

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'Aude

BRGM/RP-55901-FR
avril 2008



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'Aude

BRGM/RP-55901-FR
avril 2008

Étude réalisée dans le cadre des opérations
de Service public du BRGM PSP03LRO14

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

Approbateur :

Nom : M. Audibert

Date : 1^{er} avril 2008



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



Mots clés : Aude, 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.**, **Paya H.** et **Vincent M.** (2008) - 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'Aude. Rapport BRGM/RP-55901-FR, 19 p., 3 ill., 1 carte hors texte, 3 ann., 1 CD-Rom.

Synthèse

Le Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement Durables (MEDAD) 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 pour des sinistres dans le cadre du régime d'indemnisation des catastrophes naturelles, le département de l'Aude est situé en 29^{ème} position des départements français les plus touchés (33,1 M€ - données CCR, 2006). A la date du 30 juin 2007, 30 arrêtés interministériels y ont été pris, reconnaissant l'état de catastrophe naturelle pour ce seul aléa dans 117 communes, sur les 438 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-55419-FR, 2007) a ainsi permis de recenser 2 141 bâtiments endommagés au moins une fois par un sinistre imputé au phénomène de retrait-gonflement des argiles, répartis dans 152 communes du département.

Dans la continuité de ce travail, et dans le cadre de la même convention signée entre la Direction Départementale de l'Équipement (DDE) de l'Aude 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 MEDAD.

A ce jour, il n'a pas encore été prescrit de PPR retrait-gonflement spécifique dans le département de l'Aude. La commune de Esperaza a cependant été choisie par la 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'Aude 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'Aude.....	10
illustration 2 - Transcription, pour la commune de Esperaza, de la carte d'aléa en proposition de plan de zonage réglementaire.....	12
illustration 3 - Exemple de hiérarchisation aboutissant à la sélection de 13 communes pour la prescription de PPR.....	14

Liste des annexes

Annexe 1 – Distribution des surfaces communales affectées par l'aléa de retrait-gonflement des argiles Département de l'Aude	
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 Esperaza Proposition de note de présentation (document type)	
Annexe 3 - Exemple de Plan de Prévention des Risques naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles Commune de Esperaza 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 Esperaza - Proposition de zonage réglementaire	
CD-Rom - contenant les plans de zonages des différentes communes du département du Gard (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, début de la procédure d'application de la procédure de catastrophe naturelle pour ces phénomènes, plus de 7 300 communes, réparties dans 90 départements, ont été reconnues au moins une fois en état de catastrophe naturelle pour des mouvements différentiels de terrain liés au retrait-gonflement des argiles. A fin 2006, le coût cumulé d'indemnisation de ces sinistres a été évalué à plus de 4,3 milliards d'euros par la Caisse Centrale de Réassurance (CCR).

L'Aude fait partie des départements touchés par ce phénomène, puisque le coût cumulé d'indemnisation évalué à 33,1 M€ par la CCR (2006) le classe en 29^{ème} position des départements français pour ce critère. En outre, 30 arrêtés interministériels y ont été pris entre 1991 et 2007, reconnaissant l'état de catastrophe naturelle pour ce seul aléa dans 117 communes. Le nombre total d'occurrences (nombre de périodes reconnues en distinguant commune par commune) s'élève actuellement à 179.

Dans le cadre de l'étude d'aléa achevée en 2007 par le BRGM (rapport BRGM RP-55419-FR), 2 141 sites de sinistres, répartis dans 152 communes de l'Aude, ont été recensés.

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, de l'Aménagement et du Développement Durable (MEDAD) 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 tels PPR dans le département de l'Aude. 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 l'Aude, 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 MEDAD, 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 MEDAD.

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 Languedoc-Roussillon et le service Aménagement et Risques Naturels 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'Aude.

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-55419-FR, septembre 2007), 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 complétées par quelques analyses effectuées par le BRGM.

Pour chacune des 32 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).

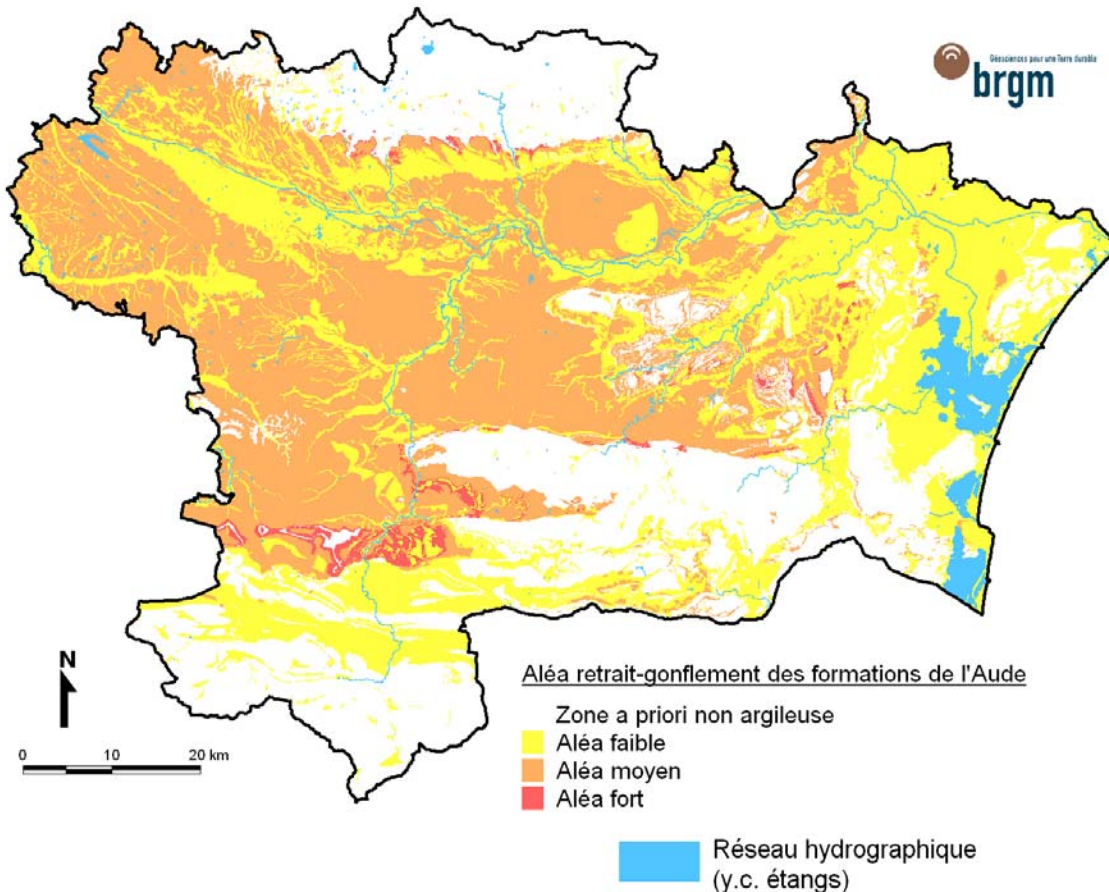


illustration 1 - Carte de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Aude

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 plus des deux tiers du département de l'Aude. La superficie classée en aléa fort est réduite puisqu'elle concerne 1,3 % seulement du territoire départemental, celle considérée en aléa moyen couvre 34,4 % de cette même surface et l'aléa faible représente 33,1 % 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, de l'Aménagement et du Développement Durable (MEDAD).

Le tracé du zonage a ainsi été extrapolé par traitement automatique à partir 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. Le fait que la transposition de la carte d'aléa en plan de zonage ait été faite de manière automatisée peut conduire, dans quelques cas très particuliers, à l'absence de fond topographique affiché en limite des cartes. Si le cas se produit, il peut y être facilement remédié grâce aux fichiers disponibles avec les plans de zonage.

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 MEDAD.

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.

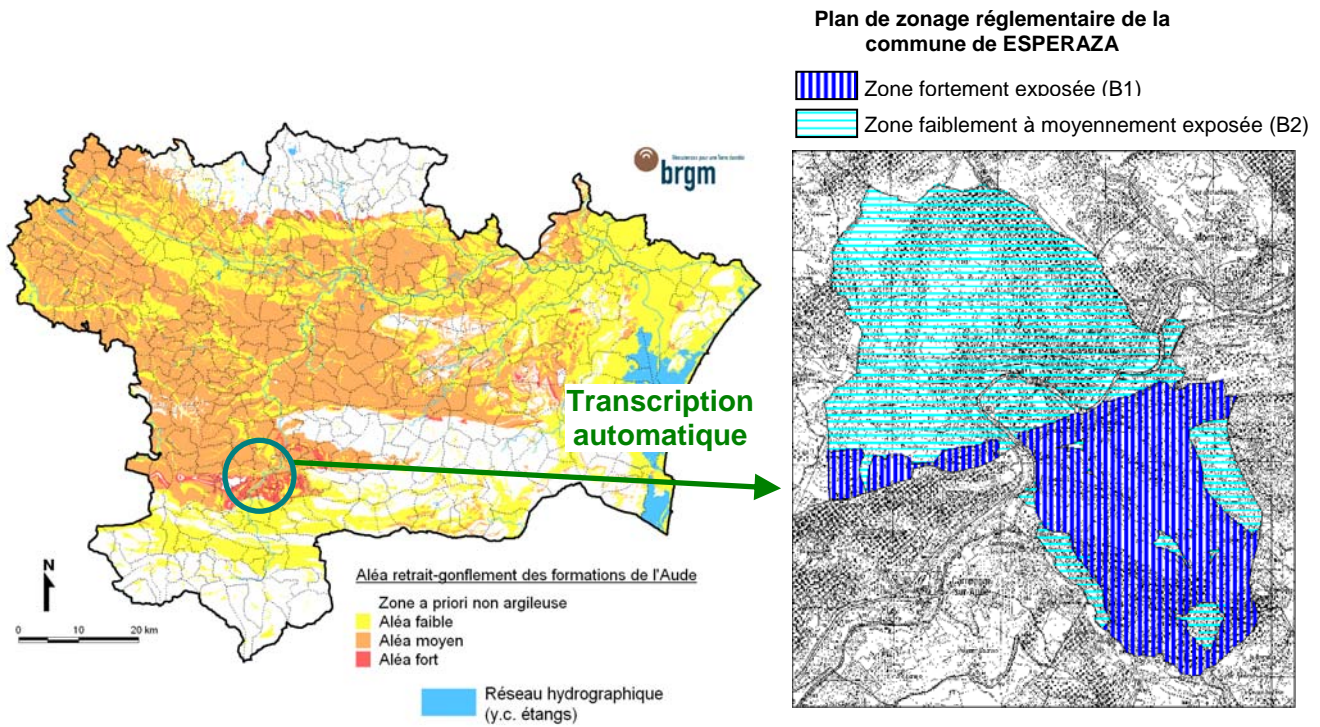


illustration 2 - Transcription, pour la commune de Esperaza, de la carte d'aléa en proposition de plan de zonage réglementaire

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'Aude, 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 Esperaza, 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 438 communes du département la proportion du territoire communal classé en aléa fort, moyen, faible ou a priori nul vis-à-vis de ce phénomène (annexe 1).

Une partie de ces éléments est reprise du rapport BRGM RP-55419/FR qui indique, 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 faudrait 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 communes sur la base des critères suivants :

- au moins deux arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle sécheresse concernant la commune depuis 1989 ;
- au moins 20 sinistres recensés sur la commune dans le cadre de l'étude ;
- une proportion significative (au moins 40 %) 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), treize communes se détachent (illustration 3) dont celle de Esperaza, 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, doit permettre de définir des « bassins de risques » sur lesquels la prescription de PPR peut être envisagée. Cette analyse nécessite la prise en compte de données complémentaires auxquelles le BRGM n'a pas eu accès dans le cadre de la présente étude.

INSEE	Commune	Superficie (km ²)	Surface urbanisée (km ²)	Nombre d'arrêtés CatNat	Durée totale d'état de CatNat (mois)	Nombre de sinistres	Surface en aléa fort (%)	Surface en aléa moyen (%)	Surface en aléa faible (%)	Surface en aléa a priori nul (%)
11010	ANTUGNAC	9,84	0,12	2	27	25		51,5%	47,1%	1,4%
11069	CARCASSONNE	64,95	9,48	3	20	149		58,3%	39,6%	2,1%
11076	CASTELNAUDARY	47,80	3,06	4	36	114		40,7%	58,5%	0,7%
11084	CAUX-ET-SAUZENS	9,15	0,19	3	16	35		59,7%	39,0%	1,3%
11129	ESPERAZA	10,55	0,64	2	119	40	29,1%	47,1%	21,6%	2,3%
11206	LIMOUX	32,37	2,22	2	11	60	0,3%	62,4%	26,2%	11,1%
11272	PALAJA	14,94	0,41	2	11	93		92,6%	7,4%	
11284	PEYRENS	4,95	0,09	2	7	35		76,7%	23,3%	
11313	RICAUD	6,20	0,08	2	39	24		61,6%	38,4%	
11425	VILLEGAILHENC	5,02	0,31	4	37	56		82,7%	17,3%	
11426	VILLEGLY	10,25	0,17	2	11	21		44,3%	52,2%	3,5%
11429	VILLEMOSTAUSSOU	12,65	0,64	3	43	49		63,7%	35,4%	0,9%
11434	VILLEPINTE	15,41	0,27	3	18	34		42,5%	56,5%	1,0%

illustration 3 - Exemple de hiérarchisation aboutissant à la sélection de 13 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 concernées par de tels PPR. La DDE, chargée de l'élaboration 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 Esperaza, avant concertation avec la population et les élus locaux, est présenté en annexe 2.

4. Règlement

L'élaboration d'une proposition de règlement a fait l'objet d'une longue concertation, sous l'égide du MEDAD. Un premier projet de règlement pour les PPR des Deux-Sèvres a été réalisé par le BRGM fin 2000, après concertation avec le MEDAD 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'Aude et présenté en annexe 3 intègre les résultats de cette concertation générale ainsi que certains aménagements proposés ultérieurement à l'issue de concertations avec les différentes DDE engagées dans le processus (en Seine-Saint-Denis, Dordogne, Gers, Vienne et Essonne notamment). Il tient compte aussi des conclusions préliminaires d'un groupe de travail qui s'est réuni en 2007 à l'initiative du MEDAD, 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 MEDAD, 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 75 000 € 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'Aude 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 MEDAD (DPPR/SDPRM) puis appliquée à ce jour dans 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, avec prise en compte d'une marge de sécurité intégrant l'incertitude sur le tracé des limites.

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 Esperaza, présenté sur support papier en annexes et en carte hors-texte, un CD-Rom est fourni avec ce rapport : il contient les propositions de plans de zonage des 438 communes du département de l'Aude (au format MapInfo©), ainsi que les fichiers numériques correspondant aux documents types d'établissement du PPR retrait-gonflement (note de présentation et règlement).

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.

Bouchut J., Vincent M., avec la collaboration de Delpont G. et Tilloloy F. (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 du Tarn et Garonne. Rapport BRGMIRP-51957-FR, 14 p., 2 fig., 3 ann., 1 CD-Rom.

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 **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.

Colas B., avec la collaboration de Le Strat P., Vincent M., Baillet L. (2007) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département de l'Aude. Rapport BRGM/RP-54419-FR. 117 p., 57 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.

Vincent M., Tilloloy F., avec la collaboration de Delpont G. et Roudaut C. (2003) – 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 Haute-Garonne. Rapport BRGMIRP-52524-FR, 14 p., 2 fig., 1 ann., 1 CD-Rom.

**Annexe 1 – Distribution des surfaces
communales affectées par l'aléa retrait-
gonflement des sols argileux**

Département de l'Aude

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département de l'Aude

INSEE	Commune	Superficie (km ²)	Surface urbanisée (km ²)	Nombre d'arrêtés CatNat	Durée totale d'état de CatNat (mois)	Nombre de sinistres	Surface en aléa fort (%)	Surface en aléa moyen (%)	Surface en aléa faible (%)	Surface en aléa a priori nul (%)
11001	AIGUES-VIVES	10,52	0,15	2	17	6		70,1%	29,9%	
11002	AIROUX	5,63	0,06			1		74,3%	25,1%	0,6%
11003	AJAC	5,41	0,06	1	3	10		89,5%	8,6%	1,9%
11004	ALAIGNE	14,37	0,12	2	12	19		89,3%	10,4%	0,2%
11005	ALAIRAC	16,59	0,13	1	3	2		74,9%	25,1%	
11006	ALBAS	22,80	0,04			17	5,1%	39,3%	15,9%	39,7%
11007	ALBIERES	17,39	0,05				3,2%	51,1%	4,2%	41,6%
11008	ALET-LES-BAINS	24,18	0,15	3	114	2	12,1%	55,7%	11,5%	20,6%
11009	ALZONNE	22,12	0,32	1	3	8	0,6%	19,1%	79,3%	1,0%
11010	ANTUGNAC	9,84	0,12	2	27	25		51,5%	47,1%	1,4%
11011	ARAGON	21,38	0,10	2	94	11	0,8%	43,0%	56,0%	0,2%
11012	ARGELIERS	10,87	0,38					2,6%	96,6%	0,7%
11013	ARGENS-MINERVOIS	4,68	0,05			1		37,8%	54,1%	8,0%
11014	ARMISSAN	12,45	0,47			2		10,9%	69,2%	19,8%
11015	ARQUES	18,94	0,09				6,3%	59,9%	12,6%	21,2%
11016	ARQUETTES-EN-VAL	9,60	0,05	1	8	25		75,4%	24,6%	
11017	ARTIGUES	6,52	0,03						85,3%	14,7%
11018	ARZENS	21,82	0,31	1	3	3		61,8%	38,1%	0,1%
11019	AUNAT	10,79	0,08						16,4%	83,6%
11020	AURIAC	21,47	0,03				0,3%	6,3%	11,7%	81,7%
11021	AXAT	11,98	0,22						75,3%	24,7%
11022	AZILLE	24,32	0,46					32,1%	67,1%	0,8%
11023	BADENS	9,91	0,19	1	3			84,5%	15,5%	
11024	BAGES	22,40	0,22					1,8%	52,6%	45,6%
11025	BAGNOLES	5,73	0,06	3	23	13		88,5%	11,5%	
11026	BARAIGNE	4,68	0,04					82,1%	16,7%	1,2%
11027	BARBAIRA	9,35	0,20					34,6%	35,1%	30,3%
11028	BELCAIRE	31,77	0,28					0,0%	30,4%	69,6%
11029	BELCASTEL-ET-BUC	14,53	0,03				4,1%	29,8%	14,6%	51,5%
11030	BELFLOU	9,28	0,06					74,8%	6,0%	19,2%
11031	BELFORT-SUR-REBENTY	5,22	0,05						93,1%	6,9%
11032	BELLEGARDE-DU-RAZES	6,78	0,08	1	3			80,7%	18,8%	0,5%
11033	BELPECH	43,72	0,46	1	3	10		61,5%	37,6%	0,9%
11034	BELVEZE-DU-RAZES	4,58	0,24	1	3	3		69,5%	29,8%	0,6%
11035	BELVIANES-ET-CAVIRAC	11,88	0,10			1			75,6%	24,4%
11036	BELVIS	24,16	0,13					0,6%	56,5%	42,9%
11037	BERRIAC	2,67	0,09	1	3	10		67,3%	31,3%	1,4%
11038	BESSEDE-DE-SAULT	15,43	0,07					0,5%	11,6%	87,9%
11039	LA BEZOLE	6,68	0,01					88,9%	0,1%	10,9%
11040	BIZANET	37,37	0,35				4,8%	17,4%	66,0%	11,8%
11041	BIZE-MINERVOIS	20,92	0,22			8		47,4%	37,2%	15,4%
11042	BLOMAC	8,51	0,05			1		27,6%	70,1%	2,3%
11043	BOUILHONNAC	6,13	0,06	1	3	3		81,3%	18,2%	0,5%
11044	BOUISSE	26,19	0,11				0,1%	10,5%	0,0%	89,4%
11045	BOURIEGE	10,87	0,08			13		59,2%	40,7%	0,0%
11046	BOURIGEOLE	9,30	0,03					95,6%	4,4%	0,0%
11047	LE BOUSQUET	25,98	0,06						1,6%	98,4%
11048	BOUTENAC	23,08	0,22			5		27,3%	64,3%	8,4%
11049	BRAM	17,79	0,84	1	3	4		15,1%	82,0%	2,9%
11050	BRENAC	14,07	0,09			3	44,9%	26,5%	8,6%	20,0%
11051	BREZILHAC	7,24	0,05	1	3	12		92,0%	8,0%	
11052	BROUSSES-ET-VILLARET	11,53	0,13				1,7%	10,9%	4,7%	82,6%
11053	BRUGAIROLLES	8,89	0,06					71,4%	28,6%	0,0%
11054	LES BRUNELS	12,27	0,12	1	3	7		8,7%	7,7%	83,6%
11055	BUGARACH	27,46	0,10			9		0,2%	55,5%	44,3%
11056	CABRESPINE	18,03	0,06					0,2%	2,1%	97,8%
11057	CAHUZAC	3,13	0,02					69,6%	29,6%	0,8%
11058	CAILHAU	10,08	0,08					50,8%	49,2%	0,0%
11059	CAILHAVEL	5,61	0,06					86,1%	13,9%	
11060	CAILLA	7,71	0,02						98,2%	1,8%
11061	CAMBIEURE	3,38	0,05	1	3	16		34,6%	65,4%	
11062	CAMPAGNA-DE-SAULT	10,75	0,03						1,6%	98,4%
11063	CAMPAGNE-SUR-AUDE	6,11	0,15			41	39,7%	40,5%	17,8%	2,0%
11064	CAMPLONG-D'AUDE	12,57	0,07			2	0,3%	26,0%	44,2%	29,5%
11065	CAMPS-SUR-L'AGLY	26,45	0,04					0,5%	47,7%	51,8%
11066	CAMURAC	11,54	0,19						9,4%	90,6%
11067	CANET	13,98	0,29						99,0%	1,0%
11068	CAPENDU	15,92	0,48			2		20,8%	69,3%	9,9%
11069	CARCASSONNE	64,95	9,48	3	20	149		58,3%	39,6%	2,1%
11070	CARLIPA	5,49	0,09	2	10	1		59,8%	40,1%	0,1%

