

**COMMUNE D'ALLAS LES MINES**

**PLAN DE PREVENTION DES RISQUES  
MOUVEMENTS DE TERRAIN  
et  
RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES**

***RAPPORT DE PRESENTATION***

**-PIECE n° 1-**

**Approuvé par arrêté préfectoral le 2 septembre 2016**



*Liberté • Égalité • Fraternité*

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Les Services de l'Etat en Dordogne  
Direction départementale des territoires

## SOMMAIRE

	pages
Sommaire.....	2
Prévention des risques et plan de prévention des risques naturels prévisibles.....	3
Les mouvements de terrain.....	5
Le retrait – gonflement des sols argileux.....	7
Etablissement d'un plan de prévention des risques de mouvements de terrain et retrait – gonflement des argiles.....	9
Composition du dossier.....	11
Études techniques réalisées.....	12
Caractérisation des aléas.....	20
Détermination des enjeux.....	23
Zonage réglementaire.....	24
Règlement du PPR.....	25
Glossaire des termes techniques.....	26

*Les mots dont la signification est précisée dans le glossaire  
sont signalés par "\*" lors de leur première apparition dans le texte.  
La traduction des sigles employés figure dans le glossaire.*

## **PREVENTION DES RISQUES ET PLAN DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS PREVISIBLES**

Le **risque\*** est le résultat de la **confrontation entre un aléa\*** (c'est-à-dire un événement dû à des circonstances imprévisibles et non maîtrisables, par exemple une inondation) **et un enjeu** (des biens, des personnes qui sont exposés, par exemple un quartier résidentiel). **La vulnérabilité\*** mesure les conséquences d'un aléa sur les enjeux touchés.

**Le risque majeur** est caractérisé par une faible fréquence et un fort degré de gravité. Par leur nature ou leur intensité, les effets dépassent les parades\* mises en œuvre par la société qui se trouve alors menacée.

**En matière de sécurité face au risque naturel\*, l'action de la collectivité prend trois formes principales : l'alerte, la protection et la prévention.**

**L'alerte** consiste à prévenir à temps la population et les responsables de la sécurité pour que des dispositions de sauvegarde soient prises.

Par exemple, pour le risque inondation, le système d'annonce des crues du bassin de la Dordogne remplit cette fonction. On peut aussi prévoir pour certains sites à risques de mouvements de terrain\* un dispositif de surveillance, un système automatique ou une surveillance régulière par un spécialiste, afin de donner l'alerte en temps voulu.

**La protection** est une démarche plus active. Elle met en place un dispositif qui vise à réduire, à maîtriser, à supprimer les effets d'un aléa. Par exemple un grillage ou un mur peut empêcher une chute de blocs rocheux d'atteindre des habitations.

Pour limiter les effets des catastrophes, il est aussi nécessaire d'intervenir bien en amont des phénomènes naturels en limitant la vulnérabilité des biens et des personnes par la prévention.

**La prévention** est une démarche fondamentale à moyen et long terme.

D'une part, elle permet des économies très importantes en limitant les dégâts. En effet, un événement naturel majeur peut avoir un coût considérable : endommagement des biens privés et des infrastructures publiques, chômage technique, indemnités, remises en état, coût des personnels et des matériels mobilisés sans compter les effets psychosociologiques.

La prévention consiste essentiellement à éviter d'exposer les biens et les personnes par la prise en compte du risque dans la vie locale et notamment dans l'utilisation et l'aménagement du territoire communal.

La construction d'ouvrages de protection, en supposant que le contexte technique le permette, n'est qu'une mesure complémentaire de protection locale qui ne peut en aucun cas éliminer définitivement le risque.

La prévention est donc la seule attitude fiable à long terme, quels que soient les aléas naturels ou l'évolution de la société et des implantations humaines. C'est l'un des fondements de la politique nationale pour la gestion des risques naturels.

En effet, selon un processus général, l'évolution de la société est caractérisée par plusieurs tendances : la croissance d'agglomérations souvent aux dépens de zones "à problème" (zones inondables...), la dispersion de l'habitat et des activités économiques en périphérie urbaine sur ces mêmes zones, l'évolution des modes de vie (l'utilisation et l'entretien des versants...), une mobilité accrue de la population, enfin l'oubli ou la méconnaissance des phénomènes naturels dans une société où la technique et les institutions sont supposées tout maîtriser.

Depuis une centaine d'années, cette évolution a contribué à augmenter notablement le risque.

Face à ce constat, les P.P.R.\* poursuivent deux objectifs principaux :

- constituer et divulguer une connaissance du risque afin que chaque personne concernée soit informée et responsabilisée.
- instituer une réglementation minimum mais durable afin de garantir les mesures de prévention. C'est pour cela que le P.P.R. institue une servitude d'utilité publique\* affectant l'utilisation du sol qui s'impose notamment au plan d'occupation du sol, ou plan local d'urbanisme lorsqu'il existe. Souvent, des mesures partielles existent déjà, soit de façon formelle dans les documents d'urbanisme, soit de façon informelle pratiquée par la population.

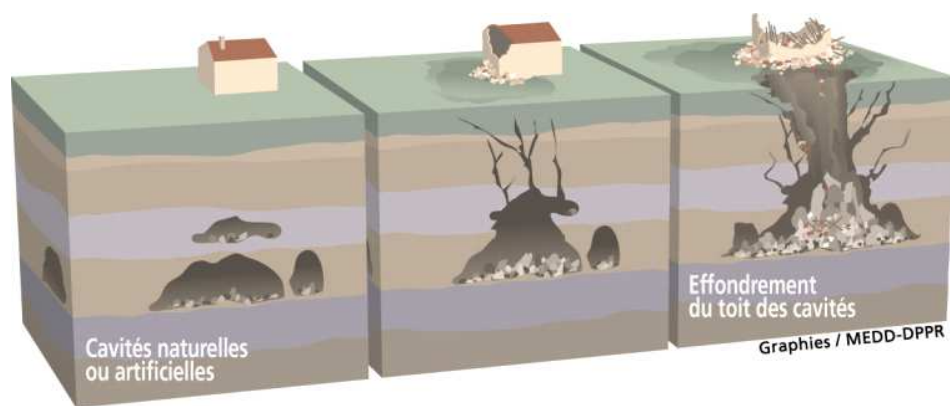
Le P.P.R. est donc l'outil qui permet d'afficher et de pérenniser la prévention.

Le PPR mouvements de terrain -argiles a été prescrit le 17 septembre 2012 pour la commune d'Allas Les Mines.

## LES MOUVEMENTS DE TERRAIN

La dénomination "mouvements de terrain" recouvre des phénomènes variés :

- les mouvements lents et continus: affaissement\* (par évolution d'une cavité souterraine), tassement (charges portées par le terrain, surexploitation d'une nappe souterraine), gonflement-retrait (par variation d'humidité), glissement\*.

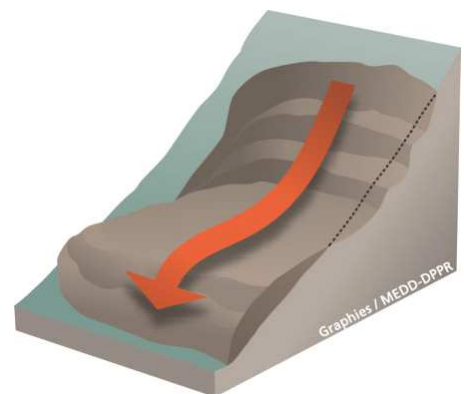


CAVITES

- les mouvements rapides et discontinus : effondrement\* (par rupture d'une cavité souterraine), écoulement et chute de blocs\* (falaise), coulée boueuse et torrentielle.



FALAISES

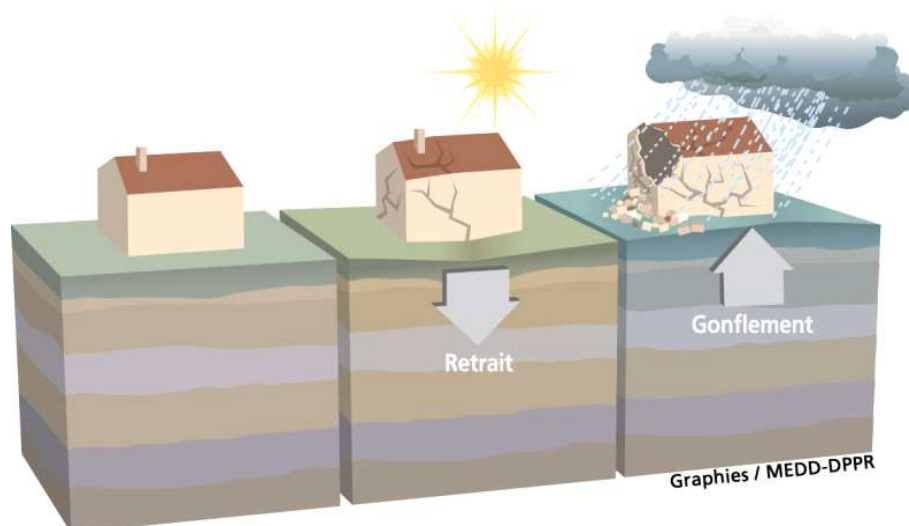


GLISSEMENT

Le département de la Dordogne est concerné essentiellement par les écroulements, les chutes de blocs et les glissements.

Les cavités souterraines naturelles ou artificielles (carrières) étant nombreuses, les affaissements et effondrements sont possibles.

Les retraits-gonflements des argiles, notamment lors de sécheresses prolongées sont aussi envisageables, selon le schéma ci-dessous :



La géologie et le relief de la Dordogne favorisent la formation de falaises calcaires\* le long des cours d'eau. Au cours de l'histoire, la construction de voies de communication empruntant les vallées a souvent accentué ce phénomène par la multiplication des fronts de taille. Enfin, l'habitat s'est depuis toujours installé au pied d'escarpements : proximité d'un cours d'eau et des voies de communication, recherche d'abri, construction en appui...).

Cette évolution naturelle et historique a donc favorisé la conjonction du risque de chute de blocs et l'existence d'établissements humains vulnérables.

L'événement marquant le plus récent s'est déroulé à la Roque-Gageac en 1957 faisant trois morts et détruisant plusieurs maisons.

Les extractions souterraines de matériaux, dont certaines très anciennes ont été abandonnées, peuvent aussi induire un risque par des affaissements ou des effondrements dangereux pour les biens et les personnes à la surface du sol.

L'accident marquant est celui de Chancelade le 25 octobre 1885. Quatre hectares de carrières souterraines se sont effondrés d'un seul coup, faisant 14 victimes et détruisant des habitations. On recense en Dordogne 211 carrières souterraines abandonnées.

De façon générale, même si on parvient à identifier les formations instables, l'évolution d'un phénomène de mouvement de terrain est très difficile à prévoir dans le temps.

Les facteurs qui contribuent aux chutes de blocs sont très divers: variation de température et d'humidité, gel, croissance de la végétation, ruissellement de l'eau (notamment dans le calcaire), surcharge du terrain, affouillements...

Les parades possibles sont de plusieurs sortes: suppression ou stabilisation de la masse instable, entretien de la végétation, collecte des eaux, drainage, système de déviation, de freinage ou d'arrêt des éboulis, renforcement des bâtiments.

## **LE RETRAIT- GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX**

Les phénomènes de retrait et de gonflement de certains sols argileux ont été observés depuis longtemps dans les pays à climat aride et semi-aride où ils sont à l'origine de nombreux dégâts causés tant aux bâtiments qu'aux réseaux et voiries. En France, où la répartition pluviométrique est plus régulière et les déficits saisonniers d'humidité moins importants, ces phénomènes n'ont été mis en évidence que plus récemment, en particulier à l'occasion des sécheresses de l'été 1976, et surtout des années 1989 – 1990.

La prise en compte, par les assurances, de sinistres résultant de mouvements différentiels de terrain dus à la sécheresse, a été rendue possible par l'application de la loi n° 82-600 du 13 juillet 1982 modifiée relative à l'indemnisation des victimes de catastrophe naturelle\*.

Le département de la Dordogne fait partie de ceux qui ont été touchés par de nombreux désordres du bâti, suite à des mouvements différentiels de sols consécutifs à des périodes de sécheresse exceptionnelles. Entre 1991 et 2000, 23 arrêtés inter-ministériels ont ainsi été pris, reconnaissant l'état de catastrophe naturelle pour ce seul aléa dans près de 65% des communes du département. Dans le cadre de l'étude départementale d'aléa réalisée en 2001 par le BRGM (voir carte ci-dessous), près de 4 200 sites de sinistres, répartis dans 310 communes de la Dordogne, ont ainsi été recensés pour la période 1989 – 1998, ce qui constitue très vraisemblablement une estimation minorée de la réalité.

