

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 l'Hérault

BRGM/RP-54385-FR
janvier 2006

Étude réalisée dans le cadre des opérations
de Service public du BRGM PSP03LRO42

B. Colas
Avec la collaboration de
M. Imbault, H. Paya et M. Vincent

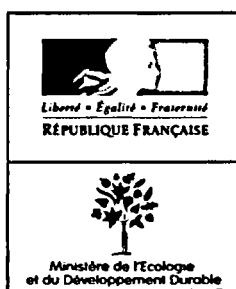
Vérificateur :

Nom : M. Vincent
Date : 26 janvier 2006
Signature :
Original signé par M. Vincent

Approbateur :

Nom : M. Audibert
Date : 26 janvier 2006
Signature :
Original signé par M. Audibert

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.



Mots clés : Hérault, risques naturels, mouvements de terrain, aléa, retrait-gonflement, argile, sécheresse, Plan de Prévention des Risques, zonage réglementaire

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

Colas B., avec la collaboration de **Imbault M., H. Paya et M. Vincent (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 de l'Hérault. Rapport BRGM/RP-54385-FR, 21 p., 3 ill., 1 carte hors texte, 2 ann., 1 CD-Rom.

© BRGM, 2006, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

Le Ministère de l'Écologie et du Développement Durable (MEDD) a souhaité initier la réalisation de Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles (PPR) concernant spécifiquement les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles, dans le cadre d'une politique globale de prévention des risques naturels et dans l'optique de diminuer le coût de plus en plus lourd supporté par la collectivité pour l'indemnisation des dommages liés à ce phénomène.

Du point de vue du coût cumulé des indemnisations versées entre 1989 et 2002 pour des sinistres, le département de l'Hérault est situé en 16^{ème} position des départements français les plus touchés. A la date du 31 août 2005, 18 arrêtés interministériels y ont été pris, reconnaissant l'état de catastrophe naturelle pour ce seul aléa dans 37 communes, sur les 343 que compte le département. Un inventaire non exhaustif réalisé par le BRGM en vue de cartographier l'aléa retrait-gonflement des argiles dans tout le département (rapport BRGM RP-54236-FR, novembre 2005) a ainsi permis de recenser près de 2 600 bâtiments endommagés au moins une fois par un sinistre imputé au phénomène de retrait-gonflement des argiles.

Dans la continuité de ce travail, et dans le cadre de la même convention signée entre la Direction Départementale de l'Équipement de l'Hérault 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 proposer 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 (DPPR/SDPRM) du Ministère de l'Écologie et du Développement Durable.

A ce jour, il n'a pas encore été prescrit de PPR retrait-gonflement spécifique dans le département de l'Hérault. La commune de Saint-Gély-du-Fesc a cependant été choisie par la Direction Départementale de l'Équipement (DDE) pour servir d'illustration de la méthode retenue pour l'établissement de ces futurs PPR. Dans le présent rapport, un exemple complet de dossier PPR (proposition de zonage réglementaire, de note de présentation et de 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 de l'Hérault et sont fournis sur support numérique au format MapInfo©. La DDE disposera ainsi de tous les éléments pour établir les PPR, au fur et à mesure de leur prescription éventuelle, après concertation avec la population et les élus des communes concernées.

Sommaire

1. Introduction.....	7
2. Réalisation du plan de zonage réglementaire.....	9
2.1. PRINCIPES DU ZONAGE	9
2.2. CARTE DEPARTEMENTALE DE L'ALEA.....	9
2.3. PLAN DE ZONAGE REGLEMENTAIRE.....	11
2.4. ELEMENTS DE HIERARCHISATION POUR LA PRESCRIPTION DES FUTURS PPR.....	12
3. Note de présentation.....	15
4. Règlement	17
5. Conclusion	19
6. Bibliographie.....	21

Liste des illustrations

- illustration 1 - Carte de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Hérault..... 10
- illustration 2 - Transcription, pour la commune de Saint-Gély-du-Fesc, de la carte d'aléa en proposition de plan de zonage réglementaire 12
- illustration 3 - Exemple de hiérarchisation aboutissant à la sélection de 5 communes pour la prescription de PPR..... 14

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 Saint-Gély-du-Fesc 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 Saint-Gély-du-Fesc Proposition de règlement (document type)

Liste des documents hors-texte

- Carte hors-texte 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 Saint-Gély-du-Fesc - Proposition de zonage réglementaire
- CD-Rom - contenant les plans de zonages des différentes communes du département de l'Hérault (au format MapInfo®), ainsi que les fichiers numériques correspondant au présent rapport et aux documents types d'établissement de PPR retrait-gonflement (note de présentation, règlement)

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, environ 5 800 communes, réparties dans plus de 80 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 (CCR).

L'Hérault fait partie des départements les plus touchés par ce phénomène, puisque, avant prise en compte des désordres consécutifs à la sécheresse de l'été 2003, il était classé en 16^{ème} position des départements français en terme de coût cumulé d'indemnisation (source : CCR, février 2005). En outre, 18 arrêtés interministériels y ont été pris entre 1993 et début 2005, reconnaissant l'état de catastrophe naturelle pour ce seul aléa dans 37 communes, soit 11 % des 343 communes que compte le département. Le nombre total d'occurrences (nombre de périodes reconnues en distinguant commune par commune) s'élève actuellement à 98.

Dans le cadre de l'étude d'aléa achevée en 2005 par le BRGM, près de 2 600 sites de sinistres, répartis dans 77 communes de l'Hérault, ont ainsi été recensés, ce qui constitue une estimation approchée, quoique vraisemblablement minorée, de la réalité.

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.

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 œuvre 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, il n'a pas encore été prescrit de PPR retrait-gonflement dans le département de l'Hérault. Cependant, le BRGM, qui a établi une cartographie de l'aléa retrait-gonflement pour l'ensemble du département, 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 lorsque des PPR seront prescrits dans certaines communes. Il s'agit, suivant la méthodologie mise au point dans les Deux-Sèvres puis appliquée dans une vingtaine 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, sur la base d'un modèle élaboré sous l'égide du MEDD.

L'ensemble de l'opération - établissement de la carte départementale d'aléa et élaboration des éléments techniques pour l'établissement par la DDE des PPR - a été réalisé en collaboration entre le Service Géologique Régional (SGR) Languedoc-Roussillon 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 Direction Départementale de l'Équipement de l'Hérault.

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 DEPARTEMENTALE DE L'ALEA

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-54236-FR, novembre 2005), à partir des cartes géologiques du département, qui ont été interprétées en prenant en compte les facteurs suivants, pour chaque formation géologique affleurante à sub-affleurante :

- 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 par le BRGM et sur une analyse plus qualitative évaluant la distribution du spectre argileux des formations identifiées en fonction des environnements de dépôt associés et des évolutions pédogénétiques consécutives aux épisodes climatiques et géodynamiques majeurs subis ;
- 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 par le BRGM.

Pour chacune des 44 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 km² 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 (ou ayant introduit une demande pour 2003).

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).

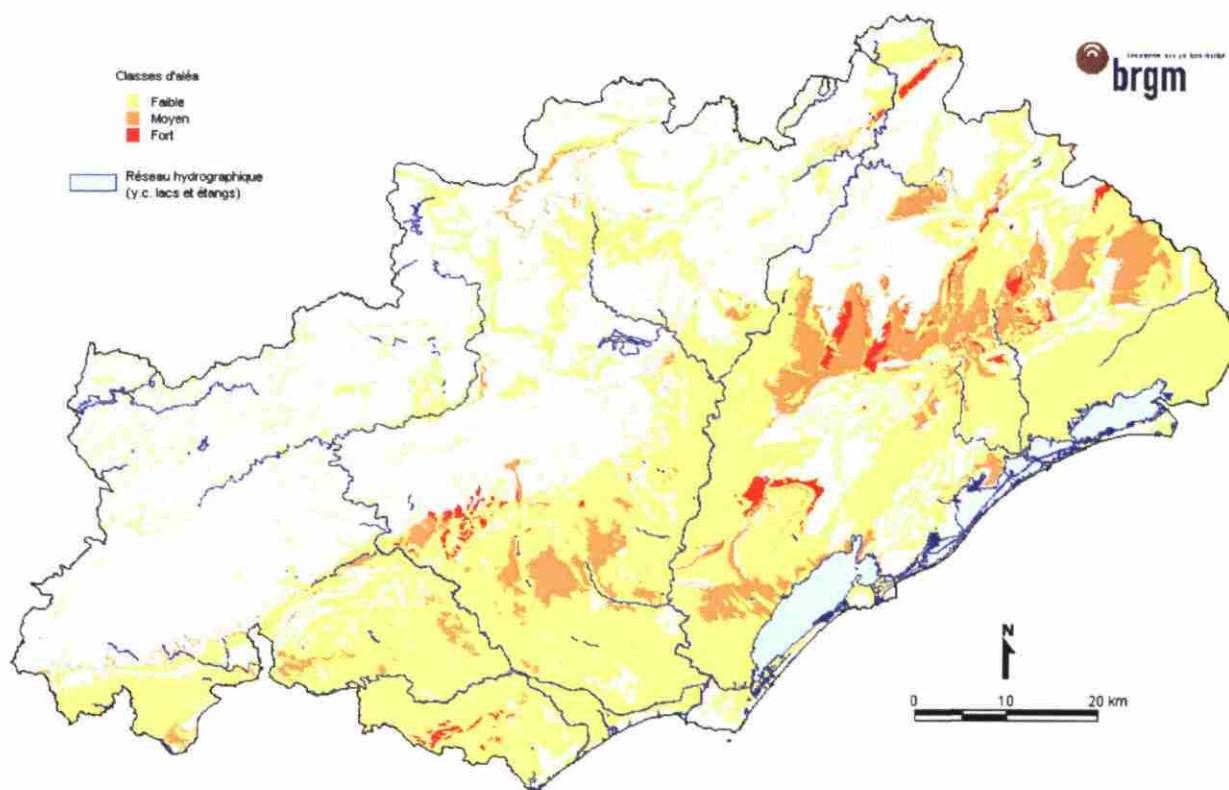


illustration 1 - Carte de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Hérault

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 les zones a priori sujettes à l'aléa retrait-gonflement des argiles couvrent la moitié du département de l'Hérault. La superficie classée en aléa fort est réduite puisqu'elle concerne 0,9 % seulement du territoire départemental, celle considérée en aléa moyen couvre 6,7 % de cette même surface et l'aléa faible représente 43,1 % du département.

2.3. PLAN DE ZONAGE REGLEMENTAIRE

Une proposition de plan de zonage réglementaire a été élaboré pour chaque commune du département 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, conformément à la méthodologie retenue au niveau national par le MEDD.

Les zones d'aléa faible à moyen ont été regroupées dans un souci de simplification en vue de la mise en œuvre 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 propositions de 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 œuvre 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 œuvre, ce qui rend acceptable une relative imprécision dans les limites du zonage à l'échelle du parcellaire.

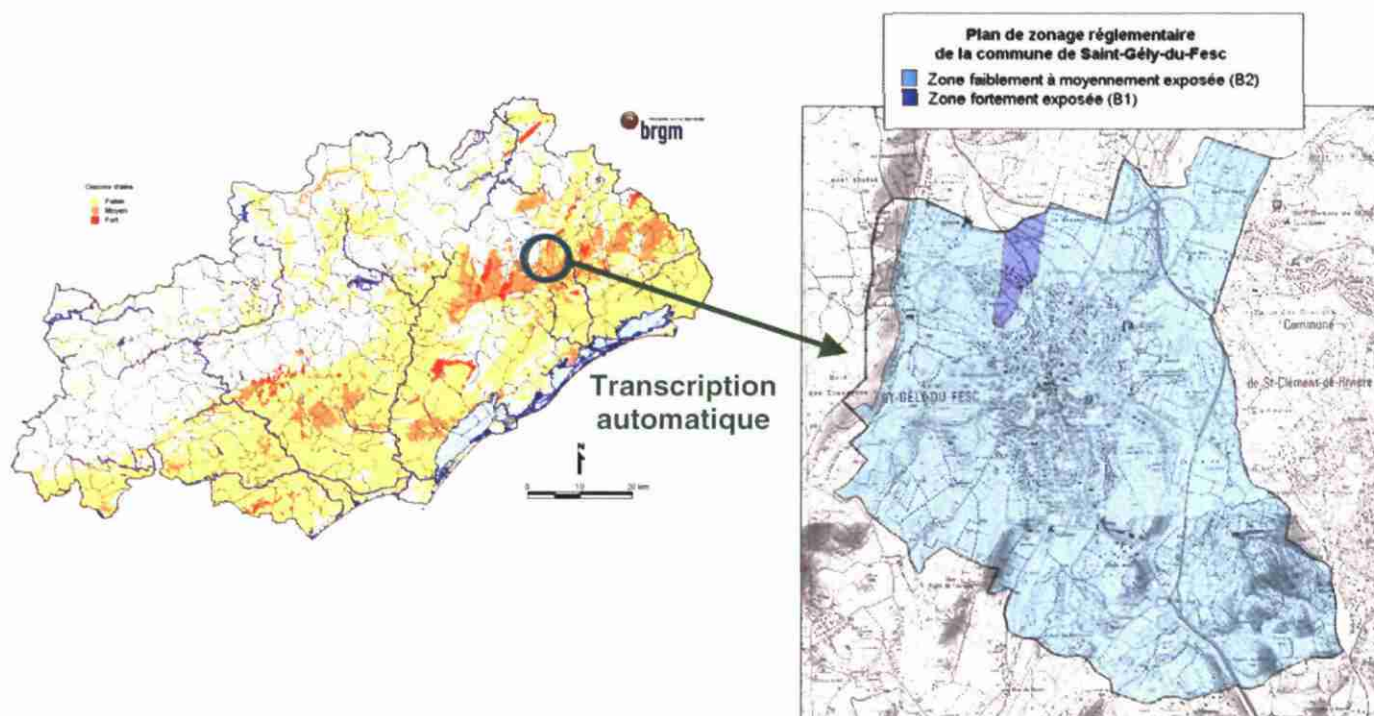


illustration 2 - Transcription, pour la commune de Saint-Gély-du-Fesc, de la carte d'aléa en proposition de plan de zonage réglementaire

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 de l'Hérault, 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 la commune de Saint-Gély-du-Fesc, dont la proposition de plan de zonage réglementaire est éditée sur support papier et présentée en carte hors-texte.

2.4. ELEMENTS DE HIERARCHISATION POUR LA PRESCRIPTION DES FUTURS PPR

En vue de faciliter le choix des communes considérées comme prioritaires pour la prescription des futurs PPR prenant en compte le phénomène de retrait-gonflement des argiles, il a été calculé, pour chacune des 343 communes du département la proportion du territoire communal classé en aléa fort, moyen, faible ou a priori nul vis-à-vis de ce phénomène.

Ces éléments sont présentés en détail dans le rapport BRGM RP-54236/FR qui indique également, par commune : sa superficie totale, son taux d'urbanisation (établi à partir de la digitalisation des zones urbanisées identifiées sur les cartes IGN 1/25 000), le nombre de sinistres recensés dans le cadre de l'étude et le nombre d'arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle sécheresse dont la commune a déjà bénéficié.