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département de l'Aude

INSEE	Commune	Superficie (km ²)	Surface urbanisée (km ²)	Nombre d'arrêtés CatNat	Durée totale d'état de CatNat (mois)	Nombre de sinistres	Surface en aléa fort (%)	Surface en aléa moyen (%)	Surface en aléa faible (%)	Surface en aléa a priori nul (%)
11071	CASCATEL-DES-CORBIERES	15,65	0,07			2		1,4%	7,0%	91,6%
11072	LA CASSAIGNE	12,45	0,10					49,4%	50,6%	
11073	CASSAIGNES	3,88	0,03	1	3	3	0,4%	68,4%	31,2%	
11074	LES CASSES	7,25	0,08	1	3	10		96,4%	3,6%	
11075	CASTANS	17,29	0,08							100,0%
11076	CASTELNAUDARY	47,80	3,06	4	36	114		40,7%	58,5%	0,7%
11077	CASTELNAU-D'AUDE	7,45	0,09			1		58,1%	38,7%	3,2%
11078	CASTELRENG	11,28	0,07					91,5%	8,5%	
11079	CAUDEBRONDE	6,53	0,05					0,9%	1,3%	97,8%
11080	CAUDEVAl	7,24	0,09					57,4%	42,6%	
11081	CAUNES-MINERVOIS	28,54	0,33	1	3	18	0,5%	13,1%	27,1%	59,3%
11082	CAUNETTE-SUR-LAUQUET	5,10	0,00					33,4%	10,1%	56,5%
11083	CAUNETTES-EN-VAL	8,71	0,03				1,1%	65,3%	19,4%	14,2%
11084	CAUX-ET-SAUZENS	9,15	0,19	3	16	35		59,7%	39,0%	1,3%
11085	CAVANAC	8,96	0,16	1	3	2		63,2%	35,9%	0,8%
11086	CAVES	9,00	0,09			1		2,2%	31,5%	66,4%
11087	CAZALRENOUX	13,71	0,07					55,5%	44,5%	0,1%
11088	CAZILHAC	4,09	0,35	1	20			74,4%	25,6%	
11089	CENNE-MONESTIES	7,75	0,11	1	3	1	1,9%	47,0%	26,8%	24,3%
11090	CEPIE	6,81	0,10	1	3	60		76,8%	22,1%	1,0%
11091	CHALABRE	15,96	0,55					83,4%	15,5%	1,2%
11092	CITOU	17,67	0,07						1,8%	98,2%
11093	LE CLAT	10,52	0,02						16,0%	84,0%
11094	CLERMONT-SUR-LAUQUET	18,65	0,02					97,9%	2,1%	
11095	COMIGNE	9,58	0,08	1	16	21		45,4%	15,3%	39,3%
11096	COMUS	14,43	0,06						15,6%	84,4%
11097	CONILHAC-DE-LA-MONTAGNE	4,66	0,03	1	3			25,8%	74,2%	
11098	CONILHAC-CORBIERES	12,22	0,23	1	16	21		36,1%	63,9%	
11099	CONQUES-SUR-ORBIEL	25,88	0,44			3		46,7%	52,3%	1,0%
11100	CORBIERES	8,73	0,02					81,5%	1,8%	16,7%
11101	COUDONS	9,70	0,04					1,2%	43,0%	55,8%
11102	COUFFOULENS	9,99	0,12					44,0%	52,1%	3,9%
11103	COUZA	6,92	0,44			20	24,3%	53,2%	21,2%	1,3%
11104	COUNOZOULS	27,83	0,05						10,3%	89,7%
11105	COURNANEL	6,40	0,11	1	3	15		29,1%	69,6%	1,3%
11106	COURSAN	24,50	1,52						98,9%	1,1%
11107	COURTAULY	7,82	0,05					71,9%	10,3%	17,7%
11108	LA COURTETE	5,66	0,03					88,0%	11,7%	0,3%
11109	COUSTAUSSA	4,67	0,03				17,7%	52,5%	29,4%	0,4%
11110	COUSTOUGE	9,71	0,04					47,5%	30,7%	21,9%
11111	CRUSCADES	9,72	0,15					4,6%	94,8%	0,7%
11112	CUBIERES-SUR-CINOBLE	14,79	0,04					5,1%	41,5%	53,4%
11113	CUCUGNAN	14,23	0,05					15,5%	35,8%	48,7%
11114	CUMIES	4,10	0,03					80,2%	13,0%	6,8%
11115	CUXAC-CABARDES	25,62	0,29					0,0%	1,1%	98,9%
11116	CUXAC-D'AUDE	21,75	1,13			5	0,9%		96,6%	2,6%
11117	DAVEJEAN	13,60	0,05						3,7%	96,3%
11118	DERNACUEILLETTE	7,86	0,02					1,8%	39,0%	59,2%
11119	LA DIGNE-D'AMONT	3,75	0,06	3	30	11		76,5%	23,5%	
11120	LA DIGNE-D'AVAl	3,21	0,09	1	3	10		51,7%	48,3%	
11121	DONAZAC	5,20	0,04					90,9%	9,1%	
11122	DOUZENS	14,68	0,20					38,9%	37,9%	23,2%
11123	DUILHAC-SOUS-PEYREPERTUSE	21,27	0,05					8,9%	43,0%	48,1%
11124	DURBAN-CORBIERES	25,58	0,16			38	0,6%	2,8%	59,3%	37,3%
11125	EMBRES-ET-CASTELMAURE	32,57	0,07					4,1%	18,0%	77,9%
11126	ESCALES	10,34	0,10					51,7%	47,3%	0,9%
11127	ESCOULOBRE	32,19	0,11						4,0%	96,0%
11128	ESCUEILLENS-ET-SAINT-JUST-DE-BELEGARD	11,69	0,11	1	3	6		92,8%	6,6%	0,6%
11129	ESPERAZA	10,55	0,64	2	119	40	29,1%	47,1%	21,6%	2,3%
11130	ESPEZEL	14,50	0,21						77,7%	22,3%
11131	FA	11,90	0,11			3	33,1%	48,0%	13,2%	5,8%
11132	FABREZAN	28,85	0,39			3	0,3%	33,9%	51,9%	13,9%
11133	FAJAC-EN-VAL	13,94	0,03					99,7%	0,2%	0,1%
11134	FAJAC-LA-RELENQUE	3,71	0,03					78,3%	21,7%	
11135	LA FAJOLLE	15,72	0,03						6,2%	93,8%

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département de l'Aude

INSEE	Commune	Superficie (km ²)	Surface urbanisée (km ²)	Nombre d'arrêtés CatNat	Durée totale d'état de CatNat (mois)	Nombre de sinistres	Surface en aléa fort (%)	Surface en aléa moyen (%)	Surface en aléa faible (%)	Surface en aléa a priori nul (%)
11136	FANJEAUX	24,83	0,30	1	3	8		61,4%	38,5%	0,1%
11137	FELINES-TERMENES	10,33	0,04					0,7%	4,4%	94,9%
11138	FENDEILLE	7,32	0,12	1	3	4		48,4%	51,6%	0,0%
11139	FENOUILLET-DU-RAZES	7,56	0,04	1	3	3		84,7%	15,3%	
11140	FERRALS-LES-CORBIERES	16,09	0,29					20,2%	62,2%	17,6%
11141	FERRAN	6,09	0,05					88,1%	11,9%	
11142	FESTES-ET-SAINT-ANDRE	18,47	0,05					95,7%	4,3%	
11143	FEUILLA	24,16	0,05					3,1%	13,1%	83,7%
11144	FITOU	30,76	0,26					4,3%	24,4%	71,3%
11145	FLEURY	52,11	1,52						64,0%	36,0%
11146	FLOURE	4,59	0,07					43,9%	33,8%	22,3%
11147	FONTANES-DE-SAULT	5,53	0,02						5,5%	94,5%
11148	FONTCOUVERTE	10,19	0,12			6		32,2%	54,2%	13,6%
11149	FONTERS-DU-RAZES	12,62	0,08	1	3	5		91,4%	8,3%	0,2%
11150	FONTIERS-CABARDES	8,80	0,16					0,3%	2,7%	97,0%
11151	FONTIES-D'AUDE	6,12	0,14					37,7%	61,6%	0,7%
11152	FONTJONCOUSE	27,64	0,04				9,1%	34,7%	14,0%	42,2%
11153	LA FORCE	4,71	0,05	1	3	15		63,2%	36,8%	
11154	FOURNES-CABARDES	12,88	0,03					0,6%	0,7%	98,6%
11155	FOURTOU	20,96	0,03						26,5%	73,5%
11156	FRAISSE-CABARDES	7,50	0,04	2	118	9	4,1%	44,5%	0,1%	51,4%
11157	FRAISSE-DES-CORBIERES	19,02	0,08					4,8%	29,0%	66,2%
11158	GAJA-ET-VILLEDIEU	8,04	0,07	1	3	15		66,2%	33,8%	
11159	GAJA-LA-SELVE	11,73	0,07					72,1%	27,4%	0,6%
11160	GALINAGUES	4,25	0,03						17,8%	82,2%
11161	GARDIE	4,80	0,04					92,4%	7,6%	
11162	GENERVILLE	10,34	0,05					89,4%	10,3%	0,3%
11163	GINCLA	7,84	0,03						2,5%	97,5%
11164	GINESTAS	9,45	0,24			6		29,1%	70,4%	0,5%
11165	GINOLES	6,37	0,14						85,3%	14,7%
11166	GOURVIEILLE	3,20	0,03	1	3	3		77,8%	17,6%	4,6%
11167	GRAMAZIE	1,99	0,03	1	3	5		28,5%	69,9%	1,6%
11168	GRANES	5,58	0,04				46,9%	16,7%	34,7%	1,7%
11169	GREFFEIL	14,19	0,02					96,6%	3,4%	
11170	GRIUSSAN	62,63	1,46					1,4%	44,9%	53,8%
11171	GUEYTES-ET-LABASTIDE	5,08	0,02					82,2%	17,8%	
11172	HOMPS	3,09	0,16					15,9%	80,3%	3,8%
11173	HOUNOUX	7,93	0,06					91,0%	8,5%	0,6%
11174	LES ILHES	4,16	0,02						6,0%	94,0%
11175	ISSEL	18,13	0,16	1	3	9		70,2%	22,1%	7,7%
11176	JONQUIERES	13,55	0,02				0,0%	51,5%	31,1%	17,4%
11177	JOUCOU	6,73	0,03						82,5%	17,5%
11178	LABASTIDE-D'ANJOU	8,58	0,26	1	3	1		53,8%	45,3%	0,9%
11179	LABASTIDE-EN-VAL	12,02	0,03					90,0%	10,0%	
11180	LABASTIDE-ESPARBAIRENQUE	17,08	0,06						0,2%	99,8%
11181	LABECEDE-LAURAGAIS	20,49	0,15	2	10	13		26,7%	4,8%	68,6%
11182	LACOMBE	15,54	0,11							100,0%
11183	LADERN-SUR-LAUQUET	25,45	0,07					93,3%	6,5%	0,3%
11184	LAFAGE	12,90	0,07					75,7%	24,3%	0,0%
11185	LAGRASSE	32,33	0,15				2,3%	42,2%	25,9%	29,5%
11186	LAIRIERE	13,47	0,02				2,2%	49,1%	10,0%	38,7%
11187	LANET	8,88	0,03				0,3%	5,0%	0,3%	94,4%
11188	LAPALME	32,00	0,31						39,5%	60,5%
11189	LAPRADE	4,72	0,06							100,0%
11190	LAREDORTE	13,53	0,25					25,1%	73,0%	1,9%
11191	LAROQUE-DE-FA	20,76	0,06						4,3%	95,7%
11192	LASBORDES	15,53	0,22	1	3	5		54,5%	45,3%	0,2%
11193	LASSERRE-DE-PROUILLE	4,37	0,05	1	3	5		90,0%	9,9%	0,1%
11194	LASTOURS	2,86	0,06				1,4%	1,2%	10,7%	86,7%
11195	LAURABUC	8,43	0,11	1	3	5		14,0%	86,0%	
11196	LAURAC	12,10	0,06					90,9%	9,1%	
11197	LAURAGUEL	7,20	0,12	1	20			61,7%	37,9%	0,3%
11198	LAURE-MINERVOIS	40,42	0,32					90,2%	9,1%	0,7%
11199	LAVALETTE	6,76	0,24	2	11	12		53,4%	46,5%	0,2%
11200	LESPINASSIERE	16,71	0,10						1,7%	98,3%
11201	LEUC	11,69	0,16					87,4%	11,9%	0,7%
11202	LEUCATE	47,92	1,75			14		2,0%	42,6%	55,3%
11203	LEZIGNAN-CORBIERES	38,03	2,39					21,1%	77,0%	1,9%
11204	LIGNAIROLLES	7,49	0,03					92,9%	6,9%	0,1%

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département de l'Aude

INSEE	Commune	Superficie (km ²)	Surface urbanisée (km ²)	Nombre d'arrêtés CatNat	Durée totale d'état de CatNat (mois)	Nombre de sinistres	Surface en aléa fort (%)	Surface en aléa moyen (%)	Surface en aléa faible (%)	Surface en aléa a priori nul (%)
11205	LIMOUSIS	10,26	0,08				5,4%	3,1%	11,5%	80,0%
11206	LIMOUX	32,37	2,22	2	11	60	0,3%	62,4%	26,2%	11,1%
11207	LOUPIA	4,63	0,06					70,1%	29,9%	
11208	LA LOUVIERE-LAURAGAIS	6,22	0,06					88,5%	11,4%	0,1%
11209	LUC-SUR-AUDE	7,99	0,06	2	11	17	22,9%	67,5%	9,0%	0,6%
11210	LUC-SUR-ORBIEU	9,84	0,32					0,9%	92,5%	6,6%
11211	MAGRIE	10,26	0,09	2	27	3	0,8%	72,4%	26,7%	
11212	MAILHAC	10,50	0,11					67,8%	21,2%	11,0%
11213	MAISONS	12,28	0,02					4,2%	16,5%	79,3%
11214	MALRAS	4,37	0,10	2	21	2		85,0%	15,0%	
11215	MALVES-EN-MINERVOIS	5,05	0,18	1	3	20		92,0%	8,0%	
11216	MALVIES	7,42	0,09					75,6%	23,8%	0,6%
11217	MARCORIGNAN	5,70	0,28			2			90,7%	9,3%
11218	MARQUEIN	5,68	0,04					78,4%	21,2%	0,3%
11219	MARSA	19,88	0,04						83,4%	16,6%
11220	MARSEILLETTE	11,07	0,18					36,1%	61,3%	2,6%
11221	LES MARTYS	19,30	0,17							100,0%
11222	MAS-CABARDES	9,31	0,09						1,7%	98,2%
11223	MAS-DES-COURS	7,50	0,01					98,7%	1,1%	0,2%
11224	MASSAC	12,29	0,02					4,3%	34,7%	61,0%
11225	MAS-SAINTE-S-PUELLES	28,89	0,26	1	3	10		50,6%	48,6%	0,8%
11226	MAYREVILLE	8,26	0,05					82,0%	17,5%	0,5%
11227	MAYRONNES	12,17	0,01					92,5%	7,3%	0,2%
11228	MAZEROLLES-DU-RAZES	8,56	0,06					75,7%	23,8%	0,5%
11229	MAZUBY	8,81	0,03						16,4%	83,6%
11230	MERIAL	16,54	0,04						4,2%	95,8%
11231	MEZERVILLE	7,63	0,05					85,2%	14,3%	0,5%
11232	MIRAVAL-CABARDES	12,63	0,04					0,6%	0,9%	98,5%
11233	MIREPEISSET	5,25	0,10						98,2%	1,8%
11234	MIREVAL-LAURAGAIS	10,63	0,08	1	3			43,7%	55,9%	0,5%
11235	MISSEGRE	7,45	0,06						2,6%	97,4%
11236	MOLANDIER	20,58	0,18					64,7%	34,7%	0,6%
11238	MOLLEVILLE	3,58	0,02					76,5%	20,6%	2,9%
11239	MONTAURIOL	8,32	0,05					85,8%	13,8%	0,4%
11240	MONTAZELS	4,43	0,19	3	114	11	6,6%	55,1%	34,7%	3,6%
11241	MONTBRUN-DES-CORBIERES	10,65	0,10					67,3%	32,7%	0,1%
11242	MONTCLAR	11,59	0,06	1	3	10		100,0%		
11243	MONTFERRAND	17,81	0,18	1	3	15		68,8%	29,9%	1,3%
11244	MONTFORT-SUR-BOULZANE	33,99	0,08						0,6%	99,4%
11245	MONTGAILLARD	16,80	0,03					4,7%	34,7%	60,5%
11246	MONTGRADAIL	4,46	0,05					89,1%	10,8%	0,1%
11247	MONTHAUT	6,97	0,02					98,4%	1,3%	0,3%
11248	MONTIRAT	13,09	0,06	1	3	4		97,3%	1,9%	0,8%
11249	MONTJARDIN	14,51	0,04			2		96,4%	3,5%	0,1%
11250	MONTJOI	7,39	0,02						10,4%	89,6%
11251	MONTLAUR	35,03	0,22	1	3		0,6%	38,0%	29,6%	31,9%
11252	MONTMAUR	13,20	0,16					97,1%	2,9%	0,0%
11253	MONTOLIEU	24,62	0,39				7,5%	22,7%	30,2%	39,6%
11254	MONTREAL	56,22	0,46	1	3	6		58,8%	40,8%	0,4%
11255	MONTREDON-DES-CORBIERES	17,37	0,32					3,5%	57,0%	39,6%
11256	MONTSERET	11,37	0,17			1	2,0%	65,1%	26,1%	6,7%
11257	MONZE	14,61	0,06					32,0%	25,6%	42,4%
11258	MOUSSAN	15,08	0,32			62		5,9%	88,9%	5,2%
11259	MOUSSOULENS	19,52	0,21	1	3	3		40,0%	59,6%	0,4%
11260	MOUTHOMET	13,94	0,05					11,4%	1,2%	87,4%
11261	MOUX	16,03	0,20	1	1	6		42,1%	29,4%	28,5%
11262	NARBONNE	174,35	10,02	1	26			4,7%	69,6%	25,8%
11263	NEBIAS	12,94	0,12			4	4,1%	52,6%	34,6%	8,8%
11264	NEVIAN	14,37	0,25					2,7%	69,4%	27,9%
11265	NIORT-DE-SAULT	22,02	0,04						11,8%	88,2%
11266	PORT-LA-NOUVELLE	37,75	1,86						38,2%	61,8%
11267	ORNAISONS	10,79	0,33				0,9%	9,3%	80,6%	9,1%
11268	ORSANS	10,30	0,08					59,9%	39,7%	0,4%
11269	OUVEILLAN	30,04	0,59				0,8%		98,2%	0,9%
11270	PADERN	30,03	0,06					16,7%	36,7%	46,6%
11271	PALAIRAC	18,36	0,03						3,4%	96,6%
11272	PALAJA	14,94	0,41	2	11	93		92,6%	7,4%	

