Document public

Établissement 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 Lot

BRGM/RP-55753-FR
août 2007

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
direction départementale
de l'Équipement
et de l'Agriculture
Lot

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement durables

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
PRÉFECTURE
DU LOT

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Document public

Établissement 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 Lot

BRGM/RP-55753-FR
août 2007

Étude réalisée dans le cadre des opérations de Service public du BRGM 05RISD12

E. PLAT
Avec la collaboration de
F. Tilloloy, M. Imbault et G. Delpont

Vérificateur :	**Approbateur :**
Nom : Marc Vincent	Nom : Philippe Roubichou
Date : 29/08/07	Date : 30/08/2007
Signature :	Signature :

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

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
direction départementale de l'Équipement et de l'Agriculture
Lot

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement durables

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
PRÉFECTURE
DU LOT

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Mots clés : Lot, prévention, risques naturels, mouvements de terrain, aléa, retrait-gonflement, argile, sécheresse, Plan de Prévention des Risques, zonage réglementaire, règlement, note de présentation

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

Plat E., avec la collaboration de **F. Tilloloy, Imbault M**. et **Delpont G.** (2007) - Établissement 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 Lot. Rapport BRGM/RP-55753-FR, 30 p., 3 ill., 1 carte hors texte, 2 ann., 1 CD-Rom.

© BRGM, 2007, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

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.

Le Lot fait partie des départements français touchés par ces tassements différentiels des argiles, puisque sur les 340 communes que compte le département, 86 (soit 25,3 % d'entre elles) ont été reconnues en état de catastrophe naturelle pour ce phénomène à ce jour, et ceci pour des périodes comprises entre mai 1989 et mai 2006. 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-55122-FR, janvier 2007) a ainsi permis de recenser et de localiser 627 sinistres déclarés.

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

A ce jour, il n'a pas encore été prescrit de PPR retrait-gonflement dans le département du Lot. La commune de Cahors a cependant été choisie par la Direction Départementale de l'Équipement et de l'Agriculture (DDEA) 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 du Lot et sont fournis sur support numérique au format MapInfo©. La Préfecture et la DDEA du Lot disposeront 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 13

3. Note de présentation 23

4. Règlement 25

5. Conclusion 27

6. Bibliographie 29

Liste des illustrations

Illustration 1 - Carte de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département du Lot..... 10

Illustration 2 - Transcription, pour la commune de Cahors, de la carte d'aléa en proposition de plan de zonage réglementaire..... 12

Illustration 3 – Éléments de hiérarchisation des communes pour la prescription des PPR..... 21

Liste des annexes

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

Annexe 2 - Exemple de Plan de Prévention des Risques naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles - Commune de Cahors - 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 Cahors - Proposition de zonage réglementaire.

CD-Rom contenant les propositions de plans de zonage des différentes communes du département du Lot (au format MapInfo©) et les fichiers numériques correspondant au présent rapport avec les 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. 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 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.

Le Lot fait partie des départements concernés par ce phénomène, puisque 17 arrêtés interministériels y ont été pris entre décembre 1990 et avril 2006, reconnaissant l'état de catastrophe naturelle pour ce seul aléa dans 86 communes, soit 25,3 % des 340 communes que compte le département.

Le nombre total d'occurrences (nombre de périodes reconnues en distinguant commune par commune) s'élève actuellement à 114. Le Lot était par ailleurs classé en quarante-septième position des départements français en terme de coût cumulé d'indemnisation en novembre 2006, ce qui montre bien son exposition au phénomène.

L'étude d'aléa achevée en janvier 2007 par le BRGM avait permis de recenser et localiser 627 sites de sinistres, répartis dans 110 communes du Lot, ce qui constitue une estimation approchée, quoique vraisemblablement minorée, de la réalité.

Dans le cadre d'une politique générale de prévention des risques naturels et dans le but de réduire le coût que représente pour la collectivité l'indemnisation de ces sinistres, le Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement Durables (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 PPR retrait-gonflement dans le département du Lot. 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 Préfecture et la Direction Départementale de

l’Équipement et de l’Agriculture (DDEA) du Lot, de tels PPR, afin que tous les éléments soient disponibles lorsqu’ils seront prescrits dans certaines communes. Il s'agit, suivant la méthodologie mise au point dans les Deux-Sèvres puis appliquée dans une quarantaine 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 Direction Départementale de l’Équipement et de l’Agriculture des PPR - a été réalisé en collaboration entre le Service Géologique Régional (SGR) Midi-Pyrénées et le service Aménagement et Risques Naturels (ARN) du BRGM, dans le cadre de ses actions de service public en matière de prévention des risques naturels. Le financement en a été assuré conjointement et à parts égales par le Fonds National de Prévention des Risques Majeurs et par le BRGM, dans le cadre de sa dotation de service public allouée par le Ministère de la Recherche. L’opération a été réalisée dans le cadre d’une convention signée entre le BRGM et la Direction Départementale de l’Équipement et de l’Agriculture du Lot.

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-55122-FR, janvier 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 ;
- le comportement géotechnique du matériau, établi à partir de résultats d'essais de laboratoire, conduits dans le cadre d'études de sols menées par différents organismes et complétés par quelques analyses effectuées par le BRGM.

Pour chacune des 17 formations retenues comme argileuses, le niveau d'aléa est en définitive la résultante de la note de susceptibilité ainsi obtenue et de la densité de sinistres retrait-gonflement, rapportée à 100 km^2 de surface d'affleurement réellement urbanisée (pour permettre des comparaisons fiables entre formations). Le recensement des sinistres provient de la consultation des dossiers de demande de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle et d'expertises post-sinistres (recueillis auprès de la Caisse Centrale de Réassurance, de bureaux d'études géotechniques, de mutuelles d'assurance et d'experts) et d'une enquête auprès des communes reconnues en état de catastrophe naturelle.

La carte départementale de l'aléa retrait-gonflement ainsi obtenue fait apparaître, outre certaines zones considérées comme *a priori* non argileuses et donc non sujettes au

phénomène de retrait-gonflement, deux zones de formations argileuses d'aléa jugé « faible » et « moyen » (cf. illustration 1).

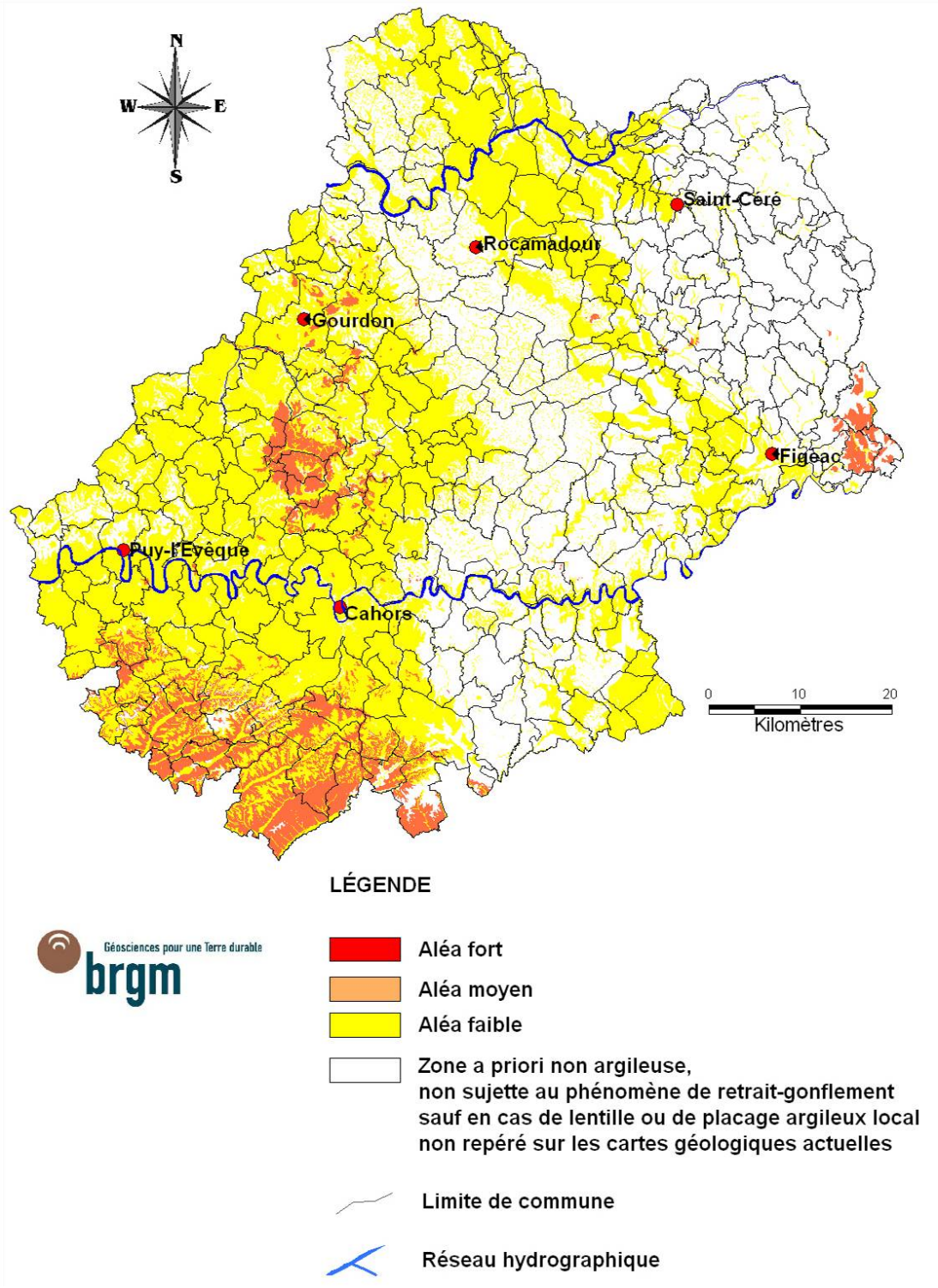


Illustration 1 - Carte de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département du Lot

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).

Les zones potentiellement sujettes à l'aléa retrait-gonflement des argiles couvrent un peu plus la moitié du département du Lot. Le département ne présente pas de zones d'aléa fort, tandis que 6,9 % du département est considéré en aléa moyen et 47,8 % en aléa faible. Le reste, soit 45,3 % du département, correspond à des zones *a priori* non argileuses, en principe non exposées aux risques de retrait-gonflement, ce qui n'exclut pas la présence, localement, de poches ou de placages argileux non cartographiés.

2.3. PLAN DE ZONAGE REGLEMENTAIRE

Une proposition de plan de zonage réglementaire a été élaborée pour chaque commune 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, du Développement et de l'Aménagement Durables (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. (cf. 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 faible à moyen, 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 vis-à-vis du 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, a fortiori faible à moyen, 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.

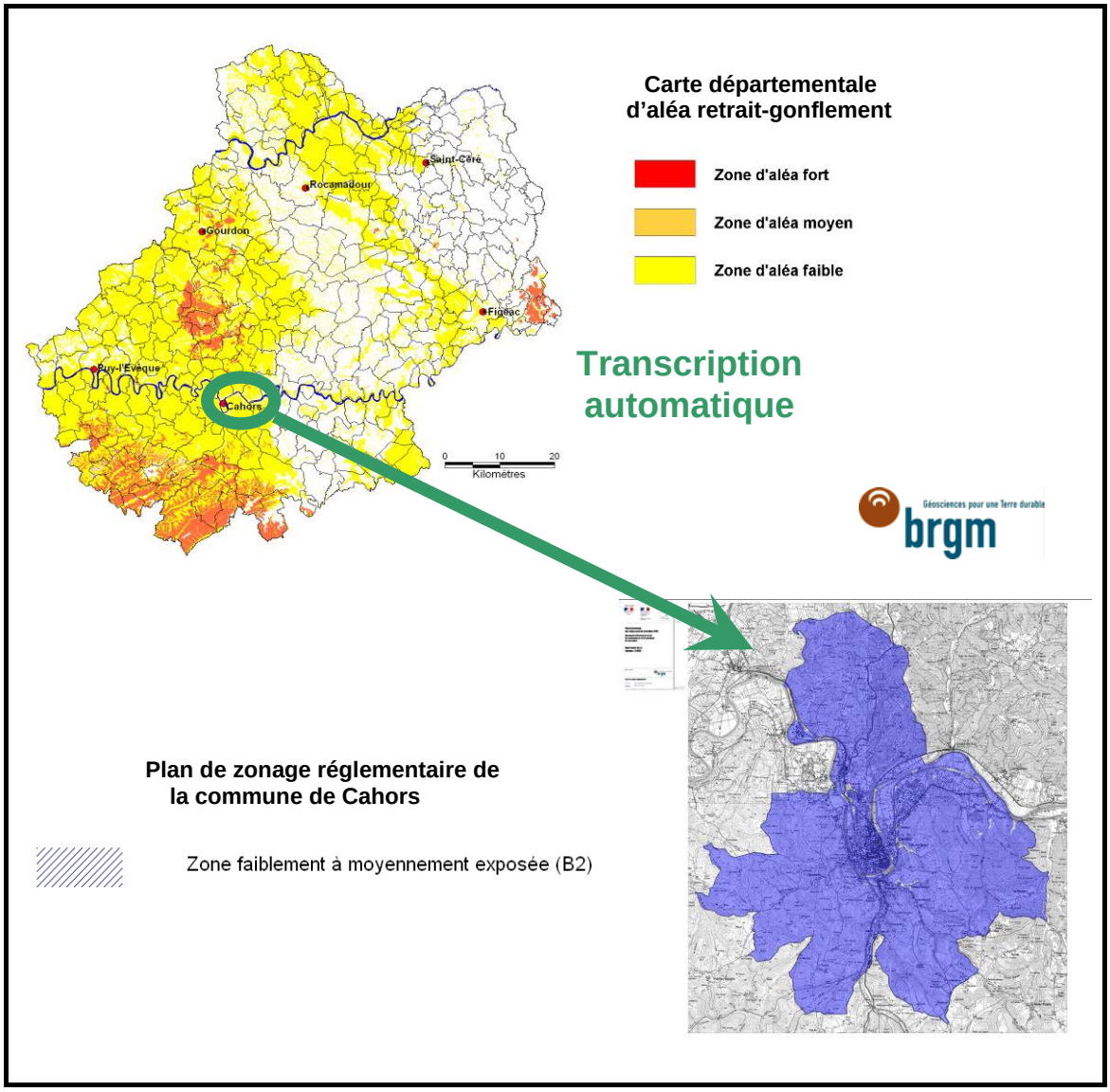


Illustration 2 - Transcription, pour la commune de Cahors, de la carte d'aléa en proposition de plan de zonage réglementaire

Par ailleurs, le document produit reste une proposition de plan de zonage réglementaire, qui pourra être amendée par la DDEA 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 du Lot, 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 Cahors, 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 340 communes du département, la proportion du territoire communal classé en moyen, faible ou *a priori* nul vis-à-vis de ce phénomène. Ces éléments sont regroupés dans le tableau de l'illustration 3 qui indique également la superficie totale de chaque commune, son taux d'urbanisation (déterminé à partir du contour des zones apparaissant urbanisées sur les scan25© de l'IGN), 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 à ce jour.

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 la 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 accessibles au BRGM, il reviendra à la DDEA de compléter ce tableau par une ou plusieurs colonnes permettant de prendre en compte ce paramètre.

A défaut, un tel tableau permet 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, ce tableau a permis d'établir une première sélection de trois 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 10 sinistres recensés sur la commune dans le cadre de l'étude ;
- une proportion importante (au moins 50 %) de la superficie communale couverte par une zone placée en aléa moyen ;
- une faible proportion (moins de 5 %) de la superficie communale couverte par une zone présentant un aléa nul.