Ces critères ne sont pas les seuls à prendre en compte pour la prescription de PPR. Il faudra notamment y adjoindre un paramètre mesurant la pression foncière qui règne sur chaque commune. En effet, la cible principale visée par la mise en place d'une politique de prévention du risque retrait-gonflement des argiles est la réduction de sinistralité dans les années à venir pour les futures maisons qui seront construites dans le département. Il importe donc de diffuser ces règles de prévention en priorité dans les zones sensibles au phénomène où la pression foncière est la plus forte, plutôt que dans les communes déjà fortement urbanisées mais où le développement de la construction est moins dynamique. Un tel critère peut s'apprécier par exemple à travers le nombre moyen mensuel (ou annuel) de dépôts de demandes de permis de construire sur la commune. Ces données n'étant pas accessible au BRGM, il reviendra à la DDE de compléter les données relatives à l'aléa et à la sinistralité par une ou plusieurs colonnes permettant de prendre en compte ce paramètre.

A défaut, ces données permettent de mettre en évidence les communes actuellement les plus touchées par le phénomène. Le paramétrage des critères décisionnels relève bien entendu de l'autorité administrative. A titre indicatif, il est présenté une première sélection de cinq communes sur la base des critères suivants :

- au moins trois arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle sécheresse concernant la commune depuis 1989 ;
- au moins 50 sinistres recensés sur la commune dans le cadre de l'étude ;
- une proportion significative (au moins 50 %) de la superficie communale couverte par une zone placée en aléa moyen ou fort, tout en accordant un poids double à l'aléa fort (ce qui permet une meilleure prise en compte de la hiérarchisation de l'aléa même si le pourcentage ainsi calculé ne se rapporte pas, en toute rigueur, à la superficie totale de la commune).

Avec de tels seuils (définis ici de manière purement arbitraire et à titre de simple illustration), les cinq communes qui se détachent (illustration 3) seraient celles de Clapiers, Grabels, Montarnaud, Vailhauquès et Saint-Gély-du-Fesc, utilisée ici comme illustration de la démarche proposée pour les futurs PPR.

Mais, encore une fois, cette sélection résulte d'un choix de critères relativement arbitraire et demande à être corrigée en intégrant d'autres éléments décisionnels liés davantage aux enjeux à venir en termes de constructions nouvelles à prévoir dans des secteurs a priori très sujets au phénomène de retrait-gonflement.

La prise en compte de cette pression urbaine à l'échelle des communes préalablement ciblées, constitue une analyse qui demande une réflexion plus poussée et surtout la

prise en compte de données complémentaires auxquelles le BRGM n'a pas eu accès dans le cadre de la présente étude.

Commune	Superficie (km ²)	Taux d'urbanisation	Nombre d'arrêtés CatNat	Nombre de sinistres	Surface en aléa fort (%)	Surface en aléa moyen (%)	Surface en aléa faible (%)	Surface en aléa a priori nul (%)
CLAPIERS	7.65	17.8%	5	202	1.7%	57.0%	40.1%	1.2%
GRABELS	16.48	10.5%	5	81	4.0%	72.0%	21.3%	2.7%
MONTARNAUD	27.52	2.5%	3	87	17.1%	51.0%	14.1%	17.9%
SAINT-GELY-DU-FESC	16.45	16.8%	3	103	1.1%	67.8%	27.3%	3.7%
VAILHAUQUES	16.15	5.6%	3	55	8.4%	62.8%	9.5%	19.3%

illustration 3 - Exemple de hiérarchisation aboutissant à la sélection de 5 communes pour la prescription de PPR

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 œuvre.

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 Saint-Gély-du-Fesc, avant concertation avec la population et les élus locaux, est présenté en annexe 1.

4. Règlement

L'élaboration d'une proposition de règlement a fait l'objet d'une longue concertation, sous l'égide du MEDD. Un premier projet de règlement pour les PPR des Deux-Sèvres a été réalisé par le BRGM fin 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 M. Marcel Rat) avaient également été consultés et s'étaient alors prononcés sur le projet de texte. En 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 destiné aux PPR du département de l'Hérault et présenté en annexe 2 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 (en Seine-Saint-Denis, Dordogne, Gers, Vienne, Charente-Maritime et Essonne notamment). Une nouvelle réflexion est actuellement en cours à l'initiative du MEDD, en vue de préciser les possibilités d'adaptation locale de ce règlement type, ce qui pourrait permettre des évolutions ultérieures du texte.

Ce projet de règlement décrit les différentes prescriptions destinées à s'appliquer aux deux zones réglementées du plan de zonage des PPR. Les prescriptions sont, pour l'essentiel, des dispositions constructives à respecter et s'appliquent principalement aux nouveaux projets de constructions.

A titre indicatif, une étude de SOLEN Géotechnique, commandée en 2001 par le MEDD, a permis de préciser les 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 m² 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 de l'Hérault 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 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) puis appliquée à ce jour dans une vingtaine d'autres départements français.

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 la commune de Saint-Gély-du-Fesc, présenté sur support papier en annexes et en carte hors-texte, un CD-Rom contenant les plans de zonage des différentes communes du département de l'Hérault (au format MapInfo©), ainsi que les fichiers numériques correspondant aux documents types d'établissement du PPR retrait-gonflement (note de présentation et règlement), 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., 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.

Colas B., avec la collaboration de Le Strat P., Vincent M., Dugast D. et Lenfant S. (2005) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département de l'Hérault. Rapport BRGM/RP-54236-FR. 123 p., 54 ill., 6 ann., 3 cartes h.-t..

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.

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.

**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 Saint-Gély-du-Fesc

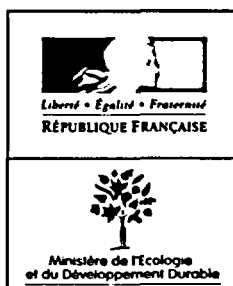
**Proposition de note de présentation
(document type)**

Plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPR)

Mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles dans le département de l'Hérault

Commune de Saint-Gély-du-Fesc

Note de présentation



SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION.....	3
2.	PRESENTATION DE LA ZONE ETUDIEE.....	4
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.....	6
3.	DESCRIPTION DES PHENOMENES ET DE LEURS CONSEQUENCES	6
4.	SINISTRES OBSERVES DANS LE DEPARTEMENT	6
5.	DESCRIPTION DE LA METHODOLOGIE D'ETABLISSEMENT DU PPR.....	7
5.1.	Carte de l'aléa retrait-gonflement	7
5.2.	Plan de zonage réglementaire	9
5.3.	Réglementation	9
6.	DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES PREVENTIVES.....	10

LISTE DES ILLUSTRATIONS

illustration 1 - Carte synthétique des formations argileuses et marneuses de l'Hérault.....	5
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 de l'Hérault...9	

LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1 : Description succincte des formations argileuses et marneuses affleurant dans le département de l'Hérault
- 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 de l'Hérault à la date du 31 août 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 essentiellement les maisons individuelles. Le principal facteur de prédisposition, qui détermine la susceptibilité d'une zone vis-à-vis de ce phénomène naturel, est la nature du sol et en particulier sa teneur en certains minéraux argileux particulièrement sensibles aux variations de teneurs en eau.

La prise en compte, par les assurances, de sinistres résultant de mouvements différentiels 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 à ce type de phénomène, plus de 5 800 communes françaises, réparties dans 83 départements ont ainsi été reconnues en état de catastrophe naturelle. 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.

L'Hérault fait partie des départements les plus touchés puisqu'il est situé en 16^{ème} position en terme de coût cumulé des indemnisations versées pour des sinistres de ce type à l'échelle nationale. A la date du 31 août 2005, 18 arrêtés interministériels y ont été pris, reconnaissant l'état de catastrophe naturelle pour ce seul aléa et pour des périodes comprises entre le 1^{er} janvier 1988 et le 31 mars 2002 dans 37 communes, sur les 343 que compte le département. Dans le cadre de l'étude d'aléa achevée en novembre 2005 par le BRGM, 2 599 sites de sinistres, répartis dans 77 communes de l'Hérault, ont ainsi été recensés et localisés.

L'examen de nombreux dossiers d'expertises après sinistres révèle que beaucoup d'entre eux auraient 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. 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 Saint-Gély-du-Fesc (département de l'Hérault).

2.2. Contexte naturel départemental

2.2.1. Situation géographique

Le département de l'Hérault est divisé en 343 communes et couvre une superficie d'environ 6 218 km². Il comptait une population de 896 909 habitants au recensement INSEE de 1999. La densité de population y est de 144 hab./km², avec des concentrations élevées sur la zone sub-littorale. Les agglomérations principales sont celles de Montpellier (préfecture de département), Sète et Béziers, ainsi que Lodève, sous-préfecture.

2.2.2. Géologie

La connaissance de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux passe par une étude détaillée de la géologie, en s'attachant particulièrement aux formations à composante argileuse (argiles proprement dites mais aussi marnes, altérites, limons fins, sables argileux, etc.). Ceci nécessite 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 d'une part par l'analyse de données de sondages contenues dans la Banque des données du Sous-Sol gérée par le BRGM, et d'autre part par de nouvelles analyses réalisées à partir d'échantillons représentatifs. Elle reflète donc l'état actuel des connaissances sur la géologie des formations superficielles de l'Hérault, mais est susceptible d'évoluer au fur et à mesure de l'acquisition de nouvelles données sur le proche sous-sol.

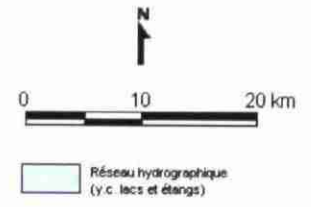
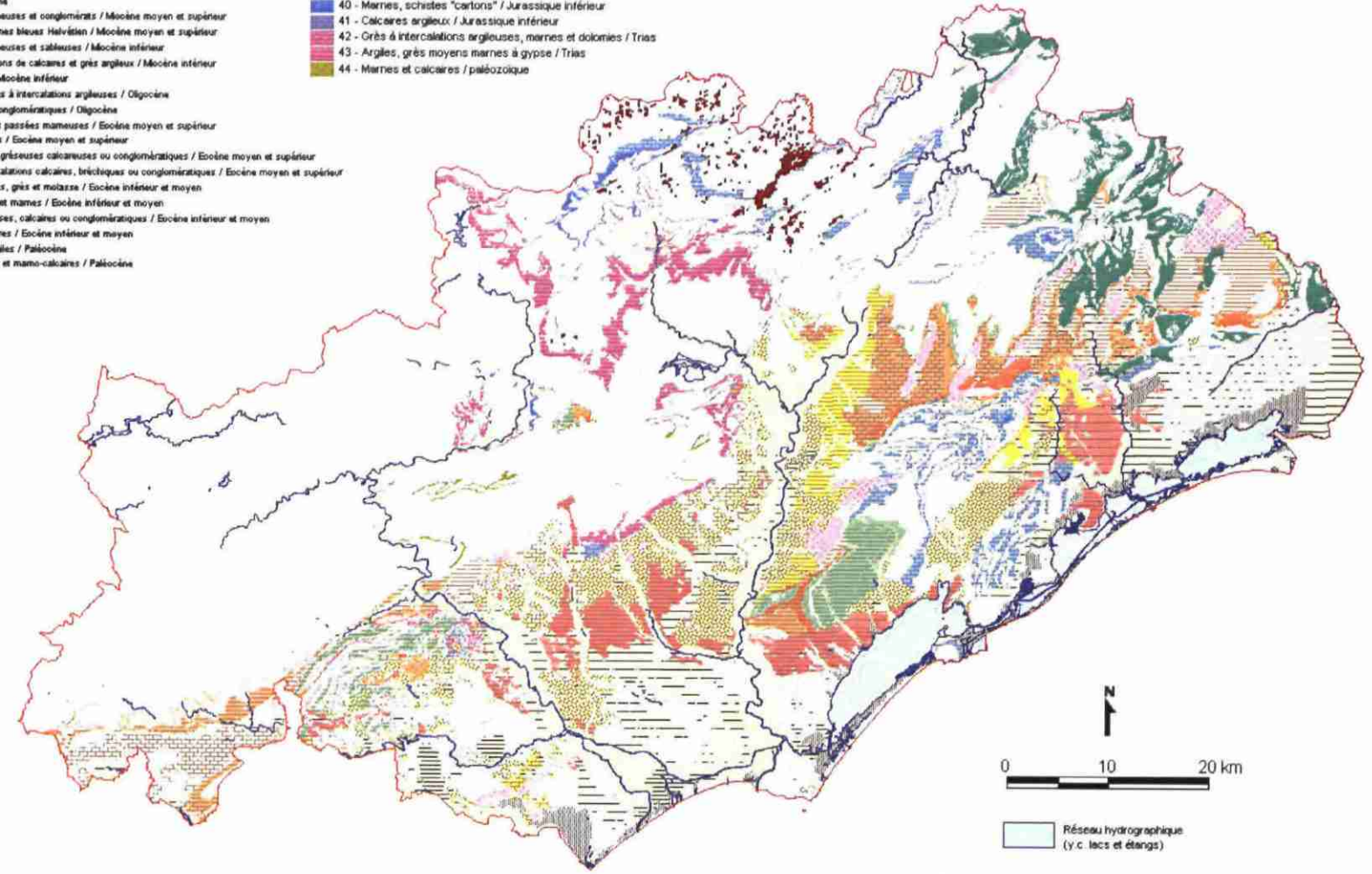
Les formations géologiques affleurantes ou sub-affleurantes dans le département et considérées comme argileuses (au sens le plus large) sont brièvement décrites en annexe 1, après regroupement d'unités stratigraphiquement distinctes, mais dont les caractéristiques lithologiques, et donc le comportement supposé vis-à-vis du retrait-gonflement, sont comparables. La carte géologique des formations argileuses et marneuses présentée en illustration 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 la moitié de la superficie du département est concernée par des formations à dominante argileuse plus ou moins marquée, et donc soumis à un risque de retrait-gonflement plus ou moins élevé.