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département de l'Aude

INSEE	Commune	Superficie (km ²)	Surface urbanisée (km ²)	Nombre d'arrêtés CatNat	Durée totale d'état de CatNat (mois)	Nombre de sinistres	Surface en aléa fort (%)	Surface en aléa moyen (%)	Surface en aléa faible (%)	Surface en aléa a priori nul (%)
11273	PARAZA	9,51	0,16				1,3%	33,7%	50,0%	15,0%
11274	PAULIGNE	6,36	0,09	2	12	19		82,7%	17,3%	
11275	PAYRA-SUR-L'HERS	25,26	0,09					83,7%	15,8%	0,5%
11276	PAZIOLS	28,25	0,20					2,5%	48,0%	49,5%
11277	PECHARIC-ET-LE-PY	5,92	0,02			1		69,8%	29,0%	1,2%
11278	PECH-LUNA	6,77	0,07					60,8%	39,0%	0,2%
11279	PENNAUTIER	18,48	0,44	4	37	15		71,1%	28,1%	0,8%
11280	PEPIEUX	10,21	0,28					23,7%	75,7%	0,6%
11281	PEXIORA	13,65	0,24	1	3	18		1,8%	97,8%	0,4%
11282	PEYREFITTE-DU-RAZES	6,88	0,04					83,0%	13,0%	4,0%
11283	PEYREFITTE-SUR-L'HERS	6,67	0,03					93,1%	6,4%	0,5%
11284	PEYRENS	4,95	0,09	2	7	35		76,7%	23,3%	
11285	PEYRIAC-DE-MER	35,25	0,25						60,8%	39,2%
11286	PEYRIAC-MINERVOIS	10,17	0,01					32,7%	65,1%	2,2%
11287	PEYROLLES	14,92	0,03				30,3%	46,3%	13,5%	9,9%
11288	PEZENS	11,26	0,32	2	105	32	0,4%	39,2%	59,1%	1,4%
11289	PIEUSSE	13,34	0,20			29		79,5%	19,8%	0,7%
11290	PLAIGNE	13,66	0,11					69,9%	29,9%	0,2%
11291	PLAVILLA	12,66	0,05	1	3	1		92,8%	7,0%	0,2%
11292	LA POMAREDE	13,36	0,10					89,4%	5,0%	5,7%
11293	POMAS	10,62	0,13	1	3	4		72,4%	26,4%	1,2%
11294	POMY	6,08	0,02					97,4%	2,6%	0,0%
11295	PORTEL-DES-CORBIERES	34,81	0,26				0,1%	0,1%	65,3%	34,5%
11296	POUZOLS-MINERVOIS	10,21	0,18	3	33	6		52,4%	25,3%	22,3%
11297	PRADELLES-CABARDES	21,31	0,15							100,0%
11298	PRADELLES-EN-VAL	16,60	0,08	1	3	3		34,2%	30,6%	35,2%
11299	PREIXAN	8,55	0,11					74,7%	23,3%	2,0%
11300	PUGINIER	6,91	0,07	1	3	1		91,4%	8,5%	0,1%
11301	PUICHERIC	13,87	0,25			9		57,0%	40,8%	2,2%
11302	PUILAURENS	33,55	0,16						60,2%	39,8%
11303	PUIVERT	42,63	0,32				11,2%	55,5%	21,9%	11,4%
11304	QUILLAN	21,92	1,16			23	3,9%	2,6%	82,9%	10,6%
11305	QUINTILLAN	16,45	0,03						1,4%	98,6%
11306	QUIRBAJOU	13,98	0,03						41,5%	58,5%
11307	RAISSAC-D'AUDE	6,36	0,09						97,2%	2,8%
11308	RAISSAC-SUR-LAMPY	5,40	0,07	2	51	4	1,6%	23,9%	73,9%	0,6%
11309	RENNES-LE-CHATEAU	14,98	0,06				39,2%	20,5%	40,3%	
11310	RENNES-LES-BAINS	19,21	0,10	3	13	14	0,9%	10,1%	30,1%	59,0%
11311	RIBAUTE	9,51	0,06				2,3%	35,6%	40,7%	21,4%
11312	RIBOUISSE	10,54	0,06	1	3	6		69,8%	30,1%	0,1%
11313	RICAUD	6,20	0,08	2	39	24		61,6%	38,4%	
11314	RIEUX-EN-VAL	7,33	0,04				0,4%	48,7%	22,6%	28,3%
11315	RIEUX-MINERVOIS	21,89	0,39			13		44,9%	54,8%	0,3%
11316	RIVEL	24,79	0,18				13,5%	49,1%	13,0%	24,4%
11317	RODOME	11,97	0,10						13,2%	86,8%
11318	ROQUECOURBE-MINERVOIS	3,66	0,03					79,2%	19,8%	1,0%
11319	ROQUEFERE	8,27	0,05						1,1%	98,9%
11320	ROQUEFEUIL	22,68	0,24					3,3%	64,2%	32,5%
11321	ROQUEFORT-DE-SAULT	22,23	0,11						2,8%	97,2%
11322	ROQUEFORT-DES-CORBIERES	45,34	0,21						40,1%	59,9%
11323	ROQUETAILLADE	11,68	0,08	1	84	26	0,1%	84,7%	15,2%	
11324	ROUBIA	7,54	0,18					34,0%	60,9%	5,1%
11325	ROUFFIAC-D'AUDE	5,53	0,09	2	119	6		75,3%	22,3%	2,4%
11326	ROUFFIAC-DES-CORBIERES	15,96	0,04					7,8%	29,7%	62,6%
11327	ROULLENS	8,15	0,08	1	3	15		96,7%	3,2%	0,1%
11328	ROUTIER	11,81	0,08					74,7%	25,3%	0,0%
11329	ROUVENAC	12,70	0,09				16,9%	55,0%	5,8%	22,3%
11330	RUSTIQUES	6,55	0,09					87,0%	13,0%	
11331	SAINT-AMANS	8,61	0,04					91,5%	8,3%	0,2%
11332	SAINT-ANDRE-DE-ROQUELONGUE	29,97	0,24			7	5,5%	24,9%	58,4%	11,2%
11333	SAINT-BENOIT	21,38	0,07					78,0%	5,2%	16,8%
11334	SAINTE-CAMELLE	9,87	0,05					85,3%	14,5%	0,2%
11335	SAINTE-COLOMBE-SUR-GUETTE	21,16	0,05						4,3%	95,7%
11336	SAINTE-COLOMBE-SUR-L'HERS	10,99	0,29			7		81,6%	17,9%	0,5%

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département de l'Aude

INSEE	Commune	Superficie (km ²)	Surface urbanisée (km ²)	Nombre d'arrêtés CatNat	Durée totale d'état de CatNat (mois)	Nombre de sinistres	Surface en aléa fort (%)	Surface en aléa moyen (%)	Surface en aléa faible (%)	Surface en aléa a priori nul (%)
11337	SAINT-COUAT-D'AUDE	5,39	0,08					47,9%	48,9%	3,2%
11338	SAINT-COUAT-DU-RAZES	6,60	0,02					98,0%	2,0%	
11339	SAINT-DENIS	8,58	0,18						3,6%	96,4%
11340	SAINTE-EULALIE	6,41	0,09	1	3	15		36,1%	61,9%	2,0%
11341	SAINT-FERRIOL	10,07	0,07				42,1%	4,4%	47,2%	6,4%
11342	SAINT-FRICHOUX	6,36	0,06					51,3%	48,7%	
11343	SAINT-GAUDERIC	11,45	0,03					84,5%	14,4%	1,1%
11344	SAINT-HILAIRE	23,74	0,18					89,8%	9,3%	0,9%
11345	SAINT-JEAN-DE-BARROU	7,55	0,08						48,2%	51,8%
11346	SAINT-JEAN-DE-PARACOL	7,30	0,04				9,1%	87,9%	1,9%	1,1%
11347	SAINT-JULIA-DE-BEC	14,16	0,05						86,1%	13,9%
11348	SAINT-JULIEN-DE-BRIOLA	11,70	0,06	1	3	4		52,9%	47,1%	
11350	SAINT-JUST-ET-LE-BEZU	13,84	0,02					2,1%	67,8%	30,1%
11351	SAINT-LAURENT-DE-LA-CABRERISSE	25,27	0,23				6,6%	56,5%	26,9%	10,0%
11352	SAINT-LOUIS-ET-PARAHOU	15,97	0,05					0,8%	73,6%	25,5%
11353	SAINT-MARCEL-SUR-AUDE	8,42	0,38			2			97,7%	2,3%
11354	SAINT-MARTIN-DES-PUITS	7,09	0,00					95,3%	3,0%	1,6%
11355	SAINT-MARTIN-DE-VILLEREGLAN	9,63	0,08					71,5%	28,5%	
11356	SAINT-MARTIN-LALANDE	12,65	0,26	2	32	36		30,6%	68,3%	1,1%
11357	SAINT-MARTIN-LE-VIEIL	13,65	0,10				4,1%	55,0%	38,1%	2,8%
11358	SAINT-MARTIN-LYS	10,23	0,02						54,0%	46,0%
11359	SAINT-MICHEL-DE-LANES	12,99	0,12					71,4%	28,6%	
11360	SAINT-NAZAIRE-D'AUDE	8,71	0,30					8,4%	88,6%	3,0%
11361	SAINT-PAPOUL	27,31	0,30	3	24	18		60,2%	31,5%	8,3%
11362	SAINT-PAULET	7,47	0,10					99,5%	0,4%	
11363	SAINT-PIERRE-DES-CHAMPS	16,63	0,07	1	3	4		83,3%	15,7%	1,0%
11364	SAINT-POLYCARPE	14,07	0,06	1	3	5	1,4%	58,6%	11,3%	28,7%
11365	SAINT-SERNIN	6,79	0,02					90,2%	9,4%	0,4%
11366	SAINTE-VALIERE	6,53	0,08					74,0%	26,0%	
11367	SAISSAC	59,11	0,44				1,1%	5,0%	7,7%	86,2%
11368	SALLELES-CABARDES	7,07	0,03				10,7%	17,6%	18,6%	53,1%
11369	SALLELES-D'AUDE	12,57	0,51					0,5%	95,4%	4,0%
11370	SALLES-D'AUDE	18,24	0,74						90,7%	9,3%
11371	SALLES-SUR-L'HERS	19,94	0,22					81,5%	18,2%	0,3%
11372	SALSIGNE	11,85	0,13				11,2%	34,6%	19,4%	34,8%
11373	SALVEZINES	20,07	0,06						7,0%	93,0%
11374	SALZA	8,48	0,02							100,0%
11375	SEIGNALENS	6,35	0,03					92,9%	6,6%	0,5%
11376	LA SERPENT	10,04	0,06			2		97,8%	2,2%	
11377	SERRES	4,28	0,03				19,4%	46,2%	15,9%	18,5%
11378	SERVIES-EN-VAL	6,71	0,10	1	3	24		47,6%	43,3%	9,1%
11379	SIGEAN	40,28	0,77			1			75,2%	24,8%
11380	SONNAC-SUR-L'HERS	13,69	0,08					73,1%	10,6%	16,2%
11381	SOUGRAIGNE	18,92	0,03					6,7%	44,6%	48,7%
11382	SOUILHANELS	2,79	0,07	1	3	17		66,7%	33,3%	
11383	SOUILHE	4,35	0,09	1	3	10		61,2%	38,8%	
11384	SOULATGE	24,65	0,04					8,3%	35,0%	56,7%
11385	SOUPEX	7,54	0,12	1	3	16		70,9%	29,0%	
11386	TALAIRAN	37,78	0,14					57,6%	20,5%	21,9%
11387	TAURIZE	8,60	0,03					91,4%	8,6%	
11388	TERMES	19,02	0,02				5,5%	16,9%	1,5%	76,1%
11389	TERROLES	6,89	0,01					6,2%		93,8%
11390	THEZAN-DES-CORBIERES	26,43	0,18				7,7%	49,5%	18,1%	24,7%
11391	LA TOURETTE-CABARDES	5,09	0,02					0,1%	0,2%	99,7%
11392	TOURNISSAN	11,98	0,09				5,6%	57,2%	21,5%	15,7%
11393	TOUROUZELLE	14,29	0,16					31,4%	48,0%	20,6%
11394	TOURREILLES	6,43	0,04					82,5%	17,5%	
11395	TRASSANEL	4,48	0,02							100,0%
11396	TRAUSSE	11,01	0,13					18,5%	49,1%	32,4%
11397	TREBES	17,92	1,27	1	3	10		37,0%	58,3%	4,7%
11398	TREILLES	12,55	0,05					5,4%	13,8%	80,7%
11399	TREVILLE	5,44	0,04	1	3	4		95,9%	3,6%	0,6%
11400	TREZIERS	6,56	0,04					26,6%	15,4%	58,0%
11401	TUCHAN	59,47	0,30					2,2%	35,3%	62,5%
11402	VALMIGERE	6,00	0,03				0,1%			99,9%
11404	VENTENAC-CABARDES	10,80	0,15	2	87	13	0,2%	53,9%	45,3%	0,7%
11405	VENTENAC-EN-MINERVOIS	6,12	0,08			25		53,3%	44,1%	2,7%

Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département de l'Aude

INSEE	Commune	Superficie (km ²)	Surface urbanisée (km ²)	Nombre d'arrêtés CatNat	Durée totale d'état de CatNat (mois)	Nombre de sinistres	Surface en aléa fort (%)	Surface en aléa moyen (%)	Surface en aléa faible (%)	Surface en aléa a priori nul (%)
11406	VERAZA	15,07	0,03				6,2%	31,6%	3,1%	59,0%
11407	VERDUN-EN-LAURAGAIS	20,66	0,15					4,4%	16,6%	79,0%
11408	VERZEILLE	5,46	0,08					82,5%	16,4%	1,1%
11409	VIGNEVIEILLE	16,86	0,03				3,8%	41,2%	10,9%	44,0%
11410	VILLALIER	8,01	0,20	3	23	14		60,7%	38,4%	1,0%
11411	VILLANIERE	7,21	0,06						2,1%	97,9%
11412	VILLARDEBELLE	13,41	0,04					0,0%	0,5%	99,5%
11413	VILLARDONNEL	17,12	0,11				8,7%	13,8%	5,7%	71,7%
11414	VILLAR-EN-VAL	11,84	0,03					92,2%	7,8%	
11415	VILLAR-SAINT-ANSELME	6,06	0,03					100,0%		
11416	VILLARZEL-CABARDES	6,65	0,04	3	13	11		97,7%	2,3%	
11417	VILLARZEL-DU-RAZES	12,98	0,04	1	3	2		100,0%		
11418	VILLASAVARY	34,12	0,30	1	3	13		46,3%	53,6%	0,1%
11419	VILLAUTOU	6,09	0,04					87,5%	12,4%	0,1%
11420	VILLEBAZY	12,57	0,02					99,7%	0,3%	
11421	VILLEDAGNE	2,48	0,18						99,4%	0,6%
11422	VILLEDUBERT	3,23	0,09					50,4%	43,3%	6,3%
11423	VILLEFLOURE	17,34	0,04					97,5%	2,5%	
11424	VILLEFORT	12,70	0,04					94,4%	5,5%	0,1%
11425	VILLEGAILHENC	5,02	0,31	4	37	56		82,7%	17,3%	
11426	VILLEGLY	10,25	0,17	2	11	21		44,3%	52,2%	3,5%
11427	VILLELONGUE-D'AUDE	13,52	0,10					88,8%	7,6%	3,6%
11428	VILLEMAGNE	10,95	0,11					4,2%	11,6%	84,2%
11429	VILLEMOSTAUSSOU	12,65	0,64	3	43	49		63,7%	35,4%	0,9%
11430	VILLENEUVE-LA-COMPTAL	15,58	0,37	1	3	25		60,1%	39,8%	0,1%
11431	VILLENEUVE-LES-CORBIERES	24,29	0,08					2,1%	2,3%	95,6%
11432	VILLENEUVE-LES-MONTREAL	2,15	0,04	1	3	2		74,6%	25,4%	
11433	VILLENEUVE-MINERVOIS	24,52	0,22	4	32	16	1,1%	16,0%	17,4%	65,5%
11434	VILLEPINTE	15,41	0,27	3	18	34		42,5%	56,5%	1,0%
11435	VILLEROUGE-TERMENES	19,98	0,05				3,0%	24,6%	0,8%	71,5%
11436	VILLESEQUE-DES-CORBIERES	31,92	0,09				0,6%	3,0%	39,7%	56,8%
11437	VILLESEQUELANDE	5,38	0,14	2	12	4		53,6%	44,4%	2,0%
11438	VILLESISCLE	5,64	0,06					20,1%	79,9%	
11439	VILLESPIY	6,62	0,12	1	3	6		58,2%	38,9%	2,9%
11440	VILLETRITOUIS	4,81	0,02					85,7%	14,3%	
11441	VINASSAN	8,87	0,59			2			82,7%	17,3%

**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 Esperaza

**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'Aude

Commune de Esperaza

Note de présentation



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

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



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



Direction
Départementale
de l'Équipement
Aude



Géosciences pour une Terre durable

brgm

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	7
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	10
6. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES PREVENTIVES.....	10

LISTE DES ILLUSTRATIONS

illustration 1 - Carte synthétique des formations argileuses et marneuses de l'Aude	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'Aude	9

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Description succincte des formations argileuses et marneuses affleurant dans le département de l'Aude	
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'Aude à la date du 30 juin 2007	
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 7 300 communes françaises, réparties dans 90 départements ont ainsi été reconnues au moins une fois en état de catastrophe naturelle. Le coût cumulé d'indemnisation de ces sinistres a été évalué à 4,3 milliards d'euros sur la période 1989-2006 par la Caisse Centrale de Réassurance.

L'Aude fait partie des départements touchés puisqu'il est situé en 29^{ème} position en terme de coût cumulé des indemnités versées pour des sinistres de ce type à l'échelle nationale. A la date du 30 juin 2007, 30 arrêtés interministériels y ont été pris, reconnaissant l'état de catastrophe naturelle pour cet aléa et pour des périodes comprises entre le 1^{er} août 1988 et le 30 septembre 2007 dans 117 communes, sur les 438 que compte le département. Dans le cadre de l'étude d'aléa achevée en septembre 2007 par le BRGM, 2 141 sites de sinistres, répartis dans 152 communes de l'Aude, 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 exposées 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 sols argileux, les zones concernées, même soumises à un aléa considéré comme élevé, restent constructibles. Les prescriptions imposées sont, pour l'essentiel, des règles de bon sens dont la mise en œuvre n'engendre qu'un surcoût relativement modique, mais dont le respect permet de réduire considérablement les désordres causés au bâti même en présence de terrains fortement 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 Esperaza (département de l'Aude).

2.2. Contexte naturel départemental

2.2.1. Situation géographique

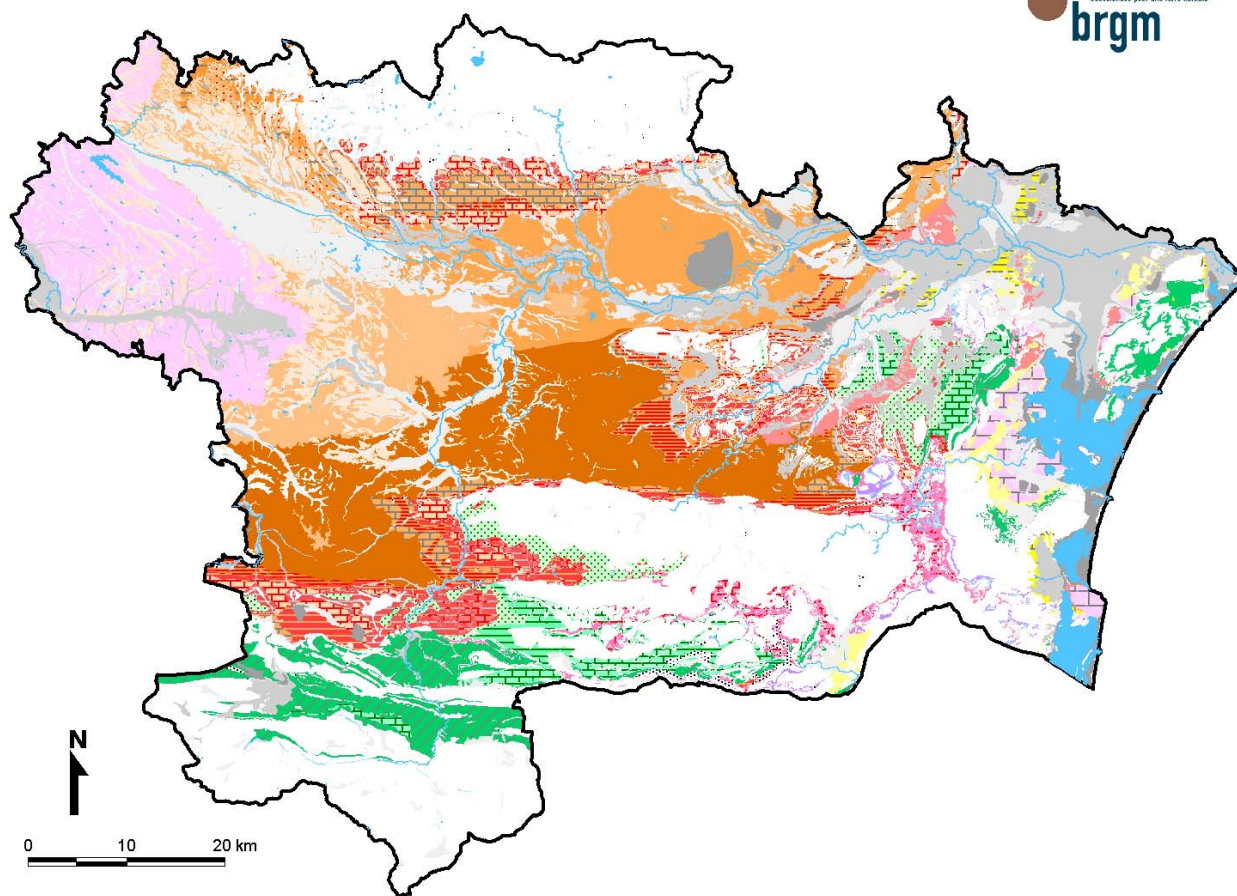
Le département de l'Aude est divisé en 438 communes et couvre une superficie d'environ 6 332 km². Il comptait une population de 337 000 habitants en 2004 (estimation INSEE). La densité de population y est de 52 hab./km². A l'exception de Carcassonne et de Narbonne (plus de 40 000 habitants) le département comprend des villes de moyenne importance.

