: Liste des plans des différentes carrières souterraines de pierre à ciment utilisés dans le SIG

À partir de ces plans, un assemblage des secteurs sous-cavés par les carrières a été réalisé sur l'ensemble des communes concernées, sans tenir compte des découpages des limites administratives.

Les zonages ont été repris à partir de l'analyse d'aléa établie en 2002. Pour mémoire, les niveaux d'aléa correspondant à chacune des configurations sont les suivants :

- carrières connues de grande extension (chambres et piliers abandonnées) : Aléa effondrement Fort ;
- carrières connues de faible extension (galeries de recherche et travaux adjacents) à faible profondeur : Aléa Fort ;
- travaux souterrains probables : Aléa Faible.

Ces contours des zones d'aléa restent en outre soumis à certaines incertitudes en termes de localisation et d'effets en surface.

A] Tout d'abord, dans les secteurs où il existe des plans, il est tenu compte d'une marge d'incertitude sur les contours des travaux. Le niveau d'incertitude dépend de :

- l'incertitude intrinsèque au plan d'archive : il s'agit de l'imprécision du tracé du contour des travaux qui composent le plan. Elle est notamment liée à l'échelle du document mais la date d'établissement, la qualité du dessin et des tracés ainsi que la densité des ouvrages peuvent également entrer en jeu dans l'appréciation de l'incertitude intrinsèque ;
- l'incertitude liée à la reproduction du plan, qui est fonction du moyen de reproduction employé pour l'étude. Par exemple, photographier un plan engendrera une incertitude plus grande que de le scanner. ;
- l'incertitude liée au géoréférencement du plan, c'est à dire à l'opération de calage du plan par rapport au support cartographique. L'incertitude des points de repère communs au plan et au support a notamment une grande importance. La répartition et le nombre de points de calage conditionnent également fortement cette incertitude (des points de calages non répartis uniformément sur le plan engendrent une incertitude plus importante sur les secteurs de travaux éloignés des points de calage) ;
- enfin l'incertitude liée à la précision même du support cartographique. Ainsi l'incertitude correspondant à la BD ORTHO® de l'IGN est généralement estimée à 3 m.

Pour tenir compte des nouveaux éléments et fonds cartographiques disponibles lors de cette étude, nous avons retenu une marge d'incertitude forfaitaire de :

- 15 m pour les plans calés en 2018 ;
- 30 m pour les plans disponibles mais impossibles à recaler malgré les nouvelles informations.

Les terrains de surface situés dans ces emprises d'incertitudes sont considérés comme soumis au même niveau d'aléa que la configuration d'origine (Fort dans tous les cas).

Outre cette marge d'incertitude, il a été intégré une marge de reculement en surface qui correspond à une extension latérale des instabilités dans le recouvrement. Cette marge se caractérise par la probabilité de désordres limités ou de décompressions de terrain en surface pouvant occasionner des dégâts aux constructions. Elle a été prise forfaitairement à 10 m et le niveau d'aléa correspondant peut y être réduit compte tenu de l'intensité des désordres attendus². Pour être conforme à l'étude de base, l'aléa y est défini comme Faible (voir Figure 1).

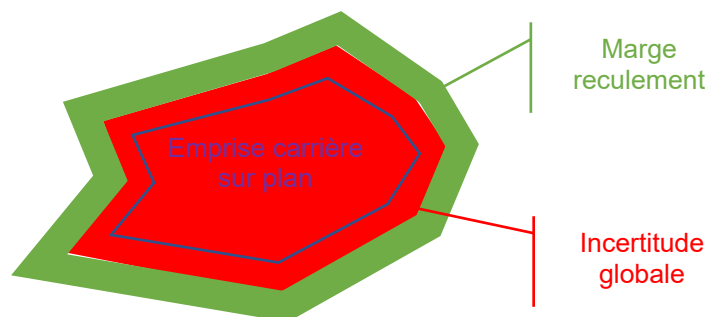


Figure 1 : représentation schématique du zonage d'aléa au droit d'une carrière de pierre à ciment localisée sur plan (en bleu les limites de la carrière, en rouge la zone d'aléa fort et en vert la zone d'aléa faible)