Formations argileuses identifiées

- 01 - Löss liguriens et less / quaternaire
- 02 - Colluvions moyennement argileuses / quaternaire
- 03 - Colluvions argileuses / quaternaire
- 04 - Alluvions, colluvions et remblais peu argileux / quaternaire
- 05 - Alluvions moyennement argileuses / quaternaire
- 06 - Alluvions argileuses / Quaternaire
- 07 - Argile de décoloration, Terre des Causses / Quaternaire
- 08 - Conglomérats, calcaires et argiles sableuses / Pliocène
- 09 - Sables localement argileux et grès / Pliocène
- 10 - Argiles sableuses, brèches, marnes jaunes / Pliocène
- 11 - Argiles grises marines / Pliocène
- 12 - Calcaires à intercalations mameuses et conglomérats / Miocène moyen et supérieur
- 13 - Molasse sableuse marine, marnes bleues Helvétien / Miocène moyen et supérieur
- 14 - Calcaires à intercalations mameuses et sableuses / Miocène inférieur
- 15 - Marnes sableuses à intercalations de calcaires et grès argileux / Miocène inférieur
- 16 - Marnes et argiles sableuses / Miocène inférieur
- 17 - Calcaires conglomérats brèches à intercalations argileuses / Oligocène
- 18 - Argiles et marnes à passées conglomératiques / Oligocène
- 19 - Calcaires conglomérats à rares passées mameuses / Eocène moyen et supérieur
- 20 - Calcaires et brèches argileuses / Eocène moyen et supérieur
- 21 - Marnes argiles à intercalations gréseuses calcaireuses ou conglomératiques / Eocène moyen et supérieur
- 22 - Marnes et argiles à rares intercalations calcaires, bréchiques ou conglomératiques / Eocène moyen et supérieur
- 23 - Calcaires à passées mameuses, grès et molasse / Eocène inférieur et moyen
- 24 - Calcaires, grès, conglomérats et marnes / Eocène inférieur et moyen
- 25 - Marnes à intercalations gréseuses, calcaires ou conglomératiques / Eocène inférieur et moyen
- 26 - Marnes à rares passées calcaires / Eocène inférieur et moyen
- 27 - Calcaires, grès, brèches et argiles / Paléocène
- 28 - Argiles conglomératiques, grès et marno-calcaires / Paléocène
- 29 - Argiles natasses / Paléocène
- 30 - Calcaires gréseux à intercalations mameuses rares / Crétacé supérieur
- 31 - Grès et calcaires à intercalations mameuses associés à des argiles / Crétacé supérieur
- 32 - Marnes grès et conglomérats / Crétacé supérieur
- 33 - Marnes / Crétacé supérieur
- 34 - Calcaires argileux / Crétacé inférieur
- 35 - Marnes et intercalation de calcaires argileux / Crétacé inférieur
- 36 - Bauxites / Crétacé inférieur
- 37 - Calcaires à intercalations mameuses / Jurassique moyen et supérieur
- 38 - Marnes à intercalations calcaires / Jurassique moyen et supérieur
- 39 - Marnes et calcaires argileux / Jurassique inférieur
- 40 - Marnes, schistes "cartons" / Jurassique inférieur
- 41 - Calcaires argileux / Jurassique inférieur
- 42 - Grès à intercalations argileuses, marnes et dolomies / Trias
- 43 - Argiles, grès moyens marnes à gypse / Trias
- 44 - Marnes et calcaires / paléozoïque



Extrait du rapport BRGM RP-54236-FR

Illustration 1 - Carte synthétique des formations argileuses et mameuses de l'Hérault

Les principales formations argileuses ou marneuses qui affleurent dans le département de l'Hérault sont, par ordre d'importance décroissante en terme de superficie, les *Alluvions, colluvions et remblais peu argileux* (10,9 % de la superficie totale du département), les *Alluvions et Colluvions peu argileuses* (8,1% pour ces deux formations), la formation de *Molasse sableuse marine et marnes bleues d'âge Helvétique* (4,5 %), les *Colluvions argileuses* (3,0 %) et les *Marnes à intercalations de calcaires argileux* du Crétacé inférieur. Les autres formations à composante argileuse couvrent toutes des surfaces 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 liés au retrait-gonflement des argiles.

Dans le département de l'Hérault, ces formations sont essentiellement identifiées comme celles qui contiennent des nappes très superficielles ou des nappes perchées (pérennes ou non), affectées de variations piézométriques saisonnières.

Les nappes perchées se rencontrent principalement au niveau des terrasses alluviales anciennes, essentiellement dans la vallée de l'Hérault, et localement dans celle de l'Orb. Parfois semi-profondes, de l'ordre d'une dizaine de mètres, elles peuvent prendre un caractère superficiel au raccordement de la surface topographique. Dans les basses plaines, les nappes superficielles, généralement alimentées par les cours d'eau, peuvent aussi subir des variations piézométriques importantes sous l'effet des recharges saisonnières.

Dans une moindre mesure, les formations tertiaires (Miocène et Éocène notamment) peuvent aussi être concernées par ces phénomènes où le « mille-feuille » lithologique crée localement des petits aquifères semi-captifs intéressant les horizons superficiels. Ce type de circulations souterraines à faible profondeur peut également se retrouver dans la partie orientale du département, au nord de la structure chevauchante du Pli de Montpellier, au sein des formations affleurantes du Crétacé (alternance de terrains perméables, calcaires essentiellement, et de terrains imperméables tels que marnes et argiles).

Enfin, il faut signaler le cas particulier des niveaux imperméables localisés à la base d'aquifères reconnus qui drainent les écoulements souterrains vers des zones préférentielles. A cet égard on citera le cas particulier des marnes du Lias qui constituent la base de l'aquifère karstique des formations du Jurassique moyen et supérieur ou celui des argiles imperméables du Trias qui représentent le mur de l'important système aquifère du Causse du Larzac.

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

Au 31 août 2005, 37 communes de l'Hérault avaient été reconnues au moins une fois en état de catastrophe naturelle au titre de mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles, pour des périodes comprises entre le 1^{er} janvier 1988 et le 31 mars 2002.

Le nombre total de sites de sinistres recensés et localisés avec précision par le BRGM dans le cadre de l'étude départementale d'aléa s'élève à 2 599, répartis dans 77 communes : ce nombre constitue une estimation approchée, quoique vraisemblablement minorée, de la

réalité. D'après des données communiquées par la Caisse Centrale de Réassurance et couvrant la période 1989-2002, l'Hérault serait situé au 16^{ème} rang des départements français en terme de coût cumulé d'indemnisation des sinistres retrait-gonflement des argiles.

Au total, 18 arrêtés interministériels reconnaissant l'état de catastrophe naturelle sécheresse dans une ou plusieurs communes de l'Hérault ont été pris entre décembre 1993 et février 2005. Le nombre total d'occurrences ainsi déterminées (nombre de périodes ayant fait l'objet d'une reconnaissance en distinguant commune par commune) s'élève à 98 (cf. annexe 3), ce qui, de ce point de vue, place l'Hérault à la 30^{ème} position des départements les plus touchés.

5. DESCRIPTION DE LA METHODOLOGIE D'ETABLISSEMENT DU PPR

5.1. Carte de l'aléa retrait-gonflement

Afin de délimiter les zones à risque, le BRGM a dressé pour l'ensemble du département 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 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 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 (minéralogie) ;
- l'aptitude du matériau à absorber de l'eau (comportement géotechnique).

Pour chacune des 44 formations argileuses ou marneuses identifiées, 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 km² de surface d'affleurement réellement urbanisée (pour permettre des comparaisons fiables entre formations). La synthèse des résultats obtenus est présentée dans le tableau ci-après (illustration 2).

En définitive, seulement 0,9 % de la superficie du département est située en zone d'aléa fort, tandis que 6,7 % du département est considéré en aléa moyen et 43,1 % en aléa faible. Le reste, soit 49,3 % du département, correspond à des zones a priori non argileuses (y compris le réseau hydrographique), 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.

La répartition des zones d'aléa retrait-gonflement des argiles est relativement hétérogène à l'échelle du département puisque, au vu de la carte établie (illustration 3), 15 communes sont soumises à l'aléa retrait-gonflement des argiles sur la totalité de leur territoire, 58 communes sont concernées par des zones d'aléa fort et 191 par des zones d'aléa moyen.

En outre, aucune commune n'est totalement épargnée par le phénomène. Près de 60% des communes, soit 198 communes, sont concernées par le phénomène sur plus de la moitié de leur territoire et plus de 35%, soit 127 communes, sont concernées sur plus de 80% de leur territoire.

Ces chiffres, certes indicateurs, seraient cependant à pondérer en prenant plutôt en compte la répartition de l'aléa dans les secteurs réellement en voie d'urbanisation qui sont les zones à enjeu où il importe que des règles de prévention soient respectées.

PPR retrait-gonflement des argiles - Commune de Saint-Gély-du-Fesc (Hérault)
NOTE DE PRESENTATION

Age	N°	Description	% de la surface totale
Pliocène	11	Argiles grises marines	0.01%
Oligocène	18	Argiles et marnes à passées conglomératiques	0.75%
Paléocène	29	Argiles rutilantes	0.06%
Crétacé supérieur	33	Marnes	0.08%
Total des formations à aléa fort			0.9%
Pliocène	10	Argiles sableuses, brèches, marnes jaunes	1.92%
Miocène inférieur	16	Marnes et argiles sableuses	0.21%
Éocène moyen et supérieur	21	Marnes et argiles à intercalations gréseuses calcareuses ou conglomératiques	1.65%
Éocène moyen et supérieur	22	Marnes et argiles à rares intercalations calcaires, bréchiques ou conglomératiques	0.04%
Éocène inférieur et moyen	23	Calcaires à passées marneuses, grès et molasse	1.39%
Éocène inférieur et moyen	26	Marnes à rares passées calcaires	0.52%
Paléocène	27	Calcaires, grès, brèches et argiles	0.35%
Crétacé supérieur	31	Grès et calcaires à intercalations marneuses associés à des argiles	0.31%
Jurassique inférieur	40	Marnes, schistes "cartons"	0.32%
Total des formations à aléa moyen			6.7%
Quaternaire	01	Limons lagunaires et loess	1.78%
Quaternaire	02	Colluvions moyennement argileuses	3.25%
Quaternaire	03	Colluvions argileuses	2.95%
Quaternaire	04	Alluvions, colluvions et remblais peu argileux	10.92%
Quaternaire	05	Alluvions moyennement argileuses	4.90%
Quaternaire	06	Alluvions argileuses	0.65%
Quaternaire	07	Argile de décalcification, Terre des Causses	0.24%
Pliocène	08	Conglomérats, calcaires et argiles sableuses	0.21%
Pliocène	09	Sables localement argileux et grès	0.83%
Miocène moyen et supérieur	12	Calcaires à intercalations marneuses et conglomérats	0.54%
Miocène moyen et supérieur	13	Molasse sableuse marine, marnes bleues Helvétien	4.47%
Miocène inférieur	14	Calcaires à intercalations marneuses et sableuses	0.29%
Miocène inférieur	15	Marnes sableuses à intercalations de calcaires et grès argileux	0.77%
Oligocène	17	Calcaires conglomérats brèches à intercalations argileuses	0.93%
Éocène moyen et supérieur	19	Calcaires conglomérats à rares passées marneuses	0.83%
Éocène moyen et supérieur	20	Calcaires et brèches argileuses	0.16%
Éocène inférieur et moyen	24	Calcaires, grès, conglomérats et marnes	0.24%
Éocène inférieur et moyen	25	Marnes à intercalations gréseuses, calcaires ou conglomératiques	0.76%
Paléocène	28	Argiles conglomératiques, grès et marno-calcaires	0.28%
Crétacé supérieur	30	Calcaires gréseux à intercalations marneuses rares	0.15%
Crétacé supérieur	32	Marnes, grès et conglomérats	1.18%
Crétacé inférieur	34	Calcaires argileux	0.09%
Crétacé inférieur	35	Marnes et intercalation de calcaires argileux	2.25%
Crétacé inférieur	36	Bauxites	0.03%
Jurassique moyen et supérieur	37	Calcaires à intercalations marneuses	1.87%
Jurassique moyen et supérieur	38	Marnes à intercalations calcaires	0.44%
Jurassique inférieur	39	Marnes et calcaires argileux	0.06%
Jurassique inférieur	41	Calcaires argileux	0.01%
Trias	42	Grès à intercalations argileuses, marnes et dolomies	0.64%
Trias	43	Argiles, grès moyens marnes à gypse	1.26%
Paléozoïque	44	Marnes et calcaires	0.11%
Total des formations à aléa faible			43.1%

illustration 2 - Classement des formations argileuses et marneuses par niveau d'aléa

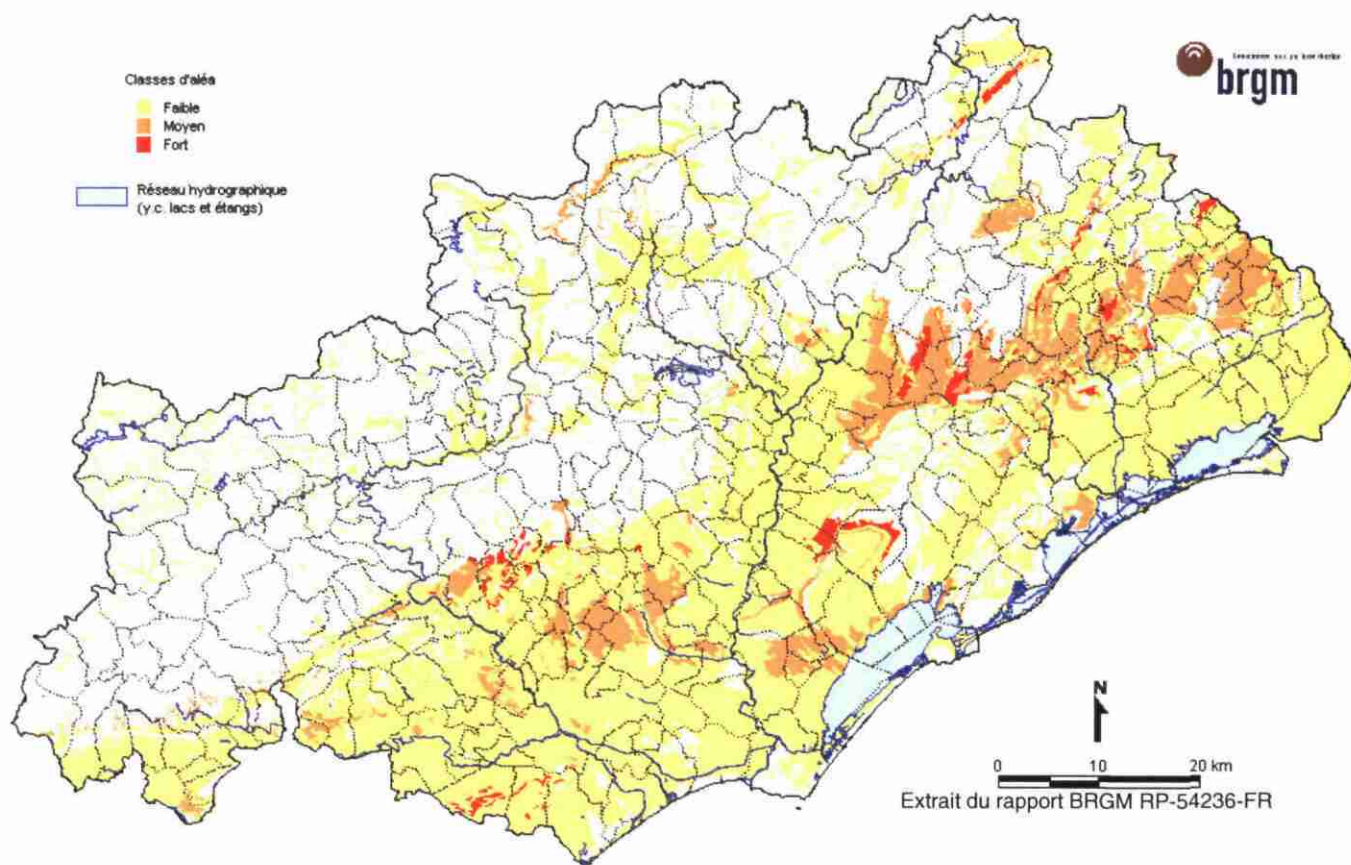


illustration 3 - Carte d'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département de l'Hérault

5.2. Plan de zonage réglementaire

Le tracé du zonage réglementaire établi pour chacune des communes de l'Hérault a été extrapolé directement à partir de la carte départementale d'aléa, 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 est présenté sur fond cartographique extrait des cartes IGN à l'échelle 1/25 000 et agrandi à l'échelle 1/10 000.