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'Aude, 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 plus des deux tiers de la superficie du département sont concernés par des formations à dominante argileuse plus ou moins marquée, et donc soumis à un risque de retrait-gonflement plus ou moins élevé. Au total 32 formations argileuses ou marneuses ont été identifiées à l'échelle départementale.



Formations argileuses et marneuses identifiées

-  F001 : Alluvions, colluvions et remblais peu argileux (Q-FC1)
-  F002 : Alluvions et colluvions à dominante limoneuse, loess (Q-FC2)
-  F003 : Dépôts lagunaires et lacustres-palustres : limons dominants (Q-MLP)
-  F004 : Dépôts soliflués à dominante argileuse issues des marnes tertiaires (Q-CS)
-  F005 : Colluvions et éboulis à dominante argileuse (Q-CS2)
-  F006 : Marnes, limons argileux et conglomérats (m-p cont)
-  F007 : Molasse marine : argiles sableuses, marnes, sables et grès (m3-4 marin)
-  F008 : Sables marins, conglomérats, calcaires molassiques à passées marneuses (m1-4 marin)
-  F009 : Argiles, marnes et conglomérats, rares niveaux calcaires (g1-m1 cont)
-  F010 : Calcaires lacustres ou lagunaires et marnes (g2-p2 lac)
-  F011 : Marnes et molasses (e7-g1-2 cont)
-  F012 : Molasse : marnes, sables, grès et conglomérats à passées calcaires (e5-7 cont)
-  F013 : Marnes et argiles à intercalations calcaires ou gréseuses (e4-5 lac-lag)
-  F014 : Molasse : limons fins, argileux ou sableux à lentilles gréso-conglomératiques (e4-6 m fluv)
-  F015 : Molasse : conglomérats dominants, grès, marnes et argiles, calcaires intercalés (e4-5 fluv P)
-  F016 : Grès, conglomérats, sables grossiers et argiles à graviers (e4-5 fluv)
-  F017 : Grès et calcaires marins à intercalations marneuses ou conglomératiques (e4 marin)
-  F018 : Marnes silteuses marines à fines intercalations calcaires (e4 M marin)
-  F019 : Limons et argiles à intercalations calcaires et conglomératiques (e3-6 cont)
-  F020 : Calcaires lacustres, palustres ou lagunaires à rares intercalations marneuses (e3-4 lac-lag)
-  F021 : Argiles et marnes localement gypsifères à chenaux gréseux et conglomérats (c6/e3 cont)
-  F022 : Marnes bariolées et argiles rutilantes, décharges détritiques à smectite (c6-e2 S cont)
-  F023 : Calcaires lacustres ou palustres intercalés d'horizons marneux (c6-e1 pal)
-  F024 : Limons de plaine d'inondation, grès, conglomérats et argiles de chenaux (c5-6 fluv)
-  F025 : Grès, calcaires plus ou moins gréseux, marnes et conglomérats (c1-5 marin interm)
-  F026 : Marnes à passées calcaires et grès deltaïques ou marins (c1-5 M marin interm)
-  F027 : Montagne de la Clape : marnes à intercalations calcaires ou gréseuses (n5-6 marin CI)
-  F028 : Marnes sombres de la série nord-pyrénéenne, marno-calcaires (n5-6 marin)
-  F029 : Marnes sombres feuilletées à intercalation marno-calcaires (l3-j1 marin)
-  F030 : Calcaires plus ou moins argileux, localement dolomies, intercalés de marnes (l1-j3 marin)
-  F031 : Marnes et argiles bariolées localement à gypse, grès, calcaires et dolomies (t5-7 marin interm)
-  F032 : Dolomies et calcaires gréseux à intercalations marneuses ou argileuses (t1-7 marin interm)
-  Réseau hydrographique

illustration 1 - Carte synthétique des formations argileuses et marneuses de l'Aude

Les principales formations argileuses ou marneuses qui affleurent dans le département de l'Aude sont, par ordre d'importance décroissante en terme de superficie, les *Alluvions, colluvions et remblais peu argileux* (Q-FC1 représentant 11,5 % de la superficie totale du département), les *Alluvions et colluvions à dominante limoneuse, loess* (Q-FC2, 9,5%), les formations molassiques de l'Oligocène et de l'Éocène (les *Poudingues du Palassou* : molasses à conglomérats dominants, grès, marnes et argiles, calcaires intercalés (e4-5 fluv P, 8,3 %), la *molasse de Carcassonne* : molasse à limons fins, argileux ou sableux et lentilles grésio-conglomératiques (e4-6 m fluv, 5,4%), la *molasse de Castelnaudary* et les *molasses de Saint-Félix de Lauragais* notamment.

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'Aude, 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 superficielles se rencontrent principalement au niveau des terrasses alluviales anciennes et récentes. Les formations tertiaires (Oligocène et Éocène notamment) peuvent aussi être concernées par la présence de nappes peu profondes avec, localement, des petits aquifères semi-captifs intéressant les horizons superficiels. Les complexes argilo-gréseux du Crétacé supérieur peuvent aussi être ponctuellement concernés par des nappes perchées.

Géographiquement parlant, les basses plaines de l'Aude, les terrasses du Fresquel et les vallées de l'Orbiel et de l'Orbieu au nord du département d'une part, la zone centrale du bassin de l'Aude et de ses affluents d'autre part sont considérées comme les plus concernées par la présence d'eau à faible profondeur.

De même, les fonds de vallées alluviales présentent fréquemment une zone non saturée dont l'épaisseur est inférieure à 5 m, voire localement 3 m. Dans ces secteurs, les fluctuations piézométriques pouvant atteindre voire dépasser 2 m, la sensibilité à la remontée des nappes est réelle et l'impact sur les phénomènes de saturation / dessiccation d'horizons argileux présents en surface est certain.

Ces phénomènes peuvent être accentués lorsque les apports aux nappes alluviales sont majorés par une alimentation latérale susceptible localement d'être conséquente. C'est notamment le cas lorsque ces alluvions recourent ou sont superposées à la traversée d'aquifères karstiques tels que ce peut être le cas dans le massif des Corbières.

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 30 juin 2007, 117 communes de l'Aude ont 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} août 1988 et le 30 septembre 2003.

Le nombre total de sites de sinistres recensés et localisés par le BRGM dans le cadre de l'étude départementale d'aléa s'élève à 2 141, répartis dans 152 communes : ce nombre constitue une estimation approchée, quoique vraisemblablement minorée, de la réalité. D'après des données communiquées par la Caisse Centrale de Réassurance en 2006, l'Aude serait situé au 29^{ème} rang des départements français en terme de coût cumulé d'indemnisation des sinistres retrait-gonflement des argiles.

Au total, 30 arrêtés interministériels reconnaissant l'état de catastrophe naturelle sécheresse dans une ou plusieurs communes de l'Aude. 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 179 (cf. annexe 3).

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 32 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 1,3 % de la superficie du département est située en zone d'aléa fort, tandis que 34,4 % du département est considéré en aléa moyen et 33,1 % en aléa faible. Le reste, soit 31,2 % 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), 9 communes sont soumises à l'aléa retrait-gonflement des argiles sur la totalité de leur territoire, 79 communes sont concernées par des zones d'aléa fort et 364 par des zones d'aléa moyen.

En outre, seules 7 communes sont totalement épargnées par le phénomène. 61 % des communes, soit 226 communes, sont concernées par le phénomène sur plus de la moitié de leur territoire et plus de 48 %, soit 211 communes, sont concernées sur plus de 80 % de leur territoire.

PPR retrait-gonflement des argiles - Commune de Esperaza (Aude)
NOTE DE PRESENTATION

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.

	Description	Surface (km ²)	% surface totale
PALEOCENE	F022 : Marnes bariolées et argiles rutilantes, décharges détritiques à smectite (c6-e2 S cont)	83,2	1,3%
	Total des formations en aléa fort	83,2	1,3%
QUATERNAIRE	F004 : Dépôts soliflués à dominante argileuse issues des marnes tertiaires (Q-CS)	216,6	3,4%
	F005 : Colluvions et éboulis à dominante argileuse (Q-CS2)	18,3	0,3%
MIO-PLIOCENE	F006 : Marnes, limons argileux et conglomérats (m-p cont)	52,9	0,8%
OLIGOCENE	F011 : Marnes et molasses (e7-g1-2 cont)	337,0	5,3%
EOCENE	F012 : Molasse : marnes, sables, grès et conglomérats à passées calcaires (e5-7 cont)	240,3	3,8%
	F013 : Marnes et argiles à intercalations calcaires ou gréseuses (e4-5 lac-lag)	5,2	0,1%
	F014 : Molasse : limons fins, argileux ou sableux à lentilles grésio-conglomératiques (e4-6 m fluv)	344,5	5,4%
	F015 : Molasse : conglomérats dominants, grès, marnes et argiles, calcaires intercalés (e4-5 fluv P)	525,1	8,3%
	F016 : Grès, conglomérats, sables grossiers et argiles à graviers (e4-5 fluv)	35,4	0,6%
	F018 : Marnes silteuses marines à fines intercalations calcaires (e4 M marin)	93,0	1,5%
	F019 : Limons et argiles à intercalations calcaires et conglomératiques (e3-6 cont)	16,4	0,3%
	F020 : Calcaires lacustres, palustres ou lagunaires à rares intercalations marneuses (e3-4 lac-lag)	94,8	1,5%
PALEOCENE	F021 : Argiles et marnes localement gypsifères à chenaux gréseux et conglomérats (c6/e3 cont)	89,1	1,4%
CRETACE SUP.	F024 : Limons de plaine d'inondation, grès, conglomérats et argiles de chenaux (c5-6 fluv)	91,1	1,4%
JURASSIQUE	F029 : Marnes sombres feuilletées à intercalation marno-calcaires (l3-j1 marin)	17,2	0,3%
	Total des formations en aléa moyen	2 177,1	34,4%
QUATERNAIRE	F001 : Alluvions, colluvions et remblais peu argileux (Q-FC1)	726,8	11,5%
	F002 : Alluvions et colluvions à dominante limoneuse, loess (Q-FC2)	603,7	9,5%
	F003 : Dépôts lagunaires et lacustres-palustres : limons dominants (Q-MLP)	106,8	1,7%
MIOCENE	F007 : Molasse marine : argiles sableuses, marnes, sables et grès (m3-4 marin)	12,3	0,2%
	F008 : Sables marins, conglomérats, calcaires molassiques à passées marneuses (m1-4 marin)	5,4	0,1%
OLIGO-MIOCENE	F009 : Argiles, marnes et conglomérats, rares niveaux calcaires (g1-m1 cont)	39,6	0,6%
	F010 : Calcaires lacustres ou lagunaires et marnes (g2-p2 lac)	48,5	0,8%
EOCENE	F017 : Grès et calcaires marins à intercalations marneuses ou conglomératiques (e4 marin)	121,9	1,9%
PALEOCENE	F023 : Calcaires lacustres ou palustres intercalés d'horizons marneux (c6-e1 pal)	20,4	0,3%
CRETACE SUP.	F025 : Grès, calcaires plus ou moins gréseux, marnes et conglomérats (c1-5 marin interm)	67,5	1,1%
	F026 : Marnes à passées calcaires et grès deltaïques ou marins (c1-5 M marin interm)	37,7	0,6%
CRETACE INF.	F027 : Montagne de la Clape : marnes à intercalations calcaires ou gréseuses (n5-6 marin Cl)	28,5	0,4%
	F028 : Marnes sombres de la série nord-pyrénéenne, marno-calcaires (n5-6 marin)	192,9	3,0%
JURASSIQUE	F030 : Calcaires plus ou moins argileux, localement dolomies, intercalés de marnes (l1-j3 marin)	12,4	0,2%
TRIAS	F031 : Marnes et argiles bariolées localement à gypse, grès, calcaires et dolomies (t5-7 marin interm)	48,9	0,8%
	F032 : Dolomies et calcaires gréseux à intercalations marneuses ou argileuses (t1-7 marin interm)	24,4	0,4%
	Total des formations en aléa faible	2 097,7	33,1%

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

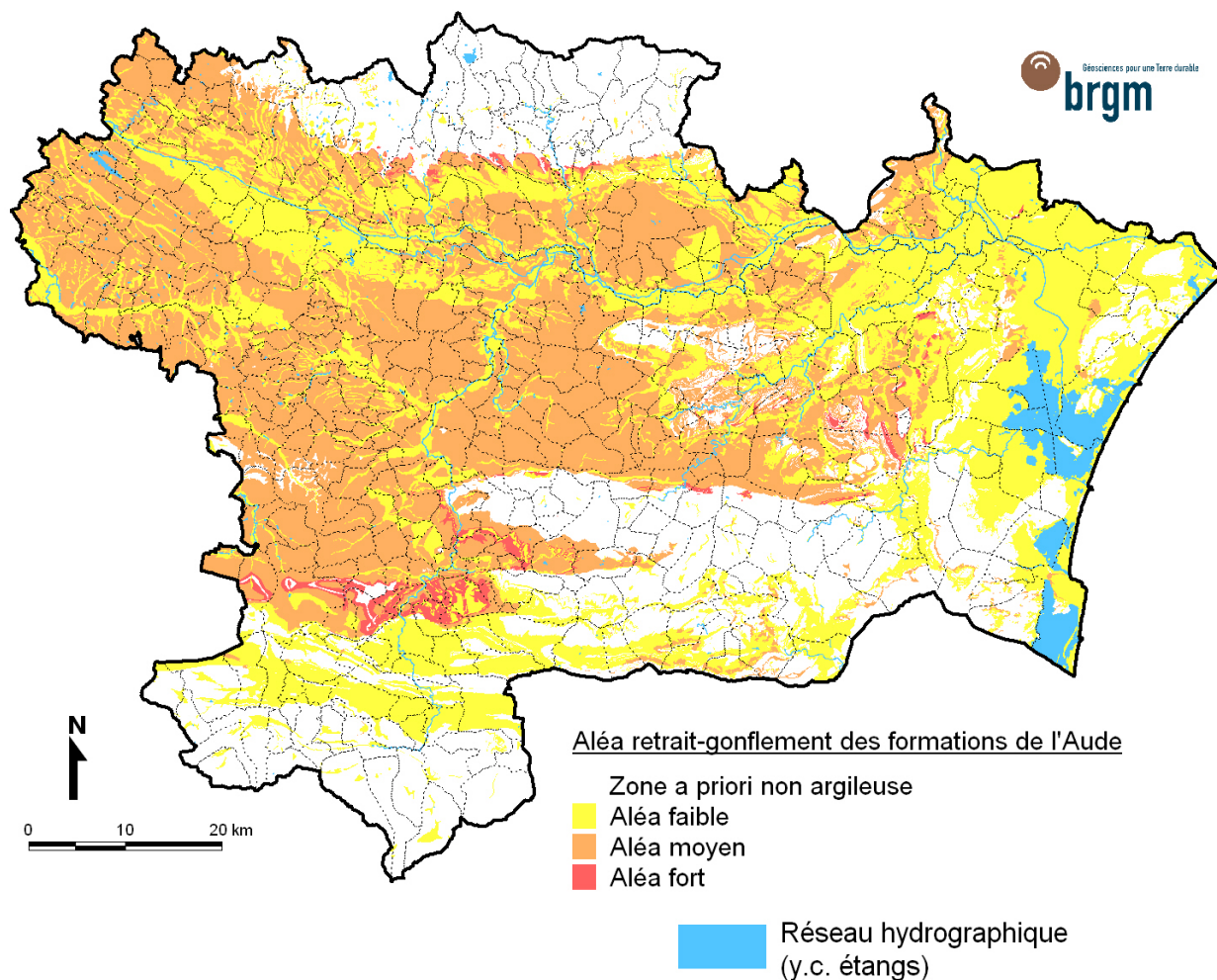


illustration 3 - Carte d'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département de l'Aude

5.2. Plan de zonage réglementaire

Le tracé du zonage réglementaire établi pour chacune des communes de l'Aude 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 pour s'y conformer d'un délai variable selon les mesures, mais qui est au maximum de cinq ans.

Le fait de construire ou d'aménager un terrain dans une zone réglementée par un PPR, et de ne pas respecter les conditions de réalisation, d'utilisation ou d'exploitation prescrites par ce plan est puni des peines prévues à l'article L. 480-4 du Code de l'Urbanisme. Le non respect des dispositions du PPR peut notamment entraîner une restriction des dispositifs d'indemnisation en cas de sinistre, même si la commune est reconnue en état de catastrophe naturelle au titre de mouvements différentiels de 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 conformément aux missions géotechniques spécifiées dans la norme NF P 94-500 (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 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 située le long des murs périphériques), les échanges thermiques à travers les parois doivent être limités pour éviter d'aggraver la dessiccation du terrain à proximité ;
- 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'Aude

La présente annexe décrit de manière succincte les 32 formations géologiques essentiellement ou partiellement argileuses et/ou marneuses qui affleurent sur 68,8 % du territoire du département de l'Aude. 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 32 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, cinq formations ont été identifiées comme argileuses en fonction des lithologies associées et des modes de mise en place. Ce double classement est réalisé dans une optique de hiérarchisation des formations argileuses en fonction de leur susceptibilité au phénomène de retrait-gonflement.

F001 : Alluvions, colluvions et remblais peu argileux (Q-FC1)

Cet ensemble regroupe les formations essentiellement alluviales caractérisées par la présence de niveaux argileux en proportion faible et discontinue, sous forme éparses ou lenticulaires. La formation couvre 726,8 km² soit plus de 11 % de la surface totale du département.

On y distingue les alluvions récentes à dominante graveleuse identifiée des terrasses holocènes : alluvions récentes essentiellement des lits majeurs des basses terrasses de l'Aude, du Fresquel et de ses affluents caractérisées par une fraction granulométrique grossière dominante, de type cailloutis (galets), graviers et sables avec parfois des limons, les alluvions anciennes à galets dominants, épandages de galets emballés dans une matrice sablo-argileuse des hautes terrasses, les alluvions et colluvions indifférenciées, à dominante sableuse ou caillouteuse, dont l'origine n'est pas liée à la solifluxion des marnes et argiles tertiaires, les brèches et éboulis à dominante caillouteuse, à matrice argilo-limoneuse, cimentée ou non, les formations résiduelles identifiées et cartographiées, à dominante sableuse et certains remblais.

F002 : Alluvions et colluvions à dominante limoneuse, loess (Q-FC2)

Cette formation se caractérise par les niveaux d'alluvions et de colluvions à dominante limoneuse. Les loess (dépôts d'origine éolienne) y sont associés.

On distingue les limons superficiels, recouvrant les sables et galets des alluvions récentes ou anciennes (F001), les alluvions ou colluvions à dominante limoneuse, au sein des dépressions, les alluvions anciennes à matrice argileuse : ensemble détritique à éléments grossiers, parfois altérés, emballés dans une gangue argileuse (*Cailloutis Villafranchiens* et *Alluvions anciennes du Plateau de Sault* notamment), les loess du Würm, limons fins en place ou remaniés par des phénomènes de glissements superficiels (fluage) et les altérites

ferrugineuses, bauxites et terra-rossa en tant que formations résiduelles à dominante argilo-sableuse.

F003 : Dépôts lagunaires et lacustres-palustres : limons dominants (Q-MLP)

Cet ensemble peu étendu rassemble majoritairement les dépôts littoraux et lagunaires de bord de mer. Sont également associés les dépôts lacustres ou palustres isolés.

On recense les vases et sables vaseux lagunaires présents soit au niveau des étangs actuels soit au niveau d'anciens étangs asséchés, les argiles lacustres, en général compactes, de teinte bleutée, associées à des limons fins ou des horizons tourbeux.

