

Plan de Prévention des Risques Naturels Prévisibles (PPRN)

Retrait-gonflement des argiles

Communes de :

**Aiguilhe, Arzac-en-Velay, Blavozy,
Brives-Charensac, Coubon, Espaly-Saint-Marcel,
Malrevers, Polignac, Le Puy-en-Velay,
Saint-Germain-Laprade, Saint-Julien-Chapteuil,
Saint-Pierre-Eynac, Vals-près-le-Puy**

1 Note de présentation



VU POUR ETRE ANNEXE A L'ARRETE N° DIPPAL-
B3-2014/136 DU 30 SEPTEMBRE 2014

Pour le Préfet et par délégation,
Po/Le Chef de bureau,
L'adjointe,

Colette ROUSSEL



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Table des matières

1	Introduction.....	2
2	Cadre juridique.....	3
2.1	Objet du PPR.....	3
2.2	La procédure.....	3
2.3	Effets du PPRN :.....	5
2.3.1	Le PPR approuvé vaut servitude d'utilité publique.....	5
2.3.2	La responsabilité d'application des mesures.....	5
2.3.3	Le PPR est opposable aux tiers - Les sanctions pour non-respect du PPR.....	5
2.3.4	Les conséquences en matière d'assurance.....	5
2.3.5	Les recours contre le PPR.....	6
2.3.6	L'évolution du PPR.....	6
2.3.7	Le PPR s'applique sans préjudice des autres législations et réglementations en vigueur.....	6
2.3.8	PPR et information préventive.....	7
2.4	Dérogations aux règles du PPRN :.....	7
2.5	Contenu du PPR.....	7
3	Présentation de la zone étudiée.....	8
3.1	Limites de l'étude.....	8
3.2	Contexte naturel départemental.....	8
3.2.1	Situation géographique.....	8
3.2.2	Géologie.....	8
3.2.3	Hydrogéologie.....	9
4	Description des phénomènes et de leurs conséquences.....	10
5	Sinistres observés dans le département.....	10
6	Description de la méthodologie d'établissement du PPRN.....	10
6.1	Carte de l'aléa retrait-gonflement.....	10
6.2	Plan de zonage réglementaire.....	13
6.3	Règlement et dispositions constructives préventives.....	13

1 Introduction

Les phénomènes de retrait et de gonflement des 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'année 1976, et surtout des années 1989-90, puis en 2003. 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 teneur en eau.

La prise en compte par les assurances de sinistres résultant de mouvements différentiels attribués 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, environ 8000 communes françaises, réparties dans 90 départements ont ainsi été reconnues au moins une fois en état de catastrophe naturelle. Le coût cumulé d'indemnisation de ces sinistres a été évalué en juin 2010 à 4,5 milliards d'euros depuis 1989 par la Caisse Centrale de Réassurance.

Le département de la Haute-Loire est relativement concerné par ce phénomène lié à la sécheresse puisqu'à la date du 3 février 2011, 28 communes sur les 260 que compte le département ont été reconnues en état de catastrophe naturelle pour ce phénomène, pour des périodes comprises entre janvier 1995 et septembre 2003, soit un taux de sinistralité de 10,77%. 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-58946-FR, novembre 2010) a ainsi permis de recenser et localiser 384 sinistres déclarés.

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. 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 (PPRN), 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.

Une circulaire du 11 octobre 2010, publiée au *Bulletin officiel du ministère de l'Ecologie* en date du 10 janvier 2011, invite les préfets de région et de département à accentuer la politique de prévention des risques liés au retrait-gonflement des sols argileux, d'autant que ce phénomène pourrait connaître une accentuation en raison du changement climatique. Cette circulaire apporte des précisions aux instructions fournies dans le cadre de la circulaire du 28 juin 2010 relative « aux thèmes prioritaires d'actions nationales en matière de risques naturels et hydrauliques pour 2010-2011 ». Cette nouvelle circulaire a, par ailleurs, pour objet de renforcer la mise à disposition du public et des maires d'informations sur les risques liés à la sécheresse (avec notamment le porter à la connaissance des maires de la carte d'aléa produite par le BRGM) et de mettre en œuvre les stratégies départementales d'élaboration de PPRN pour ce risque après avoir recensé les communes les plus exposées.