Code INSEE	Commune	Superficie totale (km²)	Surfaces urbanisées (km²)	Sinistres recensés	Nombre d'arrêtés CatNat	Superficie en aléa Nul (%)	Superficie en aléa Faible (%)	Superficie en aléa Moyen (%)
46001	ALBAS	21,69	0,20	1	1	5,20%	94,20%	0,60%
46002	ALBIAC	3,79	0,05	0	0	10,20%	89,80%	0,00%
46003	ALVIGNAC	12,99	0,66	0	0	10,76%	89,24%	0,00%
46004	ANGLARS	10,01	0,13	13	2	89,95%	10,05%	0,00%
46005	ANGLARS-JUILLAC	5,51	0,30	0	0	4,44%	95,56%	0,00%
46006	ANGLARS-NOZAC	9,75	0,20	0	0	26,87%	71,54%	1,58%
46007	ARCAMBAL	23,42	0,42	3	1	54,40%	45,51%	0,09%
46008	LES ARQUES	15,04	0,06	0	1	4,25%	95,75%	0,00%
46009	ASSIER	16,60	0,56	2	1	55,87%	44,13%	0,00%
46010	AUJOLS	16,28	0,49	0	0	40,41%	59,59%	0,00%
46011	AUTOIRE	7,38	0,22	0	0	40,42%	59,58%	0,00%
46012	AYNAC	21,58	0,24	0	0	92,02%	7,98%	0,00%
46013	BACH	21,03	0,12	0	0	95,11%	4,89%	0,00%
46014	BAGAT-EN-QUERCY	16,64	0,09	0	0	3,84%	69,53%	26,63%
46015	BAGNAC-SUR-CELE	22,21	0,81	0	0	60,34%	7,24%	32,42%
46016	BALADOU	15,53	0,09	0	0	53,95%	46,05%	0,00%
46017	BANNES	10,05	0,07	0	0	99,63%	0,37%	0,00%
46018	LE BASTIT	27,91	0,13	0	0	86,36%	13,64%	0,00%
46019	BEAUMAT	8,13	0,05	0	1	8,31%	91,69%	0,00%
46020	BEAUREGARD	14,97	0,19	6	0	40,60%	59,40%	0,00%
46021	BEDUER	24,92	0,58	4	1	48,08%	51,92%	0,00%
46022	BELAYE	18,58	0,08	10	0	4,80%	93,95%	1,26%
46023	BELFORT-DU-QUERCY	35,96	0,16	26	1	31,66%	20,15%	48,19%
46024	BELMONT-BRETENOUX	6,64	0,16	0	1	86,28%	13,72%	0,00%
46025	BELMONTET	12,25	0,04	6	1	0,99%	56,10%	42,92%
46026	BELMONT-SAINTE-FOI	8,93	0,08	0	0	67,19%	14,57%	18,25%
46027	BERGANTY	7,02	0,03	0	0	65,34%	34,66%	0,00%
46028	BETAILLE	13,91	0,51	3	0	20,97%	79,03%	0,00%
46029	BIARS-SUR-CERE	3,62	1,79	1	0	8,05%	91,95%	0,00%
46030	BIO	10,73	0,13	0	0	18,73%	80,80%	0,47%
46031	BLARS	25,79	0,08	0	0	91,99%	8,01%	0,00%
46032	BOISSIERES	13,08	0,06	7	0	1,55%	48,65%	49,80%
46033	LE BOULVE	19,46	0,07	0	0	2,54%	64,40%	33,05%
46034	LE BOURG	13,31	0,18	0	1	90,72%	7,78%	1,51%
46035	BOUSSAC	7,88	0,13	0	0	35,88%	64,12%	0,00%
46036	LE BOUYSSOU	5,55	0,12	1	0	93,07%	6,93%	0,00%
46037	BOUZIES	8,27	0,27	0	0	78,69%	21,31%	0,00%
46038	BRETENOUX	5,72	0,58	0	0	20,70%	79,30%	0,00%
46039	BRENGUES	20,77	0,10	0	0	80,58%	19,42%	0,00%
46040	CABRERETS	43,81	0,11	0	0	90,48%	9,52%	0,00%
46041	CADRIEU	5,24	0,15	0	0	70,98%	29,02%	0,00%
46042	CAHORS	64,73	6,01	0	6	7,37%	92,35%	0,28%
46043	CAHUS	10,22	0,04	0	0	98,34%	1,66%	0,00%
46044	CAILLAC	7,56	0,39	0	0	8,12%	91,88%	0,00%

Code INSEE	Commune	Superficie totale (km²)	Surfaces urbanisées (km²)	Sinistres recensés	Nombre d'arrêtés CatNat	Superficie en aléa Nul (%)	Superficie en aléa Faible (%)	Superficie en aléa Moyen (%)
46045	CAJARC	25,63	0,87	1	0	61,92%	38,08%	0,00%
46046	CALAMANE	7,59	0,15	0	1	0,38%	99,60%	0,02%
46047	CALES	33,85	0,14	0	0	87,87%	12,13%	0,00%
46048	CALVIAC	26,59	0,06	0	0	96,12%	3,88%	0,00%
46049	CALVIGNAC	17,76	0,32	0	0	42,42%	57,58%	0,00%
46050	CAMBAYRAC	7,31	0,15	0	0	5,30%	94,70%	0,00%
46051	CAMBES	6,64	0,16	15	2	24,30%	75,70%	0,00%
46052	CAMBOULIT	5,22	0,09	10	0	16,60%	83,40%	0,00%
46053	CAMBURAT	8,04	0,10	5	1	60,86%	39,14%	0,00%
46054	CANIAC-DU-CAUSSE	35,04	0,11	0	0	68,47%	31,53%	0,00%
46055	CAPDENAC	11,02	0,31	23	2	34,15%	65,85%	0,00%
46056	CARAYAC	6,95	0,14	0	0	67,47%	32,53%	0,00%
46057	CARDAILLAC	18,21	0,19	0	1	95,63%	4,37%	0,00%
46058	CARENNAC	19,05	0,31	8	1	39,36%	60,64%	0,00%
46059	CARLUCET	33,90	0,11	0	0	88,55%	11,45%	0,00%
46060	CARNAC-ROUFFIAC	13,44	0,13	0	0	6,41%	90,78%	2,81%
46061	CASSAGNES	11,56	0,08	0	1	34,45%	65,55%	0,00%
46062	CASTELFRANC	5,43	0,42	0	0	18,40%	78,04%	3,56%
46063	CASTELNAU-MONTRATIER	72,97	1,08	21	3	0,95%	35,73%	63,32%
46064	CATUS	21,28	0,22	0	0	11,56%	73,05%	15,39%
46065	CAVAGNAC	10,32	0,22	0	0	11,53%	88,47%	0,00%
46066	CAZALS	10,48	0,35	8	2	9,33%	90,67%	0,00%
46067	CAZILLAC	18,93	0,09	1	2	17,32%	82,68%	0,00%
46068	CENEVIERES	15,92	0,15	0	0	66,92%	33,08%	0,00%
46069	CEZAC	17,53	0,15	7	1	14,53%	55,50%	29,98%
46070	CIEURAC	18,62	0,57	0	0	0,99%	94,66%	4,35%
46071	COMIAC	29,27	0,10	0	0	96,45%	3,55%	0,00%
46072	CONCORES	19,10	0,25	1	2	17,57%	70,91%	11,52%
46073	CONCOTS	26,04	0,59	0	0	97,21%	2,79%	0,00%
46074	CONDAT	6,17	0,10	3	0	59,52%	40,48%	0,00%
46075	CORN	15,34	0,12	0	0	61,84%	38,16%	0,00%
46076	CORNAC	13,52	0,26	0	0	89,45%	10,55%	0,00%
46077	COURS	17,18	0,13	0	0	20,01%	79,99%	0,00%
46078	COUZOU	21,58	0,18	0	0	81,93%	18,01%	0,06%
46079	CRAS	10,32	0,04	0	0	19,48%	80,52%	0,00%
46080	CRAYSSAC	15,06	0,12	0	0	8,04%	90,48%	1,48%
46081	CREGOLS	18,50	0,04	0	0	90,69%	9,31%	0,00%
46082	CREMPS	19,67	0,14	0	0	84,40%	15,11%	0,49%
46083	CRESSENSAC	22,99	0,17	1	0	30,21%	69,79%	0,00%
46084	CREYSSE	9,53	0,09	0	1	8,93%	91,07%	0,00%
46085	CUZAC	4,99	0,14	0	0	77,74%	19,57%	2,69%
46086	CUZANCE	29,45	0,17	0	1	47,24%	52,76%	0,00%
46087	DEGAGNAC	37,78	0,23	0	1	10,39%	82,80%	6,81%
46088	DOUELLE	9,05	0,41	1	0	9,47%	90,53%	0,00%
46089	DURAVEL	15,02	0,32	0	1	36,22%	63,78%	0,00%

Code INSEE	Commune	Superficie totale (km²)	Surfaces urbanisées (km²)	Sinistres recensés	Nombre d'arrêtés CatNat	Superficie en aléa Nul (%)	Superficie en aléa Faible (%)	Superficie en aléa Moyen (%)
46090	DURBANS	27,91	0,31	0	0	71,60%	28,40%	0,00%
46091	ESCAMPS	12,23	0,16	0	0	87,71%	12,29%	0,00%
46092	ESCLAUZELS	17,92	0,11	0	0	94,37%	5,63%	0,00%
46093	ESPAGNAC-SAINTE-EULALIE	9,80	0,08	0	0	67,82%	32,18%	0,00%
46094	ESPEDAILLAC	35,12	0,43	0	0	84,91%	15,09%	0,00%
46095	ESPERE	6,26	0,75	2	0	6,49%	93,27%	0,24%
46096	ESPEYROUX	7,72	0,05	0	0	93,79%	6,21%	0,00%
46097	ESTAL	5,99	0,12	0	0	98,47%	1,53%	0,00%
46098	FAJOLES	8,87	0,06	0	2	6,04%	93,96%	0,00%
46099	FARGUES	14,83	0,09	0	0	1,96%	72,33%	25,71%
46100	FAYCELLES	13,93	0,09	15	0	44,07%	55,93%	0,00%
46101	FELZINS	15,05	0,05	2	0	30,97%	5,99%	63,04%
46102	FIGEAC	35,29	2,55	25	2	64,86%	35,14%	0,00%
46103	FLAUGNAC	31,16	0,06	12	0	0,29%	40,29%	59,43%
46104	FLAUJAC-GARE	8,12	0,07	0	1	58,02%	41,98%	0,00%
46105	FLAUJAC-POUJOLS	12,61	0,23	1	0	2,93%	96,17%	0,90%
46106	FLOIRAC	18,98	0,42	2	0	12,17%	87,83%	0,00%
46107	FLORESSAS	13,79	0,17	0	1	2,65%	96,72%	0,64%
46108	FONS	15,09	0,09	0	0	51,31%	48,69%	0,00%
46109	FONTANES	16,53	0,11	2	0	2,29%	61,24%	36,47%
46110	FONTANES-DU-CAUSSE	14,96	0,18	0	0	86,59%	13,41%	0,00%
46111	FOURMAGNAC	3,73	0,10	10	0	82,91%	17,09%	0,00%
46112	FRANCOULES	13,64	0,14	0	0	1,26%	81,17%	17,57%
46113	FRAYSSINET	16,86	0,13	1	1	15,13%	82,52%	2,35%
46114	FRAYSSINET-LE-GELAT	23,14	0,31	0	0	18,04%	81,96%	0,00%
46115	FRAYSSINHES	11,83	0,13	0	0	98,24%	1,76%	0,00%
46116	FRONTENAC	2,85	0,11	1	0	27,19%	72,81%	0,00%
46117	GAGNAC-SUR-CERE	12,85	0,15	0	0	71,77%	28,23%	0,00%
46118	GIGNAC	40,96	0,18	0	0	65,16%	34,84%	0,00%
46119	GIGOUZAC	9,88	0,12	4	0	10,43%	57,19%	32,38%
46120	GINDOU	15,62	0,08	7	1	4,55%	95,45%	0,00%
46121	GINOUILLAC	9,46	0,07	0	0	52,05%	45,55%	2,40%
46122	GINTRAC	6,72	0,07	0	0	27,07%	72,93%	0,00%
46123	GIRAC	4,39	0,43	0	0	8,51%	91,49%	0,00%
46124	GLANES	2,73	0,21	0	0	95,54%	4,46%	0,00%
46125	GORSES	35,74	0,18	0	0	98,73%	1,22%	0,05%
46126	GOUJOUNAC	10,31	0,09	0	0	33,54%	66,46%	0,00%
46127	GOURDON	45,59	1,46	34	2	12,36%	79,58%	8,06%
46128	GRAMAT	57,03	1,42	2	0	58,27%	41,73%	0,00%
46129	GREALOU	17,47	0,30	0	0	74,34%	25,38%	0,28%
46130	GREZELS	10,82	0,24	2	2	3,99%	93,78%	2,23%
46131	GREZES	11,06	0,20	0	0	89,30%	10,70%	0,00%
46132	ISSENDOLUS	18,97	0,09	5	1	45,97%	50,79%	3,24%
46133	ISSEPTS	9,09	0,12	0	0	54,90%	45,10%	0,00%

Code INSEE	Commune	Superficie totale (km²)	Surfaces urbanisées (km²)	Sinistres recensés	Nombre d'arrêtés CatNat	Superficie en aléa Nul (%)	Superficie en aléa Faible (%)	Superficie en aléa Moyen (%)
46134	LES JUNIES	13,05	0,15	0	0	31,87%	68,13%	0,00%
46135	LABASTIDE-DU-HAUT-MONT	9,75	0,07	0	0	99,53%	0,47%	0,00%
46136	LABASTIDE-DU-VERT	10,41	0,16	0	0	20,38%	79,62%	0,00%
46137	LABASTIDE-MARNHAC	28,62	0,09	0	0	2,89%	94,31%	2,80%
46138	LABASTIDE-MURAT	27,19	0,33	7	1	26,91%	73,09%	0,00%
46139	LABATHUDE	9,96	0,11	0	0	97,11%	2,89%	0,00%
46140	LABURGADE	12,37	0,14	0	0	14,31%	81,92%	3,77%
46141	LACAM-D'OURCET	14,12	0,08	0	0	98,95%	1,05%	0,00%
46142	LACAPELLE-CABANAC	8,02	0,05	0	0	0,34%	99,66%	0,00%
46143	LACAPELLE-MARIVAL	11,65	0,62	0	1	89,76%	6,54%	3,70%
46144	LACAVE	21,96	0,08	0	0	79,01%	20,99%	0,00%
46145	LACHAPELLE-AUZAC	31,40	0,34	0	0	78,36%	21,64%	0,00%
46146	LADIRAT	8,88	0,18	0	0	94,89%	5,11%	0,00%
46147	LAGARDELLE	3,17	0,21	0	0	6,10%	89,76%	4,14%
46148	LALBENQUE	52,16	0,33	0	0	25,61%	66,94%	7,45%
46149	LAMAGDELAINE	10,47	0,42	0	0	18,32%	79,75%	1,93%
46150	LAMATIVIE	12,79	0,12	0	0	99,76%	0,24%	0,00%
46151	LAMOTHE-CASSEL	11,42	0,09	10	0	14,76%	85,18%	0,05%
46152	LAMOTHE-FENELON	13,86	0,08	2	1	58,92%	38,84%	2,23%
46153	LANZAC	14,58	0,40	5	0	64,02%	35,98%	0,00%
46154	LARAMIERE	22,01	0,10	10	0	4,75%	95,25%	0,00%
46155	LARNAGOL	24,09	0,05	0	0	76,84%	22,89%	0,27%
46156	LAROQUE-DES-ARCS	7,20	0,20	0	0	5,53%	94,47%	0,00%
46157	LARROQUE-TOIRAC	5,83	0,14	0	0	61,18%	38,82%	0,00%
46158	LASCABANES	16,67	0,08	0	0	32,37%	31,42%	36,20%
46159	LATOUILLE-LENTILLAC	11,99	0,16	0	0	94,03%	5,97%	0,00%
46160	LATRONQUIERE	10,37	0,59	1	0	99,95%	0,05%	0,00%
46161	LAURESSES	23,90	0,14	0	0	100,00%	0,00%	0,00%
46162	LAUZES	6,41	0,12	0	0	55,47%	43,55%	0,98%
46163	LAVAL-DE-CERE	8,02	0,24	0	0	94,07%	5,93%	0,00%
46164	LAVERCANTIERE	14,98	0,09	2	1	11,99%	60,69%	27,32%
46165	LAVERGNE	8,77	0,14	1	1	0,71%	99,29%	0,00%
46166	LEBREIL	10,19	0,02	4	2	2,74%	50,90%	46,36%
46167	LENTILLAC-DU-CAUSSE	13,65	0,16	0	0	83,16%	16,84%	0,00%
46168	LENTILLAC-SAINT-BLAISE	5,68	0,12	0	0	80,70%	13,04%	6,26%
46169	LEOBARD	10,31	0,06	0	1	2,27%	93,52%	4,21%
46170	LEYME	10,14	0,62	2	0	89,42%	10,58%	0,00%
46171	LHERM	13,42	0,10	1	0	6,20%	93,80%	0,00%
46172	LHOSPITALET	14,78	0,07	0	0	0,10%	45,49%	54,41%
46173	LIMOGNE-EN-QUERCY	32,16	0,92	0	0	76,35%	23,65%	0,00%
46174	LINAC	12,19	0,07	0	0	96,20%	3,80%	0,00%
46175	LISSAC-ET-MOURET	15,47	0,41	10	1	14,50%	85,50%	0,00%
46176	LIVERNON	26,15	0,38	0	0	65,17%	34,83%	0,00%
46177	LOUBRESSAC	23,36	0,28	0	0	35,61%	64,39%	0,00%