F004 : Dépôts soliflués à dominante argileuse issues des marnes tertiaires (Q-CS)

Cet ensemble relativement étendu rassemble les formations colluviales à dominante argileuse issues de l'altération et du remaniement des formations marneuses et molassiques de l'ère tertiaire (Éocène et Oligocène notamment). Ces niveaux sont en surface décrits comme des argiles plus ou moins sableuses ou caillouteuses, issues de coulées de solifluxion pour l'essentiel. Ils surmontent les niveaux marneux et molassiques. Leur épaisseur est en général inférieure à 10 m.

F005 : Colluvions et éboulis à dominante argileuse (Q-CS2)

Cet ensemble peu étendu rassemble les formations colluviales à dominante argileuse sur substrat autre que molassique ou marneux (F004). Ces formations sont essentiellement rencontrées au niveau des bas de versants marneux ou schisteux de la zone nord-pyrénéenne, au sud du département, et dans une moindre mesure, sur le flanc sud de la Montagne Noire. Il s'agit d'argiles et de colluvions argilo-graveleuses.

Formations du Miocène et du Pliocène

Les formations mio-pliocènes s'étendent sur la partie orientale du département. On a isolé les formations dites « continentales » (dépôts d'origine fluviatile – F006) des formations « marines » (résultant de sédimentation en milieu marin – deltaïque ou profond – F007, F008).

F006 : Marnes, limons argileux et conglomérats (m-p cont)

Cette formation comprend les dépôts continentaux d'âge mio-pliocène. Il s'agit de marnes, limons argileux et conglomérats, déposés en milieu fluviatile.

On distingue des conglomérats à gros galets, à passées sableuses, et à matrice généralement argileuse, des sables et argiles sableuses, des marnes jaunâtres et limons rougeâtres, associés à des graviers et galets (*Limons de Ginestas*) et des marnes limoneuses jaunes à chenaux sableux et graveleux faiblement indurés formant les *Molasses de Thézan et Fabrezan* d'âge miocène.

F007 : Molasse marine : argiles sableuses, marnes, sables et grés (m3-4 marin)

Daté de la fin du Miocène, cet ensemble relativement homogène se caractérise par une dominante argilo-sableuse. La formation affleure dans l'extrême nord-est du département entre Lezignan-Corbières et Ouveillan. Elle est constituée de dépôts marins à dominante marneuse ou argilo-sableuse.

On distingue des marnes silteuses grises (*marnes helvétiques*) et des marnes blanches et des niveaux de molasse marine : argiles, marnes, sables localement consolidés en biseaux gréseux, à intercalations locales d'argiles à huîtres.

F008 : Sables marins, conglomérats, calcaires molassiques à passées marneuses (m1-4 marin)

Ces niveaux sont constitués majoritairement de calcaires marins molassiques. Ils affleurent ponctuellement à l'extrême est du département entre Lapalme et Leucate au sud et à Fleury au nord. La formation se décrit comme une molasse marine à dominante calcaire, de teinte claire, jaune à gris-blanchâtre. Les calcaires sont à passées sableuses ou conglomératiques, localement marneuses (F007), voire argileuses. Des niveaux de sables marins, à intercalations gréseuses ou marneuses sont rattachés à cette formation.

Formations de l'Oligocène (Éocène terminal → Miocène basal)

Sont regroupés ici les faciès dominants de l'époque oligocène. Néanmoins, lors du regroupement des formations, il s'est avéré nécessaire de regrouper avec ces niveaux d'âge oligocène, des horizons ou faciès similaires pour des environnements de dépôts identiques de l'Éocène terminal et du Miocène basal.

F009 : Argiles, marnes et conglomérats, rares niveaux calcaires (q1-m1 cont)

Cette formation est également représentée dans la partie orientale du département. Elle rassemble des faciès continentaux à dominante argileuse ou marneuse datés de l'Oligocène et du Miocène inférieur (Aquitaniens).

On distingue des marnes à passées détritiques, marnes bleues localement gypsifères d'épaisseur allant jusque 300 m, marnes saumonées à galets et poudingues des bassins de Narbonne-Portel-Sigean, des limons d'inondation à passées conglomératiques, localisés au sud de Tuchan : épaisse formation d'âge oligocène de 500 à 600 m d'épaisseur caractérisant la formation des *Cailloutis de Paziols* ou la formation dite de *Paziols-Estapel*, des argiles bariolées à passées sableuses ou à lits de galets et des marnes franches (*Marnes bariolées de Moussan* d'épaisseur 25 à 30 m).

F010 : Calcaires lacustres ou lagunaires et marnes (q2-p2 lac)

Cette formation, caractéristique par la blancheur de ses faciès, est représentée en partie orientale du département. À dominante calcaire, d'origine lacustre ou lagunaire, cet ensemble est marqué par des intercalations de marnes parfois relativement épaisses. Majoritairement d'âge oligocène, des niveaux de calcaires lacustres à intercalations marneuses du Miocène et ponctuellement du Pliocène ont été intégrés à cet ensemble.

On distingue au sein de cette formation des calcaires et marnes blanches, d'âge oligocène (Chattien), marqués par des alternances rythmiques de marnes plus ou moins silteuses et de calcaires tendres, des calcaires lacustres et marnes blanches ou grises à passées détritiques de l'Aquitaniens (formation des *Calcaires de Bréguines*), des calcaires grumeleux lacustres ou lagunaires associés à des marnes grises ou blanches dont les *Calcaires du Mont Belvèse*, localement surmontés de limons gris à ocre d'âge miocène (Langhien – Serravallien), et des calcaires lacustres associés à des marnes plus ou moins calcaires, parfois intercalés de bancs ligniteux, du Pliocène continental, présents au sud du département, à Leucate notamment.

F011 : Marnes et molasses (e7-q1-2 cont)

Cette formation est localisée en partie occidentale du département et couvre 337 km² (5,3 % de la surface départementale). Elle regroupe les ensembles molassiques du Rupélien - Chattien (Oligocène) et du Priabonien (Éocène terminal) à dominante argileuse ou marneuse. Au sein de cet ensemble sont intégrées les intercalations calcaires et très ponctuellement conglomératiques dont la continuité et l'extension au sein des molasses n'a pas toujours semblé justifiée.

On distingue au sein de cette formation les marnes et molasses oligocènes : argiles et marnes détritiques, poudingues, grès et calcaires intercalés. Les marnes sont argileuses, ocre ou versicolores, entrecoupées de lits molassiques (cailloutis plus ou moins grossiers), parfois sableuses (*Argiles de Mourvilles*, *Molasses supérieures de Saint-Félix-Lauragais* et ensemble argilo-palustre associé, molasses rattachées à la partie sommitale de la formation des *Poudingues de Palassou* (F015) et calcaires intercalés dans ces molasses).

Sont également rassemblées dans cette formation les marnes et molasses priaboniennes (Éocène terminal) : argiles et marnes détritiques, poudingues, grès et calcaires intercalés. Des argiles palustres sont associées à cet ensemble, les marnes sont, comme pour la période oligocène, noduleuses, versicolores et parfois sableuses. Sont également associés à cet ensemble des formations calcaires intercalées (*Calcaires de Hounoux et de Villeneuve-la-Comtal* et *Calcaires lacustres de Saint-Paulet*).

Formations de l'Éocène

Les formations d'âge éocène occupent plus de 25 % de la surface du département puisque réparties dans le vaste synclinal de l'Aude. Au sein de cet ensemble et en particulier compte tenu de la complexité des faciès identifiés, les choix de regroupements de formations se sont effectués à partir de plusieurs critères : âge stratigraphique, environnement de dépôt, lithologie naturellement et extension géographique pour tenir compte d'éventuelles différences paléo-environnementales liées au dépôt dans les principaux bassins.

F012 : Molasse : marnes, sables, grès et conglomérats à passées calcaires (e5-7 cont)

Cette formation recouvre majoritairement des faciès caractéristiques du remplissage des bassins tertiaires et désignés sous le terme générique de *Molasse de Castelnaudary*. Sont associées, comme il l'a été fait pour la période oligocène des faciès proches, molassiques ou calcaires. La dominante est marno-sableuse.

Sont identifiées la *Molasse de Castelnaudary* datée du Bartonien, constituée de marnes sableuses, gréseuses et micacées à lentilles conglomératiques, d'épaisseur comprise entre 150 et 200 m, la *Molasse de Saix-Lautrec* datée du Bartonien supérieur formée d'argiles, plus ou moins gréseuses, à lentilles gréseuses et conglomératiques et à passées calcaires et localement lentilles gypseuses et les *Molasses inférieures de Saint-Félix-Lauragais* (*Molasse de Blan*), d'âge priabonien à composante détritique (sables, graviers et galets) marquée.

F013 : Marnes et argiles à intercalations calcaires ou gréseuses (e4-5 lac-lag)

Cette formation est très localement représentée, au nord-est du département dans le Minervois. L'ensemble est à dominante argileuse ou marneuse, à intercalations calcaires ou représente les intercalations marneuses clairement cartographiées au sein de l'encaissant calcaire. La formation rassemble des marnes à intercalations calcaires d'âge lutétien : marnes ligneuses ou argileuses, lacustres et palustres, grises, à nodules calcaires, et des

argiles grumeleuses ocre ou bigarrées, dont l'épaisseur peut atteindre 70 m, des marnes lagunaires d'âge yprésien (Cuisien) de teinte gris verdâtre à beige, à intercalations calcaires ou gréseuses (*Marnes à Potamides* et marnes intercalées dans les formations calcaireuses lacustres dont les *Calcaires lacustres de Ventenac*, ou les *Calcaires du Sud-Minervois* représentés sur la bordure sud-est de la Montagne Noire).

F014 : Molasse : limons fins, argileux ou sableux à lentilles grés-conglomératiques (e4-6 m fluv)

Pour l'essentiel, cette formation recouvre les faciès caractéristiques des remplissages des bassins tertiaires désignés sous le terme générique de *Molasse de Carcassonne*. Elle représente plus de 5 % de la surface totale du département (344 km²).

Les ensembles regroupés sont la *Molasse de Carcassonne* au sens strict datée de l'Yprésien supérieur et représentée par des dépôts fluviatiles très puissants : limons fins, argileux ou sableux, plus ou moins carbonatés (marnes), à lentilles conglomératiques et gréseuses, de teinte sont plutôt rougeâtres et dont l'épaisseur dépasse 400 m, les sous-formations molassiques désignées par les termes de *Formation d'Aigne* et *Formation d'Assignan* (parfois indifférenciée *Formation d'Aigne-Assignan*) et les *Conglomérats de Maurou* (Yprésien), caractérisés par une alternance de conglomérats, de grès plus ou moins calcaireux et d'argiles gris-ocre, puis rougeâtres.

F015 : Molasse : conglomérats dominants, grès, marnes et argiles, calcaires intercalés (e4-5 fluv P)

Cette formation rassemble des niveaux à dominante conglomératique, associés à des faciès gréseux, marneux et argileux. L'ensemble est daté de l'Éocène moyen (Yprésien – Lutétien) et est désigné comme les *Poudingues du Palassou*. (série du Palassou).

On distingue successivement de la base au sommet de la formation les *Couches de Fa et de Léran* (Yprésien) : constituées de grès et de conglomérats à intercalations de marnes, d'argiles et de lentilles calcaires, les *Poudingues des Serres* (Lutétien) : caractérisés par des dépôts molassiques à conglomérats, souvent prépondérants, des marnes et des argiles, d'épaisseur variant entre 250 et 400 m, les *Couches de Belloc* (Lutétien) : caractérisées par des argiles et marnes intercalées de niveaux gréseux et à lentilles calcaires et conglomératiques pouvant atteindre 750 m d'épaisseur et les *Couches de Limbrassac* (Lutétien) : caractérisés par des conglomérats à interbanes argileux et des marnes à lentilles conglomératiques.

F016 : Grès, conglomérats, sables grossiers et argiles à graviers (e4-5 fluv)

Cet ensemble regroupe les dépôts fluviatiles de l'Éocène moyen (Yprésien-Lutétien-Bartonien) présents sur le versant sud de la Montagne Noire. Les faciès sont assez similaires à ceux rencontrés au niveau du synclinal de l'Aude mais les formations rassemblées, à dominante sableuse, sont caractéristiques.

On a ainsi regroupé des sables, conglomérats et argiles à graviers, d'épaisseur variant entre 10 et 50 m, caractérisant la formation des *Graviers d'Issel*, des grès, conglomérats, sables, à rares passages marneux et molasses gréseuses formant l'ensemble des *Grès d'Issel*, d'épaisseur comprise entre 50 et 100 m, et des conglomérats et grès organisés en chenaux à intercalations silto-marneuses d'épaisseur 50-70 m, constituant l'ensemble *molassique d'En-Calcat-En-Jaurès* associé aux *Grès d'Issel* dans leur partie sommitale.

F017 : Grès et calcaires marins à intercalations marneuses ou conglomératiques (e4 marin)

Les formations regroupées dans cet ensemble daté de l'Illerdien évoluent entre un pôle calcaire et un pôle gréseux. Ce sont des dépôts marins rencontrés sur les contreforts des massifs de la Montagne Noire et du Mouthoumet.

On distingue des calcaires marins à intercalations marneuses, sableuses, gréseuses ou conglomératiques, d'épaisseur variant entre 20 et 100 m caractérisant la formation dite des Calcaires à alvéolines, des grès localement intercalés de niveaux de marnes silteuses, d'épaisseur variant entre 20 et 45 m (formation des Grès à Huîtres), des grès intercalés de couches d'argilite rouge et de lentilles de poudingues très localement (col de la Babourade), constituant l'ensemble des Grès à Nummulites.

F018 : Marnes silteuses marines à fines intercalations calcaires (e4 M marin)

Contrairement aux remplissages détritiques tertiaires, cette formation, d'origine marine, est remarquablement homogène. Elle est constituée de dépôts fins, datée de l'Illerdien et associée fréquemment à la séquence calcaire (F017).

La dominante est très largement marneuse. Il s'agit de marnes silteuses marines, bleu à gris, pouvant présenter des fines intercalations de plaquettes sableuses, de calcaires marneux, de marnes gréseuses ou de conglomérats. L'épaisseur varie entre 10 m et près de 600 m. Cet ensemble constitue la formation des Marnes bleues à Turitelles, remarquable dans le paysage pour sa teinte gris-bleuté dont les affleurements sont souvent apparents à la faveur de figures d'érosion.

Sont également associés à cette formation les colluvions et éboulis soliflués, à dominante argilo-sableuse de ces marnes marines.

F019 : Limons et argiles à intercalations calcaires et conglomératiques (e3-6 cont)

Cet ensemble est associé aux formations détritiques de la région d'Issel (Grès et graviers d'Issel – F016). La dominante est ici argileuse.

On a distingué des argiles à éléments détritiques, de teinte rouge dominante, violette ou blanche, plus ou moins ligniteuses, associées à des marnes à bancs calcaires et conglomératiques, constituant les formations des Argiles de Saint-Papoul, Argiles des Mousques-Hautes et Argiles d'Issel exploitées pour les céramiques et terres cuites, et les argiles à graviers du faciès argileux du Complexe bréchtique « Mortadelle » : argiles plus ou moins graveleuses, souvent remaniées et rattachées localement aux niveaux alluvionnaires des hautes terrasses (époque Mindel-Riss).

F020 : Calcaires lacustres, palustres ou lagunaires à rares intercalations marneuses (e3-4 lac-laq)

Cette formation est à dominante calcaire, constituée de dépôts lacustres et lagunaires du Thanétien–Yprésien.

On a distingué au sein de cet ensemble des calcaires et marno-calcaires, lacustres ou lagunaires à interlits marneux, dont l'épaisseur varie entre 5 m et 75 m environ, à niveaux marneux en général peu puissants (Calcaires de Montolieu) et des calcaires lacustres à intercalations argileuses et marneuses dont l'épaisseur varie entre 20 et 100 m (Calcaires lacustres de Ventenac).

Formations du Paléocène (Crétacé terminal -> Paléocène)

Les formations argileuses et marneuses retenues correspondent aux étages du Crétacé supérieur terminal (Mæstrichtien – c6) et de la fin du Paléocène (Thanétien – e3) en milieu continental.

Ces formations évoluent entre un pôle calcaire, d'origine lacustre ou palustre, représenté au Mæstrichtien et au Danien (e1) et un pôle argilo-marneux lié à la mise en place des décharges détritiques de la période allant du Crétacé terminal au Sélandien (e2), aussi connues sous les faciès dits « vitrolliens ».

La distinction entre les formations s'est effectuée certes sur le critère lithologique pour les ensembles représentés mais aussi, et ceci dans l'optique de la cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles, sur la base du critère « minéralogie des argiles » et ce en dépit d'environnements de dépôts relativement homogènes pour ces étages, à savoir un milieu « continental-fluvial ».

F021 : Argiles et marnes localement gypsifères à chenaux gréseux et conglomérats (c6/e3 cont)

Cette formation correspond aux décharges détritiques vitrolliennes à faible proportion de minéraux gonflants. La dominante est argileuse à marneuse avec des intercalations conglomératiques, gréseuses ou calcaires. La formation est représentée de part et d'autre de la zone centrale du bassin de l'Aude (versant sud de la Montagne Noire, Corbières et au nord de la zone sous-pyrénéenne).

On distingue les *argiles rutilantes* : marnes rouges à jaunes, argiles et limons sableux ou carbonatés rouges à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques, dont l'épaisseur atteint au maximum 120 m (cônes alluviaux de Villeneuve-Minervois et Félines-Minervois en Montagne Noire et les cônes d'Arques et de Cucugnan au niveau de la zone sous-pyrénéenne), les argiles et marnes du Thanétien : de teinte rouge dominante, localement gypseuses, entrecoupées de chenaux conglomératiques, de lentilles gréseuses ou de bancs calcaires lacustres et des limons de crues fluviales plus ou moins argileux à intercalations rares de calcaires lacustres également datés du Thanétien.

F022 : Marnes bariolées et argiles rutilantes, décharges détritiques à smectite (c6-e2 S cont)

Cette formation correspond aux décharges détritiques vitrolliennes à forte proportion de minéraux gonflants. Elle constitue le pendant de la formation F021, pour des étages et des faciès similaires, à l'exception des dépôts thanétiens. La dominante est argileuse à marneuse avec des intercalations conglomératiques, gréseuses ou calcaires.

On distingue pour le faciès vitrollien, les argiles rutilantes constituées de marnes rouges à jaunes, argiles et limons sableux ou carbonatés rouges à chenaux gréseux, calcaires ou conglomératiques (cônes alluviaux de Orbiel, Sallèles Cabardes, Cennes-Monestiés, Caunes-Minervois en Montagne Noire, l'îlot de Sallèles-d'Aude et les cônes de Villeroze-Termenès et du Taura pour le Vitrollien des Corbières), des marnes et argiles rouges ou violacées, plus ou moins silteuses ou gréseuses, à chenaux gréseux et conglomératiques d'âge mæstrichtien (*Marnes rouges de la Maurine, Poudingue fleuri et Conglomérats du Ressec*) et des limons calcaires et conglomérats fluviaux représentés dans la zone du Chaînon de Lagrasse.

F023 : Calcaires lacustres ou palustres intercalés d'horizons marneux (c6-e1 pal)

Cette formation correspond aux horizons lacustres et palustres du Mæstrichtien – Danien. Elle constitue le pendant de la formation F022 à dominante calcaire.

On distingue des calcaires à intercalations marneuses rares, localement à chenaux conglomératiques ou gréseux, d'épaisseur pouvant atteindre 200 m, des calcaires lacustres ou palustres séparés par des horizons marneux ou calcaréo-marneux rougeâtres (faciès Rognacien).

Formations du Crétacé Supérieur

Au sein des formations du Crétacé supérieur ont été distingués les dépôts continentaux de type fluviatile (F024) des dépôts marins (F025 et F026). Ces formations sont bien représentées au niveau du bassin de Camps, de la zone sous-pyrénéenne et des collines tertiaires en transition avec les basses plaines de l'Aude.

F024 : Limons de plaine d'inondation, grès, conglomérats et argiles de chenaux (c5-6 fluv)

Cette formation regroupe les dépôts fluviatiles du Crétacé supérieur terminal (Campanien – Maestrichtien). Les faciès, bien que similaires à ceux identifiés sur la transition Crétacé – Paléocène, excluent la présence des argiles rutilantes caractéristiques.

On a distingué les complexes détritiques à dominante gréseuse du Campanien (complexe terrigène fluviatile localement sablo-argileux tel que représenté par la formation des *Grès d'Alet*, complexe détritico-grano-décroissant (de grès à argiles) rattaché à la formation des *Grès de Labarre* et grès chenalisés parfois séparés par des niveaux marneux rouges dont les *Grès des Estous*), les limons de plaine d'inondation associés à des grès et argiles de chenaux fluviatiles dont l'épaisseur peut atteindre 1 000 m, des marnes plus ou moins sableuses, souvent de teinte rouge et parfois ligniteuses, intercalées de chenaux gréseux ou conglomératiques (*Marnes rouges de Campagne*).

