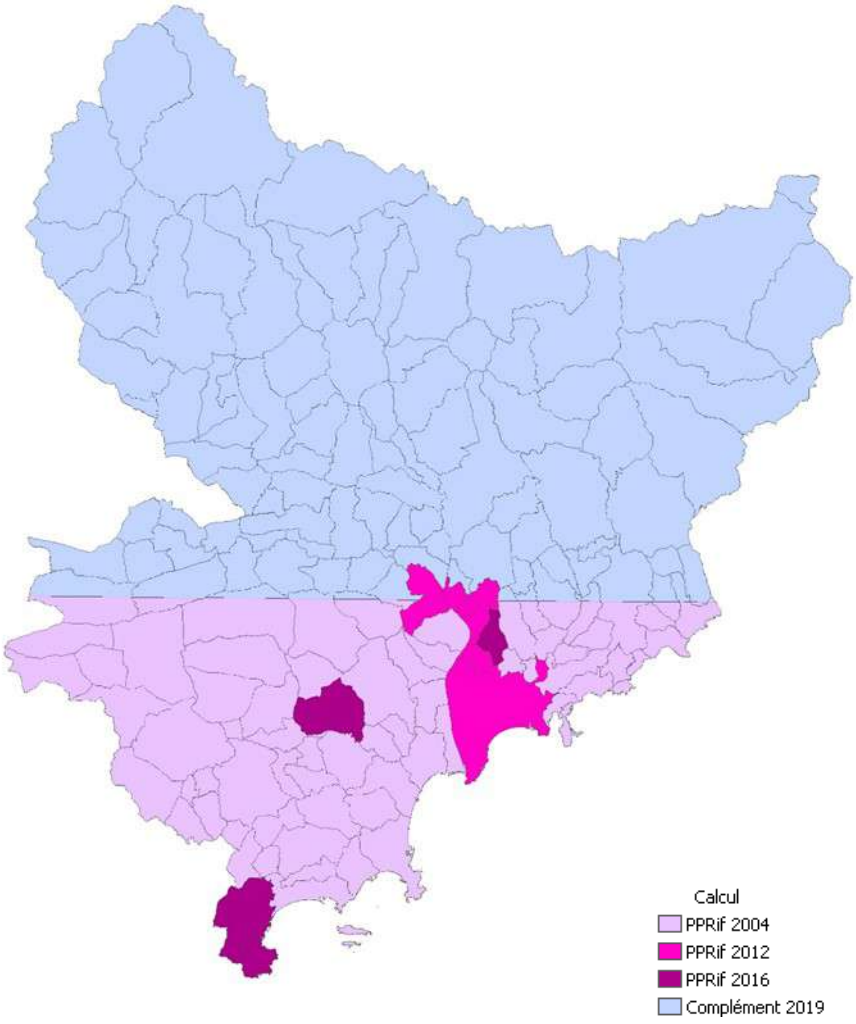
5.2 Carte départementale de l'aléa feux de forêt

Calcul de l'aléa

Le calcul de l'aléa proposé ici a été réalisé de manière composite, en utilisant différentes sources d'informations disponibles et en les complétant.

Ainsi, pas moins de trois générations de cartographies de l'aléa d'incendie de forêt préexistent sur le territoire départemental. Elles ont été élaborées préalablement à la réalisation de PPRIF et couvrent le tiers sud du département. Elles ont été combinées à un calcul indiciaire complémentaire couvrant les deux autres tiers des Alpes-Maritimes. L'ensemble a été unifié dans un même gradient de légende, dans une approche plus relative que dimensionnée.



Différentes générations de cartes d'aléa

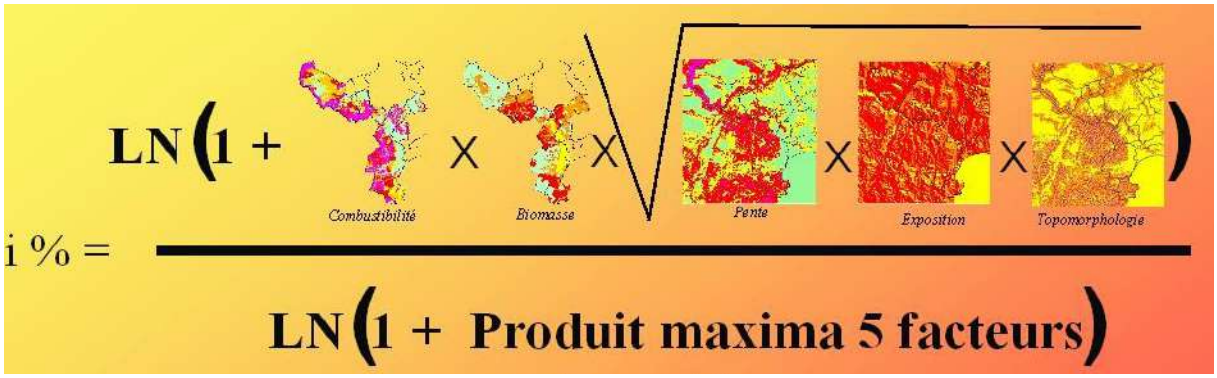
Calcul de 2004

En 2004, une première couche d'aléa a été calculée sur 70 communes ou parties de communes environ. La méthode utilisée représente un intermédiaire entre l'approche indiciaire, combinant différents facteurs, et le calcul d'une puissance de front de feu.

Pour la végétation, une image satellite a servi de base pour obtenir la couverture de la combustibilité. C'est un cliché de Landsat Thematic Mapper datant de 2002 (pixel de 30 mètres ré-échantillonné à 15 mètres) qui a été utilisé. L'image a fait l'objet d'un traitement en classification supervisée, les essences disponibles dans la couche IFN de 1996 ont permis d'enrichir le calcul. Les types obtenus ont tenu compte de la biomasse présente par introduction d'un indice de végétation normalisé.

Ensuite, le modèle numérique de terrain de l'IGN (maille de 50m) a permis de sortir différents indices complémentaires tels que la pente, l'ensoleillement, la topo-morphologie ou l'exposition au vent dominant.

Les facteurs obtenus ont été croisés pour obtenir la couche finale d'aléa en les combinant de la manière suivante :



L'indice brut obtenu a été lissé en fonction du vent dominant.

Une extrapolation a permis enfin d'approcher la puissance du feu par affinage. La puissance finale a tenu compte de la puissance brute du feu, de la puissance lissée en fonction du vent simulé sur 200 mètres selon un angle de 60 degré et fonction de la direction du vent. Celle-ci a été simulée par une modélisation numérique (optiflow). Le résultat final a été affiché en 6 classes de puissance en utilisant l'unité du kW/m :

- 0
- 1-350
- 350-1700
- 1700-3500
- 3500-7000
- 7000 et plus

Calcul de 2012

En 2012, 6 communes ont fait l'objet d'un nouveau traitement dans lequel l'intensité du feu a été appréhendée par une grandeur physique, la puissance de front de flamme (Pff), basée sur la formule de Byram :

$$P = M \times C \times V_p$$

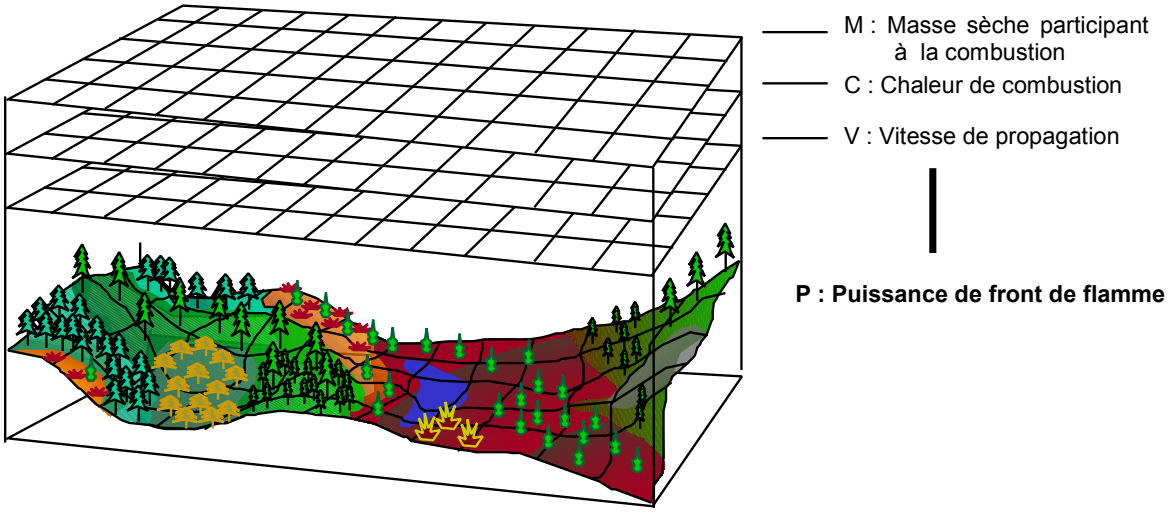
Où : P : puissance de front de flamme en kW.m-1

M : masse sèche du combustible brûlé en kg.m-²

C : chaleur spécifique de combustion en kJ.kg-1

V_p : vitesse de propagation du feu en m.s-1

Pour l'application de cette formule, en tout point du territoire étudié, les valeurs des 3 facteurs M, C et V ont été déterminés. Une fois ces 3 valeurs définies, l'utilisation du SIG a permis d'obtenir pour chacun de ces pixels la valeur de l'intensité du front de flamme.



En pratique les facteurs M et C, tous deux étroitement liés à la nature des formations végétales observées, ont été calculés simultanément. Le facteur M.C ainsi défini correspond de fait à la quantité de chaleur dégagée sur 1 m² lors de l'incendie de la formation végétale considérée.

Cartographie du facteur MC

Pour cette étape il a été procédé dans un premier temps à la cartographie de la végétation existante. Cette cartographie s'est appuyée sur l'analyse d'une couverture de photos satellites RapiEye de 2011 au pas de 5 mètres. Ces clichés ont été interprétés par la méthode de la classification supervisée, comme en 2004 : après avoir défini sur le terrain des placettes de références pour les différents types de formations végétales représentatives à l'échelle du département, chaque pixel

est classé dans un type de formation végétale, par une succession de comparaisons des données de ce pixel avec celles caractérisant les pixels occupés par les différentes placettes de références (réponse dans les différents canaux de l'image avec un calcul de maximum de vraisemblance).

Les classifications supervisées ont été complétées par un calcul d'indice de végétation normalisé qui donne une approche de la biomasse présente en chaque point (intensité de l'activité photosynthétique). Plusieurs autres traitements complémentaires ont été menés (IFN, zones agricoles, etc.).

Les formations végétales ainsi cartographiées ont été regroupées en classes homogènes du point de vue de leur comportement au feu (pelouses, landes basses, moyennes ou hautes, pinèdes lâches, pinèdes denses, taillis de chêne pubescent, …). Chaque type de combustible ainsi défini a été caractérisé par une valeur propre du facteur MC, qui a donc été utilisée pour l'application de la formule de Byram.

L'exposition de la végétation au rayonnement du soleil influe directement sur son niveau de dessèchement en période estivale. Cette influence a été prise en compte par l'application d'un facteur correctif aux valeurs du facteur MC précédemment cartographiées, en fonction de l'exposition de chaque pixel de la carte (exposition calculée à partir du modèle numérique de terrain de la BDTopo de l'IGN au pas de 25 mètres).

Cartographie du facteur Vp

Le facteur Vr, vent résultant, est une combinaison l'effet du vent local et l'effet de la pente.

Le vent local a été modélisé numériquement sur la zone d'étude au pas du MNT (25 m) à l'aide du logiciel FLOWSTAR en se basant sur un vent de référence qui est un vent moyen synoptique.

L'effet de pente sur l'incendie a été matérialisé par un vecteur dont la direction est la ligne de plus grande pente et dont la vitesse a été calculée selon la formule :

$$Vpe \text{ (en m/s)} = 15 * P^2$$

(où P = pente en % plafonnée à 15m/s)

Le vent résultant Vr a été le résultat de la somme vectorielle des vecteurs vent Vv et pente Vpe (effets de la pente : accélération par pente montante / ralentissement par pente descendante).

Le facteur Vp a été lui calculé par la formule établie en 2011 par l'INRA à partir de plusieurs simulations avec le logiciel FIRETEC

$$VP = 0{,}03 + 0{,}075\ (Vr \times K)0{,}75\ (1 - e\text{-}0{,}3(Vr \times K)$$

Le coefficient K rend compte de l'influence des éléments locaux de rugosité au vent (ici, la végétation) sur l'écoulement de ce dernier et donc sur sa vitesse. Liée aux caractéristiques de la végétation, sa valeur a été prise de manière variable en fonction du type de combustible considéré. Celle-ci a été déterminée pour chaque type de combustible précédemment cartographié (faible pour les formations de type pelouses ou landes basses, élevée dans les peuplements arborées).

Carte de la puissance de front de feu : application de la formule de Byram

Sur la base des facteurs MC et Vp précédemment cartographiés, la formule de Byram a donc été appliquée pour chaque pixel de la zone d'étude. A noter que ce calcul brut a fait l'objet d'un lissage afin de tenir compte de la dynamique réelle d'un feu, l'intensité du phénomène en un point étant évidemment liée aux conditions observées en ce point, mais aussi à la cinétique de la réaction observée en amont, dans le sens de déplacement du feu (effets combinés des phénomènes de radiation et de convection).

Les résultats ainsi obtenus ont été répartis sur la base des classes élaborées par le CEMAGREF, à partir de critères liés aux dégâts aux habitations.

Niveau	Paramètres physiques	Effets sur les enjeux
Très faible	Pff < 350 kW/m	Pas de dégâts aux bâtiments. Sous-bois partiellement brûlés.
Faible	350 < Pff < 1700 kW/m	Dégâts faibles aux bâtiments si respect des prescriptions. Tous les buissons brûlés, ainsi que les branches basses.
Moyen	1700 < Pff < 3500 kW/m	Dégâts faibles aux bâtiments si respect des prescriptions, mais volets en bois brûlés. Troncs et cimes endommagés.
Élevé	3500 < Pff < 7000 kW/m	Dégâts aux bâtiments, même avec respect des prescriptions. Cimes toutes brûlées.
Très élevé	Pff > 7000 kW/m	Dégâts aux bâtiments, même avec respect des prescriptions. Arbres tous calcinés.

Échelle de valeurs de la puissance de front de flamme utilisée dans le cadre des PPRIF

Calcul de 2016

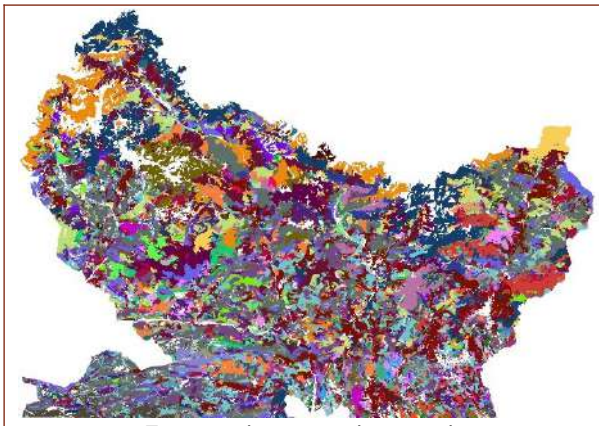
Le calcul de 2016 a suivi exactement les mêmes principes que celui de 2012. Les deux principales différences concernent le satellite ayant fourni les images de base du calcul et la modélisation du vent. Pour les images, il s'est agi en 2016 de clichés du satellite Sentinel 2, à la résolution de 20 mètres ré-échantillonnée à 10. Pour l'aérologie, en plus de FLOWSTAR, le calcul a également requis l'emploi du module Wind Ninja. Pour le reste, la méthode et l'indexation des résultats sur l'échelle de puissance de front de flamme ont exactement été les mêmes.

Complément de 2019

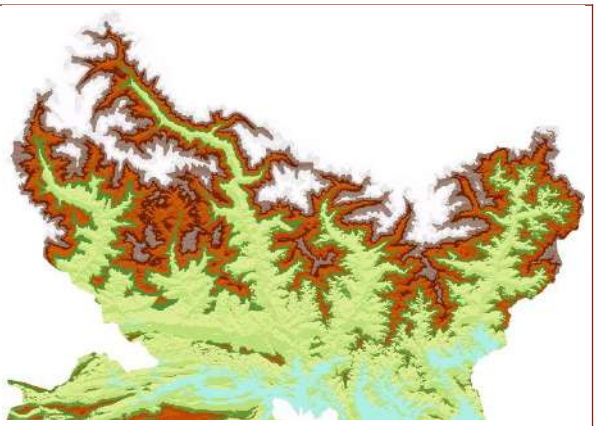
Les calculs précédents ont été retenus dans l'ordre inverse de leur ancienneté. Les données de 2016 et de 2012 ont primé sur celle de 2004. Cet ensemble a été complété pour les zones vides en utilisant un calcul indiciaire simple.

Celui-ci a mis en œuvre d'abord les types de peuplements issus de la BD Forêt de l'IGN de 2004. Ils ont été enrichis par leur position en terme d'altitude, d'exposition et de zone météorologique (compartiment bioclimatique). Enfin, la pente a été prise en compte en 3 classes. L'ensemble des plus de 1500 combinaisons obtenu a été hiérarchisé en près de 200 notes d'aléa différentes, sans unité de mesure.

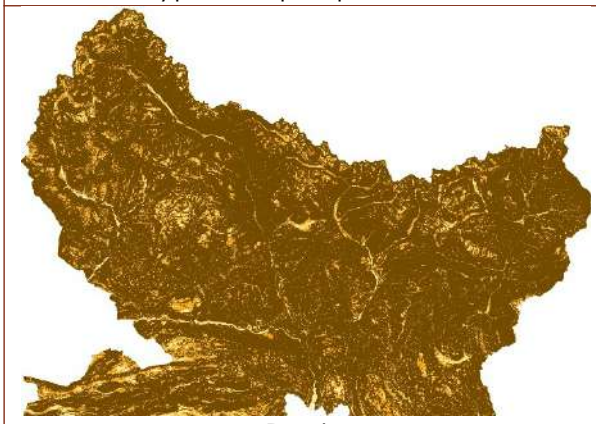
Il n'a pas été possible de procéder à une modélisation du vent car celle-ci aurait nécessité un travail préalable sur les conditions de références, complexe compte tenu du relief tourmenté de l'arrière-pays des Alpes-Maritimes. Pour autant, ces secteurs ne sont pas exempts de problèmes aérologiques, notamment du fait des brises de vallées et phénomènes thermiques, non pris en compte ici.



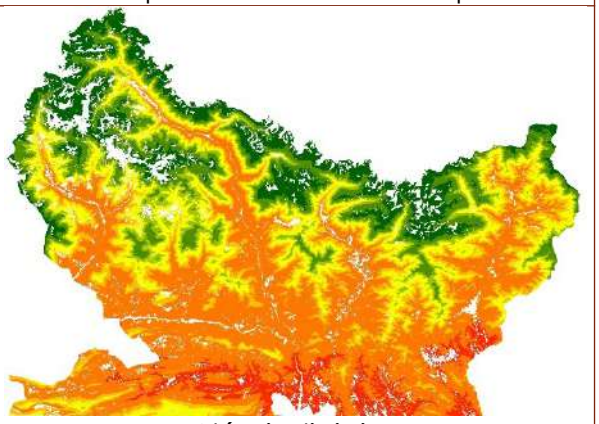
Types de peuplements



Compartiments bioclimatiques



Pente



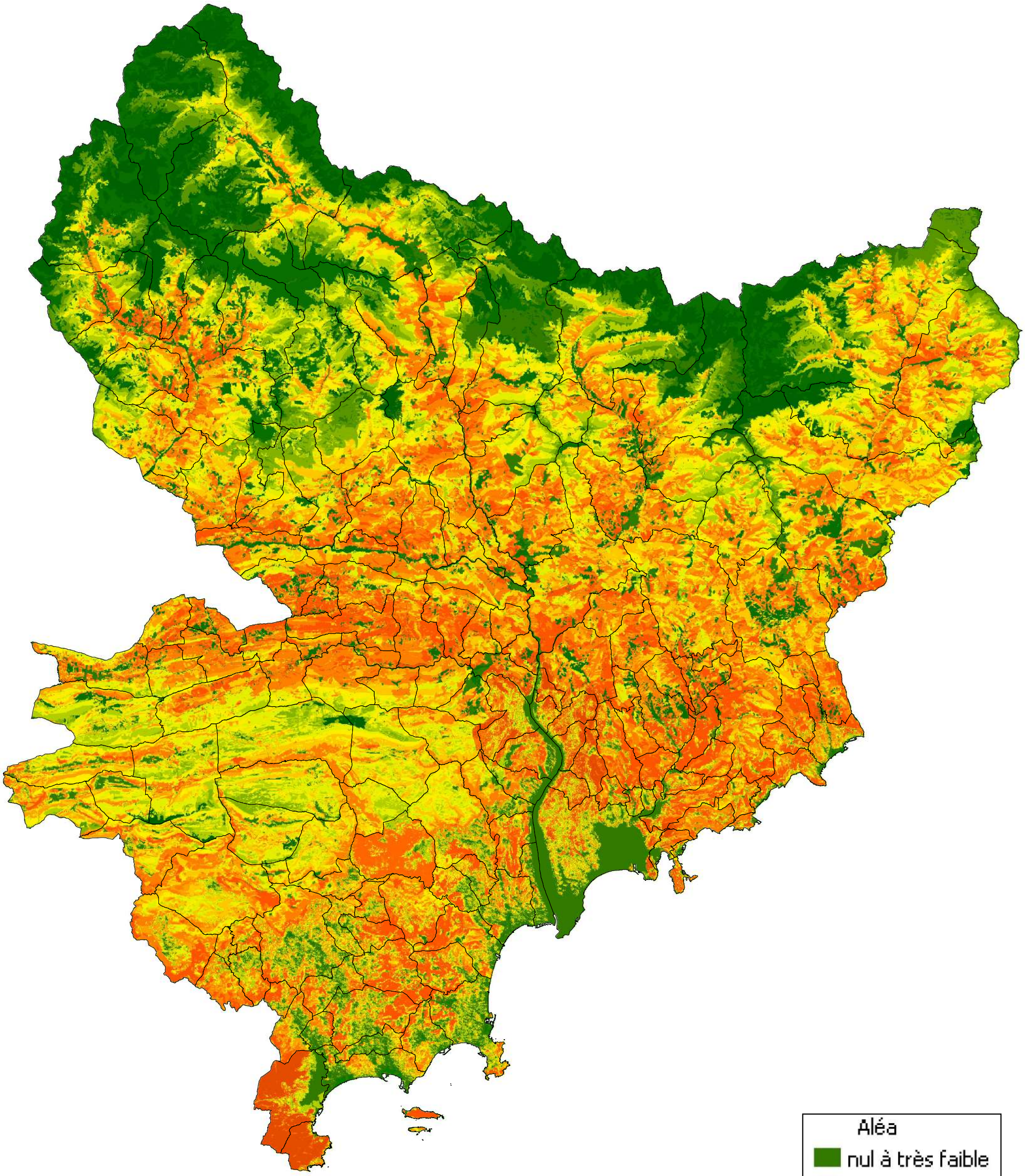
Aléa indiciaire

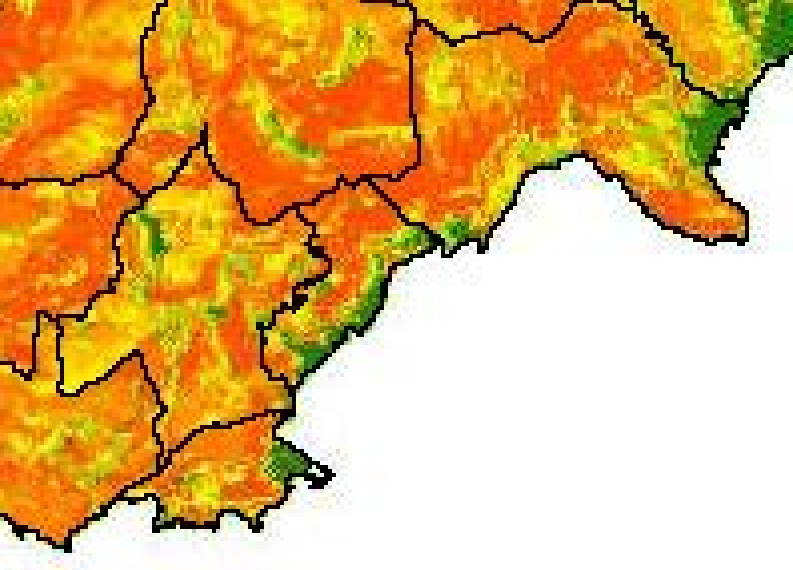
Finalement, l'ensemble des cartographies de 2004, 2012, 2016 et 2019 ont été combinées. Chacune a été retenue en 5 classes en essayant d'appréhender l'aléa (puissance ou indiciaire) de la manière suivante :

- Aléa nul à très faible (les zones urbaines denses, minérales ou en eau étant considérées comme en aléa nul)
- Aléa faible
- Aléa moyen
- Aléa fort
- Aléa très fort

Cet assemblage ne bénéficie donc pas d'une homogénéité de méthode de calcul ni d'échelle de valeur. Il permet en revanche d'avoir une approche hiérarchisée du territoire départemental pour la problématique de l'aléa d'incendie de forêt, dans sa dimension d'intensité (pas de notion d'occurrence prise en compte). Il répond au besoin de disposer d'une cartographie unique départementale exploitable à l'échelle du 1/100 000ème.

Aléa feux de forêt des Alpes-Maritimes





MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE,
DU DÉVELOPPEMENT
ET DE L'AMÉNAGEMENT
DURABLES

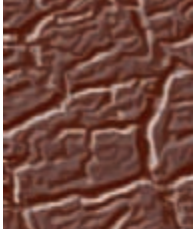
face aux risques

Le retrait-gonflement des argiles

Comment prévenir les désordres dans l'habitat individuel ?

Prévention

risques naturels majeurs



Sommaire

Introduction 2

1. Face à quel phénomène ? 3

1.1 Pourquoi les sols gonflent-ils et se rétractent-ils ? 3
Pourquoi spécifiquement les sols argileux ?
Les effets de la dessiccation sur les sols

1.2 Facteurs intervenant dans le phénomène de retrait- gonflement des argiles 5

1.3 Manifestation des désordres 8
Les désordres au gros-œuvre
Les désordres au second-œuvre
Les désordres sur les aménagements extérieurs
L'évaluation des dommages

2. Le contrat d'assurance 11

3. Comment prévenir ? 12

3.1 La connaissance : cartographie de l'aléa 12

3.2 L'information préventive 13

3.3 La prise en compte dans l'aménagement 14

3.4 Les règles de construction 15

3.5 La réduction de la vulnérabilité du bâti existant 15

4. Organismes de référence, liens internet et bibliographie 16

Fiches 17

Introduction

Le phénomène de retrait-gonflement des argiles, bien que non dangereux pour l'homme, engendre chaque année sur le territoire français des dégâts considérables aux bâtiments, pouvant dépasser 60 millions d'euros cumulés par département entre 1989 et 1998. En raison notamment de leurs fondations superficielles, les maisons individuelles sont particulièrement vulnérables à ce phénomène. Partant de ce constat, le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable a souhaité mettre en place une démarche d'information du grand public.

Ce dossier spécifique au retrait-gonflement des argiles fait partie d'une collection de documents, dont l'objectif est de faciliter l'accès à l'information sur les phénomènes naturels générateurs de dommages et sur les moyens de les prévenir.

Ces dossiers traitent notamment des moyens de mitigation (réduction de la vulnérabilité) qui peuvent être mis en place par les particuliers eux-même et à moindre frais ou pour un coût plus important en faisant appel à un professionnel. Ce dossier a pour objectif d'apporter des informations pratiques sur les différentes techniques de mitigation existantes. Une première partie introductive présente le phénomène et ses conséquences, au moyen de nombreux schémas et illustrations, puis des fiches expliquent chaque technique envisagée et les moyens de la mettre en oeuvre.

Actuellement, seuls le retrait-gonflement des argiles et les inondations font l'objet d'un dossier, mais à terme d'autres phénomènes pourront être traités.

Définitions générales

Afin de mieux comprendre la problématique des risques majeurs, il est nécessaire de connaître quelques définitions générales.

L'aléa est la manifestation d'un phénomène naturel ou anthropique d'occurrence et d'intensité données.