Code INSEE	Commune	Superficie totale (km²)	Surfaces urbanisées (km²)	Sinistres recensés	Nombre d'arrêtés CatNat	Superficie en aléa Nul (%)	Superficie en aléa Faible (%)	Superficie en aléa Moyen (%)
46178	LOUPIAC	12,73	0,44	3	0	61,25%	38,42%	0,33%
46179	LUGAGNAC	15,74	0,24	0	0	85,08%	14,92%	0,00%
46180	LUNAN	6,20	0,20	0	0	92,76%	7,24%	0,00%
46181	LUNEGARDE	10,34	0,16	0	0	86,18%	13,82%	0,00%
46182	LUZECH	22,15	1,22	6	1	13,30%	86,53%	0,17%
46183	MARCILHAC-SUR-CELE	26,74	0,14	0	0	83,08%	16,92%	0,00%
46184	MARMINIAC	22,86	0,07	3	1	24,37%	75,63%	0,00%
46185	MARTEL	35,48	0,81	3	1	6,72%	93,28%	0,00%
46186	MASCLAT	9,83	0,50	3	1	15,23%	84,77%	0,00%
46187	MAUROUX	16,34	0,11	0	1	3,06%	96,94%	0,00%
46188	MAXOU	12,55	0,08	1	1	4,73%	84,76%	10,52%
46189	MAYRINHAC-LENTOUR	15,46	0,17	0	0	64,47%	35,53%	0,00%
46190	MECHMONT	6,68	0,03	3	0	12,83%	63,75%	23,42%
46191	MERCUES	7,20	0,67	6	0	6,70%	93,30%	0,00%
46192	MEYRONNE	8,10	0,37	0	1	39,06%	60,94%	0,00%
46193	MIERS	25,26	0,31	1	0	3,50%	96,50%	0,00%
46194	MILHAC	5,44	0,20	0	0	23,40%	76,60%	0,00%
46195	MOLIERES	12,78	0,77	0	0	95,36%	4,64%	0,00%
46196	MONTAMEL	9,69	0,09	0	0	22,91%	67,28%	9,80%
46197	LE MONTAT	22,48	0,26	3	0	3,11%	84,05%	12,84%
46198	MONTBRUN	8,10	0,11	0	0	69,24%	30,76%	0,00%
46199	MONTCABRIER	21,73	0,07	0	0	51,12%	48,88%	0,00%
46200	MONTCLERA	20,86	0,07	4	1	4,67%	95,33%	0,00%
46201	MONTCUQ	32,21	0,72	29	3	3,33%	41,06%	55,61%
46202	MONTDOUMERC	13,55	0,12	2	0	21,33%	23,06%	55,61%
46203	MONTET-ET-BOUXAL	11,52	0,28	0	0	99,16%	0,84%	0,00%
46204	MONTFAUCON	26,43	0,34	0	0	59,66%	40,34%	0,00%
46205	MONTGESTY	11,88	0,12	1	0	0,00%	100,00%	0,00%
46206	MONTLAUZUN	6,45	0,02	5	0	0,00%	18,49%	81,51%
46207	MONTREDON	11,86	0,12	0	0	65,69%	0,64%	33,66%
46208	MONTVALENT	27,49	0,12	0	0	6,41%	93,59%	0,00%
46209	NADAILLAC-DE-ROUGE	7,74	0,17	0	0	67,16%	32,84%	0,00%
46210	NADILLAC	7,37	0,07	0	0	3,82%	96,18%	0,00%
46211	NUZEJOULS	4,75	0,28	0	0	6,99%	44,94%	48,06%
46212	ORNIAC	16,95	0,14	0	0	90,55%	9,27%	0,18%
46213	PADIRAC	8,85	0,11	1	0	16,76%	83,24%	0,00%
46214	PARNAC	5,95	0,42	0	0	4,30%	95,70%	0,00%
46215	PAYRAC	19,55	0,31	0	1	28,98%	67,31%	3,72%
46216	PAYRIGNAC	21,54	0,13	0	2	26,17%	70,79%	3,04%
46217	PERN	25,81	0,12	0	0	0,84%	48,57%	50,59%
46218	PESCADOIRES	2,46	0,33	0	0	8,37%	91,63%	0,00%
46219	PEYRILLES	28,43	0,06	0	1	8,62%	41,97%	49,41%
46220	PINSAC	19,91	0,26	0	0	59,79%	40,21%	0,00%
46221	PLANIOLES	5,77	0,03	0	1	87,38%	12,62%	0,00%
46222	POMAREDE	7,05	0,06	0	0	5,67%	94,33%	0,00%
46223	PONTCIRQ	8,85	0,15	3	1	0,53%	99,47%	0,00%

Code INSEE	Commune	Superficie totale (km²)	Surfaces urbanisées (km²)	Sinistres recensés	Nombre d'arrêtés CatNat	Superficie en aléa Nul (%)	Superficie en aléa Faible (%)	Superficie en aléa Moyen (%)
46224	PRADINES	16,46	0,86	8	1	4,59%	95,41%	0,00%
46225	PRAYSSAC	24,17	1,03	3	0	28,55%	71,45%	0,00%
46226	PRENDEIGNES	15,77	0,06	0	0	95,30%	4,70%	0,00%
46227	PROMILHANES	14,56	0,15	0	0	18,89%	81,11%	0,00%
46228	PRUDHOMAT	12,27	0,35	0	0	10,83%	89,17%	0,00%
46229	PUYBRUN	4,39	0,53	1	0	31,38%	68,62%	0,00%
46230	PUYJOURDES	7,87	0,12	0	0	11,12%	88,88%	0,00%
46231	PUY-L'EVEQUE	26,41	0,86	5	0	34,85%	65,15%	0,00%
46232	LES QUATRE-ROUTES-DU-LOT	2,81	0,40	0	1	0,00%	100,00%	0,00%
46233	QUISSAC	24,93	0,07	0	0	92,44%	7,56%	0,00%
46234	RAMPOUX	5,75	0,06	1	0	14,81%	85,19%	0,00%
46235	REILHAC	13,01	0,19	0	0	90,60%	9,40%	0,00%
46236	REILHAGUET	16,01	0,13	0	1	62,59%	37,41%	0,00%
46237	REYREVIGNES	12,47	0,30	0	0	49,32%	50,68%	0,00%
46238	RIGNAC	9,63	0,12	0	0	26,46%	73,54%	0,00%
46239	LE ROC	6,96	0,54	0	0	60,94%	39,06%	0,00%
46240	ROCAMADOUR	49,31	0,37	0	0	65,47%	34,49%	0,04%
46241	ROUFFILHAC	6,47	0,04	0	0	22,28%	76,84%	0,89%
46242	RUDELLE	6,79	0,13	0	0	90,96%	7,74%	1,30%
46243	RUEYRES	9,34	0,14	0	0	77,82%	22,18%	0,00%
46244	SABADEL-LATRONQUIERE	12,34	0,04	0	0	99,05%	0,95%	0,00%
46245	SABADEL-LAUZES	8,74	0,05	6	0	59,37%	39,55%	1,07%
46246	SAIGNES	3,61	0,07	0	0	10,55%	89,45%	0,00%
46247	SAILLAC	16,39	0,10	1	0	62,54%	37,46%	0,00%
46248	SAINTE-ALAUZIE	12,26	0,03	0	0	0,77%	49,44%	49,79%
46249	SAINT-BRESSOU	10,11	0,07	0	0	97,90%	2,10%	0,00%
46250	SAINT-CAPRAIS	9,09	0,06	2	0	16,89%	83,11%	0,00%
46251	SAINT-CERE	11,37	2,04	0	1	47,41%	52,59%	0,00%
46252	SAINT-CERNIN	16,26	0,09	2	0	15,35%	84,54%	0,11%
46253	SAINT-CHAMARAND	13,04	0,14	1	0	18,63%	63,12%	18,25%
46254	SAINT-CHELS	18,05	0,01	0	0	89,44%	10,56%	0,00%
46255	SAINT-CIRGUES	32,45	0,15	0	0	98,83%	0,66%	0,51%
46256	SAINT-CIRQ-LAPOPIE	18,02	0,06	1	0	80,18%	19,82%	0,00%
46257	SAINT-CIRQ-MADELON	7,54	0,05	0	0	34,16%	65,84%	0,00%
46258	SAINT-CIRQ-SOUILLAGUET	8,50	0,12	0	0	18,60%	68,69%	12,72%
46259	SAINT-CLAIR	10,86	0,05	2	0	16,70%	79,30%	4,01%
46260	SAINTE-COLOMBE	11,30	0,05	0	0	99,41%	0,59%	0,00%
46261	SAINTE-CROIX	7,84	0,04	1	1	17,06%	55,99%	26,94%
46262	SAINT-CYPRIEN	15,18	0,11	6	1	6,21%	27,81%	65,97%
46263	SAINT-DAUNES	10,18	0,05	10	2	1,18%	41,63%	57,19%
46264	SAINT-DENIS-CATUS	10,81	0,06	3	0	3,50%	31,08%	65,42%
46265	SAINT-DENIS-LES-MARTEL	7,92	0,25	1	1	23,08%	76,92%	0,00%

Code INSEE	Commune	Superficie totale (km²)	Surfaces urbanisées (km²)	Sinistres recensés	Nombre d'arrêtés CatNat	Superficie en aléa Nul (%)	Superficie en aléa Faible (%)	Superficie en aléa Moyen (%)
46266	SAINT-FELIX	7,77	0,04	0	0	89,60%	7,95%	2,45%
46267	SAINT-GERMAIN-DU-BEL-AIR	21,33	0,20	0	0	18,21%	75,58%	6,20%
46268	SAINT-GERY	13,68	0,19	0	0	80,89%	19,11%	0,00%
46269	SAINT-HILAIRE	7,92	0,06	0	0	100,00%	0,00%	0,00%
46270	SAINT-JEAN-DE-LAUR	21,66	0,28	0	0	50,14%	49,86%	0,00%
46271	SAINT-JEAN-LESPINASSE	5,87	0,13	0	0	40,46%	59,54%	0,00%
46272	SAINT-JEAN-MIRABEL	9,21	0,04	0	0	83,86%	3,70%	12,44%
46273	SAINT-LAURENT-LES-TOURS	10,86	0,54	1	2	91,95%	8,05%	0,00%
46274	SAINT-LAURENT-LOLMIE	10,82	0,11	21	2	7,05%	26,10%	66,85%
46275	SAINT-MARTIN-DE-VERS	9,84	0,05	0	0	3,46%	96,54%	0,00%
46276	SAINT-MARTIN-LABOUVAL	13,37	0,12	0	0	63,74%	35,49%	0,77%
46277	SAINT-MARTIN-LE-REDON	10,69	0,06	0	0	50,98%	49,02%	0,00%
46278	SAINT-MATRE	6,46	0,06	0	0	0,00%	71,87%	28,13%
46279	SAINT-MAURICE-EN-QUERCY	12,96	0,06	0	0	97,28%	2,72%	0,00%
46280	SAINT-MEDARD	11,74	0,11	0	0	5,23%	94,77%	0,00%
46281	SAINT-MEDARD-DE-PRESQUE	5,20	0,06	2	0	53,58%	46,42%	0,00%
46282	SAINT-MEDARD-NICOURBY	7,81	0,07	0	0	96,98%	2,69%	0,33%
46283	SAINT-MICHEL-DE-BANNIERES	7,75	0,23	0	1	54,61%	45,39%	0,00%
46284	SAINT-MICHEL-LOUBEJOU	5,27	0,11	0	1	28,16%	71,84%	0,00%
46285	SAINT-PANTALEON	19,28	0,06	2	1	11,95%	57,64%	30,41%
46286	SAINT-PAUL-DE-VERN	10,73	0,05	1	0	94,50%	5,50%	0,00%
46287	SAINT-PAUL-DE-LOUBRESSAC	20,30	0,06	9	0	4,08%	25,39%	70,53%
46288	SAINT-PERDOUX	12,51	0,04	0	0	95,87%	4,13%	0,00%
46289	SAINT-PIERRE-TOIRAC	5,74	0,08	0	0	23,15%	76,85%	0,00%
46290	SAINT-PROJET	15,81	0,11	0	0	40,81%	57,67%	1,52%
46291	SAINT-SAUVEUR-LA-VALLEE	6,69	0,03	0	0	1,65%	98,35%	0,00%
46292	SAINT-SIMON	9,19	0,08	0	0	61,50%	38,50%	0,00%
46293	SAINT-SOZY	8,70	0,32	0	1	56,72%	43,28%	0,00%
46294	SAINT-SULPICE	12,95	0,14	0	0	85,82%	14,18%	0,00%
46295	SAINT-VINCENT-DU-PENDIT	9,19	0,03	0	0	96,56%	3,44%	0,00%
46296	SAINT-VINCENT-RIVE-D'OLT	19,92	0,30	0	0	2,61%	97,39%	0,00%
46297	SALVIAC	29,66	0,24	17	1	8,70%	90,88%	0,42%
46298	SARRAZAC	18,16	0,29	1	0	20,37%	79,63%	0,00%

Code INSEE	Commune	Superficie totale (km²)	Surfaces urbanisées (km²)	Sinistres recensés	Nombre d'arrêtés CatNat	Superficie en aléa Nul (%)	Superficie en aléa Faible (%)	Superficie en aléa Moyen (%)
46299	SAULIAC-SUR-CELE	25,22	0,17	1	0	89,23%	10,57%	0,19%
46300	SAUX	8,25	0,11	7	0	0,27%	93,15%	6,58%
46301	SAUZET	10,95	0,24	2	0	0,96%	96,78%	2,26%
46302	SENAILLAC-LATRONQUIERE	11,25	0,09	0	0	94,36%	5,64%	0,00%
46303	SENAILLAC-LAUZES	25,95	0,05	0	0	77,53%	22,47%	0,00%
46304	SENIERGUES	18,20	0,12	0	0	58,67%	40,15%	1,18%
46305	SERIGNAC	18,58	0,09	0	0	0,00%	95,73%	4,27%
46306	SONAC	7,30	0,05	0	2	52,72%	47,28%	0,00%
46307	SOTURAC	19,65	0,07	3	3	40,33%	59,67%	0,00%
46308	SOUCIRAC	11,26	0,06	0	1	0,13%	98,71%	1,17%
46309	SOUILLAC	26,07	2,09	0	0	77,15%	22,85%	0,00%
46310	SOULOMES	7,75	0,08	0	0	1,00%	99,00%	0,00%
46311	SOUSCEYRAC	57,70	0,29	0	0	96,92%	3,08%	0,00%
46312	STRENQUELS	9,05	0,06	0	0	24,81%	75,19%	0,00%
46313	TAURIAC	8,28	0,00	1	1	9,97%	90,03%	0,00%
46314	TERROU	10,13	1,03	3	0	92,26%	7,74%	0,00%
46315	TEYSSIEU	13,60	0,09	0	0	97,83%	2,17%	0,00%
46316	THEDIRAC	16,48	0,05	11	2	5,35%	75,73%	18,92%
46317	THEGRA	12,69	0,11	0	0	11,99%	88,01%	0,00%
46318	THEMINES	13,44	0,15	0	0	36,65%	63,35%	0,00%
46319	THEMINETTES	8,76	0,23	0	0	30,10%	69,90%	0,00%
46320	TOUR-DE-FAURE	8,78	0,23	0	0	61,52%	38,48%	0,00%
46321	TOUZAC	4,11	0,19	0	0	4,68%	95,32%	0,00%
46322	TRESPOUX-RASSIELS	20,53	0,04	0	0	0,00%	99,56%	0,44%
46323	USSEL	6,78	0,05	0	0	12,13%	79,78%	8,09%
46324	UZECH	12,19	0,07	19	1	4,45%	18,34%	77,22%
46325	VAILLAC	13,75	0,07	0	0	1,13%	98,74%	0,13%
46326	VALPRIONDE	15,79	0,05	1	1	8,59%	66,24%	25,16%
46327	VALROUFIE	13,26	0,05	0	0	2,38%	95,15%	2,47%
46328	VARAIRE	25,37	0,32	0	0	70,71%	29,29%	0,00%
46329	VAYLATS	26,31	0,09	0	0	96,44%	3,56%	0,00%
46330	VAYRAC	16,14	0,60	0	1	20,68%	79,32%	0,00%
46331	VERS	18,07	0,09	0	1	76,26%	22,62%	1,12%
46332	VIAZAC	17,61	0,11	0	0	94,96%	5,04%	0,00%
46333	VIDAILLAC	9,61	0,03	4	0	14,71%	85,29%	0,00%
46334	LE VIGAN	34,17	0,56	12	1	27,14%	61,90%	10,96%
46335	VILLESEQUE	23,37	0,06	3	0	0,95%	86,87%	12,18%
46336	VIRE-SUR-LOT	7,67	0,27	0	0	6,20%	93,80%	0,00%
46337	MAYRAC	7,83	0,08	0	1	78,09%	21,91%	0,00%
46338	BESSONIES	7,42	0,07	0	0	99,38%	0,62%	0,00%
46339	SAINT-JEAN-LAGINESTE	12,73	0,07	0	0	94,04%	5,96%	0,00%
46340	SAINT-PIERRE-LAFEUILLE	8,61	0,08	5	1	0,40%	86,12%	13,48%

Illustration 3 – Éléments de hiérarchisation des communes pour la prescription des PPR

Avec de tels seuils (définis ici de manière purement arbitraire et à titre de simple illustration), les trois communes qui se détachent sont celles de Castelnau-Montrarier (21 sinistres recensés, 3 arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle, près de 63 % du territoire communal en aléa moyen et plus de 35 % en aléa faible), Montcuq (29 sinistres, 3 arrêtés, 55 % en aléa moyen et 41 % en aléa faible) et Saint-Daunes (10 sinistres, 2 arrêtés, 57 % du territoire communal en aléa moyen et 41 % en aléa faible).