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.

5.3. Réglementation

Le règlement du PPR décrit les prescriptions destinées à s'appliquer aux zones réglementées. Il s'agit pour l'essentiel de dispositions constructives, qui concernent 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 au maximum d'un délai de cinq ans pour s'y conformer, dans le cas des mesures les plus contraignantes.

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 terrain liés au retrait-gonflement des argiles.

6. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES PREVENTIVES

Les dispositions constructives décrites dans le règlement du PPR ne sont 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, explicitées dans le règlement du PPR, 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. 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 de l'Hérault

La présente annexe décrit de manière succincte les 44 formations géologiques essentiellement ou partiellement argileuses et/ou marneuses qui affleurent sur 50,7 % du territoire du département de l'Hérault. Les autres formations affleurantes ont été considérées comme, a priori, non argileuses, bien qu'il ne soit pas exclu d'y trouver localement des lentilles ou des poches d'argiles (non identifiées sur les cartes géologiques dans leur version actuelle). Certaines des formations retenues correspondent, en réalité, à des regroupements d'unités stratigraphiquement distinctes mais dont les caractéristiques lithologiques et, par conséquent, le comportement vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement sont similaires.

Les 44 formations argileuses et/ou marneuses sont décrites de la plus récente à la plus ancienne. Elles concernent la quasi-totalité de l'échelle géologique stratigraphique.

Formations du Quaternaire

Parmi les formations d'âge quaternaire, 7 formations ont été identifiées comme argileuses en fonction des lithologies associées et des modes de mise en place.

Limons lagunaires et loess – formation n°1

Cette formation est constituée en majeure partie par les dépôts récents des étangs salés, d'âge holocène. Elle se caractérise par des vases et des limons sableux de remplissage ou de colmatage palustre. Ces niveaux sont présents sur la bande littorale, au pourtour des étangs actuels. Ils peuvent être masqués par des remblais récents dans les zones de développement urbain. Les matériaux sont en général sous-consolidés, à dominante sablo-limoneuse.

Les limons et sables éoliens des Plaines du Languedoc et de la vallée du Lez, d'âge pléistocène, résultent de l'érosion éolienne, avec accumulation au sein de dépressions fermées. On les distingue dans la vallée du Lez et localement à l'est et au sud de Tressan.

Colluvions moyennement argileuses – formation n°2

Cette formation se caractérise par des niveaux de colluvions à matrice limoneuse dominante, ou de limons graveleux. La nature des formations colluviales est intimement liée à l'origine des dépôts et des formations encaissantes. Ces niveaux sont représentés au sud-ouest du département, sur les versants molassiques à dominante sableuse d'âge miocène.

Par ailleurs, sont associés localement les éboulis de la nappe villafranchienne. Cette formation se caractérise par le remaniement et l'altération développée des alluvions constituées par des galets emballés dans une matrice sableuse jaunâtre. Le résultat aboutit en surface à un sol souvent rougeâtre, épais et localement argileux. L'intermédiaire est localement connu sous le nom du "Gapan", après décalcification par lessivage des éléments carbonatés originels.

Colluvions argileuses – formation n°3

Cet ensemble rassemble les formations colluviales d'âge pléistocène ou indifférencié, de versant et de fond de vallée et les formations glissées, à matrice argileuse abondante.

Ces formations sont caractérisées, à l'est du département, par des argiles jaunes et localement des sables sur une épaisseur comprise entre 7 et 14 m. En surface peut se

développer un paléosol tel que présenté auparavant. Au sud du département la formation se caractérise par des sols bruns argileux, issus de l'érosion des molasses marneuses miocènes.

Enfin, sont associées, très localement, les colluvions correspondant à des formations argileuses glissées d'origine variable (marnes du Jurassique, argiles du Trias et marnes du Crétacé supérieur).

Alluvions, colluvions et remblais peu argileux – formation n°4

Cet ensemble regroupe un grand nombre de formations relativement différentes quant à leurs conditions de mise en place. Il se caractérise par la présence de niveaux argileux en proportion non dominante et discontinue, sous forme éparse ou lenticulaire. On y distingue :

- les remblais indifférenciés sur formations littorales principalement (sables, vases, limons) et les remblais de terrils (très localement). Il s'agit de niveaux de graves argileuses pour l'essentiel, fortement représentés dans les zones littorales soumises à la pression urbaine,
- les formations alluviales limoneuses à graviers et galets, des terrasses holocènes : alluvions récentes des vallées de l'Orb, de l'Hérault et du Libron notamment, des basses terrasses et des lits majeurs. La formation est caractérisée par une fraction granulométrique grossière dominante, fréquemment recouverte de niveaux limoneux à sablo-argileux,
- les formations alluviales sablo-graveleuses des moyennes et hautes terrasses (Würm et Riss) et du Quaternaire ancien : alluvions anciennes, caractérisées par une fraction granulométrique grossière dominante (galets et graviers) pouvant être affectée par une altération plus ou moins marquée. L'ensemble est généralement enrobé dans une matrice argilo-sableuse,
- les niveaux de colluvions à blocs sableux à limoneux, cônes de déjection : distingués des colluvions argileuses par la prédominance signalée d'une matrice limoneuse à argilo-sableuse,
- les grandes masses glissées à faible matrice argileuse : cet ensemble se caractérise par des éboulis anciens à matrice argileuse peu abondante et gros blocs métriques à décamétriques. Il concerne pour l'essentiel les formations identifiées dans le Lodévois, résultats des mouvements de versant affectant les dolomies hétangiennes et les marnes triasiques situées à leur base,
- les colluvions et éboulis de produits basaltiques, tufs et formations associées : ces niveaux très localisés sont concentrés à proximité des pointements volcaniques (Escandorgue – Agde). Les formations colluviales sont, suivant les cas, plus ou moins riches en débris de scories, de tufs et de laves, associées à des argiles résiduelles et des sables fluviaux.

Alluvions moyennement argileuses – formation n°5

Cet ensemble regroupe les formations alluviales caractérisées par la présence de niveaux argileux en proportion importante. On y distingue :

- les formations alluviales argilo-sableuses, des terrasses holocènes. Ces alluvions se distinguent des niveaux précédents par une granulométrie plus fine, mais y sont généralement associées,
- les formations alluviales argileuses à sableuse des moyennes et hautes terrasses (Würm – Riss) et du Quaternaire ancien : alluvions anciennes, caractérisées par une fraction granulométrique fine prépondérante (sables et argiles) distinguées localement des niveaux plus grossiers identifiés ci-dessus,

- les "cailloutis villafranchiens" : cailloutis siliceux (galets) associés à des limons argileux et des argiles rouges. L'épaisseur, variable, n'excède pas 8 à 12 m. Ce niveau est caractéristique dans le département, parfois assimilé à la formation détritique du Pliocène continental.

Alluvions argileuses – formation n°6

Cet ensemble, faiblement représenté et concentré au sud du département, est identifié en raison de la prédominance de sa fraction argileuse. Il regroupe les argiles bariolées holocènes et les argiles et limons des marécages comblés ou asséchés : dépôts fluvio-lacustres isolés de colmatage d'anciens étangs (Tressan) ou d'anciens marécages de la basse vallée de l'Orb à l'arrière du cordon littoral.

Argiles de décalcification, Terre des Causses – formation n°7

Elles sont localisées au nord du département, au niveau de l'extrémité sud du Causse du Larzac (domaine du seuil caussenard), et sur le karst hettangien de Dio et Valquières. Terre rouge des Causses ou Terra Rossa, la formation argileuse rouge ou brun-rouge plus ou moins sableuse affleure à la faveur de dépressions karstiques (ou de fissures dans le substratum calcaire).

Formations du Pliocène

Conglomérats, calcaires et argiles sableuses – formation n°8

Cette formation, rattachée au Pliocène continental à lagunaire, est marquée par la présence locale de matériaux argileux et rassemble :

- les niveaux de calcaires lacustres se fondant avec les niveaux d'argile rouge de la formation détritique du Pliocène caillouteux (formation n°10 – zone de Pinet),
- les niveaux de conglomérats à stratifications entrecroisées à ciment argileux, cailloutis et limons graveleux rouges, provenant du démantèlement des couches molassiques miocènes.

Sables localement argileux et grès – formation n°9

Cet ensemble constitue la grande masse dite des "sables de Montpellier", plus ou moins argileux à intercalations locales de niveaux gréseux. Ces sables sont d'âge astien, marins, jaunâtres, fins et micacés. Les niveaux les plus sableux (non isolés cartographiquement) furent autrefois exploités (Pompignane, nord de Florensac). La série se charge d'argile vers le bas, et il n'est pas rare que le faciès "sable fin argileux" soit prépondérant.

Argiles sableuses, brèches, marnes jaunes – formation n°10

Ces niveaux constituent les faciès caractéristiques du Pliocène continental. On distingue :

- des argiles rouges, sableuses ou graveleuses, dans lesquelles s'intercalent des niveaux de brèches et de poudingues grossiers. L'importance relative de la fraction argileuse varie d'un point à l'autre. Ces formations affleurent notamment au nord et à l'ouest de l'étang de Thau,
- des marnes jaunes, à Potamides, remplacent localement la formation détritique et sont fréquemment chargées d'éléments calcaires. Les Marnes de Pailhès sont rattachées à cet ensemble : argiles, argiles sableuses et limons beiges en rive gauche de la vallée du Libron. L'épaisseur de cet ensemble peut atteindre plus de 100 m.

Argiles marines grises – formation n°11

Cette formation est très rare à l'affleurement, représentée entre Cessenon et Murviel et au pied du relief de Corneilhan, mais caractéristique du Pliocène marin argileux. Elle est constituée par des argiles marines ou estuariennes grises.

Formations du Miocène moyen et supérieur

Calcaires à intercalations marneuses et conglomérats – formation n°12

Cet ensemble comprend les niveaux à dominante non-argileuse du Miocène moyen et supérieur, pouvant localement comprendre des horizons argileux ou marneux. Il regroupe :

- les calcaires lacustres ou lagunaires et marnes : calcaires argileux (Miocène supérieur / Tortonien / Messinien), calcaires grisâtres grumeleux lacustres ou lagunaires et marnes caractérisés à leur sommet entre Capestan et Argeliers par la présence de limons ainsi que des calcaires lumachelliques intercalés dans les niveaux de molasses et de marnes bleues helvétiques (formation n°13),
- les calcaires récifaux et marnes : formation récifale d'Antugnac et de Neffiès constituée par des calcaires gréseux ocre à intercalations locales de marnes jaunes, constituant le sommet de la formation argilo-sableuse molassique,
- les conglomérats à ciment argileux et localement les niveaux de brèches messiniennes formant la transition avec les niveaux pliocènes.

Molasse sableuse marine, marnes bleues d'âge helvétien – formation n°13

La formation rassemble les niveaux de molasse sableuse marine et des marnes bleues d'âge helvétien. Ces formations non distinguées localement sur les cartes géologiques sont relativement bien représentées dans le département.

La formation regroupe des faciès variés plus ou moins imbriqués : marnes, marnes sableuses, sables, grès, calcaires coquilliers et localement calcaires en plaquettes et conglomérats.

Les niveaux de marnes bleues sont très homogènes, généralement à la base de la formation molassique. Elles prennent une teinte jaunâtre à l'affleurement. Vers le haut la transition vers les niveaux molassiques est marquée par l'augmentation de la fraction sableuse des marnes puis par l'apparition, en alternance, de bancs de calcaires coquilliers parfois gréseux.

Formations du Miocène inférieur

Calcaires à intercalations marneuses et sableuses – formation n°14

Cet ensemble caractérise les formations d'alternance de calcaires et de niveaux marneux plus ou moins marqués. On y distingue :

- la formation des calcaires coquilliers et marnes de Juvignac, d'âge burdigalien inférieur, caractérisée par la présence d'un niveau marneux de 5 m d'épaisseur intercalé dans des niveaux calcaires et, localement (bassin de Sommières), de molasse calcaréo-argileuse,
- les formations d'âge aquitain relativement hétérogènes de calcaires, sables et marnes de Bréguines et de Font d'Aurelle : succession de calcaires coquilliers associés à des niveaux sableux ou marneux, de Plaissan : calcaires crayeux et marnes blanchâtres n'excédant pas une dizaine de mètres d'épaisseur.

Marnes sableuses à intercalations de calcaires et grès argileux – formation n°15

Cet ensemble à dominante marneuse, d'âge aquitainien, est homogène dans son ensemble mais peut localement présenter des faciès variés. Cet ensemble est assimilé aux marnes jaunes de Gignac : plusieurs centaines de mètres d'épaisseur de marnes jaunes intercalées assez régulièrement de bancs de grès fins, de lits ou de lentilles de conglomérats.

Marnes et argiles sableuses – formation n°16

Cet ensemble, marqué par une quasi-continuité des niveaux argileux et marneux sur des épaisseurs importantes, est représenté géographiquement dans la région comprise entre Montpellier et Pignan. On distingue :

- les niveaux de marnes bleues sableuses et de marnes argileuses dites "Marnes du Château Saint-Martin", d'âge burdigalien, présentes sur une épaisseur évaluée à 110 m,
- les argiles sableuses et marneuses de Fontcaude, d'âge aquitainien : argiles sableuses puis marnes bleuâtres et argiles grises pouvant atteindre 200 m d'épaisseur. Cette formation est marquée de quelques niveaux repères remarquables (niveau à lignite de un mètre d'épaisseur environ, banc de calcaire lacustre de Caunelle).

Formations de l'Oligocène

Le choix de distinguer les formations d'âge oligocène en deux entités repose sur la proportion variable de niveaux argileux.

Calcaires, conglomérats et brèches à intercalations argileuses – formation n°17

Cet ensemble recouvre des faciès variés marqués par la présence systématique de niveaux argileux ou marneux présents mais non prépondérants. On distingue :

- les brèches de faille, d'âge oligocène moyen et supérieur (brèche des Matelles), développées au voisinage des failles, constituées d'éléments calcaires provenant du démantèlement des reliefs encaissants, liées au fonctionnement tectonique (brèches d'effondrement – remplissage de graben) à ciment argileux rougeâtre. En s'éloignant des reliefs ces brèches passent à des marnes et à des calcaires argileux,
- les calcaires lacustres et marnes dits de Montoulieu représentés en rive gauche de la vallée de l'Hérault (de Plaissan à Pezenas) sous forme de calcaires argileux blanchâtres et marnes grises à fréquentes intercalations ligniteuses et, dans la région nord-montpelliéraine, caractérisés par des calcaires lacustres et des marnes jaune clair à brique (bassin des Matelles, de Montoulieu) à lignite ayant autrefois justifié des exploitations localisées,
- les calcaires lacustres et marnes de Nissan : lentilles cartographiées au sein des limons jaunes (formation n°18). Ces niveaux sont bien lités, parfois en plaquette à horizons marneux,
- les conglomérats à matrice argilo-sableuse rougeâtre : ces niveaux correspondent soit à la transition avec les formations d'âge éocène supérieur, rattachées au Rupélien (Oligocène inférieur), et sont constitués de brèches, poudingues et conglomérats emballés dans une matrice argileuse rougeâtre à saumonée, soit à des intercalations de poudingues dans les marnes bariolées du Bassin de Salinelles,
- les calcaires lacustres, marnes et grès du bassin de Salinelles, d'âge oligocène supérieur, formation très hétérogène constituée par :
 - les calcaires de Salinelles souvent très silicifiés, de 15 à 20 m d'épaisseur, marqués par la présence à leur sommet de sépiolite intercalée dans les bancs calcaires,

- les calcaires de Pondres ou de Montrédon, de 60 à 80 m d'épaisseur, intercalés de niveaux marneux,
- les cailloutis de la Plaine de Campagne, de 10 à 30 m d'épaisseur : marnes plus ou moins sableuses, jaunes ou rougeâtres, intercalées de grès et de quelques lentilles de conglomérats.

