



# Etablissement de Plans de Prévention des Risques naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait- gonflement des argiles dans le département des Alpes-de-Haute- Provence

Rapport final

BRGM/RP-54730-FR  
juin 2006





# Etablissement de Plans de Prévention des Risques naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles dans le département des Alpes-de-Haute-Provence

Rapport final

**BRGM/RP-54730-FR**  
juin 2006

Étude réalisée dans le cadre des opérations  
de Service public du BRGM 2006

**N. Marçot avec la collaboration de M. Imbault**

**Vérificateur :**

Nom : Marc VINCENT

Date :

Signature :

**Approbateur :**

Nom : Serge SOLAGES

Date :

Signature :

**Mots clés :** Alpes-de-Haute-Provence, Champtercier, le Castellet, risques naturels, mouvements de terrain, aléa, retrait-gonflement, argile, sécheresse, Plan de Prévention des Risques, zonage réglementaire, note de présentation, règlement.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

**Marçot N.** avec la collaboration de **Imbault M.** (2006) - Etablissement de Plans de Prévention des Risques naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles dans le département des Alpes-de-Haute-Provence. Rapport BRGM/RP-54730-FR, 20 p., 2 ill., 2 cartes hors texte, 3 ann., 1 CD-Rom.

## Synthèse

Les phénomènes de retrait-gonflement de certaines formations géologiques argileuses sont susceptibles de provoquer des tassements différentiels qui se manifestent par des désordres affectant principalement le bâti individuel. En France métropolitaine, ces phénomènes, mis en évidence à l'occasion de la sécheresse exceptionnelle de l'été 1976, ont pris une réelle ampleur lors des périodes sèches des années 1989-91 et 1996-97, puis dernièrement au cours de l'été 2003.

Le département des Alpes-de-Haute-Provence fait partie des départements français touchés par le phénomène, puisque 1 348 sinistres déclarés liés à la sécheresse y ont été recensés dans le cadre d'une étude départementale réalisée en 2006<sup>1</sup>. 18 communes sur les 200 que compte le département ont été reconnues en état de catastrophe naturelle pour ce phénomène, pour des périodes comprises entre mai 1989 et août 2005, soit un taux de sinistralité de 9 %. Par ailleurs, d'après les données de la Caisse Centrale de Réassurance, le département des Alpes-de-Haute-Provence, bien que peu urbanisé, est situé en 20<sup>ème</sup> position des départements français en terme de coût total d'indemnisation pour ce phénomène<sup>2</sup>, et en 41<sup>ème</sup> position en égard au nombre d'occurrences de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle (antérieures à 2003).

Dans la continuité de ce travail, et dans le cadre de la même convention signée entre la Direction Départementale de l'Équipement (DDE) des Alpes-de-Haute-Provence et le BRGM, cette carte départementale d'aléa a été transposée en proposition de zonages réglementaires, afin de préparer la réalisation de Plans de Prévention des Risques naturels (PPR) concernant spécifiquement le phénomène de retrait-gonflement des argiles. Le BRGM a aussi été chargé de rédiger des documents type susceptibles de servir de base à l'élaboration des notes de présentation et règlement pour l'établissement de ces PPR, et ceci conformément à une méthodologie élaborée par le BRGM en concertation étroite avec la Sous-Direction de la Prévention des Risques Majeurs (SDPRM) du Ministère de l'Écologie et du Développement Durable.

A ce jour, 3 PPR retrait-gonflement des argiles ont été approuvés dans les Alpes-de-Haute-Provence sur les communes de Pierrevert, Sainte-Tulle et Peipin. Un PPR multi risques en cours de réalisation sur la commune de Digne-les-Bains a fait par ailleurs

---

<sup>1</sup> Rapport BRGM/RP-54213-FR : Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département des Alpes-de-Haute-Provence

<sup>2</sup> Données CCR février 2005

l'objet d'une étude<sup>3</sup> sur l'aléa retrait-gonflement des argiles, réalisée par le BRGM, dans le cadre d'une convention spécifique avec la DDE des Alpes-de-Haute-Provence.

La commune de Champtercier, située au centre du département, a été choisie par la DDE et la Préfecture pour servir d'illustration de la méthode retenue pour l'établissement des PPR. Dans le présent rapport, un exemple complet de dossier PPR (zonage réglementaire, note de présentation, règlement) concernant cette commune est présenté en annexe sur support papier, mais les plans de zonage ont été réalisés pour l'ensemble des communes du département des Alpes-de-Haute-Provence et sont fournis sur support numérique au format MapInfo©. La DDE disposera ainsi de tous les éléments pour établir les PPR, en concertation avec la population et les élus des communes concernées.

---

<sup>3</sup> Rapport BRGM/RP-54212-FR : Etablissement du Plan de Prévention des Risques naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait gonflement des argiles dans la commune de Digne-les-Bains (Alpes-de-Haute-Provence)

## Sommaire

<b>1.</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>7</b>
<b>2.</b>	<b>Réalisation du plan de zonage réglementaire.....</b>	<b>9</b>
2.1.	PRINCIPES DU ZONAGE .....	9
2.2.	CARTE DÉPARTEMENTALE DE L'ALÉA.....	9
2.3.	PLAN DE ZONAGE REGLEMENTAIRE.....	11
<b>3.</b>	<b>Note de présentation .....</b>	<b>13</b>
<b>4.</b>	<b>Règlement.....</b>	<b>15</b>
<b>5.</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>17</b>
<b>6.</b>	<b>Bibliographie.....</b>	<b>19</b>

## Liste des illustrations

- Illustration 1 : Carte de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département..... 10
- Illustration 2 : Transcription, pour la commune de Champtercier, de la carte d'aléa en proposition de plan de zonage réglementaire..... 12

## Liste des cartes hors-texte

- Carte hors-texte 1 – Plan de Prévention des Risques naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles - Commune de Champtercier - Proposition de zonage réglementaire
- Carte hors-texte 2 – Plan de Prévention des Risques naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles - Commune du Castellet - Proposition de zonage réglementaire

## Liste des annexes

- Annexe 1 - Exemple de Plan de Prévention des Risques naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles - Commune de Champtercier - Proposition de note de présentation (document type)
- Annexe 2 - Exemple de Plan de Prévention des Risques naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles - Commune de Champtercier - Proposition de règlement (document type)
- Annexe 3 - Exemple de Plan de Prévention des Risques naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles pour une commune des Alpes-de-Haute-Provence - Proposition de règlement (document type)

## 1. Introduction

Parmi l'ensemble des risques naturels, celui lié au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux est certainement l'un des moins connus, sans doute en raison de son caractère peu spectaculaire. Pourtant, en France, les sinistres occasionnés par ce phénomène représentent une part importante et croissante des dégâts causés par les catastrophes naturelles. Ainsi, depuis l'année 1989, plus de 6 700 communes, réparties dans 83 départements, ont été reconnues en état de catastrophe naturelle pour des mouvements différentiels de terrain liés au retrait-gonflement des argiles. Le coût cumulé d'indemnisation de ces sinistres a été évalué à 3,3 milliards d'euros sur la période 1989-2002 par la Caisse Centrale de Réassurance.

Le département des Alpes-de-Haute-Provence fait partie des départements concernés par ce phénomène, puisque 20 arrêtés interministériels y ont été pris entre septembre 1990 et mai 2005, reconnaissant l'état de catastrophe naturelle pour ce seul aléa dans 18 communes sur les 200 que compte le département.

Dans le cadre d'une politique générale de prévention des risques naturels, et dans le but de réduire le coût que représente pour la collectivité l'indemnisation de ces sinistres, le Ministère de l'Écologie et du Développement Durable (MEDD) a souhaité initier la réalisation de Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles (PPR) prenant en compte ce type d'aléa. Il s'avère en effet qu'une grande partie des dommages liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles pourrait être évitée, moyennant le respect de certaines dispositions constructives, simples et peu coûteuses, mises en œuvre de façon préventive.

Le BRGM a réalisé une étude visant à cartographier à l'échelle départementale l'aléa retrait-gonflement des argiles. Cette étude s'inscrit dans un programme national concernant du moins 44 départements les plus touchés par le phénomène. Le département des Alpes-de-Haute-Provence a déjà fait l'objet de différentes études réalisées par le BRGM sur l'aléa retrait-gonflement des argiles : un développement méthodologique sur la cartographie départementale de l'aléa et une étude plus spécifique sur la commune de Manosque (1995 à 1996).

L'étude départementale a débuté en août 2004 et les résultats ont été rendus disponibles début 2006. L'objectif de cette carte départementale d'aléa retrait-gonflement est de développer la prévention du phénomène, en particulier par une meilleure prise en compte de certaines dispositions préventives au moment de la construction de nouvelles maisons individuelles dans des sols susceptibles de contenir des argiles gonflantes. Le lancement de cette étude a par ailleurs coïncidé avec une période où se posait le problème de l'indemnisation des nombreuses maisons fissurées lors de la sécheresse de l'été 2003, alors que les 33 communes du département qui avaient introduit une demande de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle pour cette période n'avaient pu obtenir satisfaction sur ce point. Ce contexte particulier explique la forte mobilisation des différents acteurs du département autour de ce dossier.

Dans le cadre de l'étude d'aléa réalisée par le BRGM, 1 348 sites de sinistres, répartis dans 56 communes des Alpes-de-Haute-Provence, ont ainsi été recensés et localisés, ce qui constitue une estimation approchée, quoique vraisemblablement minorée, de la réalité. Ce nombre de sinistres, certes important, est cependant moins élevé que dans le département voisin des Bouches-du-Rhône, où il a été recensé plus de 3 000 sinistres (dans un espace, il est vrai, beaucoup plus urbanisé).

Une modification récente de la législation concernant le code des assurances (arrêtés du 5 septembre 2000) a introduit un système de modulation de la franchise pour les communes reconnues en état de catastrophe naturelle pour le même phénomène de façon répétée et n'ayant pas mis en oeuvre des actions préventives adéquates : un des objectifs de cette mesure est précisément d'inciter à l'établissement de PPR concernant en particulier le phénomène de retrait-gonflement des sols argileux.

A ce jour, 3 PPR prenant en compte le phénomène de retrait-gonflement des argiles ont été approuvés dans les Alpes-de-Haute-Provence sur les communes de Pierrevert, Sainte-Tulle et Peipin. Un PPR multi risques, en cours de réalisation sur la commune de Digne-les-Bains, a par ailleurs fait l'objet d'une étude<sup>4</sup> sur l'aléa retrait-gonflement des argiles, réalisée par le BRGM, dans le cadre d'une convention spécifique avec la DDE des Alpes-de-Haute-Provence. D'autres communes devraient prochainement être concernées par de tels PPR intégrant la prévention du risque lié au retrait-gonflement des argiles.

C'est pourquoi, le BRGM a été chargé d'élaborer les éléments techniques nécessaires à la réalisation, par la Direction Départementale de l'Équipement (DDE), de tels PPR, afin que tous les éléments soient disponibles lorsqu'ils seront prescrits dans certaines communes. Il s'agit, suivant la méthodologie mise au point dans le département des Deux-Sèvres puis appliquée dans une trentaine de départements, et conformément aux directives du MEDD, d'effectuer le traitement permettant de transcrire la carte départementale d'aléa retrait-gonflement des argiles en une proposition de plan de zonage réglementaire pour chacune des communes du département. Une note de présentation type et une proposition de règlement ont également été rédigées.

L'ensemble de l'opération - réalisation de la carte départementale d'aléa et élaboration des éléments techniques pour l'établissement par la DDE des PPR - a été effectué en collaboration entre le Service Géologique Régional (SGR) Provence-Alpes-Côte d'Azur et le service Aménagement et Risques Naturels (ARN) du BRGM, dans le cadre de ses actions de service public en matière de prévention des risques naturels. Le financement en a été assuré conjointement et à parts égales par le Fonds National de Prévention des Risques Majeurs et par le BRGM, dans le cadre de sa dotation de service public allouée par le Ministère de la Recherche. L'opération a été réalisée dans le cadre d'une convention signée entre le BRGM et la Préfecture des Alpes-de-Haute-Provence.

---

<sup>4</sup> Rapport BRGM/RP-54212-FR : Etablissement du Plan de Prévention des Risques naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait gonflement des argiles dans la commune de Digne-les-Bains (Alpes-de-Haute-Provence)

## 2. Réalisation du plan de zonage réglementaire

### 2.1. PRINCIPES DU ZONAGE

L'établissement de Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles (PPR) concernant le retrait-gonflement des argiles a pour but de limiter les dommages causés par ce phénomène, en imposant et/ou recommandant des dispositions constructives préventives. Celles-ci doivent être adaptées suivant la prédisposition de chaque zone au phénomène de retrait-gonflement et il est donc nécessaire d'élaborer un plan de zonage réglementaire, qui servira de base à l'application des dispositions formulées dans le règlement.

Ce plan de zonage réglementaire est directement issu de la carte départementale de l'aléa retrait-gonflement des argiles.

### 2.2. CARTE DÉPARTEMENTALE DE L'ALÉA

La carte départementale d'aléa constitue un zonage de la probabilité d'occurrence du phénomène de retrait-gonflement des terrains argileux, probabilité estimée ici de manière qualitative. Une carte de susceptibilité a d'abord été établie sur la base de critères purement physiques par le BRGM (cf. rapport RP-54213-FR, mars 2006), à partir des cartes géologiques du département, qui ont été interprétées en prenant en compte les facteurs suivants, pour chaque formation géologique affleurante à subaffleurante :

- la nature lithologique de la formation, et en particulier la proportion de matériaux argileux, ainsi que la géométrie (continuité et épaisseur) des termes argileux présents dans la formation ;
- la composition minéralogique de la phase argileuse, évaluée à partir de la proportion de minéraux gonflants : ces données proviennent d'une synthèse bibliographique complétée par un certain nombre d'analyses diffractométriques aux rayons X effectuées spécifiquement dans le cadre de l'étude ;
- le comportement géotechnique du matériau, établi à partir de résultats d'essais de laboratoire, conduits dans le cadre d'études de sols menées par différents organismes et complétés par quelques analyses effectuées spécifiquement.

Pour chacune des 37 formations argileuses ainsi identifiées, le niveau d'aléa est en définitive la résultante de la note de susceptibilité ainsi obtenue et de la densité de sinistres retrait-gonflement, rapportée à 100 km<sup>2</sup> de surface d'affleurement réellement urbanisée (pour permettre des comparaisons fiables entre formations). Le recensement des sinistres provient de la consultation des dossiers de demande de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle et d'expertises post-sinistres (recueillis auprès de la Caisse Centrale de Réassurance, de bureaux d'études géotechniques, de mutuelles d'assurance et d'experts) et d'une enquête auprès des communes reconnues en état de catastrophe naturelle.

La carte départementale de l'aléa retrait-gonflement ainsi obtenue fait apparaître, outre certaines zones considérées comme a priori non argileuses et donc non sujettes au phénomène de retrait-gonflement, trois zones de formations argileuses d'aléa jugé «faible», «moyen» et «fort» (Illustration 1).

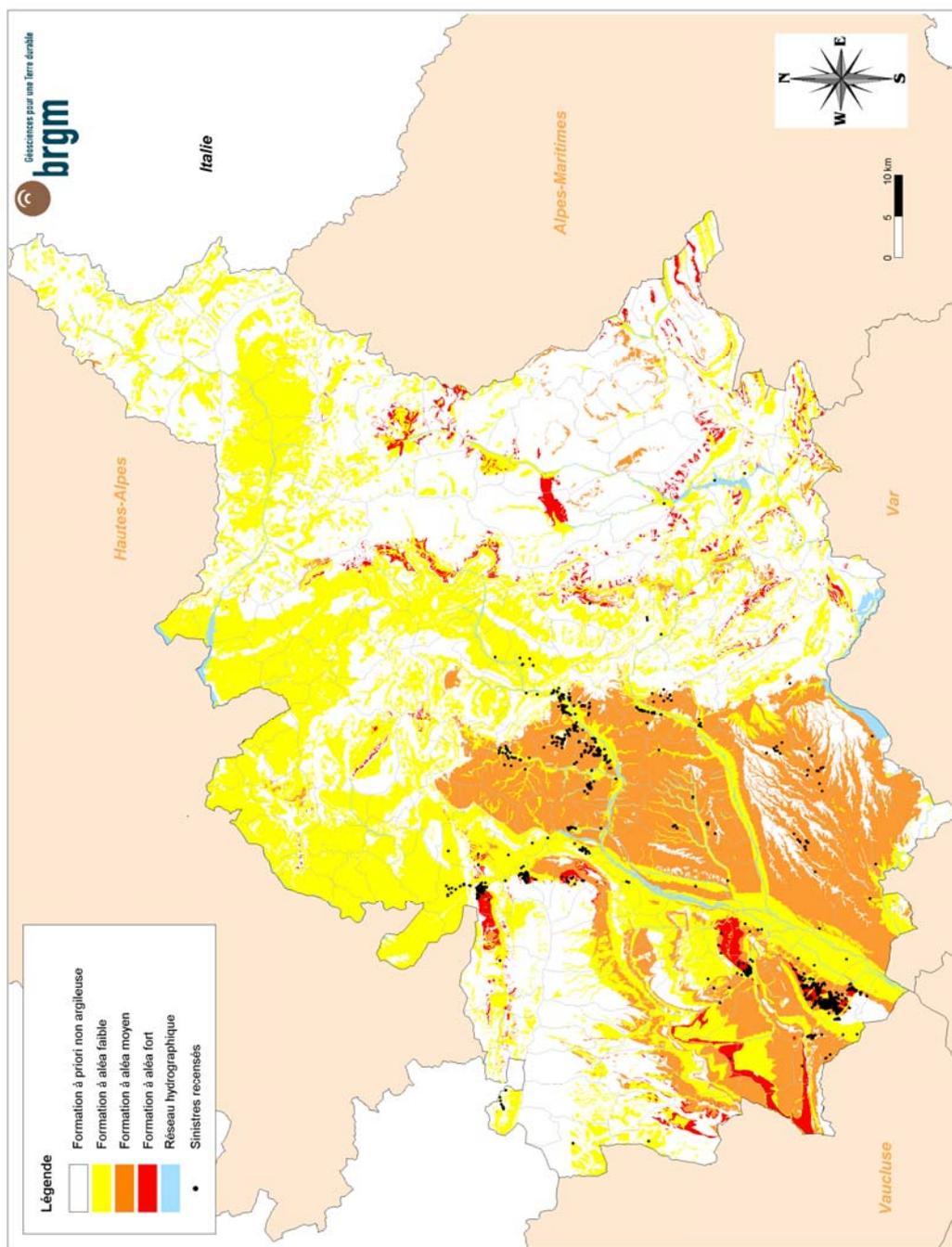


Illustration 1 : Carte de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département des Alpes-de-Haute-Provence

L'échelle de validité de cette carte départementale d'aléa est celle de la donnée de base utilisée, à savoir le 1/50 000 (échelle des cartes géologiques exploitées).