L'examen de nombreux dossiers de diagnostics ou d'expertises révèle que beaucoup de sinistres auraient sans doute pu être évités ou que du moins leurs conséquences auraient pu être limitées, si certaines dispositions constructives avaient été respectées pour des bâtiments situés en zones sensibles au phénomène.

C'est pourquoi l'Etat a souhaité engager une politique de prévention vis-à-vis de ce type de risque en incitant les maîtres d'ouvrage à respecter un certain nombre de règles constructives. Cette démarche s'inscrit dans le cadre d'une politique générale visant à limiter les conséquences humaines et économiques des catastrophes naturelles, par la mise en œuvre de plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPR), ce qui consiste à délimiter des zones apparaissant exposées à un niveau de risque homogène et à définir, pour chacune de ces zones, les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent y être prises, en application de la loi n° 95-101 du 2 février 1995 modifiée.

Dans le cas particulier du phénomène de retrait-gonflement des sols argileux, **les zones concernées**, même soumises à un aléa considéré comme élevé, **restent constructibles**. Les prescriptions imposées sont, pour l'essentiel, des règles de bon sens dont la mise en œuvre n'engendre qu'un surcoût relativement modique, mais dont le respect permet de réduire considérablement les désordres causés au bâti, même en présence de terrains fortement susceptibles vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement.

Cette réglementation concerne essentiellement les constructions futures. Quelques consignes sont toutefois proposées pour les bâtiments existants afin de limiter les facteurs déclenchants et/ou aggravants du phénomène de retrait-gonflement.

Le non respect du règlement du PPR peut conduire à la perte du droit à l'indemnisation de sinistres déclarés, et ceci malgré la reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle.

# **ETABLISSEMENT D'UN PLAN DE PREVENTION DES RISQUES DE MOUVEMENTS DE TERRAIN et RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES**

## **GENERALITES**

Les plans de prévention des risques naturels prévisibles (P.P.R.) ont été institués par la loi du 2 février 1995 modifiée relative au renforcement de la protection de l'environnement .

La loi du 30 juillet 2003 modifiée relative à la prévention des risques technologiques et naturels et celle du 13 août 2004 relative à la modernisation de la sécurité civile ont précisé certaines dispositions de ce dispositif.

La procédure d'élaboration et le contenu de ces plans sont fixés par le décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995, modifié par le décret n°2005-3 du 4 janvier 2005 et maintenant codifiés dans le code de l'environnement.

Le mécanisme d'indemnisation des victimes des catastrophes naturelles prévu par la loi repose sur le principe de solidarité nationale. Les contrats d'assurance garantissent les assurés contre les effets des catastrophes naturelles sur les biens et les activités, cette garantie étant couverte par une cotisation additionnelle à l'ensemble des contrats d'assurances dommages et à leurs extensions couvrant les pertes d'exploitation. En contrepartie, et pour la mise en œuvre de ces garanties, les assurés exposés à un risque doivent respecter certaines règles de prévention fixées par les P.P.R.

Les P.P.R. poursuivent deux objectifs essentiels :

- d'une part localiser, caractériser et prévoir les effets des risques naturels existants dans le souci notamment d'informer et de sensibiliser le public,

- d'autre part, définir les mesures de prévention nécessaires pouvant aller de la réglementation de l'occupation et de l'utilisation des sols jusqu'à la prescription de travaux de prévention prenant en compte, outre le niveau de risque, leur opportunité économique et sociale.

L'élaboration des P.P.R. est déconcentrée. C'est le préfet du département qui prescrit, rend public et approuve le P.P.R. après enquête publique et consultation des conseils municipaux concernés. C'est en général la direction départementale des territoires qui est chargée par le préfet de mettre en œuvre la procédure.

## **PROCEDURE**

### **Première phase : prescription d'établissement d'un P.P.R.**

L'établissement du P.P.R. (ou sa révision) est prescrit par un arrêté préfectoral qui est notifié à la ou aux commune(s) concernée(s).

Cet arrêté détermine:

- le périmètre mis à l'étude du risque,
- le service de l'Etat qui est chargé de l'instruction.

### **Deuxième phase : réalisation des études techniques**

L'étude des risques poursuit quatre objectifs:

- décrire et caractériser les phénomènes de mouvements de terrain
- pour chacun d'eux évaluer l'intensité de l'aléa
- proposer un zonage du risque
- proposer des mesures techniques de prévention.

Les résultats de l'étude prennent donc la forme:

- d'un rapport expliquant et synthétisant les résultats
- d'une carte des aléas
- d'une carte de zonage du risque

Cette étude sert de base pour l'élaboration de la réglementation de la servitude affectant l'utilisation du sol.

### **Troisième phase : publication et approbation du P.P.R.**

- le projet de P.P.R. est soumis par le préfet à une enquête publique.
- le projet du P.P.R. est également adressé au maire . Le conseil municipal a deux mois pour donner son avis.
- le P.P.R. est éventuellement modifié pour tenir compte de l'avis des communes et des résultats de l'enquête publique.
- le P.P.R. est approuvé par arrêté préfectoral.
- le P.P.R. devient opposable aux tiers dès sa publication.
- le P.P.R. et l'ensemble des documents relatifs à la procédure pour chaque commune sont tenus à la disposition du public à la préfecture et à la mairie.
- le P.P.R. peut être révisé selon la même procédure. Les consultations peuvent alors ne porter que sur les modifications prévues.

## COMPOSITION DU DOSSIER

Le dossier de P.P.R. mouvements de terrain et retrait-gonflement des argiles est composé des documents suivants:

- Le rapport de présentation

C'est le présent document d'ordre général qui donne le cadre et la nature de la démarche de prévention des risques.

- La carte de zonage

La carte de zonage définit le périmètre des zones où s'appliquent les mesures prévues dans le règlement du P.P.R.

- Le règlement

Un P.P.R. aboutit à la création d'une servitude d'utilité publique affectant l'utilisation du sol. Le règlement contient les mesures qui s'appliquent dans le cadre de cette servitude à toute modification de l'utilisation des sols.

-La carte des aléas

Ces documents graphiques localisent les phénomènes de mouvements de terrain et de retrait-gonflement des argiles et les zones exposées.

• Les annexes

- annexe 1 : étude sur les mouvements de terrain de ANTEA GROUP
- annexe 2 : description succincte des formations argileuses et marneuses affleurant dans le département de la Dordogne
- annexe 3 : description des phénomènes de retrait-gonflement des sols argileux et de leur conséquence
- annexe 4 : illustration des principales dispositions réglementaires de prévention des risques de mouvements de terrain différentiels liés au phénomène de retrait-gonflement

## ETUDES TECHNIQUES REALISEES

### ▪ 1 ▪ **Mouvements de terrain**

Le département de la Dordogne est particulièrement concerné par les risques naturels, principalement les risque inondation et mouvements de terrain.

C'est le cas notamment de la commune d'Allas les Mines qui est d'ailleurs dotée d'un PPRI approuvé en 2011 et d'un PPRMVTA prescrit le 17 septembre 2012. En effet, elle est touchée par le phénomène des retrait-gonflement des argiles, des cavités (3 recensées par le BRGM), des effondrement et glissement (2 recensés) et une carrière souterraine abandonnée.

Plusieurs enjeux sont concernés par cette dernière et notamment dix maisons d'habitation et un camping (plus de 500 personnes en été).

Pour mieux appréhender ces phénomènes, la société ANTEA Group a été mandatée pour la réalisation d'une étude relative aux mouvements de terrain.

Cette étude a pour objet de préciser les conditions de stabilité de la carrière au droit des secteurs à enjeux (camping du Domaine de Cro-Magnon et hameau du Bousquet), avec une investigation détaillée et un relevé systématique des désordres mais aussi de l'ensemble de la carrière, par l'intermédiaire de cheminement au droit des autres secteurs de carrières.

### **CONTEXTE GEOGRAPHIQUE**

La carrière souterraine se développe sous le plateau d'Allas Les Mines, entrecoupé par des talwegs. L'altimétrie du terrain naturel sous l'emprise de la carrière souterraine varie entre 100 et 192 mNGF environ.

L'emprise en surface de la zone sous-cavée est constituée essentiellement par des zones boisées et des zones agricoles (prés), mais également par des zones à enjeux, et notamment :

- le camping du Domaine de Cro-Magnon (emplacement des tentes, bungalows et zones communes),
- les habitations du hameau du Bousquet.

### **CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE**

Le plateau d'Allas est constitué par les formations calcaires et marno-calcaires du Kimméridgien supérieur (formation d'Allas – j6A) et du Portlandien (j7B). La carrière a exploité un banc de calcaire marneux du Kimméridgien.

Il s'agit d'une alternance de calcaires gris, beiges ou noirs, fins ou grossiers.

La série, d'une épaisseur totale de l'ordre de 105m, a la composition suivante du bas vers le haut :

- un ensemble de 30 m, où dominent les calcaires à faciès souvent bioclastiques, à interlits marneux feuilletés.
- une formation intermédiaire où l'argilosité des terrains augmente et les faciès fins prédominent sur environ 30 m: marnes feuilletées et calcaires.
- une partie sommitale caractérisée par une récurrence progressive des carbonates sur une épaisseur de 45 m.

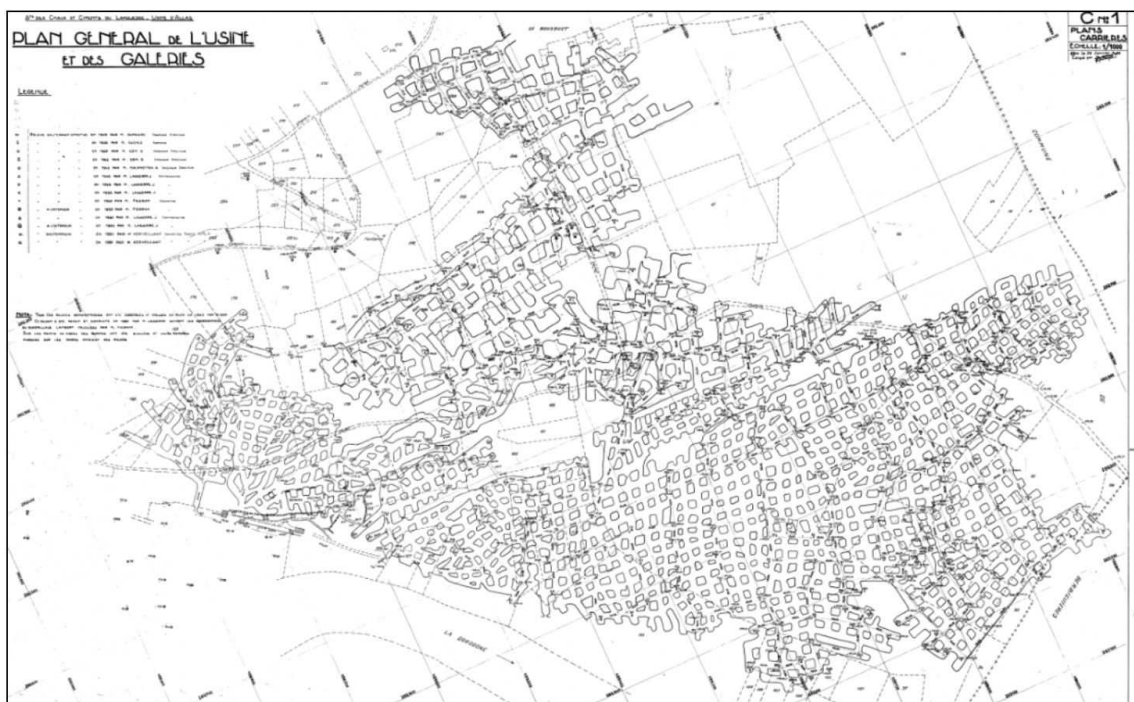
## **HISTORIQUE DES EXPLOITATIONS DE LA CARRIERE DE TEMBOURINAYRE**

Les archives indiquent qu'en 1889, il y avait deux galeries de 100 mètres. Les extractions ont cessé en 1969.

L'exploitation a débuté en 1909 dans la partie nord, en bordure de falaise, avec des galeries de 6 à 8 m de large et des piliers de 25 à 40 m<sup>2</sup>. La hauteur des galeries était de 2,5 m à 3,0 m en moyenne. L'extraction a certainement toujours été faite à l'explosif.