2 Cadre juridique

2.1 Objet du PPR

La démarche de mise en œuvre de PPR « retrait-gonflement des argiles » répond à deux objectifs :

- diffuser des connaissances et éveiller une « conscience du risque », notamment grâce à l'information acquéreur-locataire désormais obligatoire ;
- rendre obligatoire, grâce au PPR, des prescriptions permettant de diminuer le risque pour les projets de construction dans les zones sensibles mais aussi pour les biens et activités existants.

L'article L 562-1 du code de l'environnement expose l'objet du PPR.

Dans l'objectif principal de limiter la vulnérabilité, le PPR, à partir de l'analyse des risques sur un territoire donné, édicte des prescriptions en matière d'urbanisme, de construction et de gestion dans les zones exposées aux risques. Plus généralement, **le PPR traduit l'exposition aux risques de la commune dans l'état actuel de leur connaissance**. Il a pour objectif une meilleure protection des biens, ainsi qu'une limitation du coût pour la collectivité de l'indemnisation systématique des dégâts engendrés par les phénomènes. Les dispositions constructives intégrées dès la conception du projet sont d'un coût relativement modeste comparé aux coûts de réparation des dommages pouvant aller jusqu'à une reprise en sous- œuvre des fondations.

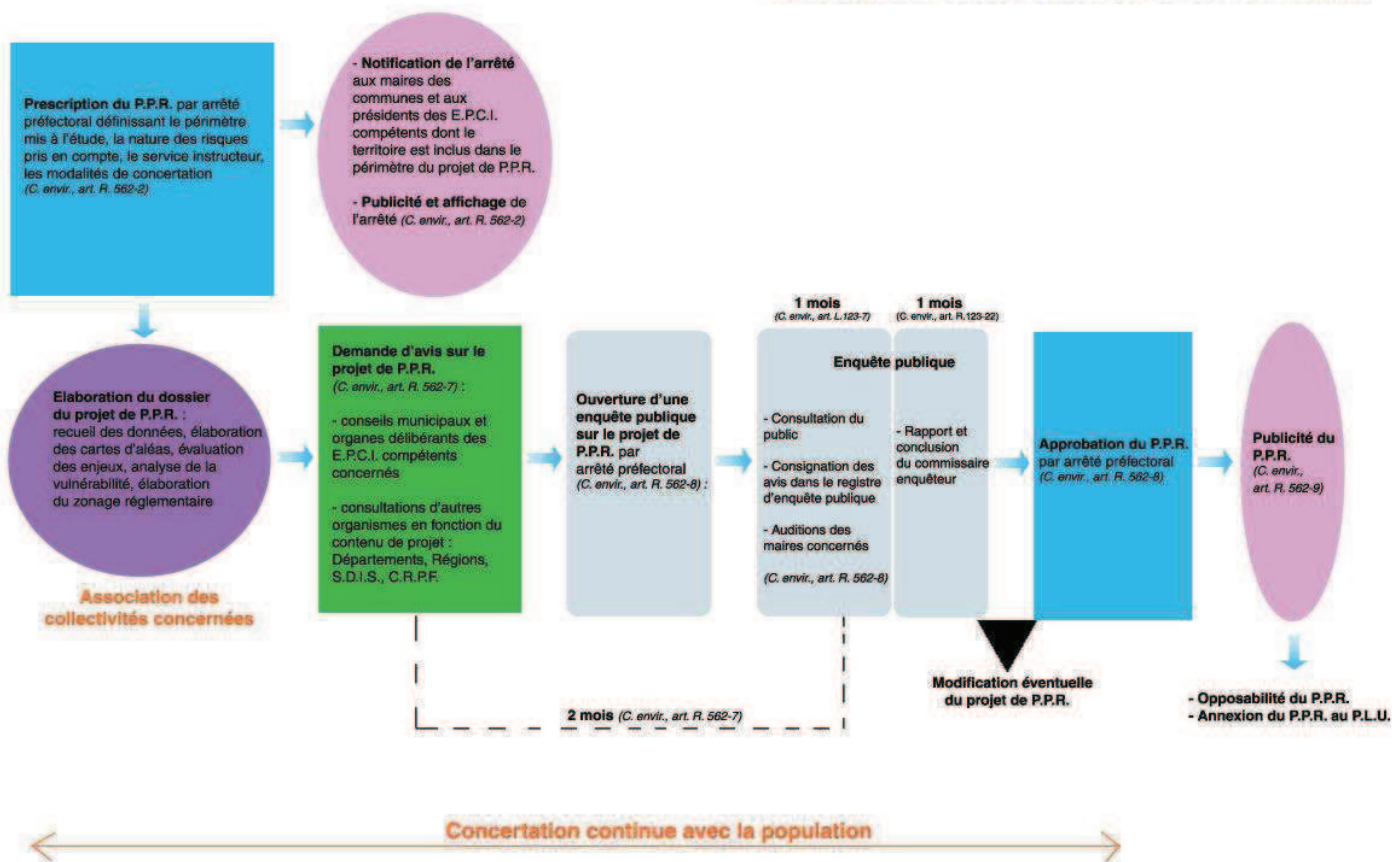
Dans le cas particulier du phénomène de retrait-gonflement des sols argileux, les zones concernées, même soumises à un aléa considéré comme élevé, restent constructibles. Les prescriptions imposées sont, pour l'essentiel, des règles de bon sens dont la mise en œuvre n'engendre qu'un surcoût relativement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