F025 : Grès, calcaires plus ou moins gréseux, marnes et conglomérats (c1-5 marin interm)

Cette formation regroupe les dépôts marins du Crétacé supérieur (Cénomaniens – c1, Turonien – c2, Coniacien – c3, Santonien – c4). Les faciès sont essentiellement gréseux ou calcaires, mais des dépôts d'origine terrigène de type poudingues (sédimentation en milieu deltaïque) sont identifiés dans ces étages et associés à la formation.

On a distingué depuis le bas de la séquence vers le sommet (des âges les plus anciens vers les plus récents) des calcaires plus ou moins gréseux et marneux, des grès, marno-calcaires et conglomérats d'épaisseur variant entre 30 et 300 m, datés du Cénomaniens (*Formation des Escudiés* rattachée à la zone sous-pyrénéenne et du bassin de Camps – sud-Mouthoumet), des marnes et grès (terrigenes deltaïques – faciès de lagon) à intercalations de calcaires noduleux gris (flanc sud de la branche du Cardou), des grès, conglomérats, argiles sableuses, limons marmorisés et calcaires plus ou moins gréseux à interlits marneux du Turonien supérieur dont l'épaisseur varie entre 70 et 600 m, des calcaires marneux et marnes datés du Coniacien (*Marnes de Peyrepertuse* rattachées à la formation des *Marnes de Bugarach*, présentes dans la zone des écaillés sous-pyrénéennes au niveau du bassin de Camps) et des grès, poudingues et marnes du Santonien, grès deltaïques, associés à des conglomérats et poudingues ; marnes bleues, plus ou moins micacées (*Grès de Labastide de Camps* et les *Grès de la Montagne des Cormes*).

F026 : Marnes à passées calcaires et grès deltaïques ou marins (c1-5 M marin interm)

Cette formation s'apparente aux faciès argileux et marneux de la formation F025, pour les mêmes étages stratigraphiques. Elle se rencontre uniquement au sein de la zone sous-pyrénéenne et dans le bassin de Camps.

On a distingué depuis le bas de la séquence vers le sommet des marnes et marno-calcaires de teinte claire à passées calcaires d'épaisseur environ 400 m datés du Cénomaniens (*Marnes de Cubières*), des marnes gris-noir et argiles à passées ligniteuses très localement représentées (quelques mètres d'épaisseur) datées du Cénomaniens et du Turonien dont les *Argiles ligniteuses de la Pinède de Durban* (dépôts marécageux littoraux), des marnes et marno-calcaires sombres, glauconieux, à rares intercalations de calcaires glauconieux de 30 à 60 m d'épaisseur et très localement l'ensemble des *Marnes du Pla de Sagnes* (*Formation de Bugarach* du Santonien inférieur) et des marnes bleues deltaïques, silteuses et micacées (*Marnes bleues de Sougraine*).

Formations du Crétacé inférieur

Dans le département de l'Aude, seule la partie terminale du Crétacé inférieur (étages Aptien – Albien) présente des faciès argileux ou marneux significatifs pour être retenus ici. Pour cette période, la notion de bassin de dépôt devient prépondérante dans le choix final de regroupement des formations argileuses et marneuses puisque les modes de mise en place des formations sont variés. On a distingué :

- les formations du Massif de la Clape, issues d'une sédimentation marine à faciès de marnes et calcaires ;
- les formations de la zone nord-pyrénéenne résultant d'une sédimentation marine initiale et affectées d'une phase de métamorphisme lié à la formation de la série nord-pyrénéenne : faciès de marnes plus ou moins métamorphisées, pélites schistosées.

Deux formations sont par conséquent identifiées :

F027 : Montagne de la Clape : marnes à intercalations calcaires ou gréseuses (n5-6 marin CI)

Cette formation regroupe les dépôts marins à composante marneuse, dominante ou non. Le parti a été pris de regrouper des marnes à intercalations calcaires et des calcaires à intercalations marneuses par exemple afin de ne pas multiplier les formations de lithologie relativement homogène et dont la cartographie de détail n'est pas systématique.

On distingue des marnes et marno-calcaires localement intercalés de niveaux gréseux (*Marnes aptiennes à Orbitolines*), un ensemble à dominante gréseuse (*Complexe des grès verts*) d'âge albien caractérisé par des grès glauconieux, marnes gréseuses et calcaires gréseux, d'épaisseur variant entre 500 et 1300 m et un ensemble à dominante marneuse à intercalations de marno-calcaires (*Marnes à Deshayesites*).

F028 : Marnes sombres de la série nord-pyrénéenne, marno-calcaires (n5-6 marin)

Les faciès sont relativement similaires à ceux de la formation F027 mais rattachés à la série nord-pyrénéenne et donc localement métamorphisés.

On distingue des marnes sombres à intercalations gréseuses, des turbidites (calcaires gréseux et pélites), des marno-calcaires plus ou moins schistosés et localement des olistolites (*Complexe terrigène du Rec de Riben*), formant notamment l'ensemble des *Pélites de Ginolles*, largement représentées au sud de Quillan, des marnes gréseuses et grès

glauconieux : grès verts de la série nord-pyrénéenne, caractérisant les formations des *Grès de Laval* ou *Grès verts inférieurs* et des marnes noires, à rares passées calcaires, d'épaisseur environ 200 m, caractéristiques de la zone nord-pyrénéenne : *Marnes gargasiennes de Quirbajou* dont les *Marnes de Montmija* et les *Marnes de Tury*, *Marnes noires de Fougax*, de *Barrineuf* ou du *Rébenty* d'âge bédoulien.

Formations du Jurassique

Les formations d'âge jurassique affleurent sur la partie orientale du département, principalement en continuité avec la zone des Corbières et ponctuellement au niveau de la zone nord-pyrénéenne. La distinction des formations du Jurassique se fait essentiellement selon un critère lithologique. On a volontairement regroupé des formations du Jurassique inférieur et moyen (le Jurassique supérieur est considéré comme non argileux) en définissant deux formations principales, l'une à dominante calcaire, à niveaux marneux locaux (F030) et l'autre à dominante marneuse (F029) :

F029 : Marnes sombres feuilletées à intercalation marno-calcaires (I3-j1 marin)

Cet ensemble regroupe les masses franchement marneuses identifiées dans les formations du Jurassique inférieur (« Lias marneux ») et moyen.

On distingue notamment les marnes du Pliensbachien, marnes feuilletées intercalées de calcaires argileux et localement de niveaux de calcaires plus ou moins gréseux et les marnes du Toarcien, marnes noires feuilletées à intercalations marno-calcaires.

F030 : Calcaires plus ou moins argileux, localement dolomies, intercalés de marnes (I1-j3 marin)

Cette formation regroupe les faciès à dominante calcaire avec des intercalations marneuses.

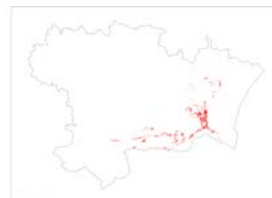
Les ensembles représentés sont les suivants : calcaires à silex, calcaires ferrugineux brun-roux à niveau de marnes et calcaires argileux, datés du Bajocien, calcaires à chailles, formés de calcaires argileux et petits lits de marnes bleues datés de l'Aalénien, marno-calcaires, calcaires plus ou moins gréseux du Sinémurien et calcaires gris en petits bancs et interlits marneux (collines de Boutenac) ; calcaires massifs micro-graveleux à lits de marnes charbonneuses, calcaires oolithiques et calcarénites (la Berre) d'épaisseur environ 100 m de l'Hettangien.

Formations du Trias

La distinction des formations du Trias se fait selon un critère litho-stratigraphique avec d'une part les faciès du Trias supérieur à dominante argileuse (marnes rhétiennes et argiles gypsifères) et d'autre part les faciès à dominante non argileuse de l'ensemble du Trias :

F031 : Marnes et argiles bariolées localement à gypse, grès, calcaires et dolomies (t5-7 marin interm)

Cet ensemble couvre les formations franchement argileuses ou marneuses du Trias supérieur. La formation est majoritairement constituée des faciès d'argiles bariolées à gypse du Keuper (t7), caractéristiques du Trias argileux.



On distingue dans cet ensemble les argiles supérieures du Keuper, série 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 ou de cargneules, et plus rarement de grès, et les marnes et argiles vertes ou bariolées, feuilletées à niveaux dolomitiques et gréseux du Rhétien.

F032 : Dolomies et calcaires gréseux à intercalations marneuses ou argileuses (t1-7 marin interm)

Cet ensemble regroupe les formations triasiques à dominante gréseuse ou dolomitique et composante argileuse ou marneuse : dolomies claires associées à des marnes palustres intercalées de calcaires sombres et conglomérats datés du Muchelkalk (Trias moyen) constituant le faciès dit des "*Couches jaunes*" et calcaires gréseux à intercalations marneuses ou argileuses, grès et calcaires ou dolomies en plaquettes datés du Rhétien (Trias supérieur). Si, contrairement à la formation F031, la composante argileuse n'est pas prépondérante, elle demeure toujours présente.

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.

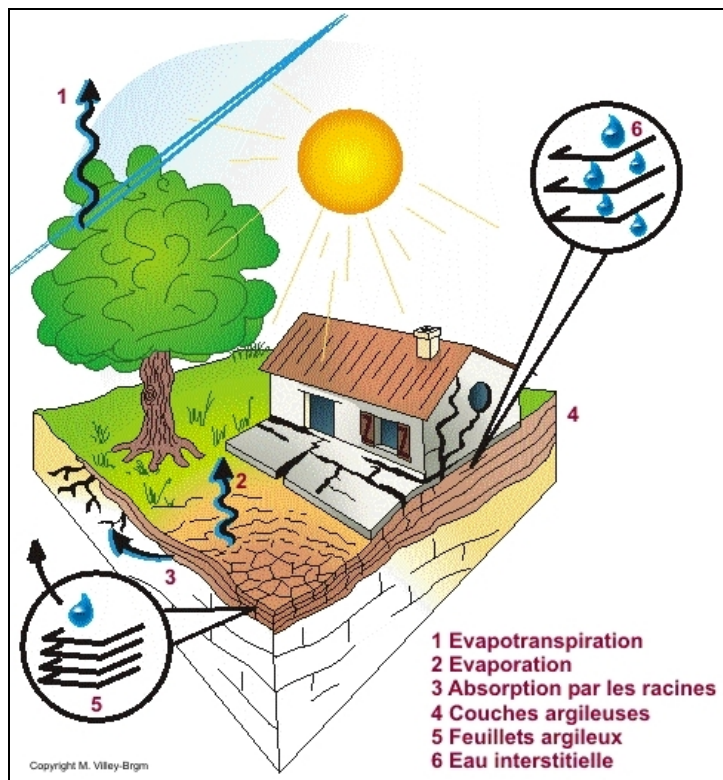


fig. 1 : illustration du mécanisme de dessiccation

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 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'Aude à la date du 30 juin 2007 (données prim.net)

INSEE	Commune	Date début	Date fin	Date arrêté	Date JO
11001	AIGUES-VIVES	01/05/1989	30/06/1990	30/04/2003	22/05/2003
11001	AIGUES-VIVES	01/01/2002	31/03/2002	30/04/2003	22/05/2003
11003	AJAC	01/07/2003	30/09/2003	30/03/2006	02/04/2006
11004	ALAIGNE	01/01/2002	30/09/2002	11/05/2004	23/05/2004
11004	ALAIGNE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11005	ALAIRAC	01/07/2003	30/09/2003	30/03/2006	02/04/2006
11008	ALET-LES-BAINS	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11008	ALET-LES-BAINS	01/02/1998	30/09/1998	17/12/2002	08/01/2003
11008	ALET-LES-BAINS	01/06/1989	31/12/1997	21/01/1999	05/02/1999
11009	ALZONNE	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11010	ANTUGNAC	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11010	ANTUGNAC	01/01/1997	31/12/1998	19/03/1999	03/04/1999
11011	ARAGON	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11011	ARAGON	01/05/1989	30/11/1996	08/07/1997	19/07/1997
11016	ARQUETTES-EN-VAL	01/02/1998	30/09/1998	12/03/2002	28/03/2002
11018	ARZENS	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11023	BADENS	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
11025	BAGNOLES	01/02/1998	30/09/1998	27/12/2000	29/12/2000
11025	BAGNOLES	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11025	BAGNOLES	01/01/1995	31/12/1995	27/12/2000	29/12/2000
11032	BELLEGARDE-DU-RAZES	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11033	BELPECH	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11034	BELVEZE-DU-RAZES	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11037	BERRIAC	01/07/2003	30/09/2003	30/03/2006	02/04/2006
11043	BOUILHONNAC	01/07/2003	30/09/2003	30/03/2006	02/04/2006
11049	BRAM	01/07/2003	30/09/2003	30/03/2006	02/04/2006
11051	BREZILHAC	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11054	LES BRUNELS	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11061	CAMBIEURE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11069	CARCASSONNE	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11069	CARCASSONNE	01/01/2002	30/09/2002	30/04/2003	22/05/2003
11069	CARCASSONNE	01/02/1998	30/09/1998	27/12/2000	29/12/2000
11070	CARLIPA	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11070	CARLIPA	01/01/2002	31/07/2002	30/04/2003	22/05/2003
11073	CASSAIGNES	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11074	LES CASSES	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
11076	CASTELNAUDARY	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11076	CASTELNAUDARY	01/03/1992	30/06/1992	29/05/2001	06/06/2001
11076	CASTELNAUDARY	01/01/2002	30/09/2002	30/04/2003	22/05/2003
11076	CASTELNAUDARY	01/05/1989	31/12/1990	29/05/2001	06/06/2001
11081	CAUNES-MINERVOIS	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
11084	CAUX-ET-SAUZENS	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11084	CAUX-ET-SAUZENS	01/06/1998	30/09/1998	11/05/2004	23/05/2004
11084	CAUX-ET-SAUZENS	01/01/2002	30/09/2002	11/05/2004	23/05/2004
11085	CAVANAC	01/07/2003	30/09/2003	30/03/2006	02/04/2006
11088	CAZILHAC	01/05/1989	31/12/1990	31/07/1992	18/08/1992
11089	CENNE-MONESTIES	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11090	CEPIE	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
11095	COMIGNE	01/03/1998	30/06/1999	17/12/2002	08/01/2003
11098	CONILHAC-CORBIERES	01/03/1998	30/06/1999	27/12/2000	29/12/2000
11097	CONILHAC-DE-LA-MONTAGNE	01/07/2003	30/09/2003	22/02/2007	10/03/2007
11105	COURNANEL	01/07/2003	30/09/2003	30/03/2006	02/04/2006

PPR retrait-gonflement des argiles - Commune de Esperaza (Aude)
NOTE DE PRESENTATION

INSEE	Commune	Date début	Date fin	Date arrêté	Date JO
11119	LA DIGNE-D'AMONT	01/01/2002	30/09/2002	30/04/2003	22/05/2003
11119	LA DIGNE-D'AMONT	01/05/1989	30/09/1990	27/12/2000	29/12/2000
11119	LA DIGNE-D'AMONT	01/03/1992	30/06/1992	27/12/2000	29/12/2000
11120	LA DIGNE-D'AVAL	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11128	ESCUEILLENES-ET-SAINT-JUST-DE-BELEGARD	01/07/2003	30/09/2003	30/03/2006	02/04/2006
11129	ESPERAZA	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11129	ESPERAZA	01/05/1989	31/12/1998	19/05/1999	05/06/1999
11136	FANJEAUX	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11138	FENDEILLE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11139	FENOUILLET-DU-RAZES	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11149	FONTERS-DU-RAZES	01/07/2003	30/09/2003	30/03/2006	02/04/2006
11153	LA FORCE	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11156	FRAISSE-CABARDES	01/01/2002	30/09/2002	30/04/2003	22/05/2003
11156	FRAISSE-CABARDES	01/08/1988	31/08/1997	19/11/1998	11/12/1998
11158	GAJA-ET-VILLEDIEU	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11166	GOURVIEILLE	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11167	GRAMAZIE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11175	ISSEL	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11178	LABASTIDE-D'ANJOU	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11181	LABECEDE-LAURAGAIS	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11181	LABECEDE-LAURAGAIS	01/01/2002	31/07/2002	30/04/2003	22/05/2003
11192	LASBORDES	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11193	LASSERRE-DE-PROUILLE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11197	LAURAGUEL	01/08/1996	31/03/1998	21/07/1999	24/08/1999
11199	LAVALETTE	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11199	LAVALETTE	01/02/1998	30/09/1998	17/12/2002	08/01/2003
11206	LIMOUX	01/02/1998	30/09/1998	27/12/2000	29/12/2000
11206	LIMOUX	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11209	LUC-SUR-AUDE	01/02/1998	30/09/1998	01/08/2002	22/08/2002
11209	LUC-SUR-AUDE	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11211	MAGRIE	01/01/1996	31/12/1997	21/07/1999	24/08/1999
11211	MAGRIE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11214	MALRAS	01/07/1997	31/12/1998	19/03/1999	03/04/1999
11214	MALRAS	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11215	MALVES-EN-MINERVOIS	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
11225	MAS-SAINTES-PUELLES	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11234	MIREVAL-LAURAGAIS	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11195	LAURABUC	01/07/2003	30/09/2003	30/03/2006	02/04/2006
11240	MONTAZELS	01/05/1989	31/10/1997	09/04/1998	23/04/1998
11240	MONTAZELS	01/01/2002	30/09/2002	08/07/2003	26/07/2003
11240	MONTAZELS	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11242	MONTCLAR	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11243	MONTFERRAND	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11248	MONTIRAT	01/07/2003	30/09/2003	27/07/2006	08/08/2006
11251	MONTLAUR	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11254	MONTREAL	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11259	MOUSSOULENS	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11261	MOUX	01/06/1999	30/06/1999	12/03/2002	28/03/2002
11262	NARBONNE	01/01/1989	28/02/1991	30/06/1994	09/07/1994

PPR retrait-gonflement des argiles - Commune de Esperaza (Aude)
NOTE DE PRESENTATION

INSEE	Commune	Date début	Date fin	Date arrêté	Date JO
11272	PALAJA	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11272	PALAJA	01/02/1998	30/09/1998	27/12/2000	29/12/2000
11274	PAULIGNE	01/01/2002	30/09/2002	11/05/2004	23/05/2004
11274	PAULIGNE	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11279	PENNAUTIER	01/02/1998	30/09/1998	27/12/2000	29/12/2000
11279	PENNAUTIER	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11279	PENNAUTIER	01/05/1989	30/06/1990	27/12/2000	29/12/2000
11279	PENNAUTIER	01/01/1995	31/12/1995	27/12/2000	29/12/2000
11281	PEXIORA	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11284	PEYRENS	01/06/2002	30/09/2002	11/05/2004	23/05/2004
11284	PEYRENS	01/07/2003	30/09/2003	09/01/2006	22/01/2006
11288	PEZENS	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11288	PEZENS	01/05/1989	31/10/1997	09/04/1998	23/04/1998
11291	PLAVILLA	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
11293	POMAS	01/07/2003	30/09/2003	30/03/2006	02/04/2006
11296	POUZOLS-MINERVOIS	01/05/1989	30/09/1989	12/03/2002	28/03/2002
11296	POUZOLS-MINERVOIS	01/03/1998	30/06/1999	12/03/2002	28/03/2002
11296	POUZOLS-MINERVOIS	01/01/1991	31/12/1991	12/03/2002	28/03/2002
11298	PRADELLES-EN-VAL	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11300	PUGINIER	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11308	RAISSAC-SUR-LAMPY	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11308	RAISSAC-SUR-LAMPY	01/01/1995	31/12/1998	19/05/1999	05/06/1999
11310	RENNES-LES-BAINS	01/01/2002	30/09/2002	03/10/2003	19/10/2003
11310	RENNES-LES-BAINS	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11310	RENNES-LES-BAINS	01/12/1997	31/12/1997	16/04/1999	02/05/1999
11312	RIBOUISSE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11313	RICAUD	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11313	RICAUD	01/01/1996	31/12/1998	19/03/1999	03/04/1999
11323	ROQUETAILLADE	01/01/1992	31/12/1998	19/03/1999	03/04/1999
11325	ROUFFIAC-D'AUDE	01/05/1989	31/12/1998	19/03/1999	03/04/1999
11325	ROUFFIAC-D'AUDE	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11327	ROULLENS	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11340	SAINTE-EULALIE	01/07/2003	30/09/2003	27/07/2006	08/08/2006
11348	SAINT-JULIEN-DE-BRIOLA	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11356	SAINT-MARTIN-LALANDE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11356	SAINT-MARTIN-LALANDE	01/10/1988	28/02/1991	25/01/1993	07/02/1993
11361	SAINT-PAPOUL	01/05/1989	30/09/1990	27/12/2000	29/12/2000
11361	SAINT-PAPOUL	01/03/1992	30/06/1992	27/12/2000	29/12/2000
11361	SAINT-PAPOUL	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11363	SAINT-PIERRE-DES-CHAMPS	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11364	SAINT-POLYCARPE	01/07/2003	30/09/2003	30/03/2006	02/04/2006
11378	SERVIES-EN-VAL	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11382	SOUILHANELS	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11383	SOUILHE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11385	SOUPEX	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11397	TREBES	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
11399	TREVILLE	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
11404	VENTENAC-CABARDES	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11404	VENTENAC-CABARDES	01/01/1991	31/12/1997	18/09/1998	03/10/1998
11410	VILLALIER	01/01/1995	31/12/1995	27/12/2000	29/12/2000
11410	VILLALIER	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11410	VILLALIER	01/02/1998	30/09/1998	27/12/2000	29/12/2000