A partir de 1942 la géométrie a été modifiée : l'exploitation a été conduite vers le nord avec des galeries un peu plus larges de l'ordre de 10 m en moyenne mais avec quelques portées de 15 à 18 m, et des piliers plus gros. La hauteur des galeries a été augmentée : 6 à 8 mètres.

L'exploitation a laissé quelques parties non exploitées d'assez grandes dimensions, pour des raisons indéterminées.



*Plan général de la carrière de Tembourinayre*

## MOUVEMENTS CONSTATES ET TYPOLOGIE DES DESORDRES

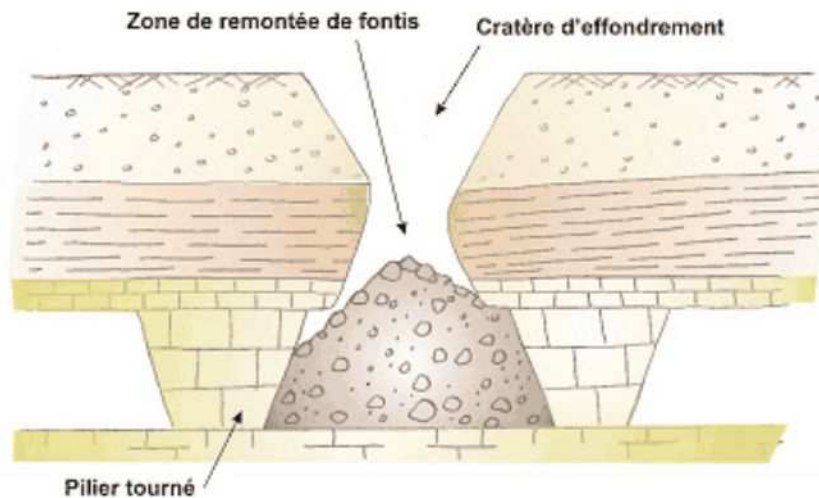
Une recherche de données sur les mouvements de terrains constatés résultant d'effondrements de carrières souterraines, sur le secteur concerné ainsi qu'au niveau du département, voire à d'autres secteurs géographiques similaires en terme de matériaux et de mode d'exploitation, a été effectuée.

Les principaux risques en surface résultant de la présence de carrières souterraines abandonnées correspondent à 3 modes de rupture, dont les effets diffèrent en fonction du mode de rupture et de la nature des terrains formant le recouvrement:

### **Effondrement localisé de type « fontis »**

Il s'agit d'un éboulement initié au sein d'une cavité souterraine qui remonte progressivement vers la surface et débouche brusquement au jour en créant un entonnoir circulaire dont le diamètre peut varier de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres.

Cet effondrement peut être attribué à des variations lithologiques des couches situées au toit de la carrière ou à la fissuration de la dalle au toit, qui dépend du contexte géologique et de la charge appliquée sur le toit et les piliers.

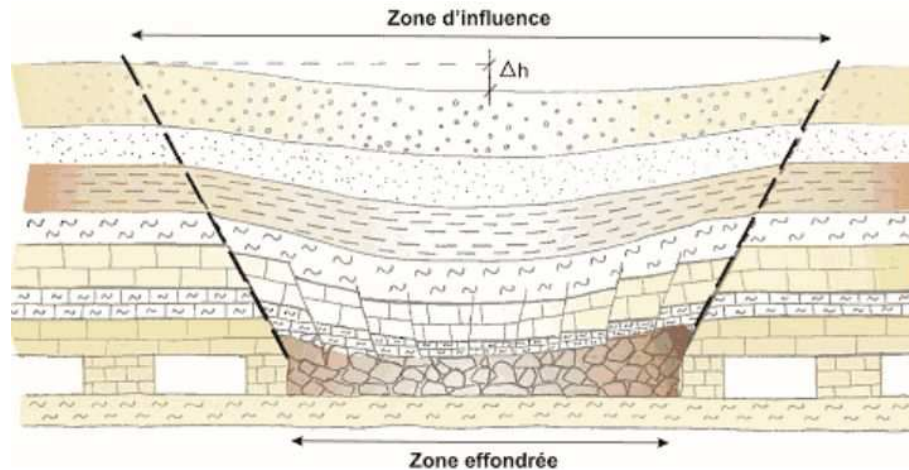


*Schéma (Antéagroup) d'un fontis par rupture du toit d'une carrière*

### **Effondrement localisé par rupture de quelques piliers**

Dans une carrière souterraine exploitée par la méthode des chambres et piliers abandonnés, la ruine d'un ou plusieurs piliers peut se traduire en surface par un effondrement lorsque la profondeur de l'exploitation et la raideur du recouvrement ne sont pas suffisamment importantes.

L'effondrement est lié à l'écrasement total des piliers, résultant de phénomènes de fluage du matériau sous l'effet de la charge qui leur est appliquée.



*Schéma (Antéagroup) d'un affaissement par rupture de quelques piliers*

### **Effondrement généralisé**

Il s'agit d'un abaissement brutal et spontané de la surface qui se manifeste sous la forme d'un cratère, d'étendue et de profondeur plus ou moins importantes, limité par des fractures nettes de rupture. La zone effondrée peut correspondre soit à une partie de l'exploitation sous-jacente (plusieurs piliers) soit à sa totalité. Suivant les dimensions de l'exploitation, la surface effondrée peut atteindre plusieurs hectares et la hauteur affaissée plusieurs mètres si la hauteur exploitée de la couche est suffisante : l'affaissement atteint généralement la moitié ou le tiers de cette hauteur (« ouverture »).



*Exemple (Antéagroup) d'aléa effondrement généralisé*

Les instabilités qui peuvent survenir dans une carrière peuvent avoir diverses origines, dont notamment :

- rupture de la roche par excès de contrainte sur la matrice rocheuse, c'est-à-dire création de fissures mécaniques. Ces ruptures peuvent se produire dans les piliers mais aussi au toit de la galerie,

- rupture le long de fissures naturelles existantes qui sont des zones de fragilité.

La fracturation présente dans une carrière souterraine réduit la section efficace des piliers ainsi que leur capacité portante, et fragilise le toit qui peut s'effondrer lorsque, en cas de portée trop importante, celui-ci fléchit, travaille en traction et se fissure.

#### Fissuration du toit

Le toit immédiat de la carrière souterraine peut être considéré comme un banc reposant sur les piliers et soumis au poids des terrains sus-jacents (couverture).

Sous l'effet de ce chargement, le banc du toit peut fléchir. Une zone de traction apparaît alors au milieu de la galerie; si la résistance en traction de la roche est atteinte, il peut apparaître une fissure qui se propagera vers le haut mais qui se stabilisera en venant buter sur la zone de compression. La stabilité du toit est donc liée avant tout aux caractéristiques du premier banc : son épaisseur et sa résistance.

#### Fissuration des piliers

Les contraintes régnant au sein des piliers sont très variables. En effet :

- au centre des piliers, la contrainte verticale est inférieure à la contrainte moyenne et la contrainte horizontale est non nulle. Il en résulte que le centre du pilier est soumis à un régime triaxial de contrainte, ce qui augmente la résistance de la partie centrale du pilier
- par contre, sur les parements des piliers, on observe une concentration de la contrainte verticale qui est supérieure à la contrainte moyenne. L'intensité de cette concentration dépend surtout des caractéristiques de la roche en place.

C'est pourquoi les fissures mécaniques apparaissent régulièrement au voisinage des parements des piliers et découpent des blocs en forme de coin. Ce type de fissure représente le cas le plus défavorable. Plus un pilier est élancé et plus la probabilité de présence de fissures nocives est importante.

### **DIAGNOSTIC DE LA CARRIERE ( voir étude jointe d'AnteaGroup)**

Les différents types de désordres rencontrés lors de l'inspection de la carrière sont :

- une fissuration géologique ancienne (failles et fissures), d'origine tectonique et existante avant l'ouverture de la carrière. Au droit de certaines failles, on observe des développements karstiques, avec des circulations d'eau pérennes et le dépôt de calcite et la formation de gours.
- une fissuration mécanique qui résulte de l'ouverture de la carrière et de la redistribution des contraintes dans le massif rocheux. Elle affecte essentiellement les piliers. Les piliers de cette carrière sont globalement en mauvais état : ils sont fracturés à très fracturés et, de ce fait, possèdent une capacité portante bien inférieure à celle qu'ils possédaient initialement.

- des décollements superficiels ou clapés au toit. Ces phénomènes affectent le toit de la carrière, et se caractérisent par l'effondrement partiel de bancs calcaires décimétriques (sur une épaisseur < 1 m).

- des effondrements ou « cloche de fontis » dans le toit profond de la carrière. Ces effondrements sont caractérisés par un effondrement massif et très important du toit de la carrière, avec un phénomène de montée de voûte et de décompression (effondrement du toit sur une hauteur estimée entre 3 et 10m).

- la présence d'un ancien puits d'aération effondré. Ce puits a été reconnu en surface ainsi qu'au droit de la carrière. Ce puits, ainsi que les galeries attenantes, sont effondrées. La position du puits, à proximité d'une faille majeure, peut expliquer cet effondrement.

- un pendage prononcé de l'exploitation. L'exploitation a suivi le pendage des couches, qui est localement très prononcé et supérieur à 10 degrés. Ce pendage induit des piliers désaxés par rapport à la contrainte principale, et de fait le développement de contraintes horizontales au sein des piliers.

- la fissuration au mur de la carrière. Il a été observé le développement de fissures ouvertes au mur de la carrière dans certaines parties non obstruées par les éboulis. Ces fissures traduisent un début de soulèvement du mur de la carrière.

En dernier lieu, il convient de noter également la circulation d'eau ou présence d'eau à la base des piliers.

### **Conclusion du diagnostic visuel**

Les observations et les relevés des désordres observés indiquent que la carrière est dans un état de dégradation avancée et en évolution, avec l'apparition de nombreux désordres depuis sa fermeture en 1969.

On observe des passages nets entre des zones de carrières souterraines peu dégradées et des zones très dégradées. De nombreuses galeries sont en cours d'effondrement, la rupture des piliers est amorcée.

Ce phénomène peut se traduire à terme par une ruine totale de la carrière par écrasement total des piliers (rupture spontanée) et/ou effondrement localisé (type fontis), sans pouvoir prédire l'échéance de l'effondrement.

### **ANALYSE DE LA STABILITE**

La carrière souterraine est composée d'une dalle calcaire recouverte par la terre (cerveau et toit de la carrière) et reposant sur des appuis (piliers). Les effondrements peuvent se produire d'une part par l'écrasement des piliers restés en place, d'autre part par la rupture du toit entre les piliers.

Les résultats des essais en laboratoire, les caractéristiques mécaniques retenues, la stabilité des piliers et du toit figurent dans l'étude ci-jointe d'Antégroup.

Les principales caractéristiques géométriques de la carrière souterraine de la Tembourinayre sont les suivantes :

- la superficie de la carrière est de l'ordre de 50 ha ;
- le cerveau (terrain de couverture) est très variable, avec des épaisseurs comprises entre 5 et 80 m ;
- la hauteur de vide moyenne, entre le sol et le toit de la carrière, varie de 2.5 à 11 m ;
- les galeries se développent sur un niveau d'exploitation, voire deux niveaux très localement (emprise du camping), où au droit de connexions entre zones d'exploitation dont la cote du mur est différente.
- la section moyenne des piliers est très variable et comprise entre 50 et 500 m<sup>2</sup> environ ;
- la largeur des galeries est comprise entre 6 à 12 m, avec une portée maximale entre deux appuis au niveau des carrefours de l'ordre de 18 à 20 m ;
- le taux de défrètement moyen (rapport de la surface des vides à la surface totale) est de l'ordre de 70 % (entre 60 et 75%).

## • 2 • Retrait-gonflement des argiles

### GEOLOGIE LOCALE

Le département de la Dordogne est divisé en 557 communes et couvre une superficie de 9 184 km<sup>2</sup>. Il est moyennement urbanisé (388 290 habitants au recensement de 1999) et caractérisé sur la majeure partie de son territoire par un habitat rural assez dispersé et des agglomérations alignées le long des deux principales vallées de la Dordogne et de l'Isle.

D'un point de vue géomorphologique, le département présente un paysage de collines séparées par un réseau assez dense de petites vallées d'orientation générale nord-est - sud-ouest, d'autant plus profondes qu'elles se situent à l'Est et au Nord du département.

