



**PRÉFET
DES BOUCHES-
DU-RHÔNE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Direction Départementale des
Territoires et de la Mer
Service Urbanisme et Risques
Pôle Risques

ANNEXE
PORTER A CONNAISSANCE
ALÉAS LIES AUX ANCIENNES CARRIÈRES
SOUTERRAINES DE PIERRE A CIMENT
(DONNÉES INERIS)

PRINCIPES DE PRÉVENTION



**COMMUNES DE BELCODÈNE, LA BOUILLADISSE, CADOLIVE,
GARDANNE, GRÉASQUE, PEYNIER, PEYPIN,
SAINT-SAVOURNIN ET TRETS**

Juillet 2021

Sommaire

I – Les exploitations de pierre à ciment.....	3
I-A. Historique.....	3
I-B. Risques après carrières.....	3
II – Description des phénomènes retenus.....	4
II- A L’effondrement généralisé.....	4
II.B L’effondrement localisé.....	5
II.C L’affaissement.....	5
III - Étude des aléas carrières souterraines résiduels (INERIS 2020).....	6
IV – Prise en compte réglementaire de l’aléa résultant pour les projets neufs.....	7
V – Gestion et extension de l’existant en zones inconstructibles ou constructibles à titre exceptionnel.....	10
V-A Gestion de l’existant.....	10
V-B Extension de l’existant.....	10
VI – Projet de Grande Ampleur.....	11
VII – Niveaux d’endommagement.....	12

I – LES EXPLOITATIONS DE PIERRE À CIMENT

I-A. HISTORIQUE

Dès 1639, le "Sieur Etienne Vincent", qui exploitait le charbon dans ses labourages, créa des fours à chaux dans lesquels, selon une méthode artisanale, il cuisait la pierre pour en fabriquer la chaux. C'est aux XVII^e et XVIII^e siècles que s'est véritablement développée la construction de fours à chaux. En effet, la découverte puis l'exploitation du charbon ont permis la création et le développement de l'industrie de la chaux hydraulique et du ciment.

L'exploitation de la pierre à ciment n'a revêtu sa forme industrielle qu'au début du XX^e siècle. En 1911, 3 usines employaient plus de 300 ouvriers et, en 1914, la société Lafarge et du Teil construisit une usine importante à Peypin où se situaient les exploitations les plus conséquentes, mais bien d'autres se développèrent dans toute la Provence.

I-B. RISQUES APRÈS CARRIÈRES

Ces carrières souterraines ont laissé des vides résiduels plus ou moins importants qui peuvent être à l'origine de mouvements de terrain du type affaissement, effondrement localisé ou généralisé et constituer un risque en surface pour les enjeux.

*Zone effondrée (partie droite) et pilier en bordure d'effondrement
(Source : Ineris)*



*Zones exploitées en chambres et piliers -
Commune de Peypin
(Source: Ineris)*

Porter à connaissance des aléas résiduels liés aux carrières souterraines de pierre à ciment

II – DESCRIPTION DES PHÉNOMÈNES RETENUS

II- A L'EFFONDREMENT GÉNÉRALISÉ

L'effondrement généralisé est un abaissement brutal de la surface sans signes précurseurs qui peut affecter la stabilité des terrains sur des étendues pouvant atteindre plusieurs hectares et qui présente une rupture franche des terrains. Ce phénomène est dû à la rupture souvent dynamique et quasi instantanée de tout ou partie d'une exploitation souterraine.

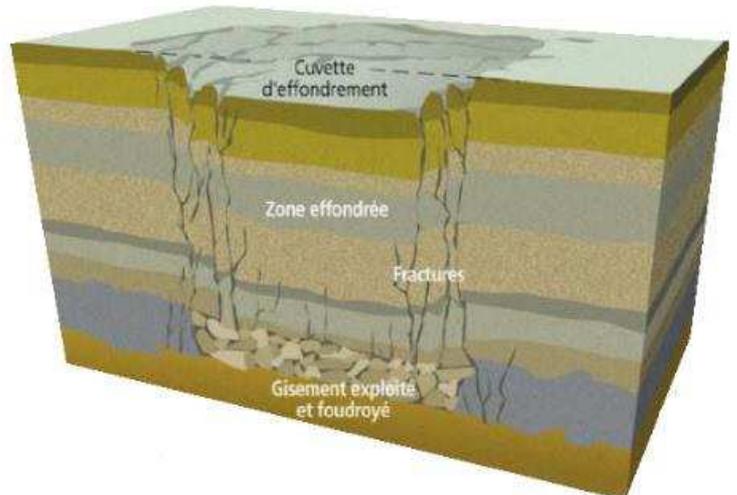


Illustration du phénomène d'effondrement généralisé



Effet du phénomène d'effondrement généralisé en surface

Zoom ci-contre sur la bordure de l'effondrement (rupture en forme de marche d'escalier)