B] Dans les cas où aucun plan ni document cartographique n'a été retrouvé mais lorsqu'il existe des indices importants de travaux souterrains (archives, affleurement, excavations au droit d'anciennes entrées, connaissance orale...), une emprise approximative des travaux est signalée qui englobe une marge maximale de 50 m autour des indices. Dans ces secteurs, la prédisposition est faible et les types de désordres attendus correspondent plus à des mouvements de terrain de faible intensité (pas d'effondrement en masse). Le niveau d'aléa défini comme Faible y a été conservé.

² NB : en aléa minier, le niveau d'aléa défini dans ces 3 secteurs (emprise de travaux souterrains, incertitude et marge de reculement) est défini de manière uniforme.

Trois couches SIG (format .tab ci-dessous) ont été construites et renseignées ; elles correspondent aux deux types de données cartographiques identifiées :

- données d'emprises des carrières souterraines de pierre à ciment – 1 couche - ;
- zonages d'aléa mouvement de terrain – 2 couches, aléa fort et aléa faible -.

Le plan général (format A0) est fourni en annexe1 .

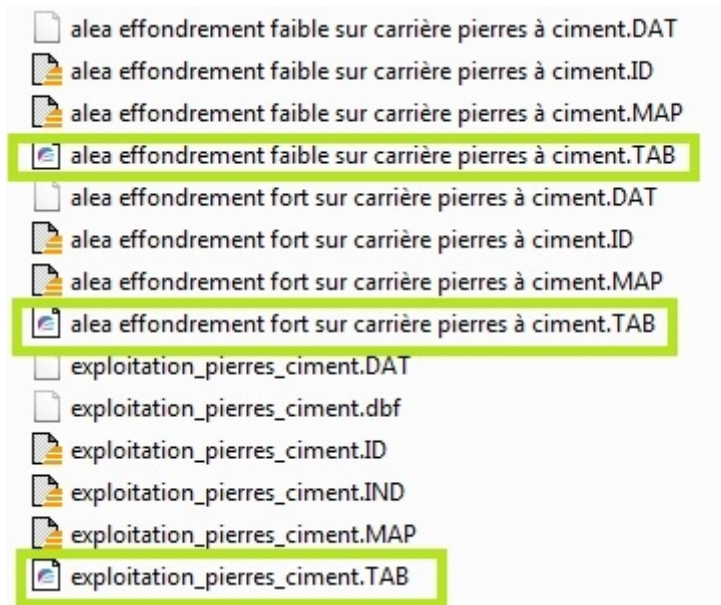


Figure 2: Tables fournies pour intégration au SIG

4 Interactions carrières pierre à ciment et anciens travaux miniers (lignite)

Une configuration spécifique existe sur une partie du territoire des communes concernées puisque l'on constate localement la superposition d'exploitations de lignite et de pierre à ciment. La couche de pierre à ciment, faisant l'objet de l'analyse d'aléa dans le cadre d'un PPR Naturel, se trouve ainsi intercalée entre la couche Grande-Mine, située une trentaine de mètres en dessous, et la couche 4 Pans, située à moins de 10 m au-dessus et qui a pu être exploitée durant la même période. Des accès entre ces différents types d'exploitation sont d'ailleurs visibles sur le terrain et ont été condamnés par Charbonnages de France dans la plupart des cas.

Ces travaux miniers ont également fait l'objet d'une hiérarchisation de l'aléa (couvrant une emprise bien plus large que celle du PPRN Pierre à ciment, sur l'ensemble du Bassin de Gardanne) pour préparer à la réalisation d'un PPR Minier.

Ni les études d'aléa PRRN ni les études d'aléas miniers n'ont pris en compte la présence réciproque de leurs exploitations souterraines. Il convient donc de se pencher sur ces zones de superposition d'un point de vue phénomènes/mécanismes, niveau d'aléa et prescription réglementaires.