La connaissance de l'aléa retrait-gonflement passe par une étude détaillée de la géologie du département, en s'attachant particulièrement aux formations contenant de l'argile (argiles proprement dites mais aussi marnes, altérites, alluvions, limons, sables argileux, etc.). Il est en effet important de déterminer, pour chaque formation, la nature lithologique des terrains ainsi que les caractéristiques minéralogiques et géotechniques de leur phase argileuse. Cette analyse a été effectuée principalement à partir des données bibliographiques disponibles sur le sujet et notamment à partir des cartes géologiques à l'échelle 1/50 000 publiées par le BRGM. Elle reflète donc l'état actuel des connaissances sur la géologie des formations superficielles de la Dordogne, mais est

susceptible d'évoluer au fur et à mesure de l'acquisition de nouvelles données locales sur la géologie du proche sous-sol.

Les formations géologiques affleurantes ou sub-affleurantes dans le département sont brièvement décrites en annexe. Ces terrains sont très peu inclinés selon un faible pendage régional vers le Sud-Ouest, ce qui les fait apparaître progressivement depuis le socle du Massif central constitué de roches cristallines jusqu'aux dépôts sablo-argileux du Tertiaire en passant par les formations calcaires du Secondaire. Mais comme ils peuvent se trouver localement très redressés par des accidents structuraux (failles et anticlinaux) et sont souvent recouverts par des terrains argileux d'altération, la cartographie géologique des formations de Dordogne est très complexe.

## **PRINCIPAUX TYPES D'INSTABILITÉS**

Le phénomène de retrait-gonflement concerne exclusivement les sols à dominante argileuse.

Ce sont des sols fins comprenant une proportion importante de minéraux argileux et le plus souvent dénommés « argiles », « glaises », « marnes » ou « limons ». Ils sont caractérisés notamment par une consistance variable en fonction de la quantité d'eau qu'ils renferment : collant aux mains, parfois « plastiques », lorsqu'ils sont humides, durs et parfois pulvérulents à l'état desséché. Les sols argileux se caractérisent essentiellement par une grande influence de la teneur en eau sur leur comportement mécanique.

Par suite d'une modification de leur teneur en eau, les terrains superficiels argileux varient de volume : retrait lors d'une période d'assèchement, gonflement lorsqu'il y a apport d'eau. Cette variation de volume est accompagnée d'une modification des caractéristiques mécaniques de ces sols.

Ces variations sont donc essentiellement gouvernées par les conditions météorologiques, mais une modification de l'équilibre hydrique établi (imperméabilisation, drainage, concentration de rejet d'eau pluviale...) ou une conception des fondations du bâtiment inadaptée à ces terrains sensibles peut tout à fait jouer un rôle pathogène. Les facteurs intervenant dans le mécanisme sont décrits plus précisément en annexe du présent dossier.

## CARACTERISATION DES ALEAS

### **ALEA MOUVEMENTS DE TERRAIN**

Les critères principaux pris en compte pour caractériser l'aléa effondrement de la carrière souterraine sont les suivants ( cf étude jointe):

- la sollicitation totale (stabilité des piliers), dépendant directement de l'épaisseur de recouvrement et du taux de défrusement,
- l'évaluation des mouvements potentiels en surface, et donc la hauteur de vides,
- l'état géotechnique des piliers et/ou du toit de la carrière.

L'estimation de l'occurrence d'un aléa effondrement a été effectuée sur la base du diagnostic géotechnique réalisé préalablement.

A ces critères, il convient d'intégrer également les critères qualitatifs aggravants ci-après :

- la présence de fissures géologiques ou de failles (et circulations d'eau associées),
- la superposition éventuelle de deux niveaux d'exploitation,
- la taille et la régularité des piliers,
- la sensibilité à l'ennoyage du mur de la carrière,
- la nature géologique du mur de la carrière (faciès marneux).

Dans le cas présent et compte tenu de la configuration du site, les aléas principaux associés à la carrière de Tembourinayre sont de deux types :

- Un risque d'effondrement localisé par rupture du toit. Ce type de rupture peut être associé à des instabilités localisées de type éboulement et montée de voûte.
- Un risque d'effondrement généralisé. Ce phénomène, rare peut avoir différentes causes, et notamment la rupture simultanée par compression excessive ou la destruction par fluage horizontal des bancs déformables.

### **Caractérisation de l'intensité des aléas**

La qualification de l'aléa consiste à déterminer pour chaque configuration type l'intensité du phénomène prévisible (fontis, effondrement localisé ou effondrement généralisé) ainsi que la probabilité d'occurrence correspondante.

Quatre classes d'intensité ont été définies en fonction de la gravité des désordres potentiels en surface :

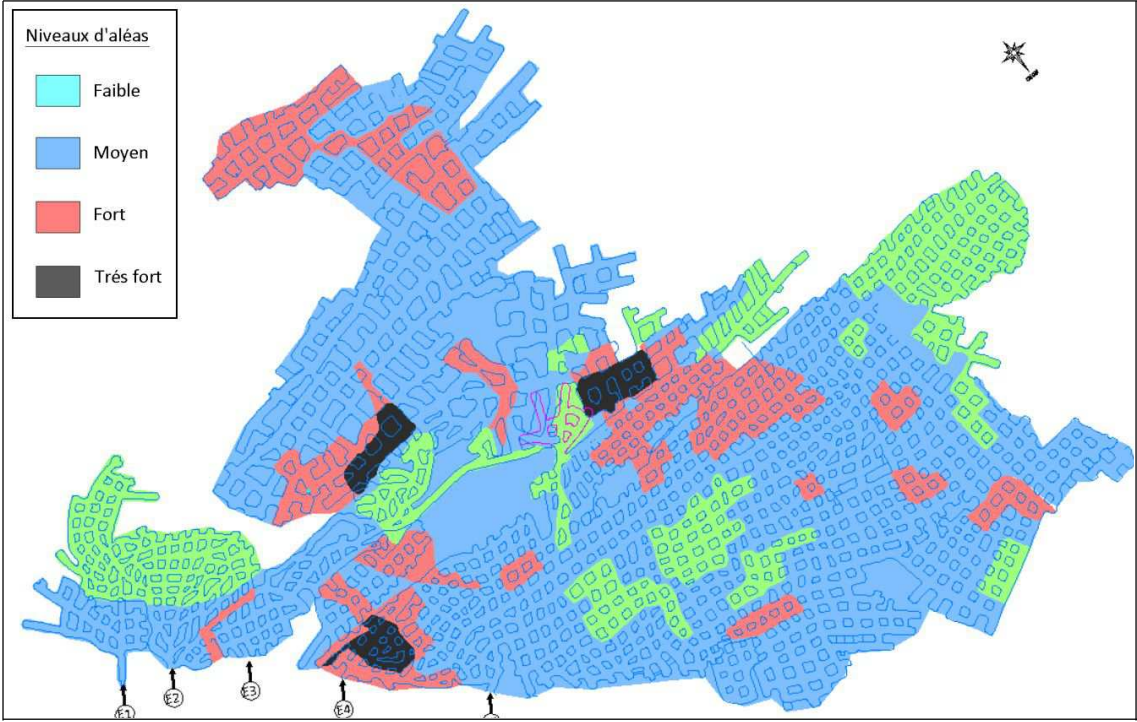
Classe 1 : affaissement de faible amplitude

Classe 2 : effondrement généralisé d'amplitude moyenne (1 à 2m)

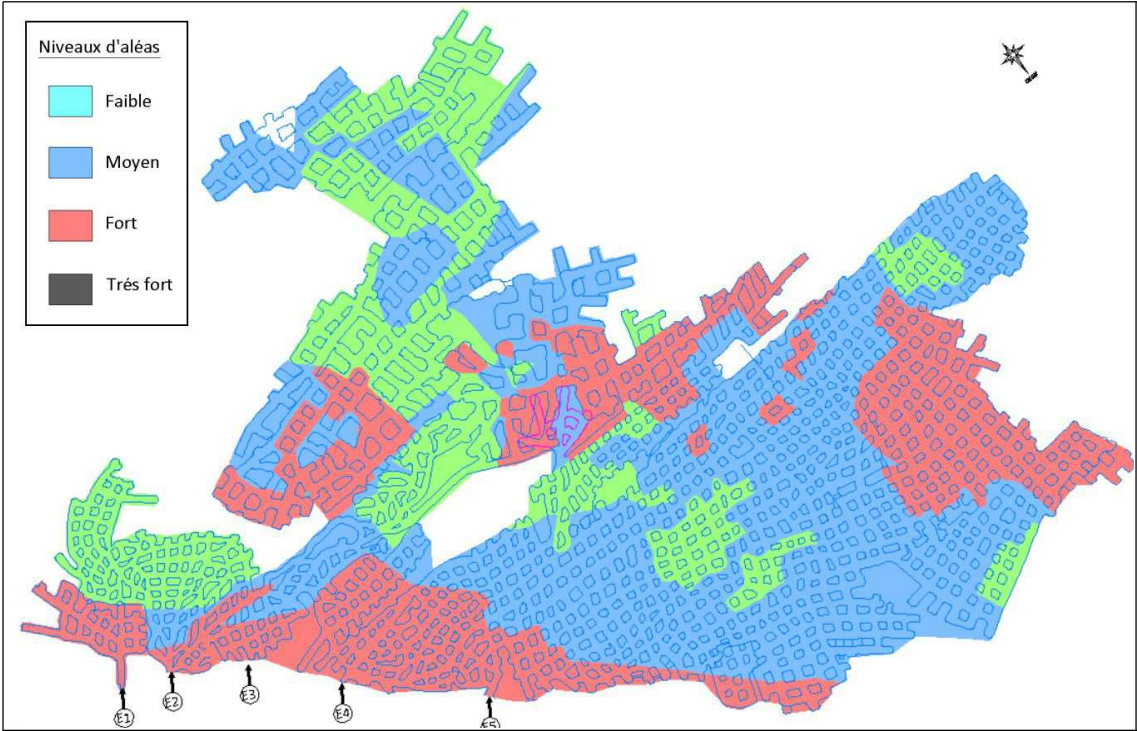
Classe 3 : effondrement généralisé, ou fontis de diamètre > 5m, d'amplitude élevée (2 à 3m)

Classe 4 : effondrement généralisé d'amplitude très élevée (3 à >5m)

Les analyses menées font apparaître les résultats suivants :



Carte de l'aléa "Effondrement généralisé"



Carte de l'aléa "Effondrement localisé ou fontis"

## **ALEA RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES**

Afin de circonscrire les zones à risque, le BRGM a dressé, pour l'ensemble du département de la Dordogne, une carte de l'aléa retrait-gonflement. L'aléa correspond par définition à la probabilité d'occurrence du phénomène. Il est ici approché de manière qualitative à partir d'une hiérarchisation des formations géologiques argileuses du département vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement. Pour cela, on établit d'abord une carte de susceptibilité, sur la base d'une caractérisation purement physique des formations géologiques. Pour chacun des groupes de formations argileuses identifiés, le niveau d'aléa résulte en définitive d'une combinaison du niveau de susceptibilité ainsi obtenu avec la densité de sinistres retrait-gonflement.

La représentation cartographique reprend le zonage

## DETERMINATION DES ENJEUX

La classification retenue et la cartographie proposée sont basées sur le recensement suivant :

**Habitat dense** : correspond aux zones identifiées "U"(urbanisables) de la carte communale,

**Habitat dispersé** : correspond aux quelques espaces d'habitation individuelle « isolée » ,

**Zones d'activités** : correspond aux implantations des établissements Bouyssou et d'une casse automobile,

**Réseau routier vulnérable**: se situe au dessus de la carrière,

**Zones agricoles ou forêt**

**Emprise du camping "Le Cro Magnon"**

## ZONAGE REGLEMENTAIRE

Par croisement de la carte des enjeux et de celle des aléas, il a été élaboré une carte du zonage avec un règlement associé. Ces deux documents constituent, avec le présent rapport, le corps principal du dossier de PPR, dont les principales dispositions sont rappelées ci-dessous.

Conformément aux dispositions de la loi du 22 juillet 1987, les actions de prévention du P.P.R. s'appliquent non seulement aux biens et activités, mais aussi à toute autre occupation et utilisation des sols, qu'elle soit directement exposée ou de nature à modifier ou à aggraver les risques.

Le P.P.R. peut réglementer, à titre préventif, toute occupation ou utilisation physique du sol, qu'elle soit soumise ou non à un régime d'autorisation ou de déclaration, assurée ou non, permanente ou non.

La finalité du PPR\* consiste notamment en la réduction globale de la vulnérabilité\* des personnes, des biens et activités, actuels et futurs situés dans des zones soumises à des mouvements de terrain.