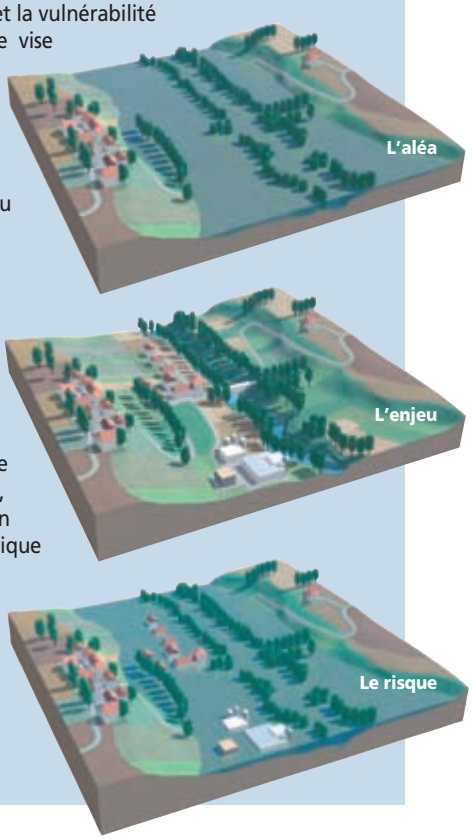
L'enjeu est l'ensemble des personnes et des biens susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel ou des activités humaines. Il se caractérise par son importance (nombre, nature, etc.) et sa vulnérabilité.

Le risque majeur est le produit d'un aléa et d'un enjeu. Il se caractérise par sa faible fréquence, sa gravité et l'incapacité de la société exposée à surpasser l'événement. Des actions sont dans la plupart des cas possibles pour le réduire, soit en atténuant l'intensité de l'aléa, soit en réduisant la vulnérabilité des enjeux.

La vulnérabilité exprime et mesure le niveau de conséquences prévisibles de l'aléa sur les enjeux. Elle caractérise la plus ou moins grande résistance d'un enjeu à un événement donné.

La mitigation (atténuation, réduction) des risques naturels est une démarche destinée à réduire l'intensité de certains aléas et la vulnérabilité des enjeux. Elle vise la réduction des dommages, liés à la survenue de phénomènes climatologiques ou géologiques, afin de les rendre supportables - économiquement du moins - par la société.

La sécheresse géotechnique est une période de longueur variable, caractérisée par un déficit pluviométrique plus ou moins marqué et se traduisant par une diminution de la teneur en eau de l'horizon du sous-sol.



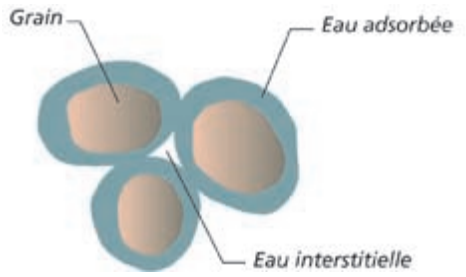
1 - Face à quel phénomène ?

1.1 - Pourquoi les sols gonflent-ils et se rétractent-ils ?

Le matériau **argileux** présente la particularité de voir sa consistance se modifier en fonction de sa teneur en eau. Dur et cassant lorsqu'il est asséché, un certain degré d'humidité le fait se transformer en un matériau **plastique** et malléable. Ces modifications de consistance peuvent s'accompagner, en fonction de la structure particulière de certains minéraux argileux, de variations de volume plus ou moins conséquentes : fortes augmentations de volume (phénomène de gonflement) lorsque la teneur en eau augmente, et inversement, rétractation (phénomène de retrait) en période de déficit pluviométrique marqué.

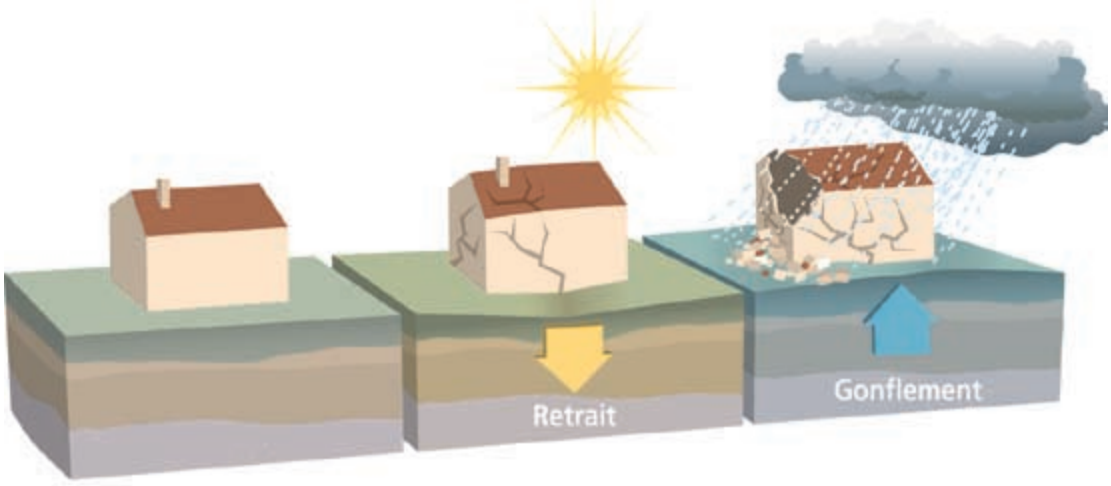
Les phénomènes de **capillarité**, et surtout de **succion**, sont à l'origine de ce comportement. Les variations de volume des sols argileux répondent donc à des variations de teneur en eau (on notera que des variations de contraintes extérieures – telles que les surcharges - peuvent, par ailleurs, également générer des variations de volume).

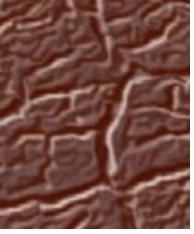
Tous les sols présentent la particularité de contenir de l'eau en quantité plus ou moins importante :



- de l'**eau de constitution**, faisant partie intégrante de l'organisation moléculaire des grains formant le sol ;
- de l'**eau liée** (ou **adsorbée**), résultant de l'attraction entre les grains et l'eau (pression de succion). On peut se représenter cette couche adsorbée comme un film visqueux entourant le grain ;
- une **eau interstitielle**, remplissant les vides entre les grains du sol (lorsque ceux-ci sont entièrement remplis, le sol est dit saturé).

La part respective entre ces différents « types » d'eau, très variable, dépend de la nature du sol et de son état hydrique. En fonction de cette répartition, les sols auront une réponse différente vis-à-vis des variations de teneur en eau. Plus la quantité d'eau adsorbée contenue dans un sol est grande, plus celui-ci est susceptible de « faire » du retrait.





Pourquoi spécifiquement les sols argileux ?

Les caractéristiques de la structure interne des minéraux argileux expliquent leur comportement face aux variations de teneur en eau :

• ils présentent en effet une structure minéralogique « en feuillets », à la surface desquels les molécules d'eau peuvent s'adsorber sous l'effet de différents phénomènes physico-chimiques, et ce de façon d'autant plus marquée que les grains du sol, fins et aplatis, ont des surfaces développées très grandes. Il en résulte un gonflement, plus ou moins réversible, du matériau. L'eau adsorbée assure les liaisons entre les grains et permet les modifications de structure du sol lors des variations de teneur en eau ;

• certains grains argileux peuvent eux-mêmes voir leur volume changer, par variation de la distance entre les feuillets argileux élémentaires, du fait d'échanges d'ions entre l'eau interstitielle et l'eau adsorbée ;

• les pores du sol sont très fins et accentuent les phénomènes de capillarité.

Toutes les familles de minéraux argileux ne présentent pas la même prédisposition au phénomène de retrait-gonflement. L'analyse de leur structure minéralogique permet d'identifier les plus sensibles. Le groupe des **smectites** et, dans une moindre mesure, le groupe des **interstratifiées** (alternance plus ou moins régulière de feuillets de nature différente) font partie des plus sujets au phénomène (on parle d'*argiles gonflantes*).

Cette sensibilité est liée :

- à des liaisons particulièrement lâches entre les feuillets constitutifs, ce qui facilite l'acquisition ou le départ d'eau. Cette particularité permet à l'eau de pénétrer dans l'espace situé entre les feuillets, autorisant ainsi de fortes variations de volume (on parle de *gonflement interfoliaire* ou *intercristallin*) ;

- au fait que ces argiles possèdent une surface spécifique particulièrement importante (800 m^2/g pour la montmorillonite qui appartient aux smectites, 20 m^2/g pour la kaolinite), et que la quantité d'eau adsorbée que peut renfermer un sol est directement fonction de ce paramètre.
Les argiles non gonflantes sont ainsi caractérisées par des liaisons particulièrement lâches et par une surface spécifique de leurs grains peu développée.

Pour une variation de teneur en eau identique, l'importance des variations de volume d'un sol argileux « gonflant » dépend aussi :

• **Des caractéristiques « initiales » du sol**, notamment la densité, la teneur en eau et le degré de saturation avant le début de l'épisode climatique (sécheresse ou période de pluviométrie excédentaire). Ainsi, l'amplitude des variations de volume sera d'autant plus grande que la variation de teneur en eau sera marquée. À ce titre, la succession d'une période fortement arrosée et d'une période de déficit pluviométrique constitue un facteur aggravant prépondérant ;

• **de l'« histoire » du sol**, en particulier de l'existence éventuelle d'épisodes antérieurs de chargement ou de dessiccation. Par exemple, un sol argileux « gonflant » mais de compacité élevée (sur-consolidation naturelle, chargement artificiel, etc.) ne sera que peu influencé par une période de sécheresse. À contrario, un remaniement des terrains argileux (à l'occasion par exemple de travaux de terrassement) pourrait favoriser l'apparition des désordres ou être de nature à les amplifier.

Les effets de la dessiccation sur les sols

S'il est saturé, le sol va d'abord diminuer de volume, de façon à peu près proportionnelle à la variation de teneur en eau, tout en restant quasi saturé. Cette diminution de volume s'effectue à la fois **verticalement**, se traduisant par un tassement, mais aussi **horizontalement** avec l'apparition de fissures de dessiccation (classiquement observées dans les fonds de mares qui s'assèchent).

En deçà d'une certaine teneur en eau (dite *limite de retrait*), le sol ne diminue plus de volume, et



Source : www.argiles.fr

les espaces intergranulaires perdent leur eau au bénéfice de l'air. Des pressions de succion se développent de façon significative.

Lorsque le sol argileux non saturé s'humidifie, il se sature sans changement de volume. Il en résulte une annulation progressive des pressions de succion jusqu'à ce que l'argile retrouve son volume initial, voire le dépasse. Divers paramètres, dont la nature minéralogique de l'argile, conditionnent l'ampleur de ce gonflement. Les déformations verticales (de retrait ou de gonflement) peuvent atteindre 10 % de l'épaisseur de sol considérée, voir dépasser cette valeur.

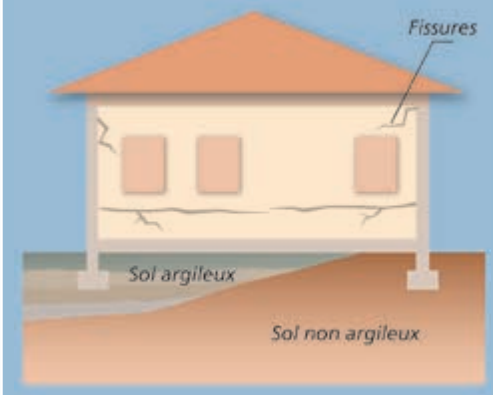
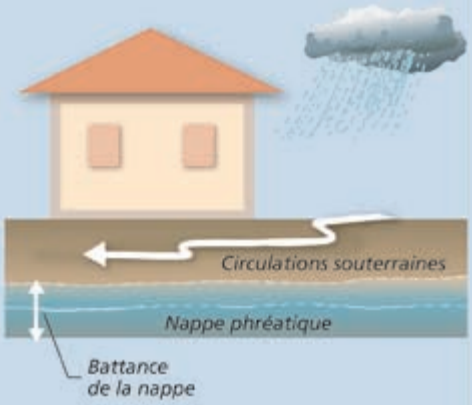
En France métropolitaine, et plus largement dans les régions tempérées, seule la tranche superficielle de sol (1 m à 2 m) est concernée par les variations saisonnières de teneur en eau. À l'occasion d'une sécheresse très marquée et/ou dans un environnement défavorable *[cf. paragraphe 1.2]*, cette influence peut toutefois se faire sentir jusqu'à **une profondeur atteignant 5 m environ**.

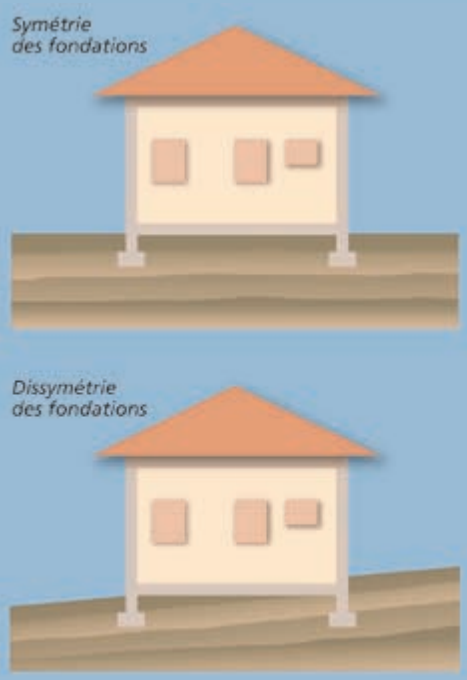
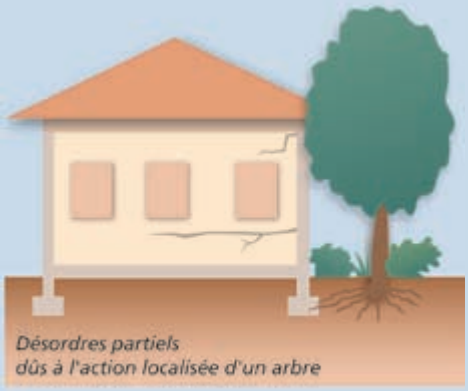
1.2 - Facteurs intervenant dans le phénomène de retrait – gonflement des argiles

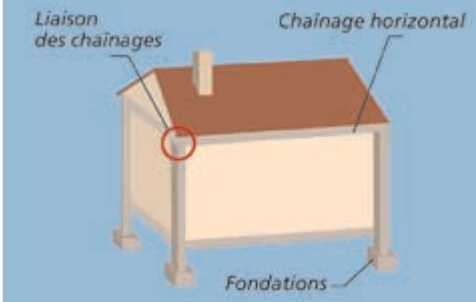
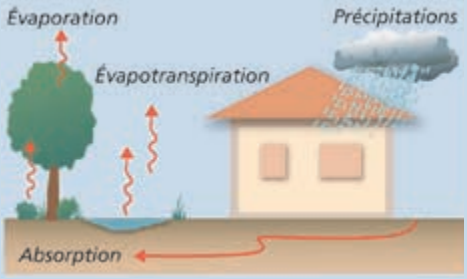
On distinguera les facteurs de prédisposition et les facteurs de déclenchement. Les premiers, par leur présence, sont de nature à induire le phénomène de retrait-gonflement des argiles, mais ne suffisent pas à le déclencher. Il s'agit de facteurs internes (liés à la nature des sols), et de facteurs dit d'environnement (en relation avec le site). **Les facteurs de prédisposition permettent de caractériser la susceptibilité du milieu au phénomène et conditionnent sa répartition spatiale**.

Les facteurs de déclenchement sont ceux dont la présence provoque le phénomène de retrait-gonflement, mais n'ont d'effet significatif que s'il existe des **facteurs de prédisposition** préalables. Leur connaissance permet de déterminer **l'occurrence du phénomène** (l'aléa et plus seulement la susceptibilité).

Le tableau ci-après présente succinctement chacun des facteurs en jeu.

TYPE DE FACTEUR	SCHÉMA EXPLICATIF	COMMENTAIRE
FACTEUR DE PRÉDISPOSITION		
La nature du sol		Facteur de prédisposition prépondérant : seules les formations géologiques renfermant des minéraux argileux sont a priori concernées. La susceptibilité est fonction, en premier lieu : - de la **lithologie** (importance de la proportion de matériaux argileux au sein de la formation) ; - de la **composition minéralogique** : les minéraux argileux ne sont pas tous « gonflants » et une formation argileuse sera d'autant plus réactive que la proportion de minéraux argileux « favorables » au phénomène (smectites, etc.) sera forte ; - de la **géométrie** de l'horizon argileux (profondeur, épaisseur) ; - de l'**éventuelle continuité** des niveaux argileux. L'hétérogénéité de constitution du sous-sol constitue une configuration défavorable. C'est le cas par exemple avec une alternance entre niveaux argileux sensibles et niveaux plus grossiers propices aux circulations d'eau : ces derniers favorisent les variations de teneur en eau des niveaux argileux se trouvant à leur contact.
Le contexte hydrogéologique		C'est l'un des facteurs environnementaux essentiels. Les deux principaux facteurs néfastes sont : - la présence éventuelle d'une **nappe phréatique** à profondeur limitée ; - l'existence de **circulations souterraines temporaires**, à profondeur relativement faible. Elles peuvent être à l'origine de fréquentes variations de teneur en eau des niveaux argileux, favorisant ainsi le phénomène de retrait-gonflement. Les conditions hydrauliques in situ peuvent varier dans le temps en fonction : - de l'**évapotranspiration**, dont les effets sont perceptibles à faible profondeur (jusqu'à 2 m environ) ; - de la **battance** de la nappe éventuelle (avec une action prépondérante à plus grande profondeur). La présence d'un **aquifère** à faible profondeur permet le plus souvent d'éviter la dessiccation de la tranche superficielle du sol. Mais en période de sécheresse, la dessiccation par l'évaporation peut être aggravée par l'abaissement du niveau de la nappe (ou encore par un tarissement naturel et saisonnier des circulations d'eau superficielles). Ce phénomène peut en outre être accentué par une augmentation des prélèvements par pompage.

La géomorphologie		Elle conditionne la répartition spatiale du phénomène : - un terrain en pente entraîne souvent une **dissymétrie des fondations** d'une construction, favorisant une aggravation des désordres sur le bâti. En effet, les fondations reposant le plus souvent à une cote homogène, les fondations amont sont alors plus enterrées et donc moins exposées aux variations de teneur en eau que les fondations aval. - cet effet peut être renforcé par une **différence de nature de sol** à la base des fondations amont et aval (les couches superficielles du sol étant généralement parallèles à la topographie, les fondations amont reposent donc sur des terrains moins altérés et remaniés que les fondations aval). - alors qu'une pente favorise le drainage par gravité, sur terrains plats **les eaux de ruissellement** ont tendance à stagner et à s'infiltrer, et ainsi à ralentir la dessiccation du sol. - **l'orientation** constitue également un paramètre non négligeable. Sur une pente orientée au Sud, les sols à l'aval d'une construction sont soumis à un ensoleillement plus important que ceux situés en amont, à l'ombre de la bâtisse. La dessiccation y sera donc plus marquée.
La végétation		Son rôle est souvent prépondérant. Les racines des végétaux aspirent l'eau du sol par succion. En période de **bilan hydrique** négatif (les prélèvements par l'arbre sont supérieurs aux apports), cette succion provoque une migration d'eau pouvant se traduire par : • un tassement centré sur l'arbre (formation d'une « cuvette ») ; • un lent déplacement du sol vers l'arbre. Une fondation « touchée » subira donc une double distorsion (verticale et horizontale) dont les effets seront particulièrement visibles dans le cas d'une **semelle filante**. Lorsque le bilan hydrique devient positif, les mécanismes inverses peuvent éventuellement se manifester. On considère en général que l'influence d'un arbre adulte peut se faire sentir jusqu'à une distance équivalente à une fois sa hauteur (et jusqu'à une profondeur de l'ordre de 4 m à 5 m), avec des variations en fonction des essences. Lorsqu'une construction s'oppose à l'évaporation, maintenant ainsi sous sa surface une zone de sol plus humide, les racines se développent de façon préférentielle dans sa direction. Il en est de même avec tout autre élément ayant une attraction positive, par exemple les regards et dispositifs d'assainissement fuyards. Dans le cas de l'urbanisation d'un terrain déboisé depuis peu, ou encore de l'abattage d'un arbre qui était situé à coté d'une construction, des désordres par gonflement peuvent se manifester pendant plusieurs années. Ils résultent d'une augmentation de la teneur en eau générale du sol.

Les défauts de construction		Ce facteur de prédisposition, souvent mis en lumière à l'occasion d'une sécheresse exceptionnelle, se traduit par la survenance ou l'aggravation des désordres. L'examen de dossiers d'expertise indique que les maisons touchées présentent souvent des défauts de conception ou de fondation, ou encore une insuffisance de **chaînage** (horizontal, vertical, mauvaise liaison entre chaînages). Le respect des règles de l'art « élémentaires » permettrait de minimiser, voire d'éviter, une large partie de ces désordres.
FACTEUR DE DÉCLENCHEMENT		
Les conditions climatiques		Les phénomènes climatiques exceptionnels sont le principal facteur de déclenchement du phénomène. Les variations de teneur en eau du sol sont liées à des variations climatiques saisonnières. Les désordres seront plus importants dans le cas d'une sécheresse particulièrement marquée, intervenant à la suite d'une période fortement arrosée (par sa durée et par les cumuls de pluie observés). Deux paramètres primordiaux entrent en jeu : **l'évapotranspiration** et les **précipitations**.
Les facteurs anthropiques		Des modifications de l'évolution « naturelle » des teneurs en eau du sous-sol peuvent résulter de travaux d'aménagement qui auraient pour conséquence : - de perturber la répartition des écoulements superficiels et souterrains ; - de bouleverser les conditions d'évaporation. Cela peut être le cas pour des actions de drainage du sol d'un terrain, de pompage, de plantations, d'imperméabilisation des sols, etc. Une fuite, voire la rupture d'un réseau enterré humide ou une infiltration d'eaux pluviales, peuvent avoir un impact significatif sur l'état hydrique du sous-sol et de ce fait provoquer des désordres par gonflement des argiles. L'existence de sources de chaleur en sous-sol près d'un mur insuffisamment isolé peut également aggraver, voire déclencher, la dessiccation et entraîner l'apparition de désordres localisés.

1.3 - Manifestation des désordres

Les désordres aux constructions pendant une sécheresse intense sont dus aux tassements différentiels du sol de fondation, pouvant atteindre plusieurs centimètres. Ils résultent des fortes différences de teneur en eau au droit des façades (zone de transition entre le sol exposé à l'évaporation et celui qui en est protégé) et, le cas échéant, de la végétation proche. L'hétérogénéité des mouvements entre deux points de la structure va conduire à une déformation pouvant entraîner fissuration, voire rupture de la structure. La réponse du bâtiment sera fonction de ses **possibilités de déformation**. On peut en effet imaginer :

• une structure souple et très déformable, pouvant « suivre » sans dommage les mouvements du sol ;

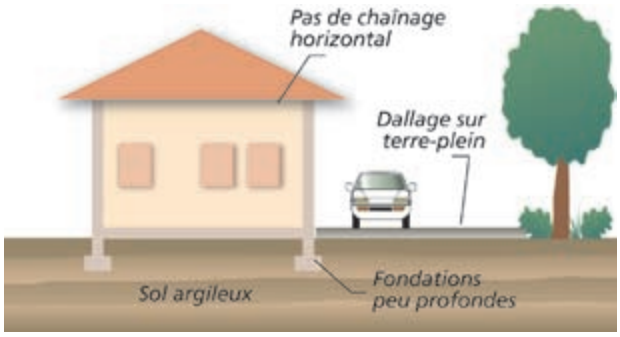
• une structure parfaitement rigide (horizontalement et verticalement) pouvant résister sans dommage aux mouvements du sol du fait d'une nouvelle répartition des efforts.

Cependant, dans la majorité des cas, la structure ne peut accepter les distorsions générées. Les constructions les plus vulnérables sont les maisons individuelles, notamment en raison :

• de leur structure légère et souvent peu rigide, et de leurs fondations souvent superficielles par rapport aux immeubles collectifs ;

• de l'absence, très souvent, d'une étude géotechnique préalable permettant d'adapter le projet au contexte géologique.

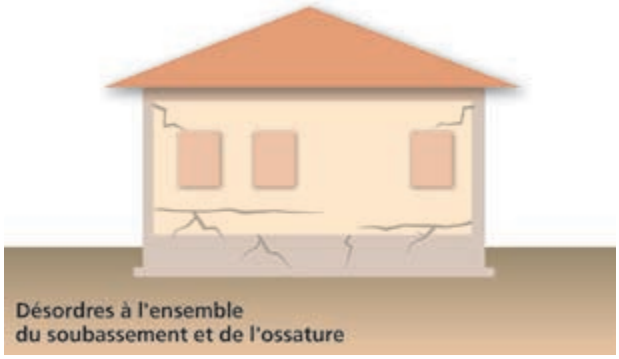
La « construction-sinistrée type » est ainsi une habitation individuelle de plain-pied (l'existence d'un sous-sol impliquant des fondations assez largement enterrées, à une profondeur où les terrains sont moins sujets à la dessiccation), reposant sur des fondations inadaptées et avec présence d'arbres à proximité.



Les désordres au gros-œuvre

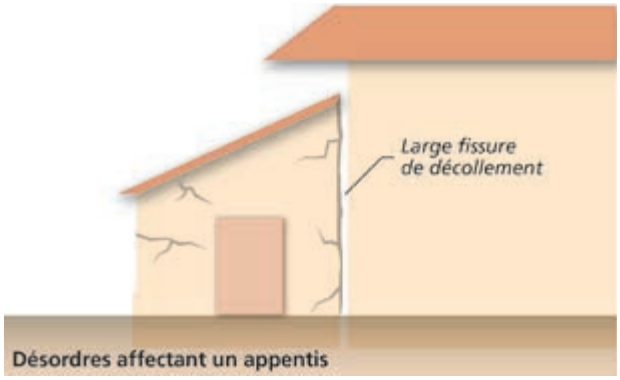
- **Fissuration des structures** (enterrées ou aériennes).

Cette fissuration (lorsque les fissures atteignent une largeur de 30 mm à 40 mm, on parle de lézardes), souvent oblique car elle suit les discontinuités des éléments de maçonnerie, peut également être verticale ou horizontale. Plusieurs orientations sont souvent présentes en même temps. Cette fissuration passe quasi-systématiquement par les points faibles que constituent les



ouvertures (où que celles-ci soient situées - murs, cloisons, planchers, plafonds).

- **Déversement des structures** (affectant des parties du bâti fondées à des cotes différentes) ou **décollement de bâtiments annexes accolés** (garages,…)



- **Désencastrement** des éléments de charpente ou de chaînage.



Source : Alp'Géorisques.

Fissuration traduisant un décollement de la structure par absence de liaisonnement entre niveau bas et combles.

- **Décollement, fissuration de dallages** et de cloisons.



Source : Alp'Géorisques.

Affaissement du plancher mis en évidence par le décollement entre plinthes et dallage - Maison Jourdan.

Les désordres au second-œuvre

- **Distorsion des ouvertures**, perturbant le fonctionnement des portes et fenêtres.



Source : www.argiles.fr

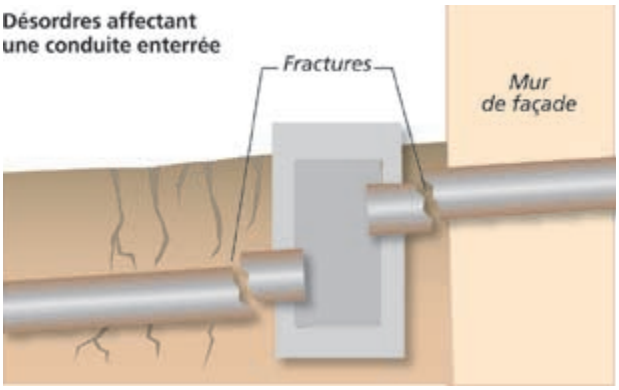
- **Décollement des éléments composites** (enduits et placages de revêtement sur les murs, carrelages sur dallages ou planchers, etc.).



Source : Alp'Géorisques.