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

2.2 La procédure

L'élaboration d'un PPRN est résumée par le schéma suivant.

Schéma d'élaboration d'un P.P.R.N.



Le Préfet définit les modalités de la concertation relative à l'élaboration du projet de plan de prévention des risques naturels prévisibles. Sont associés à l'élaboration de ce projet les collectivités territoriales et les établissements publics de coopération intercommunale concernés.

Après une phase d'élaboration technique et un travail étroit de concertation avec les communes concernées, le projet de PPR est transmis pour avis aux communes et organismes associés. Il s'agit de la phase de concertation officielle définie dans l'article R562-7 du code de l'environnement.

Puis, après analyse des remarques émises lors de cette consultation et modifications éventuelles du projet, le PPR est soumis à enquête publique. Les articles du code de l'Environnement qui régissent l'enquête publique sont les articles L123-1 à L123-19 et les articles R123-1 à R123-27. Au cours de cette enquête, sont entendus, après avis de leur conseil municipal, les maires des communes sur le territoire desquelles le plan doit s'appliquer. L'enquête publique a pour objet d'assurer l'information et la participation du public ainsi que la prise en compte des intérêts des tiers lors de l'élaboration du PPR. Les observations et propositions recueillies au cours de l'enquête sont prises en considération par le maître d'ouvrage et peuvent conduire à modifier le PPR avant son approbation par le Préfet.

2.3 Effets du PPRN :

2.3.1 Le PPR approuvé vaut servitude d'utilité publique

A ce titre, il doit être annexé au document d'urbanisme, 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. Le Préfet demande au Maire d'annexer la nouvelle servitude au document d'urbanisme. Si cette formalité n'a pas été effectuée dans le délai de trois mois, le Préfet y procède d'office. L'annexion du PPR au document d'urbanisme s'effectue par une mise à jour : la liste et le plan des servitudes d'utilité publique sont modifiés. Un arrêté du Maire constate qu'il a été procédé à la mise à jour du plan.

Par ailleurs, les documents d'urbanisme en cours de révision doivent être mis en cohérence avec cette nouvelle servitude. Le rapport de présentation doit notamment justifier comment les dispositions du document d'urbanisme respectent cette nouvelle servitude.