Il s'agit également d'éviter les effets induits : pollution, aggravation du risque\* par les obstacles que constitueraient de nouvelles occupations du sol, coûts entraînés par la mise en œuvre des secours.

Les dispositions du P.P.R. prennent en compte les phénomènes physiques connus et leurs conséquences prévisibles sur les occupations du sol présentes et futures.

Le risque le plus fort a toujours été retenu pour définir le classement des zones : par exemple, l'aléa fort « mouvements de terrain », quelle que soit sa probabilité d'occurrence, a primé sur l'aléa « retrait gonflement des argiles ».

Trois zones ont ainsi été identifiées à l'issue de la prise en compte des résultats de l'étude et de tous les éléments exposés ci-dessus :

- **une zone rouge**, estimée très exposée. La probabilité d'occurrence du risque et son intensité y sont fortes. Cette zone est inconstructible. Cette zone correspond en particulier à l'emprise de la carrière souterraine de la Tembourinayre.
- **une zone bleue**, exposée à des risques moindres permettant la mise en œuvre de mesures de prévention. Cette zone correspond aux secteurs de la commune d'Allas Les Mines concernés par le risque retrait-gonflement des argiles.
- **une zone blanche**, sans risque connu à ce jour et dans laquelle le risque est jugé acceptable, sa probabilité d'occurrence et les dommages éventuels étant négligeables, mais qui doit cependant faire l'objet d'une attention particulière sous forme d'une information sur la potentialité d'un risque lors de la délivrance de chaque acte d'autorisation d'urbanisme . Cette zone correspond au reste du territoire de la commune.

## REGLEMENT DU PPR

Pour chacune des zones ainsi identifiées, le règlement du PPR, joint au présent dossier, détaille les différentes prescriptions et recommandations constituant les mesures de prévention par la maîtrise de l'occupation des sols.

Le règlement ci-joint précise dans le détail ces prescriptions.

Le PPR approuvé vaut servitude d'utilité publique et est opposable aux tiers. A ce titre, il doit être annexé au plan local d'urbanisme (PLU) conformément à l'article 126.1 du code de l'urbanisme.

Le non-respect des dispositions du plan de prévention du risque peut entraîner une suspension de la garantie "dommages" ou une atténuation de ses effets. Les biens et activités régulièrement implantés antérieurement à la publication de l'acte approuvant le plan de prévention du risque continuent de bénéficier du régime général de garantie prévu par la loi.

Pour les biens et activités régulièrement implantés antérieurement à l'approbation du plan de prévention du risque, et sauf mention contraire du règlement, le propriétaire ou l'exploitant doit se mettre en conformité avec le présent règlement lors d'une réfection ou d'un remplacement .

Conformément à l'article L. 562-1 du Code de l'environnement, les prescriptions sur l'existant doivent faire l'objet d'une mise en conformité dans un délai maximum de 5 ans à compter de la date d'opposabilité du présent document. Ce délai de 5 ans pourra toutefois être réduit en fonction de l'urgence et des dispositions particulières prévues par le règlement du PPR.

Leur mise en œuvre ne s'impose que dans la limite du coût fixé à 10 % de la valeur vénale ou estimée du bien à cette même date, en application de l'article R. 562-5 du Code de l'environnement.

## **GLOSSAIRE DES TERMES TECHNIQUES ET DES SIGLES**

AFFAISSEMENT	Résulte de l'évolution de cavités souterraines dont l'effondrement est amorti par le comportement souple des terrains superficiels.
ALEA	Événement dépendant d'un hasard favorable ou non. Appliqué à un phénomène naturel il en exprime le caractère potentiellement nuisible ("aléa fort", "aléa faible").
ALLUVIONS	Dépôts transportés puis laissés par sédimentation par un cours d'eau (boues, sables, graviers, cailloux).
CALCAIRE	Roche sédimentaire formée surtout de carbonate de calcium (coquilles de mollusques notamment).
CATASTROPHE NATURELLE	Caractérise la gravité de l'atteinte à des enjeux par un aléa d'origine naturelle, gravité telle que la société s'en trouve déstabilisée. Voir le mot risque.
CHUTE DE BLOCS	Mouvement de terrain instantané par gravité d'un faible volume de matériaux de l'ordre de un à plusieurs mètres-cubes.
DOLINE	Dépression formée des milieux karstiques, dans laquelle le calcaire a été dissous par l'eau de pluie, provoquant ainsi l'affaissement du sous-sol
EFFONDREMENT	Déplacement vertical instantané de la surface du sol par rupture brutale de cavités souterraines.
FONTIS	Eboulement de terre qui se fait sous un édifice ou dans une carrière
GEOLOGIE	Science qui a pour objet la description des matériaux composant le globe terrestre, l'étude des transformations actuelles et passées subies par la Terre.
GLISSEMENT	Déplacement par gravité d'un versant instable selon une surface de glissement.
MOUVEMENTS DE TERRAIN	Ensemble des déplacements, plus ou moins brutaux, du sol ou du sous-sol, d'origine naturelle ou humaine.
OCCURRENCE	Circonstance fortuite à l'origine d'un événement.
PARADE	Action de minimiser un événement ou un aléa (parade active) ou la vulnérabilité de biens ou de personnes exposées (parade passive).

P.P.R.	Plan de prévention des risques naturels prévisibles
RISQUE MAJEUR	<p>Le risque est le résultat de la confrontation entre un aléa (par exemple une inondation) et un enjeu (par exemple des habitations).</p> <p>On distingue: les risques naturels, les risques technologiques, les risques de transports collectifs, les risques de la vie quotidienne, les risques liés aux conflits.</p> <p>Les risques majeurs sont caractérisés par leur faible fréquence et leur énorme gravité. Le résultat de l'occurrence d'un tel risque est communément nommé une catastrophe.</p>
RISQUE NATUREL	<p>Le risque provient d'agents naturels. On distingue : le risque avalanche, le risque cyclonique, le risque feux de forêts, le risque inondation, le risque mouvement de terrain, le risque tempête, la tectonique des plaques, le risque sismique, le risque volcanique.</p> <p>Le département de la Dordogne est concerné par le risque inondation, le risque feux de forêts, le risque mouvement de terrain (sous la forme de chute de blocs rocheux essentiellement).</p>
SERVITUDE D'UTILITE PUBLIQUE	<p>Servitude d'utilité publique affectant l'utilisation du sol: Réglementation de l'utilisation des sols instituée en application de législations particulières (hors urbanisme) par des actes administratifs spécifiques et qui s'impose aux plans d'urbanisme et d'occupation du sol. Le code de l'urbanisme en donne la liste et prévoit leur annexion au plan d'occupation des sols (art. L. 126-1 et R. 126-1).</p>
VULNERABILITE	<p>Résultat de l'évaluation des conséquences d'un risque prévisible. Par opposition, l'endommagement est la mesure des conséquences effectives de l'aléa sur les enjeux.</p>

## ANNEXE 1

### Description succincte des formations argileuses et marneuses affleurant dans le département de la Dordogne

Le présent chapitre donne une description succincte des 29 formations géologiques argileuses qui affleurent dans le département de la Dordogne, des plus récentes aux plus anciennes. Dans un souci de simplification, certaines de ces formations correspondent en réalité à des regroupements d'unités stratigraphiquement distinctes mais dont les caractéristiques lithologiques et par conséquent le comportement vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement sont similaires.

#### ***Formations alluviales et colluvions***

Les différentes terrasses fluviales, qui bordent tous les grands cours d'eau du département, constituent l'essentiel des dépôts affleurant de part et d'autre des cours de la Dronne, de l'Isle et de la Dordogne. L'épaisseur de ces terrains est comprise entre 1 et 5 m, qu'ils soient dans le lit majeur ou étagés en bordure. Elles se répartissent en *Très basses*, *Basses*, *Moyennes* et *Hautes terrasses*, ces dernières étant plus particulièrement argileuses par un enrichissement en argile et par une importante et profonde rubéfaction.

#### ***Formations colluviales***

Il s'agit à l'origine de nappes alluviales très anciennes, localisées sur les points culminants de la région. Leur disposition semble sans relation avec les cours d'eau actuels. Elles sont plutôt d'âge Quaternaire, mais peuvent comprendre des dépôts fini-tertiaires. Les colluvions issues de ces formations comportent de nombreux galets dans une matrice sablo-argileuse de couleur brune.

#### ***Altérites***

C'est un groupe de terrains superficiels variés qui s'étendent sur de nombreux types de roches.

##### *Altérites sur socle cristallin*

Les *Altérites sur socle* quaternaires et leurs colluvions dérivées, dont l'épaisseur est faible, existant surtout dans le secteur de Thiviers – La Coquille – Champs-Romain, sont à dominante sableuse. Dans le secteur de Abjat et Saint-Barthélémy-de-Bussières existent des placages d'altérites argilo-sableuses, correspondant aux arènes des granites de Piégut et de Saint-Mathieu.

##### *Altérites sur terrains calcaires crétacés*

Sur les zones d'affleurements du Crétacé (Campanien et Santonien) de la partie nord-ouest du département, existent au sommet des interfluves, mais aussi le plus souvent colluvionnées sur les versants, des *Argiles verdâtres à grises* à débris de calcaires silicifiés, très riches en smectites (plus de 90 %).

Elles peuvent atteindre plus de 5 mètres d'épaisseur. Il existe aussi localement des sables argileux fins issus de l'altération de calcaires crayo-sableux et de marnes silteuses. Ces altérites sont particulièrement bien développées dans l'Ouest du Périgord Blanc sur le plateau entre Vendoire et Puy-de-Versac ainsi qu'entre Verteillac, Ribérac et Saint-Astier.

Les *Altérites de type Barade*, issues des terrains du Campanien, du Santonien ou du Coniacien, sont très répandues dans tout le centre du département, principalement entre Thenon et Vergt, Saint-Astier et Agonac, et forment le substratum de tous les sommets des coteaux autour de Périgueux. Elles ont tendance à colluvionner fréquemment le long des versants exposés à l'Est. La puissance de ces altérites est très variable, comprise entre quelques mètres sur le haut des plateaux et plus de 20 m dans certains types de reliefs karstiques et en colluvions en bas de versant. La variabilité lithologique est assez grande dans le détail, mais ces terrains non stratifiés sont toujours constitués d'argiles parfois plus ou moins sableuses, de couleur verdâtre en profondeur et brun-rouge en surface. De gros nodules de silex très abondants sont une des caractéristiques majeures de ces altérites, qui concourent à leur grande hétérogénéité. Elles peuvent être recouvertes par les terrains fluviatiles sablo-argileux du Tertiaire, dans lesquels on les retrouve aussi mélangées dans les dolines karstiques.

Les *Altérites du Bergeracois*, dans la partie centre-occidentale du département, sont des altérites argileuses brun-rouge issues des calcaires du Campanien supérieur, caractérisées par la présence de nombreux silex, notamment dans le secteur de Bergerac - Montclard. Les *Altérites du Périgord Noir*, situées au Sud-Est du département, se distinguent des précédentes par leur nature plus silteuse et une moindre abondance de débris silicifiés.

#### *Altérites sur terrains jurassiques, crétacés ou tertiaires*

Les *Altérites du Périgord Vert*, existant au Nord du département ont des épaisseurs sont souvent peu importantes ; elles sont de lithologies variables plus ou moins argilo-limoneuse. L'altération des sables argileux de l'Eocène a alimenté des accumulations argilo-sableuses brun-rouge, plus ou moins indurées, dans le secteur du Périgord Noir compris entre Saint-Alvère et Archignac, à épaisseur souvent faible (quelques mètres).

#### ***Formations molassiques éocènes à oligocènes***

Cartographiées principalement au Sud de la vallée de la Dordogne, autour de Sigoulés et de Monbazillac, ainsi qu'à l'Ouest de Belvès, les *Molasses de l'Agenais* d'âge oligocène sont généralement argileuses, carbonatées, silteuses, micacées, de couleur jaunâtre à taches bleuâtres et verdâtres. Leur épaisseur est de l'ordre de 30 à 70 m à l'affleurement. La partie supérieure des molasses de l'Agenais n'est que peu visible à l'affleurement car elle génère très rapidement un limon colluvial marron, sablonneux, qui la recouvre.