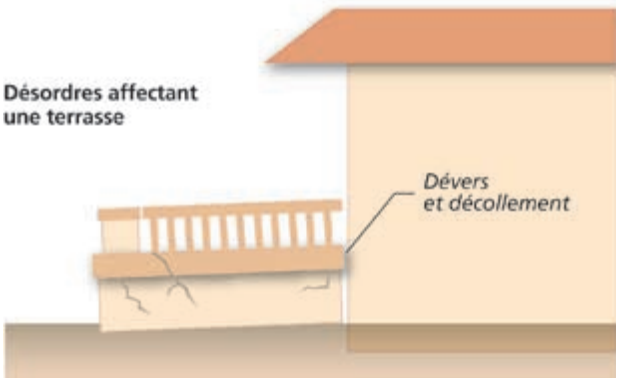
Fissuration intérieure, tapisserie déchirée - Maison André.

- Étirement, mise en compression, voire **rupture de tuyauteries ou canalisations** enterrées (réseaux humides, chauffage central, gouttières, etc.).



Les désordres sur les aménagements extérieurs

- **Décollement et affaissement des terrasses**, trottoirs et escaliers extérieurs.



- **Décollement, fissuration des dalles**, carrelage des terrasses et trottoirs extérieurs.



- **Fissuration de murs de soutènement**.



Source : Alp'Géorisques.

L'évaluation des dommages

Le nombre de constructions touchées par ce phénomène en France métropolitaine est très élevé. Suite à la sécheresse de l'été 2003, plus de 7 400 communes ont demandé une reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle. **Depuis 1989**, le montant total des remboursements effectués au titre du régime des catastrophes naturelles a été évalué par la Caisse Centrale de Réassurance, fin 2002, à **3,3 milliards d'euros.** Plusieurs centaines de milliers d'habitations sinistrées, réparties sur plus de 500 communes (sur plus de 77 départements) ont été concernés. Il s'agit ainsi du deuxième poste d'indemnisation après les inondations.

Le phénomène génère des coûts de réparation très variables d'un sinistre à un autre, mais souvent très lourds. Ils peuvent même dans certains cas s'avérer prohibitifs par rapport au coût de la construction (il n'est pas rare qu'ils dépassent 50 % de la valeur du bien). **Le montant moyen d'indemnisation d'un sinistre dû au phénomène de retrait / gonflement des argiles a été évalué à plus de 10 000 € par maison**, mais peut atteindre 150 000 € si une reprise en sous-œuvre s'avère nécessaire. Dans certains cas cependant, la cause principale des désordres peut être supprimée à moindre frais (abattage d'un arbre), et les coûts de réparation se limiter au rebouchage des fissures.

2 - Le contrat d'assurance

La loi n° 82-600 du 13 juillet 1982 modifiée, relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles (art. L.125-1 à L.125-6 du Code des assurances) a fixé pour objectif d'indemniser les victimes de catastrophes naturelles en se fondant sur le principe de solidarité nationale.

Pour que le sinistre soit couvert au titre de la garantie « catastrophes naturelles », il faut que l'agent naturel en soit la cause directe. L'état de catastrophe naturelle, ouvrant droit à la garantie est constaté par un arrêté interministériel (des ministères de l'Intérieur et de l'Économie et des Finances) qui détermine les zones et les périodes où s'est située la catastrophe ainsi que la nature des dommages couverts par la garantie (article L. 125-1 du Code des assurances).

Pour que cette indemnisation s'applique, les victimes doivent avoir souscrit un contrat d'assurance garantissant les « dommages » aux biens ainsi que, le cas échéant, les dommages aux véhicules terrestres à moteur. Cette garantie est étendue aux « pertes d'exploitation », si elles sont couvertes par le contrat de l'assuré.

Les limites

Cependant, l'assuré conserve à sa charge une partie de l'indemnité due par l'assureur. La franchise prévue aux **articles 125-1 à 3 du Code des assurances**, est valable pour les contrats « dommage » et « perte d'exploitation ». Cependant, les montants diffèrent selon les catégories et se déclinent selon le tableau suivant.

Comme on peut le voir dans le tableau, pour les communes non pourvues d'un PPR, le principe de variation des franchises d'assurance s'applique (il a été introduit par l'arrêté du 13 août 2004).

Les franchises sont ainsi modulées en fonction du nombre de constatations de l'état de catastrophe naturelle intervenues pour le même risque, au cours des cinq années précédant l'arrêté.

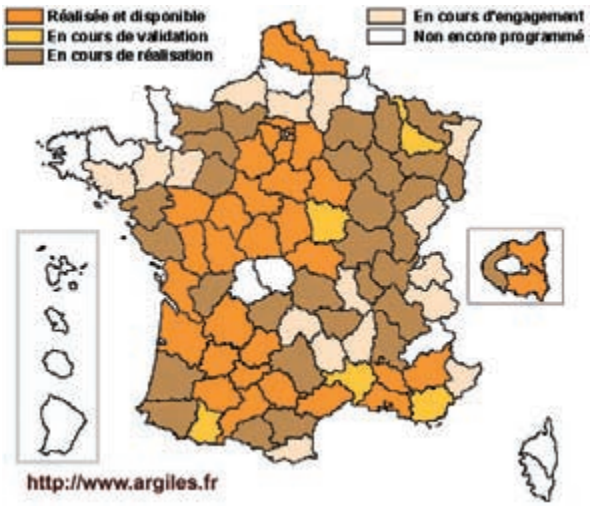
		Communes dotées d'un PPR*		Communes non dotées d'un PPR
Type de contrat	*Biens concernés*	*Franchise pour dommages liés à un risque autre que la sécheresse*	*Montant concernant le risque sécheresse*	*Modulation de la franchise en fonction du nombre d'arrêtés de catastrophe naturelle*
Contrat « dommage »	*Habitations*	*381 euros*	*1 524 euros*	*1 à 2 arrêtés : x 1* *3 arrêtés : x 2* *4 arrêtés : x 3* *5 et plus : x 4*
	Usage professionnel	*10 % du montant des dommages matériels (minimum 1 143 euros)*	*3 084 euros*	
Contrat « perte d'exploitation »	*Recettes liées à l'exploitation*	*Franchise équivalente à 3 jours ouvrés (minimum 1 143 euros)*		*Idem*

** Communes qui ont un PPR prescrit depuis moins de 4 ans et communes ayant un document valant PPR.*

3 - Comment prévenir ?

3.1 - La connaissance : cartographie de l'aléa

Devant le nombre des sinistres et l'impact financier occasionné par le phénomène de retrait-gonflement des argiles, le Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement Durables a chargé le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) d'effectuer une cartographie de cet aléa. Elle est réalisée en juin 2007 pour les 37 départements français les plus exposés au regard du contexte géologique et du nombre d'arrêtés de catastrophe naturelle. Ce programme de cartographie départementale est aujourd'hui disponible et librement accessible sur Internet à l'adresse **www.argiles.fr** pour 32 départements. Il est prévu une couverture nationale pour cet aléa.

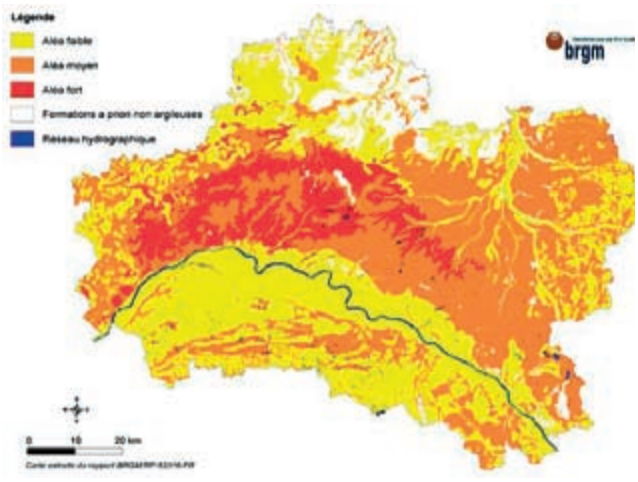


État d'avancement des cartes départementales d'aléa retrait-gonflement réalisées par le BRGM à la demande du MEDAD (mise à jour en juin 2007)

Ces cartes, établies à l'échelle 1/50 000, ont pour but de délimiter les zones a priori sujettes au phénomène, et de les hiérarchiser selon quatre degrés d'aléa (a priori nul, faible, moyen et fort – *cf. tableau ci-contre*).

La finalité de ce programme cartographique est **l'information du public, en particulier des propriétaires et des différents acteurs de la construction**.

Par ailleurs, il constitue une étape préliminaire essentielle à l'élaboration de zonages réglementaires au niveau communal, à l'échelle du 1/10 000 : **les Plans de Prévention des Risques** *[cf. paragraphe 3.3]*.



Carte d'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département du Loiret.

Niveau d'aléa	Définition
Fort	Zones sur lesquelles la probabilité de survenance d'un sinistre sera la plus élevée et où l'intensité des phénomènes attendus est la plus forte, au regard des facteurs de prédisposition présents.
Moyen	Zones « intermédiaires » entre les zones d'aléa faible et les zones d'aléa fort.
Faible	Zones sur lesquelles la survenance de sinistres est possible en cas de sécheresse importante, mais avec des désordres ne touchant qu'une faible proportion des bâtiments (en priorité ceux qui présentent des défauts de construction ou un contexte local défavorable, proximité d'arbres ou hétérogénéité du sous-sol par exemple).
Nul ou négligeable	Zones sur lesquelles la carte géologique n'indique pas la présence de terrain argileux en surface. La survenue de quelques sinistres n'est cependant pas à exclure, compte tenu de la présence possible, sur des secteurs localisés, de dépôts argileux non identifiés sur les cartes géologiques, mais suffisants pour provoquer des désordres ponctuels.

3.2 - L'information préventive

La loi du 22 juillet 1987 a instauré le droit des citoyens à une information sur les risques majeurs auxquels ils sont soumis sur tout ou partie du territoire, ainsi que sur les mesures de sauvegarde qui les concernent. Cette partie de la loi a été reprise dans l'article L125.2 du Code de l'environnement.

Établi sous l'autorité du préfet, le dossier départemental des risques majeurs (DDRM) recense à l'échelle d'un département l'ensemble des risques majeurs par commune. Il explique les phénomènes et présente les mesures de sauvegarde. À partir du DDRM, le préfet porte à la connaissance du maire les risques dans la commune, au moyen de cartes au 1 : 25 000 et décrit la nature des risques, les événements historiques, ainsi que les mesures d'État mises en place.

Le maire élabore un document d'information communal sur les risques majeurs (DICRIM). Ce document reprend les informations portées à la connaissance du maire par le préfet. Il précise les dispositions préventives et de protection prises au plan local. Il comprend l'arrêté municipal relatif aux modalités d'affichage des mesures de sauvegarde. Ces deux documents sont librement consultables en mairie.

Le plan de communication établi par le maire peut comprendre divers supports de communication, ainsi que des plaquettes et des affiches, conformes aux modèles arrêtés par les ministères chargés de l'environnement et de la sécurité civile (arrêté du 9 février 2005).

Le maire doit apposer ces affiches :

- dans les locaux accueillant plus de 50 personnes,
- dans les immeubles regroupant plus de 15 logements,
- dans les terrains de camping ou de stationnement de caravanes regroupant plus de 50 personnes.

Les propriétaires de terrains ou d'immeubles doivent assurer cet affichage (sous contrôle du maire) à l'entrée des locaux ou à raison d'une affiche par 5 000 m^2 de terrain.

La liste des arrêtés de catastrophe naturelle dont a bénéficié la commune est également disponible en mairie.

L'information des acquéreurs et locataires de biens immobiliers

Dans les zones sismiques et celles soumises à un PPR, le décret du 15 février 2005 impose à tous les propriétaires et bailleurs d'informer les acquéreurs et locataires de biens immobiliers de l'existence de risques majeurs concernant ces biens. En cela, les propriétaires et bailleurs se fondent sur les documents officiels transmis par l'État : PPR et zonage sismique de la France.

Cette démarche vise à développer la culture du risque auprès de la population.

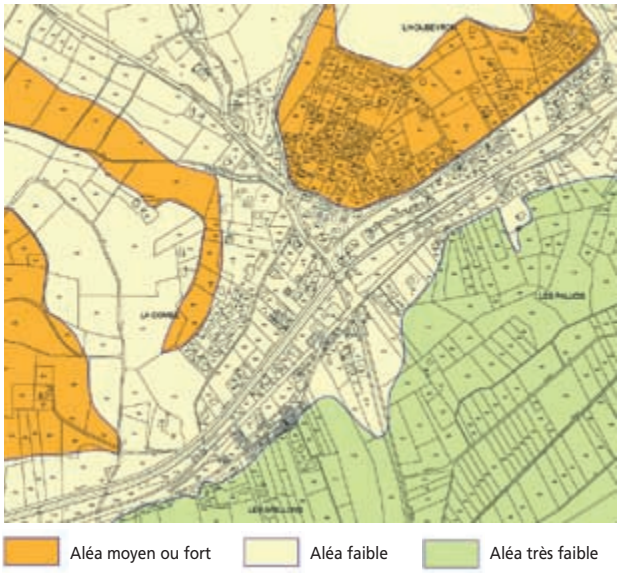
D'autre part, les vendeurs et bailleurs doivent informer les acquéreurs et locataires lorsqu'ils ont bénéficié d'un remboursement de sinistre au titre de la déclaration de catastrophe naturelle de leur commune.

3.3 - La prise en compte dans l'aménagement

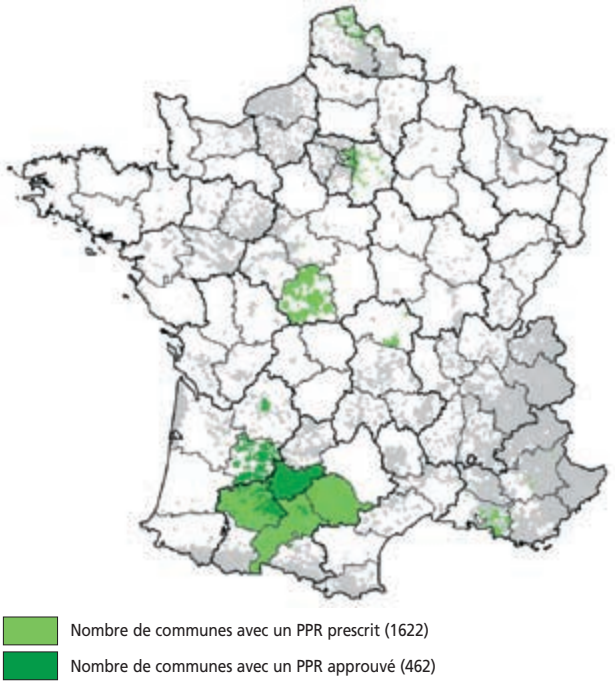
Les désordres aux constructions représentent un impact financier élevé pour de nombreux propriétaires et pour la collectivité. C'est dans ce contexte que le MEDAD a instauré le programme départemental de cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles *[cf. paragraphe 3.1]*. Il constitue un préalable à l'élaboration des **Plans de Prévention des Risques** spécifiques à l'échelle communale, dont le but est de diminuer le nombre de sinistres causés à l'avenir par ce phénomène, en l'absence d'une réglementation nationale prescrivant des dispositions constructives particulières pour les sols argileux gonflants.

En mai 2007, la réalisation de PPR tassements différentiels a été prescrite dans 1 622 communes. 462 communes possèdent un PPR approuvé. Cet outil réglementaire s'adresse notamment à toute personne sollicitant un permis de construire, mais aussi aux propriétaires de bâtiments existants. Il a pour objectif de délimiter les zones exposées au phénomène, et dans ces zones, d'y réglementer l'occupation des sols. **Il définit** ainsi, pour les projets de construction futurs et le cas échéant pour le bâti existant (avec certaines limites), **les règles constructives** (mais aussi liées à

Extrait d'une carte d'aléa retrait-gonflement des argiles (DDE 04 - Alp'Géorisques)



État cartographié national des PPR prescrit ou approuvé au 04/05/2007 - Aléa : tassements différentiels.



l'environnement proche du bâti) **obligatoires ou recommandées** visant à réduire le risque d'apparition de désordres. Dans les secteurs exposés, le PPR peut également imposer la réalisation d'une étude géotechnique spécifique, en particulier préalablement à tout nouveau projet.

Du fait de la lenteur et de la faible amplitude des déformations du sol, ce phénomène est sans danger pour l'homme. **Les PPR ne prévoient donc pas d'inconstructibilité**, même dans les zones d'aléa fort. Les mesures prévues dans le PPR ont un coût, permettant de minorer significativement le risque de survenance d'un sinistre, sans commune mesure avec les frais (et les désagréments) occasionnés par les désordres potentiels.

3.4 - Les règles de construction

Dans les communes dotées d'un PPR prenant en compte les phénomènes de retrait-gonflement des argiles, le règlement du PPR définit les règles constructives à mettre en oeuvre (mesures obligatoires et/ou recommandations) dans chacune des zones de risque identifiées.

Dans les communes non dotées d'un PPR, il convient aux maîtres d'ouvrage et/ou aux constructeurs de respecter un certain nombre de mesures afin de réduire l'ampleur du phénomène et de limiter ses conséquences sur le projet en adaptant celui-ci au site. Ces mesures sont détaillées dans les fiches présentes ci-après.

Dans tous les cas, le respect des « règles de l'art » élémentaires en matière de construction constitue un « minimum » indispensable pour assurer une certaine résistance du bâti par rapport au phénomène, tout en garantissant une meilleure durabilité de la construction.

3.5 - La réduction de la vulnérabilité du bâti existant

Les fiches présentées ci-après détaillent les principales mesures envisageables pour réduire l'ampleur du phénomène et ses conséquences sur le bâti. Elles sont prioritairement destinées aux maîtres d'ouvrages (constructions futures et bâti existant), mais s'adressent également aux différents professionnels de la construction.

Elles ont pour objectif premier de détailler les mesures préventives essentielles à mettre œuvre. Deux groupes peuvent être distingués :

• les fiches permettant de minimiser le risque d'occurrence et l'ampleur du phénomène :

- fiche 3, réalisation d'une ceinture étanche autour du bâtiment ;
- fiche 4, éloignement de la végétation du bâti ;
- fiche 5, création d'un écran anti-racines ;
- fiche 6, raccordement des réseaux d'eaux au réseau collectif ;
- fiche 7, étanchéification des canalisations enterrées ;
- fiche 8, limiter les conséquences d'une source de chaleur en sous-sol ;
- fiche 10, réalisation d'un dispositif de drainage.

• les fiches permettant une adaptation du bâti, de façon à s'opposer au phénomène et ainsi à minimiser autant que possible les désordres :

- fiche 1, adaptation des fondations ;
- fiche 2, rigidification de la structure du bâtiment ;
- fiche 9, désolidariser les différents éléments de structure.

4 - Organismes de référence, liens internet et bibliographie

Site internet

- Ministère de l'Écologie, du développement et de l'aménagement durables

http://www.prim.net

- Bureau de recherches Géologiques et Minières

http://www.argiles.fr

(consultation en ligne et téléchargement des cartes d'aléas départementales)

- Agence Qualité Construction (association des professions de la construction)

http://www.qualiteconstruction.com

Bibliographie

- **Sécheresse et construction** - *guide de prévention* ; 1993, La Documentation française.
- **Effets des phénomènes de retrait-gonflement des sols sur les constructions** – *Traitement des désordres et prévention* ; 1999, Solen.
- **Retrait-gonflement des sols argileux** - *méthode cartographique d'évaluation de l'aléa en vue de l'établissement de PPR* ; 2003, Marc Vincent BRGM.
- **Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département du Loiret** ; 2004, BRGM.

Glossaire

Aquifère : À prendre dans ce document au sens de nappe d'eau souterraine. Le terme désigne également les terrains contenant cette nappe.

Argile : Selon la définition du Dictionnaire de géologie (A. Foucault, JF Raoult), le terme argile désigne à la fois le minéral (= minéral argileux) et une roche (meuble ou consolidée) composée pour l'essentiel de ces minéraux. La fraction argileuse est, par convention, constituée des éléments dont la taille est inférieure à 2 µm.

Battance : Fluctuation du niveau d'une nappe souterraine entre les périodes de hautes eaux et celles de basses eaux.

Bilan hydrique : Comparaison entre les quantités d'eau fournies à une plante (précipitations, arrosage, etc) et sa « consommation ».

Capillarité : Ensemble des phénomènes relatifs au comportement des liquides dans des tubes très fins (et par lesquels de l'eau par exemple peut remonter dans un tube fin à un niveau supérieur à celui de la surface libre du liquide, ou encore dans un milieu poreux tel qu'un sol meuble).

Chaînage : Élément d'ossature des parois porteuses d'un bâtiment ; ceinturant les murs, le chaînage solidarise les parois et empêche les fissurations et les dislocations du bâtiment. On distingue les chaînages horizontaux, qui ceinturent chaque étage au niveau des planchers, et sur lesquels sont élevées les parois, et les chaînages verticaux qui encadrent les parois aux angles des constructions et au droit des murs de refend (mur porteur formant une division de locaux à l'intérieur d'un édifice).

Évapotranspiration : L'évapotranspiration correspond à la quantité d'eau totale transférée du sol vers l'atmosphère par l'évaporation au niveau du sol (fonction des conditions de température, de vent et d'ensoleillement notamment) et par la transpiration (eau absorbée par la végétation).

Plastique : Le qualificatif plastique désigne la capacité d'un matériau à être modelé.

Semelle filante : Type de fondation superficielle la plus courante, surtout quand le terrain d'assise de la construction se trouve à la profondeur hors gel. Elle se prolonge de façon continue sous les murs porteurs.

Succion : Phénomène dû aux forces capillaires par lequel un liquide, à une pression inférieure à la pression atmosphérique, est aspiré dans un milieu poreux.

Surface spécifique : Elle désigne l'aire réelle de la surface d'un objet par opposition à sa surface apparente.

Fiches

Code des couleurs

Mesure simple

Mesure technique

Mesure nécessitant l'intervention d'un professionnel

Code des symboles



Mesure concernant le bâti existant



Mesure concernant le bâti futur



Mesure applicable au bâti existant et futur



Remarque importante

Fiche n°1 — ADAPTATION DES FONDATIONS

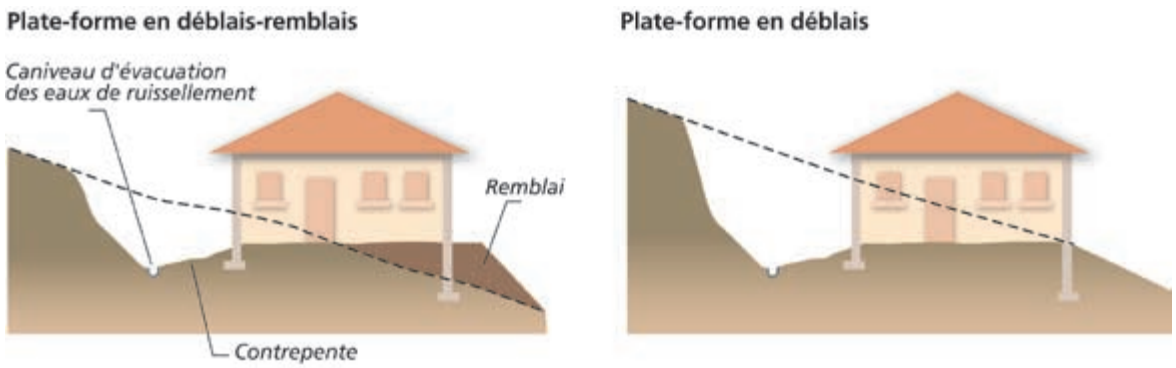
Problème à résoudre : Pour la majorité des bâtiments d'habitation « classiques », les structures sont fondées superficiellement, dans la tranche du terrain concernée par les variations saisonnières de teneur en eau. Les sinistres sont ainsi dus, pour une grande part, à une inadaptation dans la conception et/ou la réalisation des fondations.

Descriptif du dispositif : Les fondations doivent respecter quelques grands principes :

- adopter une profondeur d'ancrage suffisante, à adapter en fonction de la sensibilité du site au phénomène ;
- éviter toute dissymétrie dans la profondeur d'ancrage ;
- préférer les fondations continues et armées, bétonnées à pleine fouille sur toute leur hauteur.

Champ d'application : Concerne sans restriction tout type de bâtiment, d'habitation ou d'activités.

Schéma de principe



Conditions de mise en œuvre :

- La profondeur des fondations doit tenir compte de la capacité de retrait du sous-sol. Seule une étude géotechnique spécifique est en mesure de déterminer précisément cette capacité. À titre indicatif, on considère que cette profondeur d'ancrage (si les autres prescriptions – chaînage, trottoir périphérique, etc. – sont mises en œuvre), qui doit être au moins égale à celle imposée par la mise hors gel, doit atteindre au minimum 0,80 m en zone d'aléa faible à moyen et 1,20 m en zone d'aléa fort. Une prédisposition marquée du site peut cependant nécessiter de rechercher un niveau d'assise sensiblement plus profond.
Un radier généralisé, conçu et réalisé dans les règles de l'art (attention à descendre suffisamment la bêche périmètrique), peut constituer une bonne alternative à un approfondissement des fondations.

- Les fondations doivent être ancrées de manière homogène sur tout le pourtour du bâtiment (ceci vaut notamment pour les terrains en pente (où l'ancrage aval doit être au moins aussi important que l'ancrage amont) ou à sous-sol hétérogène. En particulier, les sous-sols partiels qui induisent des hétérogénéités d'ancrage sont à éviter à tout prix. Sur des terrains en pente, cette nécessité d'homogénéité de l'ancrage peut conduire à la réalisation de redans.

⚠ Lorsque le bâtiment est installé sur une plate-forme déblai/remblai ou déblai, il est conseillé de descendre les fondations « aval » à une profondeur supérieure à celle des fondations « amont ».
Les fondations doivent suivre les préconisations formulées dans le DTU 13.12.

Les études permettant de préciser la sensibilité du sous-sol au phénomène et de définir les dispositions préventives nécessaires (d'ordre constructif ou autre) doivent être réalisées par un bureau d'études spécialisé, dont la liste peut être obtenue auprès de l'Union Française des Géologues (tél : 01 47 07 91 95).

Fiche n°2

RIGIDIFICATION DE LA STRUCTURE DU BÂTIMENT

Problème à résoudre : Un grand nombre de sinistres concernent des constructions dont la rigidité, insuffisante, ne leur permet pas de résister aux distorsions générées par les mouvements différentiels du sous-sol. Une structure parfaitement rigide permet au contraire une répartition des efforts permettant de minimiser les désordres de façon significative, à défaut de les écarter.

Descriptif du dispositif : La rigidification de la structure du bâtiment nécessite la mise en œuvre de chaînages horizontaux (haut et bas) et verticaux (poteaux d'angle) pour les murs porteurs liaisonnés.

Champ d'application : concerne sans restriction tout type de bâtiment, d'habitation ou d'activités.

Schéma de principe



Conditions de mise en œuvre : Le dispositif mis en œuvre doit suivre les préconisations formulées dans le DTU 20.1 :

- « *Les murs en maçonnerie porteuse et les murs en maçonnerie de remplissage doivent être ceinturés à chaque étage, au niveau des planchers, ainsi qu'en couronnement, par un chaînage horizontal en béton armé, continu, fermé ; ce chaînage ceinture les façades et les relie au droit de chaque refend* ».
Cette mesure s'applique notamment pour les murs pignons au niveau du rampant de la couverture.
- « *Les chaînages verticaux doivent être réalisés au moins dans les angles saillants et rentrant des maçonneries, ainsi que de part et d'autre des joints de fractionnement du bâtiment* ».

La liaison entre chaînages horizontaux et verticaux doit faire l'objet d'une attention particulière : ancrage des armatures par retour d'équerre, recouvrement des armatures assurant une continuité.
Les armatures des divers chaînages doivent faire l'objet de liaisons efficaces (recouvrement, ancrage, etc.), notamment dans les angles du bâtiment.

Mesures d'accompagnement : D'autres mesures permettent de rigidifier la structure :
- la réalisation d'un soubassement « monobloc » (préférer les sous-sols complets aux sous-sols partiels, les radiers ou les planchers sur vide sanitaire, plutôt que les dallages sur terre-plein) ;
- la réalisation de linteaux au-dessus des ouvertures.

Fiche n°3

RÉALISATION D'UNE CEINTURE ÉTANCHE AUTOUR DU BÂTIMENT

Problème à résoudre : Les désordres aux constructions résultent notamment des fortes différences de teneur en eau existant entre le sol situé sous le bâtiment qui est à l'équilibre hydrique (terrains non exposés à l'évaporation, qui constituent également le sol d'assise de la structure) et le sol situé aux alentours qui est soumis à évaporation saisonnière. Il en résulte des variations de teneur en eau importantes et brutales, au droit des fondations.