Toute autorité administrative qui délivre une autorisation doit tenir compte des règles définies par le PPR.

2.3.2 La responsabilité d'application des mesures

La personne qui est responsable en matière de PPR est la personne qui prend les mesures d'application, c'est à dire celle qui est compétente en matière de délivrance des autorisations d'urbanisme.

Les constructions, installations, travaux ou activités non soumis à un régime de déclaration ou d'autorisation préalable sont édifiés ou entrepris sous la seule responsabilité de leurs auteurs, dans le respect des dispositions du présent PPR.

La nature et les conditions d'exécution des techniques de prévention prises pour l'application du présent règlement, sont définies et mises en œuvre sous la responsabilité du maître d'ouvrage et du maître d'œuvre concernés pour les constructions, travaux et installations visés.

2.3.3 Le PPR est opposable aux tiers - Les sanctions pour non-respect du PPR

Il s'applique directement lors de l'instruction des certificats d'urbanisme et demandes d'autorisation d'occupation ou d'utilisation du sol : permis de construire, déclarations préalables de travaux, permis d'aménager, lotissements, stationnement de caravanes, camping, installations et travaux divers, clôtures.

Les règles du PPR, autres que celles qui relèvent de l'urbanisme, s'imposent également au maître d'ouvrage qui s'engage notamment à respecter les règles de construction lors du dépôt de permis de construire.

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.

2.3.4 Les conséquences en matière d'assurance

L'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles est régie par la loi du 13 juillet 1982, qui impose aux assureurs, pour tout contrat d'assurance dommages aux biens ou aux véhicules, d'étendre leur garantie aux effets de catastrophes naturelles, qu'ils soient situés dans un secteur couvert ou non par un PPR.

Lorsqu'un plan de prévention des risques existe, le Code des assurances précise même que l'obligation de garantie est maintenue pour les "biens et activités existant antérieurement à la publication de ce plan", sauf pour ceux dont la mise en conformité avec des mesures rendues obligatoires par ce plan n'a pas été effectuée par le propriétaire, l'exploitant ou l'utilisateur. 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.125-1 du même code ne s'impose pas aux entreprises d'assurance à l'égard des biens immobiliers construits en violation des règles prescrites d'un PPR approuvé. Cette dérogation à l'obligation de garantie de l'assuré ne peut intervenir que lors de la conclusion initiale ou du renouvellement du contrat d'assurance. En cas de différend avec l'assureur, l'assuré peut recourir à l'intervention du bureau central de tarification (BCT), compétent en matière de catastrophes naturelles.

2.3.5 Les recours contre le PPR

L'arrêté d'approbation du PPR peut faire l'objet, dans le délai de deux mois à compter de sa notification, soit d'un recours gracieux auprès du préfet de la Haute-Loire, soit d'un recours hiérarchique adressé au ministre de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie.

Il peut également faire l'objet d'un recours contentieux auprès du tribunal administratif de Clermont-Ferrand, soit directement, soit, dans le cas d'un recours gracieux ou hiérarchique, dans les deux mois à compter de la réponse explicite de l'administration ou de la décision implicite de rejet résultant du silence de l'administration pendant deux mois.

Dans ce dernier cas, une décision explicite de rejet intervenue dans le délai de deux mois ouvert par une décision implicite créerait un nouveau délai pour se pourvoir.

2.3.6 L'évolution du PPR

Toute actualisation du PPR s'effectue par la voie réglementaire sous l'autorité du préfet. Selon la nature de celle-ci, la procédure est soit celle de la modification (sans enquête publique mais avec consultation du public) à condition que la modification envisagée ne porte pas atteinte à l'économie générale du plan, soit celle de la révision (avec enquête publique), conformément à l'article L562-4-1 du code de l'Environnement.

L'article R562-10 du code de l'environnement précise les modalités de la révision.

L'article R562-10-1 du code de l'environnement précise les modalités de la modification.

2.3.7 Le PPR s'applique sans préjudice des autres législations et réglementations en vigueur

Ce règlement ne concerne que le PPR « Retrait-gonflement des argiles », sans préjudice de l'application d'autres règlements ou législations.