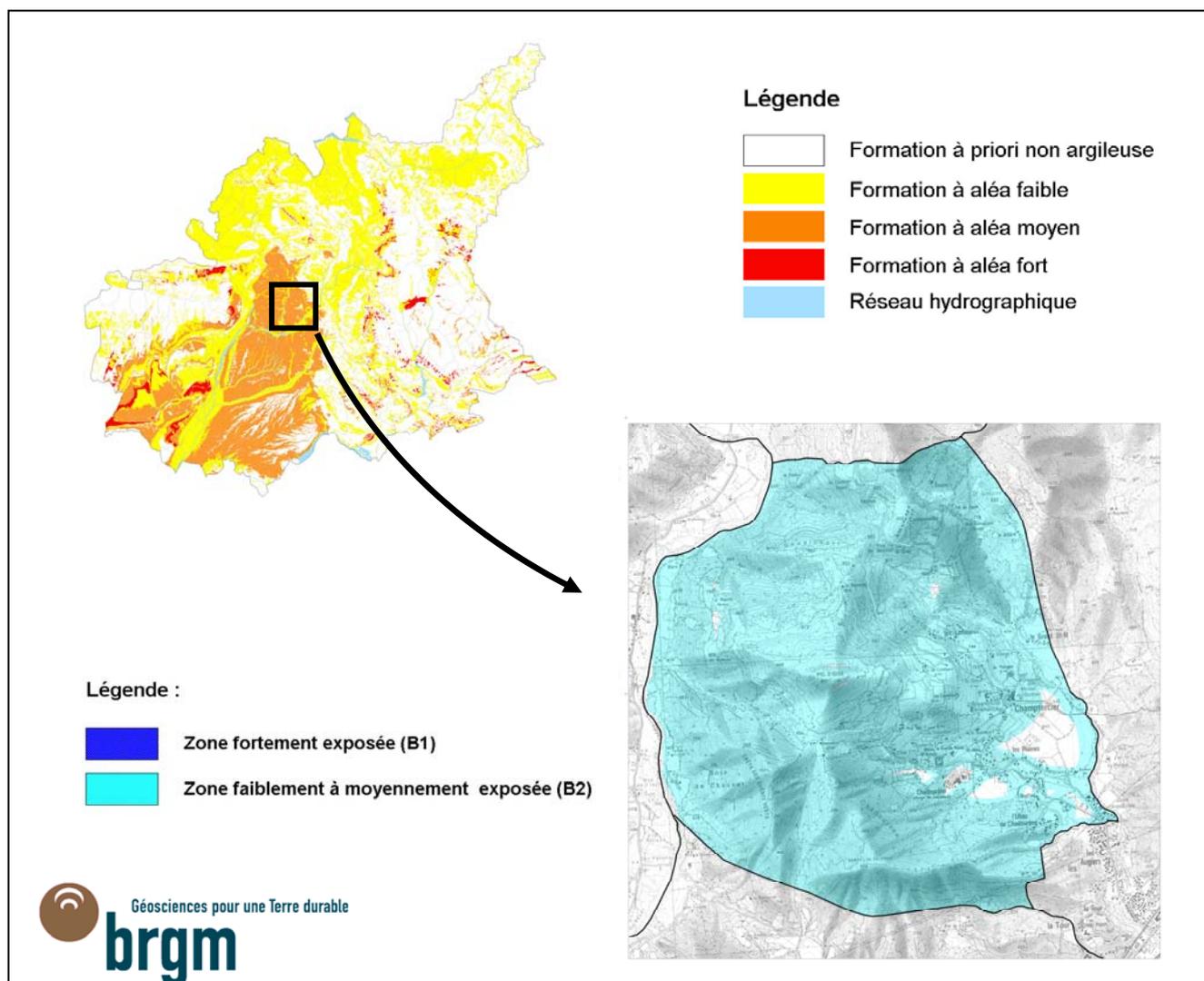
On peut remarquer que la carte d'aléa retrait-gonflement des argiles des Alpes-de-Haute-Provence fait apparaître une surface en aléa fort relativement réduite, localisée dans la partie sud-ouest et à l'est du département, tandis que la moitié du département est classée en aléa faible ou moyen.

### **2.3. PLAN DE ZONAGE REGLEMENTAIRE**

Le plan de zonage réglementaire de chaque commune a été élaboré en suivant la méthodologie mise au point pour le département des Deux-Sèvres (Rapport BRGM RP-50591-FR, décembre 2000), conformément aux instructions du Ministère de l'Écologie et du Développement Durable (MEDD). Le tracé du zonage a ainsi été extrapolé par traitement automatique de la carte départementale d'aléa et reporté sur fond topographique IGN à l'échelle 1/25 000, agrandi à l'échelle 1/10 000 pour plus de lisibilité. Afin de tenir compte de l'imprécision des contours qui sont valides à l'échelle 1/50 000, une bande de sécurité de 50 m de largeur a été intégrée en bordure de chaque zone. Les zones d'aléa faible à moyen ont été regroupées dans un souci de simplification en vue de la mise en oeuvre des PPR et représentées avec un figuré de couleur bleu clair. Les secteurs reconnus en aléa fort constituent une deuxième zone réglementée, représentée conventionnellement en bleu foncé (Illustration 2).

Il est important de rappeler que, du fait de l'hétérogénéité de certaines formations géologiques, la transcription automatique de la carte d'aléa, valable à l'échelle départementale, en un plan de zonage présenté à l'échelle communale, peut entraîner localement certaines divergences : ainsi, une parcelle peut être classée comme étant exposée à un aléa fort, alors qu'une étude de sol détaillée montrera qu'elle ne contient en réalité pas d'argiles gonflantes, et, réciproquement, une parcelle peut être classée dans une zone d'aléa a priori nul, alors que son sol renferme en fait des argiles gonflantes, dont la présence n'est pas détectable à partir de la seule analyse des cartes géologiques à 1/50 000.

Seule une étude géotechnique à la parcelle peut permettre d'établir un diagnostic fiable et définitif quant à la nature exacte du sous-sol et au degré d'exposition réel au phénomène de retrait-gonflement. En l'absence de telles études en tout point du département, il a été jugé que la transcription automatique de la carte départementale d'aléa en zonages réglementaires communaux constituait le meilleur compromis coût/efficacité pour établir des PPR en fonction des données actuellement disponibles. Ce choix est d'autant plus justifié que les enjeux liés à la mise en oeuvre des PPR, dans le cas spécifique du phénomène de retrait-gonflement, sont relativement limités : une zone, même exposée à un aléa fort, reste constructible, et les mesures réglementaires imposées sont simples et assez peu coûteuses à mettre en oeuvre, ce qui rend acceptable une relative imprécision dans les limites du zonage à l'échelle du parcellaire.



*Illustration 2 : Transcription, pour la commune de Champtercier, de la carte d'aléa en proposition de plan de zonage réglementaire*

Par ailleurs, le document produit reste une proposition de plan de zonage réglementaire, qui pourra être amendée par la DDE lors de l'établissement des PPR, en concertation avec la population et les élus de la commune, à l'issue de l'enquête publique.

L'ensemble de ces opérations de traitement a été effectué pour la totalité des communes du département des Alpes-de-Haute-Provence, et toutes les cartes ainsi élaborées ont été stockées sur disque CD-Rom au format MapInfo®, afin de pouvoir les éditer sur papier au fur et à mesure des besoins.

Le traitement global a été mis en application pour les communes de Champtercier et Le Castellet, dont les plans de zonage réglementaires sont édités sur support papier et présentés en cartes hors-texte.

### 3. Note de présentation

Une note de présentation accompagne le PPR de chaque commune. Son but est d'explicitier les raisons qui ont conduit à la prescription du PPR et de présenter, de façon aussi pédagogique que possible :

- la méthodologie utilisée pour établir le PPR, et notamment le plan de zonage ;
- les données de bases (géologie, caractérisation des terrains argileux, sinistres) qui ont permis d'élaborer la carte d'aléa ;
- les mécanismes du phénomène de retrait-gonflement des argiles, en insistant sur les facteurs de prédisposition et de déclenchement ;
- les désordres causés par le phénomène, ainsi que l'importance des mesures de prévention recommandées et/ou imposées ;
- les principes qui ont conduit à élaborer les mesures de prévention stipulées par le règlement, ainsi que leur justification et l'illustration de leur mise en oeuvre.

Une note de présentation type a ainsi été rédigée : elle est destinée à être transposée de manière identique à toutes les communes du département. La DDE, chargée de la rédaction des PPR, devra être à même de réaliser certaines adaptations mineures tenant compte des spécificités locales soulignées lors des concertations préalables avec la population et les élus locaux, au cours de l'instruction des PPR.

Un exemple de note de présentation pour la commune de Champtercier, avant concertation avec la population et les élus locaux, est présenté en annexe 1.



## 4. Règlement

L'élaboration d'une proposition de règlement au niveau national a fait l'objet d'une longue concertation, sous l'égide du MEDD. Un premier projet de règlement pour les PPR des Deux-Sèvres avait été réalisé par le BRGM en décembre 2000, après concertation avec le MEDD et la DDE 79. Le CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) ainsi que le LCPC (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, en la personne de Monsieur Marcel Rat) avaient également été consultés et s'étaient alors prononcés sur le projet de texte. Au cours de l'année 2001, différentes réunions regroupant ces mêmes acteurs, ainsi que la DGUHC (Direction Générale de l'Urbanisme, de l'Habitat et de la Construction), ont permis de poursuivre la réflexion.

Le projet de règlement type destiné aux futurs PPR des Alpes-de-Haute-Provence et présenté en annexe 3 intègre les résultats de cette concertation générale ainsi que certains aménagements proposés ultérieurement à l'issue de concertations avec les différentes DDE engagées dans le processus (dans les départements de la Seine-Saint-Denis, de la Dordogne, du Gers, de la Vienne, du Lot-et-Garonne et de l'Essonne notamment). Ce projet de règlement décrit les différentes prescriptions destinées à s'appliquer aux deux zones réglementées des plans de zonage. Les prescriptions sont, pour l'essentiel, des dispositions constructives à respecter et s'appliquent principalement aux nouveaux projets de constructions.

Dans le cas particulier de la commune de Champtercier, retenue par la DDE à titre d'illustration, il n'existe qu'une seule zone réglementée (B2) car aucune formation géologique classée en aléa fort n'apparaît sur cette commune. Par conséquent, la proposition de règlement, pour cette commune, qui figure en annexe 2 du présent rapport, est allégée par rapport à la version complète du règlement type et ne peut donc être appliquée en l'état à l'ensemble des communes du département.

A titre indicatif, une étude de SOLEN Géotechnique, commandée en 2001 par le MEDD, a permis de donner des ordres de grandeur des surcoûts induits par les mesures prescrites par le règlement, dans le cas le plus pénalisant d'une construction très économique. Par exemple, pour la construction d'un pavillon de type traditionnel, de plain-pied, de 100 m<sup>2</sup> d'emprise au sol, édifié avec dallage sur terre-plein et semelles de fondations continues ancrées à 0,60 m sur terrain naturel plat, dont le coût de construction moyen est de l'ordre de 75 000 € HT (environ 500 000 F HT), les surcoûts approximatifs ont été estimés de la manière suivante :

- approfondissement des fondations à 0,80 m, avec création d'un vide sanitaire et soubassement rigidifié en béton armé (lequel n'est pas préconisé dans le projet de règlement PPR) : 3 400 € HT (soit 4,5 % du coût de base, sachant que ce pourcentage est fortement dégressif pour une construction plus élaborée) ;
- approfondissement des fondations à 0,80 m, sans vide sanitaire ni soubassement rigidifié en béton armé mais réalisation d'une terrasse imperméabilisante de 2 m de large sur le pourtour de la maison (la largeur minimale préconisée dans le règlement est de 1,5 m seulement) : 6 100 € HT (soit 8 % du coût de base).

D'autres coûts sont également évalués dans cette étude :

- étude de sol type G0 + G12 : 1 525 à 1 830 € HT ;
- arrachage d'un arbre à maturité : de 75 à 190 € HT par arbre ;
- tranchée anti-racines (largeur : 3 m ; profondeur : 2 m) : 275 € HT ;
- tranchée drainante de 15 m de longueur et 1,50 m de profondeur : 3 200 € HT.

## 5. Conclusion

Cette étude a permis de donner à la DDE des Alpes-de-Haute-Provence tous les éléments nécessaires en vue d'établir des Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles concernant spécifiquement les mouvements différentiels de sols liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles et ceci pour chacune des 200 communes du département. Elle a été réalisée en suivant la démarche mise au point pour l'établissement des PPR retrait-gonflement des argiles dans le département des Deux- Sèvres et approuvée par le MEDD (DPPR/SDPRM).

La proposition du plan de zonage a été établie, pour chaque commune, par extrapolation automatisée de la carte départementale de l'aléa retrait-gonflement des argiles.

Une note de présentation et un projet de règlement ont également été élaborés, sous forme de documents type applicables à chaque commune. Ils pourront faire l'objet d'amendements et de correctifs par la DDE, suite à la concertation avec la population et les élus locaux de chaque commune, au cours de la phase d'instruction des PPR.

En plus de l'exemple pour les communes de Champtercier et du Castellet, présenté sur support papier en cartes hors-texte, un CD-Rom contenant les propositions de plans de zonages des différentes communes du département des Alpes-de-Haute-Provence (au format MapInfo©), ainsi que les fichiers numériques correspondant aux documents types d'établissement du PPR retrait-gonflement (note de présentation et règlements), est fourni avec ce rapport.



## 6. Bibliographie

**CEBTP, sous l'égide de l'AQC, l'APSAD, l'AFAC, la CCR et la FNB (1991)** – Détermination des solutions adaptées à la réparation des désordres des bâtiments provoqués par la sécheresse. *Guide pratique CEBTP*, 3 fascicules.

**Chassagneux D. (1995)** – Cartographie de l'aléa « retrait/gonflement » des sols (sécheresse/pluie) dans la région de Manosque (Alpes de Haute Provence – Echelle communale et départementale. Approche méthodologique. Rapport BRGM n° R38695.

**Chassagneux D., Stieltjes L., Mouroux P. et Ménillet F. (1996)** – Cartographie de l'aléa « retrait/gonflement » des sols (sécheresse/pluie) à l'échelle départementale. Approche méthodologique dans les Alpes-de-Haute-Provence. Rapport BRGM R39218.

**Chassagneux D., Meisina C., Vincent M., Ménillet F., Baudu R. (1998)** – Guide synthétique pour la prise en compte de l'aléa retrait-gonflement à l'échelle nationale. Rapport BRGM n° R40355, 33 p., 6 fig., 1 tabl., 1 ann., 1 pl. hors-texte.

**Exbrayat L. (2001)** - Dispositions constructives de nature à prévenir et/ou supprimer les effets de la dessiccation/réhydratation des sols - évaluation des coûts - SOLEN GEOTECHNIQUE n°G01339GT.

**Marçot N., Gonzalez G. avec la collaboration de Belotti A. (2006)** – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département des Alpes-de-Haute-Provence. Rapport BRGM/RP-54213-FR. 195 p., 45 illustrations, 6 ann., 3 cartes h.-t.

**Marçot N. (2006)** - Etablissement du Plan de Prévention des Risques naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles dans la commune de Digne-les-Bains (Alpes-de-Haute-Provence). Rapport BRGM/RP-54212-FR, 73 p., 25 ill., 4 cartes hors texte, 2 ann., 1 CD-Rom.

**Ministère de l'Aménagement, du Territoire et de l'Environnement, Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement (1999)** - Plans de prévention des risques naturels (PPR) - Risques de mouvements de terrain - Guide méthodologique. *Edit. La Documentation Française, Paris.*

**Ministère de l'Environnement, Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques, Délégation aux Risques majeurs (1993)** – Sécheresse et Construction. Guide de Prévention. *Edit. La Documentation Française, Paris.*

**Mouroux P., Margron P., Pinte J.C. (1988)** – La construction économique sur sols gonflants. *Edit. BRGM, Manuels et Méthodes n° 14.*

**Norie A., Vincent M.** (2000) - Etablissement de Plans de Prévention des Risques Naturels prévisibles : « mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux » - Approche méthodologique dans le département des Deux-Sèvres. Rapport BRGM/RP-50591-FR, 14 p., 4 fig., 4 ann.

**Vincent M., Bouchut J.** (2002) - Etablissement de Plans de Prévention des Risques Naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles dans le département de la Seine-Saint-Denis. Rapport BRGM/RP-51500-FR, 15 p., 2 fig., 3 ann., 1 Cd-Rom.

**Vincent M.** (2003) – Le risque de retrait-gonflement des argiles – Cahiers de l'IAURIF, n° 138, octobre 2003, pp. 95 à 101

**Vincent M.** (2005) – Cartographie sous SIG de l'aléa retrait-gonflement des argiles à des fins préventives – France – Systèmes d'information géographique et gestion des risques, publication ISTED, janvier 2005, pp. 12 à 15

**Vincent M.** (2005) – Établissement de cartes départementales de l'aléa retrait-gonflement des argiles. *Le Monde des Cartes*, revue du Comité Français de Cartographie, n° 185, septembre 2005, pp. 40 à 43

**Vincent M.** (2005) – Prévention du risque sécheresse : cartographie départementale de l'aléa retrait-gonflement des argiles et établissement de plans de prévention des risques – *Géologues* (Revue officielle de l'Union Française des Géologues), n° 146, septembre 2005, pp. 43 à 47.