Argiles et marnes à passées conglomératiques – formation n°18

Cet ensemble recouvre des faciès variés marqués par la présence systématique de niveaux argileux ou marneux prépondérants. On distingue :

- les argiles rouges et conglomérats de Nissan : argiles exploitées anciennement pour la fabrication de tuiles, envahies vers le sud par des éléments grossiers (galets calcaires arrachés au massif de la Clape), et dont l'épaisseur peut dépasser 50 m,
- les argiles et conglomérats : série continentale atteignant au moins 300 m d'épaisseur, formée d'une alternance d'argiles, de grès et de conglomérats,
- les limons argileux jaunes à galets, bien identifiés près de Fleury, associés aux calcaires de l'Oligocène auxquels ils passent verticalement ou latéralement. A la base de la série oligocène, ils contiennent fréquemment du gypse et localement du soufre,
- les marnes, conglomérats et calcaires lacustres des bassins de l'avant-pays montpellierain. Cette formation, d'épaisseur comprise entre 100 et 150 m, est hétérogène, à dominante marneuse. Elle est constituée de marnes jaunes à intercalations localisées de calcaires, de brèches, de conglomérats et de grès.

Formations de l'Éocène moyen et supérieur

Calcaires et conglomérats à rares passées marneuses – formation n°19

Cette formation est marquée par la présence ponctuelle de niveaux argileux ou marneux intercalés dans les formations calcaires ou conglomératiques. Elle comprend :

- la formation des calcaires lacustres d'Agel, d'âge lutétien, épaisse d'environ 120 m : la série est composée de calcaires blanc-gris à rares intercalations marneuses et sombres et ligniteuses,
- la formation dite "d'Aigne", d'âge bartonien à priabonien, représentée dans la partie sud-ouest du département. Rencontrée en continuité avec les niveaux de "molasse de Carcassonne" (formation n°23), la formation présente une alternance irrégulière de bancs de micro-conglomérats ou de grès calcaireux à lentilles de marnes versicolores à dominante marron orangé. Au nord de Mailhac on note des conglomérats à stratification entrecroisée et des argiles ocre et rouges. La puissance de cet ensemble peut atteindre 700 m.

Calcaires et brèches argileuses – formation n°20

Cette formation est hétérogène, marquée par la présence non-dominante d'une fraction argilo-limoneuse :

- formation détritique torrentielle, constituée de conglomérats alternant avec des limons sableux et des calcaires rouges argileux, d'âge bartonien à priabonien, identifiée au front des écailles tectoniques de Réals. Cette formation évolue latéralement vers des niveaux bréchiques et a été distinguée des marnes gypsifères à conglomérats, à dominante argileuse, rencontrés dans le même secteur.

- brèche argileuse de l'Éocène supérieur (Bartonien), identifiée dans le "Pli de Montpellier", à matrice argileuse rougeâtre et à éléments très anguleux dont la taille peut dépasser 50 cm, reposant en discordance sur l'Éocène sous-jacent

Marnes et argiles à intercalations gréseuses calcaires ou conglomératiques – formation n°21

Largement représentée dans le département, cette formation rassemble des niveaux de marnes associés à des niveaux de calcaires lacustres, des grès ou des conglomérats. On distingue :

- les marnes à pisolithes du Nord-Montpelliérain, niveau caractéristique de marnes jaunes à éléments atteignant parfois 20 cm,
- les marnes saumonées et conglomérats (Lutétien à Priabonien) : localisés à la terminaison occidentale du "Pli de Montpellier", ces niveaux sont marqués par la présence, sur 100 à 200 m d'épaisseur, d'argiles saumonées, intercalées de grès et conglomérats,
- une alternance d'argiles, de grès et de conglomérats originellement datés de l'Oligocène inférieur (formation n°18) puis rattachés au Priabonien, rencontrés au nord et à l'est de Montpellier. Cette formation rassemble notamment les conglomérats de Saint-Drézéry ainsi que les marnes et grès continentaux (de Célas ou de Sauzet),
- des niveaux marneux dans les calcaires et marnes d'Agel (Lutétien) : faciès local intermédiaire entre les marnes et les calcaires d'Agel,
- au sud-ouest du département, en transition latérale des niveaux conglomératiques (formation n°20), des marnes rouges gypseuses et conglomérats sur une épaisseur d'au moins 200 m, et les marnes et calcaires lacustres de Causses-et-Veyran : limons calcaires rouges, parfois marmorisés.

Marnes et argiles à rares intercalations calcaires, bréchiqes ou conglomératiques – formation n°22

Bien que peu représentée à l'échelle du département, cette formation est identifiée en raison de la prédominance et de la continuité des niveaux marneux ou argileux. Elle regroupe trois formations principales :

- les marnes d'Agel : niveaux marneux cartographiés intercalés dans les calcaires d'Agel d'âge lutétien,
- les marnes saumonées ou jaunes de Saint-Martin-de-Londres, représentées très localement au nord-est du département. Ces niveaux peuvent, de façon très locale, contenir des passées conglomératiques ou calcaro-gréseuses. Ils passent à des marnes grises vers le sommet,
- les niveaux de marnes du Nord-Montpelliérain cartographiés de manière distincte par rapport aux marnes à intercalations calcaires ou conglomératiques (formation n°21), d'âge bartonien à priabonien.

Formations de l'Éocène inférieur et moyen

Calcaires à passées marneuses, grès et molasse – formation n°23

La formation est largement représentée dans le Nord-Montpelliérain et localement au sud-ouest du département. On a regroupé au sein de cette formation, caractérisée par la prédominance des matériaux calcaires et localement gréseux :

Bassin de Montpellier et Saint-Martin-de-Londres

- un calcaire blanc lacustre à rares intercalations marneuses d'âge lutétien. Les niveaux marneux sont plus présents à la base, en transition avec les niveaux plus marneux inférieurs (marnes dites infra-lutétiennes – formation n°26),
- des calcaires marneux blancs à rosâtres, d'aspect crayeux, en bancs d'une cinquantaine de centimètres d'épaisseur,

Bassin de Carcassonne

- les calcaires lacustres de Ventenac en bancs décimétriques à passées marneuses (Yprésien – Lutétien), d'épaisseur 20 à 30 m,
- la "molasse de Carcassonne" (Yprésien à Bartonien) : formation fluviatile, composée de conglomérats et de grès plus ou moins grossiers et lenticulaires, déposés en chenaux, et de limons argileux à sableux. Cette formation se confond sur le versant sud de la Montagne Noire avec la formation d'Aigne (n°19) d'âge bartonien,
- les grès à huîtres et argiles silteuses : grès gris jaunâtres, à stratification oblique, associés à des silts argileux gris (Llerdien) d'épaisseur comprise entre 20 et 45 m,
- des niveaux sableux quartzo-feldspathiques plus ou moins argileux intercalés dans les calcaires marins à Alvéolines (Llerdien) de la bordure méridionale de la Montagne Noire. L'épaisseur de ces niveaux n'excède pas 20 m.

Calcaires, grès, conglomérats et marnes – formation n°24

Cet ensemble est très hétérogène et peu représenté à l'échelle du département. On distingue cependant deux formations principales :

- marnes blanches et calcaires lacustres rencontrés de façon isolée sur le pourtour du dôme de Castries (Lutétien) et marnes roses et calcaires crayeux localement associés à des grès (secteur de Carlencas). Ces faciès sont distingués des niveaux décrits dans le Nord-Montpelliérain en raison de leur caractère plus marneux,
- formation fluviatile constituée par des limons argileux et conglomérats, grès et calcaires déposés en chenaux larges de plusieurs dizaines de mètres (Sparnacien). Cet ensemble s'étend depuis les écailles de Saint-Chinian (origine de la décharge détritique) jusqu'au bassin de Villeveyrac.

Marnes à intercalations gréseuses, calcaires ou conglomératiques – formation n°25

A dominante marneuse ou argileuse, cet ensemble regroupe des formations hétérogènes d'origine détritique ou résultant de dépôts en milieu lacustre :

- formation d'Assignan (Yprésien à Cuisien) : épaisse d'environ 80 m, elle résulte de dépôts fluviatiles avec remplissage de chenaux par des limons fins et argiles ou marnes versicolores et dépôts grossiers. Il existe quelques niveaux de calcaires lacustres à débris ligniteux intercalés dans la série. Dans le Sud-Minervois, cette unité, composée d'argiles rouges, grès et conglomérats, a été également distinguée. Plus à l'ouest, elle est à rapprocher de la formation d'Aigne sous la dénomination "molasse de Carcassonne" (formation n°23),
- marnes, grès et conglomérats à Algues : décharge détritique de conglomérats intercalés dans des marnes plus ou moins sableuses, rougeâtres et marmorisées, d'épaisseur variant entre 100 m et 350 m,
- marnes à intercalations calcaro-gréseuses : caractérisées par des marnes jaunes avec alternance de calcaires palustres, calcaires lacustres et grès (Yprésien – Cuisien). Localisé à l'est de Gignac, ce niveau constitue une variation de faciès des calcaires lutétiens (formation n°23).

Marnes à rares passées calcaires – formation n°26

Cet ensemble regroupe des formations argileuses ou marneuses continues et homogènes :

- marnes laguno-marines (Llerdien moyen à supérieur) : de teinte gris-verdâtre à lie-de-vin au niveau de la bordure méridionale de la Montagne Noire et dans l'unité d'Oupia, de 10 à 15 m d'épaisseur, elles sont caractérisées au sud du bassin molassique du Minervois par des marnes silteuses gris-bleutées. De façon très ponctuelle, on y observe des bancs repères gréseux ou calcareux,
- marnes infra-lutéliennes (Cuisien à Lutétien) : marnes bariolées, roses, jaunes, présentes sur la région nord-montpelliéraine. Cette formation englobe de façon abusive les horizons marneux continus du Lutétien affleurant notamment dans le secteur de Vaihauquès,
- niveaux marneux dans les calcaires lacustres de Ventenac (Llerdien) : marnes rouges, ocres ou grises cartographiées du fait de leur continuité et leur homogénéité.

Formations du Paléocène

Calcaires, grès, brèches et argiles – formation n°27

Les formations regroupées dans cet ensemble sont marquées par la présence locale de niveaux d'argiles (rouge généralement, jaune ponctuellement) au sein d'ensembles de calcaires, brèches et grès :

- conglomérats, grès et argiles : identifié à l'est du département, ce conglomérat polygénique est visible sur le flanc nord du Pli de Montpellier. On distingue des grès à quartz roses et à pisolithes, des calcaires jaunes et des argiles jaunes,
- brèches rouges vitrolliennes : localisées dans et au nord du Pli de Montpellier, il s'agit de brèches à ciment argileux rouge, formées d'éléments calcaires peu roulés,
- calcaires lacustres associés aux argiles rutilantes (formation n°29) : calcaires blancs rosés et argiles rutilantes, en série peu épaisse (souvent moins de 50 m) à petits grains de quartz rose,
- calcaire lacustre de Montolieu à intercalations marneuses : au dessus de la série détritique vitrollienne, s'étend une barre calcaire (Thanétien) à la base de laquelle une bande marneuse ou argilo-gréseuse est repérée. Cette formation est très localisée au sud-ouest du département.

Argiles conglomératiques, grès et marno-calcaires – formation n°28

Cette formation, fluvio-lacustre d'âge vitrollien, fréquemment surmontée par les niveaux de calcaires lutétiens, se caractérise par des faciès variés. On note en particulier des niveaux d'argiles conglomératiques, rouges ou jaunes, de grès et grès conglomératiques à ciment argileux rougeâtre, des marnes jaunes, blanches, roses (infra-lutéliennes au sens strict) et localement des calcaires et calcaires marneux.

Argiles rutilantes – formation n°29

Cette formation est peu représentée à l'échelle départementale mais caractéristique du faciès argileux du Vitrollien : argiles rutilantes (rouges) identifiées localement dans les formations du Paléocène. On distingue ces niveaux essentiellement dans le nord montpelliérain.

Formations du Crétacé supérieur

Les formations argileuses retenues correspondent aux étages supérieurs du Crétacé supérieur (Campanien à Maestrichtien). Elles se caractérisent par des marnes, calcaires, grès et conglomérats en proportions variables :

Calcaires gréseux à intercalations marneuses rares – formation n°30

Cette formation s'individualise au niveau des barres calcaires du Bégudo-Rognacien (Maestrichtien) identifiées dans les écailles de Saint-Chinian (calcaires de Castelbouze). Il s'agit de calcaires lacustres en bancs métriques séparés par des joints marneux.

Grès et calcaires à intercalations marneuses associés à des argiles – formation n°31

Cet ensemble regroupe des faciès très variés caractérisés par des intercalations marneuses (environnement lacustre) ou des associations argileuses (détritiques) :

- calcaires lacustres et marnes grises de Fondouce et Villeveyrac : niveau repère daté du Maestrichtien composé de deux barres de calcaires lacustres séparées par un horizon de marne grise d'épaisseur 5 m,
- calcaires palustres marmorisés de Castelnaud-de-Guers : calcaires palustres et lacustres, à intercalations marneuses roses peu épaisses au plateau des Parédous (Maestrichtien),
- faciès très variés du Rognacien : grès et grès calcaires associés à des argiles du chevauchement de Montpellier :
 - calcaires noduleux avec alternances d'argiles brun-rouge,
 - grès à dragées de quartz, grès calcaires à pisolithes et argiles,
 - marno-calcaires et marnes jaunes, roses ou jaunes.

Marnes, grès et conglomérats – formation n°32

Cet ensemble est majoritairement de type détritique, fluviatile, et regroupe les formations suivantes :

- "Grès à reptiles", marnes et conglomérats (Campanien) : autrefois attribuée au Bégudo-Rognacien, cette formation, présente dans le sud-ouest du département, est d'épaisseur très variable, au maximum de l'ordre de 400 m mais pouvant se réduire localement à quelques dizaines de mètres. Elle se caractérise par une succession de faciès variés : grès à huîtres et argiles sableuses, marnes et argiles grises d'origine lacustre renfermant des cristaux isolés de gypse, conglomérats et limons,
- conglomérats et grès de Carlencas-et-Levas : décharge détritique composée de grès conglomératiques et d'argiles sableuses, en niveaux de 1 à 2 m d'épaisseur environ, et d'argiles et marnes sableuses au sommet,
- grès, argiles et calcaires de Lolivet (Campanien supérieur) : dépôts fluviatiles de grès fins à oncolithes, calcaires noduleux, argiles et marnes marmorisées, violacées à rougeâtres,
- grès et limons calcaires rouges des écailles de Saint-Chinian, d'âge maestrichtien, intercalés dans les barres calcaires,
- marnes et grès de Valmagne et de Villeveyrac (Maestrichtien) : cette formation est très hétérogène, localisée au centre du département. On distingue du bas vers le haut, sans délimitation géographique des contours :
 - calcaires, marnes et grès (épaisseur environ 50 m),
 - marnes à gypse, violettes, associées à de rares niveaux gréseux (épaisseur de 115 m),
 - marnes, grès et localement calcaires en petits bancs : série à dominante marneuse (épaisseur d'environ 600 m).