Descriptif du dispositif : Le dispositif proposé consiste à entourer le bâti d'un système étanche le plus large possible (minimum 1,50 m), protégeant ainsi sa périphérie immédiate de l'évaporation et éloignant du pied des façades les eaux de ruissellement.

Champ d'application : concerne sans restriction tout type de bâtiment, d'habitation ou d'activités.

Schéma de principe



Conditions de mise en œuvre : L'étanchéité pourra être assurée, soit :

- par la réalisation d'un trottoir périphérique (selon les possibilités en fonction de l'implantation du bâtiment et de la mitoyenneté), en béton ou tout autre matériau présentant une étanchéité suffisante ;
- par la mise en place sous la terre végétale d'une géomembrane enterrée, dans les cas notamment où un revêtement superficiel étanche n'est pas réalisable (en particulier dans les terrains en pente). La géomembrane doit être raccordée aux façades par un système de couvre-joint, et être protégée par une couche de forme sur laquelle peut être mis en œuvre un revêtement adapté à l'environnement (pavés, etc).

Une légère pente doit être donnée au dispositif, de façon à éloigner les eaux du bâtiment, l'idéal étant que ces eaux soient reprises par un réseau d'évacuation étanche.

⚠ Pour être pleinement efficace, le dispositif d'étanchéité doit être mis en œuvre sur la totalité du pourtour de la construction. Une difficulté peut se poser lorsque l'une des façades est située en limite de propriété (nécessitant un accord avec le propriétaire mitoyen). Le non-respect de ce principe est de nature à favoriser les désordres.

Mesures d'accompagnement : Les eaux de toitures seront collectées dans des ouvrages étanches et évacués loin du bâtiment *[cf. fiche n°6]*.

À défaut de la mise en place d'un dispositif étanche en périphérie immédiate du bâtiment, les eaux de ruissellement pourront être éloignées des façades (aussi loin que possible), par des contre-pentes.

Fiche n°4

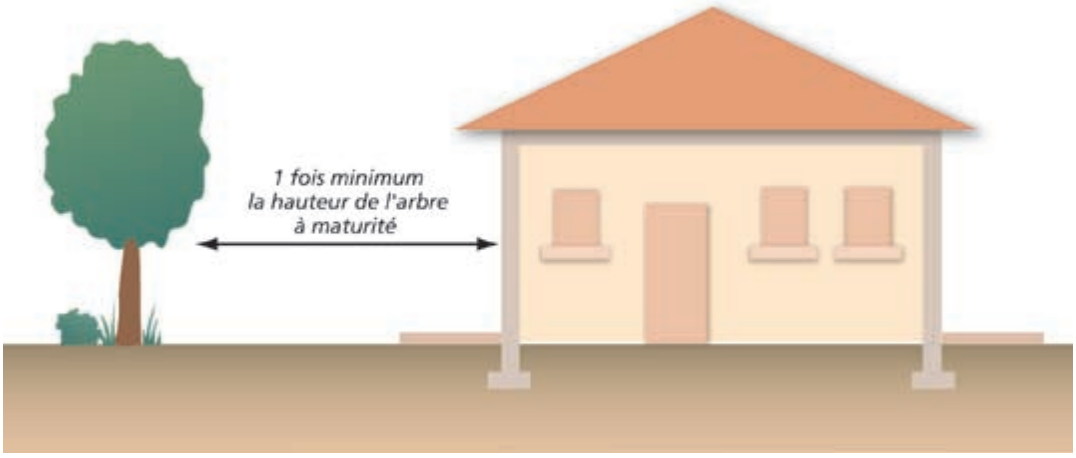
ÉLOIGNEMENT DE LA VÉGÉTATION DU BÂTI

Problème à résoudre : Empêcher le sol de fondation d'être soumis à d'importantes et brutales variations de teneur en eau. Les racines des végétaux soutirant l'eau du sol et induisant ainsi des mouvements préjudiciables au bâtiment, il convient d'extraire le bâti de la zone d'influence de la végétation présente à ses abords (arbres et arbustes).

Descriptif du dispositif : La technique consiste à abattre les arbres isolés situés à une distance inférieure à une fois leur hauteur à maturité par rapport à l'emprise de la construction (une fois et demi dans le cas de rideaux d'arbres ou d'arbustes). Un élagage régulier et sévère, permettant de minimiser la capacité d'évaporation des arbres et donc de réduire significativement leurs prélèvements en eau dans le sol, peut constituer une alternative à l'abattage. Attention, l'abattage des arbres est néanmoins également susceptible de générer un gonflement du fait d'une augmentation de la teneur en eau des sols qui va en résulter ; il est donc préférable de privilégier un élagage régulier de la végétation concernée.

Champ d'application : Concerne tout type de bâtiment d'habitation ou d'activités situé à une distance d'arbres isolés inférieure à 1 fois leur hauteur à maturité (une fois et demi dans le cas de rideaux d'arbres ou d'arbustes). Bien que certaines essences aient un impact plus important que d'autres, il est difficile de limiter cette mesure à ces espèces, car ce serait faire abstraction de critères liés à la nature du sol. De plus, il faut se garder de sous-estimer l'influence de la végétation arbustive, qui devra également, en site sensible, être tenue éloignée du bâti.

Schéma de principe



Suite page suivante

Fiche n°4

ÉLOIGNEMENT DE LA VÉGÉTATION DU BÂTI



Précautions de mise en œuvre : L'abattage des arbres situés à faible distance de la construction ne constitue une mesure efficace que si leurs racines n'ont pas atteint le sol sous les fondations. Dans le cas contraire, un risque de soulèvement n'est pas à exclure.
Si aucune action d'éloignement de la végétation (ou l'absence d'un écran anti-racines – *[cf. Fiche n°5]*) n'est mise en œuvre ceci pourra être compensé par l'apport d'eau en quantité suffisante aux arbres concernés par arrosage. Mais cette action sera imparfaite, notamment par le fait qu'elle pourrait provoquer un ramollissement du sol d'assise du bâtiment.

⚠ **Mesure altérnative :** Mise en place d'un écran anti-racines pour les arbres isolés situés à moins de une fois leur hauteur à maturité par rapport à l'emprise de la construction (une fois et demi dans le cas de rideaux d'arbres ou d'arbustes). *[cf. fiche n°5]*

À destination des projets nouveaux : Si des arbres existent à proximité de l'emprise projetée du bâtiment, il convient de tenir compte de leur influence potentielle à l'occasion tout particulièrement d'une sécheresse ou de leur éventuelle disparition future, à savoir selon le cas :

- tenter autant que possible d'implanter le bâti à l'extérieur de leur « champ d'action » (on considère dans le cas général que le domaine d'influence est de une fois la hauteur de l'arbre à l'âge adulte pour des arbres isolés, une fois et demi cette hauteur dans le cas de rideaux d'arbres ou d'arbustes) ;
- tenter d'abattre les arbres gênants le plus en amont possible du début des travaux (de façon à permettre un rétablissement des conditions « naturelles » de teneur en eau du sous-sol) ;
- descendre les fondations au-dessous de la cote à laquelle les racines n'influent plus sur les variations de teneur en eau (de l'ordre de 4 m à 5 m maximum).

Si des plantations sont projetées, on cherchera à respecter une distance minimale équivalente à une fois la hauteur à maturité de l'arbre entre celui-ci et la construction. A défaut, on envisagera la mise en place d'un écran anti-racines.

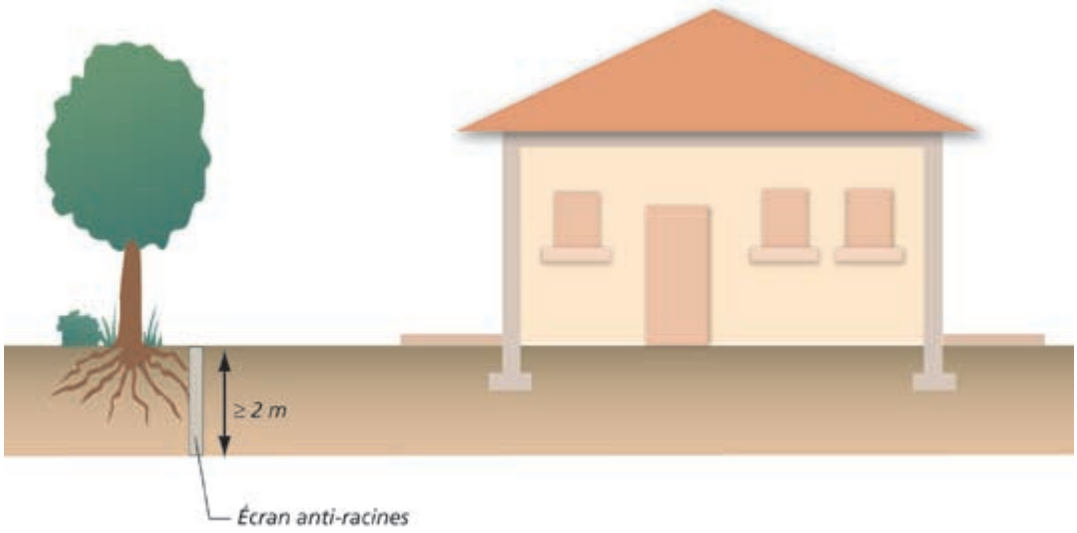
Fiche n°5 — CRÉATION D'UN ÉCRAN ANTI-RACINES

Problème à résoudre : Empêcher le sol de fondation d'être soumis à d'importantes et brutales variations de teneur en eau. Les racines des végétaux soutirant l'eau du sol et induisant ainsi des mouvements préjudiciables au bâtiment, il convient d'extraire le bâti de la zone d'influence de la végétation présente à ses abords.

Descriptif du dispositif : La technique consiste à mettre en place, le long des façades concernées, un écran s'opposant aux racines, d'une profondeur supérieure à celle du système racinaire des arbres présents (avec une profondeur minimale de 2 m). Ce dispositif est constitué en général d'un écran rigide (matériau traité au ciment), associé à une géomembrane (le long de laquelle des herbicides sont injectés), mis en place verticalement dans une tranchée.

Champ d'application : Concerne tout type de bâtiment d'habitation ou d'activités situé à une distance d'arbres isolés inférieure à une fois leur hauteur à maturité.

Schéma de principe



Précautions de mise en œuvre : L'écran anti-racines doit pouvoir présenter des garanties de pérennité suffisantes, notamment vis-à-vis de l'étanchéité et de la résistance. Un soin particulier doit être porté sur les matériaux utilisés (caractéristiques de la géomembrane, etc). L'appel à un professionnel peut s'avérer nécessaire pour ce point, voire également pour la réalisation du dispositif.

⚠ **Mesure alternative :** Abattage des arbres isolés situés à une distance inférieure à une fois leur hauteur à maturité, par rapport à l'emprise de la construction (une fois et demi dans le cas de rideaux d'arbres ou d'arbustes). *[Voir fiche n°4]*

Fiche n°6

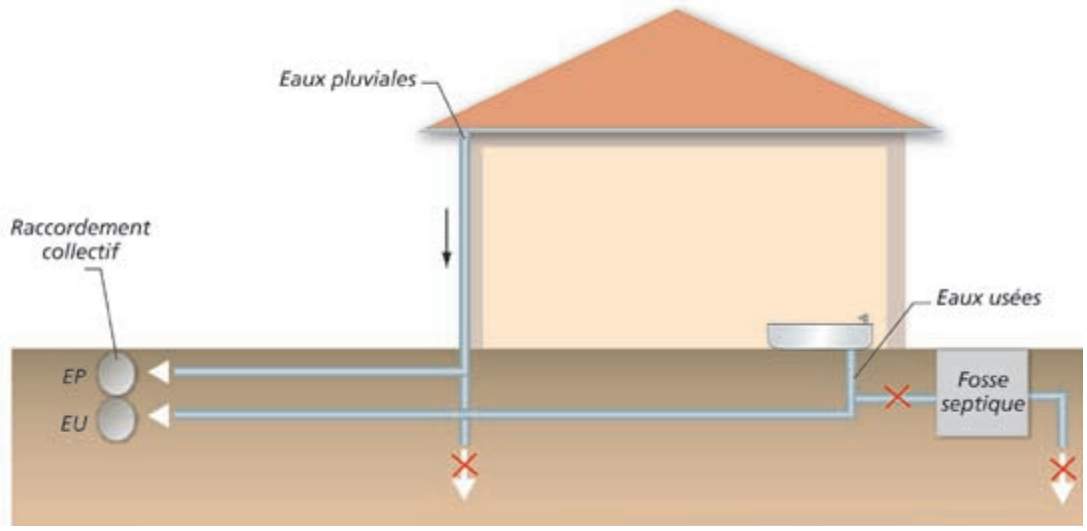
RACCORDEMENT DES RÉSEAUX D'EAUX AU RÉSEAU COLLECTIF

Problème à résoudre : De façon à éviter les variations localisées d'humidité, il convient de privilégier le rejet des eaux pluviales – EP - (ruissellement de toitures, terrasses, etc.) et des eaux usées – EU - dans les réseaux collectifs (lorsque ceux-ci existent). La ré-infiltration in situ des EP et des EU conduit à ré-injecter dans le premier cas des volumes d'eau potentiellement importants et de façon ponctuelle, dans le second cas des volumes limités mais de façon « chronique ».

Descriptif du dispositif : Il vise, lorsque l'assainissement s'effectue de façon autonome, à débrancher les filières existantes (puits perdu, fosse septique + champ d'épandage, etc.) et à diriger les flux à traiter jusqu'au réseau collectif (« tout à l'égout » ou réseau séparatif).

Champ d'application : Concerne tout type de bâtiment d'habitation ou d'activités assaini de façon individuelle avec ré-infiltration in situ (les filières avec rejet au milieu hydraulique superficiel ne sont pas concernées), et situé à distance raisonnable (c'est-à-dire économiquement acceptable) du réseau collectif.

Schéma de principe



Conditions de mise en œuvre : Le raccordement au réseau collectif doit être privilégié, sans préjudice des directives sanitaires en vigueur.
Le raccordement nécessite l'accord préalable du gestionnaire de réseau. Le branchement à un réseau collectif d'assainissement implique pour le particulier d'être assujetti à une redevance d'assainissement comprenant une part variable (assise sur le volume d'eau potable consommé) et le cas échéant une partie fixe.

⚠ **Mesure alternative :** En l'absence de réseau collectif dans l'environnement proche du bâti et du nécessaire maintien de l'assainissement autonome, il convient de respecter une distance d'une quinzaine de mètres entre le bâtiment et le(s) point(s) de rejet (à examiner avec l'autorité responsable de l'assainissement).

Fiche n°7

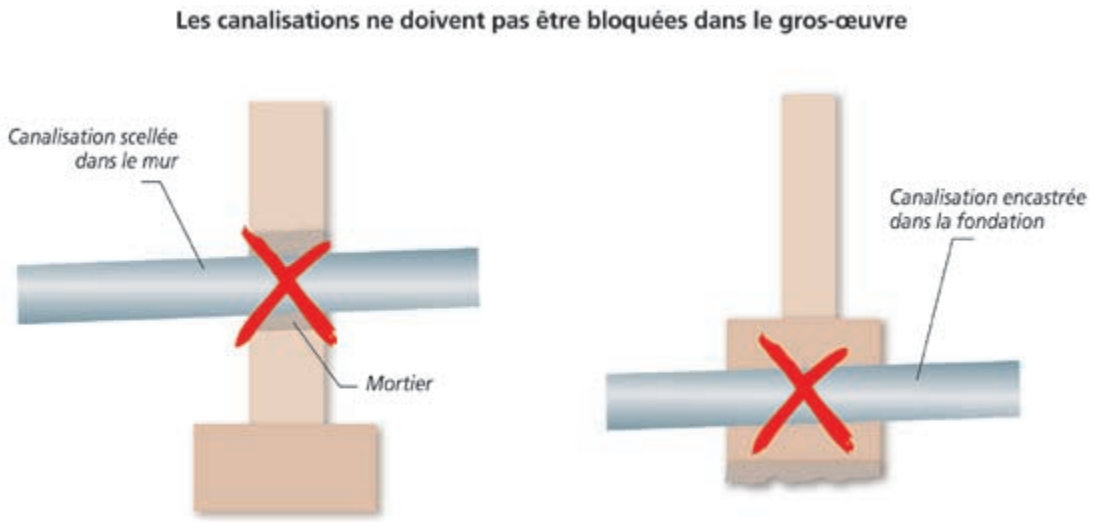
ÉTANCHÉIFICATION DES CANALISATIONS ENTERRÉES

Problème à résoudre : De façon à éviter les variations localisées d'humidité, il convient de s'assurer de l'absence de fuites au niveau des réseaux souterrains « humides ». Ces fuites peuvent résulter des mouvements différentiels du sous-sol occasionnés par le phénomène.

Descriptif du dispositif : Le principe consiste à étanchéifier l'ensemble des canalisations d'évacuation enterrées (eaux pluviales, eaux usées). Leur tracé et leur conception seront en outre étudiés de façon à minimiser le risque de rupture.

Champ d'application : Concerne tout type de bâtiment d'habitation ou d'activités, assaini de façon individuelle ou collective.

Schéma de principe



Conditions de mise en œuvre : Les canalisations seront réalisées avec des matériaux non fragiles (c'est-à-dire susceptibles de subir des déformations sans rupture). Elles seront aussi flexibles que possibles, de façon à supporter sans dommage les mouvements du sol.
L'étanchéité des différents réseaux sera assurée par la mise en place notamment de joints souples au niveau des raccordements.
De façon à ce que les mouvements subis par le bâti ne se « transmettent » pas aux réseaux, on s'assurera que les canalisations ne soient pas bloquées dans le gros œuvre, aux points d'entrée dans le bâti.
Les entrées et sorties des canalisations du bâtiment s'effectueront autant que possible perpendiculairement par rapport aux murs (tout du moins avec un angle aussi proche que possible de l'angle droit).

Mesures d'accompagnement : Autant que faire se peut, on évitera de faire longer le bâtiment par les canalisations de façon à limiter l'impact des fuites occasionnées, en cas de rupture, sur les structures proches.
Il est souhaitable de réaliser de façon régulière des essais d'étanchéité de l'ensemble des réseaux « humides ».

Fiche n°8

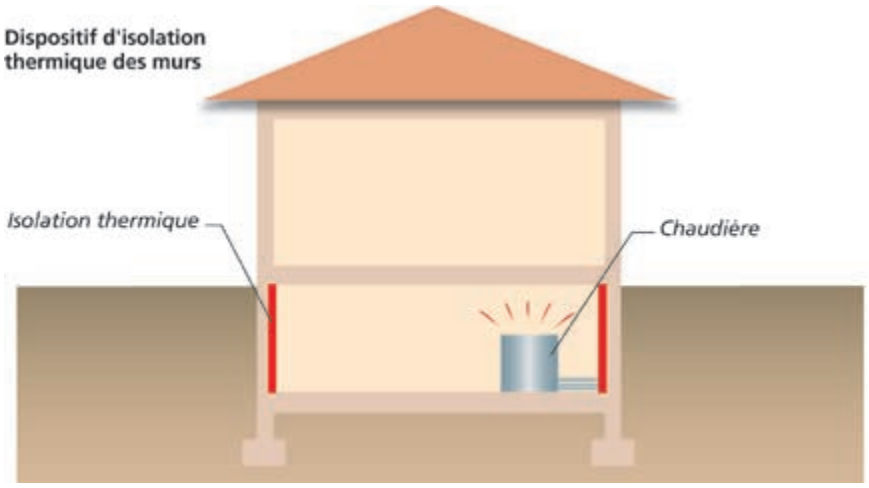
LIMITER LES CONSÉQUENCES D'UNE SOURCE DE CHALEUR EN SOUS-SOL

Problème à résoudre : La présence dans le sous-sol d'un bâtiment d'une source de chaleur importante, en particulier d'une chaudière, est susceptible de renforcer les variations localisées d'humidité dans la partie supérieure du terrain. Elles sont d'autant plus préjudiciables qu'elles s'effectuent au contact immédiat des structures.

Descriptif du dispositif : La mesure consiste à prévoir un dispositif spécifique d'isolation thermique des murs se trouvant à proximité de la source de chaleur (limitation des échanges thermiques).

Champ d'application : Concerne tous les murs de la pièce accueillant la source de chaleur, ainsi que toutes parties de la sous-structure du bâtiment au contact de canalisations « chaudes ».

Schéma de principe



Conditions de mise en œuvre : Dans l'Union Européenne, les produits d'isolation thermique pour la construction doivent posséder la marque CE depuis mars 2003 et respecter les normes EN 13162 à EN 13171 (selon leur nature). Il pourra s'agir de produits standards de type polystyrène ou laine minérale.

Remarque : La loi de finances pour 2005 a créé un crédit d'impôt dédié au développement durable et aux économies d'énergie. Destinée à renforcer le caractère incitatif du dispositif fiscal en faveur des équipements de l'habitation principale, cette mesure est désormais ciblée sur les équipements les plus performants au plan énergétique, ainsi que sur les équipements utilisant les énergies renouvelables. Le crédit d'impôt concerne les dépenses d'acquisition de certains équipements fournis par les entreprises ayant réalisé les travaux et faisant l'objet d'une facture, dans les conditions précisées à l'article 90 de la loi de finances pour 2005 et à l'article 83 de la loi de finances pour 2006 : **http://www.industrie.gouv.fr/energie/developp/econo/textes/credit-impot-2005.htm**

Cela concerne notamment **l'acquisition de matériaux d'isolation thermique des parois opaques** (planchers bas sur sous-sol, sur vide sanitaire ou sur passage ouvert, avec résistance thermique R ≥ 2,4 $M^2 °K/W$). Pour choisir un produit isolant, il est important de connaître sa résistance thermique «R» (aptitude d'un matériau à ralentir la propagation de l'énergie qui le traverse). Elle figure obligatoirement sur le produit. Plus «R» est important plus le produit est isolant.

Pour ces matériaux d'isolation thermique, le taux du crédit d'impôt est de **25 %**. Ce taux est porté à **40 %** à la double condition que ces équipements soient installés dans un logement achevé avant le 1/01/1977 et que leur installation soit réalisée au plus tard le 31 décembre de la 2e année qui suit celle de l'acquisition du logement.

Fiche n°9

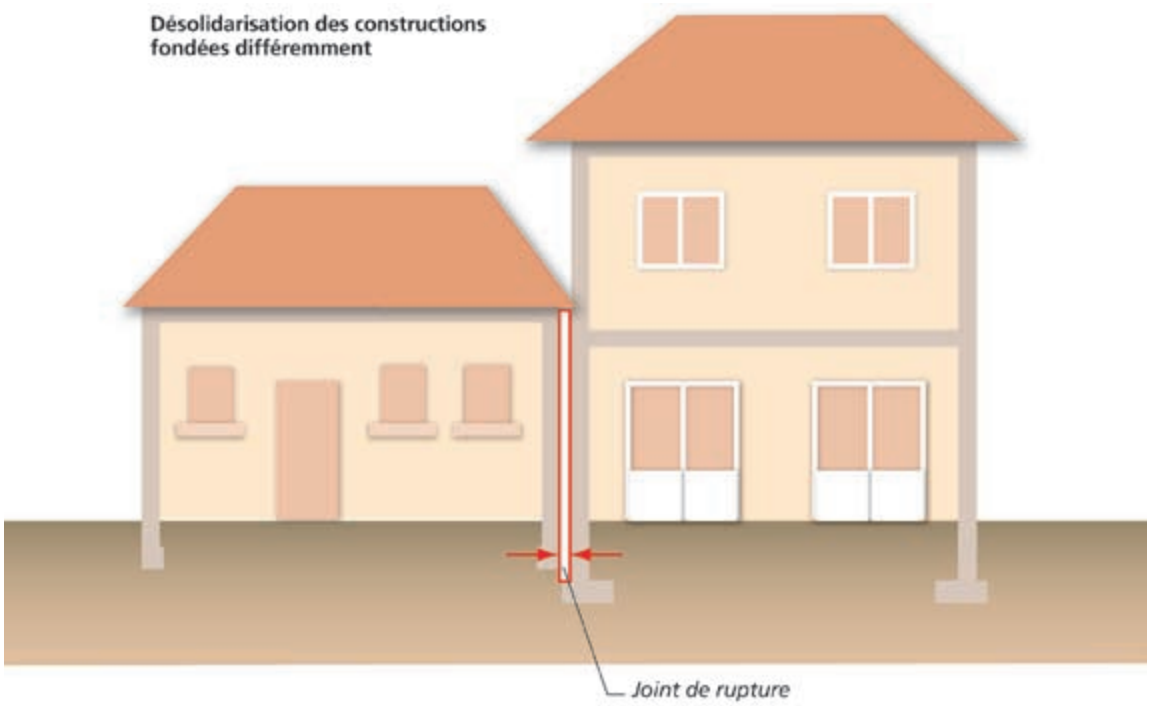
DÉSOLIDARISER LES DIFFÉRENTS ÉLÉMENTS DE STRUCTURE

Problème à résoudre : Deux parties de bâtiments accolés et fondés différemment peuvent subir des mouvements d'ampleur variable. Il convient de ce fait de désolidariser ces structures, afin que les sollicitations du sous-sol ne se transmettent pas entre elles et ainsi à autoriser des mouvements différentiels.

Descriptif du dispositif : Il s'agit de désolidariser les parties de construction fondées différemment (ou exerçant des charges variables sur le sous-sol), par la mise en place d'un joint de rupture (élastomère) sur toute la hauteur du bâtiment (y compris les fondations).

Champ d'application : Concerne tous les bâtiments d'habitation ou d'activités présentant des éléments de structures fondés différemment (niveau d'assise, type de fondation) ou caractérisés par des descentes de charges différentes. Sont également concernées les extensions de bâtiments existants (pièce d'habitation, garage, etc.).

Schéma de principe



Conditions de mise en œuvre : Il est indispensable de prolonger le joint sur toute la hauteur du bâtiment.

À destination du bâti existant : La pose d'un joint de rupture sur un bâtiment existant constitue une mesure techniquement envisageable. Mais elle peut nécessiter des modifications importantes de la structure et s'avérer ainsi très délicate (les fondations étant également concernées par cette opération).
La mesure doit systématiquement être mise en œuvre dans le cadre des projets d'extension du bâti existant.

Fiche n°10

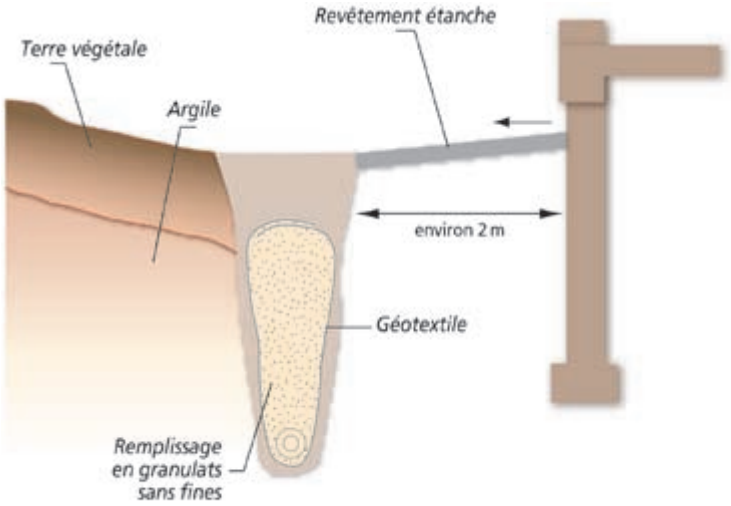
RÉALISATION D'UN DISPOSITIF DE DRAINAGE

Problème à résoudre : Les apports d'eau provenant des terrains environnants (eaux de ruissellement superficiel ou circulations souterraines), contribuent au phénomène en accroissant les variations localisées d'humidité. La collecte et l'évacuation de ces apports permettent de minimiser les mouvements différentiels du sous-sol.

Descriptif du dispositif : Le dispositif consiste en un réseau de drains (ou tranchées drainantes) ceinturant la construction ou, dans les terrains en pente, disposés en amont de celle-ci. Les volumes collectés sont dirigés aussi loin que possible de l'habitation.

Champ d'application : Concerne sans restriction tout type de bâtiment d'habitation ou d'activités.