**Annexe 1 - Exemple de Plan de Prévention des Risques naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles - Commune de Champtercier - Proposition de note de présentation (document type)**

Etablissement de PPR retrait-gonflement dans le département des Alpes-de-Haute-Provence

# Plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPR)

## Mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles dans le département des Alpes-de- Haute-Provence

Commune de CHAMPTERCIER

### Note de présentation

Préfecture des  
Alpes-de-Haute-Provence



*Liberté • Égalité • Fraternité*

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



direction  
départementale  
de l'Équipement  
Alpes de Haute  
Provence



## SOMMAIRE

<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>3</b>
<b>2. PRESENTATION DE LA ZONE ETUDIEE .....</b>	<b>4</b>
2.1. Limites de l'étude.....	4
2.2. Contexte naturel départemental .....	4
2.2.1. Situation géographique.....	4
2.2.2. Géologie .....	4
2.2.3. Hydrogéologie.....	5
<b>3. DESCRIPTION DES PHENOMENES ET DE LEURS CONSEQUENCES .....</b>	<b>7</b>
<b>4. SINISTRES OBSERVES DANS LE DEPARTEMENT.....</b>	<b>7</b>
<b>5. DESCRIPTION DE LA METHODOLOGIE D'ETABLISSEMENT DU PPR.....</b>	<b>7</b>
5.1. Carte de l'aléa retrait-gonflement .....	7
5.2. Plan de zonage réglementaire .....	10
5.3. Réglementation .....	10
<b>6. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES PREVENTIVES .....</b>	<b>10</b>

## LISTE DES ILLUSTRATIONS

Illustration 1 : Carte synthétique des formations argileuses et marneuses du département des Alpes-de-Haute-Provence .....	6
Illustration 2 : Classement des formations argileuses et marneuses par niveau d'aléa .....	8
Illustration 3 : Carte d'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département des Alpes-de-Haute-Provence .....	9

## LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Description succincte des formations argileuses et marneuses affleurant dans le département des Alpes-de-Haute-Provence	
Annexe 2 : Description des phénomènes de retrait-gonflement des sols argileux et de leurs conséquences	
Annexe 3 : Liste des arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle au titre de mouvements différentiels de sols liés au retrait-gonflement des argiles, pris dans le département des Alpes-de-Haute-Provence à la date du 31 décembre 2005	
Annexe 4 : Illustration des principales dispositions réglementaires de prévention des risques de mouvements de terrain différentiels liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles	
Annexe 5 : Extraits de la norme AFNOR NF P 94-500 (juin 2000) intitulée « Missions géotechniques – Classifications et spécifications »	

## **1. INTRODUCTION**

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 annuelle est plus régulière et les déficits saisonniers d'humidité moins marqués, 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 1989-90. Les dégâts observés en France concernent principalement le bâti individuel.

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

Depuis l'année 1989, date à laquelle cette procédure a commencé à être appliquée, plus de 6 700 communes françaises, réparties dans 83 départements ont été reconnues en état de catastrophe naturelle à ce titre. Le coût cumulé d'indemnisation de ces sinistres a été évalué à 3,3 milliards d'euros sur la période 1989-2002 par la Caisse Centrale de Réassurance.

Le département des Alpes-de-Haute-Provence fait partie des départements concernés par ce phénomène, puisque 20 arrêtés interministériels y ont été pris entre 1990 et 2005, reconnaissant l'état de catastrophe naturelle pour ce seul aléa dans 18 communes sur les 200 que compte le département. Dans le cadre de l'étude départementale d'aléa réalisée par le BRGM, 1 348 sites de sinistres, répartis dans 56 communes, ont ainsi été recensés et localisés, ce qui constitue une estimation approchée, quoique vraisemblablement 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'État a souhaité engager une politique de prévention vis-à-vis de ce risque en incitant les maîtres d'ouvrage à respecter certaines 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.

Dans le cas particulier du phénomène de retrait-gonflement des argiles, 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 sujets au phénomène de retrait-gonflement.

Cette réglementation concerne essentiellement les constructions futures. Quelques consignes s'appliquent toutefois aux 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.

## **2. PRESENTATION DE LA ZONE ETUDIEE**

### **2.1. Limites de l'étude**

Le présent PPR couvre l'ensemble du territoire communal de Champtercier (département des Alpes-de-Haute-Provence).

### **2.2. Contexte naturel départemental**

#### **2.2.1. Situation géographique**

Le département des Alpes-de-Haute-Provence est divisé en 200 communes et couvre une superficie de 6 945 km<sup>2</sup>. Il comptait une population de 139 561 habitants au recensement INSEE de 1999. Digne-les-Bains est la préfecture de département et Barcelonnette, Castellane et Forcalquier sont les trois sous-préfectures. Les concentrations de population sont situées dans la vallée de la Durance vers Manosque et autour de Digne-les-Bains.

Le département des Alpes-de-Haute-Provence présente une topographie particulière, allant de 200 à 3 000 m d'altitude, et caractérisée par :

- un relief descendant en pente douce depuis les sommets des Hautes-Alpes au nord vers la montagne de Lure à l'ouest et les Alpes-Maritimes au sud,
- une orientation particulière des vallées (sub-méridiennes) de la Durance à l'ouest et du Verdon à l'est.

#### **2.2.2. Géologie**

La connaissance de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux passe par une étude détaillée de la géologie du département, en s'attachant particulièrement aux formations géologiques contenant de l'argile (argiles proprement dites mais aussi marnes, altérites, alluvions, limons, sables argileux, tourbes, 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 déjà disponibles sur le sujet et notamment à partir des cartes géologiques à l'échelle 1/50 000 publiées par le BRGM, complétées par l'analyse de données de sondages contenues dans la Banque des données du Sous-Sol gérée par le BRGM, et par un certain nombre de dossiers géotechniques collectés dans les bureaux d'étude. Elle reflète donc l'état actuel des connaissances sur la géologie des formations superficielles des Alpes-de-Haute-Provence, mais est susceptible d'évoluer au fur et à mesure de l'acquisition de nouvelles données locales sur le proche sous-sol.

Les formations géologiques affleurantes ou sub-affleurantes dans le département et considérées comme argileuses (au sens le plus large) sont brièvement décrites en annexe 1, après regroupement d'unités stratigraphiquement distinctes, mais dont les caractéristiques lithologiques, et donc le comportement supposé vis-à-vis du retrait-gonflement, sont comparables.

La carte géologique des formations argileuses et marneuses présentée en figure 1 est une carte synthétique qui résulte d'une analyse interprétative à partir des connaissances actuellement disponibles. Certaines unités stratigraphiques ont été regroupées dans la mesure où leur nature lithologique similaire le justifiait. Par ailleurs, les formations considérées comme a priori non argileuses n'ont pas été figurées sur cette carte, ce qui

n'exclut pas que des poches ou placages argileux, non identifiés sur les cartes géologiques actuellement disponibles, puissent s'y rencontrer localement.

Cette synthèse géologique départementale montre que 50 % de la superficie du département est concernée par des formations à dominante argileuse plus ou moins marquée, et donc soumises à un risque de retrait-gonflement.

Les principales formations argileuses ou marneuses qui affleurent dans le département des Alpes-de-Haute-Provence sont, par ordre d'importance décroissante en terme de superficie, la *Formation de Valensole* (687 km<sup>2</sup>), les *Alluvions fluviales récentes* (383 km<sup>2</sup>), les *Moraines* (325 km<sup>2</sup>), les « *Terres noires* » du *Jurassique moyen et supérieur* (293 km<sup>2</sup>), les *Alluvions et cônes de déjection quaternaires* (279 km<sup>2</sup>), les *Marnes du Néocomien* (198 km<sup>2</sup>), les *Colluvions quaternaires indifférenciées* (173 km<sup>2</sup>) et les *Marnes et grès du Miocène Supérieur* (154 km<sup>2</sup>). Les autres formations argileuses ou marneuses n'affleurent que sur des superficies toutes inférieures à 2 % du département.

### **2.2.3. Hydrogéologie**

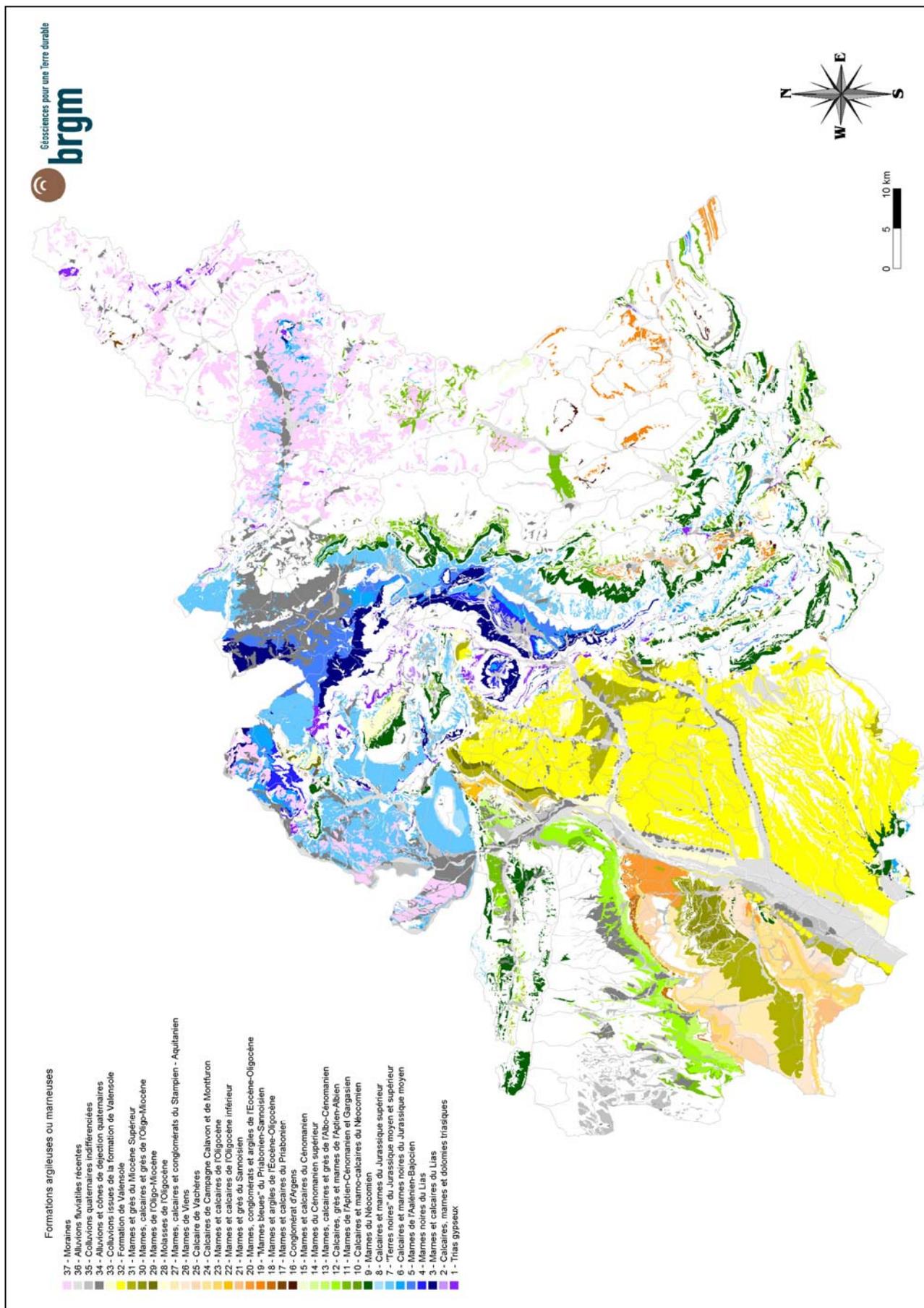
Les fluctuations du niveau des nappes phréatiques peuvent avoir une incidence sur la teneur en eau (dessiccation ou imbibition) dans certaines formations à alternance argilo-sableuse, et contribuer ainsi au déclenchement ou à l'aggravation de mouvements de terrain différentiels.

Dans le département des Alpes-de-Haute-Provence, ce sont essentiellement les nappes alluviales qui vont avoir une influence importante sur le retrait-gonflement des sols. En effet, les autres aquifères, notamment au niveau des plateaux, sont suffisamment profonds pour n'avoir que peu d'influence sur la teneur en eau de la tranche superficielle du sol, laquelle est soumise au phénomène de retrait-gonflement des argiles.

Ainsi, les alluvions récentes, qui correspondent au lit majeur des cours d'eau, sont largement baignées par la nappe alluviale, ce qui atténue le phénomène de retrait, puisque des remontées capillaires vont limiter la dessiccation. Cependant, les niveaux sablo-graveleux, à fortes perméabilités, peuvent être dénoyés, ce qui peut aggraver la dessiccation de niveaux argileux sous-jacents, en cas de sécheresse prolongée.

Ce phénomène de battement des nappes en zone limoneuse est bien connu dans le département, il a été observé notamment dans les alluvions de la Bléone, sur Digne-les-Bains, qui sont largement dénoyés en cas de sécheresse prolongée, ce qui se traduit par de fortes fluctuations des teneurs en eau dans les horizons les plus superficiels, du fait de l'arrêt des remontées capillaires.

PPR retrait-gonflement des argiles - Commune de Champtercier  
(Alpes-de-Haute-Provence)  
NOTE DE PRESENTATION



**Illustration 1 : Carte synthétique des formations argileuses et marneuses du département des Alpes-de-Haute-Provence**

### **3. DESCRIPTION DES PHENOMENES ET DE LEURS CONSEQUENCES**

Les principales caractéristiques des phénomènes de retrait-gonflement des sols argileux et leurs conséquences sont rappelées en annexe 2.

### **4. SINISTRES OBSERVES DANS LE DEPARTEMENT**

A la date du 31 décembre 2005, 18 des 200 communes que compte le département des Alpes-de-Haute-Provence avaient été reconnues en état de catastrophe naturelle au titre de mouvements différentiels de sols liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles. Le nombre total de sites de sinistres recensés et localisés par le BRGM dans le cadre de l'étude départementale d'aléa s'élève à 1 348, répartis dans 56 communes : ce nombre constitue une estimation approchée, quoique vraisemblablement minorée, de la réalité. D'après les données de la Caisse Centrale de Réassurance (février 2005), le département des Alpes-de-Haute-Provence est classé en 20<sup>ème</sup> position des départements français en terme de coût d'indemnisation des sinistres retrait-gonflement des argiles, et ceci malgré son taux d'urbanisation relativement modeste.

Les périodes prises en compte dans ces arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle s'étalent entre juillet 1988 et septembre 2002. Le nombre total d'occurrences (nombre de périodes ayant fait l'objet d'une reconnaissance en distinguant commune par commune) s'élève à 44. Sur la commune de Champtercier proprement dit, 39 sinistres ont été recensés et localisés de façon précise. Ces sinistres sont situés en majorité dans la partie sud-est de la commune, à la fois sur la formation de Valensole et sur les colluvions issues de la formation de Valensole.

### **5. DESCRIPTION DE LA METHODOLOGIE D'ETABLISSEMENT DU PPR**

#### **5.1. Carte de l'aléa retrait-gonflement**

Afin de circonscrire les zones à risque, le BRGM a dressé, pour l'ensemble du département des Alpes-de-Haute-Provence, une carte de l'aléa retrait-gonflement des argiles. 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 à partir des critères suivants :

- la proportion de matériau argileux au sein de la formation (analyse lithologique) ;
- la proportion de minéraux gonflants dans la phase argileuse (composition minéralogique) ;
- l'aptitude du matériau à absorber de l'eau (comportement géotechnique).

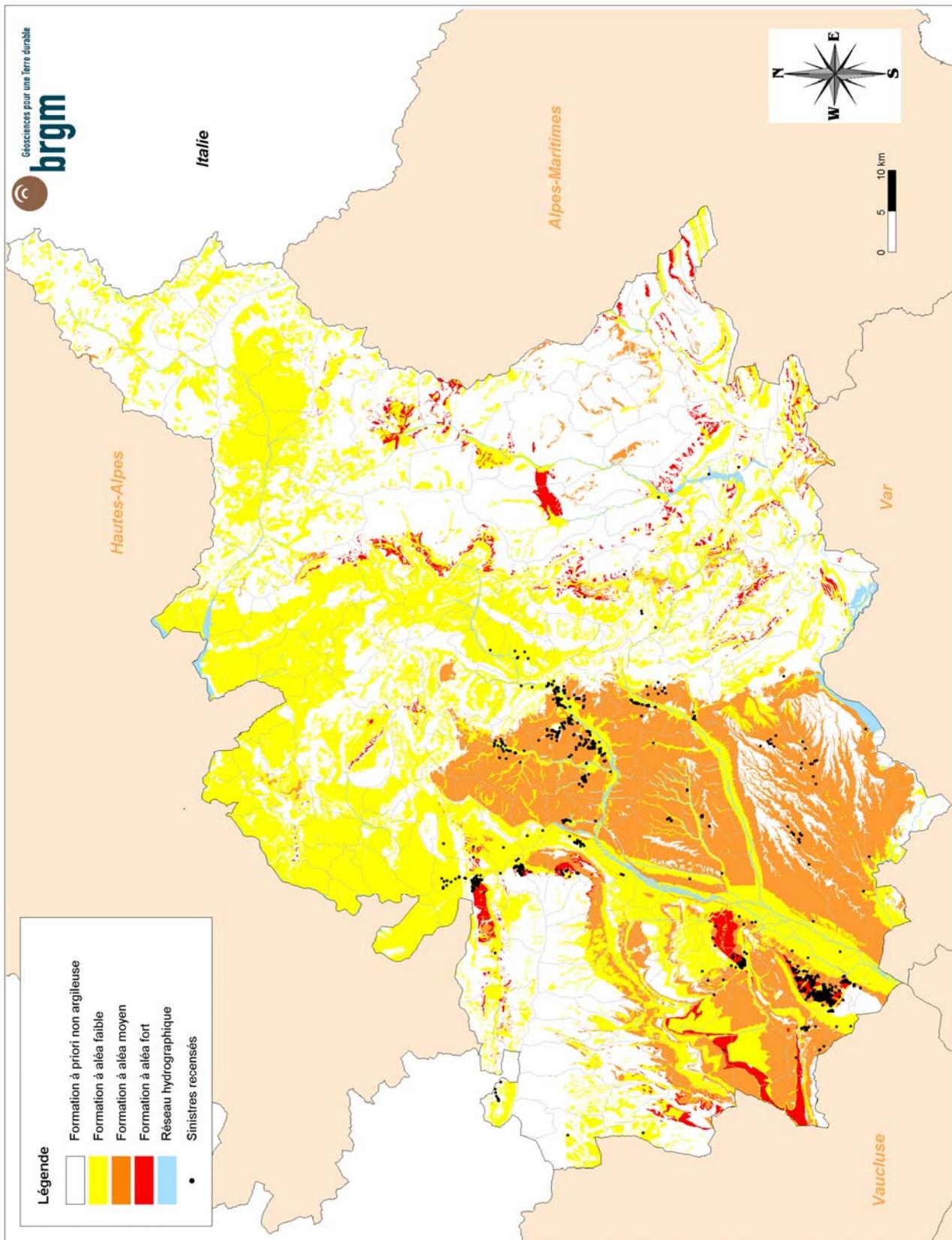
Pour chacune des 37 formations argileuses ou marneuses identifiées sur le département des Alpes-de-Haute-Provence, le niveau d'aléa résulte en définitive de la combinaison du niveau de susceptibilité ainsi obtenu et de la densité de sinistres retrait-gonflement, rapportée à 100 km<sup>2</sup> de surface d'affleurement réellement urbanisée (pour permettre des comparaisons fiables entre formations). La synthèse des résultats obtenus est présentée dans l'illustration 2.