Marnes – formation n°33

Cette formation individualise très localement les niveaux marneux continus au sein des formations marno-gréseuses (formation n°32). On distingue notamment :

- les marnes intercalées dans les niveaux calcaires du Bégudo-Rognacien (Cruzy, Parédous),
- les marnes violettes de Mas-de-Nègre (Campanien supérieur) : série de marnes violettes à lie-de-vin renfermant de très rares niveaux gréseux, d'origine fluviale.

Formations du Crétacé inférieur

Pour les formations du Crétacé inférieur on a distingué de façon relativement simplifiée les niveaux de calcaires argileux ou de calcaires à rares intercalations marneuses, des niveaux à dominante marneuse avec intercalations calcaires :

Calcaires argileux – formation °34

Deux formations d'âge berriasien constituent cet ensemble localisé au nord-est du département :

- calcaires argileux de Château-de-Roux, à l'extrême nord du département, constitués par des calcaires argileux à intercalations marneuses (épaisseur comprise entre 20 et 40 m). Les niveaux supérieurs du Berriasien dans ce secteur sont plus argileux (formation n°35).
- calcaires argileux de Bois-de-Paris, identifiés dans le Nord-Montpelliérain, sous forme de marno-calcaires grisâtres en gros bancs, à rares niveaux marneux.

Marnes et intercalation de calcaires argileux – formation n°35

Ces niveaux à dominante marneuse couvrent une partie du nord-est du département :

- marnes et calcaires très argileux de Moulès et de La Cadière (Berriasien supérieur) : sommet de la formation marqué par la présence de calcaires très argileux intercalés de marnes,
- marnes noires gypsifères de Carlenas-et-Levas : faciès individualisé et très localisé dans la partie sud-ouest du fossé de Bédarieux (Berriasien continental),
- marnes et calcaires argileux du Causse de Pompignan et de Valflaunès (Valanginien) : ensemble de marnes calcareuses finement stratifiées à intercalations de calcaires argileux de teinte claire, jaunâtre à l'altération, dont l'épaisseur est comprise entre 150 et 200 m dans le secteur de Ganges et 80 m à Ceyrac,
- marnes grises intercalées de calcaires argileux de la Vaunage (Valanginien supérieur) : marnes cendrées, bleutées au sommet, régulièrement stratifiées, à intercalations de calcaires argileux,
- marnes grises et calcaires argileux de Saint-Clément (Valanginien inférieur), localisés au nord-ouest de Castries,
- marnes bleues et calcaires argileux en petits bancs de Vacquières et de Langlade (Hauterivien inférieur) : ensemble de calcaires argileux à patine crayeuse en petits bancs entrecoupés de lits de marnes feuilletées,

Bauxites – formation n°36

Les bauxites se présentent sous forme d'amas lenticulaires de remplissage de poches creusées dans le karst ou issues de la transformation éluviale de marnes décalcifiées. Les faciès sont variés, allant d'une roche de teinte blanche à rouge selon la teneur en oxyde de fer à des argiles à gravillons ferrugineux. Les niveaux de bauxite ont été exploités dans le

secteur de Bédarieux, les structures de l'Arc de Saint-Chinian, à Cazouls-les-Béziers, Villeneuve, Mireval, Saint-Paul et Valmalle, Aumelas et Villeveyrac notamment.

Formations du Jurassique moyen et supérieur

La distinction des formations du Jurassique se fait essentiellement selon un critère lithologique pour limiter le dénombrement des formations finalement retenues. On a volontairement regroupé les formations du Jurassique moyen et supérieur et les formations du Jurassique inférieur (Lias), découpant le système en deux sous-ensembles principaux.

Calcaires à intercalations marneuses – formation n°37

Ces formations s'identifient pour majeure partie au niveau du seuil caussenard, et des massifs d'Aumelas et de la Gardiole. Elles sont distinguées au sein des masses calcaires et dolomitiques prédominantes dans ces zones, par le caractère marneux ou par la présence de niveaux marneux intercalés d'épaisseur significative :

- calcaires en petits bancs à joints argileux de Poussan (Kimméridgien inférieur) : ensemble regroupant les formations calcaro-marneuses du Jurassique supérieur des massifs de la Gardiole et d'Aumelas, constitué de calcaires en petits bancs à intercalations de feuillets de marnes grises (épaisseur environ 100 m) et se chargeant à la base en marnes feuilletées de teinte jaunâtre,
- marno-calcaires de la Montagne de la Gardiole (Callovien moyen, Oxfordien moyen et supérieur) : ensemble de marno-calcaires feuilletés, plus ou moins noduleux,
- calcaires en plaquettes et marnes grumeleuses de Sumène et de Bois Noir (Oxfordien) : calcaires fins en petits bancs se terminant par des niveaux plus argileux (épaisseur d'environ 70 à 120 m),
- calcaires argileux et marnes de Quissac (Oxfordien inférieur) : formation ponctuellement identifiée dans le secteur de Saint-Mathieu – Cazevieille, elle se caractérise par des placages de calcaires argileux et de marnes, parfois associés à des calcaires siliceux en plaquettes,
- calcaires à interlits marneux de Gigean et du Causse d'Aumelas (Bathonien) : calcaires en petits bancs, à interlits marneux, à patine claire, d'épaisseur estimée à une centaine de mètres dans la zone du Causse d'Aumelas,
- calcaires fins à délit marneux de Saint-Pierre-de-la-Fage (Bathonien), marno-calcaires identifiés ponctuellement dans le secteur de Viols-le-Fort,
- calcaires en petits bancs à interlits marneux du seuil Caussenard (Oxfordien moyen à supérieur) : marnes grises, grumeleuses et glauconieuses, et calcaires gris-bruns en bancs décimétriques, d'épaisseur totale inférieure à 100 m dans le secteur,
- calcaires gréseux à intercalations de marnes feuilletées de Fouzilhon (Aalénien à Bajocien) : calcaires bruns ou gris, à intercalations de marnes feuilletées localisées au sud-ouest du département,
- calcaires et marnes de Murviel-lès-Montpellier (Aalénien supérieur) : visible à l'affleurement au cœur de l'anticlinal de Murviel, la formation est marquée par l'alternance de calcaires siliceux et de marnes, son épaisseur étant d'une centaine de mètres. Vers le bas la transition de fait de façon progressive vers les marnes de l'Aalénien inférieur (formation n°38),
- calcaires marneux du Caylar - seuil caussenard (Aalénien à Bajocien) : ensemble plus marneux que calcaire, présentant d'importantes et rapides variations de puissance et de faciès : du bas vers le haut, la formation évolue globalement d'un faciès de marnes

calcareuses gris-bleu à un faciès de calcaire argileux, devenant jaunâtre par oxydation, intercalés de minces lits de marnes calcareuses feuilletées.

- calcaires et niveaux marneux de Sumène et de la Combe de Mortiers (Aalénien à Bajocien) : ensemble puissant d'environ 150 m, distingué par des alternances de marnes et de calcaires au sommet des marnes supra-liasiques (formation n°38). Les faciès représentés par cette formation sont des calcaires micritiques à feuillets marneux intercalés, des calcaires gréseux, un important complexe d'argiles calcaires, des marnes sombres (quelques mètres d'épaisseur), des calcarénites (altérées à l'affleurement), des marnes gris-bleu à lits de calcaires argileux et des calcaires d'allure gréseuse au sommet.

Marnes à intercalations calcaires – formation n°38

Cet ensemble regroupe les masses franchement marneuses identifiées dans les formations du Jurassique moyen et supérieur, essentiellement d'âge callovien et oxfordien :

- ensemble marneux du Causse d'Aumelas (Oxfordien) d'une centaine de mètres d'épaisseur, formant des reliefs adoucis, caractérisé par des marno-calcaires feuilletés très localement armés de bancs calcaires marneux, noduleux,
- marnes noires avec lits de calcaires argileux de Saint-André-de-Buèges (Callovien à Oxfordien) : cette formation rassemble le complexe des marnes noires à lits de calcaires argileux de quelques décimètres d'épaisseur représentés de manière très localisée dans le département,
- marnes feuilletées de la Montagne de la Gardiole (Callovien), à très rares intercalations de calcaires dolomitiques,
- marnes en plaquettes de Gigean (Bathonien), d'une épaisseur d'environ 100 m, formation individualisée dans le massif de la Gardiole.

Formations du Jurassique inférieur

On a distingué dans les formations du Jurassique inférieur (Lias), les niveaux du Lias supérieur (formations n°39 et 40) à dominante marneuse des terrains du Lias inférieur (formation n°41) à dominante calcaire :

Marnes et calcaires argileux – formation n°39

Cette formation aurait pu être groupée avec la formation n°40 dont elle représente globalement la transition avec les niveaux inférieurs. La distinction est justifiée par la présence signalée de niveaux calcaires intercalés dans les niveaux marneux et par la spécificité des faciès du Toarcien :

- marnes noires feuilletées à lits calcaires des Corbières orientales (Domérien à Toarcien inférieur) : ces niveaux correspondent au Lias supérieur marneux (épaisseur environ 100 m) à rares intercalations de niveaux de calcaires argileux noirs,
- marnes grises et calcaires argileux (Pliensbachien à Toarcien) : observés au nord de Bédarieux et au sud du Caylar, ces niveaux marno-calcaires sont distingués des horizons continus marneux classiques du Toarcien. Cette formation comprend des dépôts épisodiques de faible extension et non identifiés cartographiquement de calcaires roux, marnes grises et schistes "carton" (formation n°40),

Marnes, schistes "carton" – formation n°40

Cet ensemble est marqué par la puissance importante (100 à 200 m) de niveaux marneux continus, marnes et/ou argiles sombres feuilletées :

- marnes et marnes feuilletées – Seuil caussenard (Toarcien) : puissante série d'argiles sombres (de l'ordre de 200 m dans la combe de Mortières) marquée à la base par la présence de marnes grises feuilletées du Toarcien terminal (faciès caractéristique dit des "schistes carton"). Sont attribués à cet ensemble les niveaux de marnes grises présentes au nord de Bédarieux et les marnes grises identifiées du Lias marneux de la région de Clermont-l'Hérault,
- marnes noires feuilletées de Murviel-lès-Montpellier (Toarcien supérieur à Aalénien) : faciès particulier et extrêmement localisé au cœur de l'anticlinal de Murviel, d'une épaisseur d'une centaine de mètre.

Calcaires argileux – formation n°41

Formations peu représentées dans le département, ces niveaux correspondent au Lias inférieur à dominante calcaire et à passées marneuses locales :

- calcaires et marnes - domaine du Seuil Caussenard (Pliensbachien) : formation localisée, constituée par les calcaires oolithiques et marnes souvent fossilifères de Boussagues,
- marno-calcaires de la Combe de Mortières (Carixien) : succession de calcaires argileux et de marnes tendres, marno-calcaires compacts et localement calcaires gréseux,
- marno-calcaires des Corbières Orientales : de teinte grise, avec passées locales de calcaires gréseux à silex (Sinémurien).

Formations du Trias

La distinction des formations du Trias se fait essentiellement selon un critère lithologique. Ont ainsi été regroupées des formations d'âge différent couvrant la quasi-totalité du système :

Grès à intercalations argileuses, marnes et dolomies – formation n°42

Cet ensemble rassemble les formations triasiques à dominante gréseuse et composante argileuse ou marneuse. Sont parfois associés des calcaires (dolomitiques) et des conglomérats :

- marnes vertes, grès calcaires et dolomies : alternances de marnes vertes, dolomies micritiques et grès du Rhétien (Trias supérieur). On distingue :
 - dans le secteur de Bédarieux de bas en haut : marnes (plusieurs mètres d'épaisseur), dolomies gréseuses à lits de marne, grès et calcaire dolomitique (7 à 12 m), grès micro-conglomératiques (3 à 14 m), marnes gréseuses (2,5 à 10 m), calcaires dolomitiques rubanés à interlits marneux (10 à 15 m),
 - dans le Lodévois : calcaires (10 à 15 m), dolomies, grès et marnes noires (30 m),
 - en limite nord-est du département et de la base au sommet : grès (5 à 6 m), alternance de dolomies et d'argilites (8 m), micro-conglomérat, dolomies ou pélites à passées gréseuses,
 - dans le Saint-Chinianais : alternances de dolomies beiges, parfois gréseuses, de calcaires et de marnes vertes,
- marnes feuilletées et dolomie gréseuse (Olénékien à Ladinien) : alternance de marnes noires feuilletées, grises ou noirâtres, parfois verdâtres, et de minces bancs de dolomie plus ou moins gréseuse, à patine jaunâtre (6 à 10 m). Ces niveaux affleurent dans le secteur de Gabian,
- grès à intercalations argileuses (Induen à Norien) : cette formation regroupe l'ensemble des formations triasiques (essentiellement Trias moyen), à dominante gréseuse comprenant des intercalations argileuses ou marneuses :

- grès intermédiaires (Anisien à Ladinien, Trias moyen) d'environ 80 m d'épaisseur : dolomies ou grès carbonatés à interlits argileux (jusqu'à 1 m d'épaisseur), surmontés d'une barre carbonatée (calcaires, dolomies ou cargneules),
- grès moyen à micro-conglomérat (25 m d'épaisseur environ), de l'Anisien : grès et interlits argileux,
- grès de base (Induen à Olénékien, Trias inférieur) intercalés de lits argileux rougeâtres ou d'argilite bariolée (30 à 50 m d'épaisseur), série gréseuse qui débute par un conglomérat ou une dolomie conglomératique et se poursuit par des grès à intercalations argileuses.

Argiles, grès moyens marnes à gypse – formation n°43

Cet ensemble couvre les formations franchement argileuses ou marneuses du Trias :

- marnes bariolées, gypse, grès, dolomies du Keuper (Trias supérieur) : série remarquable au contact des dolomies hettangiennes, d'épaisseur variable (60 à 150 m environ) représentée au centre-nord du département et dans le Saint-Chinianais. La formation est caractérisée par une succession monotone d'argiles ou de marnes bariolées (fréquemment associées à de l'anhydrite ou du gypse), intercalées de minces niveaux dolomitiques et plus rarement gréseux,
- argiles à intercalations de grès et dolomies (Rhétien) : cette formation est à rapprocher de la formation n°42, mais est décrite à dominante argileuse : alternance d'argiles noires ou vertes, de dolomies et de grès,
- argiles à quartz du dôme de Gornières (Ladinien, Trias moyen) : niveau localement individualisé d'argiles à quartz bipyramidés,
- argilites, argiles, marnes gypsifères et grès (Anisien à Ladinien, Trias moyen) :
 - argiles versicolores avec passées gréseuses (40 à 50 m) de l'Anisien inférieur et moyen,
 - argiles inférieures (Anisien à Ladinien) d'épaisseur environ 100 m. De la base au sommet on distingue : alternance d'argilites rouges et de grès fins (quelques mètres), argilites et marnes vertes à noires contenant gypse et anhydrite (40 à 50 m), alternance de grès fins et d'argilites (35 à 40 m),
- marnes indifférenciés du Trias inférieur et moyen (Olénékien à Ladinien) : marnes grises à plaquettes carbonatées avec minces lits de grès dolomitique et de dolomie,
- marnes rouges et vertes à intercalations bréchiques (Induen, Trias inférieur) : formation marneuse inférieure avec brèche et intercalations gréseuses localisées.