Partout où il est individualisé, le niveau des Marnes inférieures à Huîtres de l'Agenais, surmontant la Formation du Calcaire de Castillon et supportant le Calcaire à Astéries, est constitué par des marnes vertes, plus ou moins silteuses. Elles affleurent surtout dans le secteur de Lamothe-Montravel – Port-Sainte-Foy, au sommet des coteaux au Nord de la vallée de la Garonne, et se biseautent pour disparaître complètement à l'Est. Dans le plateau à l'Ouest de Belvès et au Sud du Buisson de Cadouin, affleurent les Argiles vertes de la Bessède, très plastiques, riches en smectites, d'âge oligocène. L'épaisseur de l'ensemble de la formation argilo-sableuse de la Bessède est de l'ordre de 30 m.

Les Molasses du Fronsadais qui se sont déposées depuis la fin de l'Eocène jusqu'à l'Oligocène basal, existent dans une vaste région depuis la vallée du Dropt jusqu'au Nord-Ouest de la Double. Elles sont plus particulièrement étendues à l'affleurement dans ce dernier secteur, leur puissance variant entre 30 et 50 m. Ce sont les deux premiers membres de la formation qui sont les plus riches en argiles gonflantes dominantes.

La Formation des Argiles à Paleotherium d'âge éocène supérieur, surtout constituée par 30 à 35 m d'argiles versicolores carbonatées, affleure largement en Périgord Noir au Sud de Beaumont. Elle se prolonge vers l'Ouest dans la vallée du Dropt jusqu'à Eymet et dans la vallée de la Dordogne autour de Bergerac, depuis Lanquais jusque vers Castillon-la-Bataille (en rive droite) et jusqu'à Montpon-Ménéstérol et Eygurande au Nord de la vallée de l'Isle. Elle remonte légèrement dans les petites vallées affluentes de rive droite. Sa puissance est de l'ordre de 25 à 50 m à l'affleurement et jusqu'à 175 m en profondeur dans l'Ouest de la Double.

### ***Formations fluviatiles éocènes à oligocènes***

Ces terrains sont constitués par plusieurs formations de très vastes étendues qui recouvrent principalement la Double et le Landais.

Au sommet la Formation de Boisbretteau (Eocène supérieur à Oligocène) a une puissance de 30 à 40 m, faite de séquences comprenant à la base des dépôts grossiers à galets, passant vers leur sommet à des argiles smectiques compactes avec des lentilles sableuses, dont la puissance varie de 2 à 4 mètres en moyenne. En dessous existe la Formation Bearepos-Limeyrat (Eocène moyen), constituée par plusieurs séquences fluviatiles d'une quinzaine de mètres de puissance unitaire, constituées de graviers et galets, de sables argileux et d'argiles verdâtres plus ou moins indurées. A l'Est du département, ces terrains se présentent le plus souvent sous la forme de lambeaux détritiques très disséqués par l'érosion, mêlés aux formations d'altération du toit Crétacé. Leur épaisseur varie de quelques mètres à plus de vingt mètres dans le secteur de Belvès-Monpazier. Plus bas encore existent les Formations de Guizengeard et de Mortemart d'épaisseur peu importante (7 à 10 m au maximum).

Elles sont constituées par des sables fins argileux kaoliniques, localement riches en matière organique. Ce sont les lentilles d'argile kaoliniques et les niveaux d'argile organique noirâtre qui caractérisent la Formation de Mortemart, quand on la retrouve au fond des dolines et effondrements karstiques éventrés.

### ***Formations sédimentaires crétacées à fini-paléozoïques.***

#### *Formations marneuses crétacées*

Ces formations donnent souvent naissance par décarbonatation aux altérites très argileuses qui ont été décrites plus haut. Elles ont donc été prises en compte dans la sélection car des nombreuses petites zones d'argiles gonflantes non cartographiables ne sont pas représentées sur les cartes géologiques à 1/50 000, car trop peu épaisses mais ayant cependant une incidence sur les fondations.

C'est la Formation de Biron (Campanien) qui présente les faciès les plus marneux et les plus épais du Crétacé. Elle est située de manière générale au Sud de la bande d'affleurement calcaire passant à Neuvic/Isle et Ribérac. Sa puissance est de 60 m environ entre Ribérac et la vallée de l'Isle. La partie la plus marneuse se trouve dans la moitié supérieure. Elle est constituée dans sa base d'alternances de calcaires argilo-crayeux et d'une épaisse série à dominante marneuse dans sa moitié supérieure. La teneur en argiles gonflantes y est assez importante (40 à 50 % pour une teneur moyenne de 30 %). La Formation de Coursac prolonge la précédente au Sud-Est de la vallée de l'Isle. Elle se retrouve à l'affleurement dans la vallée de la Louyre au Nord-Est de Bergerac. Elle présente des faciès semblables et une puissance comparable, mais sa superficie affleurante est trois fois moins grande.

A l'Est de l'Isle, la base du Campanien correspond à la Formation d'Atur. Sa puissance est comprise entre 30 m dans le secteur de Rouffignac et 50 m environ dans le secteur d'Atur et de Vergt. Elle est constituée par un ensemble de craie peu argileuse assez massive (20 % d'argile environ). A l'Ouest elle passe à la Formation de Gimeux, faite de calcaires crayo-marneux tendres, qui a tendance à s'épaissir de 50 à 105 m dans les secteurs à la limite ouest du département. La suite du Campanien inférieur correspond, à l'Est, à la Formation de Marsaquet, et à l'Ouest à la Formation de Segonzac constituées sur 50 à 60 m environ de calcaires crayo-marneux (teneur en argile de 15 % environ). Ils renferment de nombreuses silicifications de toute taille.

Les marnes et argiles de la Formation de Quinsac cénomaniennes n'affleurent de façon significative que dans le Nord-Ouest du Périgord Blanc près de la Tour-Blanche et de Mareuil et sur la bordure d'érosion dans les secteurs des vallées près de Connezac, Villars et Quinsac.

Ce sont des assises d'argiles gris noirâtre à vertes, silteuses, assez plastiques, épaisses de 3 à 6 m en général mais atteignant exceptionnellement 40 m dans le secteur de la Chapelle-Péchaud entre Domme et Saint-Cyprien où elles affleurent au sommet des interfluves

### *Formations marneuses jurassiques*

Les marnes de la Formation de Tourtoirac (Toarcien) affleurent le long d'une étroite bande d'affleurement plus ou moins discontinue, car faillée ou masquée quelquefois sous les dépôts fluviatiles du Tertiaire (500 à 1 000 m de largeur en général). Les marnes toarciennes voient leur épaisseur se réduire progressivement de 40 m près de Larche et Terrasson, à 25 m au Nord-Est de Périgueux et jusqu'à 10 m environ au Sud de Nontron et de Montbron. Elles présentent partout une constitution identique de marnes argileuses grises et d'argiles feuilletées. Le sommet de la série est constitué par des marnes dolomitiques. Les Formations du Lias inférieur, surtout constituées par des grès grossiers à dolomitiques, comprennent aussi de petites assises d'argiles et de marnes. Les marnes du Domérien inférieur (Formation de Valeyres) ne sont connues qu'à l'Est de Terrasson, mais ne présentent une puissance significative qu'à l'Est de Larche (10 à 15 m). Elles s'étalent plus ou moins topographiquement sur rarement plus de 500 m de largeur. Quelques lambeaux ont été cartographiés autour de Thiviers.

### *Formation argileuse permienne*

La Formation des Grès de Louignac d'âge Permien supérieur, localisée dans l'Est du département autour de Louignac, Coubjours, Teillots et Badefols-d'Ans, est constituée de grès rouges à grain fin micacés, localement interstratifiés d'argilites rouges, le tout disposé en bancs réguliers.

### ***Terrains cristallins***

D'âge cambrien, des Micaschistes et Gneiss micaschisteux peuvent être altérés, en faisant place à une arène pulvérulente et micacée, dont la composition n'est pas homogène. Les schistes et métagrauwackes de la Formation des Grès de Thiviers (Cambrien) sont un ensemble de roches grises, satinées, se débitant en plaques centimétriques au sein duquel s'intercalent quelques bancs de métarénites.

Les Séricitoschistes de Génis sont des roches très schisteuses vertes d'âge Ordovicien – Silurien qui n'affleurent qu'au Nord de Génis, dans un secteur traversé par l'Auvézère. Tout comme les schistes cambriens, leurs altérations peuvent donner naissance à des altérites argilo-silteuses.

## ANNEXE 2

### **Description des phénomènes de retrait-gonflement des sols argileux et de leurs conséquences**

Le phénomène de retrait-gonflement concerne exclusivement les sols à dominante argileuse.

Ce sont des sols fins comprenant une proportion importante de minéraux argileux et le plus souvent dénommés « argiles », « glaises », « marnes » ou « limons ». Ils sont caractérisés notamment par une consistance variable en fonction de la quantité d'eau qu'ils renferment : collant aux mains, parfois « plastiques », lorsqu'ils sont humides, durs et parfois pulvérulents à l'état desséché.

Les sols argileux se caractérisent essentiellement par une grande influence de la teneur en eau sur leur comportement mécanique.

#### **1.Introduction aux problèmes de « retrait-gonflement »**

Par suite d'une modification de leur teneur en eau, les terrains superficiels argileux varient de volume : retrait lors d'une période d'assèchement, gonflement lorsqu'il y a apport d'eau. Cette variation de volume est accompagnée d'une modification des caractéristiques mécaniques de ces sols.

Ces variations sont donc essentiellement gouvernées par les conditions météorologiques, mais une modification de l'équilibre hydrique établi (imperméabilisation, drainage, concentration de rejet d'eau pluviale...) ou une conception des fondations du bâtiment inadaptée à ces terrains sensibles peut tout à fait jouer un rôle pathogène.

La construction d'un bâtiment débute généralement par l'ouverture d'une fouille qui se traduit par une diminution de la charge appliquée sur le terrain d'assise. Cette diminution de charge peut provoquer un gonflement du sol en cas d'ouverture prolongée de la fouille (c'est pourquoi il est préconisé de limiter au maximum sa durée d'ouverture).

La contrainte appliquée augmente lors de la construction du bâtiment, et s'oppose plus ou moins au gonflement éventuel du sol. On constate en tout cas que plus le bâtiment est léger, plus la surcharge sur le terrain sera faible et donc plus l'amplitude des mouvements liés au phénomène de retrait-gonflement sera grande.

Une fois le bâtiment construit, la surface du sol qu'il occupe devient imperméable. L'évaporation ne peut plus se produire qu'en périphérie de la maison. Il apparaît donc un gradient entre le centre du bâtiment (où le sol est en équilibre hydrique) et les façades, ce qui explique que les fissures apparaissent de façon préférentielle dans les angles.

Une période de sécheresse provoque le retrait qui peut aller jusqu'à la fissuration du sol.

Le retour à une période humide se traduit alors par une pénétration d'autant plus brutale de l'eau dans le sol par l'intermédiaire des fissures ouvertes, ce qui entraîne des phénomènes de gonflement. Le bâtiment en surface est donc soumis à des mouvements différentiels alternés dont l'influence finit par amoindrir la résistance de la structure. Contrairement à un phénomène de tassement des sols de remblais, dont les effets diminuent avec le temps, les désordres liés au retrait-gonflement des sols argileux évoluent d'abord lentement puis s'amplifient lorsque le bâtiment perd de sa rigidité et que la structure originelle des sols s'altère.

Retrait et gonflement sont deux mécanismes liés. Il arrive que leurs effets se compensent (des fissures apparues en été se referment parfois en hiver), mais la variabilité des propriétés mécaniques des sols de fondations et l'hétérogénéité des structures (et des régimes de contraintes) font que les phénomènes sont rarement complètement réversibles.

L'intensité de ces variations de volume, ainsi que la profondeur de terrain affectée par ces mouvements de « retrait-gonflement » dépendent essentiellement :

- des caractéristiques du sol (nature, géométrie, hétérogénéité) ;
- de l'épaisseur de sol concernée par des variations de teneurs en eau : plus la couche de sol concernée par ces variations est épaisse, plus les mouvements en surface seront importants. L'amplitude des déformations s'amortit cependant assez rapidement avec la profondeur et on considère généralement qu'au-delà de 3 à 5 m, le phénomène s'atténue, car les variations saisonnières de teneurs en eau deviennent négligeables ;
- de l'intensité des facteurs climatiques (amplitude et surtout durée des périodes de déficit pluviométrique...) ;
- de facteurs d'environnement tels que :
  - . la végétation ;
  - . la topographie (pente) ;
  - . la présence d'eaux souterraines (nappe, source...) ;
  - . l'exposition (influence sur l'amplitude des phénomènes d'évaporation).