*PPR retrait-gonflement des argiles - Commune de Champtercier  
(Alpes-de-Haute-Provence)  
NOTE DE PRESENTATION*

Formations géologiques	% de la superficie départementale
<b>Formation à aléa fort</b>	
Marnes de Viens	0,65
Marnes du Cénomanién supérieur	0,07
Marnes de l'Aptien-Cénomanién et Gargasien	1,39
<b>Total des formations en aléa fort</b>	<b>2,11 %</b>
<b>Formations à aléa moyen</b>	
Colluvions issues de la Formation de Valensole	1,36
Formation de Valensole	9,80
Marnes et grès du Miocène Supérieur	2,19
Marnes de l'Oligo-Miocène	0,12
Calcaire de Vachères	0,61
Calcaire de Campagne Calavon et de Montfuron	0,48
Marnes et grès du Sannoisien	0,26
"Marnes bleues" du Priabonien-Sannoisien	0,36
Marnes et argiles de l'Éocène-Oligocène	0,09
Marnes et calcaires du Priabonien	0,03
Conglomérat d'Argens	0,05
Calcaires, grès et marnes de l'Aptien-Albien	1,00
Calcaires et marno-calcaires du Néocomien	0,06
<b>Total des formations en aléa moyen</b>	<b>16,43 %</b>
<b>Formations à aléa faible</b>	
Moraines	4,64
Alluvions fluviales récentes	5,46
Colluvions quaternaires indifférenciées	2,47
Alluvions et cônes de déjection quaternaire	3,98
Marnes, calcaires et grès de l'Oligo-Miocène	0,49
Molasses de l'Oligocène	0,42
Marnes, calcaires et conglomérats du Stampien - Aquitanien	0,74
Marnes et calcaires de l'Oligocène	0,54
Marnes et calcaires de l'Oligocène inférieur	0,09
Marnes, conglomérats et argiles de l'Éocène-Oligocène	0,52
Marnes et calcaires du Cénomanién	0,21
Marnes, calcaires et grès de l'Albo-Cénomanién	0,56
Marnes du Néocomien	2,82
Calcaires et marnes du Jurassique supérieur	0,35
« Terres noires » du Jurassique moyen et supérieur	4,19
Calcaires et marnes noires du Jurassique moyen	0,69
Marnes de l'Aalénien-Bajocién	1,02
Marnes noires du Lias	0,37
Marnes et calcaires du Lias	1,24
Calcaires, marnes et dolomies triasiques	0,15
Trias gypseux	0,39
<b>Total des formations en aléa faible</b>	<b>31,35 %</b>

**Illustration 2 : Classement des formations argileuses et marneuses par niveau d'aléa**

PPR retrait-gonflement des argiles - Commune de Champtercier  
(Alpes-de-Haute-Provence)  
NOTE DE PRESENTATION



**Illustration 3 : Carte d'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département des Alpes-de-Haute-Provence**

La répartition cartographique des zones d'aléa est présentée sur la carte de l'illustration 3. En définitive, seulement 2 % de la superficie du département est située en zone d'aléa fort, tandis que 16 % du département est considéré en aléa moyen et 31 % en aléa faible. Le reste, soit environ 50 % du département correspond à des zones a priori non argileuses, en principe non exposées aux risques de retrait-gonflement (ce qui n'exclut pas la présence, localement, de poches ou de placages argileux non cartographiés).

## **5.2. Plan de zonage réglementaire**

Le tracé du zonage réglementaire établi pour chacune des 200 communes du département des Alpes-de-Haute-Provence a été extrapolé directement à partir de la carte d'aléa départementale, en intégrant une marge de sécurité de 50 m de largeur pour tenir compte de l'imprécision des contours qui sont valides à l'échelle 1/50 000. Le plan de zonage a été établi sur fond cartographique extrait des cartes IGN à l'échelle 1/25 000 et agrandi à l'échelle 1/10 000.

Par souci d'homogénéité avec la méthodologie appliquée sur le reste du territoire national, les zones exposées à un aléa fort sont notées B1 et représentées avec un figuré de couleur bleu foncé ; celles correspondant à un aléa faible à moyen ont été regroupées en une zone unique, de couleur bleu clair, notée B2. La carte réglementaire traduit ainsi directement la carte d'aléa et présente donc seulement deux zones réglementées. Dans la commune de Champtercier où il n'a pas été identifié de formations géologiques affleurantes classées en aléa fort, le zonage fait apparaître une zone réglementée unique, notée B2.

## **5.3. Réglementation**

Le règlement du PPR décrit les prescriptions et recommandations destinées à s'appliquer aux zones réglementées. Ces prescriptions sont pour l'essentiel des dispositions constructives et visent surtout la construction de maisons neuves. Certaines s'appliquent néanmoins aussi aux constructions existantes, avec pour principal objectif de ne pas aggraver la vulnérabilité actuelle de ces maisons vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement.

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. Comme spécifié dans l'article 16.1 de la loi n° 95.101 du 2 février 1995, le respect des prescriptions obligatoires s'applique, dès l'approbation du PPR, à toute nouvelle construction située dans les zones concernées. Les propriétaires des constructions existantes disposent pour s'y conformer d'un délai variable selon les mesures mais qui est au maximum de cinq ans.

Le fait de construire ou d'aménager un terrain dans une zone réglementée par un PPR et de ne pas respecter les conditions de réalisation, d'utilisation ou d'exploitation prescrites par ce plan est puni des peines prévues à l'article L. 480-4 du Code de l'Urbanisme. Le non respect des dispositions du PPR peut notamment entraîner une restriction des dispositifs d'indemnisation en cas de sinistre, même si la commune est reconnue en état de catastrophe naturelle au titre de mouvements différentiels de sols liés au retrait-gonflement.

## **6. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES PREVENTIVES**

Les dispositions constructives décrites dans le règlement du PPR ne sont évidemment pas exhaustives en ce sens qu'elles ne se substituent pas aux documents normatifs en vigueur (NF – DTU) mais qu'elles les complètent. La mise en application de ces dispositions ne

dispense donc pas de respecter l'ensemble des règles de l'art en vigueur dans le domaine de la construction.

Par ailleurs, il s'agit de dispositions préventives et non curatives. Elles ne s'appliquent donc pas nécessairement en cas de sinistre avéré, pour lequel il convient de faire appel à des méthodes de réparation spécifiques.

Une partie des mesures décrites dans le règlement est illustrée en annexe 4.

Concernant les constructions nouvelles en zones réglementées par le PPR et pour ce qui est des maisons individuelles (hors permis de construire groupé), le choix est laissé entre deux options. La première consiste à faire réaliser par un bureau d'études géotechniques une reconnaissance de sol de type G0 + G12 (cf. annexe 5) qui permettra de vérifier si, au droit de la parcelle, le proche sous-sol contient effectivement des matériaux sujets au retrait-gonflement (dans le cas contraire, le constructeur s'exonère ainsi de toute disposition constructive spécifique) et de déterminer quelles sont les mesures particulières à observer pour réaliser le projet en toute sécurité en prenant en compte cet aléa. La seconde option consiste à appliquer directement un certain nombre de mesures préventives qui concernent autant la construction elle-même que son environnement immédiat, mesures de nature à éviter a priori tout risque de désordre important, même en présence de matériaux très sensibles au retrait-gonflement. Il va de soi que la première option est préférable, d'une part parce qu'elle permet de lever d'éventuelles incertitudes quant à la nature exacte du sol au droit de la parcelle à construire, et d'autre part parce qu'elle permet une adaptation plus fine du projet au contexte géologique local. Pour tous les autres bâtiments projetés en zone d'aléa retrait-gonflement (à l'exception de ceux à usage purement agricole et des annexes d'habitation non accolées au bâtiment principal), c'est cette première option qui s'impose.

Concernant les mesures constructives et d'environnement préconisées, les principes ayant guidé leur élaboration sont en particulier les suivants :

- Les fondations doivent être suffisamment profondes pour s'affranchir de la zone superficielle où le sol est sensible à l'évaporation. Elles doivent être suffisamment armées et coulées à pleine fouille le plus rapidement possible, en évitant que le sol mis à nu en fond de fouille ne soit soumis à des variations importantes de teneur en eau ;
- Elles doivent être ancrées de manière homogène sur tout le pourtour du bâtiment (ceci vaut notamment pour les terrains en pente ou à sous-sol hétérogène, mais explique aussi l'interdiction des sous-sols partiels qui induisent des hétérogénéités d'ancrage) ;
- La structure du bâtiment doit être suffisamment rigide pour résister à des mouvements différentiels, d'où l'importance des chaînages haut et bas ;
- En cas de source de chaleur en sous-sol (chaudière notamment), les échanges thermiques à travers les parois doivent être limités pour éviter d'aggraver la dessiccation du terrain en périphérie ;
- Tout élément de nature à provoquer des variations saisonnières d'humidité du terrain (arbre, drain, pompage ou au contraire infiltration localisée d'eaux pluviales ou d'eaux usées) doit être le plus éloigné possible de la construction ;
- Sous la construction, le sol est à l'équilibre hydrique alors que tout autour il est soumis à une évaporation saisonnière, ce qui tend à induire des différences de teneur en eau au droit des fondations. Pour les éviter, il convient d'entourer la construction d'un dispositif, le plus large possible, qui protège sa périphérie immédiate de l'évaporation.



## ANNEXE 1

### Description succincte des formations argileuses et marneuses affleurant dans le département des Alpes-de-Haute-Provence

La présente annexe décrit de manière sommaire les formations géologiques argileuses (au sens large) qui affleurent dans le département des Alpes-de-Haute-Provence, lesquelles couvrent environ 50 % de la superficie du département (le reste pouvant être considéré comme a priori non argileux, bien qu'il ne soit pas exclu d'y trouver localement des placages ou des poches d'argiles non identifiés sur les cartes géologiques dans leur version actuelle). Au total et après regroupements, 37 formations considérées comme argileuses ou marneuses ont été identifiées et individualisées cartographiquement. Les formations sont ici présentées de la plus ancienne à la plus récente.

- **le Trias gypseux** : Le gypse triasique se présente sous différents faciès (gypses saccharoïdes et pulvérulents à petits lits dolomitiques ou d'argilites dans les régions de Laragne et de Digne ; gypses saccharoïdes à enclaves de dolomies broyées et cargneules accumulées en masses vers Barcelonnette ; gypses polychromes bien cristallisés autour de Castellane ; marnes bariolées (50 à 400 m) associées à des gypses fibreux sur Entrevaux ; gypses blancs avec des cargneules dans les régions de Chorges, d'Aiguilles et de Chambeyron, en grandes masses sur Seyne et Larche et en petits amas de quelques mètres de gypse fibreux, recristallisés vers Allos ; gypses saccharoïdes ou cristallisés sur le secteur de Moustiers ; gypse et anhydrite rubanés (40 m) dans la région de Castellane). Le Keuper est essentiellement représenté par des dolomies et des argilites versicolores intercalées sur 20 à 30 m d'épaisseur. Des bancs de grès et de brèches dolomitiques vers Barcelonnette ou des niveaux de gypses autour de Seyne peuvent s'y insérer.

- **Calcaires, marnes et dolomies triasiques** : Le Trias supérieur est très hétérogène avec notamment des dolomies, des argiles, des marnes, des marno-calcaires et des calcaires. Ont été associés au Trias les pélites du Houiller et les argilites et grès dolomitiques du Scythien.

- **Marnes et calcaires du Lias** : Il correspond à l'Hettangien, sur la carte de Manosque, constitué de dolomies cendrées et d'intercalations de marnes. Les marnes du Toarcien-Aalénien inférieur sont présentes sur les cartes de Seyne et Barcelonnette avec des calcaires gréseux, des calcaires argileux et des marnes, ainsi que sur Digne sous la forme de marnes micacées avec des horizons calcaréo-marneux en plaquettes à la base. L'épaisseur du Toarcien représenté par des calcaires et marnes varie de 100 à 300 m. Le Toarcien moyen sur la carte de la Javie présente des faciès très variés : calcaire conglomératique à nodules phosphatés et calcaires marneux. Le Toarcien inférieur et moyen, sur les cartes de Chorges et de Laragne, est calcaréo-marneux franchement marneux sur la carte de La Javie. Sur les cartes de Digne et de La Javie, le Domérien moyen est constitué de marno-calcaires riches en micas, intercalés irrégulièrement de bancs et de miches alignées de calcaires crinoïdiques roux. Le Domérien indifférencié des cartes de Chorges et de Seyne est constitué de marnes noires donnant les « bad-lands », avec quelques bancs de calcaires. Sur la carte de Gap, le Domérien forme, sous la corniche du Toarcien, un niveau de marnes noires micacées et légèrement gréseuses. Sur la carte de Digne, il est constitué de calcarénites et de marnes micacées. Le Carixien, sur la carte de Laragne, est constitué d'alternances de bancs de 20 à 30 cm de calcaires et de marnes.

- **Marnes noires du Lias** : Le Toarcien supérieur est constitué de 70 à 500 m de marnes à intercalations de lentilles ou de miches calcaires. Le Toarcien inférieur, sur la carte de La

*PPR retrait-gonflement des argiles - Commune de Champtercier*  
*(Alpes-de-Haute-Provence)*  
**NOTE DE PRESENTATION**

Javie, est représenté par 4 à 100 m de marnes noires homogènes, souvent en plaquettes. Le Domérien-Toarcien basal sur la carte de Laragne, est constitué de 50 à 200 m de marnes pélitiques avec des bancs un peu plus calcaires dans leur partie supérieure, avec au sommet 10 m de marnes très noires d'aspect charbonneux. Le Domérien moyen sur la carte de Digne est entièrement marneux : marnes micacées à Amalthées.

- **Marnes de l'Aalénien-Bajocien** : L'Aalénien supérieur sur la carte de Laragne est constitué de marnes feuilletées (200 m) à faciès identiques aux Terres noires ; sur les cartes de Digne et de La Javie les marnes sont parcourues de minces niveaux calcaréo-argileux ou de calcaires micritiques.

- **Calcaires et marnes noires du Jurassique moyen** : Le Jurassique moyen (Dogger) est représenté par des calcaires marneux en bancs centimétriques (feuilletés) ou décimétriques (en plaquettes) et par des marnes grises. L'épaisseur varie de 20 à 350 m. Le Bathonien-Callovien sur la carte d'Allos est essentiellement calcaire avec 30 m de calcaires massifs à la base surmontés au sommet de marnes noires et de marnes à cassure esquilleuse (20 à 10 m).

- **« Terres noires » du Jurassique moyen et supérieur** : Les « Terres noires » du Jurassique moyen et supérieur affleurent largement à l'est et au nord du département. Elles correspondent à une succession monotone de marnes plus ou moins feuilletées à intercalations de petits bancs ou alignements de nodules calcaires donnant les « badlands ». Leur épaisseur peut atteindre au minimum 2000 m. Les « Terres noires » callovo-oxfordiennes de la carte de Barcelonnette présentent des faciès détritiques dans une formation marneuse monotone. Ces marnes sont caractérisées par le fait qu'elles sont rapidement très compactes en profondeur, seule la partie supérieure est soumise à des phénomènes de ravinements qui restent très superficiels. Les éboulis soliflués localisés au nord-est de Sisteron, ainsi que quelques autres formations superficielles issues des « Terres noires », ont été regroupés cartographiquement avec cette dernière formation. Dans les régions de montagnes, toutes sortes de mouvements de terrains (éboulements, chaos rocheux, glissements actifs ou stabilisés) sont notés sur les cartes géologiques. Nombres de glissements concernent les formations argileuses, notamment les « Terres noires ». Dans cette formation, des dépôts glaciaires à matrice argileuse et des marnes diverses sont affectés de glissements plus ou moins importants lors d'ébranlement ou de mise en déséquilibre (érosion ou travaux), comme par exemple la Valette à Barcelonnette. En bordure du lac de Serre-Ponçon, dans la région de Pontis, quelques glissements actifs affectent les « Terres noires » jurassiques. La tranche des terrains impliqués est généralement superficielle (métrique à plurimétrique). Les glissements sont très répandus et peuvent remanier de grandes surfaces. Dans la région de Laragne, les principaux glissements en masse sont sur le versant nord de la montagne d'Aujourd, le versant est de la montagne de Saint-Genis et le versant sud de la montagne de Colombier au nord de Melve. Ils font partie intégrante de la formation des « Terres noires ».

- **Calcaires et marnes du Jurassique supérieur** : L'Oxfordien moyen (Argovien), sur la carte de Moustiers, est constitué de calcaires fins, de calcarénites glauconieuses, de brèches à éléments calcaires et de marnes grises ou verdâtres ; sur la carte de Tavernes il est plus calcaire avec des calcaires sublithographiques et des marno-calcaires noduleux. L'Argovien (et la base du Rauracien) marneux est chargé de bancs de calcaires argileux (carte de Barcelonnette). Le mur et le toit de la formation sont constitués d'un banc métrique de calcarénite. Sur la carte de Sederon, il est représenté par des marnes avec des intercalations de bancs calcaréo-marneux au sommet desquels les calcaires deviennent plus francs et plus durs. Un faciès de schistes siliceux noirs se développe de l'Oxfordien au Crétacé moyen. Dans la série inverse du synclinal du Morgon (carte de Chorges) ainsi que dans les unités les plus internes de ce massif, des marnes noires et des schistes siliceux à

conglomérats et olistolites reposent directement sur les Terres noires oxfordiennes. Des brèches du même âge ont été regroupées dans cet ensemble. Les schistes siliceux se rencontrent également sur la carte de Seyne. Ils renferment des lentilles conglomératiques et des lits de microbrèches. Des calcaires argileux, des schistes, des grès et des calcaires détritiques en bancs décimétriques alternent avec des lentilles de brèches dolomitiques et calcaires.

- **Marnes du Néocomien** : Le Néocomien qui comprend le Berriasien, le Valanginien et l'Hauterivien est essentiellement calcaire, marneux et/ou calcaro-marneux sur plusieurs centaines de mètre d'épaisseur. L'Hauterivien est constitué par des alternances de marnes grises et calcaires argileux en bancs pluridécimétriques (de 100 à près de 500 m sur la carte de Tavernes). Dans la région de Volx, l'Hauterivien inférieur est constitué de calcaires marneux en feuillets avec de minces intercalations calcaires à la partie supérieure. L'Hauterivien supérieur est représenté par un calcaire sublithographique en petits bancs, avec de minces intercalations marneuses à la base. Le Valanginien inférieur présente les mêmes alternances monotones de calcaires argileux gris en bancs très constants en débit en boules ou en miches, et de marnes de même épaisseur. Sur la carte de Castellane cette formation s'amincit vers le sud et le sud-est et passe à des calcaires en dalles. Le Valanginien est constitué de marnes monotones entrecoupées de bancs calcaires groupés en faisceaux d'épaisseur variable. Les marnes valanginiennes du domaine alpin vocontien se débitent en feuillets, comme du carton, avec quelques intercalations de minces bancs décimétriques calcaires.

- **Calcaires et marno-calcaires du Néocomien** : Cette formation regroupe les formations calcaires et marno-calcaires du Néocomien indifférencié, à savoir le Valanginien marneux et l'Hauterivien marno-calcaire.