Porter à connaissance des aléas résiduels liés aux carrières souterraines de pierre à ciment

II.B L'EFFONDREMENT LOCALISÉ

L'effondrement localisé se manifeste en surface par un **cratère de quelques mètres de diamètre** et qui, dans certaines configurations particulières, peut atteindre voire dépasser une dizaine de mètres. Il correspond au phénomène de fontis (lié à la rupture de toit ou à la rupture d'un pilier isolé d'une exploitation souterraine) et/ou d'effondrement de tête de puits ou de galerie.

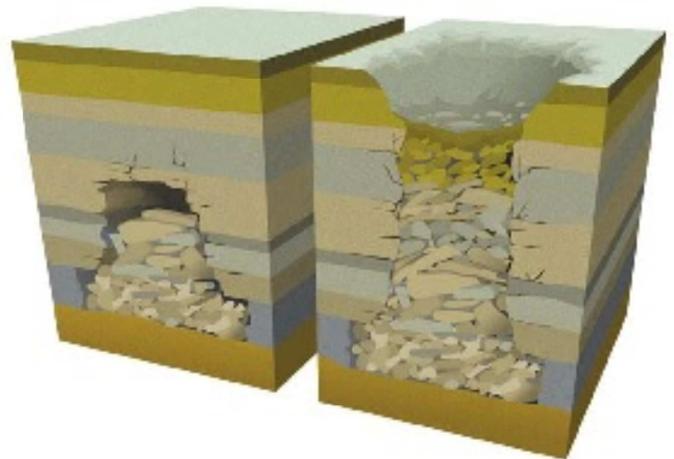


Illustration du phénomène d'effondrement localisé

Effet du phénomène d'effondrement localisé en surface

II.C L'AFFAISSEMENT

L'affaissement progressif constitue un réajustement des terrains de surface induit par l'éboulement d'édifice souterrain. Le phénomène est généralement lent, progressif et souple. Il se manifeste par l'apparition d'une dépression topographique, sans rupture cassante importante, et présente une allure de cuvette.



Domage sur une habitation en raison de la survenance d'un affaissement – (source : © GEODERIS)

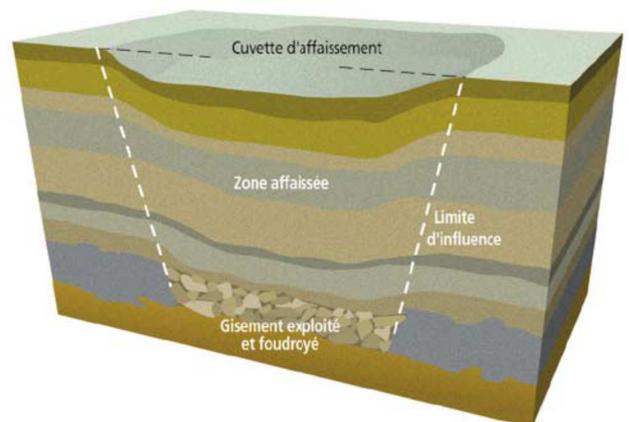


Illustration du phénomène d'affaissement

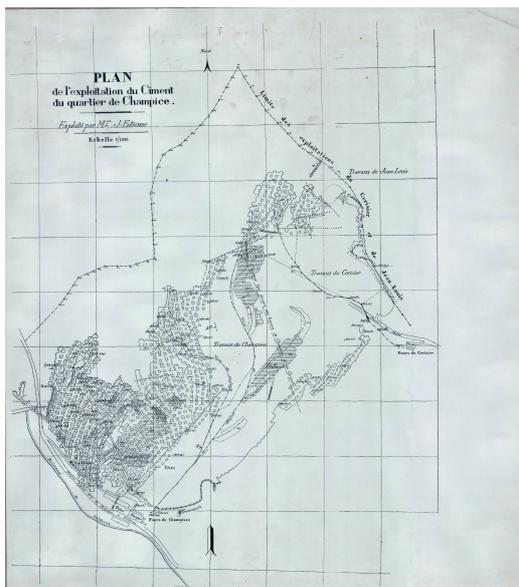
III - ÉTUDE DES ALÉAS CARRIÈRES SOUTERRAINES RÉSIDUELS (INERIS 2020)