Cette sélection résulte cependant 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, analyse qui demande une réflexion plus poussée et surtout la prise en compte de données complémentaires auxquelles le BRGM n'a pas eu accès dans le cadre de la présente étude.

Bien que ne figurant pas dans cette sélection (du fait de la faible étendue communale classée en aléa moyen et de l'absence de sinistres recensés malgré plusieurs relance auprès des services municipaux), la commune de Cahors a été proposée par la DDEA pour servir ici d'illustration de la démarche proposée pour les PPR, ce qui est justifié notamment par le nombre élevé d'arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle pris par commune, dont elle a bénéficiée à ce jour (six, échelonnés entre 1991 et 1999).

3. Note de présentation

Une note de présentation accompagne le PPR de chaque commune. Son but est d'expliciter 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 base (géologie, caractérisation des terrains argileux, sinistres) qui ont permis d'élaborer la carte d'aléa ;
- les mécanismes du phénomène de retrait-gonflement des argiles, en insistant sur les facteurs de prédisposition et de déclenchement ;
- les désordres causés par le phénomène, ainsi que l'importance des mesures de prévention recommandées et/ou imposées ;
- les principes qui ont conduit à élaborer les mesures de prévention stipulées par le règlement, ainsi que leur justification et l'illustration de leur mise en œuvre.

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

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

4. Règlement

L'élaboration d'une proposition de règlement a fait l'objet d'une longue concertation, sous l'égide du MEDAD (DPPR/SPDRM). Un premier projet de règlement pour les PPR des Deux-Sèvres a été réalisé par le BRGM fin 2000, après concertation avec la SPDRM 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 du Lot et présenté en annexe 2 intègre les résultats de cette concertation générale ainsi que certains aménagements proposés ultérieurement à l'issue de concertations avec les différentes DDE engagées dans le processus (en Seine-Saint-Denis, Dordogne, Gers, Vienne, Charente-Maritime et Essonne notamment). Une nouvelle réflexion est actuellement en cours à l'initiative du 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 m^2 d'emprise au sol, édifié avec dallage sur terre-plein et semelles de fondations continues ancrées à 0,60 m sur terrain naturel plat, dont le coût de construction moyen est de l'ordre de 75 000 € HT, 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 Préfecture et à la DDEA du Lot tous les éléments nécessaires en vue d'établir des Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles concernant spécifiquement les mouvements différentiels de terrain 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 une quarantaine 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 DDEA, 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 Cahors, 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 pour les 340 communes du département du Lot (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

Bouchut.J., Vincent.M., Delpont.G., Tilloloy.F. (2002) - Etablissement de Plans de Prévention des Risques Naturels concernant les mouvements différentiels de sols liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles dans le département du Tarn-et-Garonne. BRGM/RP-51957-FR – 14 p., 2 fig., 3 ann.

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

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

Delpont G., Bellier A., Ghyselinck M. (2007) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département du Lot. Rapport BRGM/RP-55122-FR, 107 p., 22 ill., 5 ann., 3 cartes h.- t.

Exbrayat L. (2001) - Dispositions constructives de nature à prévenir et/ou supprimer les effets de la dessication/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) - Établissement 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. (2003) – Le risque de retrait-gonflement des argiles – Cahiers de l'IAURIF, n° 138, octobre 2003, pp. 95 à 101

Vincent M. (2005) - Prévention du risque sécheresse : cartographie départementale de l'aléa retrait-gonflement des argiles et établissement de plans de prévention des

risques – Géologues (Revue officielle de l'Union Française des Géologues), n°146, septembre 2005, pp. 43 à 47.

Vincent M. (2006) – Retrait-gonflement des sols argileux : un aléa géologique lié aux conditions climatiques – Géosciences (la revue du BRGM pour une Terre Durable), n°3, mars 2006, pp. 50 à 55.

Vincent.M., Bouchut.J., Platel.J.P., Tilloloy.F. (2003) - Etablissement de Plans de Prévention des Risques Naturels concernant les mouvements différentiels de sols liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles dans le département de Lot-et-Garonne. BRGM/RP-51995-FR, 14 p., 2 fig., 3 ann.

Vincent.M., Platel.J.P., Bouchut.J., Tilloloy.F. (2002) - Etablissement de Plans de Prévention des Risques Naturels concernant les mouvements différentiels de sols liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles dans le département de Dordogne. BRGM/RP-51994-FR, 15 p., 2 fig., 3 ann.

Annexe 1 - Exemple de Plan de Prévention des Risques naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles - Commune de Cahors - 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 du Lot

Commune de Cahors

Note de présentation

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
direction départementale
de l'Équipement
et de l'Agriculture
Lot

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Ministère de l'Écologie,
du Développement et
de l'Aménagement durables

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
PRÉFECTURE
DU LOT

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....6

5. DESCRIPTION DE LA METHODOLOGIE D'ETABLISSEMENT DU PPR....7
5.1. Carte de l'aléa retrait-gonflement....7
5.2. Plan de zonage réglementaire....9
5.3. Réglementation....9

6. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES PREVENTIVES....9

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Illustration 1 : Carte synthétique des formations argileuses et marneuses du Lot

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

Illustration 3 : Carte d'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département du Lot

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Description succincte des formations argileuses et marneuses affleurant dans le département du Lot

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 du Lot à la date du 30 septembre 2005

Annexe 4 : Illustration des principales dispositions réglementaires de prévention des risques de mouvements de terrain différentiels liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles

Annexe 5 : Extraits de la norme AFNOR NF P 94-500 (décembre 2006) 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 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.

Le Lot fait partie des départements concernés par ce phénomène, puisque 17 arrêtés interministériels y ont été pris entre décembre 1990 et avril 2006, reconnaissant l'état de catastrophe naturelle pour ce seul aléa dans 86 communes, soit 25,3 % des 340 communes que compte le département. Dans le cadre de l'étude d'aléa achevée en 2007 par le BRGM, plus de 627 sites de sinistres, répartis dans 110 communes du Lot, ont ainsi été recensés et localisés, ce qui constitue une estimation approchée, quoique vraisemblablement minorée, de la réalité.

L'examen de nombreux dossiers d'expertises après sinistres révèle que beaucoup d'entre eux auraient pu être évités ou que du moins leurs conséquences auraient pu être limitées, si certaines dispositions constructives avaient été respectées pour des bâtiments situés en zones sensibles au phénomène. C'est pourquoi l'État a souhaité engager une politique de prévention vis-à-vis de ce risque en incitant les maîtres d'ouvrage à respecter certaines règles. Cette démarche s'inscrit dans le cadre d'une politique générale visant à limiter les conséquences humaines et économiques des catastrophes naturelles, par la mise en œuvre de Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles (PPR), ce qui consiste à délimiter des zones apparaissant exposées à un niveau de risque homogène et à définir, pour chacune de ces zones, les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent y être prises, en application de la loi n° 95-101 du 2 février 1995.

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

Cette réglementation concerne essentiellement les constructions futures. Quelques consignes s'appliquent toutefois aux bâtiments existants afin de limiter les facteurs déclenchants et/ou aggravants du phénomène de retrait-gonflement. Le non respect du règlement du PPR peut conduire à la perte du droit à l'indemnisation de sinistres déclarés, et ceci malgré la reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle.

2. PRESENTATION DE LA ZONE ETUDIEE

2.1. Limites de l'étude

Le présent PPR couvre l'ensemble du territoire communal de Cahors (département du Lot).

2.2. Contexte naturel départemental

2.2.1. Situation géographique

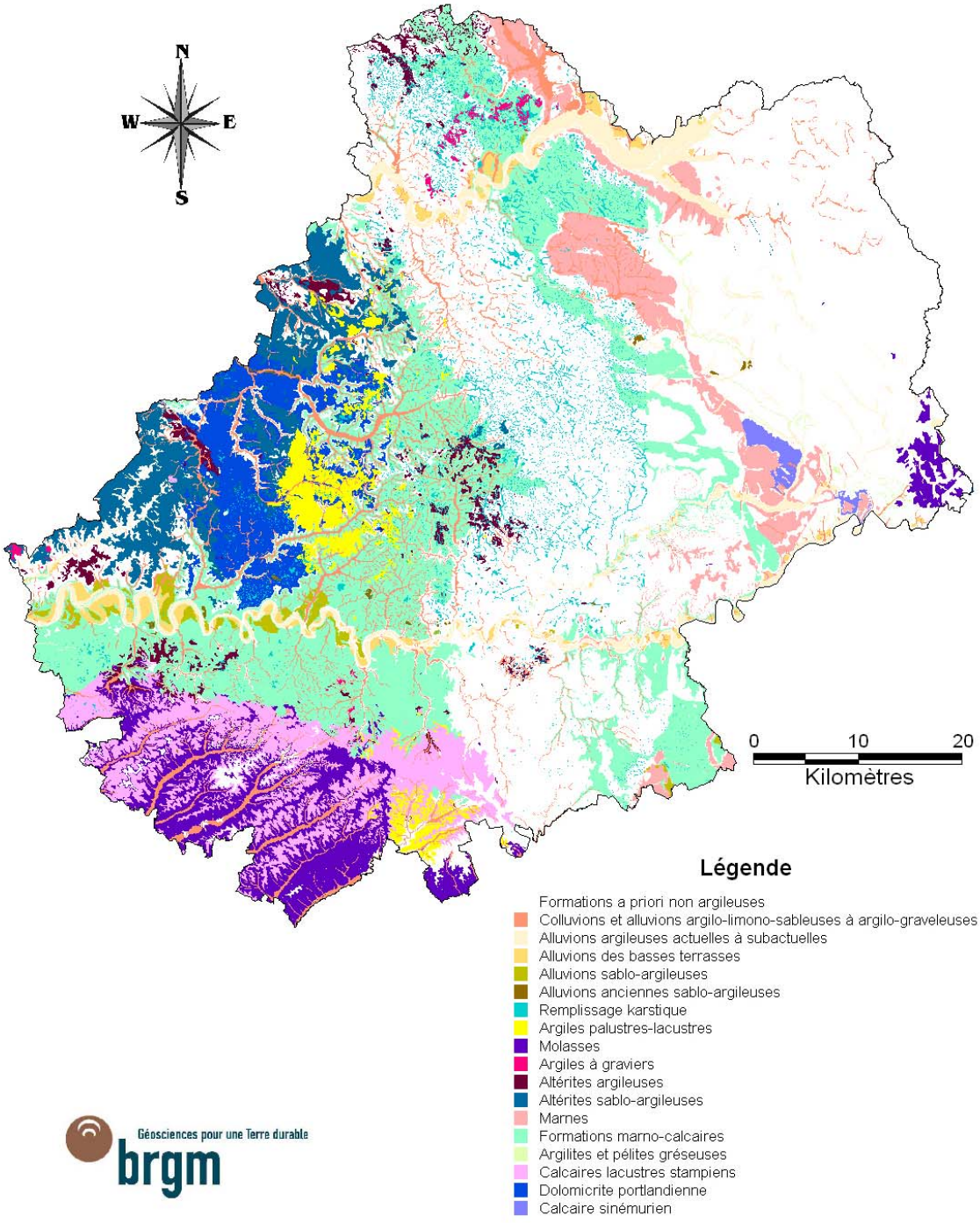
Le département du Lot est divisé en 340 communes et couvre une superficie d'environ 5 216 km^2. Il comptait une population de 166 804 habitants au recensement INSEE de 2004. La densité de population y est de 32 hab./km^2, ce qui est nettement inférieur à la moyenne nationale et traduit le caractère peu urbanisé du département. Les agglomérations principales sont celles de Cahors (chef-lieu de département), Figeac et Gourdon, ces deux dernières villes ayant le statut de sous-préfectures.

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 du Lot, 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 qu'un peu plus de la moitié de la superficie du département est concernée par des formations à dominante argileuse plus ou moins marquées, et donc soumise à un risque de retrait-gonflement plus ou moins élevé.



Ill. 1 : Carte synthétique des formations argileuses et marneuses du Lot

Les principales formations argileuses ou marneuses qui affleurent dans le département du Lot sont, par ordre d'importance décroissante en termes de superficie, les *Formations marno-calcaires* (16,8 % de la superficie totale du département) et les *Colluvions argilo-limono-sableuses à argilo-graveleuses* (5,3 %). Les autres formations à composante argileuse couvrent toutes des surfaces inférieures à 5 % du département.

2.2.3. Hydrogéologie

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

Dans le département du Lot, ce sont principalement les aquifères liés aux formations alluviales et aux arènes des roches métamorphiques et magmatiques qui sont susceptibles de jouer un rôle, en raison de leur faible profondeur et des possibilités de fluctuations importantes de leur niveau piézométrique. Les aquifères karstiques des Causses de Gramat, de Limogne, de Bouriane, de Sarladais-Martel et de Figeac-Terrasson peuvent également jouer un rôle, mais très localement.

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

En juillet 2007, 86 des 340 communes que compte le département du Lot (soit un peu plus d'un quart d'entre-elles) avaient été reconnues au moins une fois en état de catastrophe naturelle au titre de mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles, pour des périodes comprises entre mai 1989 et septembre 2003.

Le nombre total de sites de sinistres recensés et localisés avec précision par le BRGM dans le cadre de l'étude départementale d'aléa s'élève à 627, répartis dans 110 communes : ce nombre constitue une estimation approchée, quoique vraisemblablement minorée, de la réalité. D'après des données communiquées par la Caisse Centrale de Réassurance et couvrant la période 1989-2002, le Lot serait en 47ème position des départements français en termes de coût cumulé d'indemnisation des sinistres retrait-gonflement dans le cadre du régime des catastrophes naturelles (ce cumul étant à cette date évalué à 1,9 millions d'euros).

Au total, 17 arrêtés interministériels reconnaissant l'état de catastrophe naturelle sécheresse dans une ou plusieurs communes du Lot ont été pris entre décembre 1990 et avril 2006. 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 114 (cf. annexe 3ce qui classe le Lot est classé en 35ème position des départements les plus touchés au vu de ce critère.