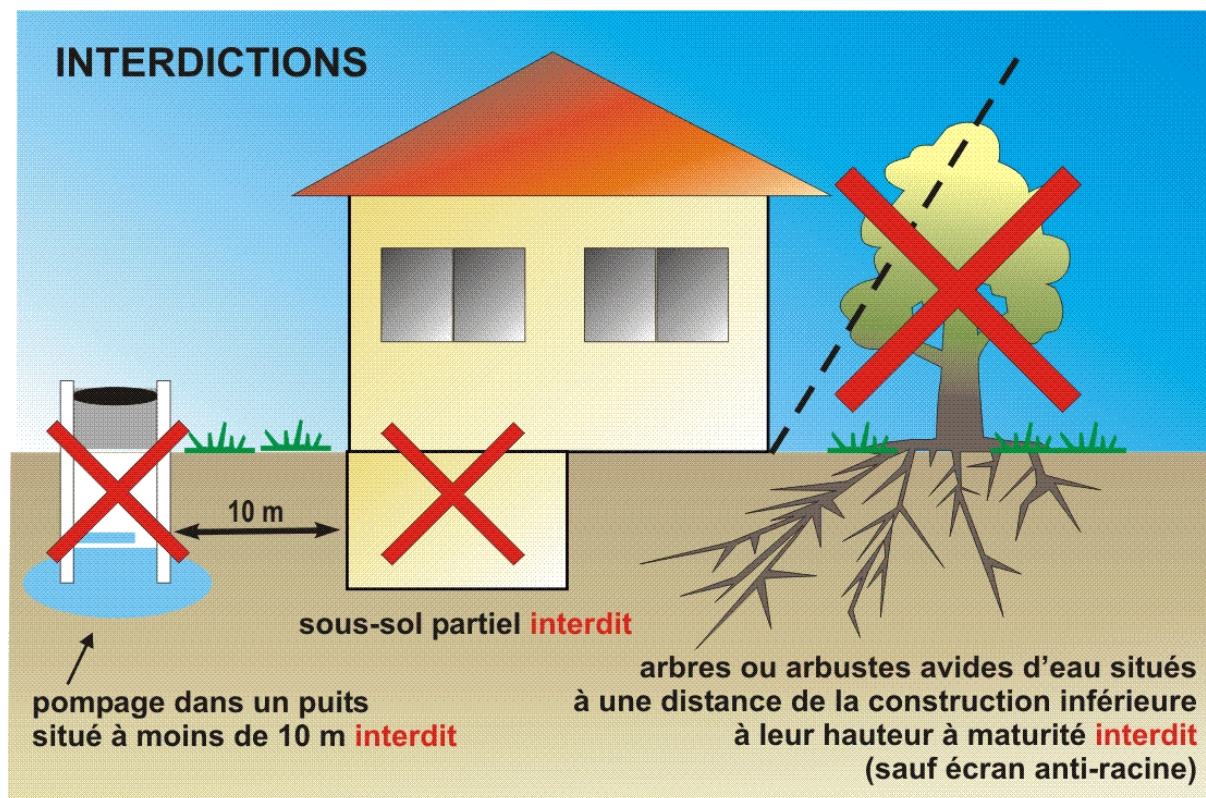
PPR retrait-gonflement des argiles - Commune de Esperaza (Aude)
NOTE DE PRESENTATION

INSEE	Commune	Date début	Date fin	Date arrêté	Date JO
11416	VILLARZEL-CABARDES	01/01/2002	30/09/2002	30/04/2003	22/05/2003
11416	VILLARZEL-CABARDES	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11416	VILLARZEL-CABARDES	01/09/1998	30/09/1998	30/04/2003	22/05/2003
11417	VILLARZEL-DU-RAZES	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
11418	VILLASAVARY	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
11425	VILLEGAILHENC	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11425	VILLEGAILHENC	01/02/1998	30/09/1998	27/12/2000	29/12/2000
11425	VILLEGAILHENC	01/01/1995	31/12/1995	27/12/2000	29/12/2000
11425	VILLEGAILHENC	01/05/1989	30/06/1990	27/12/2000	29/12/2000
11426	VILLEGLY	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11426	VILLEGLY	01/02/1998	30/09/1998	12/03/2002	28/03/2002
11429	VILLEMUSTAUSOU	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11429	VILLEMUSTAUSOU	01/01/2002	30/09/2002	30/04/2003	22/05/2003
11429	VILLEMUSTAUSOU	01/06/1996	31/12/1998	19/05/1999	05/06/1999
11430	VILLENEUVE-LA-COMPTAL	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11432	VILLENEUVE-LES-MONTREAL	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11433	VILLENEUVE-MINERVOIS	01/01/1995	31/12/1995	12/03/2002	28/03/2002
11433	VILLENEUVE-MINERVOIS	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11433	VILLENEUVE-MINERVOIS	01/01/2002	30/09/2002	25/08/2004	26/08/2004
11433	VILLENEUVE-MINERVOIS	01/02/1998	30/09/1998	12/03/2002	28/03/2002
11434	VILLEPINTE	01/07/1990	31/12/1990	10/06/1991	19/07/1991
11434	VILLEPINTE	01/01/2002	30/09/2002	30/04/2003	22/05/2003
11434	VILLEPINTE	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
11437	VILLESEQUELANDE	01/01/2002	30/09/2002	30/04/2003	22/05/2003
11437	VILLESEQUELANDE	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
11439	VILLESPIY	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004

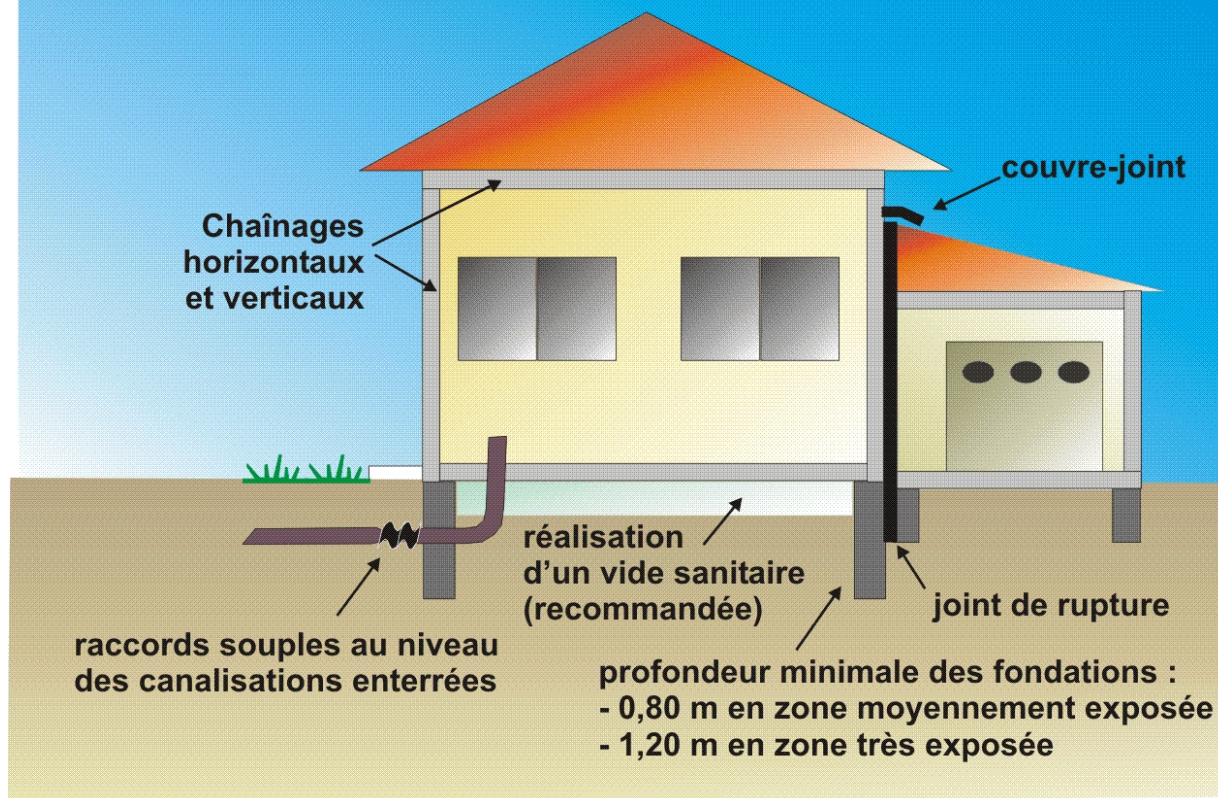
ANNEXE 4

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

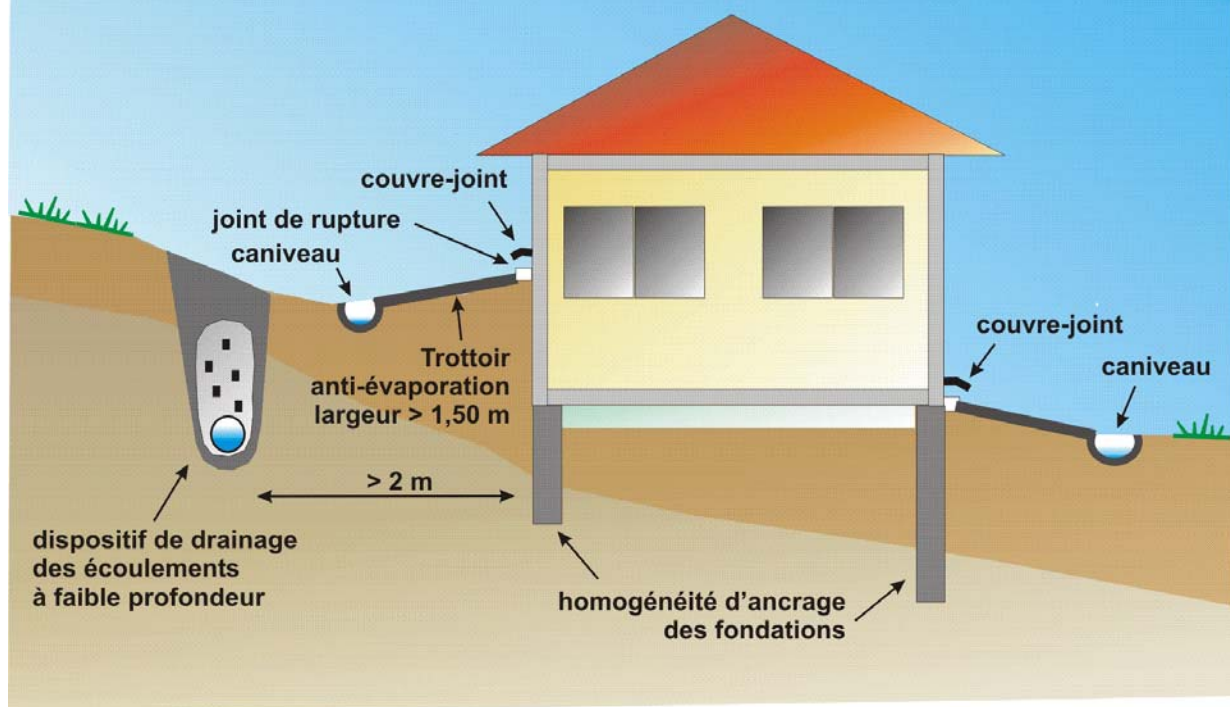
Les illustrations qui suivent présentent une partie des prescriptions et recommandations destinées à s'appliquer dans les zones réglementées par le PPR. Suivant le type de construction (existante ou projetée) certaines de ces mesures sont obligatoires, d'autres non, et l'on se reportera donc au règlement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



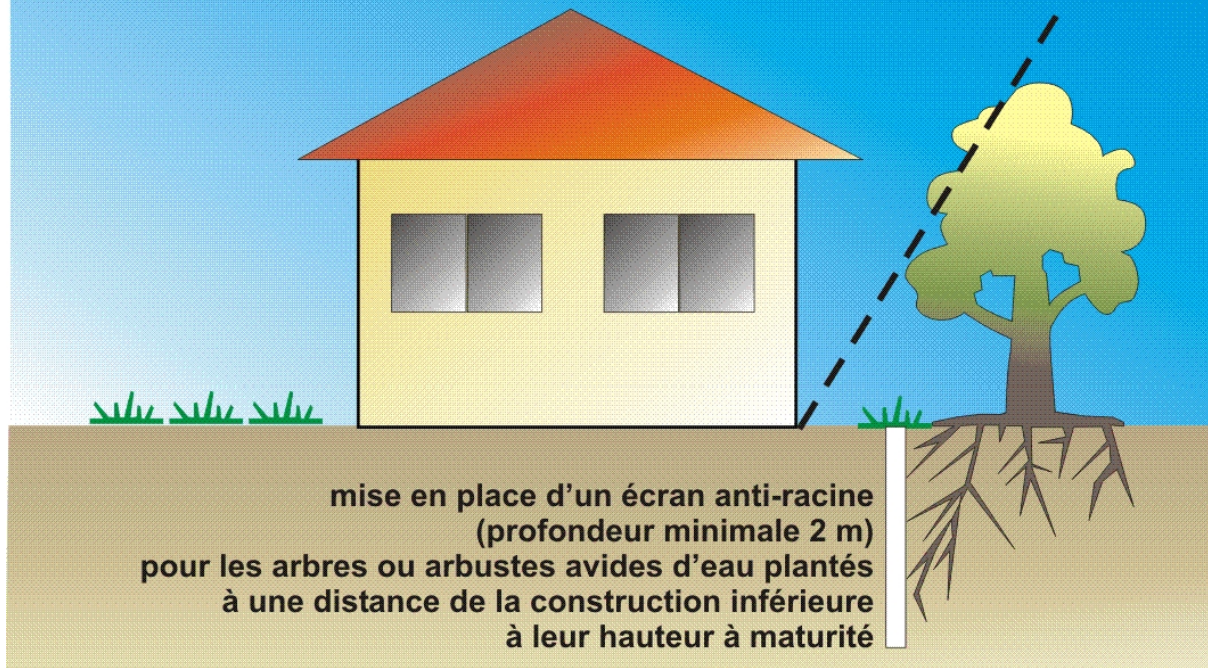
PRESCRIPTIONS POUR LES CONSTRUCTIONS NEUVES



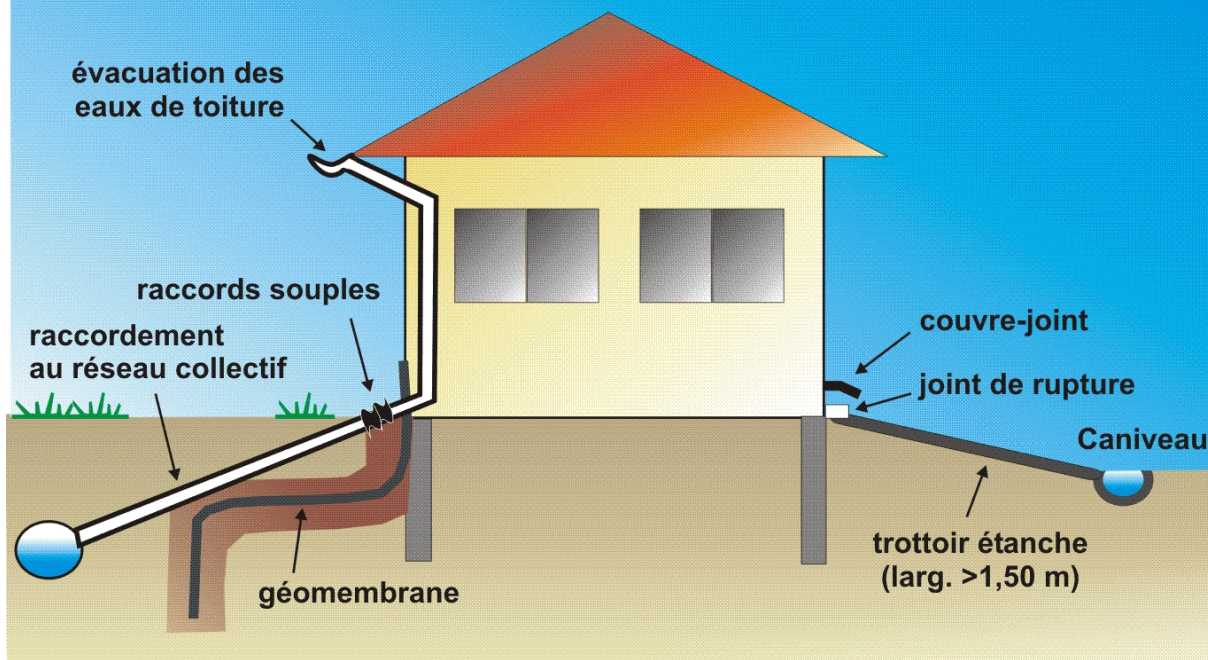
PRESCRIPTIONS POUR LES TERRAINS EN PENTE

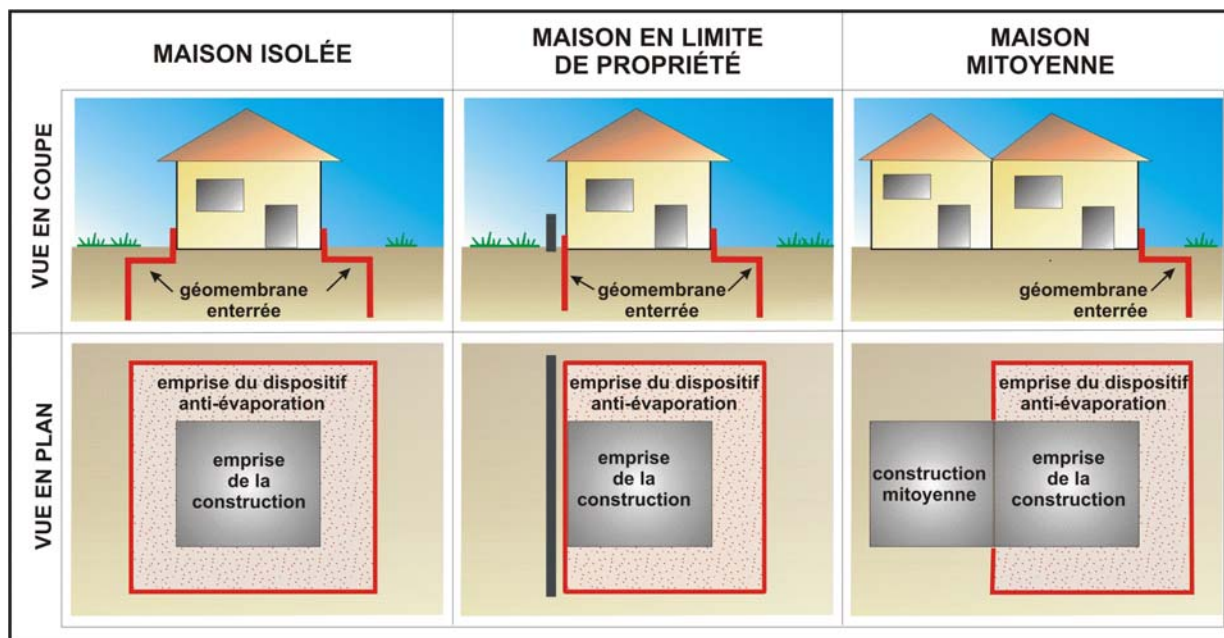
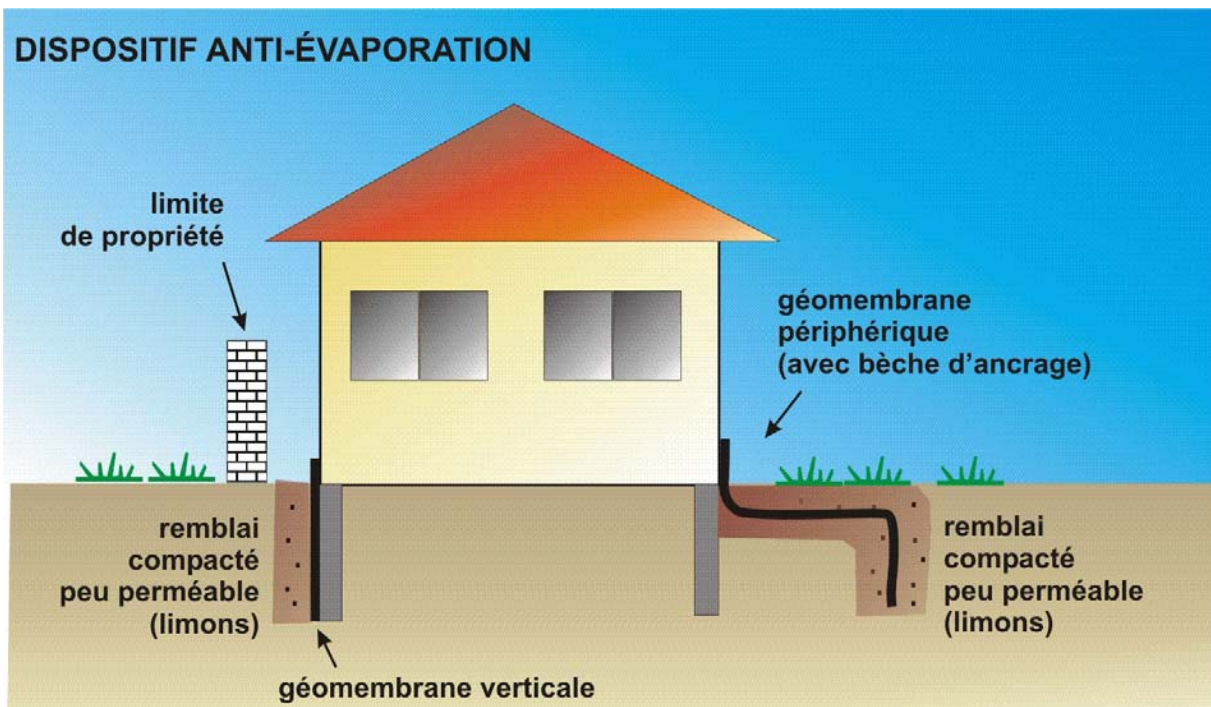


ÉCRAN ANTI-RACINE



RÉCUPERATION DES EAUX DE PLUIE ET DISPOSITIF ANTI-ÉVAPORATION





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.