- **Marnes de l'Aptien-Cénomaniens et Gargasien** du domaine pélagique ou proche sont franchement marneuses. L'Aptien et l'Albien sont représentés par des marnes noires. L'Aptien-Albien regroupé est constitué de marnes franches avec à la base des bancs isolés de marno-calcaires. Localement (carte de Seyne) quelques bancs de grès glauconieux ou de grès calcaires apparaissent à la base des marnes ou à leur sommet (carte d'Entrevaux). L'Aptien supérieur -Cénomaniens comprend des marnes feuilletées avec des intercalations de calcaires argileux en bancs décimétriques. En Haute Bléone et dans la vallée de Bouchier au nord d'Allos, les marnes se complètent à leur toit par des alternances de calcaires en bancs décimétriques et de marnes en couches métriques. Sur la carte d'Allos, la série débute par des marnes noires très pyriteuses, surmontées par des calcaires à interlits argileux d'épaisseur variable. Au-dessus, la masse principale d'argiles noires se charge progressivement vers le haut de petits bancs calcaires. L'Aptien supérieur (Gargasien) est formé de marnes gris-bleu avec quelques bancs décimétriques de calcaires marneux à la base. Le sommet de la formation est souligné par un faisceau de bancs calcaires. L'épaisseur de la formation peut atteindre 200 m comme sur la carte de Forcalquier où des bancs calcaréo-sableux glauconieux se développent au sommet. Sur la carte de Sault, les faciès sont plus détritiques avec des marnes pyriteuses, localement sableuses ou micacées. Le Gargasien-Cénomaniens est représenté par une puissante série de marnes grises bleutées, avec localement des horizons calcaires peu épais. La partie terminale est constituée de marnes sableuses glauconieuses et micacées avec intercalations de bancs calcaires argileux en miches. Dans le synclinal du Jabron, trois bancs de grès grossiers et fortement glauconieux sont intercalés dans le milieu de la série.

- **Calcaires, grès et marnes de l'Aptien-Albien** : Au Crétacé inférieur, trois domaines sédimentaires sont distingués dans l'Arc de Castellane qui est un ensemble de plis séparant grossièrement au sud de Castellane un domaine néritique, un domaine intermédiaire et un domaine pélagique vocontien au nord de Castellane. Ainsi l'Albien du domaine intermédiaire

*PPR retrait-gonflement des argiles - Commune de Champtercier*  
*(Alpes-de-Haute-Provence)*  
**NOTE DE PRESENTATION**

(cartes d'Entrevaux, Sederon et Castellane) est représenté par des grès glauconieux, fins à moyens, à ciment calcaréo-argileux, intercalés dans des alternances marneuses sablo-miacées. Ces grès glauconieux malgré un ciment calcaire sont particulièrement marneux. L'Aptien-Albien de la carte de Barcelonnette est constitué de schistes argileux ou siliceux à petits bancs calcaires. Le Clansayésien (Aptien supérieur) du domaine intermédiaire est constitué de grès verts et sables glauconieux intercalés de passées marneuses et de passées très dures à texture de quartzite. Vers Banon, Revest-des-Brousses et Ongles, au dessus des formations précédentes se développent des grès francs. Dans la région d'Oppedette, de Carniol et de Revest-des-Brousses on observe une séquence de turbidites et laminites. Sur la carte de la Javie, le Clansayésien du domaine pélagique n'est représenté que par une alternance de bancs calcaires décimétriques et de lits marneux plus épais. L'Aptien est probablement plus sensible au phénomène de retrait-gonflement que l'Albien.

**- Marnes, calcaires et grès de l'Albo-Cénomaniens :** On retrouve dans cet ensemble l'Albo-Cénomaniens ou Cénomaniens seul formé de marno-calcaires à orbitolines et à Exogyres, ainsi que le Vraconiens formé de marnes et calcaires gréseux, grès et le Cénomaniens inférieur formé de grès, sables, calcaires gréseux et marnes sableuses.

**- Marnes du Cénomaniens supérieur :** Le Cénomaniens supérieur est représenté par des marnes grises et des calcaires jaunes à miches, notamment sur la carte de Sisteron. Sur la carte de Digne, le Cénomaniens présente une succession d'une bande marneuse sur des calcaires en gros bancs. Les marnes comportent de rares intercalations de calcaires marneux, leur épaisseur tend à se réduire d'ouest en est et du sud vers le nord au profit des faciès calcaires. Les calcaires en bancs épais passent vers le bas à une alternance de calcaires marneux et de marnes en bancs demi-métriques. Le Cénomaniens est plus marneux sur les cartes de Seyne et de Castellane avec des marnes grises avec faisceaux de bancs calcaires marneux gris feuilletés pouvant atteindre 100 m d'épaisseur. Le Cénomaniens supérieur présent sur la carte de Moustiers est constitué de marnes grises à intercalations décimétriques de calcaires marneux.

**- Marnes et calcaires du Cénomaniens :** Au nord-ouest du département le Cénomaniens-Turonien (cartes de Barcelonnette et de Larche) présente un faciès schisteux, constitué de schistes siliceux écailléux avec petits bancs calcaires argileux décimétriques à lentilles de brèches à ciment siliceux et plaquettes de grès fins. Il est également moins marneux sur la carte de La Javie avec succession monotone de bancs de calcaires blancs décimétriques à pluridécimétriques, à minces interlits marneux. Entre Montfort et Château-Arnoux le Cénomaniens moyen est représenté par des marno-calcaires. Le Cénomaniens inférieur est constitué de marnes grises sableuses entrecoupées de faisceaux de bancs calcaires gréseux d'épaisseur décimétrique. Des bancs de grès argileux s'intercalent dans les marnes gréseuses (cartes de Sault et de Reillanne).

**- Conglomérat d'Argens :** Le « conglomérat d'Argens » montien-sparnacien, épais de 0 à 150 m, est un complexe à dominante conglomératique, à matrice argileuse, admettant des horizons argileux ou grésos-sableux.

**- Marnes et calcaires du Priaboniens :** Il s'agit là principalement des marnes issues de la transgression priabonienne. Le Lutétien supérieur-Priaboniens saumâtre (carte de Castellane) est constitué de marnes à lentilles de conglomérats ou de grès, avec intercalations de calcaires ligniteux ou bitumineux. Dans cet ensemble ont été regroupés les calcaires et les marnes lutétiennes de la carte de Digne, composées à la base de croûtes siliceuses et ferrugineuses surmontées de microbrèches, de calcaires lacustres blancs et de marnes. Les calcaires lacustres, marnes argileuses et sables de l'Éocène inférieur et moyen de la carte de Castellane, constitués de marnes vertes à intercalations décimétriques et de calcaires lacustres blancs d'aspect crayeux avec intercalations siliceuses, reposent en continuité sur

des sables et argiles près de Brenon. Ont été rattachés à cette formation les flysch noirs de l'Éocène moyen – Oligocène visibles à l'est de Barcelonnette.

- **Marnes et argiles de l'Éocène-Oligocène** : Le Ludien (Éocène supérieur) argilo-sableux présente des formations détritiques. Sur la carte de Sault on trouve des argiles un peu sableuses, au sud du Mont Saint-Laurent où l'Éocène supérieur débute par un poudingue à éléments de grès et de calcaires. Sur la carte de Forcalquier ce sont des marnes sableuses à intercalations gréseuses et glauconieuses ainsi que des chenaux conglomératiques avec en partie supérieure des paléosols et calcaires palustres. Sur la carte de Reillanne on observe des grès ferrugineux ou conglomérat ou « sol rouge tropical », des sables rouges vifs, des calcaires lie-de-vin, et des sables argileux avec lentilles de graviers et galets calcaires. On a regroupé également dans cet ensemble le Bartonien terminal-Rupélien représenté par des croûtes de calcarénites à *Microcodium* et des argiles rouges, ainsi que le Bartonien terminal - Ludien inférieur composé des « Marnes du Jonquier ».

- **"Marnes bleues" du Priabonien-Sannoisien** : Les « marnes bleues » et les marnes sableuses du Priabonien-Sannoisien atteignent une épaisseur de 200 à 400 m. Sur la carte de Moustiers, elles renferment dans leur partie basale de nombreux calcaires gréseux. Dans le synclinal de Taulanne, elles sont peu épaisses (20 m) et s'enrichissent au nord-est en plaquettes gréseuses. La frange altérée de ces marnes est très mince : on passe très rapidement aux marnes saines, non sensibles au phénomène de retrait-gonflement des argiles.

- **Marnes, conglomérats et argiles de l'Éocène-Oligocène** : L'Éocène-Oligocène présente localement des faciès conglomératiques. Sur la carte de Forcalquier, elles sont constituées par des marnes rouges et jaunes avec intercalations de bancs de grès, microconglomérats, graviers, lentilles conglomératiques, et nombreux paléosols. Sur la carte de Manosque, elles intègrent des Marnes de Viens à faciès grés-conglomératique, des Calcaires de Vachères à faciès grés-conglomératique avec marnes, des Marnes et grès de Bois d'Asson à faciès grés-conglomératique, des calcaires en "petits cubes" à faciès grés-conglomératique. La formation volcano-détritique du Priabonien-Oligocène est constituée de sables, de marnes et de lentilles de conglomérats. La partie inférieure de la formation est constituée de marnes feuilletées.

- **Marnes et grès du Sannoisien** : Les marnes bleues du Sannoisien marin atteignent 400 m d'épaisseur sur la carte de Digne (elles sont plus minces sur les cartes de Moustiers et de Castellane). Les marnes sableuses présentent des intercalations gréseuses, des passées détritiques et des couches d'argiles bigarrées. La « Formation de Patatonis » sannoisienne est constituée de calcaires papyracés et de calcaires bitumineux en gros bancs, intercalés de marnes sableuses. Sur la carte de Manosque on distingue de bas en haut un ensemble de marnes violettes ; des alternances de calcaires en gros bancs et marnes sableuses, et des alternances de calcaires feuilletés et marnes ocre-jaunes. Le « niveau de Pradengue » et le « niveau de la Mort d'Imbert » du Sannoisien supérieur sont constitués sur les cartes de Reillanne et de Manosque de deux niveaux de marnes rouges sableuses sous des gypses compacts. Les deux niveaux sont séparés par des argiles bleues. Sur la carte de Sault, ils sont représentés par des argiles rouges et vertes, intercalées de grès argileux.

- **Marnes et calcaires de l'Oligocène inférieur** : Cet ensemble comprend le Rupélien lui-même composé de conglomérats à éléments de Crétacé supérieur, de marnes et de grès jaunâtres.

- **Marnes et calcaires de l'Oligocène** : Le « niveau de Caseneuve » et le « niveau de Bois d'Asson » stampiens sont constitués d'argilites sableuses à intercalations de grès souvent

très grossiers, voire conglomératiques et rares bancs calcaires de quelques mètres d'épaisseur. Sur la carte de Manosque, de nombreuses couches de lignite ont été anciennement exploitées. Vers le sud, les bancs calcaires passent latéralement à des conglomérats. Ces terrains sont globalement estimés peu sensibles au retrait/gonflement. Dans le synclinal du Jabron (carte de Sederon), le Sannoisine-Stampien est représenté par des argiles montmorillonitiques plus ou moins sableuses avec des lentilles de conglomérats et de gypse et intercalations de calcaires lacustres à silex.

- **Calcaires de Campagne Calavon et de Montfuron** : Le « Calcaire de Campagne Calavon » et « le Calcaire de Montfuron » stampiens sont représentés sur la carte de Sault par des calcaires en minces feuillets papyracés, surmontés par des calcaires en plaquettes. Sur la carte de Forcalquier, ce sont des calcaires lacustres séparés par des intercalations marneuses ou par de minces lits de lignite. Sur la carte de Reillanne, il s'agit de calcaires en plaquettes finement feuillets, alternant avec des marnes bitumineuses et des grès. Sur celle de Manosque, ce sont des calcaires en plaquettes avec intercalations de couches gypseuses et des marnes micacées avec bancs gréseux, présentant vers la base quelques niveaux de calcaires blancs et un banc de calcaires feuillets dans la partie moyenne de l'assise.

- **Calcaire de Vachères** : Les « calcaires de Vachères » stampiens présentent des faciès variés. Sur la carte de Sault, ils sont constitués par des calcaires en petits bancs séparés par de minces lits de marnes, et des schistes bitumineux à la base. Sur celle de Forcalquier, ce sont des calcaires massifs à silex noirs et des calcaires à laminites avec intercalations argileuses. Sur la carte de Reillanne, il s'agit de calcaires en bancs minces intercalés de marnes blanchâtres et sur la carte de Manosque, ce sont des calcaires en plaquettes, calcaires argileux et calcaires en gros bancs, avec minces intercalations de marnes grises. Au sud-ouest de Dauphin, un glissement affecte les « calcaires de Vachères », sur une épaisseur d'une centaine de mètres. Ce glissement est cartographié sur la carte géologique et a été intégré dans la formation du Calcaire de Vachères.

- **Marnes de Viens** : Les « Marnes de Viens » stampiennes (Oligocène supérieur) qui passent latéralement « aux calcaires et lignites de Sigonce » sont constituées d'argilites sableuses rouges, avec intercalations discontinues de grès grossiers rouges et quelques lits de calcaires en plaquettes. Au nord de Pierrevet (carte de Reillanne), elles renferment d'épaisses intercalations de sables argileux. Sur la carte de Manosque, elles se présentent, avec plus de 1000 m d'épaisseur, sous forme d'argiles sableuses grises, avec quelques lits de calcaires en plaquettes et un faisceau de lignites à la base. Cette formation des Marnes de Viens est donc très hétérogène, et surtout marquée par une intercalation de niveaux sableux et ligniteux et parfois de bancs de grès localisés. Les Marnes de Viens sont très riches en smectites. L'hétérogénéité de cette formation et surtout sa forte teneur en argiles gonflantes, la rend très problématique pour les constructions. Notons également que les colluvions qui la recouvrent sont de mauvaise qualité géotechnique.

- **Marnes, calcaires et conglomérats du Stampien - Aquitaniens** : Le Stampien calcaro-marneux est représenté sur la carte de Moustiers (Stampien-Aquitaniens) par des marnes bariolées, conglomérats et calcaires lacustres. Sur celle de Castellane (Stampien-Aquitaniens) ce sont des marnes rouges sableuses avec lentilles conglomératiques. Sur la carte de Forcalquier, il s'agit d'une alternance de marnes grises et de bancs de calcaires d'aspect noduleux. La formation stampienne dite « Calcaire de Reillanne » est constituée de calcaires blancs en gros bancs irréguliers séparés par des intercalations marneuses grumeleuses. Cet ensemble comprend également des formations datées du Chattien : conglomérats à éléments de Néocomien, marnes rouges et série de Saint-Geniez, constituée de marnes et grès à serpentinite fluviatiles, gypses et calcaires lacustres.

- **Molasses de l'Oligocène** : Sur la carte de Laragne, l'Oligocène présente des formations molassiques (molasses gréseuses rouges et molasses vertes). A la base, on trouve des interstratifications de grès verts avec des marnes gréseuses. Sur la carte de Digne, l'Oligocène supérieur présente des imbrications de lentilles de grès grossiers mal consolidés, séparés par endroits de minces passées marno-sableuses. Le faciès molassique du Stampien est représenté sur la carte de Manosque par la « Molasse rouge supérieure » et sur la carte de Digne, par la « Molasse rouge inférieure ». Les argiles rencontrées sont l'illite, la kaolinite, des smectites et des interstratifiés en proportions variés. La « Molasse rouge inférieure » se retrouve également sur la carte de Moustiers et sur la carte de Castellane avec une épaisseur très variable. La molasse stampienne est indifférenciée sur les cartes de Seyne (grès et pélites vertes et rouges), de La Javie (alternances de grès fins et marnes sableuses) et de Moustiers (marnes et argiles rouges sableuses et conglomératiques à intercalations de calcaires lacustres).

- **Marnes de l'Oligo-Miocène** : Sur la carte de Moustiers, les marnes de l'Helvétien-Tortonien, épaisses de 150 m, présentent des feuilletés de gypse. Sur la carte de Tavernes, le Vindobonien renferme des marnes noduleuses avec intercalations de marno-calcaires. Sur Sisteron il s'agit plutôt de marnes et grès du Burdigalien – Langhien.

- **Marnes, calcaires et grès de l'Oligo-Miocène** : On regroupe dans cet ensemble des formations du Miocène moins marneuses que les précédentes. Sur la carte de La Javie, ce sont les marnes et grès continentaux du Langhien-Tortonien. Sur celle de Forcalquier, l'Helvétien présente des marnes sableuses avec de nombreux bancs molassiques. Sur la carte de Digne, le Burdigalien débute par des conglomérats puis se poursuit par une succession de séquences : lentilles de conglomérats, grès, marnes et concrétions calcaires. L'Aquitarien-Helvétien est représenté sur la carte de Moustiers par des calcaires gréseux en bancs métriques, alternant avec des couches marneuses et ligniteuses, des marnes grises et des calcaires en plaquettes et, sur la carte de Castellane, par des marnes vertes à intercalations de calcaires lacustres blancs ou gris. La couche saumâtre de base de Lambert (Aquitarien) est constituée de quelques mètres de marnes grises, de calcaires à oncolithes et de calcaires fins lacustres à limnées. Sur la carte de Laragne, l'Oligocène présente des marnes et pélites en lits décimétriques plus ou moins durs avec deux niveaux : les marnes inférieures avec des bancs gréseux isolés et les marnes supérieures à bancs grés-marneux plus nombreux.

- **Marnes et grès du Miocène Supérieur** : Le Tortonien marneux présente des faciès variés. Sur la carte de Castellane, on retrouve des marnes gris-vert varvées et des marnes vertes à intercalations de calcaires gris. Sur celle de Forcalquier, les marnes et les grès sont associés à des passées conglomératiques qui annoncent la formation de Valensole. Le Tortonien lacustre, sur la carte de Manosque, est constitué de marnes blanches pulvérulentes et de marnes sableuses grises avec une intercalation de calcaire lacustre très induré. La molasse marine à Cérithes du Langhien-Tortonien est formée de série monotone de marnes à fines laminations sableuses millimétriques et intercalation de barres gréseuses, avec présence de marnes marmorisées, de paléosols, de lits de gypse, de calcaires organiques et de passées charbonneuses. L'Helvétien comprend des sables et argiles rouges, mêlés à des marnes roses. La molasse sablo-gréseuse argileuse à Chlamys, burdigalienne est constituée principalement de grès marneux. Dans la région de Mélan à Auribeau les faciès sont peu argileux avec des alternances grés-silteuses et intercalations de faciès plus grossiers gréseux et calcarénitiques.