En cas de différences entre les règles d'un document d'urbanisme POS ou PLU, d'un plan de sauvegarde et de mise en valeur et celles du PPR, **les plus contraignantes des deux s'appliquent.**

Il peut arriver que les règles d'un document d'urbanisme soient plus contraignantes que celles du PPR. En effet, d'autres servitudes telles que la ZPPAUP permettent de préserver le bâti ou

peuvent notamment interdire la construction.

D'autres obligations provenant de règlements ou législations (Code forestier, réglementation parasismique, Loi sur l'eau) peuvent se rajouter aux règles du PPR.

2.3.8 PPR et information préventive

En application de l'article L 125-2 du code de l'environnement, dans les communes sur le territoire desquelles a été prescrit ou approuvé un plan de prévention des risques naturels prévisibles, le maire doit délivrer à la population **une information sur les risques naturels**, au moins une fois tous les deux ans, par des **réunions publiques communales** ou tout autre moyen approprié, sur les caractéristiques du ou des risques naturels connus dans la commune, les mesures de prévention et de sauvegarde possibles, les dispositions du plan...

2.4 Dérogations aux règles du PPRN :

Les dispositions du présent règlement ne s'appliquent pas si l'absence d'argile sur l'emprise de la totalité de la parcelle est démontrée par sondage selon une étude géotechnique au minimum de type G11 (étude géotechnique préliminaire de site) au sens de la norme NF P94-500.

2.5 Contenu du PPR

L'article R 562-3 du code de l'environnement définit le contenu des Plans de Prévention des Risques Naturels Prévisibles.

Conformément à ce texte, le Plan de Prévention des Risques Retrait-Gonflement des argiles est composé :

- d'une **note de présentation** qui indique le secteur géographique concerné, la nature des phénomènes naturels pris en compte et leurs conséquences possibles, compte tenu de l'état des connaissances.

Cette note annonce les principes d'élaboration du Plan de Prévention des Risques et décrit sommairement la réglementation fixée par le PPR pour les constructions nouvelles ou existantes.

- d'un **règlement** qui détaille les règles applicables à chacune des différentes zones identifiées par la carte réglementaire. Le règlement définit ainsi les conditions de réalisation de tout projet, les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui incombent aux particuliers ou aux collectivités, mais aussi les mesures applicables aux biens et activités existants.

- d'un **plan de zonage réglementaire**, qui délimite les zones concernées par le risque de « retrait-gonflement des argiles » et sert de base à l'application du règlement.

3 Présentation de la zone étudiée

3.1 Limites de l'étude

Le présent PPRN couvre l'ensemble des territoires communaux d'Aiguilhe, Arzac-en-Velay, Blavozy, Brives-Charensac, Coubon, Espaly-Saint-Marcel, Malrevers, Polignac, Le Puy-en-Velay, Saint-Germain-Laprade, Saint-Julien-Chapteuil, Saint-Pierre-Eynac et Vals-près-le-Puy (Haute-Loire).

3.2 Contexte naturel départemental

3.2.1 Situation géographique

Le département de la Haute-Loire, rattaché à la région Auvergne, est divisé en 260 communes couvrant une superficie d'environ 5007km² (données surfaciques de la BD Carto© de l'IGN de novembre 2006 calculées en coordonnées cartésiennes). Il compte une population estimée à l'INSEE à 224 876 habitants en 2012, soit une densité d'environ 45,2 hab/km². La principale agglomération, Préfecture du département, est celle du Puy-en-Velay. Les deux sous-préfectures sont Brioude et Yssingeaux.