4.1 Phénomènes, mécanismes et niveaux d'aléa

4.1.1 Approche PPRN

Les niveaux d'aléa établis pour les exploitations souterraines de pierre à ciment considèrent des exploitations par galeries et/ou chambres et piliers laissées ouvertes, sans remblayage, et pour beaucoup réutilisées par les champignonnistes jusque récemment. Dans ces ouvrages, le principal mécanisme de rupture dépend de la tenue des piliers pouvant entraîner un phénomène d'effondrement en masse, notamment lorsque les piliers résiduels présentent un fort élancement (extraction sur environ 3,50 m d'ouverture pour les deux couches Valentine et Portland). Pour les communes concernées, il existe quelques cas d'effondrement en masse, observés au fond et en surface (exemple sur les photos ci-dessous).



Zone effondrée (partie droite) et pilier en bordure d'effondrement



*Figure 3: Photos d'un effondrement à Belcodène
Vue en galerie et effets en surface (secteur difficile d'accès)*

4.1.2 Approche PPRM

Les niveaux d'aléa identifiés pour les concessions de lignite, notamment pour les plus vieux travaux en partie est du bassin de Gardanne (et donc à hauteur des exploitations de pierre à ciment sur les territoires des communes concernées) ont été définis en fonction de configurations propres à l'exploitation des couches de lignite généralement menée par des méthodes totales avec relativement peu de vides résiduels. Dans la couche Grande-Mine, située sous les pierres à ciment, l'examen des plans disponibles (post XIX^{ème} siècle) montre que le dépilage a été relativement anarchique avec la mise en place de « rangles » (montages de remblais en stériles), mais aussi avec des secteurs a priori très défruités. Dans les zones les plus anciennes (XVIII^{ème} siècle) proches des affleurements, la présence de chantiers en Grande-Mine est supposée. Ils semblent s'apparenter à des descenderies peu profondes desservant des dépilages avec vides résiduels limités. Dans la couche 4 pans présentant une épaisseur d'environ 1,2 m, les travaux ont laissé des vides résiduels très limités.

De fait, les analyses d'aléa (hors celles liés aux effondrements localisés sur les anciens orifices miniers débouchant au jour) définissent un aléa de niveau moyen ou faible en fonction des types de configurations identifiées (mode d'exploitation et profondeur, présence supposée de travaux, prise en compte des différentes couches de lignite...) et des phénomènes attendus. Les niveaux « d'aléa affaissement » ont été principalement définis en référence au guide d'évaluation³ des risques miniers avec des classes d'intensité basées sur le pourcentage de mise en pente.

Dans le porter à connaissance (PAC) relatif aux risques miniers sur les territoires des communes concernées, l'emprise des contours des carrières de pierre à ciment ne figure pas et l'aléa identifié dans le PPRN n'a pas été pris en compte.

4.1.3 Interactions entre aléas (mécanismes et niveau d'aléa)

La réalisation pratique d'une analyse multirisque sur les mouvements de terrain gravitaires se base en priorité sur les configurations locales des exploitations et des sites étudiés. La démarche vise à quantifier les possibilités d'interactions entre les phénomènes et leurs potentiels effets dominos. Il s'agira notamment d'identifier et de préciser l'évolution des divers mécanismes mis en jeu et leur amplification sur les mouvements de surface.

Dans le cas des zonages naturels et miniers étudiés sur ces 9 communes, les niveaux d'aléa ont été définis indépendamment mais ils caractérisent des phénomènes comparables de mouvements de terrain (effondrement en masse ou localisé, affaissement). Dans ces conditions, il convient de retenir, pour chaque point du territoire concerné, l'aléa majorant (i.e. celui dont l'évaluation a conduit au niveau d'aléa le plus important) dans la mesure où un tel aléa est présent (soit deux aléas de niveau différent).

Ainsi, dans les zones où les carrières ont été identifiées et caractérisées, l'aléa fort est actuellement établi pour le PPRN (correspondant à l'effondrement brutal de tout ou partie de la carrière souterraine).