Ces considérations générales sur le mécanisme de retrait-gonflement permettent de mieux comprendre comment se produisent les sinistres « sécheresse » liés à des mouvements différentiels du sol argileux et quels sont les facteurs qui interviennent dans le processus. On distingue pour cela les facteurs de prédisposition (conditions nécessaires à l'apparition de ce phénomène), qui déterminent la répartition spatiale de l'aléa, et des facteurs qui vont influencer ce phénomène soit en le provoquant (facteurs de déclenchement), soit en accentuant les effets (facteurs aggravants).

## **2. Facteurs intervenant dans le mécanisme**

### **2.1. Facteurs de prédisposition**

Il s'agit des facteurs dont la présence induit le phénomène de retrait-gonflement mais ne suffit pas à le déclencher. Ces facteurs sont fixes ou évoluent très lentement avec le temps. Ils conditionnent la répartition spatiale du phénomène et permettent de caractériser la susceptibilité du milieu.

Vis à vis du phénomène de retrait-gonflement, la nature lithologique du sol constitue le facteur de prédisposition prédominant. Les terrains susceptibles de retrait-gonflement sont des formations argileuses au sens large, mais leur nature peut être très variable : dépôts sédimentaires argileux, calcaires argileux, marno-calcaires, dépôts alluvionnaires, colluvions, roches éruptives ou métamorphiques altérées, etc.

La géométrie de la formation géologique a une influence dans la mesure où l'épaisseur de la couche de sol argileux joue sur l'amplitude du phénomène. Une formation argileuse continue sera plus dangereuse qu'un simple inter-lit argileux entre deux bancs calcaires. Mais cette dernière configuration peut dans certains cas conduire à l'apparition de désordres.

Le facteur principal est cependant lié à la nature minéralogique des composants argileux présents dans le sol. Un sol est généralement constitué d'un mélange de différents minéraux dont certains présentent une plus grande aptitude au phénomène de retrait-gonflement. Il s'agit essentiellement des smectites (famille de minéraux argileux tels que la montmorillonite), de certains interstratifiés, de la vermiculite et de certaines chlorites.

Les conditions d'évolution du sol après dépôt jouent également. Le contexte paléoclimatique auquel le sol a été soumis est susceptible de provoquer une évolution de sa composition minéralogique : une altération en climat chaud et humide (de type intertropical) facilite la formation de minéraux argileux gonflants. L'évolution des contraintes mécaniques appliquées intervient aussi : un dépôt vasard à structure lâche sera plus sensible au retrait qu'un matériau « surconsolidé » (sol ancien ayant subi un chargement supérieur à celui des terrains sus-jacents actuels), lequel présentera plutôt des risques de gonflement.

### **2.2. Facteurs déclenchants et/ou aggravants**

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

Certains de ces facteurs ont plutôt un rôle aggravant : ils ne suffisent pas à eux seuls à déclencher le phénomène, mais leur présence contribue à en alourdir l'impact.

### 2.2.1. Phénomènes climatiques

Les variations climatiques constituent le principal facteur de déclenchement. Les deux paramètres importants sont les précipitations et l'évapotranspiration.

En l'absence de nappe phréatique, ces deux paramètres contribuent en effet fortement aux variations de teneurs en eau dans la tranche superficielle des sols (que l'on peut considérer comme les deux premiers mètres sous la surface du sol).

L'évapotranspiration est la somme de l'évaporation (liée aux conditions de température, de vent et d'ensoleillement) et de la transpiration (eau absorbée par la végétation). Elle est mesurée dans quelques stations météorologiques mais ne constitue jamais qu'une approximation puisqu'elle dépend étroitement des conditions locales de végétation.

On raisonne en général sur les hauteurs de pluies efficaces, qui correspondent aux précipitations diminuées de l'évapotranspiration. Malheureusement, il est très difficile de relier la répartition dans le temps des hauteurs de pluies efficaces avec l'évolution des teneurs en eau dans le sol, même si l'on observe évidemment qu'après une période de sécheresse prolongée la teneur en eau dans la tranche superficielle de sol a tendance à diminuer tandis que l'épaisseur de la tranche de sol concernée par la dessiccation augmente, et ceci d'autant plus que cette période se prolonge.

On peut établir des bilans hydriques en prenant en compte la quantité d'eau réellement infiltrée (ce qui suppose d'estimer non seulement l'évaporation mais aussi le ruissellement), mais toute la difficulté est de connaître la réserve utile des sols, c'est-à-dire leur capacité à emmagasiner de l'eau et à la restituer ensuite (par évaporation ou en la transférant à la végétation par son système racinaire). Les bilans établis selon la méthode de Thornthwaite supposent arbitrairement que la réserve utile des sols est pleine en début d'année, alors que les évolutions de celle-ci peuvent être très variables.

### 2.2.2. Actions anthropiques

Certains sinistres « sécheresse » ne sont pas déclenchés par un phénomène climatique, par nature imprévisible, mais par une action humaine.

Des travaux d'aménagement, en modifiant la répartition des écoulements superficiels et souterrains, ainsi que les possibilités d'évaporation naturelle, peuvent entraîner des modifications dans l'évolution des teneurs en eau de la tranche de sol superficielle.

La mise en place de drains à proximité d'un bâtiment peut provoquer un abaissement local des teneurs en eau et entraîner des mouvements différentiels au voisinage. Inversement, une fuite dans un réseau enterré augmente localement la teneur en eau et peut provoquer, outre une érosion localisée, un gonflement du sol qui déstabilisera un bâtiment situé à proximité. Dans le cas d'une conduite d'eaux usées, le phénomène peut d'ailleurs être aggravé par la présence de certains ions qui modifient le comportement mécanique des argiles et accentuent leurs déformations.

La concentration d'eau pluviale ou de ruissellement au droit de la construction joue en particulier un rôle pathogène déterminant.

Par ailleurs, la présence de sources de chaleur en sous-sol (four ou chaudière) à proximité d'un mur peut dans certains cas accentuer la dessiccation du sol dans le voisinage immédiat et entraîner l'apparition de désordres localisés.

Enfin, des défauts de conception de la construction tant au niveau des fondations (ancrage à des niveaux différents, bâtiment construit sur sous-sol partiel, etc.) que de la structure elle-même (par exemple, absence de joints entre bâtiments accolés mais fondés de manière différente) constituent un facteur aggravant indéniable qui explique l'apparition de désordres sur certains bâtiments, même en période de sécheresse à caractère non exceptionnel.

### 2.2.3. Conditions hydrogéologiques

La présence ou non d'une nappe, ainsi que l'évolution de son niveau en période de sécheresse, jouent un rôle important dans les manifestations du phénomène de retrait-gonflement.

La présence d'une nappe permanente à faible profondeur (c'est-à-dire à moins de 4 m sous le terrain naturel) permet en général d'éviter la dessiccation de la tranche de sol superficielle.

Inversement, le rabattement de la nappe (sous l'influence de pompages situés à proximité, ou du fait d'un abaissement généralisé du niveau) ou le tarissement des circulations d'eau superficielles en période de sécheresse provoque une aggravation de la dessiccation dans la tranche de sol soumise à l'évaporation.

Pour exemple, dans le cas d'une formation argileuse surmontant une couche sableuse habituellement saturée en eau, le dénoyage de cette dernière provoque l'arrêt des remontées capillaires dans le terrain argileux et contribue à sa dessiccation.

### 2.2.4. Topographie

Hormis les phénomènes de reptation en fonction de la pente, les constructions sur terrain pentu peuvent être propices à l'apparition de désordres issus de mouvements différentiels du terrain d'assise sous l'effet de retrait-gonflement.

En effet, plusieurs caractères propres à ces terrains sont à considérer :

- le ruissellement naturel limite leur recharge en eau, ce qui accentue le phénomène de dessiccation du sol;
- un terrain en pente exposé au Sud sera plus sensible à l'évaporation, du fait de l'ensoleillement, qu'un terrain plat ou exposé différemment ;
- les fondations étant généralement descendues partout à la même cote se trouvent de fait ancrées plus superficiellement du côté aval ;
- enfin, les fondations d'un bâtiment sur terrain pentu se comportent comme une barrière hydraulique vis-à-vis des circulations d'eaux dans les couches superficielles le long du versant. Le sol à l'amont tend donc à conserver une teneur en eau plus importante qu'à l'aval.

### 2.2.5. Végétation

La présence de végétation arborée à proximité d'un édifice construit sur sol sensible peut, à elle seule, constituer un facteur déclenchant, même si, le plus souvent, elle n'est qu'un élément aggravant.

Les racines des arbres soutirent l'eau contenue dans le sol, par un mécanisme de succion. Cette succion crée une dépression locale autour du système racinaire, ce qui se traduit par un gradient de teneur en eau dans le sol. Celui-ci étant en général faiblement perméable du fait de sa nature argileuse, le rééquilibrage des teneurs en eau est très lent.

Ce phénomène de succion peut alors provoquer un tassement localisé du sol autour de l'arbre. Si la distance au bâtiment n'est pas suffisante, cela peut entraîner des désordres au niveau des fondations, et à terme sur la bâtisse elle-même.

On considère en général que l'influence d'un arbre adulte se fait sentir jusqu'à une distance égale à une fois et demi sa hauteur. Les racines seront naturellement incitées à se développer en direction de la maison puisque celle-ci limite l'évaporation et maintient donc sous sa surface une zone de sol plus humide. Contrairement au processus d'évaporation qui affecte surtout la tranche superficielle des deux premiers mètres, les racines d'arbres ont une influence jusqu'à 4 à 5 m de profondeur, voire davantage.

Le phénomène sera d'autant plus important que l'arbre est en pleine croissance et qu'il a besoin de plus d'eau. Ainsi on considère qu'un peuplier ou un saule adulte a besoin de 300 l d'eau par jour en été. En France, les arbres considérés comme les plus dangereux du fait de leur influence sur les phénomènes de retrait, sont les chênes, les peupliers, les saules et les cèdres. Des massifs de buissons ou arbustes situés près des façades peuvent cependant causer aussi des dégâts.

Par ailleurs, des risques importants de désordres par gonflement de sols argileux sont susceptibles d'apparaître, souvent plusieurs années après la construction de bâtiments, lorsque ces derniers ont été implantés sur des terrains anciennement boisés et qui ont été défrichés pour les besoins du lotissement. La présence de ces arbres induisait en effet une modification importante de l'équilibre hydrique du sol, et ceci sur plusieurs mètres de profondeur. Leur suppression se traduit par une diminution progressive de la succion, l'eau infiltrée n'étant plus absorbée par le système racinaire. Il s'ensuit un réajustement du profil hydrique, susceptible d'entraîner l'apparition d'un gonflement lent mais continu.

### **.3. Mécanismes et manifestations des désordres**

Les mouvements différentiels du terrain d'assise d'une construction se traduisent par l'apparition de désordres qui affectent l'ensemble du bâti et qui sont en général les suivants :

#### **Gros-œuvre :**

- fissuration des structures enterrées ou aériennes ;
- déversement de structures fondées de manière hétérogène;
- désencastrement des éléments de charpente ou de chaînage ;
- dislocation des cloisons.

**Second-œuvre :**

- distorsion des ouvertures ;
- décollement des éléments composites (carrelage, plâtres...) ;
- rupture de tuyauteries et canalisations.

**Aménagement extérieur :**

- fissuration des terrasses ;
- décollement des bâtiments annexes, terrasses, perrons ;

La nature, l'intensité et la localisation de ces désordres dépendent de la structure de la construction, du type de fondation réalisée et bien sûr de l'importance des mouvements différentiels de terrain subis.