Formations du Paléozoïque

Marnes et calcaires – formation n°44

On distingue dans cet ensemble :

- marnes et calcaires de Mont-Peyroux et des Monts de Faugères (Dévonien) : marnes vertes à niveaux de calcaires noduleux roses à rouges, marno-calcaires à fossiles silicifiés, alternances de marnes sombres et de calcaires,
- marnes et calcaires du Pic de Vissou (Dévonien) : calcaire à silex, marno-calcaires. En montant la série, la composante argileuse devient de plus en plus importante : alternances de marno-calcaires à interlits argileux (30 m) surmontées par des calcaires siliceux à nombreuses passées marneuses,
- marnes et calcaires de Gabian (Ordovicien) : série calcaréo-marneuse de l'Ashgillien composée de marnes, parfois feuilletées et calcaires gris à brun-jaunâtre.

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.

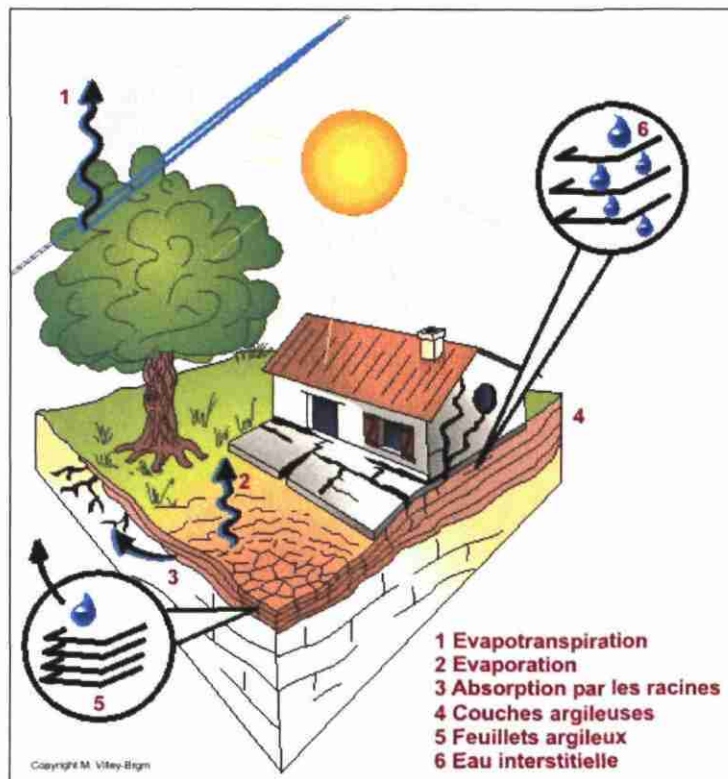


fig. 1 : illustration du mécanisme de dessiccation

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 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 des facteurs aggravants indéniables qui expliquent 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 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 Saint-Gély-du-Fesc

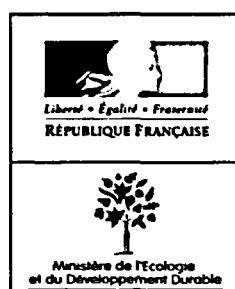
**Proposition de règlement
(document type)**

Plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPR)

Mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles dans le département de l'Hérault

Commune de SAINT-GELY-DU-FESC

Règlement



Titre I- Portée du règlement

Article I-1 Champ d'application

Le présent règlement s'applique à la commune de Saint-Gély-du-Fesc. 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 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 la construction inférieure à leur hauteur à maturité (1,5 fois en cas de rideau d'arbres ou d'arbustes) sauf mise en place d'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 (joints 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 (géo-membrane) ou d'un revêtement étanche (terrasse) dont les eaux de ruissellement seront récupérées par un dispositif 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 supérieure à leur hauteur à maturité (1,5 fois en cas de rideau d'arbres ou d'arbustes) pour toute nouvelle plantation d'arbre ou d'arbuste avide d'eau, sauf mise en place d'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 (joints 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).

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 de l'Hérault à la date du 31 août 2005 (données prim.net)

INSEE	Commune	Période prise en compte	Date arrêté	Date JO
34014	Assas	janvier 1990 à juin 1993	27.12.2000	29.12.2000
		mars 1995 à décembre 1995	27.12.2000	29.12.2000
		mars 1998 à février 1999	27.12.2000	29.12.2000
34022	Baillargues	janvier 1990 à juin 1993	30.04.2002	05.05.2002
		mars 1995 à décembre 1995	30.04.2002	05.05.2002
		mars 1998 à septembre 1999	30.04.2002	05.05.2002
		janvier 2000 à décembre 2000	30.04.2002	05.05.2002
34025	Bassan	février 1999 à juin 1999	27.12.2000	29.12.2000
34028	Bédarieux	janvier 1990 à décembre 1990	11.01.2005	01.02.2005
		mars 1998 à septembre 1999	11.01.2005	01.02.2005
		janvier 2000 à décembre 2000	11.01.2005	01.02.2005
34057	Castelnau-le-Lez	janvier 1999 à septembre 1999	11.01.2005	01.02.2005
		janvier 2000 à décembre 2000	11.01.2005	01.02.2005
34077	Clapiers	mai 1989 à août 1994	28.07.1995	09.09.1995
		mars 1995 à décembre 1995	27.12.2000	29.12.2000
		mars 1998 à février 1999	27.12.2000	29.12.2000
		mars 1999 à septembre 1999	17.12.2002	08.01.2003
		janvier 2000 à décembre 2000	17.12.2002	08.01.2003
34095	Fabrègues	janvier 1991 à décembre 1991	06.07.2001	18.07.2001
		mars 1998 à juin 1999	06.07.2001	18.07.2001
34101	Florensac	janvier 1991 à décembre 1991	30.04.2002	05.05.2002
		mars 1998 à juin 1999	30.04.2002	05.05.2002
34116	Grabels	janvier 1990 à décembre 1990	18.08.1995	08.09.1995
		janvier 1991 à décembre 1995	01.10.1996	17.10.1996
		janvier 1996 à août 1998	19.03.1999	03.04.1999
		septembre 1998 à septembre 1999	01.08.2002	22.08.2002
		janvier 2000 à décembre 2000	01.08.2002	22.08.2002
34120	Jacou	mai 1989 à décembre 1995	01.10.1996	17.10.1996
		mars 1998 à décembre 2000	06.07.2001	18.07.2001
34123	Juvignac	septembre 1989 à août 1993	06.12.1993	28.12.1993
		septembre 1993 à août 1998	19.03.1999	03.04.1999
		septembre 1998 à septembre 1999	25.08.2004	26.08.2004
		janvier 2000 à décembre 2000	25.08.2004	26.08.2004
34134	Lavérune	janvier 1993 à août 1998	19.03.1999	03.04.1999
34153	Les Matelles	janvier 1990 à juin 1993	01.08.2002	22.08.2002
		mars 1995 à décembre 1995	01.08.2002	22.08.2002
		mars 1998 à septembre 1999	01.08.2002	22.08.2002
		janvier 2000 à décembre 2000	01.08.2002	22.08.2002
34150	Marseillan	janvier 1991 à décembre 1991	03.10.2003	19.10.2003
		mars 1998 à juin 1999	03.10.2003	19.10.2003
		janvier 2002 à mars 2002	03.10.2003	19.10.2003
34163	Montarnaud	janvier 1990 à décembre 1991	27.12.2000	29.12.2000
		mars 1998 à juin 1999	27.12.2000	29.12.2000
		janvier 2002 à mars 2002	03.10.2003	19.10.2003
34166	Montblanc	janvier 1988 à décembre 1995	09.12.1996	20.12.1996
		mars 1998 à février 1999	27.12.2000	29.12.2000
34169	Montferrier-sur-Lez	juin 1989 à mai 1997	12.03.1998	28.03.1998
		mars 1998 à février 1999	27.12.2000	29.12.2000

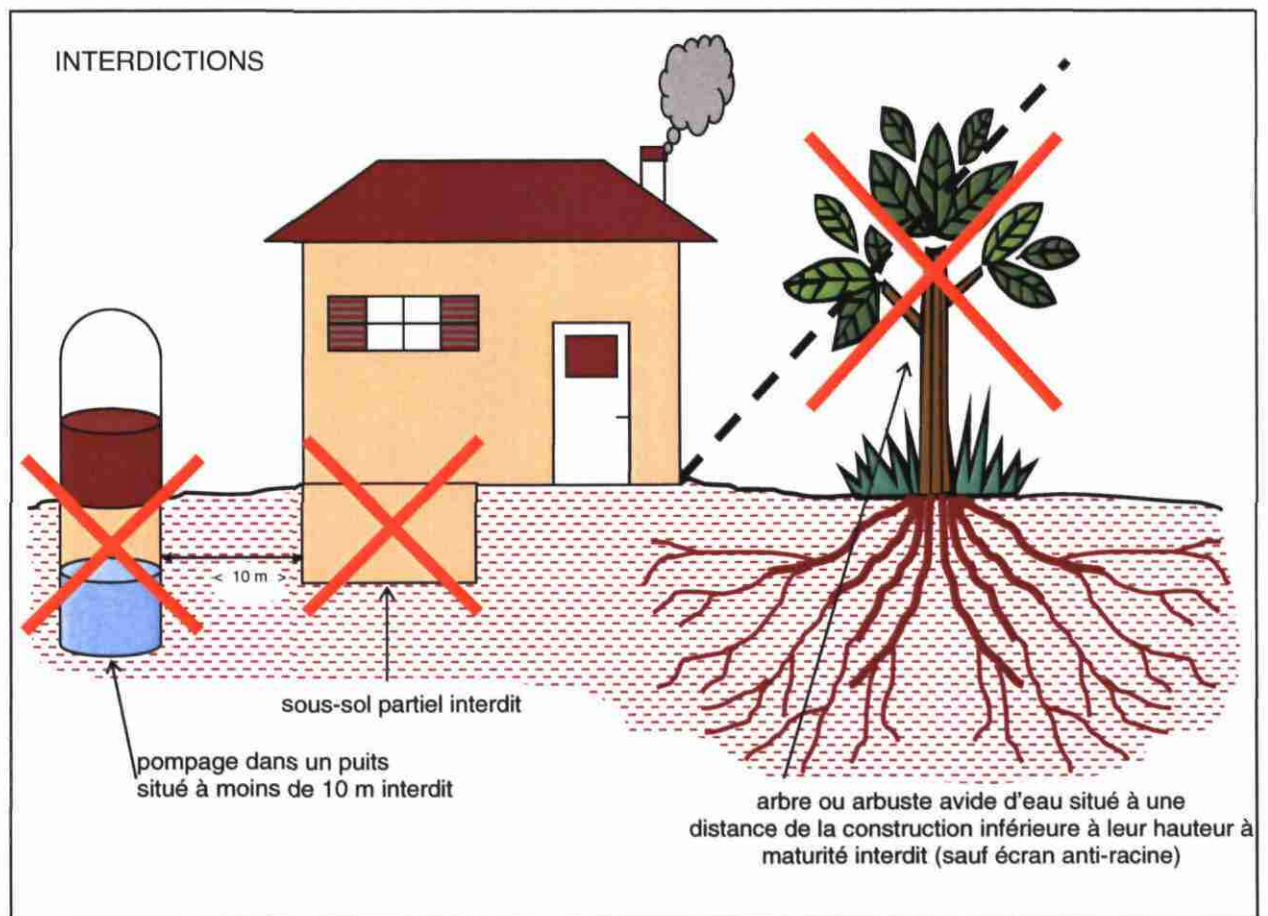
PPR retrait-gonflement des argiles - Commune de Saint-Gély-du-Fesc (Hérault)
NOTE DE PRESENTATION