³<https://www.ecologiquesolidaire.gouv.fr/sites/default/files/%C3%89valuation%20des%20al%C3%A9as%20miniers.pdf>

Dans ces zones, le PAC minier ne caractérise que des niveaux d'aléa faible et moyen, il est donc proposé que ces niveaux d'aléa s'effacent et que ne soit conservé que l'aléa fort PPRN (Tableau 2).

Par un raisonnement identique nous proposerons de retenir l'aléa Moyen PPRM s'il se superpose à l'aléa Faible PPRN (Tableau 2).

L'analyse est plus complexe dans les secteurs où les aléas sont identifiés comme faibles dans le PPRN et faibles dans le PPRM (ce cas n'est pas commun au regard des tracés établis). Ils correspondent pour le PPRN à une configuration de présence supposée de travaux limités à faible profondeur pouvant engendrer, à terme, des phénomènes d'affaissement (plutôt de remobilisation des sols en surface) et/ou d'effondrements localisés d'intensité limitée (engendrés par des tassements des entrées en cavage effondrées ou remblayées). Pour le PAC Risque Minier, les aléas faibles identifiés correspondent à différentes intensités d'affaissement (selon la mise en pente attendue en surface en cas de mouvements de terrain) à l'aplomb ou dans la marge de travaux avérés et répertoriés sur plan. Dans ces conditions, lorsque les deux zonages d'aléa de niveau faible se superposent, il est préférable de retenir les mécanismes et niveaux d'aléas miniers (Tableau 2).

		Aléa MVT Pierre à ciment (PPRN)	
		Fort	Faible
Aléa MVT lignite (PPRM)	Moyen	Fort (PPRN)	Moyen (PPRM)
	Faible	Fort (PPRN)	Faible (PPRM)

Tableau 2 : Matrice de croisement de niveau d'aléa

4.2 Éléments de règlement

4.2.1 PPRN

Les dispositions établies pour le PPRN effondrement pierre à ciment définissent des interdictions et des prescriptions uniquement pour l'aléa fort (zones rouges). Les projets nouveaux y sont interdits mais les mesures sur les biens et activités existants restent relativement ouvertes, sous réserve d'une étude géotechnique et de la mise en œuvre des dispositions devant assurer le traitement définitif des zones potentiellement affectées par les effondrements.

Pour les « zones bleues » exposées à un niveau d'aléa faible, les mesures de protection (aménagement, travaux) ont été définies techniquement possibles et financièrement supportables par un propriétaire individuel. Les projets, travaux de construction, installations et activités sont autorisées « *sous réserve d'une analyse géotechnique* » et de la mise en œuvre des dispositions techniques définies à cette occasion. Notons que les règlements de ces PPRN, approuvés en 2009, imposaient des dispositions qui ne seraient plus prescrites actuellement (« *autorisation de construire sous réserve de...* ») dans ces zones bleues.

4.2.2 PPRM

La DDTM a transmis un projet de règlement sur les aléas miniers.

Ce règlement impose, pour les projets sur l'existant affectés par l'aléa minier moyen ou faible, une étude accompagnée d'une attestation, conformément à l'article R.431-16 du Code de l'urbanisme. Cette approche, introduite dans la réglementation en 2014-2015, peut également être appliquée à l'aléa faible du PPR Naturel en lieu et place de « *l'autorisation de construire sous réserve de...* » .

Ce projet de règlement n'intègre toutefois pas les dispositions établies pour le PPRN effondrement pierre à ciment et notamment celle des zones PPRN rouges inconstructibles.

4.2.3 Interaction entre règlements

Si ces deux règlements devaient être compilés, il existe des incompatibilités en termes de responsabilités et de financements (éligibilité possible au Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs notamment).