3.2.2 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, notamment 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 de données du Sous-Sol gérée par le BRGM, et d'autre part par de nouvelles analyses réalisées à partir d'échantillons représentatifs. Elle reflète donc l'état actuel des connaissances sur la géologie des formations superficielles de la Haute-Loire, 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 subaffleurantes dans le département et considérées comme argileuses (au sens le plus large) sont brièvement décrites en annexe 1, après regroupement d'unités stratigraphiquement distinctes, mais dont les caractéristiques lithologiques, et donc le comportement supposé vis-à-vis du retrait-gonflement, sont comparables. La carte géologique des formations argileuses et marneuses présentée en illustration 1 est une carte synthétique qui résulte d'une analyse interprétative à partir des connaissances actuellement disponibles. Certaines unités stratigraphiques ont été regroupées dans la mesure où leur nature lithologique similaire le justifiait. Par ailleurs, les formations considérées comme a priori non argileuses n'ont pas été figurées sur cette carte, ce qui n'exclut pas que des poches ou placages argileux, non identifiés sur les cartes géologiques actuellement disponibles puissent s'y rencontrer localement.

Cette synthèse géologique départementale montre que près de 20% de la superficie du département est concernée par des formations à composante argileuse et donc soumise à un

risque de retrait-gonflement plus ou moins élevé.

Les principales formations argileuses ou marneuses qui affleurent dans le département de la Haute-Loire sont, par ordre d'importance décroissante en termes de superficie, les *Dépôts quaternaires – Formations de versants, colluvions sablo-argileuses et épandages divers* (7,3% de la superficie départementale), les *Dépôts quaternaires peu argileux – Alluvions tourbières et formations associées* (3,5%) et les *Dépôts quaternaires à dominante argilo-sableuse – Alluvions et dépôts fluvio-lacustres* (2,8%). Les autres formations à composante argileuse couvrent toutes des surfaces inférieures à 2% du département.