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 :

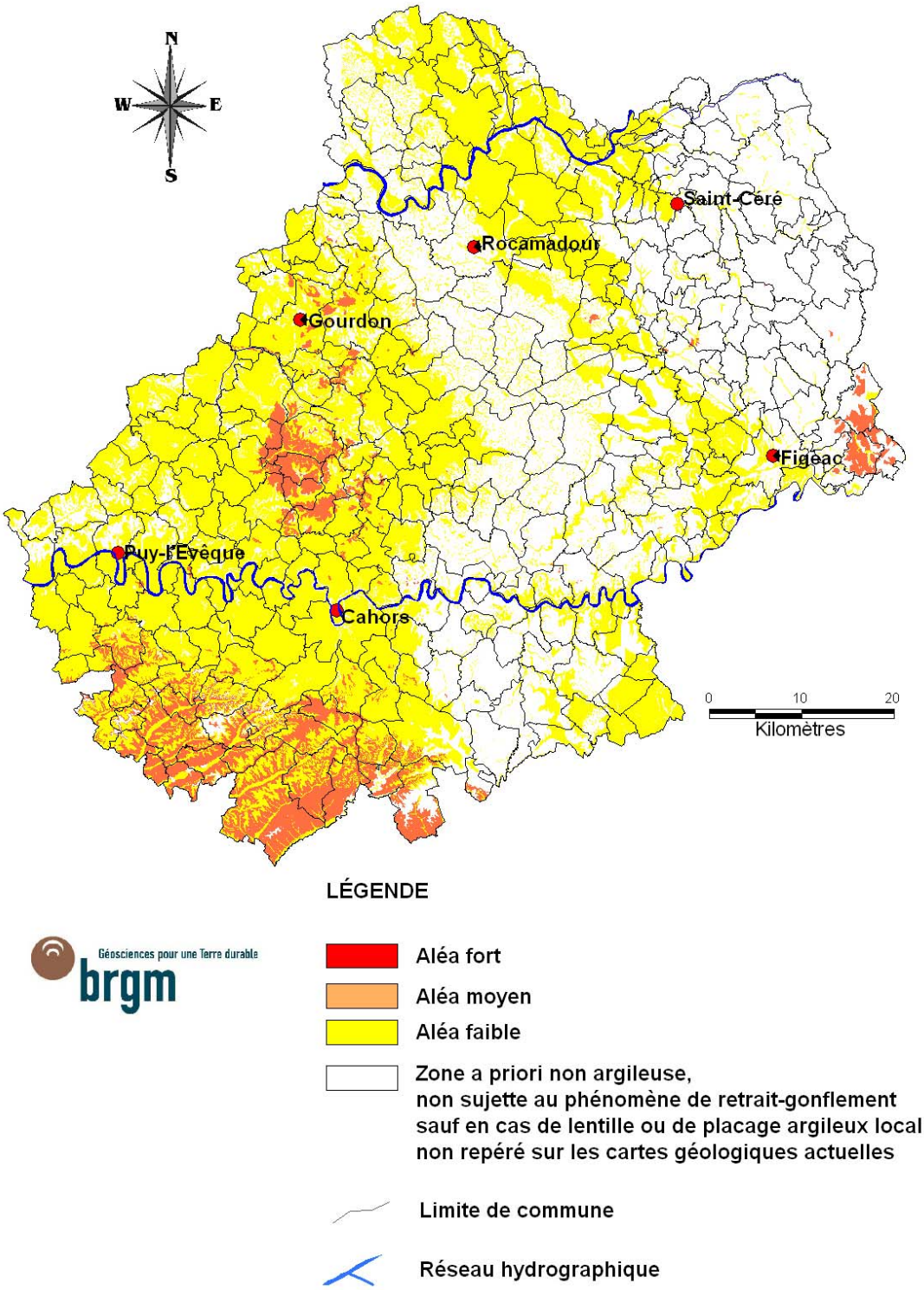
- la proportion de matériau argileux au sein de la formation (analyse lithologique) ;
- la proportion de minéraux gonflants dans la phase argileuse (minéralogie) ;
- l'aptitude du matériau à absorber de l'eau (comportement géotechnique).

Pour chacune des 17 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 km^2 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.

N° de formation	Formation lithologique	Surface d'affleurement		Classe d'aléa
		Superficie km²	% de la surface totale	
5	Alluvions anciennes sablo-argileuses	5	0,10	**moyen**
7	Argiles palustres-lacustres	106	2,03	**moyen**
8	Molasses	247	4,74	**moyen**
	Total des formations classées en aléa moyen	358	6,86	
1	Colluvions argilo-limono-sableuses à argilo-graveleuses	276	5,29	**faible**
2	Alluvions argileuses actuelles à subactuelles	169	3,24	**faible**
3	Alluvions des basses terrasses	55	1,05	**faible**
4	Alluvions sablo-argileuses	29	0,56	**faible**
6	Remplissage karstique	131	2,51	**faible**
9	Argiles à graviers	12	0,23	**faible**
10	Altérites argileuses	76	1,46	**faible**
11	Altérites sablo-argileuses	217	4,16	**faible**
12	Marnes	197	3,78	**faible**
13	Formations marno-calcaires	875	16,78	**faible**
14	Argilites et pélites gréseuses	7	0,13	**faible**
15	Calcaires lacustres stampiens	255	4,89	**faible**
16	Dolomicrites portlandiennes	177	3,39	**faible**
17	Calcaires sinémuriens	18	0,35	**faible**
	Total des formations classées en aléa faible	2 494	47,81	
	Total formations argileuses	2 852	54,68	
0	Formations à priori non argileuses	2 364	45,32	
	Total département	5 216	100	

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

La répartition cartographique des zones d'aléa est présentée sur la carte ci-dessous.



Ill. 3 : Carte d'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département du Lot

En définitive, le département ne présente pas de zones d'aléa fort, tandis que 6,9 % du département est considéré en aléa moyen et 47,8 % en aléa faible. Le reste, soit 45,3 % du département, correspond à des zones *a priori* non argileuses, en principe non exposées aux risques de retrait-gonflement, ce qui n'exclut pas la présence, localement, de poches ou de placages argileux non cartographiés.

Les différentes zones d'aléa se répartissent de la façon suivante :
- deux communes seulement seraient totalement épargnées par le phénomène ;
- la zone d'aléa faible est très étendue puisque 170 communes (soit 50 % d'entre-elles) possèdent des zones d'aléa faible qui couvrent au moins 50 % de leur surface ;
- la zone d'aléa moyen, présente surtout au sud-ouest du département, est relativement importante, puisque 41 communes (12 % d'entre-elles) possèdent des zones d'aléa moyen qui couvrent au moins 15 % de leur surface.

Ces chiffres sont 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 enjeux où il importe que des règles de prévention soient respectées.

5.2. Plan de zonage réglementaire

Le tracé du zonage réglementaire établi pour chacune des communes du Lot 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 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 une seule zone réglementée.

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 de ceux à usage purement agricole et des annexes d'habitation non accolées au bâtiment principal), c'est cette première option qui s'impose.

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

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

ANNEXE 1

Description succincte des formations argileuses et marneuses affleurant dans le département du Lot

La présente annexe décrit de manière succincte les 17 formations géologiques essentiellement ou partiellement argileuses et/ou marneuses qui affleurent sur 54,7 % environ du territoire du département du Lot. 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 de ces formations correspondent, en réalité, à des regroupements d'unités stratigraphiquement distinctes mais dont les caractéristiques lithologiques et, par conséquent, le comportement vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement ont été considérées comme similaires.

Les 17 formations argileuses et/ou marneuses sont décrites de la plus ancienne à la plus récente.

Calcaires sublithographiques sinémuriens (Lias) : Cette formation, formée de calcaires plus ou moins marneux à sa base et plus ou moins argileux à son sommet, semble sur le terrain fortement affectée par de l'altération superficielle (argiles rouge-brique) au point qu'il est parfois difficile de trouver un affleurement calcaire. Ces recouvrements argileux d'une épaisseur comprise entre 1 et 3 m, rarement mentionnés sur les cartes géologiques, ont pu rester en place ou subir un déplacement gravitaire postérieur à leur mise en place pour former des lentilles de colluvions. Ces accumulations superficielles sont souvent coalescentes entre elles et avec les dolines qui sont relativement nombreuses du fait d'une intense activité karstique.

Argilites et pélites gréseuses (Lias) : elles affleurent en partie orientale du département où elles sont alignées selon une bande fine orientée NNW-SSE, à l'est des formations marno-calcaires jurassiques. Ces formations du Lias sont des pélites et des argilites (roches à grain fin à très fin) dont l'altération est susceptible de donner des argiles gonflantes.

Formations marno-calcaires (Secondaire) : elles regroupent des faciès datés du Lias jusqu'au Crétacé. Les formations liasiques forment une bande NNW-SSE de 1 à 6 km de large dans l'est du département. Elles ont une épaisseur de 30 à 40 mètres et sont constituées d'une alternance de bancs dolomitiques et d'argiles vert sombre. Les formations jurassiques et crétacées occupent quant à elles une grande superficie sur toute la moitié ouest du département et forment un relief de collines avec des vallées étroites et encaissées. Elles sont constituées d'alternances marno-calcaires dont la puissance peut atteindre 170 mètres.

Marnes (Jurassique) : correspondant au regroupement des formations de Penne, de Lexos et de Valeyres, elles se rencontrent dans toute la partie centrale et nord du département, et elles sont constituées, le plus souvent, d'argiles plastiques, marrons à bariolées, susceptibles de présenter un comportement mécanique proche. Leur puissance est de plusieurs dizaines de mètres chacune (jusqu'à 80 mètres).

Dolomies portlandiennes (Jurassique supérieur) : bien qu'a priori non argilo-marneuse, elles présentent un niveau à passées d'argiles vertes susceptible de former des accumulations, par exemple à l'issue d'une phase de décalcification. Dans la région de

Crayssac, elles sont surtout marquées par la présence de dolines anastomosées, ce qui augmente la superficie de surfaces argileuses.

Altérites sablo-argileuses (Tertiaire) : cette formation regroupe les altérites de même nature que les *Altérites argileuses* décrites ci-dessous (argiles rouges), mais avec une proportion de sables ou grès plus importante. Les éléments siliceux sont présents sous forme de calcaire gréseux ou de grès quartzitique.

Altérites argileuses (Tertiaire) : cette formation regroupe les sédiments argileux qui correspondent à des argiles bariolées à rouges, rubéfiées, parfois accompagnées de pisolithes ferrugineuses. Leur épaisseur varie de 5 à plus de 40 mètres. Elles sont surtout constituées de kaolinite et de montmorillonite. Les propriétés hydromorphes de ces altérites sont *a priori* faibles.

Argiles à graviers (Tertiaire) : cette formation regroupe toutes les argiles à graviers constituant les premiers dépôts tertiaires. Ce sont d'anciennes formations de plateau dont la nature et la quantité de graviers dépend des roches environnantes. Sur les plateaux calcaires, les graviers, eux-mêmes calcaires en majorité, sont moins fréquents qu'à proximité des contreforts du Massif Central où ils sont plus nombreux et quartzeux. Ces éléments sont tous emballés dans une matrice argilo-silteuse rouge. L'épaisseur de l'ensemble peut varier de 20 à 100 mètres.

Molasses (Tertiaire) : elles sont issues du processus de démantèlement des chaînes montagneuses environnantes. Elles sont caractérisées par la superposition de séquences sédimentaires continentales détritiques qui forment un ensemble de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur. Ces séquences sont mal distinguées sur les cartes géologiques. De ce fait, l'appellation molasses regroupe des faciès très différents dans une même unité lithologique de la carte géologique de synthèse : on y trouve une suite de séquences de sédimentations dans lesquelles se succèdent des grès, des argiles et silts carbonatés, des marnes et des calcaires lacustres où les passées gréseuses, bases des séquences, correspondent à d'anciens chenaux fluviatiles. Au sommet se trouvent des argiles rubéfiées d'altération ou de néoformation, sur plusieurs mètres d'épaisseur qui présentent des traces de smectites.

Argiles palustres-lacustres (Tertiaire) : cette formation regroupe en majeure partie les dépôts palustres à lacustres oligocènes. Elle est composée de marnes, d'argiles vertes à rouges et d'argiles sableuses qui peuvent être accompagnées de galets et graviers calcaires ou siliceux selon les affleurements. Quelques passées de calcaire blanc ou de meulière sont localement observées. L'épaisseur de ces formations peut atteindre une dizaine de mètres. Les argiles sont constituées en grande majorité d'illite qui peut apparaître sous forme hydratée.

Calcaire lacustre stampien (Tertiaire) : ils sont constitués majoritairement de matériaux carbonatés lacustres mais présentent parfois des passages latéraux à des faciès plus argileux. Des dolines sont également observées dans cette formation mais restent peu fréquentes. Si sur les surfaces planes, les champs labourés montrent une forte densité de pierres, la moindre dépression voit s'accumuler des argiles rouge pâle en épaisseurs notables (>1m).

Remplissage karstique (Quaternaire) : cette formation se situe sur les plateaux carbonatés jurassiques. Il s'agit de remplissage de dolines et des cailloutis des vallées sèches suspendues. Ce processus associe rubéfaction, bréchification et karstification. Leur composition est faite de cailloutis emballés dans une matrice argilo-sableuse à limono-argilo-

sableuse. L'épaisseur de cette formation varie de 1 à 15 mètres en fonction de la taille de la doline.

Alluvions anciennes sablo-argileuses (Quaternaire) : cette formation se situe généralement sur les roches jurassiques indurées, à 20 ou 30 mètres au dessus des cours d'eau secondaires de la vallée du Lot (terrasses anciennes). Ces alluvions sont composées de galets et grès emballés dans une matrice argileuse parfois rougeâtre (traces d'oxydation). Ces éléments ont subi des remaniements dus à l'érosion et sont parfois surmontés d'une gangue argileuse d'altération.

Alluvions sablo-argileuses (Quaternaire) : cet ensemble, dont l'épaisseur est de l'ordre de 10 mètres, correspond à des formations de hautes terrasses qui dominent les vallées actuelles. Elles sont constituées de sables et cailloutis emballés dans une matrice argileuse pouvant évoluer en argile sableuse selon les affleurements.

Alluvions des basses terrasses (Quaternaire) : ces formations sont caractérisées par l'existence d'accumulations d'argile au sein des alluvions des basses terrasses. Il s'agit d'une argile rubéfiée, d'une couleur tirant sur le marron, sableuse à sablo-graveleuse selon les affleurements, parfois limoneuse, dont l'épaisseur est plurimétrique. Cette argile s'est déposée dans les parties convexes des méandres des plaines alluviales des deux principales rivières du département, la Dordogne et le Lot.

Alluvions argileuses actuelles à subactuelles (Quaternaire) : cette formation regroupe les alluvions issues de différentes formations marneuses environnantes, dont localement les matériaux des molasses. D'une couleur marron à marron-ocre, elles sont composées de passées sableuses en surface et d'un matériel plus graveleux en profondeur. L'ensemble est emballé dans une matrice limono-argileuse, avec quelques accumulations locales d'argile. La proportion de sable est variable selon les affleurements et la nature des graviers dépend de celle des formations traversées (graviers calcaires observés localement). Le type de sol correspondant à ces formations est une « boulbène », plus ou moins hydromorphe. Leur épaisseur moyenne est de 6 mètres.

Colluvions et alluvions argilo-limono-sableuses à argilo-graveleuses (Quaternaire) : les colluvions et alluvions constituent en majorité les fonds des vallées des rivières secondaires sur une grande partie du département. Elles concentrent les matériaux fins originaires des formations qu'elles traversent, ce qui est particulièrement le cas pour les formations molassiques, dans le sud-ouest du département. Elles sont constituées d'argiles marrons limono-sableuses et silteuses dont les proportions des éléments sableux et graveleux sont variables suivant les affleurements observés. Leur nature dépend du substratum. Leur épaisseur est généralement de l'ordre du mètre mais peut atteindre localement plusieurs mètres.

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.