Sur le plan technique, nous avons noté que les mesures réglementaires déjà prescrites en 2009 (PPRN) et celles proposées en 2019 pour le PPRM sont assez proches et cohérentes notamment pour la gestion des eaux et la gestion des travaux sur l'existant. Toutefois, dans les zones soumises aux deux réglementations (naturel et minier), il conviendrait de :

- en PPRN zone rouge aléa Fort, conserver l'inconstructibilité pour tout nouveau projet et mettre en application l'article 431-16 du Code de l'urbanisme pour les travaux sur l'existant, et ce indépendamment des prescriptions proposées pour le PPRM ;
- en PPRN zone bleue aléa faible, utiliser les recommandations et/ou prescriptions établies pour le PPRM, ces dernières « l'emportant » sur l'approche PPRN.

En ce qui concerne la gestion des eaux de surface et des infiltrations au droit des zones d'aléa, le paragraphe proposé dans le règlement PPRM pour « la limitation de la vulnérabilité aux aléas » nous semble pertinent, notamment lorsque les ouvrages souterrains sont proches de la surface (zones d'affleurements). Une prescription globalement identique a été faite dans le règlement du PPRN en 2009 pour maîtriser les eaux qui constituent un facteur aggravant notoire, y compris dans des terrains massifs du Fuvélien qui constituent le recouvrement des carrières et des couches de Lignite.

5 Conclusions

Dans le cadre de la réactualisation des zonages d'aléa relatifs à la présence d'anciennes exploitations souterraines de pierre à ciment sur les territoires de 9 communes des Bouches-du-Rhône, une série de plans a pu être récupérée et recalée par rapport au rendu établi en 2002. Il s'agit de plans et de SIG établis dans le cadre des études d'évaluation des aléas miniers du bassin de lignite de Gardanne (2005-2014), d'études spécifiques pour aménageurs privés et d'une étude pour la DDE.

L'analyse de l'aléa faite en 2002 n'a pas été remise en cause mais les emprises des marges d'incertitude et de reculement ont été en partie réduites pour tenir compte notamment de la précision du géoréférencement de ces derniers plans. Ces données ont été transmises par voie informatique sous forme de 3 couches intégrables dans un SIG.

Ces nouvelles emprises caractérisent les zones réglementées d'un Plan de Prévention des Risques Naturels (effondrement carrières abandonnées) approuvé en 2009 mais ces ouvrages se superposent avec d'anciennes exploitations de lignite qui ont fait récemment l'objet d'une analyse de l'aléa dans le cadre d'un porter à connaissance. Les niveaux d'aléa ont été définis indépendamment bien qu'ils caractérisent des phénomènes approchant de mouvements de terrain. Dans ces conditions, nous proposons de retenir, pour chaque point du territoire concerné, l'aléa majorant.

Sur le plan technique, nous avons noté que les mesures réglementaires déjà prescrites en 2009 (PPRN) et celles proposées en 2019 pour le PPRM sont assez proches et cohérentes entre elles selon le niveau d'aléa redouté, notamment sur la gestion de la réduction de la vulnérabilité (gestion des eaux, extensions sur l'existant...).

Dans les zones soumises aux deux réglementations (naturel et minier), il convient toutefois de :

- en zone rouge PPRN conserver l'inconstructibilité pour tout nouveau projet et de mettre en application l'article 431-16 du Code de l'urbanisme pour les travaux sur l'existant, et ce indépendamment des prescriptions proposées pour le PPRM ;
- en zone bleue PPRN, utiliser les recommandations et/ou prescriptions établies pour le PPRM, ces dernières « l'emportant » sur l'approche PPRN.

Rappelons enfin que la mise en application de ces mesures peut renvoyer à des responsabilités différentes et à l'absence d'éligibilité à certains financements (FPRNM) dans certains cas. Ce dernier point pourrait compliquer la finalisation d'un projet de règlement commun compte tenu des approches réglementaires existantes différentes (Code minier et Code de l'environnement).

6 Annexes

Repère	Désignation	Nombre de pages
Annexe 1	Actualisation des zonages des aléas « effondrement des carrières de pierre à ciment » Carte de synthèse	A0 hors texte