Schéma de principe



Conditions de mise en œuvre : Le réseau est constitué de tranchées remplies d'éléments grossiers (protégés du terrain par un géotextile), avec en fond de fouille une canalisation de collecte et d'évacuation (de type « drain routier ») répondant à une exigence de résistance à l'écrasement.
Idéalement, les tranchées descendent à une profondeur supérieure à celle des fondations de la construction, et sont disposées à une distance minimale de 2 m du bâtiment. Ces précautions sont nécessaires afin d'éviter tout impact du drainage sur les fondations.

Les règles de réalisation des drains sont données par le DTU 20.1.

⚠ En fonction des caractéristiques du terrain, la nécessité de descendre les drains au-delà du niveau de fondation de la construction peut se heurter à l'impossibilité d'évacuer gravitairement les eaux collectées. La mise en place d'une pompe de relevage peut permettre de lever cet obstacle.

Mesure d'accompagnement : Ce dispositif de drainage complète la mesure détaillée dans la fiche n°3 (mise en place d'une ceinture étanche en périphérie du bâtiment) de façon à soustraire les fondations de la construction aux eaux de ruissellement et aux circulations souterraines.

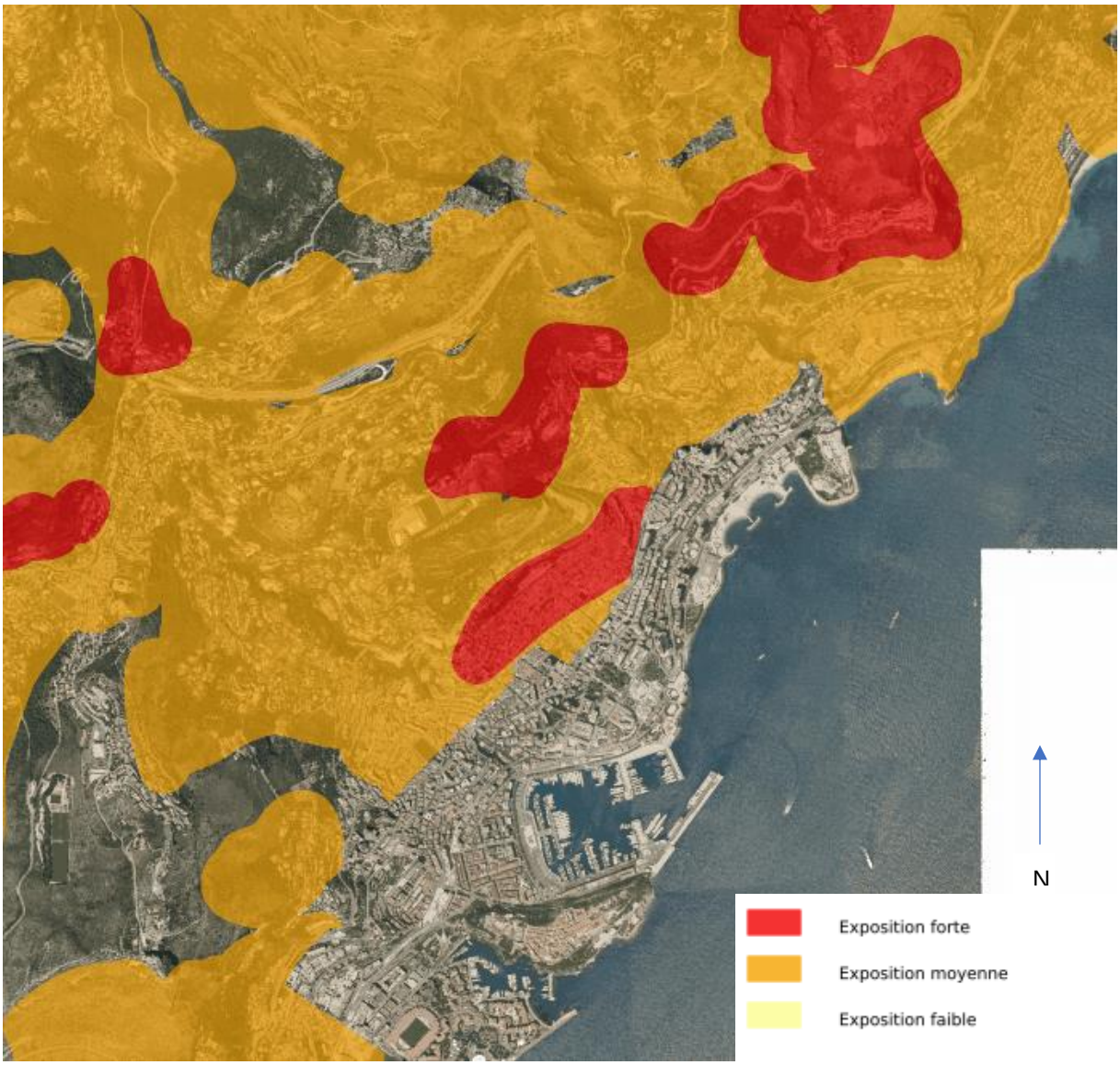
Conception et réalisation : **Oréade Conseil** [38420 Domène] et **Graphies** [38240 Meylan] - Impression : **Imprimerie du Pont-de-Claix** [38640 Claix]

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE,
DU DÉVELOPPEMENT
ET DE L'AMÉNAGEMENT
DURABLES

Direction de la Prévention des pollutions et des risques - Sous-direction de la Prévention des risques majeurs
20, avenue de Ségur, 75302 Paris 07 SP - http://www.ecologie.gouv.fr - http://www.prim.net

CARTE D'ALEAS RETRAIT-GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX



ORRM
OBSERVATOIRE RÉGIONAL DES RISQUES MAJEURS EN PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR



Gestion et prévention du risque mouvements de terrain lié à la présence de gypse en PACA

GUIDE à l'usage des MAIRES

2016

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
PROVENCE ALPES-CÔTE D'AZUR

Région Provence Alpes Côte d'Azur



Le mot de l'Observatoire

L'Observatoire Régional des Risques Majeurs en Provence Alpes Côte d'Azur propose, en partenariat avec La DREAL, la Région et le BRGM, un guide à l'usage des collectivités sur la gestion et la prévention du risque mouvements de terrain lié à la présence de gypse en PACA.

Il répond à l'objectif d'accompagnement des collectivités pour gérer le risque lié aux terrains gypseux inscrit dans la stratégie régionale de prévention des risques naturels et hydrauliques sur la période 2015-2018 et dans le cadre régional d'action spécifique aux risques d'effondrements et de glissements de terrain liés aux cavités souterraines validés par le Préfet de région en 2015.

En effet, notre région est concernée par ce type de phénomène du fait d'une géologie complexe et ceci génère des risques en raison d'une urbanisation importante en surface.

Les particularités du gypse font que les mouvements de terrain qu'il peut générer (effondrement notamment appelés plus communément fontis), sont difficiles à prévenir et à gérer car :

- Le gypse est une roche soluble
- Sa vitesse de dissolution dans les formations qui le renferment en PACA est mal connue
- Il est très difficile de le localiser précisément en sous-sol et de connaître son emprise en surface

Cet ouvrage se concentre principalement sur la problématique liée à la dissolution du gypse en sous-sol et à la formation de cavités dites naturelles, mais le problème des cavités anthropiques liées à d'anciennes exploitations de gypses en souterrain (utilisées pour la fabrication du plâtre) sera également abordé.

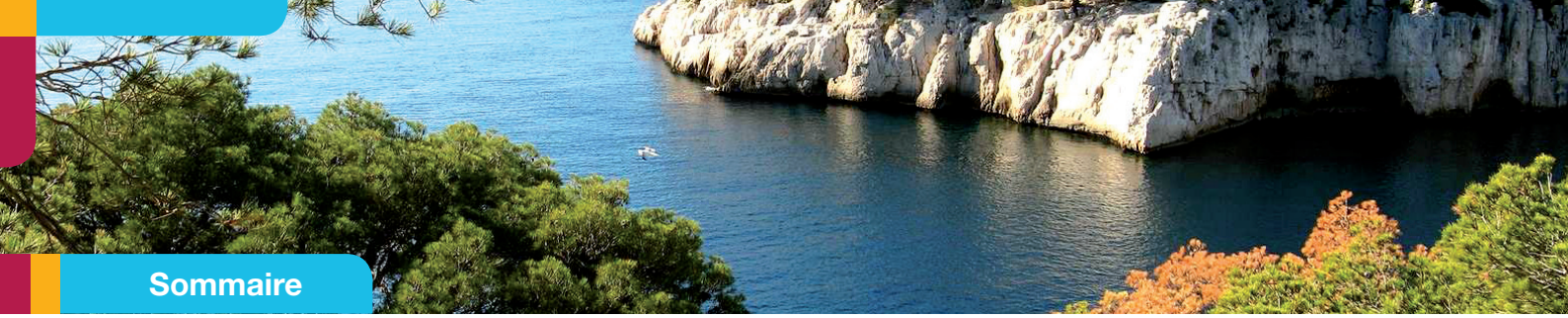
Un guide numérique plus complet est à disposition sur le site Internet de L'Observatoire Régional des Risques Majeurs en PACA à l'adresse: http://observatoire-regional-risques-paca.fr/, ainsi que le fichier pdf du présent guide.

Qu'est-ce que l'ORRM PACA ?

Parce que la région Provence Alpes Côte d'Azur est particulièrement exposée aux risques majeurs, un Observatoire Régional sur les Risques Majeurs a été créé pour répondre à la nécessité de partager des données et de mobiliser le réseau régional des acteurs en charge de la geston et de la prise en compte des risques. Pour inciter les citoyens à être acteurs de leur prévention, un portail régional permettant un accès unique à l'ensemble de l'information préventive, des initiatives locales et des démarches réglementaires s'est avéré nécessaire.

L'Observatoire a pour objectif de donner une vision partagée au service de l'action.

http://observatoire-regional-risques-paca.fr/



Sommaire

Le mot de l'Observatoire..... 3

Sommaire..... 4

Les actions du Maire en cas d'événement de type effondrement / glissement de terrain lié à la présence de gypse en sous-sol..... 5

I. Quels risques sont associés à la présence de gypse en sous-sol ?..... 6

I.1. Le gypse dans un contexte naturel, un phénomène régional..... 6
I.2. Le gypse dans un contexte anthropique, un phénomène ponctuel..... 9
I.3. Les dommages possibles en surface..... 12

II. Ma commune est-elle concernée, comment le savoir ?..... 14

II.1. Les indices à repérer..... 14
II.2. Où trouver les informations ?..... 15
II.3. Quels moyens d'investigations ?..... 18

III. Ma commune est concernée, quoi faire ?..... 21

III.1. Comment évaluer le risque..... 21
III.2. Les responsabilités..... 23
III.3. La gestion du risque : les actions..... 27
III.4. La gestion du risque : les outils et moyens techniques..... 32
III.5. La gestion du risque : les outils financiers..... 34

Bibliographie..... 36

Glossaire..... 37

LES ACTIONS DU MAIRE

en cas d'événement de type effondrement / glissement de terrain
lié à la présence de gypse en sous-sol



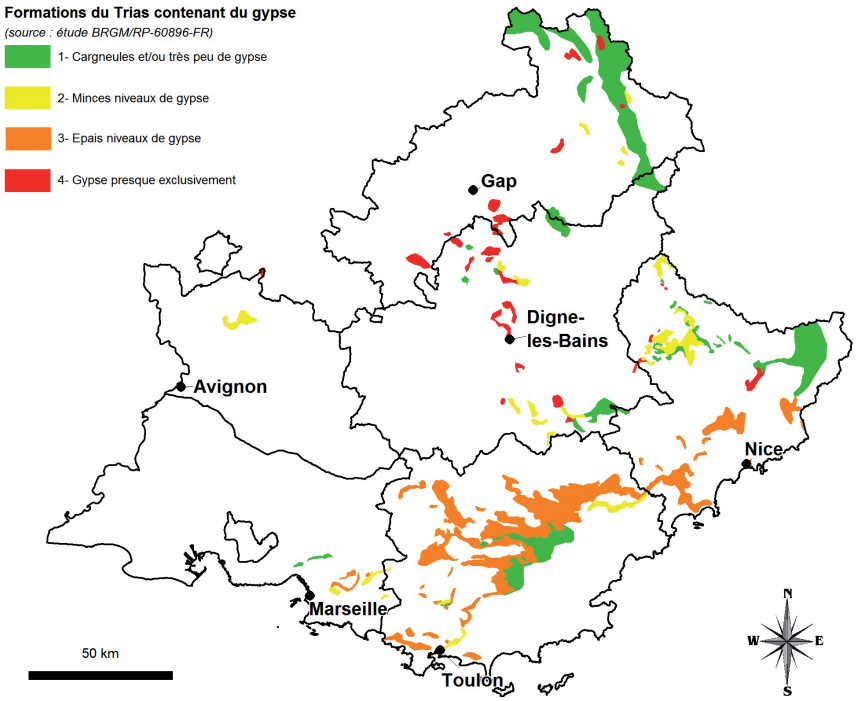


I. Quels risques sont associés à la présence de gypse en sous-sol ?

I.1. Le gypse dans un contexte naturel, un phénomène régional

Le gypse est une roche tendre et soluble.

La région Provence-Alpes-Côte d'Azur présente une géologie complexe. Certaines lithologies possèdent des caractéristiques favorisant l'apparition des mouvements de terrain (fontis, effondrement, glissements de terrain). C'est le cas des formations contenant du gypse. Le gypse est une roche tendre et soluble. Une dissolution de gypse continue, sans être nécessairement massive, peut engendrer la création de vides souterrains qui peuvent conduire à des désordres fréquents en surface (effondrements, affaissements). Les instabilités gravitaires liées à sa présence peuvent survenir brutalement et causer des dommages conséquents.



Carte simplifiée des formations contenant du Gypse en région PACA © BRGM

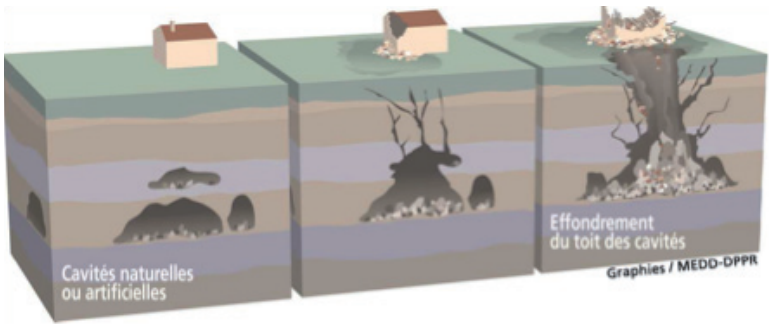
Intervention de Nancy Spinousa, chef du Service Risques Naturels Majeurs Direction de l'Aménagement et de l'Habitat, Région Provence-Alpes-Côte d'Azur

La Région a voulu que soit conduite une étude régionale sur la susceptibilité au risque d'effondrement dû à la présence naturelle de gypse et à la fragilité particulière de cet élément. La conclusion est claire, l'ensemble du territoire régional est concerné avec une plus grande fragilité dans les départements du Var et des Alpes-Maritimes.

C'est l'appel à la solidarité régionale par des Maires désemparés face aux conséquences du phénomène qui frappe le plus et à motivé la Région à apporter son soutien financier aux communes mais aussi à agir avec ses partenaires pour améliorer la connaissance et informer les Maires.

Les terrains gypseux doivent donc faire l'objet d'une attention particulière car les instabilités qu'ils génèrent sont des menaces permanentes pour la sécurité des personnes et des biens. Les cavités souterraines liées au gypse peuvent se différencier en premier lieu par leur origine : naturelle ou anthropique.

Les cavités naturelles présentent des aspects variables liés à la différence de solubilité des matériaux, mais aussi à leurs différences de comportement mécanique. Elles peuvent ensuite donner naissance à des affaissements ou des effondrements en surface, ainsi qu'à des glissements le long des versants.



Schématisation du risque cavités souterraines © MEDDE

Affaissements

Ce sont des dépressions topographiques en forme de cuvette plus ou moins profonde dues au fléchissement lent et progressif des terrains de couverture, sans fractures ouvertes périphériques, consécutives à l'évolution d'une cavité souterraine. Il s'agit d'une déformation souple sans rupture qui peut endommager gravement les habitations exposées sans mettre véritablement en péril la sécurité des personnes.

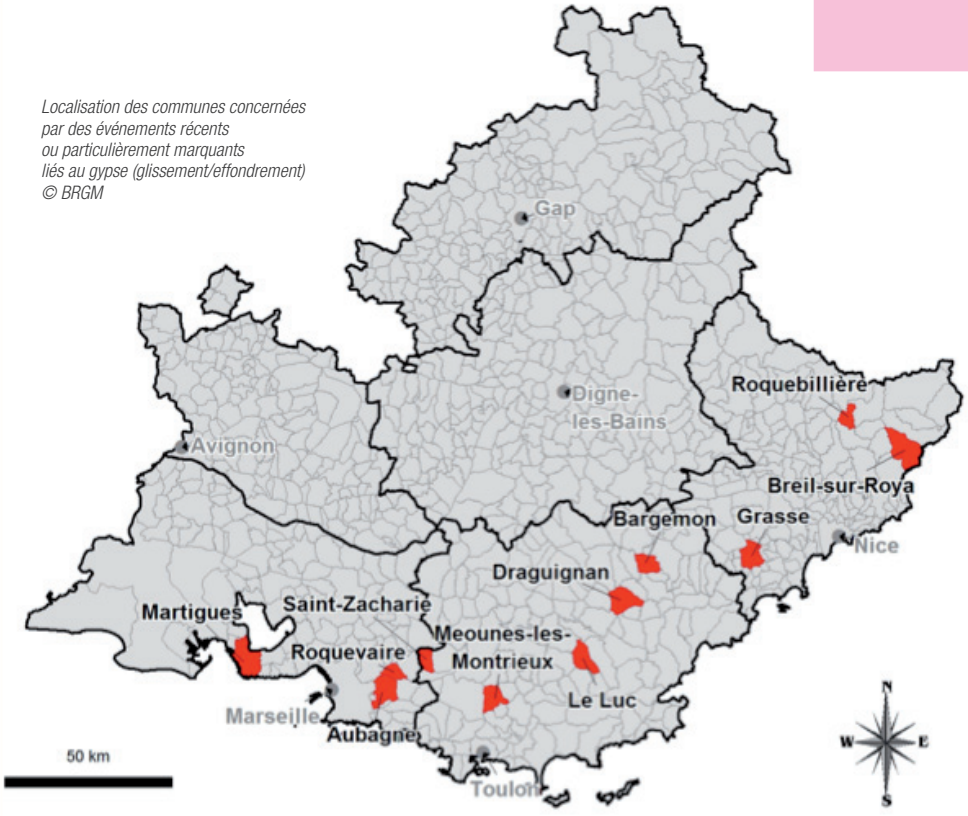


Dépression d'une vingtaine de mètres de diamètre due à l'effondrement du toit d'une cavité souterraine, observation à Chateaudouble (Var - 83) © BRGM

Les événements récents en PACA

- Effondrement du Luc-en-Provence : Var-83 (8 octobre 2014)
- Effondrement à Roquevaire : Bouches-du-Rhône – 13 (24 octobre 2005)
- Déstabilisation du centre-ville de Bargemon : Var - 83 (depuis années 1990)
- Effondrement de Peyrui à Bargemon : Var - 83 (22 août 1992)
- Déstabilisation du centre-ville de Breil-sur-Roya : Alpes-Maritimes – 06 (depuis 1980)
- Glissement de Roquebillière : Alpes-Maritimes – 06 (1926)

Localisation des communes concernées par des événements récents ou particulièrement marquants liés au gypse (glissement/effondrement) © BRGM



Effondrement localisé ou fontis

C'est un phénomène affectant brutalement la surface en créant un entonnoir ou un cratère pseudo-circulaire, dont le diamètre et la profondeur peuvent varier de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres (diamètre inférieur à 50 m, occasionnellement 100 m) selon la géométrie des cavités, la nature, l'épaisseur et la capacité de foisonnement des terrains de recouvrement, et du caractère aquifère ou non de ces terrains.

Intervention de Ghislaine Verrhiest-Leblanc, Chef de l'Unité Risques Naturels Majeurs, Service de Prévention des Risques – Unité des Risques Naturels Majeurs à la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagent et du Logement (DREAL PACA)

La DREAL PACA anime la politique de prévention des risques naturels au niveau régional et accompagne les acteurs locaux dans la mise en oeuvre des actions de prévention. Elle contribue et assure le suivi de la mise en oeuvre de la stratégie régionale de prévention des risques naturels et hydrauliques et des cadres d'actions associés. Dans ce cadre, nous intervenons en tant que financeur notamment au travers de l'amélioration de la connaissance, de la diffusion de cette connaissance et de l'information du public. Nous intervenons également en tant que gestionnaire du Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs (dit Fonds Barnier) qui peut être mobilisé, d'une part, pour l'acquisition de biens sinistrés, d'autre part, pour le financement des études et des travaux de confortement ou de recherche de cavités.
L'appui de la DREAL n'est pas direct aux communes, il se fait par l'intermédiaire de la Direction départementale des territoires (et de la Mer), soit pour la délégation des enveloppes nécessaires au financement des travaux, à l'acquisition de biens ou encore pour la recherche de cavités.
La DREAL peut apporter un appui technique ponctuel aux DDT(M) sur des questions relatives, soit au financement, soit à l'organisation des opérations à mettre en œuvre afin de préciser l'aléa ou afin de mettre en œuvre des solutions de confortement.

La DREAL veille à avoir une vision globale du problème soulevé par la dissolution du gypse afin d'apporter des réponses globales plus efficaces et essayer d'éviter de traiter au coup par coup des problèmes ponctuels qui, sans prise en compte des effets que tel ou tel confortement peut avoir sur l'ensemble de la zone considérée, peuvent reporter les dommages sur un autre secteur (modification, notamment, de circulations d'eau souterraine par effet de barrage dû à des reprises en sous-œuvre des fondation de bâtiment impacté).



Effondrement du Luc-en-Provence – (Var – 83) © BRGM

Effondrements généralisés

Ces phénomènes sont spécifiques des carrières ou mines souterraines exploitées par chambres et piliers. Beaucoup plus rares que les fontis, les effondrements généralisés traduisent toujours une stabilité générale insuffisante des cavités et peuvent affecter tout type d'exploitation, en cours ou abandonnée.

C'est un abaissement à la fois violent et spontané de la surface consécutif à une rupture des terrains surincombants, qui forme un cratère d'étendue et de profondeur plus ou moins importantes et limité par des fractures sub-verticales. Suivant les dimensions de l'exploitation, la surface effondrée peut atteindre plusieurs hectares et la hauteur affaissée plusieurs mètres si l'ouverture exploitée de la couche est suffisante : elle atteint généralement la moitié ou le tiers de l'épaisseur de la couche exploitée (ouverture).

Glissements de terrain

La présence de gypse dans un versant accentue son instabilité naturelle liée à la pente, la gravité et à la circulation de l'eau sur le talus, qui peut se traduire par des glissements de terrain.



Grandes déformations de la route à l'aplomb d'une carrière de gypse ayant très probablement subi un effondrement généralisé à Aubagne (Bouches-du-Rhône – 13)



Glissement de la Roquebilière en 1926 (Alpes-Maritimes – 06)

I.2. Le gypse dans un contexte anthropique, un phénomène ponctuel

Le gypse est exploité pour la fabrication du plâtre. Les différents types d'exploitation rencontrés sont les exploitations par galeries par chambres et piliers et par puits.

Généralités

Les exploitations souterraines de gypse se situent dans les zones favorables à son exploitation, c'est à dire dans des couches géologiques ou la quantité de gypse est suffisamment importante pour justifier de creuser des galeries et à des profondeurs « raisonnables» (quelques dizaines de mètres tout au plus) afin de ne pas grever les coûts de l'extraction de ce matériau de manière prohibitive car sa valeur économique n'est pas très importante.

Les exploitations souterraines sont aujourd'hui rares et la plupart des anciennes exploitations souterraines ont été abandonnées, quelques-unes sont cependant réutilisées pour l'agriculture (caves vinicoles, culture des champignons, etc.), pour le tourisme (musées, restaurants, etc.) ou encore pour l'industrie (zones de stockage).

La forme des exploitations souterraines dépend de très nombreux facteurs qui associent la géologie, la géotechnique, le savoir-faire industriel ou artisanal, l'économie, la culture... on peut ainsi citer en tant que critères : la qualité géotechnique du « toit » de la cavité, l'hydrogéologie (présence de la nappe, inondation de l'exploitation en période de hautes eaux), l'époque de l'exploitation, l'importance de celle-ci (artisanale, industrielle), la forme du gisement (tabulaire, en lentilles), la région d'exploitation…. Les méthodes d'exploitation les plus couramment employées sont les exploitations en galeries et par chambres et piliers.

La mémoire de ces anciennes exploitations est parfois difficile à retrouver. Elles sont fréquemment recensées dans les archives (série S), leur emplacement exact n'est cependant pas toujours précisé. Il peut être possible de retrouver la cartographie des accès, mais l'emprise exacte de l'exploitation est rarement fournie et doit être utilisée avec réserve.



Vestiges d'une ancienne exploitation de carrière de gypse au Luc-en-Provence (Var - 83) © BRGM

Effondrement du Luc le 08/10/2014

L'effondrement s'est produit en amont de la D433, et a concerné deux parcelles cadastrales dont l'une comprenait certainement une ancienne exploitation souterraine au vu des vestiges observés (mur en béton dans l'effondrement, puits d'accès grillagé en aval). Cet effondrement observé sur le terrain le 17 octobre par le BRGM avait déjà évolué depuis sa survenance, il était considéré comme encore actif (15 m de profondeur, 25 m de diamètre, pentes de 60-90°). Le fontis est passé en 15 jours d'une forme elliptique à une forme circulaire avec une surface calculée de 530 m². D'après les témoignages, l'effondrement a été brutal. Les flancs de l'effondrement ont atteint le premier bâtiment entre le 9 et le 12 octobre, formant alors un sous-cavage sous celui-ci, de plusieurs dizaines de cm qui s'est agrandit depuis. Les terrains naturels (argiles, marnes et cargneules) sont surmontés de remblais. L'activité de l'effondrement a été très visible par les nombreuses écailles en cours de formation sur les pentes, signe d'instabilités potentielles, et par les pierres et blocs au fond de l'effondrement. Le volume de vide a été estimé le 17 octobre de l'ordre de 5 000 m3, La carte géologique et une coupe effectuée par les géologues situent l'effondrement au sein de la formation du Muschelkalk inférieur dolomitique (Trias moyen).

Au pied du talus au niveau de la route D433, et par conséquent de l'effondrement, se trouvent des vestiges d'une ancienne exploitation souterraine, une gypsière d'après la commune. On distingue très bien l'entrée d'un puits, aujourd'hui interdit d'accès par un grillage, avec une colonne maçonnée relativement bien conservée. La vue depuis le puits permet d'observer au niveau de l'eau (à 5 m), deux entrées de galeries, partant vers le nord et vers le sud, signe de l'existence de vides souterrains sous l'effondrement. D'après le géologue «ce puits pourrait constituer une ancienne cheminée d'extraction, à la base de laquelle partait une, voire plusieurs galeries». Seuls des témoignages recueillis par la commune permettent de valider l'existence de cette ancienne exploitation de gypse datant de plus d'un siècle, aucun document n'a été retrouvé.

Zoom sur l'ancienne exploitation de gypse de Roquevaire (Bouches-du-Rhône)

A l'est de la commune de Roquevaire s'étend une zone appelée «les Plâtrières», entre le village et l'autoroute A52. Le sous-sol de cette zone est constitué en partie de gypse qui est utilisé dans la fabrication du plâtre Les extractions de gypse ont commencé dès 1800 pour se terminer définitivement en 1963. La méthode d'exploitation était celle des chambres et piliers abandonnés. Plusieurs exploitants se sont succédés : RANCUREL, PONTET, PLATRIERES DU VAUCLUSE. Le gypse a été extrait par le creusement de chambres d'extraction de 3, 5 et 7 mètres de hauteur selon les niveaux. Les matériaux étaient extraits très proche de la surface et remontés par des puits de petit diamètre (2 mètres) jusqu'en 1905 et par des plans inclinés ensuite. Pendant la période d'extraction, des éboulements se sont produits, de rares comblements ont été réalisés mais ils n'ont pas d'effets sur la stabilité générale des travaux. A partir de 1957, une partie de l'exploitation a été réservée à la culture des champignons, il s'agit des galeries centrales les plus hautes et les plus proches de la surface. Cette activité a été arrêtée en novembre 1995 à la suite d'effondrements apparus en surface et en sous-sol.