- **Formation de Valensole** : La Formation de Valensole, d'âge mio-pliocène, dont l'épaisseur peut atteindre 1 000 m aux Mées, couvre pratiquement un dixième de la surface du département. Elle affleure largement en rive gauche de la Durance, depuis le sud du département jusqu'à la montagne de Mélan. Elle est constituée de conglomérats

polygéniques en bancs lenticulaires avec des intercalations marno-sableuses décimétriques à métriques, ainsi que des marnes et argiles en couches métriques avec paléosols et lentilles de conglomérats. Les faciès sont organisés en séquences décamétriques formant des épandages de plusieurs milliers de mètres d'extension latérale. Le niveau sommital du Plateau de Valensole est représenté par des éluvions peu épaisses, marno-graveleuses, provenant d'un remaniement in situ des poudingues sous-jacents avec galets épars, fragments de croûtes calcaires et de poupées de CaCO<sub>3</sub> dans un ciment argileux souvent rubéfié. En rive gauche de la Durance, il s'agit d'un épandage de cailloutis grossiers. Dans la région d'Entrevennes, la surface du plateau est marquée par un glacis à éléments calcaires cryoclastiques, liés à un sol de surface rubéfié et à une puissante croûte calcaire. Un complexe détritique, post-tortonien, totalement azoïque, a été mis en parallèle avec les conglomérats et argiles rouges ponto-pliocènes du bassin de Valensole. Il est représenté, au nord-ouest de Châteauvieux (carte de Castellane), par de petits affleurements de conglomérats à galets turoniens en bancs métriques lenticulaires séparés par des couches de marnes sableuses surmontant 0 à 100 m de marnes et sables ocres et rouges.

**- Colluvions issues de la Formation de Valensole :** Les colluvions de la formation de Valensole ont été distinguées par rapport aux colluvions indifférenciées du Quaternaire. En effet, ces colluvions sont constituées de matériaux dérivés de la formation de Valensole, et par conséquent peuvent montrer une proportion d'argile importante. Ces colluvions sont également très riches en galets, et ces derniers ne sont pas localisés de façon homogène dans la formation, contrairement à la formation de Valensole dans laquelle les niveaux argileux, à galets ou autres, sont généralement bien triés. Cette formation de colluvions issues de la Formation de Valensole est par conséquent très hétérogène. On la trouve principalement sur le plateau de Valensole ainsi qu'au nord, sur les communes de Digne-les-Bains et de Champtercier.

**- Alluvions et cônes de déjection quaternaires :** Au nord de Digne-les-Bains (carte de La Javie), les hautes terrasses (Mindel) sont représentées par du matériel alluvial très épais, consolidé en profondeur et altéré en surface. Sur Manosque, on notera la présence d'alluvions fluviales villafranchiennes composées de graviers et galets à intercalations sableuses et limoneuses, ainsi que de cailloutis provenant d'une reprise des conglomérats de Valensole. Les alluvions würmiennes sont constituées de cailloutis, de graviers et de sables dans lesquelles la présence de limons argileux n'est pas rare (région de Reillanne, de Manosque, de Laragne). Leurs épaisseurs peuvent atteindre plusieurs dizaines de mètres. Les alluvions de la basse terrasse inférieure du Buech (Fy2) épaisses d'une vingtaine de mètres sont localement sous couverture limoneuse (1 à 1,5 m à La Tuillière, sud de Saléon). Les épandages locaux würmiens sont constitués de matériau grossier (Forcalquier) ou de cailloutis à limons. Au sud du col de Blaux, le replat du Ribassier (1080 m) est constitué par une formation glacio-lacustre comprenant de bas en haut des cailloutis à matrice sableuse puis des argiles silteuses varvées (10 m). Au stade du Grand Bois, les faciès observés sont des cailloutis à galets grossiers et à matrice sablo-limoneuse. Au sud-est de Laragne-Montéglin, (carte de Laragne), les complexes morainiques argileux rissiens atteignent 40 m d'épaisseur. Les cônes de déjections sont des corps sédimentaires dans lesquels peuvent alterner des formations chenalisées, à triage granulométrique longitudinal, riches en gros éléments mal roulés (origine torrentielle) et des dépôts non classés, de coulées boueuses (blocs, cailloutis). Des cailloutis et argiles de décalcification garnissent le fond des dépressions fermées du plateau d'Albion et de ses abords. Des dépôts argileux colmatent également les dépressions karstiques de la région de Castellane.

**- Colluvions quaternaires indifférenciées :** Les colluvions, d'épaisseur métrique à plurimétrique, sont des dépôts superficiels d'érosion et d'altération à éléments fins ou grossiers non triés, sans transport lointain. Les épandages, généralement limono-argileux, drapent les pieds des versants des roches marneuses avec produits d'érosion et d'altération

*PPR retrait-gonflement des argiles - Commune de Champtercier  
(Alpes-de-Haute-Provence)  
NOTE DE PRESENTATION*

élaborés aux dépens des formations mal consolidées. Il faut distinguer les colluvions réelles et les colluvions cartographiées. Dans le cadre de l'étude, nous avons pris en compte les colluvions issues de la carte géologique au 1/50 000 du BRGM hormis sur certains secteurs où il a été possible de rattacher les colluvions aux formations du substratum correspondantes : c'est le cas par exemple des colluvions issues de la formation de Valensole, qui ont été distinguées et ont fait l'objet d'une formation argileuse à part entière. On notera également, sur certains secteurs pour lesquels nous disposons d'informations suffisantes, le cas des colluvions sur les marnes aptiennes et gargasiennes dans la région de Peipin.

- **Alluvions fluviales récentes** : Les alluvions récentes sont constituées de sables, graviers et galets et assez souvent de limons (cartes géologiques de Chorges, Aiguille de Chambeyron, Laragne, Barcelonnette, La Javie, Forcalquier, Entrevaux, Manosque, Castellane, Roquesteron, Tavernes). Leurs épaisseurs peuvent dépasser une dizaine de mètres. Sur Laragne, les alluvions actuelles limoneuses, recèlent des bancs d'argiles pures litées issues du remaniement des Terres noires . De Jausiers au confluent du Bachelard (carte de Barcelonnette), les alluvions de l'Ubaye sont essentiellement en surface des limons déposés en période de crue (crue de 1957). Elles occupent les lits majeurs des vallées de la Bléone, du Bès et du torrent des Duyes avec des faciès caillouteux et hétérométriques (forte torrentialité) qui passent latéralement à des épandages de limons de crues ou à des colmatages colluviaux (carte de La Javie). Dans les vallées entaillant le plateau de Valensole, les alluvions sont limono-sableuses. Dans la région de Castellane, les alluvions modernes présentent des horizons peu épais de vases sombres provenant du lessivage des marnes crétacées (principalement albo-cénomaniennes). Les alluvions de la moyenne terrasse sont majoritairement constituées de cailloutis et graviers parfois consolidés comme dans la région de Castellane et à l'aval de La Javie, dans le bassin de Marcoux (consolidation en poudingues). Les alluvions de Laragne, plutôt grossières, sont recouvertes jusqu'à Saléon par une épaisse couche de moraine argileuse appartenant au complexe des moraines externes. Les épaisseurs peuvent atteindre 20 mètres. Les loess, associés aux limons, sont des sédiments fins, poreux, cohérents et moyennement sableux, non stratifiés, épais de 3 à 4 mètres. Ils s'accompagnent localement de cailloutis cryoclastiques. Ils recouvrent largement, en rive droite, les terrasses moyennes de la vallée de la Durance, entre Château-Arnoux-Saint-Auban et Peyruis. Près de la Brillanne ils sont hérités des marnes sableuses miocènes.

- **Moraines** : Ont été rassemblées dans cette formation les moraines internes du Würm et les moraines externes du Riss. Ces moraines sont présentes au nord du département où elles sont issues des marnes callovo-oxfordiennes. Elles montrent une sensibilité accrue au climat, même si elles se trouvent recouvertes par des niveaux d'éboulis quaternaires.



## 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 : plastiques, collant aux mains, 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 (cf. fig. 1).

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.

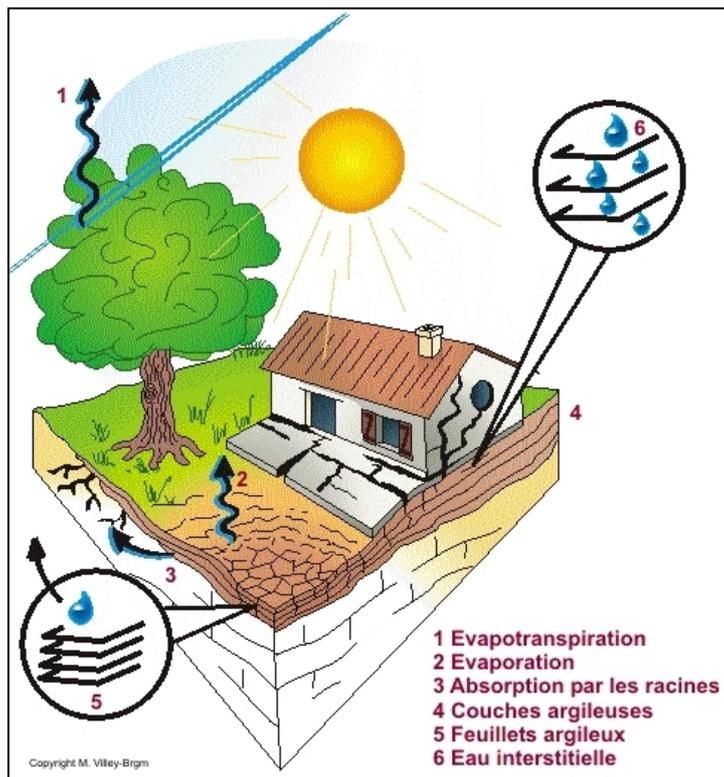


fig. 1 : illustration du mécanisme de dessiccation

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 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 néanmoins 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 litres 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.

### **2.3. 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

Liste des arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle au titre de mouvements différentiels de sols liés au retrait-gonflement des argiles, pris dans le département des Alpes-de-Haute-Provence. Etat au 31 décembre 2005 (données [www.prim.net](http://www.prim.net))

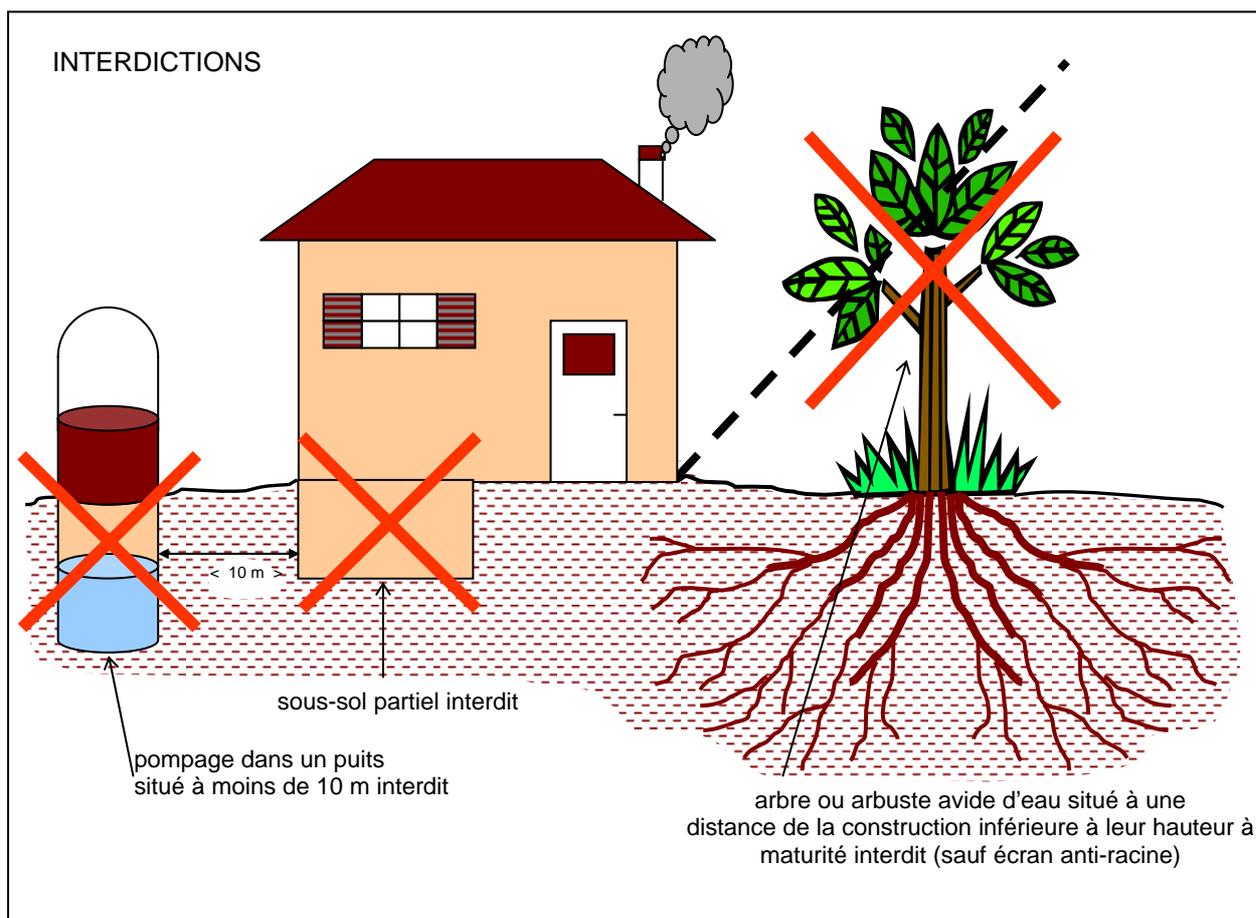
INSEE	Commune	Début période	Fin de période	Date de l'arrêté	Date de parution au JO
04001	Aiglun	01/05/1989	30/09/1990	12/08/1991	30/08/1991
		01/10/1990	31/12/1997	22/10/1998	13/11/1998
		01/01/1998	30/09/1999	27/12/2000	29/12/2000
04020	Barles	01/08/1998	31/12/1999	27/05/2005	31/05/2005
		01/01/2002	30/09/2002	27/05/2005	31/05/2005
04047	Champtercier	01/05/1989	30/09/1990	12/08/1991	30/08/1991
		01/04/1997	30/06/1998	27/12/2000	29/12/2000
04070	Digne-les-Bains	01/05/1989	30/09/1991	25/01/1993	07/02/1993
		01/10/1991	31/12/1997	22/10/1998	13/11/1998
		01/03/1998	30/09/1998	06/07/2001	18/07/2001
		01/03/1998	31/12/1998	27/12/2001	18/01/2002
04079	L'Escalé	01/01/1999	30/09/1999	01/08/2002	22/08/2002
04075	Entrepierres	01/04/1997	30/09/1999	29/10/2002	09/11/2002
		01/05/1989	30/09/1990	29/10/2002	09/11/2002
04110	Mallemoisson	01/05/1989	30/09/1990	12/08/1991	30/08/1991
		01/10/1990	31/12/1997	22/10/1998	13/11/1998
04112	Manosque	01/05/1989	30/09/1990	28/03/1991	17/04/1991
		01/10/1990	01/03/1992	25/01/1993	07/02/1993
		01/04/1992	31/08/1993	30/06/1994	09/07/1994
		01/09/1993	30/06/1996	12/05/1997	25/05/1997
		01/07/1996	31/08/1998	16/04/1999	02/05/1999
		01/09/1998	30/09/1998	06/07/2001	18/07/2001
		01/09/1998	30/09/1999	27/12/2001	18/01/2002
01/01/2002	30/06/2002	15/06/2004	07/07/2004		
04122	Mirabeau	01/05/1989	30/09/1990	28/03/1991	17/04/1991
		01/10/1990	30/11/1997	12/06/1998	01/07/1998
04128	Montfuron	01/04/1997	31/07/1999	27/12/2000	29/12/2000
04140	Les Omergues	01/07/1988	31/08/1991	09/12/1996	20/12/1996
04145	Peipin	01/05/1989	31/12/1989	31/08/1990	16/09/1990
		01/01/1990	31/12/1990	15/11/1994	24/11/1994
		01/05/1999	30/09/1999	06/07/2001	18/07/2001
04152	Pierrevert	01/05/1989	30/09/1990	28/03/1991	17/04/1991
		01/10/1990	31/08/1993	30/06/1994	09/07/1994
		01/09/1993	30/06/1996	12/05/1997	25/05/1997
		01/07/1996	31/08/1998	16/04/1999	02/05/1999
		01/09/1998	30/09/1998	06/07/2001	18/07/2001
01/09/1998	30/09/1999	27/12/2001	18/01/2002		
04160	Reillanne	01/02/1997	31/08/1998	16/04/1999	02/05/1999
04188	Saint-Maime	01/01/1997	31/12/1997	22/10/1998	13/11/1998
04197	Sainte-Tulle	01/05/1989	30/09/1990	29/10/2002	09/11/2002
		01/03/1998	30/09/1999	29/10/2002	09/11/2002
04209	Sisteron	01/05/1989	31/08/1993	12/03/1998	28/03/1998
		01/01/1999	30/09/1999	17/12/2002	08/01/2003
04217	Thoard	01/05/1989	30/09/1990	12/08/1991	30/08/1991