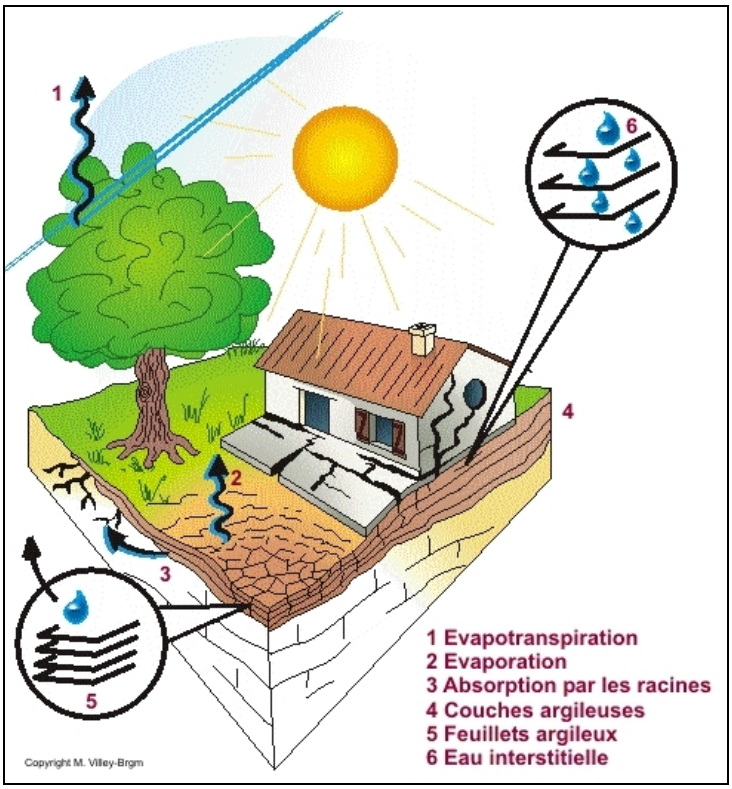


fig. 1 : illustration du mécanisme de dessiccation

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 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 du Lot à la date du 31 juillet 2007 (données prim.net)

Numéro INSEE	Nom de la commune	Date de début	Date de fin	Date de l'arrêté	Date de publication au J.O.
46001	Albas	01/01/1996	31/12/1996	24/03/1997	12/04/1997
46004	Anglars	01/05/1989	31/12/1994	28/07/1995	09/09/1995
		01/01/1995	30/06/1998	21/01/1999	05/02/1999
46007	Arcambal	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46008	Arques	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46009	Assier	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46019	Beaumat	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46021	Béduer	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46023	Belfort-du-Quercy	01/05/1989	31/12/1990	04/12/1991	27/12/1991
46024	Belmont-Bretenoux	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46025	Belmontet	01/08/1995	30/06/1998	22/06/1999	14/07/1999
46034	Bourg	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46042	Cahors	01/05/1989	31/12/1990	04/12/1991	27/12/1991
		01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
		01/01/1991	31/05/1992	25/01/1993	07/02/1993
		01/06/1992	31/08/1993	08/09/1994	25/09/1994
		01/09/1993	31/03/1998	18/09/1998	03/10/1998
		01/09/1993	30/06/1998	21/01/1999	05/02/1999
46046	Calamane	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46051	Cambes	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
		01/06/1992	30/06/1998	22/06/1999	14/07/1999
46053	Camburat	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46055	Capdenac	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
		01/06/1992	31/08/1993	08/09/1994	25/09/1994
46057	Cardaillac	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46058	Carennac	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46061	Cassagnes	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46063	Castelnau-Montratier	01/05/1989	31/12/1994	28/07/1995	09/09/1995
		01/01/1995	31/12/1996	02/02/1998	18/02/1998
		01/01/1997	31/03/1998	18/09/1998	03/10/1998
46066	Cazals	01/05/1989	31/12/1989	04/12/1990	15/12/1990
		01/01/1990	31/05/1992	25/01/1993	07/02/1993
46067	Cazillac	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
		01/06/1993	31/03/1998	18/09/1998	03/10/1998
46069	Cézac	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46072	Concorès	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
		01/06/1992	31/12/1996	24/03/1997	12/04/1997
46084	Creysse	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46086	Cuzance	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46087	Dégagnac	01/05/1989	31/12/1990	04/12/1991	27/12/1991
46089	Duravel	01/07/2003	30/09/2003	30/03/2006	02/04/2006

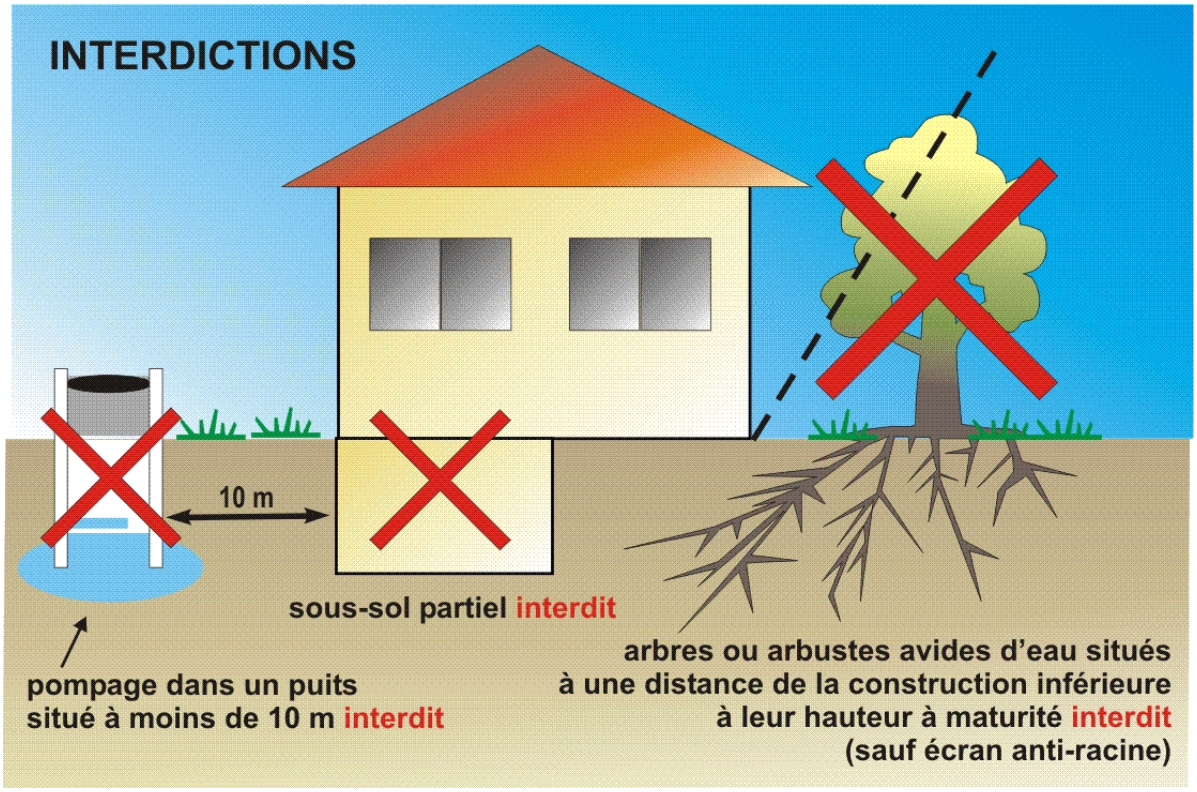
Numéro INSEE	Nom de la commune	Date de début	Date de fin	Date de l'arrêté	Date de publication au J.O.
46098	Fajoles	01/05/1989	31/12/1990	04/12/1991	27/12/1991
		01/01/1991	30/06/1998	21/01/1999	05/02/1999
46102	Figeac	01/05/1989	31/12/1990	04/12/1991	27/12/1991
		01/01/1991	31/05/1992	25/01/1993	07/02/1993
46104	Flaujac-Gare	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46107	Floressas	01/05/1989	31/12/1990	04/12/1991	27/12/1991
46113	Frayssinet	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46120	Gindou	01/05/1989	31/12/1990	04/12/1991	27/12/1991
46127	Gourdon	01/05/1989	31/12/1990	04/12/1991	27/12/1991
		01/01/1997	30/06/1998	22/06/1999	14/07/1999
46130	Grézels	01/05/1989	30/09/1990	25/08/2004	26/08/2004
		01/03/2002	31/12/2002	25/08/2004	26/08/2004
46132	Issendolus	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46138	Labastide-Murat	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46143	Lacapelle-Marival	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46152	Lamothe-Fénelon	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46164	Lavercantière	01/05/1989	31/12/1990	04/12/1991	27/12/1991
46165	Lavergne	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46166	Lebreil	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
		01/06/1992	31/12/1996	24/03/1997	12/04/1997
46169	Léobard	01/05/1989	31/12/1990	04/12/1991	27/12/1991
46175	Lissac-et-Mouret	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46182	Luzech	01/05/1989	30/09/1990	29/10/2002	09/11/2002
46184	Marminiac	01/05/1989	31/12/1989	04/12/1990	15/12/1990
46185	Martel	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46186	Masclat	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46187	Mauroux	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46188	Maxou	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46192	Meyronne	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46200	Montcléra	01/05/1989	31/12/1990	04/12/1991	27/12/1991
46201	Montcuq	01/05/1989	31/12/1990	04/12/1991	27/12/1991
		01/01/1991	31/12/1996	24/03/1997	12/04/1997
		01/01/1997	30/06/1998	22/06/1999	14/07/1999
46215	Payrac	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46216	Payrignac	01/05/1989	31/12/1990	04/12/1991	27/12/1991
		01/01/1991	31/05/1992	25/01/1993	07/02/1993
46219	Peyrilles	01/05/1989	31/12/1990	04/12/1991	27/12/1991
46221	Planioles	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46223	Pontcirq	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46224	Pradines	01/05/1989	31/12/1990	04/12/1991	27/12/1991
46232	Quatre-Routes-du-Lot	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46236	Reilhaguet	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46251	Saint-Céré	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46261	Sainte-Croix	01/08/1995	30/06/1998	22/06/1999	14/07/1999
46262	Saint-Cyprien	01/05/1989	31/12/1991	08/09/1994	25/09/1994
46263	Saint-Daunès	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
		01/06/1992	30/06/1998	22/06/1999	14/07/1999
46265	Saint-Denis-lès-Martel	01/05/1989	31/12/1990	04/12/1991	27/12/1991

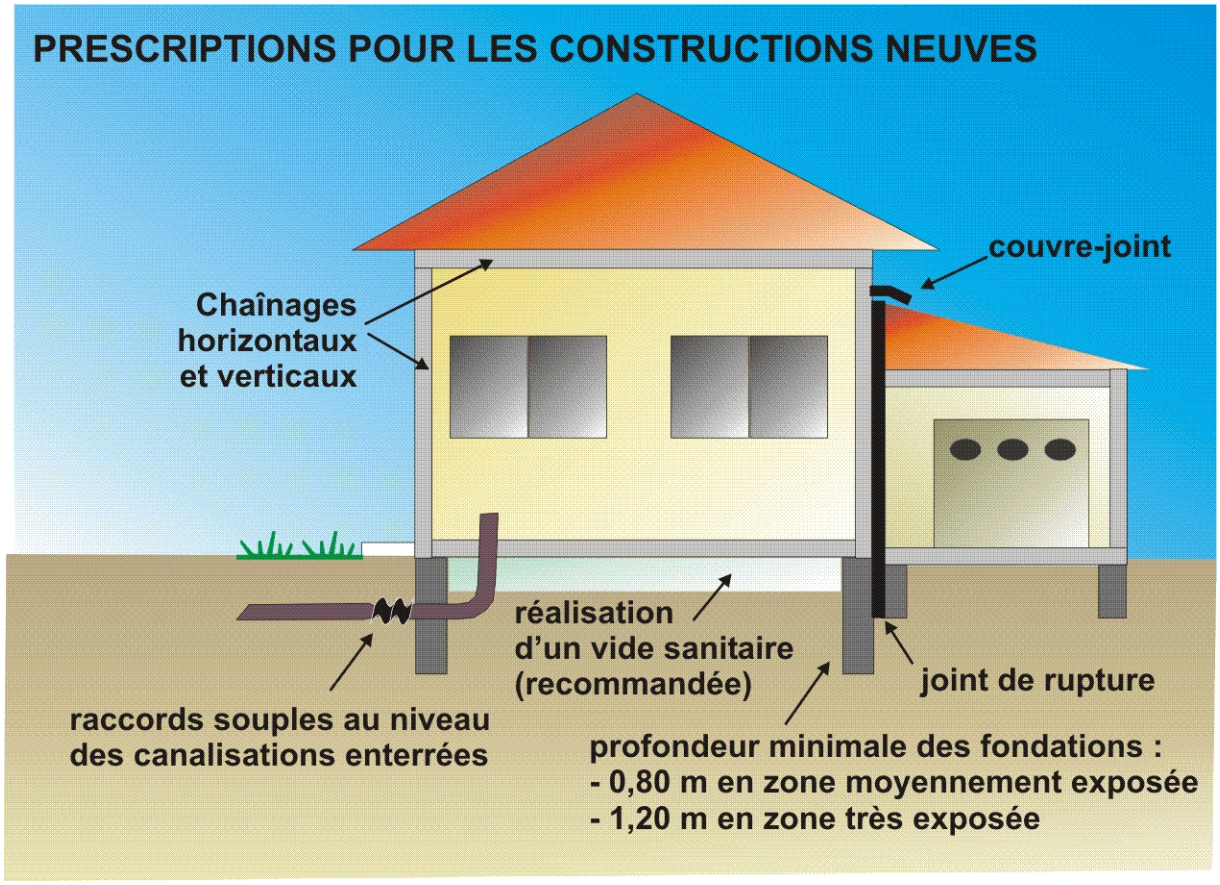
Numéro INSEE	Nom de la commune	Date de début	Date de fin	Date de l'arrêté	Date de publication au J.O.
46273	Saint-Laurent-les-Tours	01/05/1989	30/09/1990	30/04/2003	22/05/2003
		01/03/1992	30/06/1992	30/04/2003	22/05/2003
46274	Saint-Laurent-Lolmie	01/05/1989	31/12/1990	04/12/1991	27/12/1991
		01/01/1991	31/05/1992	25/01/1993	07/02/1993
46283	Saint-Michel-de-Bannières	01/05/1989	30/09/1990	27/12/2000	29/12/2000
46284	Saint-Michel-Loubéjou	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46285	Saint-Pantaléon	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46293	Saint-Sozy	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46297	Salviac	01/05/1989	31/12/1990	04/12/1991	27/12/1991
46306	Sonac	01/05/1989	31/12/1990	04/12/1991	27/12/1991
		01/01/1991	31/08/1993	08/09/1994	25/09/1994
46307	Soturac	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
		01/06/1992	30/06/1998	22/06/1999	14/07/1999
		01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
46308	Soucirac	01/05/1989	31/12/1990	04/12/1991	27/12/1991
46313	Tauriac	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46316	Thédirac	01/05/1989	31/12/1990	04/12/1991	27/12/1991
		01/01/1991	31/05/1992	25/01/1993	07/02/1993
46324	Uzech	01/05/1989	31/12/1990	04/12/1991	27/12/1991
46326	Valprionde	01/07/2003	30/09/2003	30/03/2006	02/04/2006
46330	Vayrac	01/05/1989	31/12/1990	04/12/1991	27/12/1991
46331	Vers	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46334	Vigan	01/05/1989	31/12/1990	04/12/1991	27/12/1991
46337	Mayrac	01/05/1989	31/05/1992	18/05/1993	12/06/1993
46340	Saint-Pierre-Lafeuille	01/05/1989	31/12/1990	04/12/1991	27/12/1991