Anciennes carrières de gypse à Roquevaire (Bouches-du-Rhône - 13) © INERIS

Les terrains au-dessus desquels ont eu lieu les travaux d'exploitation sont actuellement occupés par un habitat dispersé.

L'extraction de gypse s'est faite sur plusieurs niveaux, aujourd'hui les niveaux inférieurs sont en eau car les pompages mis en place pendant la période d'activité ont été arrêtés et le niveau de la nappe phréatique est remonté. Il reste aujourd'hui seulement un pompage qui maintient hors d'eau la zone des anciennes champignonnières. Compte tenu du type d'exploitation, on peut identifier 2 types principaux de mécanismes de dégradation susceptibles de provoquer des mouvements de terrain : le fontis et l'effondrement en masse généralisé.

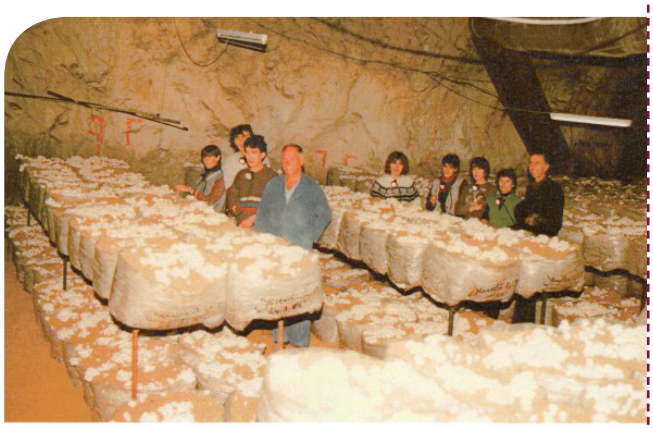
- Le phénomène de fontis est lié à la rupture localisée du toit d'une galerie ou d'une chambre qui progresse jusqu'en surface. Il se traduit en surface par des effondrements localisés du sol.

- L'effondrement en masse est lié à la rupture d'un ou plusieurs piliers qui provoque l'apparition en surface d'un effondrement de grande ampleur.

Ces phénomènes peuvent être accentués par des facteurs aggravants tels que la circulation de l'eau souterraine, l'existence d'une voie de circulation importante en surface, les vibrations causées par la présence de poids lourds. L'effet du temps conduit généralement et dans un délai indéfini à des dégradations de surface au-dessus des anciens travaux surtout lorsqu'ils sont peu profonds.

Pour cette exploitation de Roquevaire, le site des travaux a été abandonné sans surveillance depuis 1963 et l'existence même de l'extraction a été «oubliée» en moins d'une génération, ce qui a conduit à une urbanisation de la zone sans précaution. Ce n'est qu'à partir d'effondrements récents (1995) et de l'évacuation de certains immeubles pour raisons de sécurité que des mesures en matière de règlement d'urbanisme ont été prises.

Des études confiées par le ministère de l'environnement à l'INERIS, au BRGM, ainsi qu'au CETE Méditerranée (devenu depuis CEREMA) ont permis d'identifier les zones les plus fragilisées et d'analyser les venues d'eau souterraines et leur composition. Elles préconisent des mesures de surveillance et ont servi de base à l'élaboration d'un Plan de Prévention des Risques naturels (PPRN) rédigé par la direction départementale de l'équipement.



Utilisation partielle du site des anciennes carrières de gypse de Roquevaire en champignonnière (fermeture en 1995) (Bouches-du-Rhône - 13) © INERIS

Zoom sur l'ancienne exploitation de gypse de Martigues (Bouches-du-Rhône)

Le hameau de Saint-Pierre-les-Martigues a connu une exploitation souterraine de gypse. Le gisement d'une épaisseur d'environ 100 mètres s'étend d'ouest en est sur 3,5 kilomètres. Les travaux d'extraction ont commencé en 1900 et se sont arrêtés en 1987. Jusqu'en 1935, les extractions se faisaient par des puits qui étaient élargis dans la couche de gypse (méthode des bouteilles). Cette méthode artisanale est restée localisée dans le périmètre de l'ancienne usine. Les vides laissés par l'exploitation n'étaient pas comblés. De 1935 à 1960, la technique d'extraction par chambres et piliers abandonnés fut mise en place avec une mécanisation vers les années 1950. 3 niveaux (aux cotes -14, -25 et -36 mètres NGF) ont été réalisés avec des piliers de 7mx7m sur une hauteur de 7 mètres. La hauteur de minerai laissée en place entre 2 niveaux, appelée la planche, est de 4 mètres. A partir des années 1960, la hauteur entre 2 niveaux est portée à 10 mètres pour des piliers de même taille que précédemment. En 1985, l'exploitation est déplacée à l'est de la route départementale 49, route de la Couronne, et s'effectue selon la même méthode avec des piliers résiduels de 40mx40m. Elle s'est arrêtée en 1989. A l'arrêt des travaux certains étages d'exploitation ont été remblayés. L'exploitation n'a pas été administrativement close avant 1993, elle est donc soumise depuis aux dispositions du livre V du Code de l'environnement.



Fontis sur le site des anciennes carrières de gypse de Saint-Pierre-les-Martigues (Bouches-du-Rhône - 13) © BRGM

Pendant la période d'extraction, des pompages d'eau permettaient de travailler hors d'eau, depuis 1989, ces pompages sont arrêtés et les différents niveaux sont noyés. Le niveau d'eau sera stabilisé autour de 2005, en attendant, un arrêté préfectoral oblige l'exploitant à surveiller la hauteur d'eau dans les galeries avant un éventuel débordement et à étudier toutes mesures utiles à cet effet. Un procès-verbal de récolement a été établi pour acter que l'exploitant LAFARGE PLATRES a exécuté les travaux de remise en état conformément aux prescriptions de l'arrêté préfectoral complémentaire pris pour la remise en état du site.

Cet acte administratif n'exonère pas l'ancien exploitant de toute action ultérieure sur la zone de travaux mais permet aux services de la Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM) d'élaborer un plan de prévention des risques naturels (PPRN) opposable aux documents d'urbanisme. Ce PPR doit permettre de conserver la mémoire des zones de travaux et d'interdire la construction de nouveaux immeubles au-dessus des terrains les plus sensibles.





Indices d'effondrements sur le site des anciennes carrières de gypse de Saint-Pierre-les-Martigues (Bouches-du-Rhône - 13) © BRGM

Des phénomènes de tassement et des effondrements partiels se produisent sur tout le secteur des travaux. Les terrains appartenant à LAFARGE PLATRES sont même clôturés pour éviter que des personnes non initiées aux risques pénètrent dans ces zones. Une étude des mouvements de terrains qui peuvent découler de cette ancienne exploitation a été réalisée et validée par un expert. Elle sert de base à la rédaction du PPRN. L'exploitant a l'obligation de surveiller les mouvements et d'intervenir pour réparer les préjudices de surface.

I.3. Les dommages possibles en surface

Les exemples de dommages causés par les cavités résultant de la dissolution du gypse sont nombreux en région PACA.

Intervention de Philippe Bonnelli, délégué aux risques naturels et technologiques, ville de Grasse (Alpes-Maritimes)

« On a eu quelques poches vidées qui ont provoqué des cavités souterraines, notamment en décembre 2004. Un important trou s'est formé sur le boulevard Maréchal Leclerc (compétence État à l'époque), avec comme cause un réseau défectueux ou alors l'inverse, un fontis qui aurait endommagé le réseau. La chaussée a été fermée pendant quelques temps, le trou n'a pas été rebouché mais une dalle de répartition a été posée dessus. Des études avaient été faites par l'État à l'époque. Des fontis, d'une dizaine de m3, se forment sur la commune, ils sont rebouchés au cas par cas. »

« En général on observe ce type de phénomènes pendant les périodes humides, car liés aux grosses pluies. On ne note pas d'évolutions depuis ces dernières années, par contre :

- Si le phénomène est profond on ne le sait pas forcément ;
- Si le phénomène est superficiel, alors on en a connaissance mais que lors des effondrements. »

« Un des derniers événements qu'a connu la commune a été un petit effondrement en 2014 qui n'est pas validé comme étant lié au gypse, et qui s'apparente plus à un tassement, et donc un épiphénomène pouvant être lié à la construction d'un bâtiment sur un terrain de piètre qualité géologiquement parlant.
Le dernier événement vraiment important est celui boulevard Maréchal Leclerc pour lequel la route a été coupée pendant 1 mois.
Pour moi ce phénomène est très délicat et ingérable, on ne peut pas faire du préventif sur ce genre de phénomène.
Certaines études forcément assez généralistes avaient soulevé la présence de fontis de tailles et de situation par rapport à la surface du sol, variables.
Une étude plus précise sur toute la surface urbanisée du territoire communal n'est certainement pas à la portée d'une commune. »



Effondrement survenu en 2013 sur Grasse (Alpes-Maritimes - 06) © BRGM





Ensemble de bâtiments fissurés, affectés par un affaissement lié à de la dissolution de gypse, à Breil-sur-Roya (Alpes-Maritimes - 06) © Géolithe

Désordres sur des immeubles de la commune de Bargemon (83)

Des désordres structuraux menacent directement la stabilité de plusieurs immeubles du centre-ville de Bargemon. Ces désordres ne sont pas récents, mais l'état des bâtiments s'est singulièrement aggravé depuis quelques années. Suite à ces observations, la mairie de Bargemon a demandé l'avis d'experts en génie civil et géotechnique pour connaître les origines possibles des désordres observés et les mesures conservatoires pouvant être prises en première urgence. Un dossier a ensuite été constitué avec ces rapports et soumis à la Préfecture pour demander la reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle.

La DDTM du Var a sollicité le BRGM pour donner un avis technique sur les rapports d'expertises, et formuler des recommandations quant aux mesures à prendre face aux désordres observés.

Les investigations géotechniques et géophysiques ont montré que les immeubles reposent sur des terrains déconsolidés et susceptibles de renfermer des vides souterrains (anomalies géophysiques) à faible profondeur (moins de 10 m). Ces analyses sont cohérentes avec la géologie du sous-sol, le centre de Bargemon reposant sur la formation hétérogène du Trias, composées de marnes, argiles, gypse, dolomies, cargneules, et sujettes aux phénomènes d'effondrements. En effet, le gypse contenu dans cette formation est une roche très soluble, en particulier par les eaux météoriques agressives, favorisant la formation de vides. Les études insistent sur les circulations d'eau souterraines (origine naturelle ou anthropique) très développées dans le centre-ville ; ceci est confirmé notamment par la présence de puits dans de nombreuses habitations et également d'anciennes canalisations enterrées.

D'autre part, concernant les désordres observés dans et sur les immeubles d'habitations, un bureau d'études constate un mouvement d'enfoncement et de basculement des immeubles. Il apparait clairement que le contexte géologique très particulier du sous-sol du centre-ville de Bargemon – présence de gypse et de formations en renfermant - est à l'origine des désordres observés sur les immeubles. L'existence de vides souterrains sous les immeubles est très probable et il a été décrit que beaucoup d'eau circulait dans le village sans que l'on maîtrise les écoulements. Le mouvement d'affaissement des immeubles est actif et sa vitesse d'évolution peut être amplifiée par une augmentation de la teneur en eau des terrains.



Ensemble de bâtiments fissurés, affectés par un affaissement lié à de la dissolution de gypse, à Bargemon (Var - 83) © BRGM



Intervention de Yves Baquet, maire de Bargemon (Var)

« Le problème du gypse n'est pas nouveau ici à Bargemon, car il y a des carrières de plâtre exploité pour servir de liant aux pierres (on peut voir sur nos maisons du gypse ferreux et du gypse rose, celui-ci est très dur et résistant aux intempéries). Il y a depuis toujours des phénomènes d'effondrements de terrain, comme par exemple :

- Il y a plus de 100 ans un effondrement s'est produit à la Favas, dans le quartier du Seuil au cours duquel le laboureur et sa charrue ont été ensevelis ;
- Il y a plus de 100 ans aussi, un trou s'est formé à la Jubille (route de Seillans) qui est aujourd'hui un plateau, en effet l'effondrement a été taluté et on a construit des maisons dessus. Il n'y a jamais eu de victimes hormis le laboureur ;
- En 1992, il y a eu le trou du Peyrui très connu de partout y compris à l'international, 5 villas ont été évacuées par le Fonds Barnier. C'est un souci pour le village, on ne veut pas en faire de la pub par rapport au tourisme, c'est un grand souci. »



II. Ma commune est-elle concernée, comment le savoir ?

Effondrement du Peyrui à Bargemon (Var - 83) © BRGM

II.1. Les indices à repérer

Les principaux indices à repérer pouvant être liés au phénomène de dissolution du gypse :

- **L'apparition de fissures ouvertes évolutives sur le bâti (à distinguer des problèmes de retrait-gonflement des sols argileux) ;**
- **L'apparition d'un fontis ou d'un affaissement ;**
- **Des dommages graves (destruction partielle ou totale du bâti) et des victimes.**

Cavités naturelles

Les effondrements anciens sont identifiés par des structures circulaires, de taille déca à hectométrique, plus ou moins profondes, à fond généralement plat, parfois remplies d'eau.

Cavités d'origine anthropique

Les désordres relatifs à l'instabilité des cavités souterraines d'origine anthropique (carrières, mines, marnières, sapes de guerre, etc.) posent problème quand les excavations sont mal localisées. L'identification et la cartographie des événements anciens (fontis, effondrements et affaissements) donnent des indications sur la localisation de ces travaux et permettent de circonscrire des zones à effondrements potentiels.

Intervention de Yves Baquet, maire de Bargemon (Var)

« J'habite depuis 45 ans sur Bargemon, j'étais peintre en bâtiment, toutes les maisons sont fissurées. J'étais même en location rue Marceau, j'avais retiré une porte que j'ai voulu remettre quelques années après, et j'ai remarqué qu'en 5 ans, il y avait eu un affaissement de 5 cm (entre 1970-71 et 1975).

Le phénomène n'est pas nouveau, il semble qu'il se soit accéléré dans les années 2010, on l'a bien vu sur la chapelle. Si on fait le tour du village, on voit bien que toutes les vieilles maisons sont fissurées.

C'est la circulation des eaux souterraines qui joue, et le problème de la rue Marceau, on pense, pourrait être lié à la construction de la gendarmerie qui aurait dévié les sources. Aujourd'hui, on a 500m3/jour de canalisé dans les fontaines, sans compter toutes les pertes, nous avons beaucoup de fontaines à Bargemon. Il y a des circulations d'eau qui ne sont pas maîtrisées. »

Intervention de Yves Mesnard et Benoit Hannart, respectivement Maire depuis mars 2008 et Conseiller juridique de la ville de Roquevaire (Bouches-du-Rhône)

« Il y a eu successivement l'exploitation du gypse (1800-1963), puis les champignonnières (1957-1995). Le premier événement d'effondrement (1995) a entraîné la mise en place d'un PPRN mouvements de terrain approuvé en 1999. Ici il n'y a pas de problèmes liés au réseau d'eau potable mais bien aux écoulements naturels des eaux. »

« Il a souvent été observé des indices d'affaissement avant un effondrement. Les dommages observés n'ont jamais dépassés le stade des fissures, nous n'avons jamais eu d'effondrement de bâtiment. »

- **Les fontis** se présentent en surface, sous la forme d'entonnoirs plus ou moins comblés.

- **Les affaissements de forme géométrique régulière** (rectangles ou carrés) témoignent de l'utilisation de la technique de l'affaissement dirigé dans l'exploitation et d'un moindre risque d'effondrements tardifs.

- **Les affaissements en forme de cuvette** sont consécutifs à la lente fermeture de vides profonds alors que les ruptures de pente rectilignes traduisent l'existence d'affaissements le long d'anciens dépilages miniers proches de la surface.



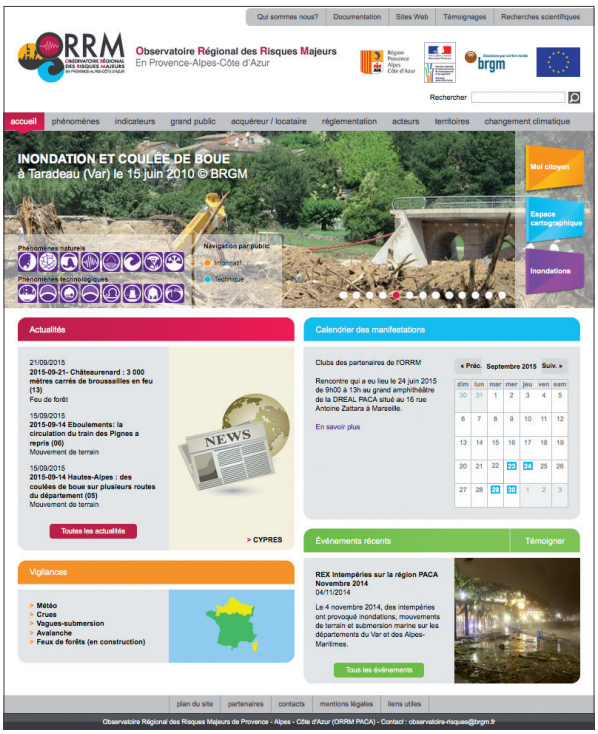
Indices d'effondrements avec fissuration du sol à Méounes (Var), et rupture d'un mur à Draguignan (Var - 83) © BRGM

- **Les effondrements brutaux** de carrière sous fort recouvrement (entrée de l'exploitation à la base ou au flanc du coteau) induisent généralement des désordres (chutes de blocs) dans les falaises surincombantes.

- **Les effondrements d'anciens puits d'extraction ou d'aérage**, très difficiles à repérer à cause de leur petite taille (section de 2 à 4 m²), sont souvent situés à proximité d'anciens déblais plus facilement identifiables grâce à leur couleur sombre et aux micro-reliefs qu'ils constituent.

II.2. Où trouver les informations ?

Les sources de données pouvant potentiellement mentionner l'existence de cavités souterraines associées à la présence de gypse sont nombreuses, et nécessitent de s'adresser à différents interlocuteurs.



Site de l'Observatoire Régional des Risques Majeurs en PACA :
http://observatoire-regional-risques-paca.fr/

Quels documents ? Type de cavités	Anthropiques (carrières souterraines)	Naturelles (karsts)
Des cartes de toponymie au 1/25 000	●	●
Des plans d'archives (plans cadastraux, plans d'exploitations)	●	
Des plans d'archives (autres plans de situation)	●	●
Base de données nationale des Cavités Souterraines (BdCavite) : http://www.georisques.gouv.fr/	●	●
Banque du Sous-Sol (BSS) : http://infoterre.brgm.fr		●
Des bases de données internes aux organismes	●	
Cartes d'aléa ou de risques naturels (ZERMOS, PER, PPRN)	●	●

Quels documents ?	Où les trouver ?
Des cartes de toponymie au 1/25 000	IGN
Des plans d'archives (plans cadastraux, plans d'exploitations)	Inspections des carrières, Services municipaux ou départementaux des carrières, DREAL, BRGM, Archives départementales, Cabinets de géomètre,
Des plans d'archives (autres plans de situation)	Services du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (CEREMA..), des Conseils généraux, Associations de spéléologues, des GRIMP (Groupe d'Interventions en milieux périlleux), des gendarmes.
Base de données nationale des Cavités Souterraines (BdCavite)	Site BRGM, INERIS, IFFSTAR, CEREMA : http://www.georisques.gouv.fr/
Banque du Sous-Sol (BSS) :	http://infoterre.brgm.fr
Des bases de données internes aux organismes	CEBTP, CNRS, EDF
Cartes d'aléa ou de risques naturels (ZERMOS, PER, PPR)	Mairie Site BRGM/REGION/DREAL : http://observatoire-regional-risques-paca.fr/ Site DREAL : http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/
Sites départementaux	DDT(M)04, 05, 06, 13, 83, 84 : http://www.risques.gouv.fr/ http://www.alpes-de-haute-provence.gouv.fr/ http://www.hautes-alpes.gouv.fr/ http://www.alpes-maritimes.gouv.fr/ http://www.bouches-du-rhone.gouv.fr/ http://www.vaucluse.gouv.fr/ http://www.var.gouv.fr/ http://statique.sigvar.org/

Intervention de Yves Baquet, maire de Bargemon (Var)

« Il semble qu'il y ait 10% du sous-sol Varois concerné par ce type de phénomène, c'est difficile de donner un conseil aux élus concernés car il y a des cas très différents à chaque fois.

S'étant soustrait à la Préfecture, nous avons essayé de nous faire dédommager. Le problème c'est qu'il y a d'autres maisons fissurées.

Il faut aller taper à toutes les portes, il faut évacuer, mais après que fait-on ? Personne ne vous dit il faut commencer par là… et 10-15 jours après que fait-on ?

Le maire de Breil-sur-Roya dans les Alpes Maritimes nous a appelé quand il a su que nous étions concernés car lui aussi ne savait pas quoi faire. Les maires se sentent bien seuls et responsables en même temps.
« Il faut vraiment avoir la foi pour être Maire ».

/…/

Je pense qu'il va falloir se pencher sur la question des eaux souterraines et travailler sur un bassin de rétention entre les sources et le village. On sait où se trouvent les sources. Avant les travaux rue Marceau, on a fait passer des caméras et on a changé toutes les canalisations et gardé trace de tous ces travaux. Mais le problème c'est l'eau dans les caves. On connaît pas mal de choses déjà, il existe des canalisations de pierres dans le village, des bacs de teinturier.

Pour l'instant, ce phénomène n'a pas trop impacté la commune. Certaines personnes qui veulent acheter sur la commune nous posent des questions, on leur répond. J'ai moi-même acheté sur les anciennes carrières de plâtre et j'ai construit ma maison dessus. C'était des carrières à ciel ouvert.

Il y avait 5 à 6 moulins à plâtre qui fonctionnaient sur Bargemon, l'eau faisait tourner la roue « rire » c'est ce qu'on appelle du recyclage. La fin des exploitations date de 1966. Ils ont été rachetés par les Plâtrières de France pour arrêter la concurrence. Quand j'ai acheté mon terrain, je me suis aussi engagé en disant que je n'exploiterai pas.

Jusqu'à maintenant je ne m'alarme pas, je conseille aux propriétaires de mettre des tyrans pour protéger la maison au moins pendant une dizaine d'années.

Ce qui m'inquiète c'est qu'on voit des maisons qui commencent à pencher. On a fait des études, on a vu des zones d'affaissement. La solution serait que les propriétaires fassent réaliser des reprises en sous-œuvre mais cela leur couterait plusieurs milliers d'euros. Toutes les maisons n'ont pas de fissures, ce n'est pas homogène.

On n'a pas les moyens de faire tout ça.

Je suis descendu dans toutes les caves, il faut voir l'état des murs qui sont très penchés. A une époque il y avait des caniveaux en pierres dans toutes les maisons, ils ont été remblayés par du béton. Tout le monde sait qu'il y a du gypse mais ils n'en connaissent pas les risques. Ça se manifeste aussi dans la qualité de l'eau, l'eau est alors salée quand elle a dissout du gypse. Il y a eu des sondages à la chapelle et on a trouvé de l'argile verte jusqu'à 15 m de profondeur.

Le Conseil Général du Var a fait une étude suite aux effondrements récurrents à l'entrée du village, ça s'affaisse toujours. C'est la même chose route de Seillans, la route s'effondre sans arrêt. C'est un souci.

Ça m'inquiète quand même, et si ça devient urgent j'interviendrai. »

II.3. Quels moyens d'investigations ?

La recherche des cavités s'inscrit dans une politique de prévention des risques naturels et technologiques. Elle a pour objectif de déterminer les zones sous-cavées (vides souterrains), susceptibles de provoquer des préjudices en surface. La méthodologie employée généralement, s'appuie sur des études préliminaires, une campagne de mesures géophysiques et une campagne de forages. Elle doit mener à des solutions techniques de traitements.

Les connaissances préliminaires

L'étape préalable
Les données géologiques
Roches solubles : cavités naturelles
Roches exploitables par l'homme : cavités anthropiques
Données structurales et hydrogéologiques
Les enquêtes
Recherche d'archives et d'informations, enquêtes

La recherche d'indices de surface
La télédétection
Photo-interprétation, IR thermique
La validation terrain

→ Identification de secteurs potentiellement sous-carrés
→ Sélection des zones à risque

La détection

Méthodes géophysiques de surface

→ Carte des anomalies géophysiques

Forages
Diagraphies instantanées et différées
Videoscopie en forages

→ localisation des vides et des zones décomprimées

compléments d'étude
Géophysique de forages

→ localisation des vides et des zones décomprimées

Interprétation - Recommandations

Tableau du LCPC modifié © IFFSTAR

Les reconnaissances préliminaires

Cette étape consiste à faire un bilan le plus exhaustif possible sur l'état des connaissance des vides souterrains avérés ou potentiellement présents de la zone étudiée. Elle s'appuie d'une part, sur des études géologiques adaptées, et d'autre part, sur l'analyse des archives, des bases de données et des témoignages.

Quels types d'informations ?

Les informations à recueillir concernent la toponymie, la morphologie, les indices de surface (effondrement, affaissement, puits..), les types de vides (carrières souterraines, karsts..), la géométrie potentielle du vide (taille, profondeur, extension..).

- Contexte géologique : consultation de la carte géologique et de la carte topographique,
- Recherche d'archives et d'informations ;
- Recensements et enquêtes : le témoignage des populations est important, tout en gardant à l'esprit qu'il peut prêter à caution. Des réunions peuvent être organisées en mairies en présence des administrés ;
- Télédétection : recherche sur photographies aériennes, images satellites, etc, des indices d'affaissements, d'anciennes activités extractives ou de structures révélatrices de la présence potentielles de cavités naturelles (dolines, dépressions alignées..) ou anthropiques (dépression ponctuelles…) ;
- Validation terrain.

Les résultats de cette première étape permettent d'établir un premier zonage et d'orienter et de réaliser des investigations plus détaillées.