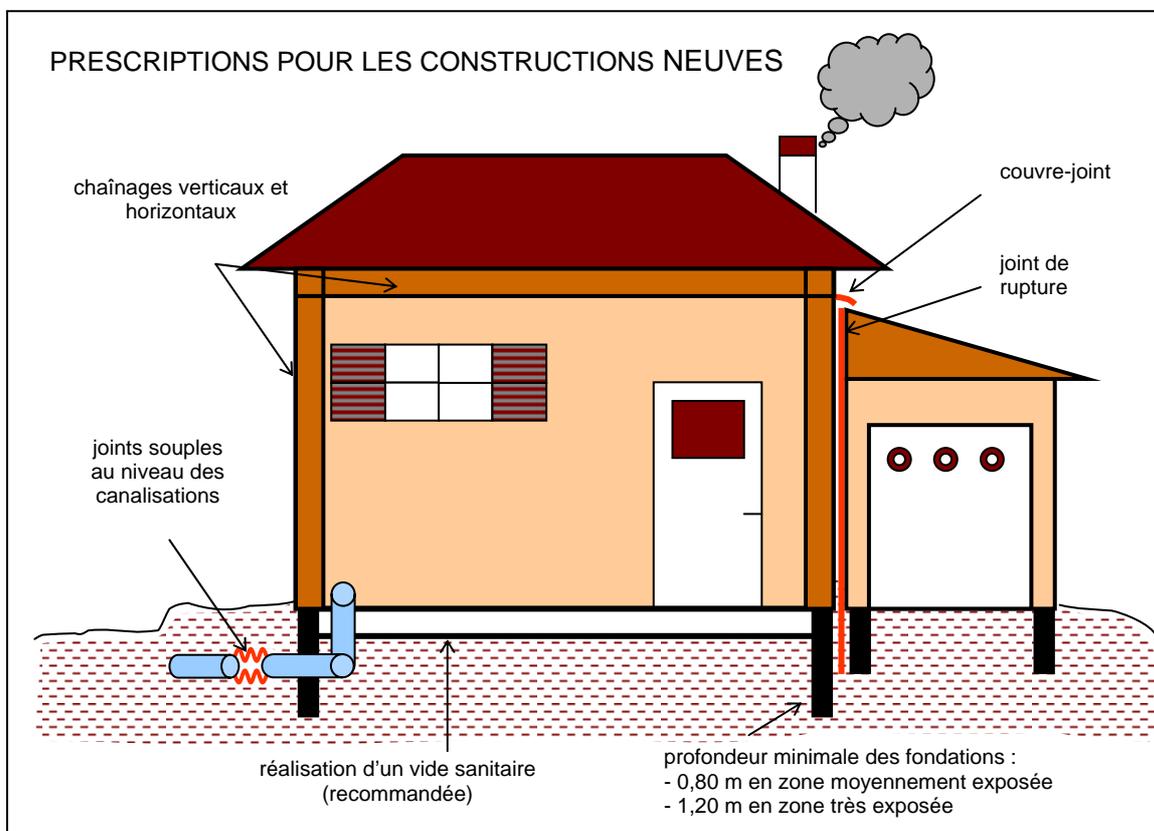
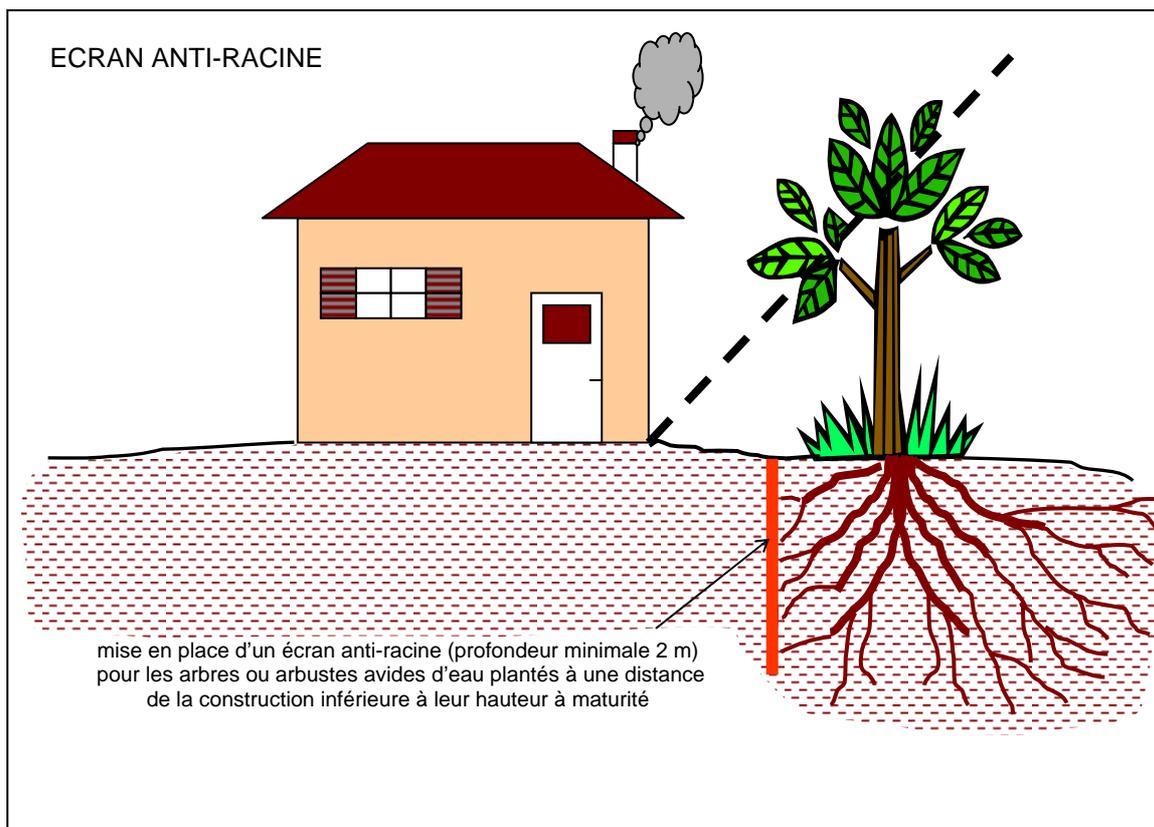


## ANNEXE 4

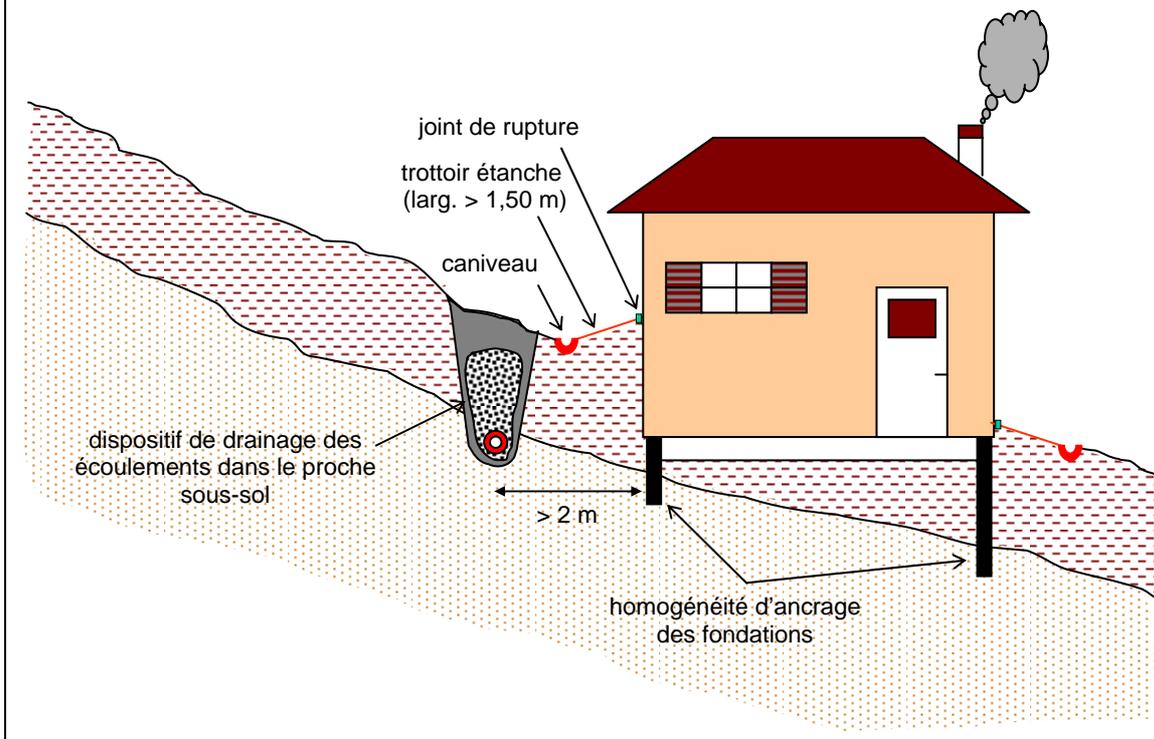
### Illustration des principales dispositions réglementaires de prévention des risques de mouvements de terrain différentiels liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles

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) certaines de ces mesures sont obligatoires, d'autres non, et l'on se reportera donc au règlement pour obtenir toutes les précisions nécessaires.

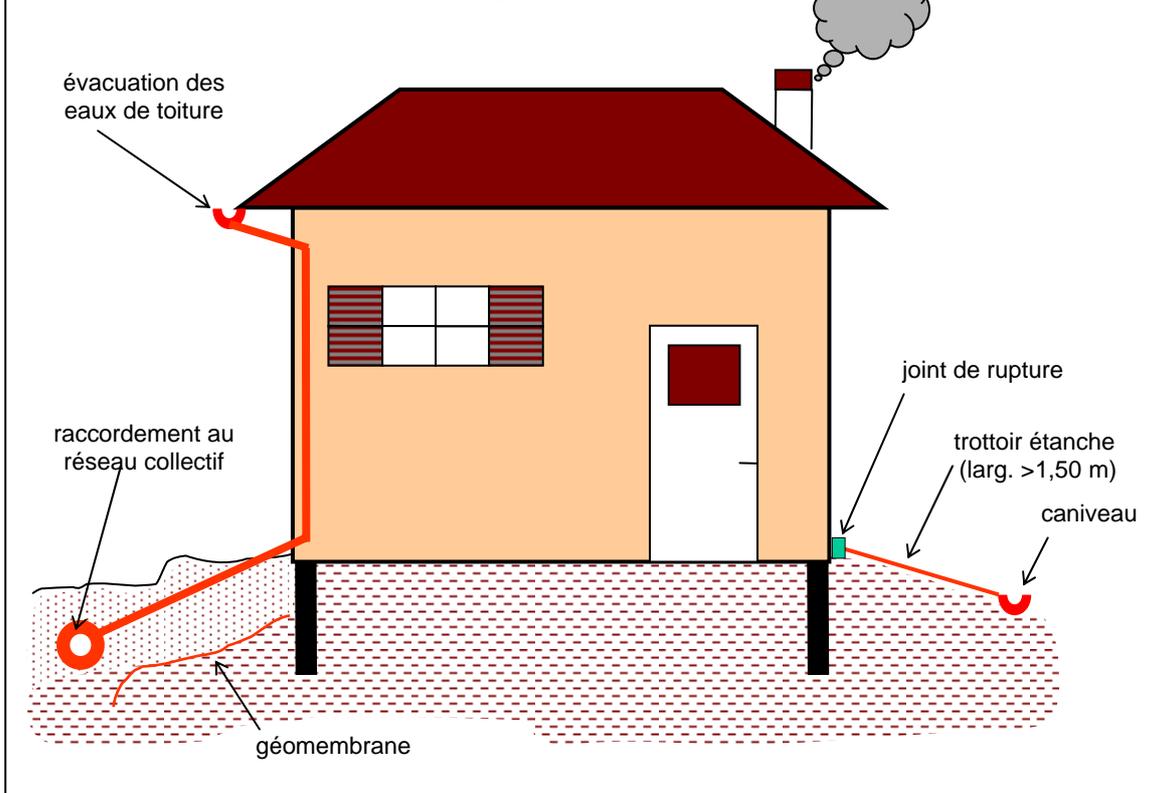




PRESCRIPTIONS POUR LES TERRAINS EN PENTE



RECUPERATION DES EAUX DE PLUIE





## ANNEXE 5

### Extraits de la norme AFNOR NF P 94-500 (juin 2000)

### Intitulée : « Missions géotechniques – Classifications et spécifications »

Cette norme «définit les différentes missions susceptibles d'être réalisées par les géotechniciens à la demande d'un maître d'ouvrage ou d'un constructeur. [Elle] donne une classification de ces missions. [Elle] précise le contenu et définit les limites des six missions géotechniques types : réalisation des sondages et essais, étude de faisabilité géotechnique, étude de projet géotechnique, étude géotechnique d'exécution, diagnostic géotechnique avec ou sans sinistre, ainsi que l'enchaînement recommandé des missions au cours de la conception, de la réalisation et de la vie d'un ouvrage ou d'un aménagement de terrain».

**Classification des missions géotechniques types** : elle est donnée par le schéma ci-dessous et le tableau en page suivante.

ETAPES DE REALISATION DE L'OUVRAGE		MISSIONS GEOTECHNIQUES			
		Etudes et suivi des ouvrages géotechniques	Execution de sondages, essais et mesures géotechniques	Diagnostic géotechnique	
Etudes préliminaires	G 1	G 11 Etude préliminaire de faisabilité géotechnique	G 0	G 0 préliminaire si nécessaire (1)	G 51
		G 12 Etude de faisabilité géotechnique Phase 1 Phase 2		G 0 détaillée indispensable	G 51
	G 2	G 0 spécifique si nécessaire (1)		G 51	
	G 3	G 0 complémentaire si nécessaire (1)		G 51	
Avant-projet	G 4	G 2 Etude de projet géotechnique Phase 1 Phase 2	G 5	G 51	G 52
		G 3 Etude géotechnique d'exécution		G 51	G 52
Projet Assistance Contrat Travaux	G 4	G 4 Suivi géotechnique d'exécution	G 0	G 0 spécifique si nécessaire (1)	G 51 sans sinistre
		G 4 Suivi géotechnique d'exécution		G 0 spécifique indispensable	G 52 avec sinistre
Exécution	G 0	G 0 spécifique si nécessaire (1)	G 5	G 51 sans sinistre	G 52 avec sinistre
		G 0 complémentaire si nécessaire (1)		G 52 avec sinistre	
Ouvrage existant	G 0	G 0 spécifique si nécessaire (1)	G 5	G 51 sans sinistre	G 52 avec sinistre

(1) à définir par le géotechnicien chargé de la mission

*PPR retrait-gonflement des argiles - Commune de Champtercier  
(Alpes-de-Haute-Provence)  
NOTE DE PRESENTATION*

## Tableau - Classification des missions géotechniques types

L'enchaînement des missions géotechniques suit les phases d'élaboration du projet. Les missions G1, G2, G3, G4 doivent être réalisées successivement. Une mission géotechnique ne peut contenir qu'une partie d'une mission type qu'après accord explicite entre le client et le géotechnicien.

### **G 0 Exécution de sondages, essais et mesures géotechniques**

- Exécuter les sondages, essais et mesures en place ou en laboratoire selon un programme défini dans des missions de type G 1 à G 5
  - Fournir un compte rendu factuel donnant la coupe des sondages, les procès verbaux d'essais et les résultats des mesures.
- Cette mission d'exécution exclut toute activité d'étude ou de conseil ainsi que toute forme d'interprétation.*

### **G 1 Étude de faisabilité géotechnique**

*Ces missions G 1 excluent toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages qui entre dans le cadre exclusif d'une mission d'étude de projet géotechnique G2.*

### **G 11 Étude préliminaire de faisabilité géotechnique :**

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et préciser l'existence d'avoisnants ;
  - Définir si nécessaire une mission G 0 préliminaire, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ;
  - Fournir un rapport d'étude préliminaire de faisabilité géotechnique avec certains principes généraux d'adaptation de l'ouvrage au terrain, mais sans aucun élément de prédimensionnement.
- Cette mission G 11 doit être suivie d'une mission G 12 pour définir les hypothèses géotechniques nécessaires à l'établissement du projet.*

### **G 12 Étude de faisabilité des ouvrages géotechniques (après une mission G 11) :**

#### Phase 1 :

- Définir une mission G 0 détaillée, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ;
- Fournir un rapport d'étude géotechnique donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte pour la justification du projet, et les principes généraux de construction des ouvrages géotechniques (notamment terrassements, soutènements, fondations, risques de déformation des terrains, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisnants).

#### Phase :

- Présenter des exemples de prédimensionnement de quelques ouvrages géotechniques types envisagés (notamment : soutènements, fondations, améliorations de sols).

*Cette étude sera reprise et détaillée lors de l'étude de projet géotechnique (mission G 2).*

### **G 2 Étude de projet géotechnique**

*Cette étude spécifique doit être prévue et intégrée dans la mission de maîtrise d'œuvre.*

#### Phase 1 :

- Définir si nécessaire une mission G 0 spécifique, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ;
- Fournir les notes techniques donnant les méthodes d'exécution retenues pour les ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, fondations, dispositions spécifiques vis-à-vis des nappes et avoisnants), avec certaines notes de calcul de dimensionnement, une approche des quantités, délais et coûts d'exécution de ces ouvrages géotechniques.

#### Phase 2 :

- Établir les documents nécessaires à la consultation des entreprises pour l'exécution des ouvrages géotechniques (plans, notices techniques, cadre de bordereaux des prix et d'estimatif, planning prévisionnel) ;
- Assister le client pour la sélection des entreprises et l'analyse technique des offres.

### **G 3 Étude géotechnique d'exécution**

- Définir si nécessaire une mission G 0 complémentaire, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ;
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment validation des hypothèses géotechniques, définition et dimensionnement (calculs justificatifs), méthodes et conditions d'exécution (phasages, suivi, contrôle).

*Pour la maîtrise des incertitudes et aléas géotechniques en cours d'exécution, les missions G 2 et G 3 doivent être suivies d'une mission de suivi géotechnique d'exécution G 4.*

### **G 4 Suivi géotechnique d'exécution**

- Suivre et adapter si nécessaire l'exécution des ouvrages géotechniques, avec définition d'un programme d'auscultation et des valeurs seuils correspondantes, analyse et synthèse périodique des résultats des mesures ;
- Définir si nécessaire une mission G 0 complémentaire, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ;
- Participer à l'établissement du dossier de fin de travaux et des recommandations de maintenance des ouvrages géotechniques.

### **G 5 Diagnostic géotechnique**

*L'objet d'une mission G 5 est strictement limitatif, il ne porte pas sur la totalité du projet ou de l'ouvrage.*

### **G 51 Avant, pendant ou après construction d'un ouvrage sans sinistre :**

- Définir si nécessaire une mission G 0 spécifique, en assurer le suivi de l'exploitation des résultats ;
- Étudier de façon approfondie un élément géotechnique spécifique (par exemple soutènement, rabattement, etc.) sur la base des données géotechniques fournies par une mission G 12, G 2, G 3 ou G 4 et validées dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans les autres domaines géotechniques de l'ouvrage.

### **G 52 Sur un ouvrage avec sinistre :**

- Définir une mission G 0 spécifique, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ;
  - Rechercher les causes géotechniques du sinistre constaté, donner une première approche des remèdes envisageables.
- Une étude de projet géotechnique G 2 doit être réalisée ultérieurement.*

**Annexe 2 - Exemple de Plan de Prévention des  
Risques naturels concernant les mouvements  
différentiels de terrain liés au phénomène de  
retrait-gonflement des argiles - Commune de  
Champtercier - Proposition de règlement  
(document type)**

Etablissement de PPR retrait-gonflement dans le département des Alpes-de-Haute-Provence

# Plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPR)

## Mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles dans le département des Alpes-de- Haute-Provence

Commune de CHAMPTERCIER

### Règlement

Préfecture des  
Alpes-de-Haute-Provence



*Liberté • Égalité • Fraternité*

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



direction  
départementale  
de l'Équipement  
Alpes de Haute  
Provence



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**



**PLAN DE PREVENTION DES RISQUES  
NATURELS PREVISIBLES (PPR)  
MOUVEMENTS DIFFERENTIELS DE TERRAIN LIES AU  
PHENOMENE DE  
RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES**

**Commune de Champtercier  
(ALPES-DE-HAUTE-PROVENCE)**

**REGLEMENT**

**Titre I- Portée du règlement**

**Article I-1 Champ d'application**

Le présent règlement s'applique à la commune de Champtercier. Il détermine les mesures de prévention des risques naturels prévisibles de mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles.