L'exemple type de la maison sinistrée par la sécheresse est :

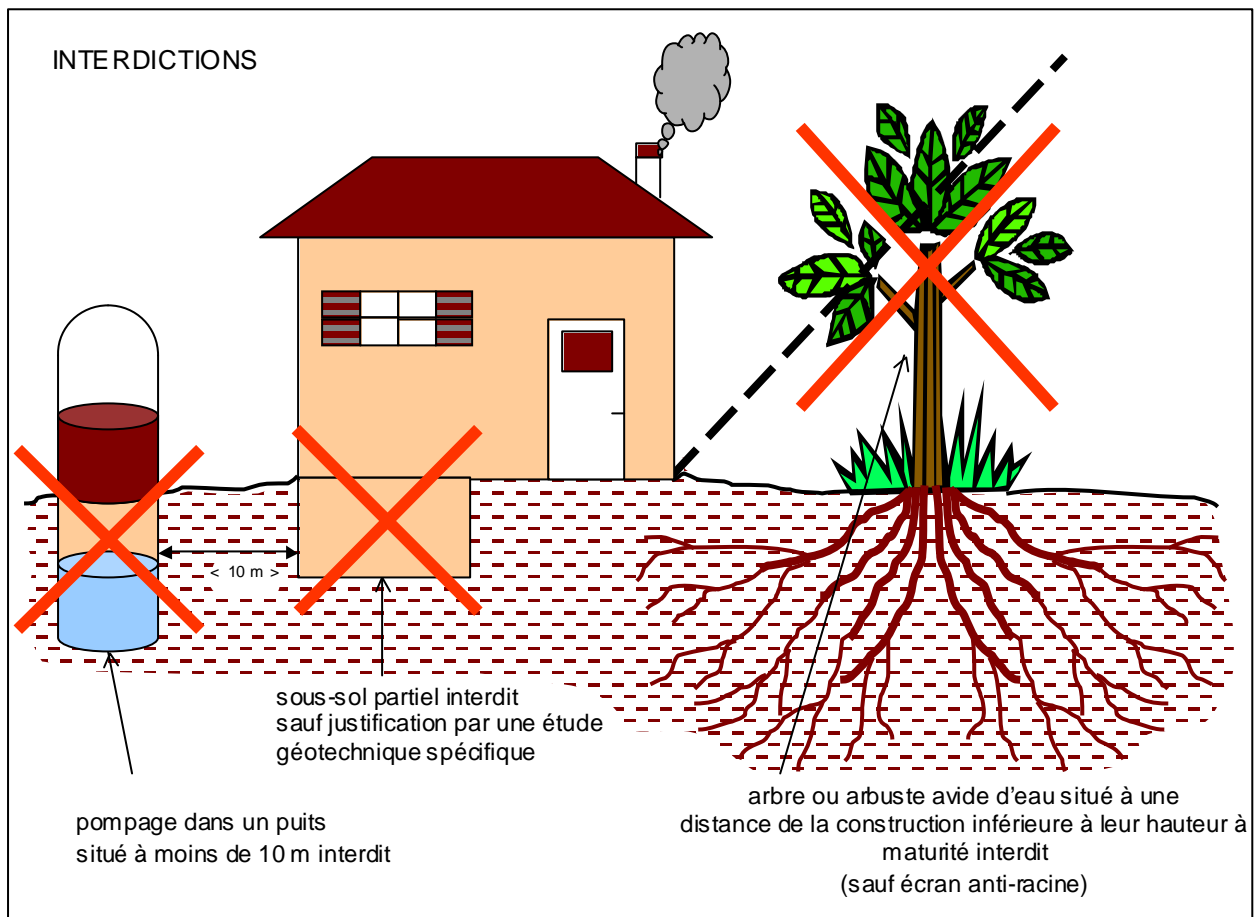
- une maison individuelle (structure légère) ;
- à simple rez-de-chaussée avec dallage sur terre-plein voire sous-sol partiel ;
- fondée de façon relativement superficielle, généralement sur des semelles continues, peu ou non armées et peu profondes (inférieur à 80 cm) ;
- avec une structure en maçonnerie peu rigide, sans chaînage horizontal ;

et reposant sur un sol argileux.

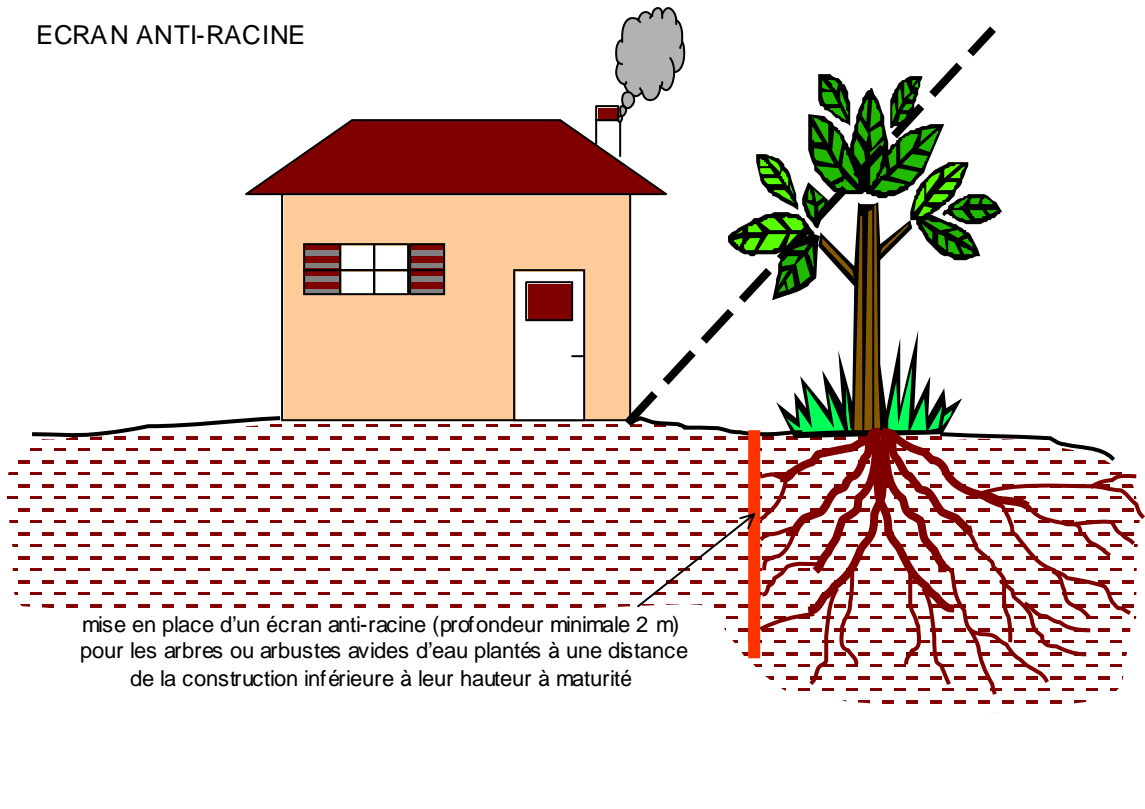
## ANNEXE 3

### Illustration des principales dispositions réglementaires de prévention des risques de mouvements de terrain différentiels liés au phénomène de retrait-gonflement

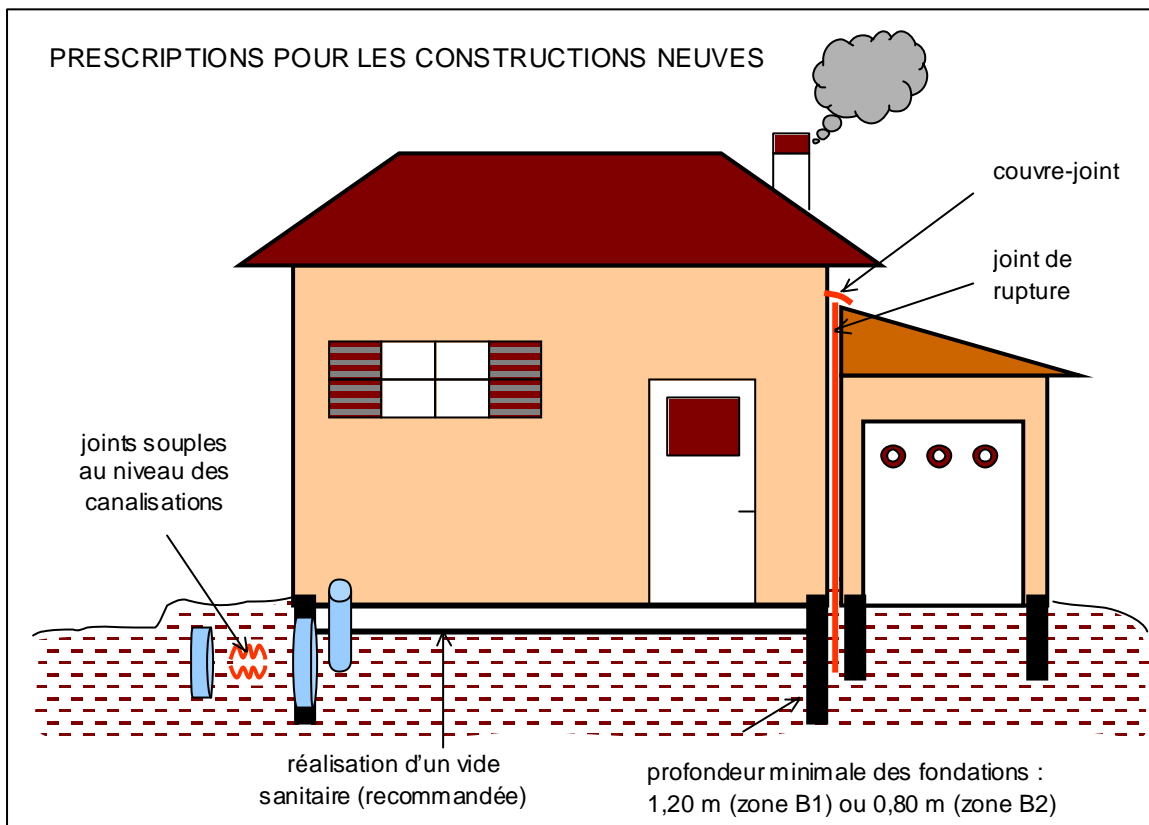
Les illustrations qui suivent présentent une partie des prescriptions et recommandations destinées à s'appliquer dans la zone réglementée par le PPR. Suivant le type de construction (existante ou projetée) et la zone réglementée (B1 ou B2) certaines de ces mesures sont obligatoires, d'autres non, et l'on se reportera donc au règlement pour obtenir toutes les précisions nécessaires.



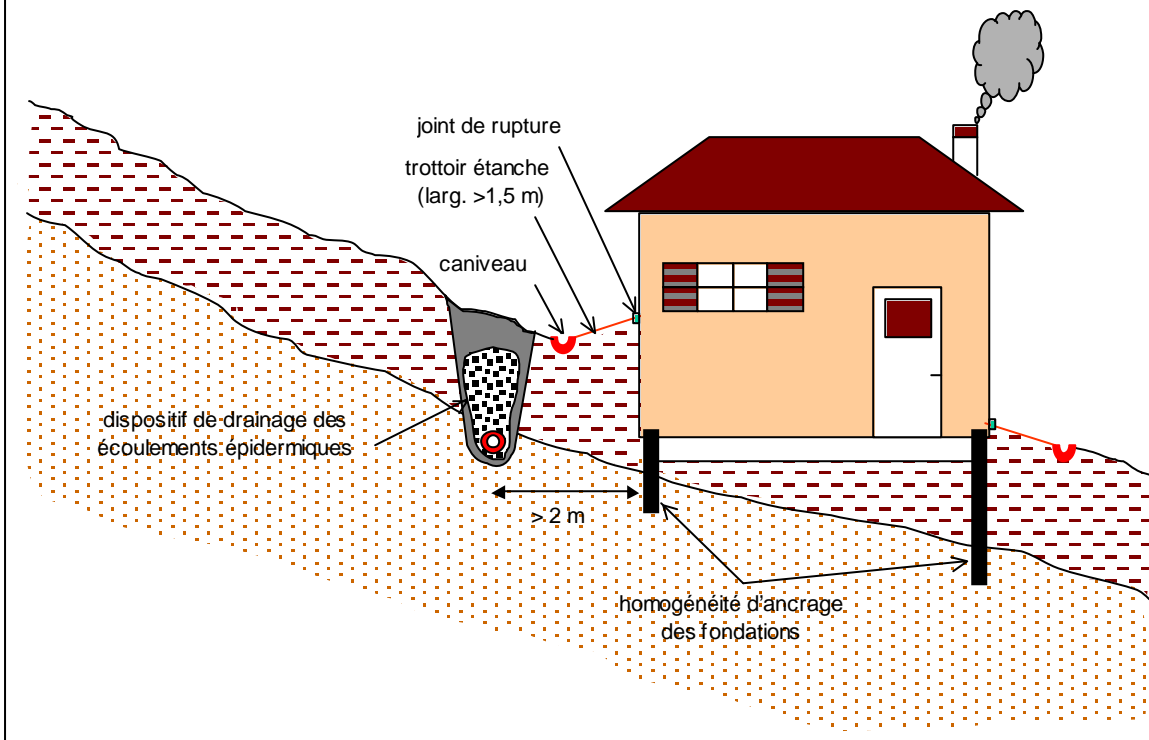
## ECRAN ANTI-RACINE



## PRESCRIPTIONS POUR LES CONSTRUCTIONS NEUVES



## PRESCRIPTIONS POUR LES TERRAINS EN PENTE



## RECUPERATION DES EAUX DE PLUIES