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

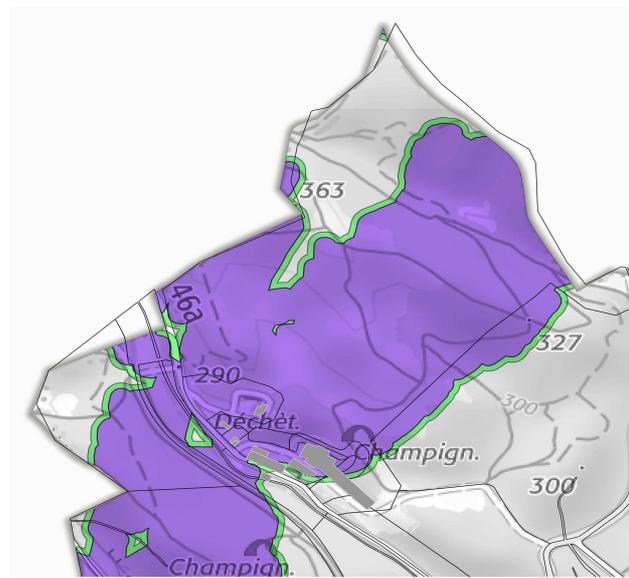
Les aléas résiduels relatifs aux anciennes carrières souterraines de pierre à ciment ont été évalués en 2020 par l'expert public INERIS sur les neuf communes concernées (actualisation des précédentes études).

Dans le cadre de cette étude, l'INERIS a retenu trois types de phénomènes : l'affaissement, l'effondrement localisé et l'effondrement généralisé.

Un aléa global intitulé aléa « mouvements de terrain liés aux anciennes carrières souterraines de pierre à ciment » résultant de la prise en compte de ces trois types de phénomènes retenus a été défini par l'INERIS.



Plan des zones exploitées de Champisse – Commune de Peypin
(Source : Ineris)



Aléa "mouvements de terrain" évalué par l'INERIS sur le secteur de Champisse à Peypin

IV – PRISE EN COMPTE RÉGLEMENTAIRE DE L'ALÉA RÉSULTANT POUR LES PROJETS NEUFS

D'une manière générale, il convient de privilégier le développement urbain en dehors des zones d'aléas.

Pour rappel, l'aléa global intitulé aléa « mouvements de terrain lié aux anciennes carrières souterraines de pierre à ciment », évalué par l'INERIS, résulte de la prise en compte des trois types de phénomènes retenus (affaissement, effondrement localisé et effondrement généralisé).

Ci-dessous, un tableau récapitulatif des principes de prévention en fonction du niveau de l'aléa résultant et de l'occupation des sols (distinction entre espaces urbanisés et non urbanisés) :

Aléa « mouvements de terrain liés aux carrières souterraines de pierre à ciment »	Espace Urbanisé	Espace non urbanisé
<i>Fort</i>	Inconstructible	Inconstructible
<i>Faible</i>	Constructible sous condition	Constructible à titre exceptionnel

Zones d'aléa fort

- Espaces urbanisé et non urbanisé

L'aléa « mouvements de terrain » de niveau **fort** justifie un principe d'inconstructibilité.

Zones d'aléa faible

- Espace urbanisé (constructible sous condition)

Pour l'aléa « mouvements de terrain » de niveau **faible**, il conviendra, pour les projets autorisés, de respecter les conditions de réalisation édictées ci-après :

Une étude géotechnique et structure appropriée doit être réalisée par un bureau d'études compétent dès le stade de la conception du projet.

Les objectifs de cette étude seront :

- d'apporter la preuve que le terrain peut supporter les travaux, installations, ouvrages ou constructions envisagés, sans encourir un risque d'affaissement/effondrement lié à l'existence de vides souterrains. Cette analyse consistera en une reconnaissance des terrains et/ou à un relevé cartographique suivi, éventuellement, d'une inspection des cavités recensées aux alentours de la structure concernée. Cette analyse devra, aussi, prendre en compte les risques induits par le projet sur les tiers,
- de définir les dispositions techniques garantissant la stabilité du projet vis-à-vis des risques d'instabilité du sol et du sous-sol. Ces dispositions devront soit assurer le traitement définitif des zones susceptibles d'être affectées par des affaissements et des effondrements liés à la présence de vides souterrains éventuels (comblement, injection, etc.) soit **atteindre les objectifs de performance énoncés ci-dessous** par la définition, la conception et la réalisation de règles particulières de construction (modalités de construction du bâti à mettre en œuvre lors de la phase de construction) portant à la fois sur le gabarit des constructions et sur l'utilisation de techniques particulières de renforcement concernant notamment :
 - les conditions d'implantation et de voisinage,
 - le choix de la forme et des dimensions,
 - les choix des matériaux,
 - le renforcement de la superstructure (murs porteurs et chaînage),
 - le renforcement et profondeur d'ancrage des fondations,
 - la conception adaptée des éléments secondaires et non structuraux,
 - la conception adaptée des réseaux.