Les investigations approfondies

Les résultats obtenus lors de la phase préliminaire vont permettre le déploiement en surface de méthodes géophysiques adaptées à la recherche de vides souterrains dans le contexte géologique et topographique du site concerné.
Le choix des méthodes à appliquer dépend de :

- L'extension de la zone d'étude et par conséquent de l'échelle de rendu,
- La nature des terrains encaissants,
- Les caractéristiques des cavités recherchées (cavités vides, partiellement ou non comblés de matériaux conducteurs, profondeur, dimensions)

Intervention de Benoit Hannart, Conseiller juridique de la ville de Roquevaire (Bouches- du-Rhône)

« J'ai participé à la crise de l'événement de 2005 où nous avons eu à gérer l'expropriation des habitants de 7 à 8 maisons, au bénéfice de l'Etat. Pour certains, cela leur a arraché le cœur de quitter leurs maisons. D'autres sont partis sans trop de problèmes.
La commune a procédé à l'avance de frais, il a fallu 3 mois pour gérer ces expropriations, et organiser l'aide au logement. En tout cela a duré 1 an. Aujourd'hui, certains sont en location sur la commune, d'autres sont partis. La Préfecture nous a assisté avec efficacité.
La recherche des financements, notamment le Fond Barnier a été faite par l'Etat. »

Intervention de Yves Mesnard, Maire de la ville de Roquevaire depuis mars 2008 (Bouches-du-Rhône)

« 20 ans que ça dure, c'est très difficile vous savez.
Il a fallu 11 ans pour démolir les maisons expropriées, c'est usant, sans compter toutes les réunions.
Aujourd'hui je suis fataliste. Je déplore que des solutions de comblement existent et qu'elles ne soient pas mises en oeuvre. A Auriol ils ont eu à traiter un problème similaire, mais sur du terrain communal. Mais ici c'est beaucoup plus complexe car on se trouve sur du terrain privé.
Sans parler du pompage, encore en cours aujourd'hui, qui coûte une fortune pour 300 à 400 m3 d'eau extraits par jour.
Je ne souhaite à personne de gérer un problème pareil, on ne s'en sort pas.
L'expertise de l'Etat se dilue progressivement comme le gypse... Le Maire a la responsabilité d'informer la population. Que va-t-il leur dire ?
Le Plan Cavité Souterraine au niveau National devrait nous aider, mais il manque un outil pour fédérer les élus confrontés aux mêmes sujets.
Nos anciens s'y connaissaient en cavités car c'était pour beaucoup des anciens mineurs avec ici cette tradition du bassin minier : « Nous dans la mine, on savait comment faire ! »

Investigation selon l'échelle d'étude :

Echelle	Cavités naturelles	Cavités anthropiques
Départementale, communale	Photographies aériennes et interférométrie radar différentielle	
		Photographie infrarouge
Zone déca-hectométrique	Géophysique de surface : - Microgravimétrie - Méthodes sismiques - Sismique réflexion - SASW (Spectral Analysis of Surface Waves) - Panneaux electriques - Radar géologique	
	Géophysique de forage : - Diagraphies instantanées - Diagraphies différées	
Investigations ponctuelles	Méthodes géophysiques et sondages mécaniques	

Spécificité sur les profondeurs :

			Télédétection et méthode géophysique de surface	
	Profondeur	Dimension de la zone	Premier zonage	Second zonage
CAVITÉS	- 10 m	Territoire (commune, département)	Infra Rouge / Clichés aériens	1- Radar 2- Méthodes Electromagnétique Basses Fréquences 3- Panneau électrique
		Zone décamétrique à hectométrique (linéaire)	1-Infra Rouge / Clichés aériens 2-Radar/ Méthodes Electromagnétique Basses Fréquences 3- Méthodes Electromagnétique Basses Fréquences	
		Zone ponctuelle	Radar/ Méthodes Electromagnétique Basses Fréquences	
	+ 10 m	Territoire (commune, département)	Infra Rouge/Clichés aériens	1- Méthodes Electromagnétique Basses Fréquences 2- Sismique Haute Résolution
		Zone décamétrique à hectométrique (linéaire)	1-Infra Rouge / Clichés aériens 2-Méthodes Electromagnétique Basses Fréquences	
		Zone ponctuelle	Méthodes Electromagnétique Basses Fréquences	



III. Ma commune est concernée, quoi faire ?

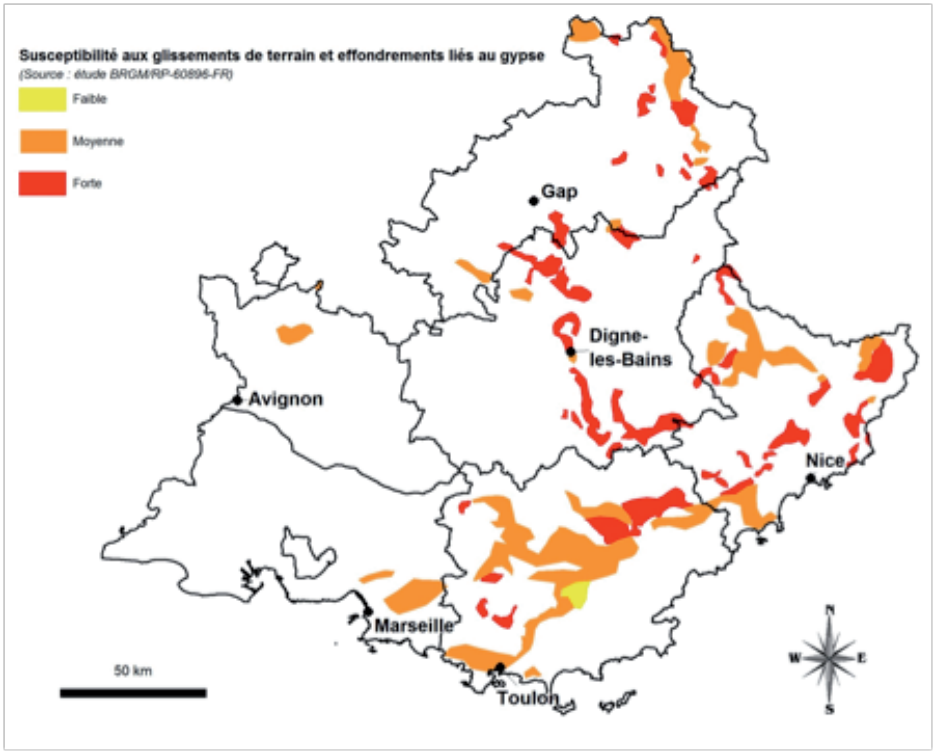
III.1. Comment évaluer le risque

La présence de vides souterrains entraîne toujours un risque pour les terrains surincombants. Leur existence est pourtant régulièrement ignorée du fait de l'absence de documents s'y rapportant, de moyens d'accès, et de manifestations connues en surface.

La cartographie d'aléa régionale

Les cartographies d'aléa à l'échelle régionale (1/250 000 – 1/100 000 – 1/50 000 …) sont des outils intéressant dans la gestion des risques et notamment pour une meilleure connaissance des phénomènes sur un territoire, dans un objectif de portée à connaissance voire de priorisation d'actions.

Le BRGM a réalisé dans le cadre d'un partenariat avec le Conseil Régional Provence-Alpes-Côte d'Azur et la DREAL une étude régionale sur le risque de mouvements de terrain lié à la présence de gypse triasique dans la région Provence-Alpes-Côte d'Azur en 2012 (BRGM/RP-60896-FR). La méthodologie de cartographie de l'aléa lié à la présence de formations gypseuses élaborée dans le cadre de cette étude, est basée sur une approche croisant plusieurs facteurs favorables à l'apparition de mouvements de terrain dans les formations gypseuses tels que la présence avérée de gypse, la capacité du gypse à se dissoudre, le rôle des précipitations et de l'infiltration des eaux de surface dans l'accélération des phénomènes, ainsi que l'effet de la sollicitation sismique induite par l'activité sismique des failles actives. Deux cartes régionales de susceptibilité aux effondrements et aux glissements de terrain liés à la présence de gypse ont ainsi été élaborées.



Cartographie régionale simplifiée de la susceptibilité des formations aux effondrements liés à la présence de cavités formées par dissolution du gypse triasique © BRGM



Affleurement de gypse et de Marne (formation du Keuper) dans les environs de Grasse (Alpes-Maritimes – 06) © BRGM



Fissures dans un bâtiment en centre-ville de Bargemon, liés à de la dissolution du gypse en profondeur (Var – 83) © BRGM

La cartographie d'aléa, du risque et la réglementaire à l'échelle communale (PPRN)

Le plan de prévention des risques naturels (PPRN) est un document réalisé par l'Etat qui réglemente l'utilisation des sols en fonction des risques naturels auxquels ils sont soumis. Cette réglementation va de l'interdiction de construire à la possibilité de construire sous certaines conditions. Le PPRN est un dossier réglementaire de prévention qui fait connaître les zones à risques aux populations et aux aménageurs et définit les mesures pour réduire la vulnérabilité. Il s'inscrit dans un ensemble de réflexions et de dispositifs de prévention des risques.

Le PPRN est composé d'une cartographie des zones soumises à un ou plusieurs risques naturels, d'une réglementation spécifique, vis-à-vis de l'urbanisme futur (autorisation ou non de construire, construction sous conditions ou sans conditions, prescriptions de mesures de protection,...) et des personnes et biens existants (prescription de mesures obligatoires ou conseillées relatives à la prévention, la protection et la sauvegarde). Trois zones sont distinguées :

- les zones définies comme des zones d'aléa fort ou très fort au sein desquelles les mesures d'urbanisme interdisent toutes nouvelles constructions (zones inconstructibles) ;
- les zones d'aléa moyen sont généralement définies comme inconstructibles en l'absence d'enjeux avérés, en particulier dans le cas des zones non urbanisées ;
- les zones de niveau d'aléa faible où les implantations nouvelles sont généralement soumises à des prescriptions.

Intervention de Nancy Spinousa, chef du Service Risques Naturels Majeurs Direction de l'Aménagement et de l'Habitat, Région Provence-Alpes-Côte d'Azur

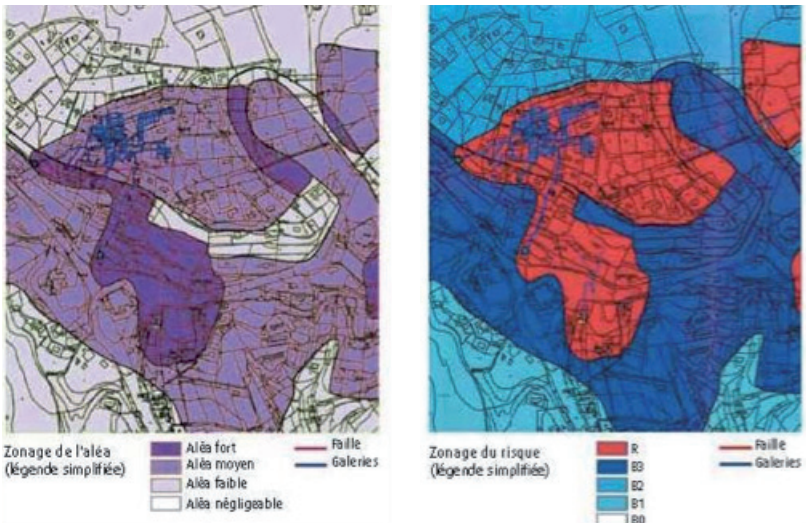
« Pour ce qui est des aides régionales, le conseil est simple : contacter le service risques naturels majeurs. Mais plus généralement le conseil serait : si vous êtes confronté à un effondrement vous aurez à faire face à un phénomène naturel qui va nécessiter de mobiliser des compétences au-delà de votre collectivité, n'hésitez surtout pas à demander de l'aide à tous les acteurs présentés dans ce guide, dès la première urgence passée ».

Intervention de Yves Mesnard, Maire de la ville de Roquevaire depuis mars 2008 (Bouches-du-Rhône)

« Le PPRN est un document fondamental, car c'est un document technique fait par de brillants techniciens qu'on ne peut pas remettre en cause, ce qui serait intéressant maintenant c'est de trouver des solutions. La contrainte d'un PPRN est qu'il verrouille complètement le territoire. Le PPRN mouvements de terrain de Roquevaire est constitué de deux zones :
- Une zone rouge dans laquelle tous les travaux sont interdits.
- Une zone bleue dans laquelle les constructions seront autorisées sous certaines conditions. »



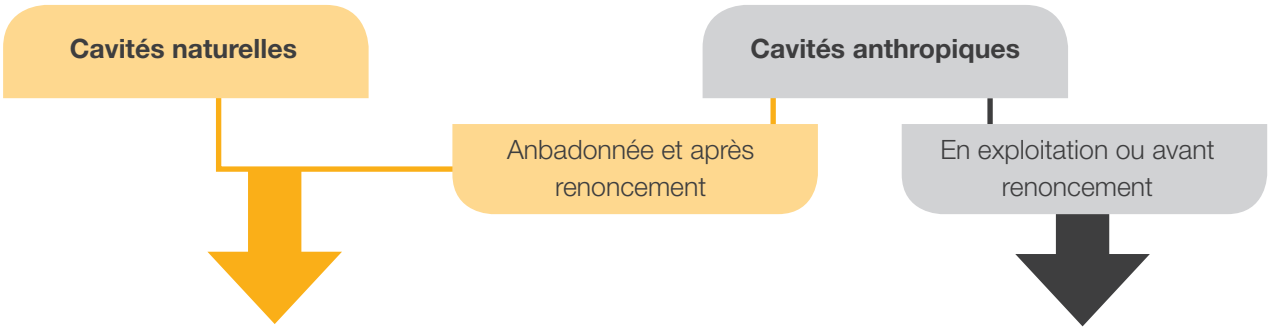
Première page du rapport de présentation du PPRN Mouvements de terrain, Carrière souterraine de Gypse de Marseille (Bouches-du-Rhône - 13) © DDTM13



Exemple d'élaboration de zonage réglementaire sur la base d'une carte d'aléa : on notera que les zones réglementaires ne sont pas identiques aux zones d'aléa © MEDDE Guide technique PPRN Cavités

III.2. Les responsabilités

■ Régime juridique



■ Code civil

Le propriétaire du sol est également propriétaire du sous-sol et peut en disposer librement (article 552), sauf preuve contraire, telle qu'une division horizontale de la propriété constatée par acte authentique. Sa responsabilité vis-à-vis de tiers peut donc être engagée au titre de l'article 1384 du Code Civil selon lequel « on est responsable des choses que l'on a sous sa garde ».

L'article 118 du Code Minier précise en effet que « *[...]en fin de permis, et après réalisation des travaux de sécurité et de remise en état,[...], la carrière est laissée de plein droit, et gratuitement à la disposition du propriétaire du sol avec les puits, galeries, et d'une manière générale, tous les ouvrages établis à demeure pour son exploitation* ». Les carrières abandonnées de droit ne sont donc plus soumises aux dispositions du Code Minier et les dommages qu'elles sont susceptibles de causer sont régis par le Droit Commun (Code Civil, Code Général des Collectivités Locales)

■ Code minier

Les carrières sont des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), elles sont soumises aux dispositions de la loi 76-663 du 19 juillet 1976. Les autorisations d'exploiter sont délivrées par le préfet du département concerné sous forme d'arrêté préfectoral. Dans la région, on compte environ 168 exploitations de carrières en activité.

Pour les autres types de cavités anthropiques (habitations troglodytiques, caves, souterrains, etc.), deux possibilités existent :

- soit elles ont un propriétaire officiel (existence d'un acte authentique),
- soit elles appartiennent, comme les carrières abandonnées de droit et de fait, au propriétaire du sol sus-jacent.

Les responsabilités

La prévention et la gestion des risques naturels incombent à l'Etat (information et direction des secours), représenté par le Préfet, et, au niveau communal, par les maires. Depuis 2003, le citoyen est tout autant responsable de ses biens par la loi relative à l'IAL. Le tableau ci-dessous présente les obligations légales en termes de gestion des risques.

Phases de gestion du risque	Missions de l'Etat représenté par le Préfet	Missions de la commune, ou du Maire	Missions des EPCI, application du principe de spécialité	Missions des collectivités (Conseils Régionaux et Généraux)	Missions du citoyen
Règle générale	**AFFICHER** le risque appartient à l'Etat	**PREVENIR** le risque appartient à la commune	**EPCI responsable** de la mise en œuvre des mesures appropriées	**Pas de compétence obligatoire**	
Analyse du risque	**Evaluation et localisation des risques**	**Pas d'obligation légale**			
Prévision / Alerte	**Prescrit** et **impose** les actions	**Pas d'obligation légale**			
Aménagement	**SGAR** : assiste le préfet de région dans l'exercice de ses fonctions. Mise en œuvre des PPR	Obligation d'intégrer la **connaissance du risque** dans le **document d'urbanisme de référence (PLU)** et d'instruire les PCS au regard du risque même en l'absence de PPR ou de prise en compte du risque dans le document d'urbanisme (art. R111-2 du Code de l'Urbanisme)	**Pas d'obligation légale**	Conseil Régional : **SCOT, SRADDT…** Conseils Généraux : Schémas de gestion des routes…	**Pas d'obligation légale**
Gestion du territoire	• Suivre la mise en place des **PPR** • **Contrôle de légalité** sur les documents d'urbanisme		Obligation de prendre en compte les risques dans la gestion du territoire via le **SCOT**	**Pas de compétence obligatoire**	
Gestion de la crise	• **Plans de secours** dans le département • **Direction des opérations** quand l'événement dépasse les moyens de la commune	• **Pouvoir de police du maire** • **Elaborer le PCS ou PICS** • **Direction des opérations** quand moyens suffisants et événement circonscrit à la commune	Possibilité d'élaboration du **Plan Intercommunal de Sauvegarde**	Financement du **SDIS** via **CG** **Plans de sauvegarde** pour éléments sous la responsabilités CG et CR (routes, lycées, collèges…)	**Pas d'obligation légale**
Information préventive **- de la population** **- des maires**	Obligation de **diffuser l'information générale** sur les risques • **DDRM** • **AZI** • **TIM** (ex **DCS**)	• **Pouvoir de police du maire** • A partir du PAC ou du TIM, obligation de **conduire l'information préventive** (DICRIM, réunions publiques,…)	**Possibilité de conduire l'information préventive « intercommunale » (DICRIM Intercommunaux,)**	**Pas de compétence obligatoire**	via l'**IAL** **(vendeur – bailleur)**
Responsabilités	Responsabilité de l'Etat et/ou de la collectivité peut être engagée pour absence ou insuffisance de mesures de prévention (Police générale ou Urbanisme)				via l'**IAL**

GLOSSAIRE :
EPCI (Etablissement Public de Coopération Intercommunale) ; **SGAR** (Secrétariat Général aux Affaires Régionales) ; **PPR** (Plan de Prévention des Risques) ; **PLU** (Plan Local d'Urbanisme) ; **PCS** (Plan Communal de Sauvegarde) ; **SCOT** (Schéma de Cohérence Territoriale) ; **SRADDT** (Schéma Régional d'Aménagement et de Développement du Territoire) ; **PICS** (Plan Intercommunal de Sauvegarde) ; **SDIS** (Service Départemental d'Incendie et de Secours) ; **DDRM** (Dossier Départemental sur les Risques Majeurs) ; **AZI** (Atlas des Zones Inondables) ; TIM (Transmission des Informations aux Maires) ; **DCS** (Dossier Communal Synthétique) ; **PAC** (Portée à Connaissance) ; **DICRIM** (Dossier d'Information Communal sur les Risques Majeurs) ; **IAL** (Information Acquéreur Locataire)

Intervention de Daniel Baumont et Pascal Vander Zanden, respectivement Adjoint au maire à l'Urbanisme et aux Services Techniques et Directeur des Services Techniques, commune du Luc (Var)

« Pour nous il s'agit d'un risque pour les populations et nous agissons pour leur mise en sécurité. Nous avons eu la formation d'un fontis en octobre 2014 sur le Luc qui a généré un effondrement important dû probablement à la dégradation d'une voûte de galerie anciennement construite pour l'exploitation du gypse. Ce phénomène d'octobre 2014 a été très ponctuel sur la commune, nous n'avions pas connaissance avant cet événement de 2014 de problème de ce genre sur la commune.
Nous avons la responsabilité du devoir de police du Maire et par conséquent de la sécurité des habitants. Par conséquent après la survenue de l'événement, il y a eu une médiatisation particulière et un arrêté interdisant la circulation sur les voies d'accès.
Nous espérons la révision du PLU et du PPR pour interdire la construction dans cette zone.
Nous avons organisé des réunions publiques pour informer les habitants du quartier. »



Vue de l'effondrement du Luc-en-Provence et du sous-cavage sous le bâtiment, en date du 17 octobre 2014 (Var - 83) © BRGM

Intervention de Yves Mesnard et Benoit Hannart, respectivement Maire depuis mars 2008 et Conseiller juridique de la ville de Roquevaire (Bouches-du-Rhône)

« L'événement de 1995 a occasionné un péril imminent et la fermeture du chemin dit de la Baou. Le rapport de pré-alerte Deschamps (voir en annexe 3) va devenir le socle de l'intervention des pouvoirs publics pour prévenir les dommages aux personnes et aux biens. En termes de responsabilités, nous les avons toutes et en même temps nous n'en avons aucune. Malgré ma responsabilité au titre de l'exercice de pouvoir de police du Maire, je ne dispose d'aucun moyen pour gérer ce problème et surtout nous ne sommes quasiment que sur du terrain privé. Un des derniers événements notable est un risque d'effondrement signalé par l'INERIS en février 2014. Nous avons juste convoqué les propriétaires pour leur signaler qu'il y avait un danger, c'est tout. »



Un des derniers effondrements sur Roquevaire le 24 octobre 2005 (Bouches-du-Rhône – 13) © INERIS

Intervention de Philippe Bonnelli, délégué aux risques naturels et technologiques, ville de Grasse (Alpes-Maritimes)

« Un PPRN mouvements de terrain existe sur Grasse. Nous avons essayé de mettre dans le PLU les résultats des études du laboratoire Géoazur, mais nous n'avons pas réussi. La seule chose que nous avons rajouté au PLU est le conseil de ne pas perturber le réseau d'eau souterrain. Nous sommes bien conscients que la casse du réseau d'eau ou la venue d'eau peut occasionner ce type de phénomène.
Une des actions entreprises par la commune a été de remplacer les tuyaux en fonte grise très cassante datant de l'après-guerre, réseau ancien, par des tuyaux en polyéthylène ou des tuyaux en fonte (mais pas grise) et par conséquent moins fragiles. »
De manière générale il n'y a pas eu beaucoup de fontis sur Grasse hormis les 2 cités précédemment.
Les indices observés sur la route quand un fontis se forme peuvent être le goudron qui s'affaisse, des petites fentes. A ce moment-là on agit tout de suite en mettant des panneaux de signalisation.
Concernant l'événement boulevard Maréchal Leclerc, la LYONNAISE DES EAUX nous a raconté : « je suis venu le soir vers 22h, j'ai mis la lampe électrique dans le trou et je ne voyais rien c'était vide !
Aujourd'hui, pour chaque demande de permis de construire, une étude hydrogéologique faisant état des prescriptions est demandée, mais le phénomène de dissolution du gypse est très dur à identifier avant que ne se forme le fontis. Nous avons bien sûr la responsabilité en tant que pouvoir de police du Maire et de la mise en sécurité des habitants, mais plutôt après un événement qu'avant, cela est très difficile à détecter. Aucune information n'a été faite auprès des habitants car finalement nous n'avons eu que très peu d'événements. »



Ville de Grasse concernée par des problèmes de dissolution de gypse en sous-sol (Alpes-Maritimes - 06) © BRGM

Intervention de Daniel Baumont et Pascal Vander Zanden, respectivement Adjoint au maire à l'Urbanisme et aux Services Techniques et Directeur des Services Techniques, commune du Luc (Var)

« Le PPRN existant aujourd'hui renseigne sur l'aléa chute de blocs au niveau des anciens fronts de tailles en amont de l'effondrement, mais il ne parle pas de risque effondrement de manière précise. Notre hypothèse est que l'ancienne carrière de gypse a ensuite évolué en une extraction à l'extérieur. Or un PPRN nous paraît être un outil indispensable pour gérer ce phénomène, car il est fait avec l'Etat et des spécialistes. Il est censé garantir la sécurité des personnes.
L'avantage du PPRN est qu'il est fait au profit des administrés en communiquant et en anticipant des évolutions possibles d'un phénomène. Il fait également évoluer le PCS en sensibilisant chacun sur les secteurs où l'on dispose d'une information. Aujourd'hui il nous manque une cartographie sur le phénomène, nous attendons l'identification d'une zone rouge inconstructible. »

III.3. La gestion du risque : les actions

Qu'il s'agisse d'actions de prévention, d'information des administrés ou de gestion de crise, la problématique liée à la dissolution du gypse reste complexe et difficile à gérer par une collectivité. Les éléments listés ci-dessous peuvent néanmoins aider à la prévention du phénomène et à sa gestion :

■ Actions d'information

Actions	Objectifs	Outils
Prévention	Connaissance et analyse du risque	PCS Plan Communal de Sauvegarde
		Archives, rapports, témoignages de personnes
		Investigations complémentaires
	Prise en compte du risque dans l'aménagement du territoire et de l'urbanisme	Documents de planification
Information des administrés	Information préventive	Le Dossier d'Information Communal sur les Risques Majeurs DICRIM
		Les modalités d'affichage des consignes de sécurité
		L'information communale périodique
		La signalisation des risques
		L'information acquéreur locataire IAL
		L'information spécifique aux terrains de campings et de caravanage

Intervention de Yves Baquet, maire de Bargemon (Var)

« On trouve des canalisations qui traversent les immeubles et les places, voir même les caves. Les niveaux restent constants. Tout le monde essaie de rejeter la responsabilité sur le Maire. Le problème est que l'Etat nous a mis en demeure pour sécuriser toutes les voies publiques. Les propriétaires ont pris des avocats, mais beaucoup réaménagent des chambres dans les caves alors que ce n'est pas fait pour ça. /…/ Les permis de construire sont instruits par la CAD, il n'y a pas de zones inconstructibles dans le village, seulement une zone rouge dans le quartier du Peyrui mais l'effondrement n'a pas évolué depuis, on reconstruira peut-être dessus un jour ! /…/ Nous n'avons pas de problème avec le PPRN c'est une étude admise. La population est au courant du phénomène.»

« On a eu de la chance que tous les gens concernés par les maisons du village rue Marceau et rue Maurel étaient en résidence secondaire. Les 5 villas du Peyrui sont restées habitées très tard et on a trouvé tardivement des solutions de relogement.
C'est délicat car il faut protéger la population avant tout mais dans le village, si on doit protéger les maisons fissurées on interdit toute la place, je surveille tous les jours.»

« J'ai même dit au Sous-Préfet : Où allons-nous reconstruire Bargemon ? »

Intervention de Daniel Baumont et Pascal Vander Zanden respectivement Adjoint au maire à l'Urbanisme et aux services techniques et Directeur des Services Techniques, commune du Luc-en-Provence (Var)

« Oui le problème est dû à l'eau, nous en sommes conscients, mais pas l'eau des réseaux, plutôt l'eau circulant dans les galeries souterraines anciennement exploitées pour l'extraction du gypse. Nous ne savons rien sur ces galeries, s'il y a des ramifications et où ? Notre hypothèse serait que la multiplication des catastrophes naturelles sur notre région et plus particulièrement sur le département du Var depuis 2014 a pu accélérer ces choses-là ? Les niveaux des nappes phréatiques sont élevés, nous sommes loin des périodes de sécheresse qui ont peut-être généré des fissures dans les sols permettant aujourd'hui le remplissage plus facile par l'eau ? Ceci est notre hypothèse. Des études de sol pourraient nous aider à y répondre mais il est certain que pour nous il ne s'agit pas de problèmes de réseaux d'eau mais bien de galeries souterraines ! »

Intervention de Nancy Spinousa, chef du Service Risques Naturels Majeurs Direction de l'Aménagement et de l'Habitat, Région Provence-Alpes-Côte d'Azur

« La Région agit avec ses partenaires pour les questions de connaissance du phénomène. Ainsi, il est important de noter qu'au niveau national le risque d'effondrement est essentiellement lié à des phénomènes présents sur des carrières abandonnées. Il est important de pouvoir rappeler le poids particulier de ce risque sur notre territoire notamment aux services centraux de l'Etat. Et par ailleurs, il y a ce guide qui vise à permettre aux maires de s'éviter un long parcours avant de pouvoir orienter leurs actions. »



Affaissement des remblais déversés dans l'effondrement de La Clappe à Draguignan en juillet 2010 (Var – 83) © CEREMA



Gestion de crise

Actions	Objectifs	Outils
Gestion de crise	Préparation à la crise	Surveillance du risque et la gestion de l'alerte via le Plan Communal de Sauvegarde PCS
	Période de crise	Prescription des mesures de sûreté exigées par les circonstances
		Alerte et information des populations
		Assistance des services d'urgence
		Soutient aux populations
		Information au préfet des mesures prescrites
	Après crise	Soutient aux populations
		Evaluation et déclaration des dommages
		Administration de la reconstruction : mise en place des travaux d'urgence ou non, ou des travaux de protection active. Demande de reconnaissance de l'état dectastrophe naturelle

Intervention de Daniel Baumont et Pascal Vander Zanden, respectivement Adjoint au maire à l'Urbanisme et aux Services Techniques et Directeur des Services Techniques, commune du Luc-en-Provence (Var) sur l'événement du 8 octobre 2014

« L'événement du 14 octobre 2014 a été très rapide. »

« Une cellule de crise a été activée immédiatement, afin de se rapprocher du tribunal administratif pour nommer un expert et un géologue. C'est seulement suite à l'intervention du géologue qui a analysé le phénomène que nous avons compris qu'il pouvait s'agir d'un phénomène lié à une ancienne exploitation de gypse. Si le PPR l'avait identifié, nous aurions pu avoir une connaissance sur le phénomène mais cela n'a pas été le cas. Nous n'avions pas les éléments pour connaître ce risque hormis une enquête informelle des anciens du village qui a permis de mettre en évidence une ancienne exploitation de carrière vieille de plus de 100 ans. Suite à l'effondrement d'octobre 2014, un arrêté de péril imminent a permis de dresser une limite de sécurité de 50 m autour de l'effondrement. Après le passage du géologue, cette limite a été repoussée à 70 m. /…/ L'événement du 14 octobre 2014 a produit un effondrement de 25 m de profondeur, l'eau était à 10 m, le fontis se serait produit alors à 35-40 m de profondeur, il n'y a pas de réseaux à cette profondeur. Le géologue expert avait estimé à 7000 m3 le volume. L'eau a dû remplir les galeries mais nous ne savons pas son extension. Ce qui est incroyable c'est que la galerie n'était pas connue. /…/ Malgré que l'effondrement ai eu lieu à 23h30, l'évacuation du bâtiment au-dessus de l'effondrement et des autres en arrière a été faite immédiatement en partenariat avec le SDIS, la collectivité, les gendarmes et la police municipale. Nous avons rapidement proposé des solutions de relogement pour les personnes ne pouvant pas être hébergées, en activant nos relais d'hôtels, de chambres d'hôte etc. Dès le lendemain, nous sommes revenus sur place pour sécuriser la zone et nous avons fait appel au tribunal administratif pour conclure sur un arrêté de péril élargi. Il nous paraît important de faire évoluer la procédure et d'appeler en priorité un géologue plutôt qu'un expert en bâtiment, car dans notre cas, le bâtiment n'étant pas endommagé, c'est le géologue qui a pu constater le phénomène. En revanche, le bâtiment était néanmoins en équilibre, avec une crainte qu'il ne bascule vers l'aval ou qu'il se produise une rupture au niveau des joints. »

« Depuis le mois d'octobre 2014, des pluies intenses se sont produites en novembre 2014 et le phénomène s'est alors élargi sous le bâtiment. Quelques semaines après le premier événement, le terrain est descendu.