Étape	Phase d'avancement du projet	Missions d'ingénierie géotechnique	Objectifs en termes de gestion des risques liés aux aléas géologiques	Prestations d'investigations géotechniques *
1	Étude préliminaire Étude d'esquisse	Étude géotechnique préliminaire de site (G11)	Première identification des risques	Fonction des données existantes
	Avant projet	Étude géotechnique d'avant-projet (G12)	Identification des aléas majeurs et principes généraux pour en limiter les conséquences	Fonction des données existantes et de l'avant-projet
2	Projet Assistance aux Contrats de Travaux (ACT)	Étude géotechnique de projet (G2)	Identification des aléas importants et dispositions pour en réduire les conséquences	Fonction des choix constructifs
3	Exécution	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3)	Identification des aléas résiduels et dispositions pour en limiter les conséquences	Fonction des méthodes de construction mises en œuvre
		Supervision géotechnique d'exécution (G4)		Fonction des conditions rencontrées à l'exécution
Cas particulier	Étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques	Diagnostic géotechnique (G5)	Analyse des risques liés à ces éléments géotechniques	Fonction de la spécificité des éléments étudiés
* NOTE À définir par l'ingénierie géotechnique chargée de la mission correspondante.				

Tableau - Classification des missions géotechniques types

<p>L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique doit suivre les étapes d'élaboration et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géologiques. Chaque mission s'appuie sur des investigations géotechniques spécifiques.</p> <p>Il appartient au maître d'ouvrage ou à son mandataire de veiller à la réalisation successive de toutes ces missions par une ingénierie géotechnique.</p>
<p>ÉTAPE 1 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES PREALABLES (G1)</p> <p>Ces missions excluent toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre d'une mission d'étude géotechnique de projet (étape 2). Elles sont normalement à la charge du maître d'ouvrage.</p> <p>ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE DE SITE (G11)</p> <p>Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire ou d'esquisse et permet une première identification des risques géologiques d'un site :</p> <ul style="list-style-type: none"> — Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours. — Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport avec un modèle géologique préliminaire, certains principes généraux d'adaptation du projet au site et une première identification des risques. <p>ÉTUDE GÉOTECHNIQUE D'AVANT PROJET (G12)</p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant projet et permet de réduire les conséquences des risques géologiques majeurs identifiés :</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, certains principes généraux de construction (notamment terrassements, soutènements, fondations, risques de déformation des terrains, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants). <p>Cette étude sera obligatoirement complétée lors de l'étude géotechnique de projet (étape 2).</p>
<p>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE PROJET (G2)</p> <p>Elle est réalisée pour définir le projet des ouvrages géotechniques et permet de réduire les conséquences des risques géologiques importants identifiés. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage et peut être intégrée à la mission de maîtrise d'œuvre générale.</p> <p>Phase Projet</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir une synthèse actualisée du site et les notes techniques donnant les méthodes d'exécution proposées pour les ouvrages géotechniques (notamment terrassements, soutènements, fondations, dispositions vis-à-vis des nappes et avoisinants) et les valeurs seuils associées, certaines notes de calcul de dimensionnement niveau projet. — Fournir une approche des quantités/délais/coûts d'exécution de ces ouvrages géotechniques et une identification des conséquences des risques géologiques résiduels. <p>Phase Assistance aux Contrats de Travaux</p> <ul style="list-style-type: none"> — Établir les documents nécessaires à la consultation des entreprises pour l'exécution des ouvrages géotechniques (plans, notices techniques, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel). — Assister le client pour la sélection des entreprises et l'analyse technique des offres.
<p>ÉTAPE 3 : EXÉCUTION DES OUVRAGES GÉOTECHNIQUES (G3 et G 4, distinctes et simultanées)</p> <p>ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXÉCUTION (G3)</p> <p>Se déroulant en 2 phases interactives et indissociables, elle permet de réduire les risques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures d'adaptation ou d'optimisation. Elle est normalement confiée à l'entrepreneur.</p> <p>Phase Étude</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment validation des hypothèses géotechniques, définition et dimensionnement (calculs justificatifs), méthodes et conditions d'exécution (phasages, suivis, contrôles, auscultations en fonction des valeurs seuils associées, dispositions constructives complémentaires éventuelles), élaborer le dossier géotechnique d'exécution. <p>Phase Suivi</p> <ul style="list-style-type: none"> — Suivre le programme d'auscultation et l'exécution des ouvrages géotechniques, déclencher si nécessaire les dispositions constructives prédéfinies en phase Etude. — Vérifier les données géotechniques par relevés lors des excavations et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats). — Participer à l'établissement du dossier de fin de travaux et des recommandations de maintenance des ouvrages géotechniques. <p>SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXÉCUTION (G4)</p> <p>Elle permet de vérifier la conformité aux objectifs du projet, de l'étude et du suivi géotechniques d'exécution. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage.</p> <p>Phase Supervision de l'étude d'exécution</p> <ul style="list-style-type: none"> — Avis sur l'étude géotechnique d'exécution, sur les adaptations ou optimisations potentielles des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, sur le programme d'auscultation et les valeurs seuils associées. <p>Phase Supervision du suivi d'exécution</p> <ul style="list-style-type: none"> — Avis, par interventions ponctuelles sur le chantier, sur le contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur, sur le comportement observé de l'ouvrage et des avoisinants concernés et sur l'adaptation ou l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur.
<p>DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)</p> <p>Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, rabattement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans d'autres éléments géotechniques. <p>Des études géotechniques de projet et/ou d'exécution, de suivi et supervision, doivent être réalisées ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique, si ce diagnostic conduit à modifier ou réaliser des travaux.</p>

**Annexe 3 - Exemple de Plan de Prévention des
Risques naturels concernant les mouvements
différentiels de terrain liés au phénomène de
retrait-gonflement des argiles**

Commune de Esperaza

**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'Aude

Commune de Esperaza

Règlement



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

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



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

 Direction
Départementale
de l'Équipement
Aude

 Géosciences pour une Terre durable
brgm

Titre I- Portée du règlement

Article I-1 Champ d'application

Le présent règlement s'applique à la commune de Esperaza. 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 aux missions géotechniques spécifiées dans la norme NF P94-500 (« Missions géotechniques – classifications et spécifications »), les dispositions suivantes s'appliquent :

A) Mesures structurales :

Article II-I-1 Sont prescrites :

- 1 - les dispositions suivantes de conception et de réalisation des fondations :
 - la profondeur minimum des fondations sur semelles est fixée à :
 - o 1,20 m en zone fortement exposée (B1)
 - o 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 plus 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 ») ;
- les fondations sur radier général impliquent la réalisation d'une bêche périphérique ;

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

- toutes parties de bâtiment susceptibles d'être soumises à des mouvements différentiels, car exerçant des charges différentes ou fondées différemment, doivent être désolidarisées et séparées par un joint de rupture sur toute la hauteur de la construction. Cette mesure s'impose en particulier pour la création d'un sous-sol partiel sous une construction d'un seul tenant et pour les extensions accolées ;
- 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 ») ;
- en cas d'implantation d'une source de chaleur en sous-sol, celle-ci ne devra pas être positionnée le long des murs périphériques. A défaut, il devra être mis en place un dispositif spécifique d'isolation des murs.

B) Mesures applicables à l'environnement immédiat :

Article II-I-2 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'un écran anti-racines d'une profondeur minimale de 2 m ;
- tout pompage à usage domestique, entre mai et octobre, dans un puits situé à moins de 10 m d'une construction et où la profondeur du niveau de l'eau (par rapport au terrain naturel) est inférieure à 10 m.

Article II-I-3 Sont prescrits :

- la récupération des eaux de ruissellement et son évacuation des abords de la construction par un dispositif de type caniveau ;
- le rejet des eaux pluviales et usées dans le réseau collectif lorsque cela est possible. A défaut, les éventuels rejets ou points d'infiltration doivent être situés à une distance minimale de 10 m de toute construction ;
- la mise en place de dispositifs assurant l'étanchéité des canalisations d'évacuation des eaux usées et pluviales (raccords souples...) ;

- 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 ;
- 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 et à l'infiltration, sous la forme d'un écran imperméable sous terre végétale (géomembrane) ou d'un revêtement étanche (terrasse) dont les eaux de ruissellement seront récupérées par un dispositif d'évacuation de type caniveau ;
- la mise en place d'écrans anti-racines d'une profondeur minimale de 2 m entre la construction projetée et tout arbre ou arbuste existant situé à une distance inférieure à sa propre hauteur à maturité ou, à défaut, l'arrachage des arbres concernés ;
- en zone fortement exposée (B1), le respect d'un délai minimum de 1 an 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) ;

Chapitre II- Mesures applicables à tous les autres bâtiments à l'exception 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 aux missions géotechniques spécifiées 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 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
2. l'interdiction de pompage, à usage domestique, entre mai et octobre dans un puits situé à moins de 10 m d'une construction et où la profondeur du niveau de l'eau (par rapport au terrain naturel) est inférieure à 10 m ;
3. pour toute nouvelle plantation d'arbre ou d'arbuste, le respect d'une distance d'éloignement par rapport à la construction au moins égale à la hauteur de l'arbre à maturité (1,5 fois en cas de rideau d'arbres ou d'arbustes) ou la mise en place d'écrans anti-racines d'une profondeur minimale de 2 m, interposés entre la plantation la construction ;
4. l'égagement régulier (au minimum tous les 3 ans) de tout arbre ou arbuste implanté à une distance de toute construction inférieure à sa hauteur à maturité, sauf mise en place d'un écran anti-racine d'une profondeur minimale de 2 m ; cet égagement doit permettre de maintenir stable le volume de l'appareil aérien de l'arbre (feuillage et branchage) ;

5. la collecte et le rejet des eaux pluviales et usées au réseau collectif lorsque cela est possible. A défaut, leur évacuation par un système de collecte approprié et leur rejet à une distance la plus grande possible de toute construction ;
6. la mise en place de dispositifs assurant l'étanchéité des canalisations d'évacuation des eaux usées et pluviales (raccords souples...) en cas de remplacement de ces dernières ;
7. le contrôle régulier d'étanchéité des canalisations d'évacuation des eaux usées et pluviales existantes et leur étanchéification en tant que de besoin ;
8. la mise en place sur toute la périphérie de la construction, à l'exception des parties mitoyennes avec un terrain déjà construit ou revêtu, d'un dispositif d'une largeur minimale de 1,50 m s'opposant à l'évaporation et à l'infiltration (terrasse ou géomembrane enterrée).

Article III-2 Mesures applicables en zone B1

En zone fortement exposée (B1), les mesures 1, 3 et 6 définies à l'article III-1 sont rendues immédiatement obligatoires dès l'approbation du présent PPR, la mesure 2 définie à l'article III-1 est rendue obligatoire dans un délai de 1 an à compter de la date d'approbation du présent PPR et le respect des mesures 4, 7 et 8 est fortement recommandé dès approbation du PPR.

Article III-3 Mesures applicables en zone B2

En zone faiblement à moyennement exposée (B2), la mesure 3 définie à l'article III-1 est rendue immédiatement obligatoire dès l'approbation du présent PPR, la mesure 2 définie à l'article III-1 est rendue obligatoire dans un délai de 1 an à compter de la date d'approbation du présent PPR et le respect des mesures 1, 4, 5, 6, 7 et 8 est fortement recommandé dès approbation du PPR.

maître d'ouvrage



plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN) mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles

département de l'Aude

BRGM/RP-55419-FR



zonage réglementaire

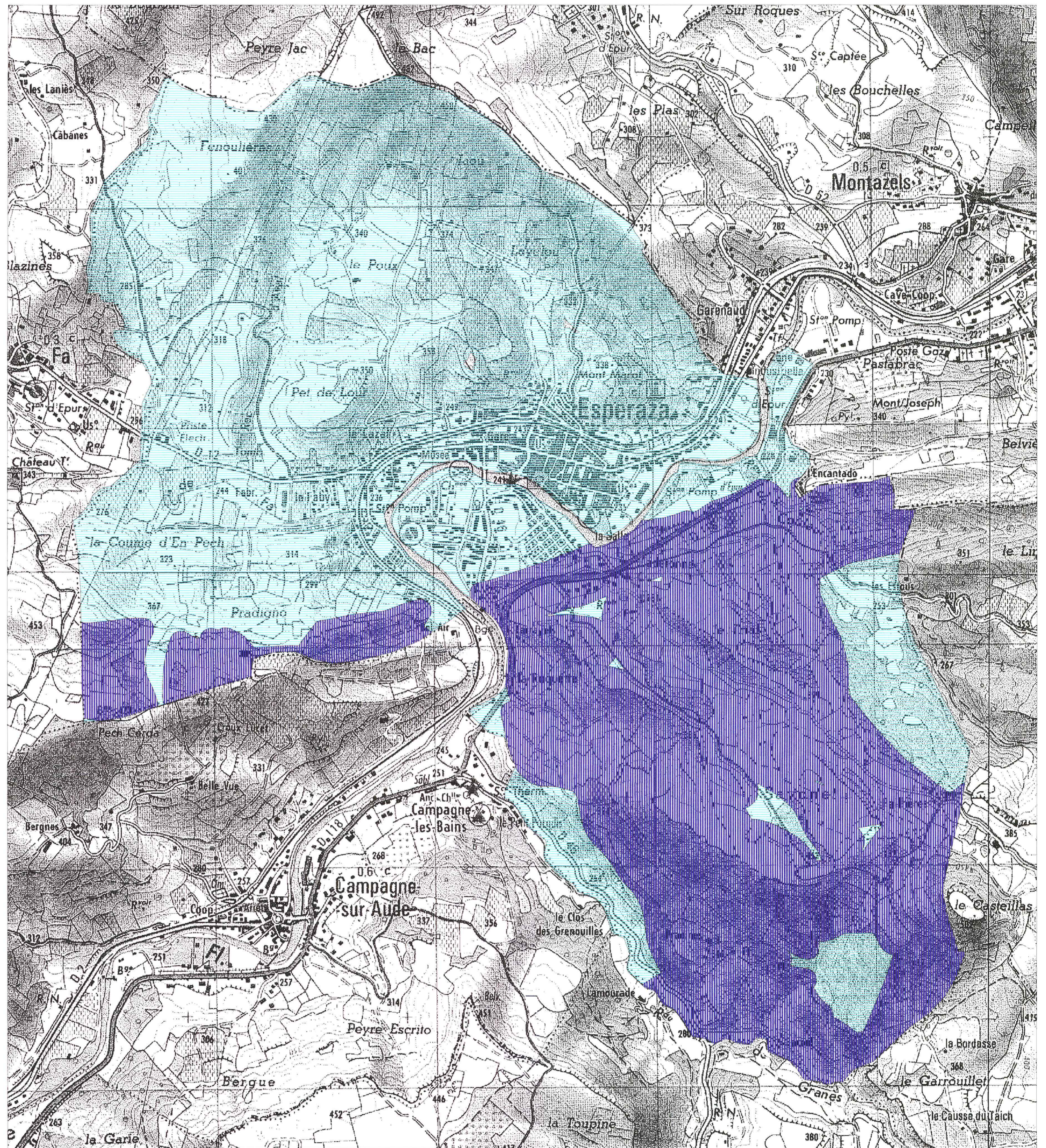
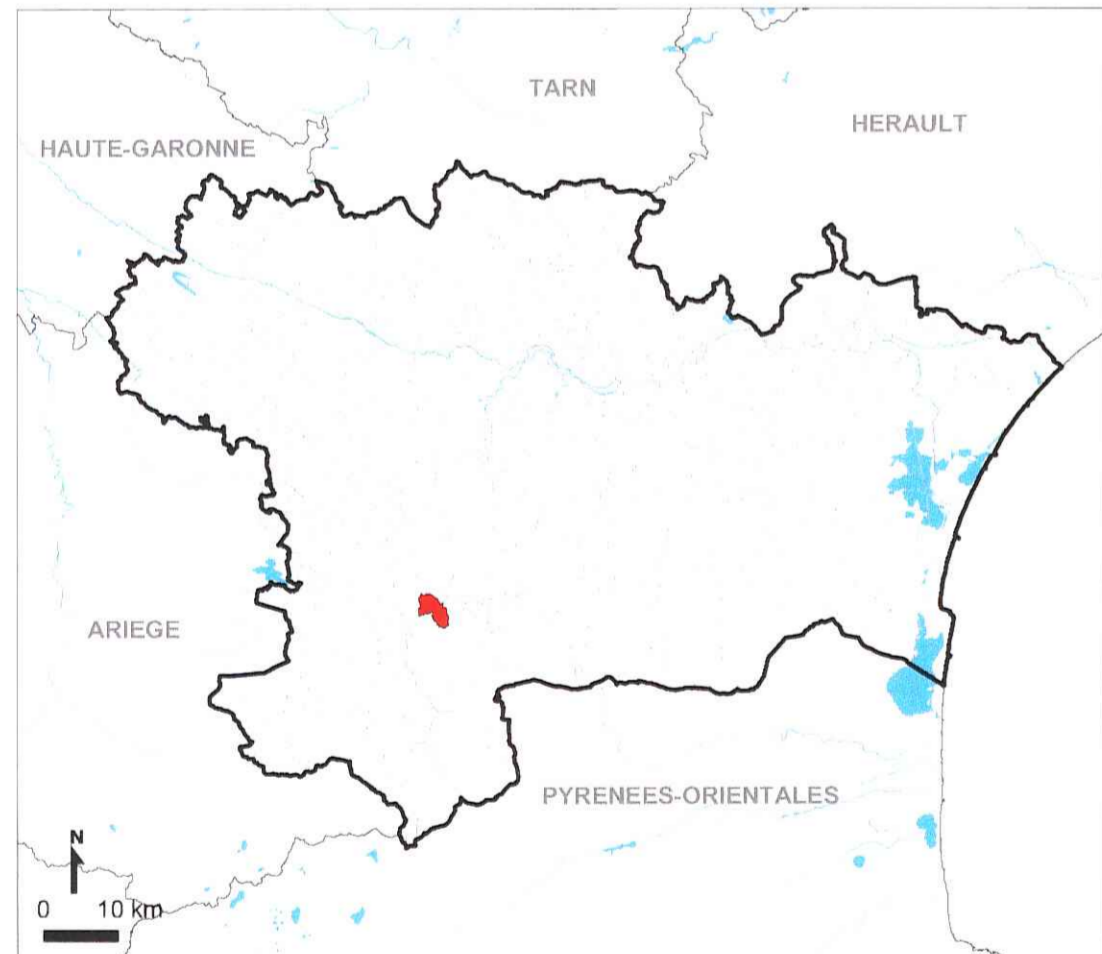
commune : ESPERAZA

maître d'oeuvre





Plan
établi le :
approuvé le :

échelle : 1/10.000



Légende :

ALÉA RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES :

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