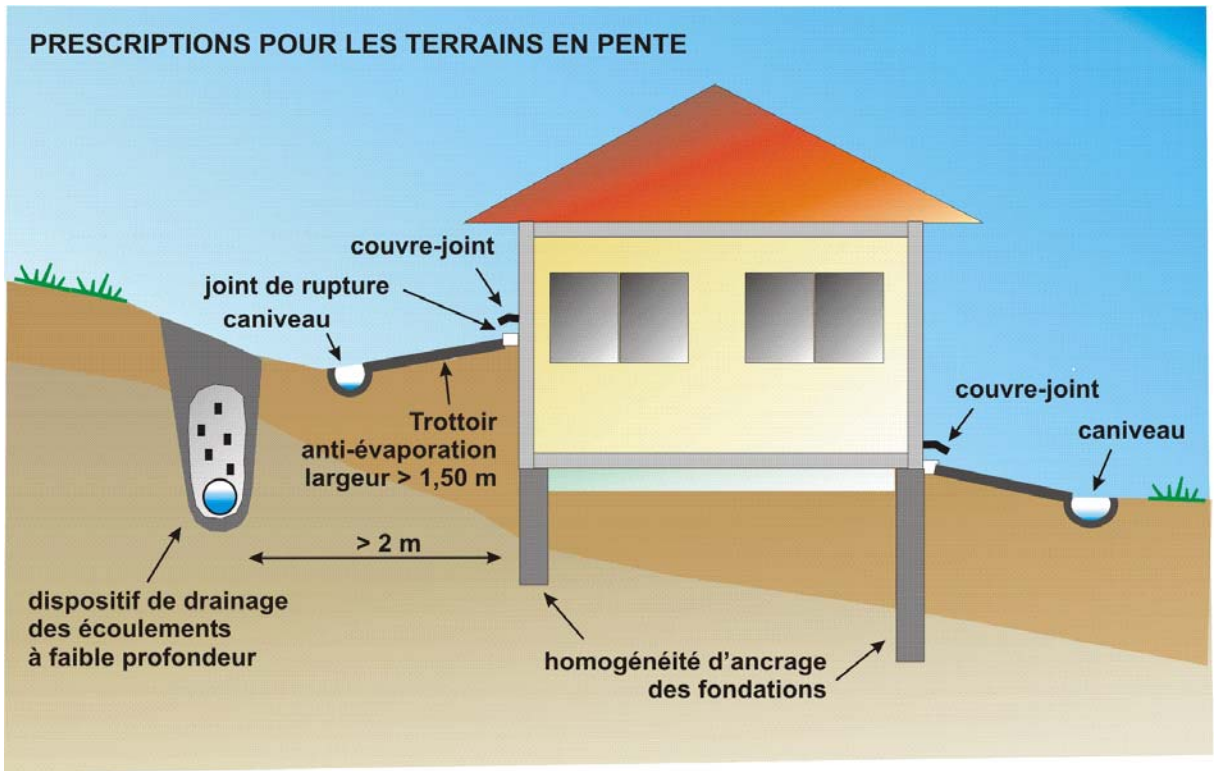
ANNEXE 4

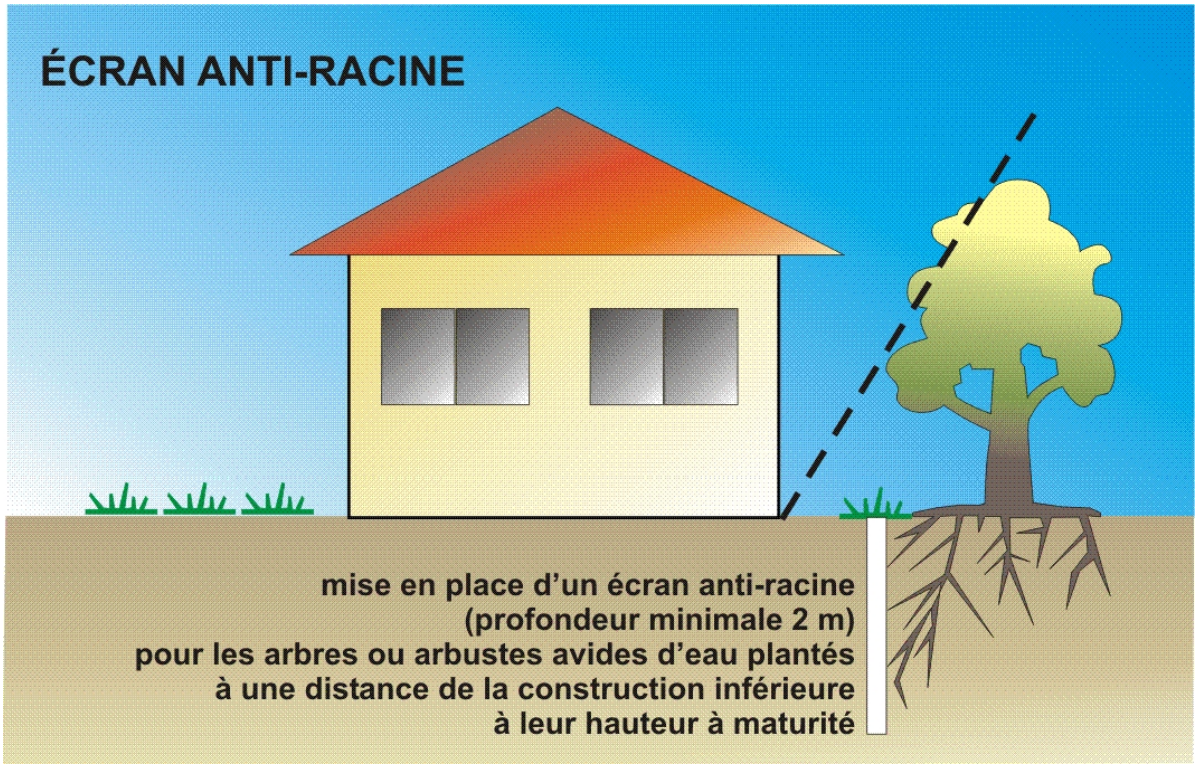
Illustration des principales dispositions réglementaires de prévention des risques de mouvements de terrain différentiels liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles

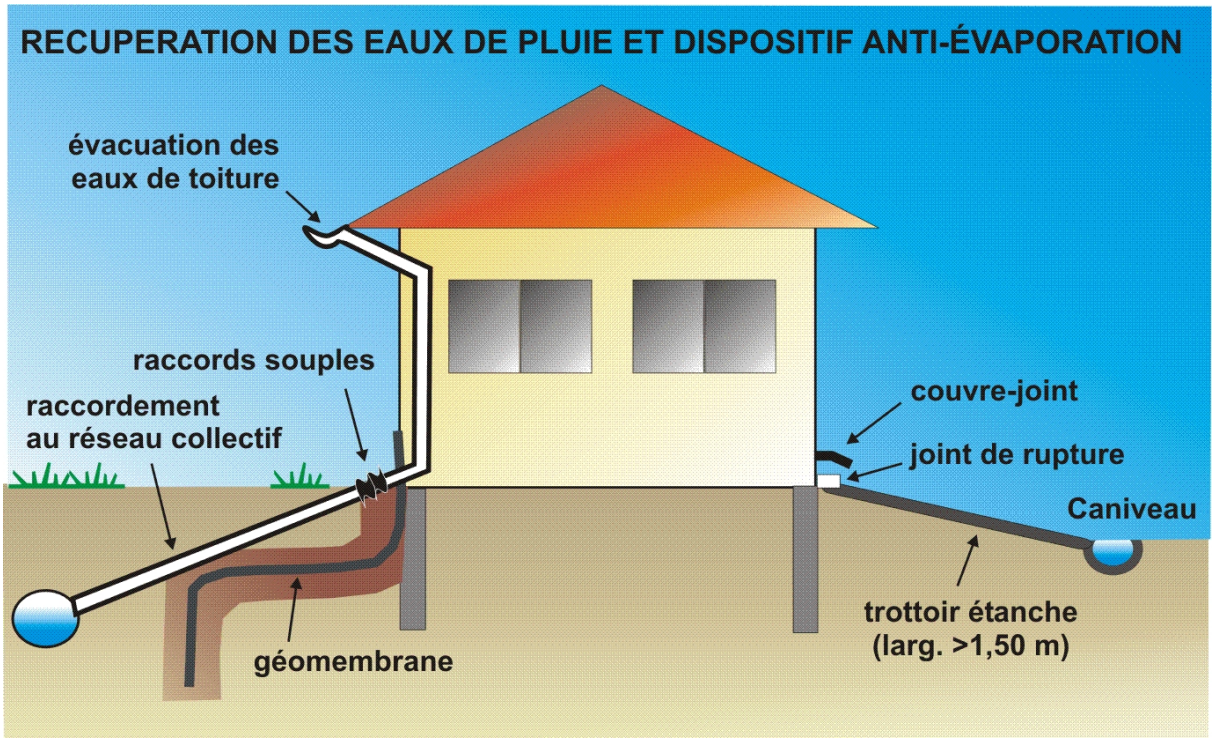
Les illustrations qui suivent présentent une partie des prescriptions et recommandations destinées à s'appliquer dans les zones réglementées par le PPR. Suivant le type de construction (existante ou projetée) certaines de ces mesures sont obligatoires, d'autres non, et l'on se reportera donc au règlement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

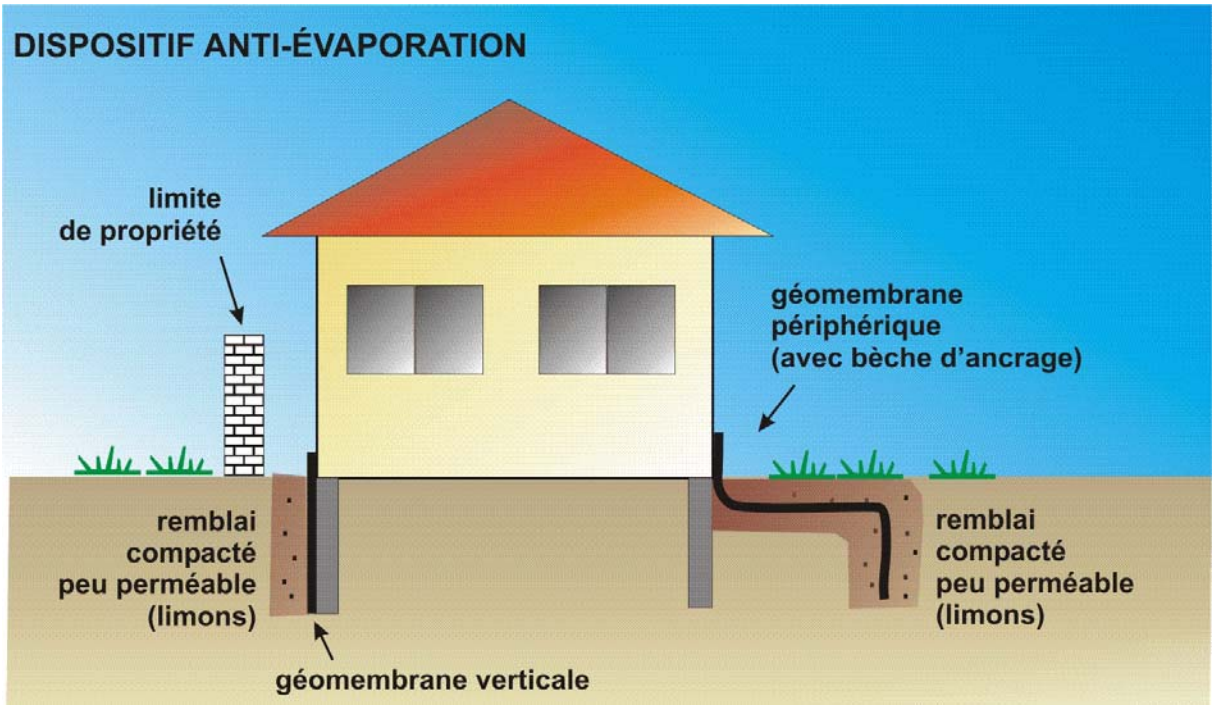


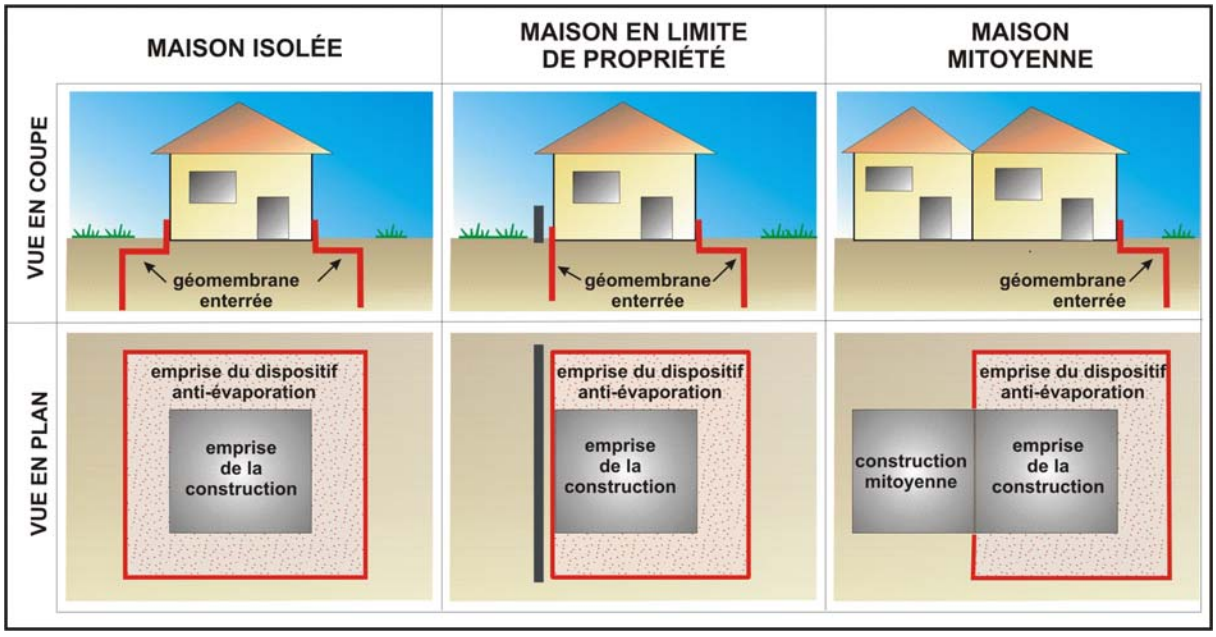

PRESCRIPTIONS POUR LES CONSTRUCTIONS NEUVES
couvre-joint
Chaînages
horizontaux
et verticaux
réalisation
d'un vide sanitaire
(recommandée)
joint de rupture
raccords souples au niveau
des canalisations enterrées
profondeur minimale des fondations :
- 0,80 m en zone moyennement exposée
- 1,20 m en zone très exposée


PRESCRIPTIONS POUR LES TERRAINS EN PENTE
couvre-joint
joint de rupture
caniveau
Trottoir
anti-évaporation
largeur > 1,50 m
couvre-joint
caniveau
> 2 m
dispositif de drainage
des écoulements
à faible profondeur
homogénéité d'ancrage
des fondations


ÉCRAN ANTI-RACINE
mise en place d'un écran anti-racine
(profondeur minimale 2 m)
pour les arbres ou arbustes avides d'eau plantés
à une distance de la construction inférieure
à leur hauteur à maturité


RECUPERATION DES EAUX DE PLUIE ET DISPOSITIF ANTI-ÉVAPORATION
évacuation des
eaux de toiture
raccords souples
raccordement
au réseau collectif
couvre-joint
joint de rupture
Caniveau
trottoir étanche
(larg. >1,50 m)
géomembrane


DISPOSITIF ANTI-ÉVAPORATION
limite de propriété
géomembrane périphérique (avec bèche d'ancrage)
remblai compacté peu perméable (limons)
remblai compacté peu perméable (limons)
géomembrane verticale


MAISON ISOLÉE
MAISON EN LIMITE DE PROPRIÉTÉ
MAISON MITOYENNE
VUE EN COUPE
VUE EN PLAN
géomembrane enterrée
géomembrane enterrée
géomembrane enterrée
emprise du dispositif anti-évaporation
emprise de la construction
emprise du dispositif anti-évaporation
emprise de la construction
emprise du dispositif anti-évaporation
construction mitoyenne
emprise de la construction

ANNEXE 5

Extraits de la norme AFNOR NF P 94-500 (décembre 2006)

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

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.

Il appartient au maître d'ouvrage ou à son mandataire de veiller à la réalisation successive de toutes ces missions par une ingénierie géotechnique.

ÉTAPE 1 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES PREALABLES (G1)

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.

ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE DE SITE (G11)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire ou d'esquisse et permet une première identification des risques géologiques d'un site :

— 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.

ÉTUDE GÉOTECHNIQUE D'AVANT PROJET (G12)

Elle est réalisée au stade de l'avant projet et permet de réduire les conséquences des risques géologiques majeurs identifiés :

— 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).

Cette étude sera obligatoirement complétée lors de l'étude géotechnique de projet (étape 2).

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE PROJET (G2)

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.

Phase Projet

— 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.

Phase Assistance aux Contrats de Travaux

— 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.

ÉTAPE 3 : EXÉCUTION DES OUVRAGES GÉOTECHNIQUES (G3 et G 4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXÉCUTION (G3)

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.

Phase Étude

— 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.

Phase Suivi

— 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.

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXÉCUTION (G4)

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.