Aujourd'hui l'effondrement est stabilisé.

Un problème très important à gérer a été la récupération des biens des habitants restés dans les habitations, dès le lendemain de l'événement. Une partie a été récupérée 24 h après, alors que l'évolution climatique paraissait stable, avec un dispositif de sécurité spécifique et une assistance technique pour la sécurité. L'évacuation des biens a été réalisée pendant 8h, puis arrêtée car le risque était encore présent. Il a ensuite fallut attendre les premières études géotechniques mandatées par les propriétaires avant de récupérer le reste des biens personnels /…/ Les habitants sont pour la plupart relogés, et attendent l'évolution des études, il n'y a pas eu encore d'indemnisation. La réunion a eu lieu le 5 février 2015 avec les propriétaires et les assurances, le renforcement a eu lieu en mai et les résultats des sondages sont attendus en juin 2015.

La suite consiste à demander du Fond Barnier et pour cela il faut vérifier si le coût du confortement est supérieur ou non à la valeur des bâtiments.

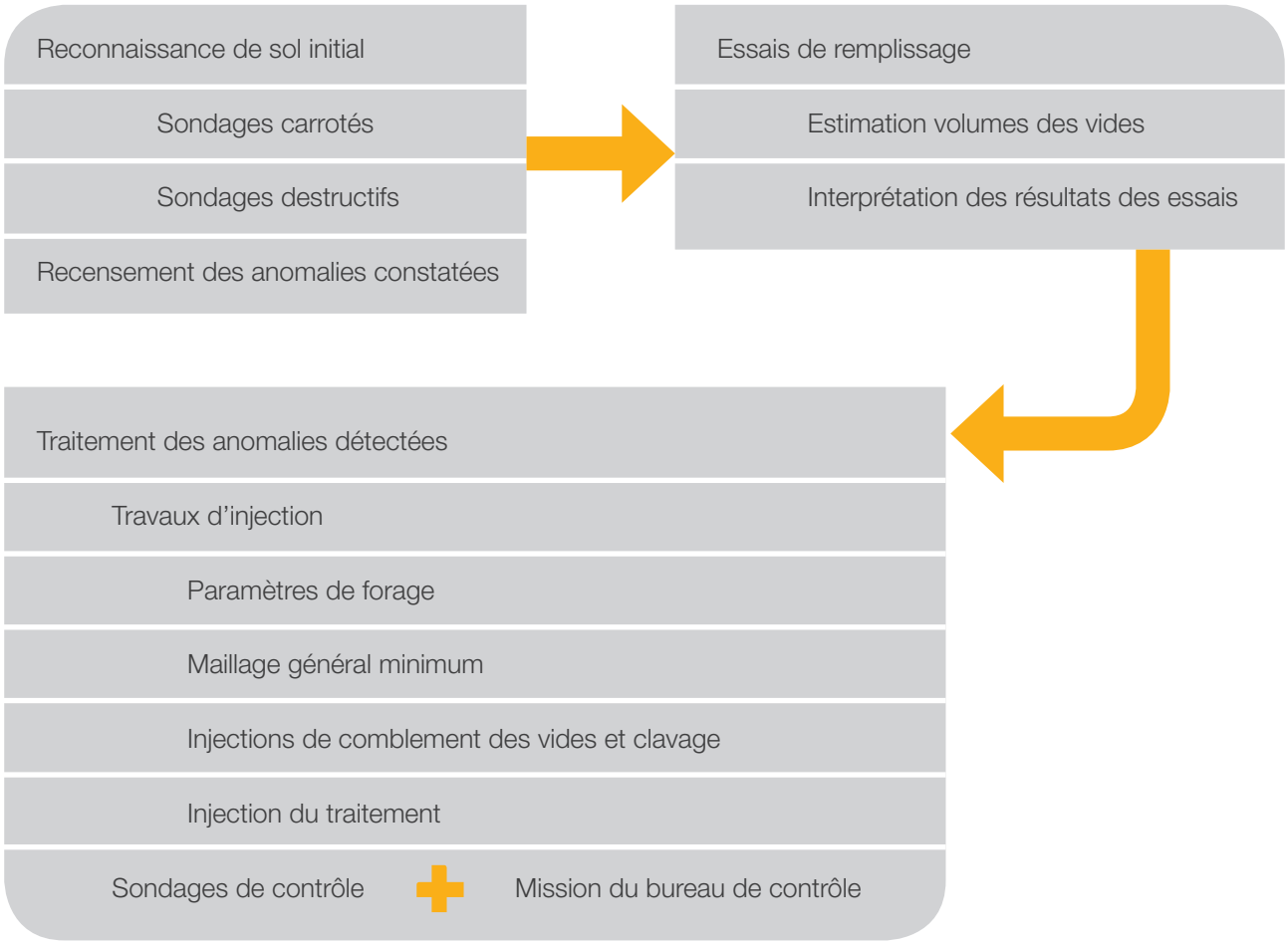
Un arrêté catastrophe naturelle a été obtenu ce qui a été pour nous une bonne nouvelle. »

Réalisation de travaux

En cas d'événements dommageables en surface (bâtiments, voirie, etc), des travaux de mise en sécurité sont nécessaires.
La répartition de gypse en sous-sol présente un caractère aléatoire, ce qui explique la grande difficulté à circonscrire avec précision les zones de dangers qui lui sont associables, sachant qu'en ce qui concerne les cavités de dissolution naturelle, leur développement et leur évolution impliquent la circulation d'eaux agressives – eaux d'infiltration naturelles ou non, et/ou eaux de nappe - et dépendant, entre autre, de l'état de fracturation des formations géologiques encaissantes et surincombantes.

La dissolution du gypse a pu se produire depuis le dépôt des horizons gypsifères, à l'échelle des temps géologiques, donc, mais peut également se poursuivre à l'échelle humaine en raison de sa vitesse de dissolution élevée et des modifications du régime d'écoulement des eaux souterraines qui le baignent - inversions du sens d'écoulement des nappes et surtout des modifications de leurs équilibres statiques.

Le schéma ci-dessous présente de manière synthétique les règles de l'art des reconnaissances de sol minimales à réaliser dans les zones touchées par la dissolution du gypse ainsi que celles des travaux de consolidation à mener pour s'affranchir du risque.




Ville de Breil-sur-Roya

III.4. La gestion du risque : les outils et moyens techniques

Dans les différents documents décrits ci-après, la prise en compte des cavités souterraines aura comme objectifs :

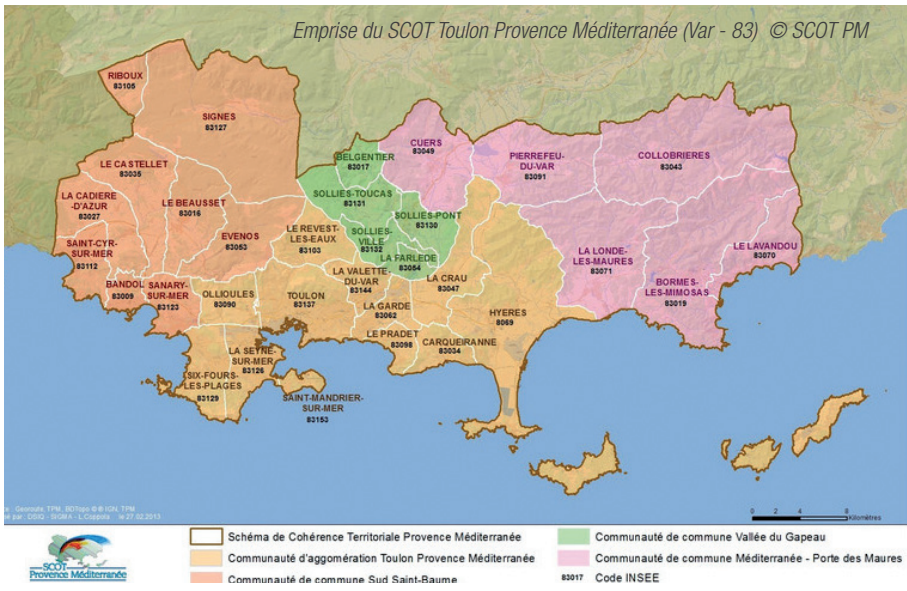
- de cartographier les zones concernées par le risque et pour lesquelles il convient d'interdire ou d'autoriser sous condition la construction ;
- de définir les règles et contraintes qui seront prescrites (par exemple, obligation d'une étude préalable tenant compte de l'aléa avant tout aménagement, mesures de gestion des eaux de surface, etc).

La Directive Territoriale d'Aménagement (DTA)

La DTA est un document d'urbanisme de planification stratégique sur un échelon supra-régional à moyen et long terme, avec lequel les documents de planification locale doivent être compatibles. Les DTA expriment les orientations fondamentales de l'État en matière d'aménagement, ses objectifs de localisation des grandes infrastructures de transport et des grands équipements ainsi que ses objectifs de préservation de l'environnement. Elles ont pour objet de renforcer la cohérence des politiques conduites par l'État sur des territoires où les enjeux d'aménagement, de développement, de protection et de mise en valeur sont les plus sensibles. Elles doivent, de cette façon, permettre de créer les liens nécessaires entre les orientations nationales et la planification locale, dans le prolongement de la décentralisation.

Les Schémas de Cohérence Territoriale (SCOT)

Élaborés conjointement par les services de l'État et les élus communaux, les SCOT, qui succèdent aux Schémas Directeurs (SD), fixent, à hauteur d'un bassin de vie regroupant plusieurs communes, les grandes orientations en matière d'aménagement et de destination des sols, dans un objectif de développement durable du territoire.



Emprise du SCOT Toulon Provence Méditerranée (Var - 83) © SCOT PM


DÉPARTEMENT DES ALPES-MARITIMES

VILLE DE GRASSE

COMMUNE DE GRASSE
PLAN LOCAL D'URBANISME

Modification n°10

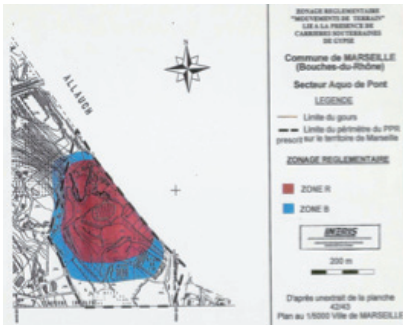
NOTE DE PRESENTATION
Adaptations portant sur le règlement de certains secteurs de la commune et sur l'annexe 7.13 du PLU

Les Plans locaux d'urbanisme (PLU)

Élaborés par la commune, ces documents fixent les règles générales et servitudes d'utilisation des sols qui doivent être compatibles avec les orientations du SCOT s'il existe. Documents d'urbanisme communaux, les PLU (qui remplacent les Plans d'Occupation des Sols - POS) présentent le projet de la commune en matière d'aménagement et de développement durable, en se basant sur l'exposé de la situation et en expliquant les motifs ayant conduit à la délimitation des zones, les règles qui y sont applicables et les orientations prises. Les risques, au même titre que d'autres enjeux (gestion de l'eau, paysage, environnement, etc.) doivent être pris en compte dans ces documents.

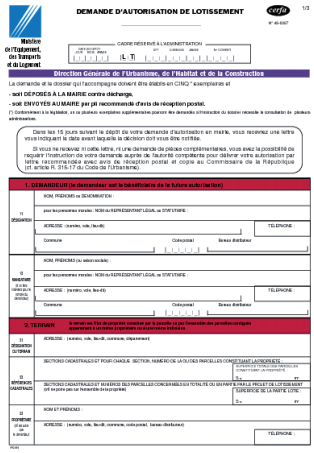
Les Plans de Prévention des Risques Naturels (PPRN)

Les Plans de Prévention des Risques Naturels prévisibles (annexés au PLU) ont été institués par la loi n° 95-101 du 2 février 1995. Régis par les articles R562-1 à R562-9 du Code de l'Environnement, leur prescription et leur élaboration relèvent des services de l'État, qui doivent néanmoins associer les collectivités à sa réalisation via notamment une enquête publique.



L'autorisation de lotir

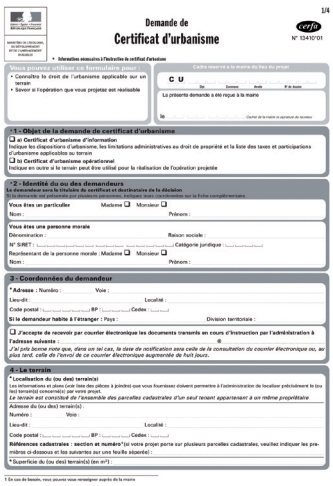
Ces autorisations s'appliquent à certains travaux, installations et aménagements, tels que lotissements, aires de jeux et de sports, aires de stationnements, campings, etc. L'autorisation est délivrée par le maire, au nom de la commune (si celle-ci est dotée d'un PLU) ou au nom de l'État. Comme pour les PC, l'existence d'un risque lié à la présence de cavités souterraines peut entrainer le refus ou l'acceptation sous conditions du projet.


DEMANDE D'AUTORISATION DE LOTISSEMENT

Le Certificat d'Urbanisme (CU)

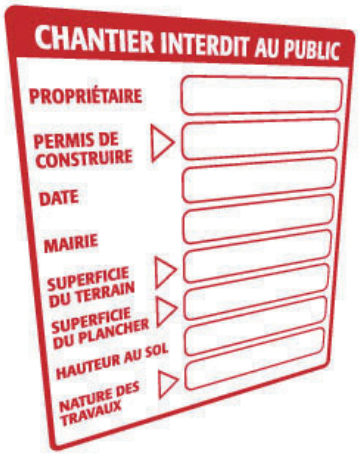
Document délivré par le maire, destiné à informer toute personne qui en fait la demande sur la possibilité ou non de construire sur un terrain donné. Sans caractère obligatoire, il est généralement demandé avant le PC. Deux types de certificat sont délivrables :

- le certificat ordinaire (A) permet de savoir si le terrain est constructible, en donnant les informations relatives aux contraintes d'urbanisme applicables ;
- le certificat opérationnel (B) indique si le projet présenté par le demandeur peut être réalisé sur le terrain.


Demande de
Certificat d'urbanisme

Le Permis de Construire (PC)

Ce document délivré par le maire, est une autorisation administrative obligatoire préalable à l'édification d'une construction par toute personne (physique ou morale, publique ou privée). Il atteste que la construction respecte les règles d'urbanisme et d'occupation du sol en vigueur sur la commune.
Il peut être refusé ou n'être accepté que sous réserve de prescriptions spéciales si le projet peut porter atteinte à la salubrité ou à la sécurité publique (Article R111-2 du Code de l'Urbanisme). Dans ce cadre et en accord avec les règles d'urbanisme communales, la présence de cavités souterraines à son aplomb peut justifier ce refus ou cette acceptation sous conditions.



III.5. La gestion du risque : les outils financiers

Différents outils financiers via des procédures spécifiques existent pour aider les collectivités à gérer les phénomènes naturels, les principaux pouvant concerner spécifiquement les phénomènes liés au gypse sont surlignés en gras :

Outil	Source	Acteur	Objectifs
Le Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs FPRNM (Fonds Barnier)	Etat	Préfet	Pour les risques liés aux cavités souterraines : 1.Expropriation de biens exposés (PPR non nécessaire) 2.Acquisition amiable de biens exposés (PPR non nécessaire) 3.Acquisition amiable de biens sinistrés (PPR non nécessaire) 4.Dépenses d'évacuation temporaire et de relogement (PPRN non nécessaire) 5.Opérations de reconnaissance, travaux de comblement ou de traitement des cavités souterraines (PPRN non nécessaire) 6.Études et travaux de réduction de la vulnérabilité imposés par un PPRN 7.Études et travaux de prévention des collectivités territoriales (PPRN nécessaire)
Le Fond Européen de Développement Régional FEDER	Europe	Région	Renforcer les cohésions économique et sociale au sein de l'Union Européenne en corrigeant les déséquilibres financiers en finançant : • des aides directes aux investissements réalisés dans les entreprises afin de créer des emplois durables ; • des infrastructures liées notamment à la recherche et l'innovation, aux télécommunications, à l'environnement, à l'énergie et au transport ; • des instruments financiers destinés à soutenir le développement régional et local et à favoriser la coopération entre les villes et les régions ; • des mesures d'assistance technique.
La Dotation d'Equipement des Territoires Ruraux DETR	Etat		Financer des projets d'investissement rentrant dans les compétences de la commune pour certains domaines (économie, social, tourisme et environnement) ou pour le développement ou le maintien de services publics locaux.
La garantie Catastrophe naturelle	Etat	Assurances	Indemniser les effets des catastrophes naturelles sur les biens sous réserve que ceux-ci soient assurés et que l'événement soit d'origine naturelle : si les cavités naturelles rentrent sans équivoque dans cette catégorie, y inclure les cavités anthropiques est plus difficile à justifier.

Intervention de Daniel Baumont et Pascal Vander Zanden, respectivement Adjoint au maire à l'Urbanisme et aux Services Techniques et Directeur des Services Techniques, commune du Luc-en-Provence (Var) sur l'événement du 8 octobre 2014

« Ce que nous donnerions comme conseil, c'est d'améliorer la connaissance sur l'histoire du territoire et la présence potentielle de gypse et du risque associé via notamment un PPRN. Des enquêtes auprès des anciens seraient intéressantes à lancer. Ce qui est incroyable c'est que des vestiges existent au pied de l'effondrement alors que par ailleurs nous ne connaissions pas les anciennes exploitations. »

Nous aimerions également que soit anticipée la construction dans le PLU pour l'extension de l'urbanisation. Aujourd'hui on nous interdit de construire en plaine pour conserver les parcelles agricoles, donc nous sommes obligés de nous replier vers les reliefs où sont présents les problèmes.

Nous aimerions des contraintes inscrites au PLU, le PPRN lui le permet. Et ce, en lien avec le PCS, pour ce qui est de l'information aux populations mais également sur les risques.

Aujourd'hui nous attendons les résultats des études et le retour des experts . Le PPRN devrait avoir pour objectif de demander des sondages ponctuels supplémentaires. Toutes les demandes récentes de permis dans le secteur sont aujourd'hui gelées. A priori c'est le secteur le plus fragile sur notre commune.
Aujourd'hui l'événement d'octobre 2014 a eu lieu il y a 9 mois. La durée pour mettre fin au phénomène est variable, cela dépend aussi si on se trouve sur des terrains publics ou privés, si il y a eu ou non un arrêté catastrophe naturelle. Il nous paraît important, avec du recul, de bien connaître l'histoire de son territoire (existence d'exploitations anciennes en sous-sol, de la présence d'anciennes galeries etc…).

Concernant le fond Barnier, c'est tout d'abord la collectivité qui doit porter la responsabilité du bâti (démolition, reconstruction), or d'après nous ce n'est pas à l'échelle d'une collectivité (qui plus est une petite commune rurale) de gérer ce type de problème, mais plutôt à l'Etat. L'échelle du département serait plus adaptée d'après nous, car il a davantage les moyens et notamment des compétences en voirie très poussées. »



Bibliographie

BRGM : Rivet F., Renaud O. (2010) – Effondrement de terrain au 18, allée des Lavandes sur la commune de Saint-Zacharie, Rapport final. Rapport BRGM/RP-58645-FR.

BRGM : Rivet F., Mathon C. (2011) – Désordres sur des immeubles de la commune de Bargemon – Analyse du rapport d'expertise géotechnique du bureau d'études L.E.R.I.T. et recommandations, Rapport final. Rapport BRGM/RP-60536-FR.

BRGM : Rivet F., Girard A. avec la collaboration de Mathon C. (2012). Amélioration de la connaissance sur les risques d'effondrement/glissement liés à la présence de terrains gypseux triasiques en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Rapport final BRGM/RP-60896-FR.

BRGM : Marçot N., Mathon C. (2014) – Effondrement du Luc (Var) du 8 octobre 2014 en amont de la D433. Rapport BRGM/RP-64040-FR.

DDTM 76 (2007) – Guide à l'usage des maires : Gestion et prévention des risques liés à la présence de cavités souterraines en Seine-Maritime.

Géolithe : Verdier J.-M. (2013) – Commune de Breil-sur-Roya Vieux village – Aléa d'affaissement et d'effondrement du vieux village – Etude de diagnostic géotechnique – Rapport Géolithe G5.

INERIS – Mise en sécurité d'effondrement de cavités souterraines situé en domaine privé. Application au département du Nord (59) – Guide technique local à l'usage des particuliers.

Inspection générale des Carrières (2013) – Notice Technique – Travaux d'injection des anomalies liées à la dissolution du gypse antéludien.

LCPC (2004) – Détection de cavités souterraines par méthodes géophysiques – Guide technique.

MEDDE (2012) – Guide méthodologique Plan de prévention des risques naturels Cavités souterraines abandonnées.

MEDDE (2013) - Plan national pour la prévention des risques liés aux effondrements de cavités souterraines.

MEDDE (2014) – Projet de guide de gestion des cavités à l'usage des maires.

Stratégie régionale de prévention des risques naturels et hydrauliques en région Provence-Alpes-Côte-d'Azur sur la période 2015 – 2018 (http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/strategie-de-prevention-des-risques-en-region-paca-a8734.html).

Cadre régional d'action pour la prévention du risque d'effondrements et de glissements de terrain liés au gypse en région Provence-Alpes-Côte d'Azur sur la période 2015-2018.



Glossaire

AZI - Atlas des Zones Inondables

BRGM - Bureau de Recherches Géologiques et Minières

BSS - Banque de données du Sous-Sol

CATNAT – Catastrophe Naturelle

CEREMA – Centre d'Etudes et d'expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement

CNRS – Centre National de Recherche Scientifique

CU – Certificat d'Urbanisme

DCS - Dossier Communal Synthétique

DDRM - Dossier Départemental sur les Risques Majeurs

DDTM – Direction Départementale des Territoires et de la Mer

DICRIM - Dossier d'Information Communal sur les Risques Majeurs

DREAL – Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

DTA – Directive Territoriale d'Aménagement

EPCI - Etablissement Public de Coopération Intercommunale

FSUE - Fonds de Solidarité de l'Union Européenne

GRIMP - Groupe de Reconnaissance et d'Intervention en Milieu Périlleux

IAL – Information Acquéreur Locataire

ICPE - Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

IFSTTAR - Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux

INTERREG - Programme interrégional

IGN – Institut Géographique National

INERIS - Institut National de l'Environnement industriel et des RISques

IR – Infra Rouge

LCPC – Laboratoire Central des Ponts et Chaussées

MEDDE - Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie

NGF – Nivellement Général de la France

ORRM – Observatoire Régional des Risques Majeurs en région Provence Alpes Côted'Azur

PAC - Portée A Connaissance

PACA - Provence Alpes Côted'Azur

PC – Permis de Construire

PCS - Plan Communal de Sauvegarde

PER – Plan d'Exposition aux Risques

PICS - Plan Intercommunal de Sauvegarde

PLU - Plan Local d'Urbanisme

PPRN - Plan de Prévention des Risques Naturels

SASW - Spectral Analysis of Surface Waves

SCOT – Schéma de COhérence Territoriale

SDIS - Service Départemental d'Incendie et de Secours

SGAR - Secrétariat Général aux Affaires Régionales

SRADDT - Schéma Régional d'Aménagement et De Développement du Territoire

TIM - Transmission des Informations aux Maires

ZERMOS - Zones Exposées aux Risques de MOuvements de Sols

AUTEURS

BRGM
Nathalie Marçot
Carola Mirgon
Claire Arnal
Christian Mathon
DREAL PACA
Jean-Luc Genois
Ghislaine Verrhiest-Leblanc
REGION PACA
Hervé Champion
Nancy Spinousa

GRAPHISME / MISE EN PAGE

Studio Graphique VSDCom
Valérie Scotto Di Césaré
www.vsdcom.fr

ÉDITION SEPTEMBRE 2016


Géosciences pour une Terre durable
brgm


Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
PROVENCE ALPES-CÔTE D'AZUR


Région
Provence
Alpes
Côte d'Azur


ORRM
OBSERVATOIRE RÉGIONAL
DES RISQUES MAJEURS
EN PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

Région Provence-Alpes-Côte d'Azur

Liberté
Égalité
Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREFET DE LA REGION PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR

Direction régionale de l'environnement,
de l'aménagement et du logement
de Provence-Alpes-Côte d'Azur
Service de la prévention des risques
Affaire suivie par Ghislaine Verrhiest-Leblanc et Julien Assante

Région Provence Alpes Côte d'Azur
service risques naturels majeurs
Affaire suivie par Nancy Spinousa et Hervé Champion

Le Préfet de Région
et le Président de la Région
Provence-Alpes-Côte d'Azur

à

Mesdames et Messieurs les Maires
Messieurs les Préfets des départements

Marseille, le 12 OCT. 2016

Objet : Guide technique régional à l'usage des maires pour la gestion et la prévention du risque mouvements de terrain lié à la présence de gypse en Provence-Alpes-Côte d'Azur

PJ : Un exemplaire du guide cité en objet

Nous avons le plaisir de vous transmettre le guide technique régional à l'usage des maires pour la gestion et la prévention du risque mouvements de terrain lié à la présence de gypse en Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Publié en juillet 2016, ce guide répond à l'objectif d'accompagnement des collectivités pour gérer le risque lié aux terrains gypseux, ambition inscrite dans la stratégie régionale de prévention des risques naturels et hydrauliques pour la période 2015-2018 et dans le cadre régional d'action spécifique au risque d'effondrements et de glissements de terrain liés aux cavités souterraines.

Il est le fruit d'un travail partenarial entre l'Etat, la Région et le BRGM au travers de l'Observatoire Régional des Risques Majeurs de Provence-Alpes-Côte d'Azur (ORRM PACA), sur le site duquel vous pouvez télécharger et visualiser les versions électronique et web de cet ouvrage (http://observatoire-regional-risques-paca.fr/).

Notre région est en effet fortement exposée aux risques liés aux cavités souterraines, en particulier d'origine gypseuse. Tous les départements sont concernés avec une susceptibilité moindre pour le Vaucluse et une potentialité plus forte pour les départements côtiers que sont le Var et les Alpes-Maritimes. Les Alpes occidentales (avec notamment l'arrière-pays niçois), le Briançonnais et le nord de Digne sont également des zones affectées. La région de Draguignan également, où de nombreux effondrements ou fontis ont été recensés, est particulièrement soumise au risque d'effondrement par dissolution du gypse.

Ce guide vise ainsi à :

- présenter les phénomènes liés au gypse et les risques induits ;
- faire état des éléments de connaissance : indices spécifiques, données disponibles, moyens d'investigation ;
- décrire les actions de prévention et les outils mobilisables par les acteurs locaux pour mieux gérer ces risques.

Les services de l'Etat et de la Région se tiennent à votre disposition pour vous accompagner dans la mise en œuvre d'actions de connaissance, de prévention et de gestion des risques liés au gypse.

Le Président de la

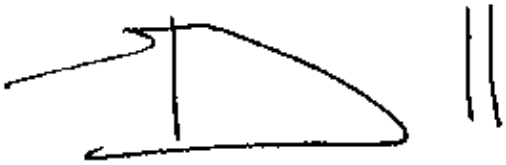
Région Provence-Alpes-Côte d'Azur



Christian ESTROSI

Le Préfet de la

Région Provence-Alpes-Côte d'Azur



Stéphane BOUILLON