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 VII de la présente annexe.

L'étude de conception G2¹ au sens de la norme NF-P 94-500 sera considérée comme un minimum. Elle sera, si nécessaire, accompagnée des missions géotechniques suivantes (G3, G4, G5).

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

¹ Ou de niveau équivalent en cas de modification des normes en vigueur

- **Espace non urbanisé** (constructible à titre exceptionnel)

Dans les zones **constructibles à titre exceptionnel** (qualifiées dans le tableau récapitulatif ci-dessus), les installations ou bâtiments nécessaires et liés aux activités agricole, piscicole ou forestière sont **autorisées** à condition de respecter les prescriptions relatives à l'aléa « mouvements de terrain » résultant de niveau **faible** (étude, traitement définitif des vides souterrains, modalités de construction du bâti...).

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

Les extensions de moins de 20 m² de surface de plancher ou d'emprise au sol ne sont pas soumises à des prescriptions particulières vis-à-vis du risque « mouvements de terrain lié aux anciennes carrières de pierre à ciment » (*l'affranchissement à ces prescriptions particulières (hormis la mise en place d'un joint de dilatation pour les extensions de bâtiments existants) n'est autorisé qu'une seule fois par unité foncière*).

V – GESTION ET EXTENSION DE L’EXISTANT EN ZONES INCONSTRUCTIBLES OU CONSTRUCTIBLES À TITRE EXCEPTIONNEL

V-A GESTION DE L’EXISTANT

Ce paragraphe concerne la gestion de l’existant et les projets de modification de l’existant. Les règles concernant les projets d’extension sur l’existant sont abordées dans le paragraphe subséquent (**V-B**).

Des dispositions relatives à la gestion courante de l’existant sont à prévoir. Dans toutes les zones y compris les zones **inconstructibles ou constructibles à titre exceptionnel** (qualifiées au paragraphe IV), 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, tels que :

- les travaux de maintenance (changement de fenêtres, réparation de toiture)
- les travaux de réhabilitation légère 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 à condition qu’elles ne conduisent pas à fragiliser le bâtiment ou à aggraver les dégâts en cas d’effondrement localisé
- la construction d’annexes non habitables (par exemple, les garages, les abris de jardin) disjointes du bâtiment principal
- l’aménagement des combles, sauf s’il conduit à la création de logements supplémentaires
- Les changements de destination à condition de ne pas augmenter la vulnérabilité et à condition que les travaux n’engendrent pas de conséquences en termes de stabilité et de tenue du bâti existant

En tout état de cause, ces travaux ne doivent pas conduire à une augmentation de plus de 20 m² de surface de plancher ou d’emprise au sol (nouvelles références entrées en vigueur à compter du 1^{er} mars 2012 avec la réforme des surfaces de référence en urbanisme) dans les zones **inconstructibles ou constructibles à titre exceptionnel**.

V-B EXTENSION DE L’EXISTANT

Dans les zones **inconstructibles ou constructibles à titre exceptionnel** sont **autorisées** (une seule fois par unité foncière) les extensions de moins de 20 m² de surface de plancher ou d’emprise au sol à condition de ne pas créer de logements supplémentaires.

VI – PROJET DE GRANDE AMPLEUR

Tout projet de grande ampleur, tels que les ouvrages d'art, les aménagements d'infrastructure nécessitant la création d'ouvrages de génie civil, les installations de production d'énergie renouvelable doivent faire l'objet d'**une étude géologique et géotechnique** spécifique, proportionnée aux enjeux. Celle-ci doit évaluer l'ampleur prévisible des mouvements de terrain et définir les dispositions constructives garantissant une tenue pérenne de l'ouvrage vis-à-vis d'un éventuel aléa « mouvements de terrain liés aux anciennes carrières souterraines de pierre à ciment ». Le maître d'ouvrage s'assurera, en particulier, de ne pas endommager les ouvrages liés aux carrières, de ne pas aggraver les aléas, les risques et ses effets, de ne pas en provoquer de nouveaux.

VII – NIVEAUX D'ENDOMMAGEMENT

L'échelle d'endommagement du National Coal Board (1975) a été adoptée de manière à hiérarchiser les désordres attendus sur 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, avec risque d'effondrement partiel ou total pour le dernier niveau.