Phase Supervision de l'étude d'exécution

— 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.

Phase Supervision du suivi d'exécution

— 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.

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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.

— 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.

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.

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 Cahors - 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 du Lot

Commune de Cahors

Règlement

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
direction départementale
de l'Équipement
et de l'Agriculture
Lot

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Ministère de l'Écologie,
du Développement et
de l'Aménagement durables

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
PRÉFECTURE
DU LOT

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 Cahors. 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 une zone faiblement à moyennement exposée (B2) délimitée en fonction de l'intensité des risques encourus.

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 à la zone faiblement à moyennement exposée :

A) Mesures structurales :

Article II-I-1 Est interdite :

l'exécution d'un sous-sol partiel.

Article II-I-2 Sont prescrites :

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

- la profondeur minimum des fondations est fixée à 0,80 m sauf rencontre de sols durs non argileux à une profondeur inférieure ;

- sur terrain en pente et pour des constructions réalisées sur plate-forme en déblais ou déblais-remblais, ces fondations doivent être descendues à une profondeur au moins aussi importante à l'aval qu'à l'amont afin d'assurer une homogénéité de l'ancrage ;

- les fondations sur semelles doivent être continues, armées et bétonnées à pleine fouille, selon les préconisations de la norme DTU 13-12 : Règles pour le calcul des fondations superficielles.

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

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

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

Article II-I-3 Sont interdits :

- toute plantation d'arbre ou d'arbuste avide d'eau à une distance de toute construction inférieure à leur hauteur à maturité (1,5 fois en cas de rideau d'arbres ou d'arbustes) sauf mise en place d'un écran anti-racines d'une profondeur minimale de 2 m ;

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

Article II-I-4 Sont prescrits :

- le rejet des eaux pluviales et usées dans le réseau collectif lorsque cela est possible. A défaut, les éventuels rejets ou puits d'infiltration doivent être situés à une distance minimale de 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…) ;

- la récupération des eaux de ruissellement et son évacuation des abords de la construction par un dispositif de type caniveau ;

- la mise en place, sur toute la périphérie de la construction, d'un dispositif d'une largeur minimale de 1,50 m s'opposant à l'évaporation, sous la forme d'un écran imperméable sous terre végétale (géomembrane) ou d'un revêtement étanche (terrasse) dont les eaux de ruissellement seront récupérées par un système d'évacuation de type caniveau ;

- le captage des écoulements de faible profondeur, lorsqu'ils existent, par un dispositif de drainage périphérique situé à une distance minimale de 2 m de toute construction ;

- l'arrachage des arbres et arbustes avides d'eau situés à une distance de l'emprise de la construction projetée inférieure à leur hauteur à maturité ;

- à défaut de possibilité d'abattage des arbres situés à une distance de l'emprise de la construction inférieure à leur hauteur à maturité, la mise en place d'un écran anti-racines d'une profondeur minimale de 2 m.

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

Article II-II-1 Est prescrite :

la réalisation d'une étude définissant les dispositions constructives nécessaires pour assurer la stabilité des constructions vis-à-vis du risque avéré de tassement ou de soulèvement différentiel et couvrant la conception, le pré-dimensionnement et les modalités d'exécution des fondations, ainsi que l'adaptation de la construction et de son environnement immédiat aux caractéristiques du site, conformément 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 d'une distance minimale d'éloignement de toute construction pour toute nouvelle plantation d'arbre ou d'arbuste avide d'eau : cette distance doit être supérieure à la hauteur de l'arbre à maturité (1,5 fois en cas de rideau d'arbres ou d'arbustes), sauf mise en place d'un écran anti-racines d'une profondeur minimale de 2 m ;

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

3. le contrôle régulier d'étanchéité des canalisations d'évacuation des eaux usées et pluviales existantes et leur étanchéification en tant que de besoin ;

4. l'élagage régulier des arbres et arbustes implantés à une distance de la construction inférieure à leur hauteur à maturité, ou la mise en place d'un écran anti-racine d'une profondeur minimale de 2 m ;

5. l'éloignement autant que possible des rejets d'eaux usées et pluviales (eaux de toitures et eaux de ruissellement) de toute construction et des limites de parcelles.

Article III-2

La mesure 1 définie à l'article III-1 est rendue obligatoire dès l'approbation du présent PPR.

Article III-3

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

Article III-4

La mise en œuvre des mesures 3, 4 et 5 définies à l'article III-1 est recommandée dès l'approbation du présent PPR.

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

Service Aménagement et Risques Naturels
Unité Risques Mouvements de Terrain
117, avenue de Luminy – BP 167
13276 Marseille cedex 09
Tél. : 04 91 17 74 74

Maître d'ouvrage :

Préfecture du Lot

Direction départementale de l'Equipement et de l'Agriculture du Lot

Quai Eugène Cavaignac
46000 Cahors

PPR approuvé le

Proposition de zonage réglementaire

Mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux

Département du Lot
Commune : CAHORS Nord

Maître d'oeuvre :

brgm
Géosciences pour une Terre durable

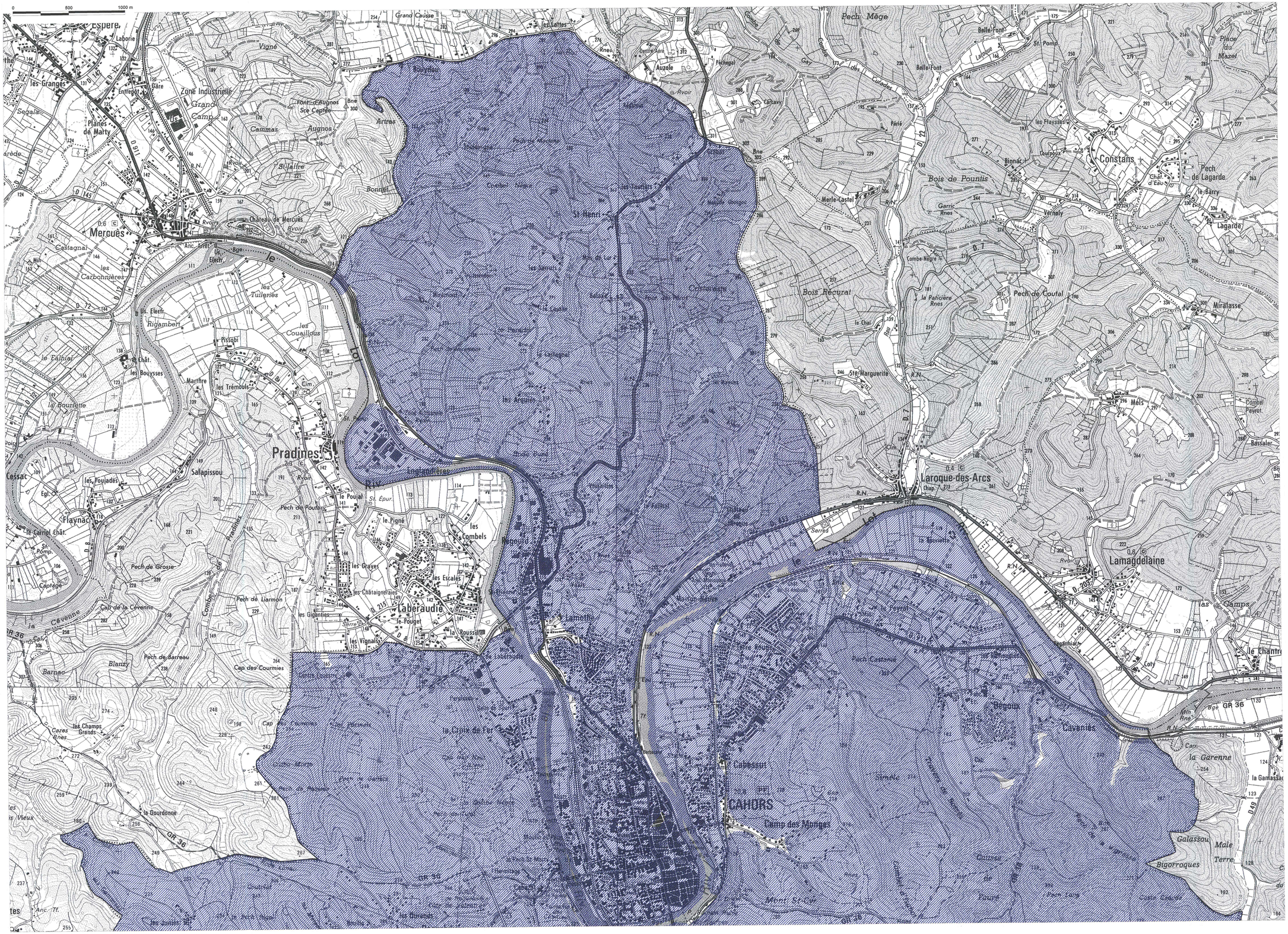
Carte de zonage réglementaire

Zone faiblement à moyennement exposée (B2)

Limite de commune

Sources : Fond topographique : IGN SCAN25, 1999 ; Carte d'aléa : rapport BRGM RP-55122-FR, Janvier 2007

échelle 1/10 000



Maître d'ouvrage :

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
PRÉFECTURE DU LOT

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
direction départementale de l'Équipement et de l'Agriculture
Lot
Quai Eugène Cavaignac
46000 Cahors

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

PPR approuvé le

Proposition de zonage réglementaire

Mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux

Département du Lot
Commune : CAHORS Sud

Maître d'oeuvre :

Géosciences pour une Terre durable
brgm

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

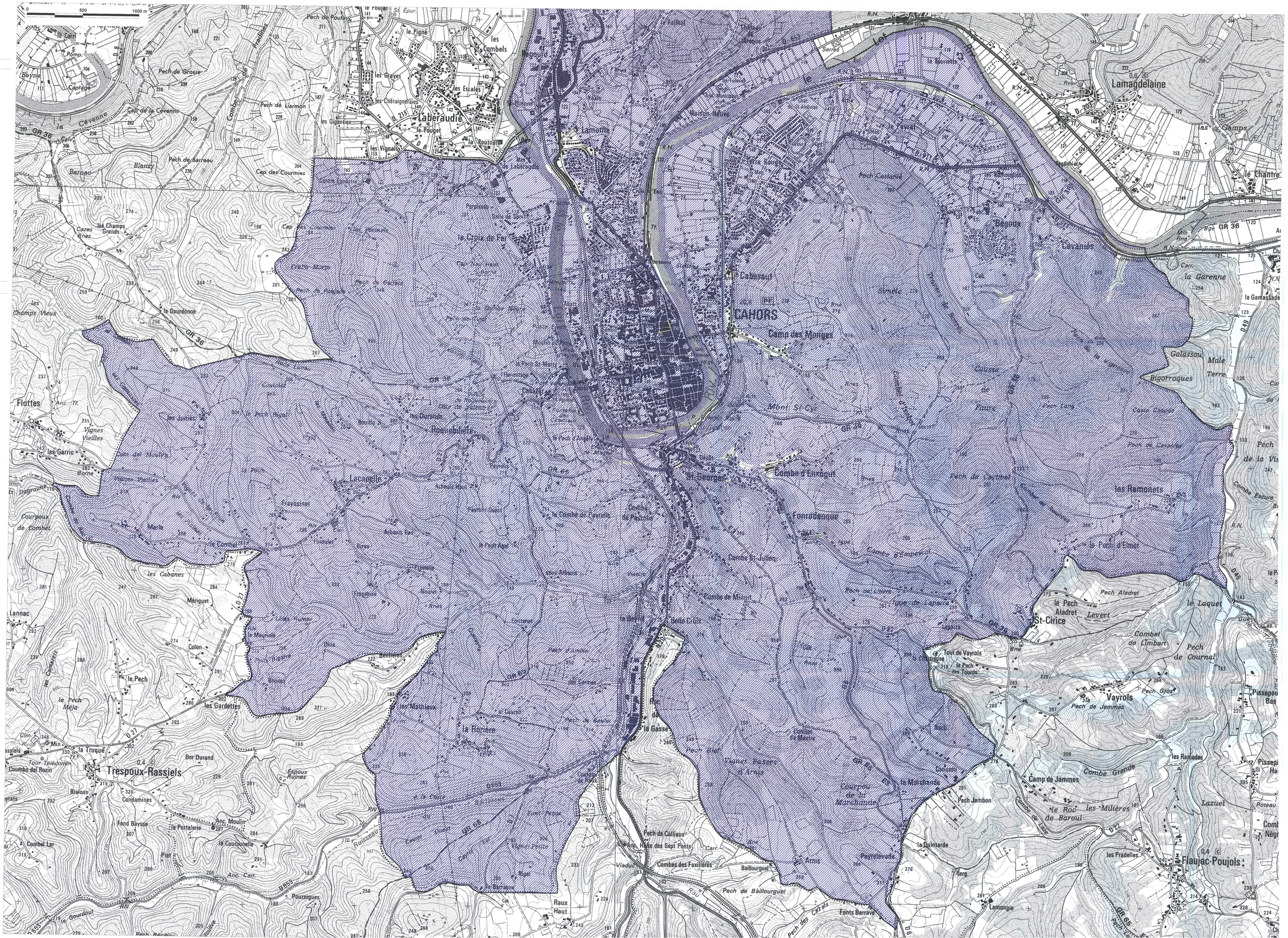
Carte de zonage réglementaire

Zone faiblement à moyennement exposée (B2)

Limite de commune

échelle 1/10 000

Sources : Fond topographique : IGN SCAN25, 1999 ; Carte d'aléa : rapport BRGM RP-55122-FR, Janvier 2007


0
500
1000 m
CAHORS
Lamagdelaine
Laberaudie
Lacapelle
Trespoux-Rassiels
Flaujac-Poujols
St-Cirice
Vayrols
Lavaniès
Bégoux
Lamothe
Cabessut
Camp des Monges
Sirnèle
Galassau
Bigorraques
Male Terre
Mont St Cyr
Combe d'Enfoqué
St Georges
Fontanganque
Roque Haute
Roque Basse
Arnis
Vignes Basses d'Arnis
Courpou de la Marchande
Roque Haute des Sept Ponts
Combes des Faxilières
Baillourguet
Pech de Baillourguet
Fonts Barrave
Raux Haut
la Roziere
la Croix de Fer
la Gourdonne
Flottes
Lannac
Le Pech
Les Gardettes
Les Mathieux
Bor Durand
Rialous
Condamines
Fond Baysse
la Portalerie
la Courbonelle
Pouzergues
Le Gourdoul
Les Garric
Borne
Daygrunet
Courpoux de Combet
Marlis
Le Combel
Les Cabanes
Mériguet
Colon
Les Bessières
Les Carmes
Les Champs Vieux
Les Champs Grands
Cezes Ines
Barnac
Blanzy
Pech de Barreau
Cap de la Cevenne
Pech de Grosse
Pech de Liarmon
Cap des Courmies
Les Vignals
Les Gigantes
Le Pouget
Les Graves
Les Châtaigneraies
Les Escales
Les Combels
Le Pigné
Pech de Poulacs
Le Carn
Captage
Beyne
Les Junies
Vignes Vieilles
Le Puech Aigul
Les Durands
Roquebrière
Arbouts Haut
Arbouts Bas
Fraysse
Fraysse Haut
Fraysse Bas
Fayrolle
Fayrolle Haute
Fayrolle Basse
Le Puech Agal
Sous Arbouts
Nouret
Fragebise
Pinnelle
Birou
Vieuze
Combe de Fayrols
Combe de Minuit
Belle Croix
Combe St Julien
Combe d'Empeyral
Pech d'Amalie
Pech d'Aladret
Le Puech Aladret
Levert
Le Laquet
Combel de Limbart
Pech de Cournal
Tour de Vayrols
Le Puech des Tourds
Pech Gros
Pech de Jammes
Camp de Jammes
Le Roc les Miltères
de Baroul
Combe Grande
Lazuel
Poteau
Les Ramades
Pech Jambon
Pech Aldret
Les Ramonets
Le Puech d'Elnet
Pech de Cayrou
Pech Castanié
Le Fewal
Horson Neuve
Le Failhal
Le Puech St Mary
Le Puech d'Angely
Le Puech Gros
Le Puech Ginestous
Le Puech Lacan
Le Puech Lacan Haut
Le Puech Lacan Bas
Le Puech Lacan Bas
Le Puech Lacan Haut
Le Puech Lacan Bas
Le Puech Lacan Haut
Le Puech Lacan Bas
Le Puech Lacan Haut