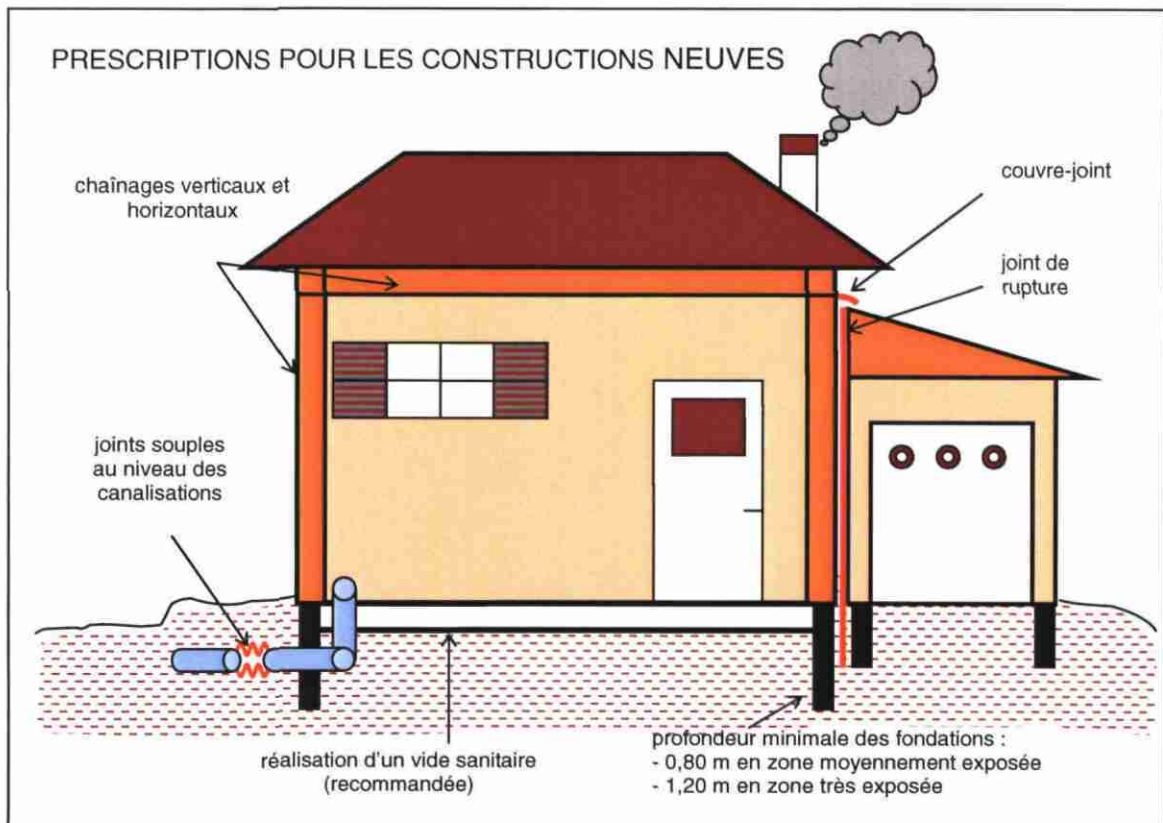
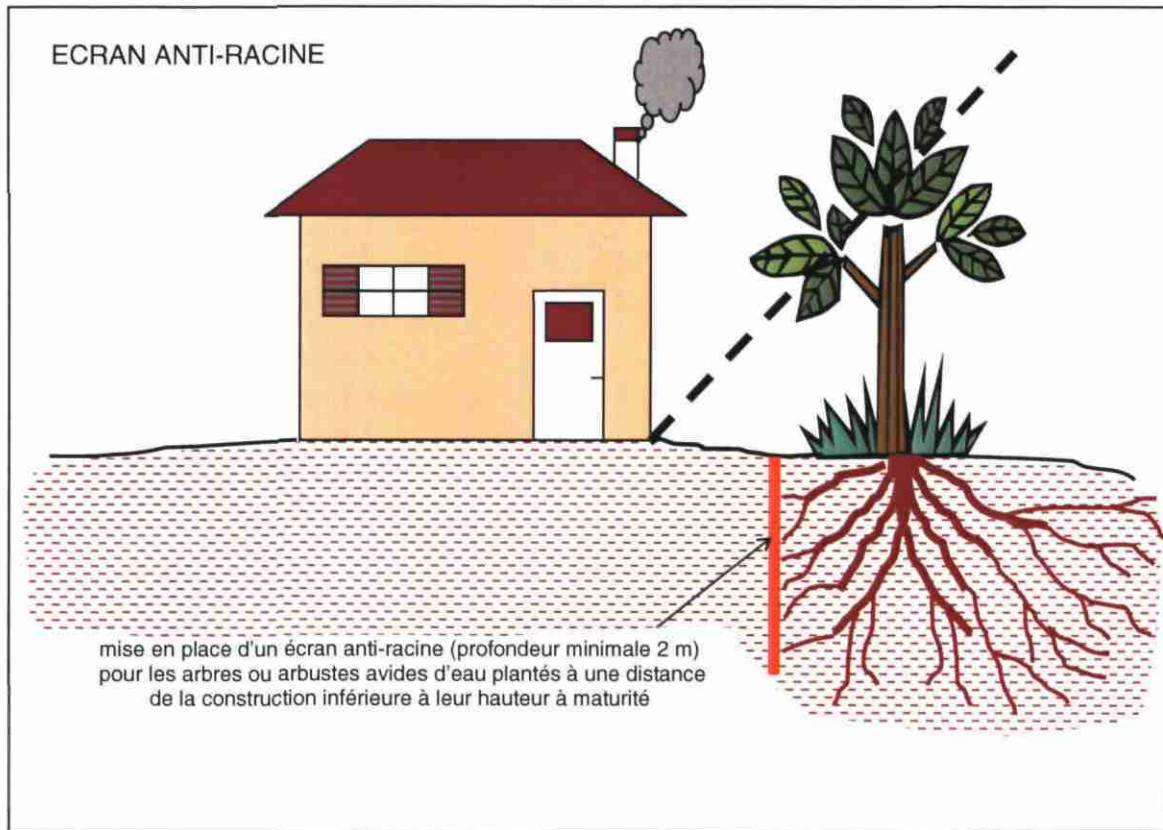
INSEE	Commune	Période prise en compte	Date arrêté	Date JO
34172	Montpellier	mai 1989 à décembre 1991	30.06.1994	09.07.1994
		janvier 1992 à octobre 1997	12.06.1998	01.07.1998
		mars 1998 à février 1999	27.12.2000	29.12.2000
		janvier 2000 à décembre 2000	25.08.2004	26.08.2004
34183	Nissan-lez-Enserune	mars 1998 à février 1999	27.12.2000	29.12.2000
34202	Pignan	mars 1998 à juin 1999	01.08.2002	22.08.2002
34209	Portiragnes	mars 1998 à juin 1999	01.08.2002	22.08.2002
34217	Prades-le-Lez	mai 1989 à décembre 1995	01.10.1996	17.10.1996
		janvier 1996 à août 1998	19.03.1999	03.04.1999
		septembre 1998 à septembre 1999	01.08.2002	22.08.2002
		janvier 2000 à décembre 2000	01.08.2002	22.08.2002
34240	Saint-Aunès	mars 1995 à décembre 1995	27.12.2000	29.12.2000
		mars 1998 à septembre 1999	27.12.2000	29.12.2000
34247	Saint-Clément-de-Rivière	janvier 1990 à juin 1993	27.12.2000	29.12.2000
		mars 1995 à décembre 1995	27.12.2000	29.12.2000
		mars 1998 à août 1999	27.12.2000	29.12.2000
		janvier 2000 à décembre 2000	25.08.2004	26.08.2004
34249	Saint-Drézéry	mars 1995 à décembre 1995	11.01.2005	01.02.2005
		mars 1998 à septembre 1999	11.01.2005	01.02.2005
		janvier 2000 à décembre 2000	11.01.2005	01.02.2005
34255	Saint-Gély-du-Fesc	mai 1989 à mai 1997	15.07.1998	29.07.1998
		mars 1998 à septembre 1999	06.07.2001	18.07.2001
		janvier 2000 à décembre 2000	06.07.2001	18.07.2001
34259	Saint-Georges-d'Orques	mai 1989 à décembre 1995	01.10.1996	17.10.1996
		mars 1998 à août 1999	27.12.2000	29.12.2000
		septembre 1999 à septembre 1999	01.08.2002	22.08.2002
		janvier 2000 à décembre 2000	01.08.2002	22.08.2002
34266	Saint-Jean-de-Cuculles	mars 1999 à septembre 1999	27.12.2000	29.12.2000
34270	Saint-Jean-de-Védas	juin 1989 à mai 1997	12.03.1998	28.03.1998
		mars 1998 à septembre 1999	27.12.2000	29.12.2000
34276	Saint-Mathieu-de-Trévières	mars 1998 à décembre 1998	27.12.2000	29.12.2000
34290	Saint-Vincent-de-Barbeyrargues	janvier 1990 à juin 1993	27.12.2000	29.12.2000
		mars 1995 à décembre 1995	27.12.2000	29.12.2000
		mars 1998 à décembre 1998	27.12.2000	29.12.2000
34300	Servian	mai 1989 à octobre 1997	12.06.1998	01.07.1998
34309	Teyran	janvier 1988 à décembre 1995	09.12.1996	20.12.1996
		janvier 1992 à octobre 1997	12.06.1998	01.07.1998
		janvier 1996 à octobre 1997	12.06.1998	01.07.1998
		mars 1998 à septembre 1999	01.08.2002	22.08.2002
		janvier 2000 à décembre 2000	01.08.2002	22.08.2002
34320	Vailhauquès	janvier 1993 à juin 1993	27.12.2000	29.12.2000
		mars 1995 à décembre 1995	27.12.2000	29.12.2000
		mars 1998 à août 1999	27.12.2000	29.12.2000
34330	Vérargues	mars 1998 à septembre 1999	30.04.2002	05.05.2002
		janvier 2000 à décembre 2000	30.04.2002	05.05.2002
34337	Villeneuve-lès-Maguelone	mai 1989 à décembre 1995	01.10.1996	17.10.1996
		janvier 1996 à août 1998	19.03.1999	03.04.1999
		septembre 1998 à septembre 1999	03.10.2003	19.10.2003
		janvier 2000 à décembre 2000	03.10.2003	19.10.2003
34341	Villeveyrac	mars 1998 à juin 1999	01.08.2002	22.08.2002

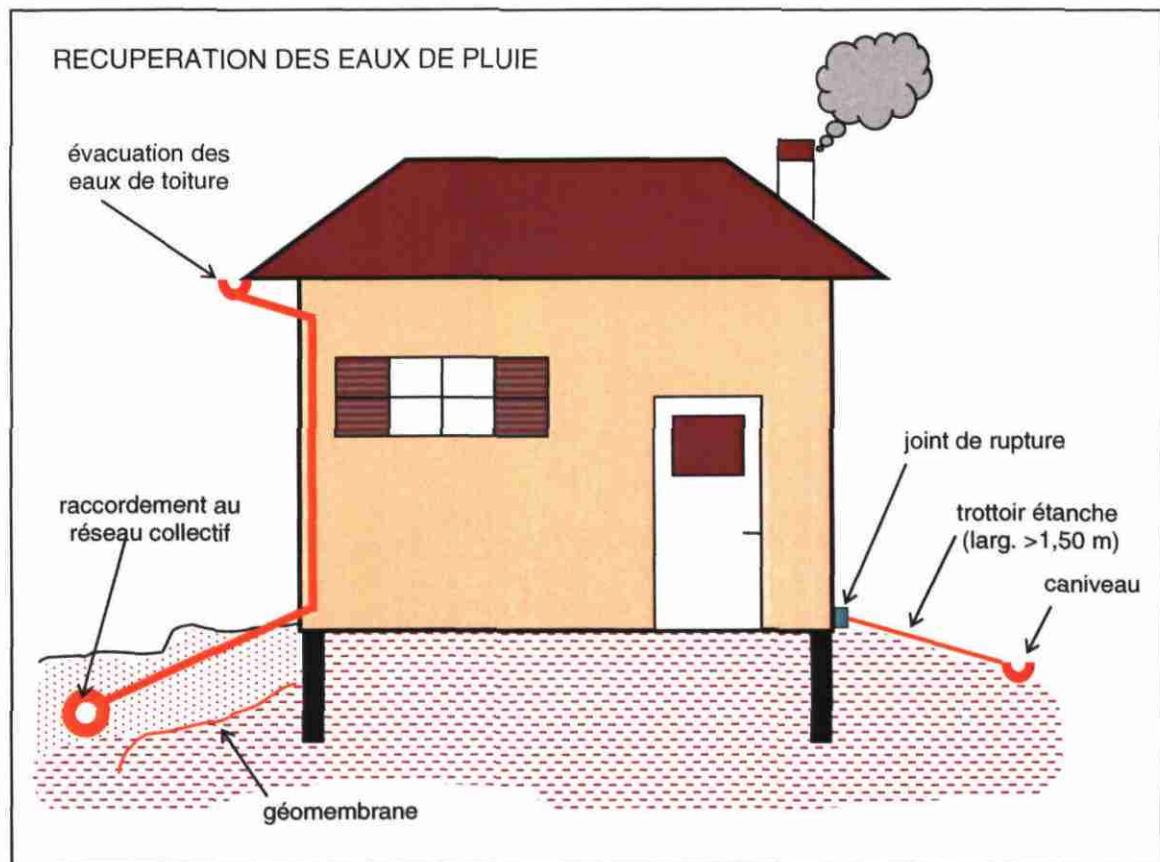
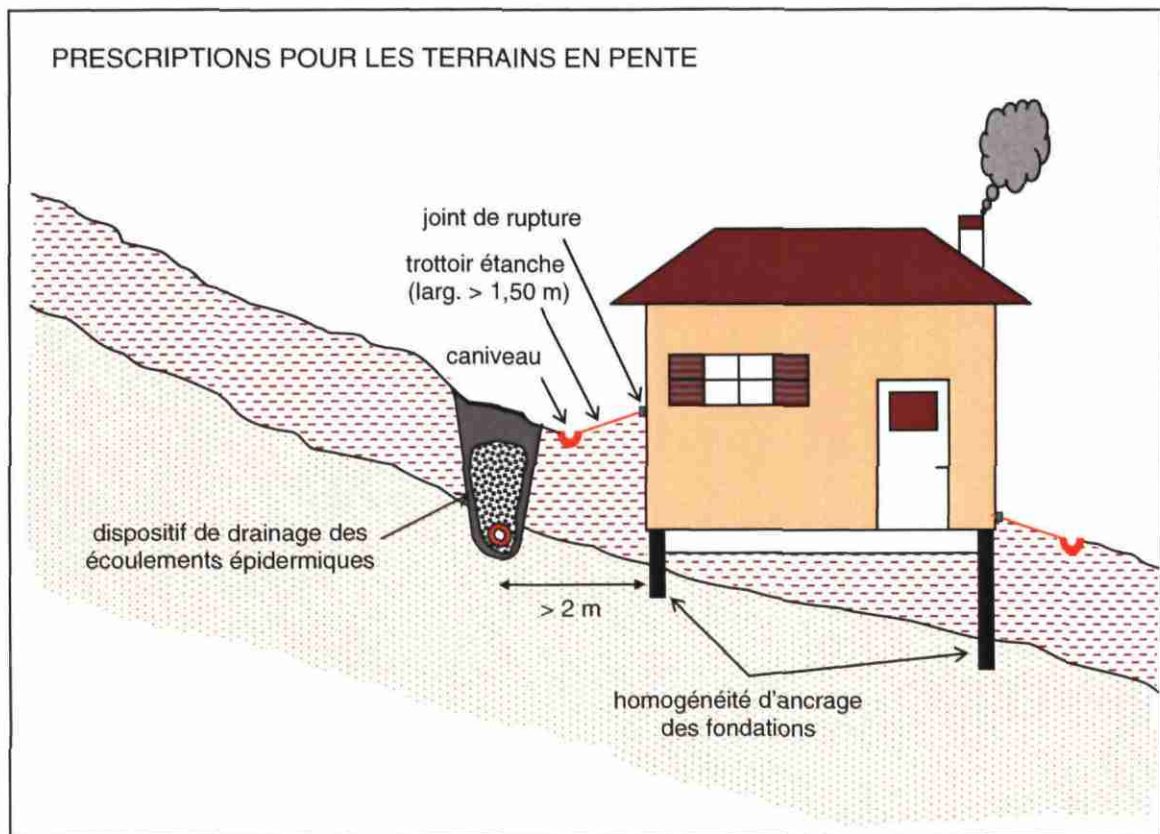
ANNEXE 4

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 les zones réglementées 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.







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	Avant-projet	G 11 Etude préliminaire de faisabilité géotechnique	G 0 préliminaire si nécessaire (1)	G 51
		G 12 Etude de faisabilité géotechnique Phase 1 Phase 2	G 0 détaillée indispensable	G 51
	Projet Assistance Contrat Travaux	G 2 Etude de projet géotechnique Phase 1 Phase 2	G 0 spécifique si nécessaire (1)	G 51
	Exécution	G 3 Etude géotechnique d'exécution	G 0 complémentaire si nécessaire (1)	G 51
G 4 Suivi géotechnique d'exécution			G 52	
Ouvrage existant			G 0 spécifique si nécessaire (1) G 0 spécifique indispensable	G 51 sans sinistre G 52 avec sinistre

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

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'avoisinants ;
- 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 avoisinants).

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 avoisinants), 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 et 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.

PLAN de PREVENTION
 des RISQUES NATURELS

Mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de
 retrait-gonflement des argiles

Commune de SAINT-GELY-DU FESC

ZONAGE REGLEMENTAIRE

Echelle : 1/10 000

Procédure	Prescription	Enquête publique	Approbation
Elaboration	Date	Date	Date



Légende :

ALÉA RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES :

- Zone fortement exposée (B1)
- Zone faiblement à moyennement exposée (B2)