En application de l'article L.562-1 du Code de l'Environnement, le plan de zonage comprend la zone suivante, délimitée en fonction de l'intensité des risques encourus :

- une zone faiblement à moyennement exposée (B2).

**Article I-2 Effets du P.P.R.**

Le PPR approuvé vaut servitude d'utilité publique. A ce titre, il doit être annexé au PLU, conformément à l'article L.126-1 du Code de l'Urbanisme. Les mesures prescrites dans le présent règlement sont mises en œuvre sous la responsabilité du maître d'ouvrage et du maître d'œuvre. Conformément à l'article L.562-5 du Code de l'Environnement, le non-respect des mesures rendues obligatoires est passible des peines prévues à l'article L.480-4 du Code de l'Urbanisme.

Selon les dispositions de l'article L.125-6 du Code des Assurances, l'obligation de garantie de l'assuré contre les effets des catastrophes naturelles prévue à l'article L.125-2 du même code ne s'impose pas aux entreprises d'assurance à l'égard des biens immobiliers construits en violation des règles prescrites. Toutefois, cette dérogation ne peut intervenir que lors de la conclusion initiale ou du renouvellement du contrat d'assurance.

## **Titre II- Mesures applicables aux projets de constructions**

Les dispositions du présent titre sont définies en application de l'article L.562-1 du Code de l'Environnement, sans préjudice des règles normatives en vigueur. Elles s'appliquent à l'ensemble des zones à risques délimitées sur le plan du zonage réglementaire, sauf dispositions contraires explicitement mentionnées.

### **Chapitre I- Mesures applicables aux logements individuels hors permis groupés**

A défaut d'étude géotechnique couvrant la conception, le pré-dimensionnement et l'exécution des fondations, ainsi que l'adaptation de la construction et de son environnement immédiat aux caractéristiques du site, conformément à la mission géotechnique type G0 + G12 spécifiée dans la norme NF P94-500 : Missions géotechniques – classifications et spécifications, les dispositions suivantes s'appliquent :

#### **A) Mesures structurales :**

##### **Article II-I-1 Est interdite :**

l'exécution d'un sous-sol partiel.

##### **Article II-I-2 Sont prescrites :**

1- les dispositions de conception et de réalisation des fondations suivantes :

- la profondeur minimum des fondations est fixée à 0,80 m en zone faiblement à moyennement exposée (B2) sauf rencontre de sols durs non argileux à une profondeur inférieure ;
- sur terrain en pente et pour des constructions réalisées sur plate-forme en déblais ou déblais-remblais, ces fondations doivent être descendues à une profondeur au moins aussi importante à l'aval qu'à l'amont afin d'assurer une homogénéité de l'ancrage ;
- les fondations sur semelles doivent être continues, armées et bétonnées à pleine fouille, selon les préconisations de la norme DTU 13-12 : Règles pour le calcul des fondations superficielles.

2- les dispositions de conception et de réalisation des constructions suivantes :

- toutes parties de bâtiment fondées différemment et susceptibles d'être soumises à des tassements ou des soulèvements différentiels doivent être désolidarisées et séparées par un joint de rupture sur toute la hauteur de la construction ;
- les murs porteurs doivent comporter un chaînage horizontal et vertical liaisonné selon les préconisations de la norme DTU 20-1 : Règles de calcul et dispositions constructives minimales ;
- la réalisation d'un plancher porteur sur vide sanitaire ou sur sous-sol total est fortement recommandée. A défaut, le dallage sur terre-plein doit faire l'objet de dispositions assurant l'atténuation du risque de mouvements différentiels vis-à-vis de l'ossature de la construction et de leurs conséquences, notamment sur les refends, cloisons, doublages et canalisations intérieures. Il doit être réalisé en béton armé, après mise en œuvre d'une couche de forme en matériaux sélectionnés et compactés, et répondre à des prescriptions minimales d'épaisseur, de dosage de béton et de ferrailage, selon les préconisations de la norme DTU 13.3 : Dallages – conception, calcul et exécution ;

- la mise en place d'un dispositif spécifique d'isolation des murs et de ventilation adéquate en cas de source de chaleur en sous-sol.

### **B) Mesures applicables à l'environnement immédiat :**

#### **Article II-I-3 Sont interdits :**

- toute plantation d'arbre ou d'arbuste avide d'eau à une distance de toute construction inférieure à leur hauteur à maturité (1,5 fois en cas de rideau d'arbres ou d'arbustes) sauf mise en place d'un écran anti-racines d'une profondeur minimale de 2 m ;
- tout pompage à usage domestique, entre mai et octobre, dans un puits situé à moins de 10 m d'une construction et où la profondeur du niveau de l'eau (par rapport au terrain naturel) est inférieure à 10 m.

#### **Article II-I-4 Sont prescrits :**

- le rejet des eaux pluviales et usées dans le réseau collectif lorsque cela est possible. A défaut, les éventuels rejets ou puits d'infiltration doivent être situés à une distance minimale de 15 m de toute construction ;
- la mise en place de dispositifs assurant l'étanchéité des canalisations d'évacuation des eaux usées et pluviales (raccords souples...) ;
- la récupération des eaux de ruissellement et son évacuation des abords de la construction par un dispositif de type caniveau ;
- la mise en place, sur toute la périphérie de la construction, d'un dispositif d'une largeur minimale de 1,50 m s'opposant à l'évaporation, sous la forme d'un écran imperméable sous terre végétale (géomembrane) ou d'un revêtement étanche (terrasse) dont les eaux de ruissellement seront récupérées par un système d'évacuation de type caniveau ;
- le captage des écoulements de faible profondeur, lorsqu'ils existent, par un dispositif de drainage périphérique situé à une distance minimale de 2 m de toute construction ;
- l'arrachage des arbres et arbustes avides d'eau situés à une distance de l'emprise de la construction projetée inférieure à leur hauteur à maturité ;
- à défaut de possibilité d'abattage des arbres situés à une distance de l'emprise de la construction inférieure à leur hauteur à maturité, la mise en place d'un écran anti-racines d'une profondeur minimale de 2 m.

### **Chapitre II- Mesures applicables à tous les autres bâtiments à l'exception des bâtiments à usage agricole et des annexes d'habitation non accolées**

#### **Article II-II-1 Est prescrite :**

la réalisation d'une étude définissant les dispositions constructives nécessaires pour assurer la stabilité des constructions vis-à-vis du risque avéré de tassement ou de soulèvement différentiel et couvrant la conception, le pré-dimensionnement et les modalités d'exécution des fondations, ainsi que l'adaptation de la construction et de son environnement immédiat

aux caractéristiques du site, conformément à la mission géotechnique type G0 + G12 spécifiée dans la norme NF P94-500.

### **Titre III- Mesures applicables aux constructions existantes**

Les dispositions du présent titre s'appliquent à l'ensemble des zones à risques délimitées sur le plan de zonage réglementaire, sauf dispositions particulières résultant d'investigations ou d'études réalisées dans le cadre des missions géotechniques définies dans la norme NF P94-500. Les aménagements prescrits ci-dessous sont obligatoires dans la limite où leur coût ne dépasse pas 10 % de la valeur vénale ou estimée du bien à la date d'approbation du PPR.

#### **Article III-1 Sont définies les mesures suivantes :**

- 1- le respect d'une distance minimale d'éloignement de toute construction pour toute nouvelle plantation d'arbre ou d'arbuste avide d'eau : cette distance doit être supérieure à la hauteur de l'arbre à maturité (1,5 fois en cas de rideau d'arbres ou d'arbustes), sauf mise en place d'un écran anti-racines d'une profondeur minimale de 2 m ;
- 2- l'interdiction de pompage, à usage domestique, entre mai et octobre dans un puits situé à moins de 10 m d'une construction et où la profondeur du niveau de l'eau (par rapport au terrain naturel) est inférieure à 10 m.
- 3- la récupération des eaux de ruissellement et son évacuation des abords de la construction par un dispositif de type caniveau ;

#### **Article III-2**

La mesure 1 définie à l'article III-1 est rendue immédiatement obligatoire.

#### **Article III-3**

La mesure 2 définie à l'article III-1 est rendue obligatoire dans un délai de 1 an.

#### **Article III-4**

La mesure 3 définie à l'article III-1 est rendue obligatoire dans un délai de 5 an.

**Annexe 3 - Exemple de Plan de Prévention des Risques naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles pour une commune des Alpes-de-Haute-Provence - Proposition de règlement (document type)**



# Plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPR)

## Mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles dans le département des Alpes-de- Haute-Provence

Commune de \_\_\_\_\_

### Règlement



**PLAN DE PREVENTION DES RISQUES  
NATURELS PREVISIBLES (PPR)  
MOUVEMENTS DIFFERENTIELS DE TERRAIN LIES AU  
PHENOMENE DE  
RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES**

**Commune de \_\_\_\_\_  
(ALPES-DE-HAUTE-PROVENCE)**

**REGLEMENT**

**Titre I- Portée du règlement**

**Article I-1 Champ d'application**

Le présent règlement s'applique à la commune de \_\_\_\_\_. Il détermine les mesures de prévention des risques naturels prévisibles de mouvements de terrain différentiels liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles.

En application de l'article L.562-1 du Code de l'Environnement, le plan de zonage comprend les zones suivantes, délimitées en fonction de l'intensité des risques encourus :

- une zone fortement exposée (B1) ;
- une zone faiblement à moyennement exposée (B2).

**Article I-2 Effets du P.P.R.**

Le PPR approuvé vaut servitude d'utilité publique. A ce titre, il doit être annexé au PLU, conformément à l'article L.126-1 du Code de l'Urbanisme. Les mesures prescrites dans le présent règlement sont mises en œuvre sous la responsabilité du maître d'ouvrage et du maître d'œuvre. Conformément à l'article L.562-5 du Code de l'Environnement, le non-respect des mesures rendues obligatoires est passible des peines prévues à l'article L.480-4 du Code de l'Urbanisme.

Selon les dispositions de l'article L.125-6 du Code des Assurances, l'obligation de garantie de l'assuré contre les effets des catastrophes naturelles prévue à l'article L.125-2 du même code ne s'impose pas aux entreprises d'assurance à l'égard des biens immobiliers construits en violation des règles prescrites. Toutefois, cette dérogation ne peut intervenir que lors de la conclusion initiale ou du renouvellement du contrat d'assurance.

## **Titre II- Mesures applicables aux projets de constructions**

Les dispositions du présent titre sont définies en application de l'article L.562-1 du Code de l'Environnement, sans préjudice des règles normatives en vigueur. Elles s'appliquent à l'ensemble des zones à risques délimitées sur le plan du zonage réglementaire, sauf dispositions contraires explicitement mentionnées.

### **Chapitre I- Mesures applicables aux logements individuels hors permis groupés**

A défaut d'étude géotechnique couvrant la conception, le pré-dimensionnement et l'exécution des fondations, ainsi que l'adaptation de la construction et de son environnement immédiat aux caractéristiques du site, conformément à la mission géotechnique type G0 + G12 spécifiée dans la norme NF P94-500 : Missions géotechniques – classifications et spécifications, les dispositions suivantes s'appliquent :

#### **A) Mesures structurales :**

##### **Article II-I-1 Est interdite :**

l'exécution d'un sous-sol partiel.

##### **Article II-I-2 Sont prescrites :**

1- les dispositions de conception et de réalisation des fondations suivantes :

- la profondeur minimum des fondations est fixée à
  - 1,20 m en zone fortement exposée (B1)
  - 0,80 m en zone faiblement à moyennement exposée (B2)sauf rencontre de sols durs non argileux à une profondeur inférieure ;
- sur terrain en pente et pour des constructions réalisées sur plate-forme en déblais ou déblais-remblais, ces fondations doivent être descendues à une profondeur au moins aussi importante à l'aval qu'à l'amont afin d'assurer une homogénéité de l'ancrage ;
- les fondations sur semelles doivent être continues, armées et bétonnées à pleine fouille, selon les préconisations de la norme DTU 13-12 : Règles pour le calcul des fondations superficielles.

2- les dispositions de conception et de réalisation des constructions suivantes :

- toutes parties de bâtiment fondées différemment et susceptibles d'être soumises à des tassements ou des soulèvements différentiels doivent être désolidarisées et séparées par un joint de rupture sur toute la hauteur de la construction ;
- les murs porteurs doivent comporter un chaînage horizontal et vertical liaisonné selon les préconisations de la norme DTU 20-1 : Règles de calcul et dispositions constructives minimales ;
- la réalisation d'un plancher porteur sur vide sanitaire ou sur sous-sol total est fortement recommandée. A défaut, le dallage sur terre-plein doit faire l'objet de dispositions assurant l'atténuation du risque de mouvements différentiels vis-à-vis de l'ossature de la construction et de leurs conséquences, notamment sur les refends, cloisons, doublages et canalisations intérieures. Il doit être réalisé en béton armé, après mise en œuvre d'une couche de forme en matériaux sélectionnés et compactés, et répondre à des prescriptions minimales d'épaisseur, de dosage de béton et de ferrailage, selon les préconisations de la norme DTU 13.3 : Dallages – conception, calcul et exécution ;

- la mise en place d'un dispositif spécifique d'isolation des murs et de ventilation adéquate en cas de source de chaleur en sous-sol.

### **B) Mesures applicables à l'environnement immédiat :**

#### **Article II-I-3 Sont interdits :**

- toute plantation d'arbre ou d'arbuste avide d'eau à une distance de toute construction inférieure à leur hauteur à maturité (1,5 fois en cas de rideau d'arbres ou d'arbustes) sauf mise en place d'un écran anti-racines d'une profondeur minimale de 2 m ;
- tout pompage à usage domestique, entre mai et octobre, dans un puits situé à moins de 10 m d'une construction et où la profondeur du niveau de l'eau (par rapport au terrain naturel) est inférieure à 10 m.

#### **Article II-I-4 Sont prescrits :**

- le rejet des eaux pluviales et usées dans le réseau collectif lorsque cela est possible. A défaut, les éventuels rejets ou puits d'infiltration doivent être situés à une distance minimale de 15 m de toute construction ;
- la mise en place de dispositifs assurant l'étanchéité des canalisations d'évacuation des eaux usées et pluviales (raccords souples...) ;
- la récupération des eaux de ruissellement et son évacuation des abords de la construction par un dispositif de type caniveau ;
- la mise en place, sur toute la périphérie de la construction, d'un dispositif d'une largeur minimale de 1,50 m s'opposant à l'évaporation, sous la forme d'un écran imperméable sous terre végétale (géomembrane) ou d'un revêtement étanche (terrasse) dont les eaux de ruissellement seront récupérées par un système d'évacuation de type caniveau ;
- le captage des écoulements de faible profondeur, lorsqu'ils existent, par un dispositif de drainage périphérique situé à une distance minimale de 2 m de toute construction ;
- l'arrachage des arbres et arbustes avides d'eau situés à une distance de l'emprise de la construction projetée inférieure à leur hauteur à maturité. En zone fortement exposée (B1), un délai minimum de 1 an doit être respecté entre cet arrachage et le début des travaux de construction lorsque le déboisement concerne des arbres de grande taille ou en grand nombre (plus de cinq) ;
- à défaut de possibilité d'abattage des arbres situés à une distance de l'emprise de la construction inférieure à leur hauteur à maturité, la mise en place d'un écran anti-racines d'une profondeur minimale de 2 m.

### **Chapitre II- Mesures applicables à tous les autres bâtiments à l'exception des bâtiments à usage agricole et des annexes d'habitation non accolées**

#### **Article II-II-1 Est prescrite :**

la réalisation d'une étude définissant les dispositions constructives nécessaires pour assurer la stabilité des constructions vis-à-vis du risque avéré de tassement ou de soulèvement

différentiel et couvrant la conception, le pré-dimensionnement et les modalités d'exécution des fondations, ainsi que l'adaptation de la construction et de son environnement immédiat aux caractéristiques du site, conformément à la mission géotechnique type G0 + G12 spécifiée dans la norme NF P94-500.

### **Titre III- Mesures applicables aux constructions existantes**

Les dispositions du présent titre s'appliquent à l'ensemble des zones à risques délimitées sur le plan de zonage réglementaire, sauf dispositions particulières résultant d'investigations ou d'études réalisées dans le cadre des missions géotechniques définies dans la norme NF P94-500. Les aménagements prescrits ci-dessous sont obligatoires dans la limite où leur coût ne dépasse pas 10 % de la valeur vénale ou estimée du bien à la date d'approbation du PPR.

#### **Article III-1 Sont définies les mesures suivantes :**

- 1- le respect d'une distance minimale d'éloignement de toute construction pour toute nouvelle plantation d'arbre ou d'arbuste avide d'eau : cette distance doit être supérieure à la hauteur de l'arbre à maturité (1,5 fois en cas de rideau d'arbres ou d'arbustes), sauf mise en place d'un écran anti-racines d'une profondeur minimale de 2 m ;
- 2- le respect des mesures préconisées par une étude de faisabilité, en application de la mission géotechnique G12 spécifiée dans la norme NF P94-500, pour les travaux de déblais ou de remblais modifiant localement la profondeur d'encastrement des fondations ;
- 3- l'interdiction de pompage, à usage domestique, entre mai et octobre dans un puits situé à moins de 10 m d'une construction et où la profondeur du niveau de l'eau (par rapport au terrain naturel) est inférieure à 10 m.
- 4- la récupération des eaux de ruissellement et son évacuation des abords de la construction par un dispositif de type caniveau ;
- 5- la mise en place de dispositifs assurant l'étanchéité des canalisations d'évacuation des eaux usées et pluviales (raccords souples...) en cas de remplacement de ces dernières ;

#### **Article III-2**

Les mesures 1, 2 et 5 définies à l'article III-1 sont rendues immédiatement obligatoires en zone fortement exposée (B1).

#### **Article III-3**

La mesure 3 définie à l'article III-1 est rendue obligatoire dans un délai de 1 an en zone fortement exposée (B1).

#### **Article III-4**

La mesure 4 définie à l'article III-1 est rendue obligatoire dans un délai de 5 ans en zone fortement exposée (B1).

**Article III-5**

La mesure 1 définie à l'article III-1 est rendue immédiatement obligatoire en zone faiblement à moyennement exposée (B2).

**Article III-6**

La mesure 3 définie à l'article III-1 est rendue obligatoire dans un délai de 1 an en zone faiblement à moyennement exposée (B2).

**Article III-7**

La mesure 5, définie à l'article III-1 est rendue obligatoire dans un délai de 5 an en zone faiblement à moyennement exposée (B2).



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**

**Centre scientifique et technique**  
3, avenue Claude-Guillemin  
BP 6009  
45060 – Orléans Cedex 2 – France  
Tél. : 02 38 64 34 34

**Service géologique régional Provence-Alpes-Côte  
d'Azur**  
117 avenue de Luminy BP168  
13276 – Marseille - France  
Tél. : 04 91 17 74 77