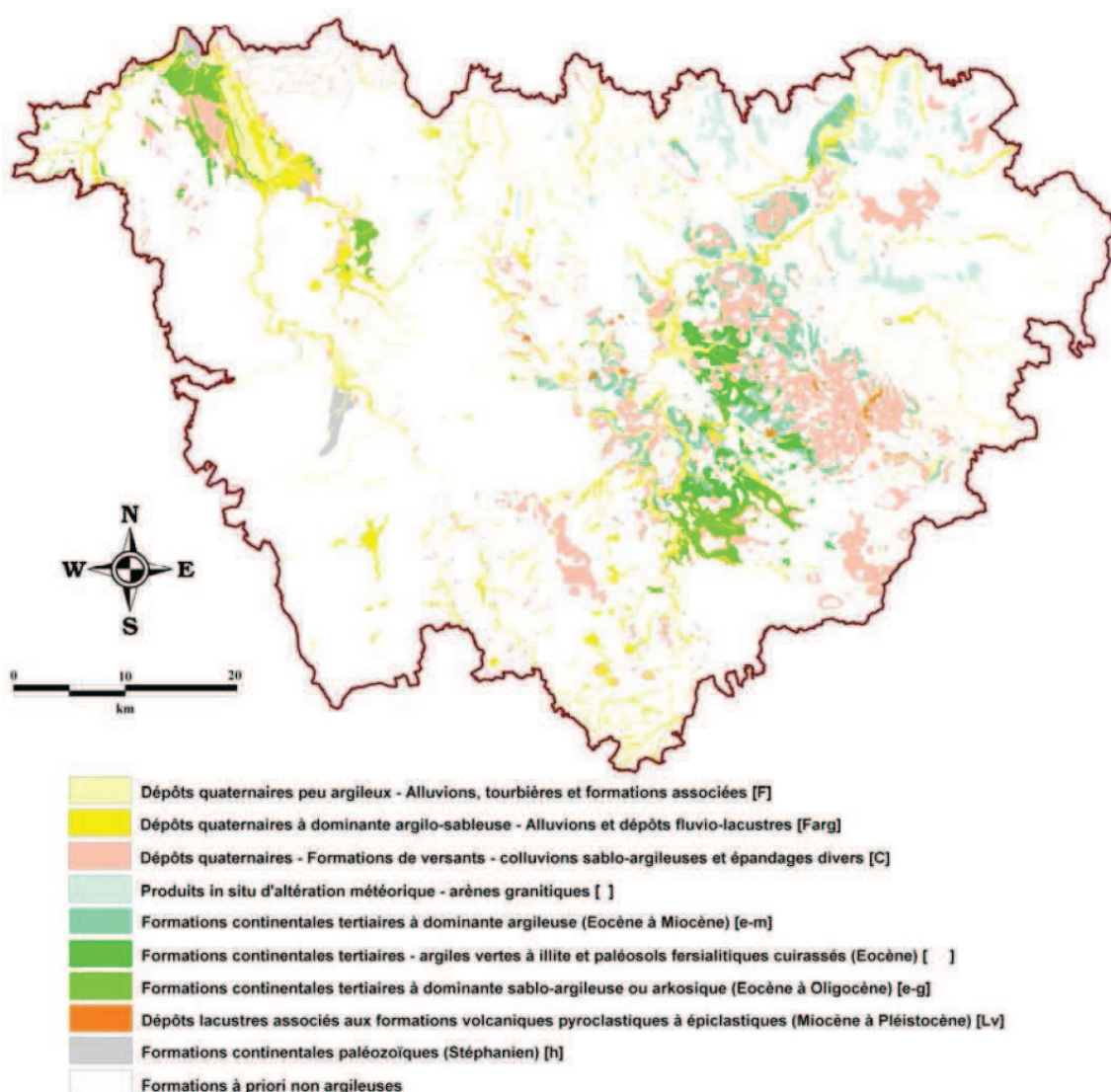


Illustration 1 : Carte synthétique des formations argileuses et marneuses de la Haute-Loire
(carte extraite du rapport BRGM/RP-58946-FR, novembre 2010)

3.2.3 Hydrogéologie

Les fluctuations du niveau des nappes d'eau souterraine peu profondes 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. Le département de la Haute-Loire présente des aquifères de nature plus ou moins complexe dont le rôle vis-à-vis des phénomènes de retrait-gonflement peut être localement non négligeable, en particulier pour ce qui concerne certaines nappes alluviales et des nappes superficielles, de faible extension et à caractère non permanent, contenues dans les niveaux d'altération des formations magmatiques plutoniques ou métamorphiques.

4 Description des phénomènes et de leurs conséquences

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

5 Sinistres observés dans le département

Au 3 février 2011, 28 communes sur les 260 que compte le département ont été reconnues en état de catastrophe naturelle pour ce phénomène, pour des périodes comprises entre janvier 1995 et septembre 2003, soit un taux de sinistralité de 10,77%.

Les sites de sinistres recensés et localisés avec précision par le BRGM lors de la cartographie départementale d'aléa sont au nombre de 384, répartis dans 35 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 1989-2003, le département de la Haute-Loire serait classé en 48^{ème} position des départements français en termes de coût cumulé d'indemnisation, dans le cadre du régime des catastrophes naturelles, avec un montant évalué en septembre 2008 à environ 7,4 millions d'euros (en coûts actualisés).

6 Description de la méthodologie d'établissement du PPRN

6.1 Carte de l'aléa retrait-gonflement

Afin de délimiter les zones exposées, le BRGM a dressé pour l'ensemble du département une carte de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux. 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, il est établi 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 9 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 100km² de surface d'affleurement réellement urbanisée (pour permettre des comparaisons fiables entre formations). La synthèse des résultats obtenus est présentée dans le tableau ci-dessous (illustration 2).

Formation argileuse			Surface (km ²)	% du dép.	Niveau d'aléa
Code	Notation	Description			
5	e-m	Formations continentales tertiaires à dominante argileuse (Eocène à Miocène)	94,3	1,9	Fort
6	« -£	Formations continentales tertiaires – argiles vertes à illite et paléosols fersialitiques cuirassés (Eocène)	39,4	0,8	Fort
Total formations en aléa fort			133,7	2,7	
3	C	Dépôts quaternaires – Formations de versants – colluvions sablo-argileuses et épandages divers	365,6	7,3	Moyen
7	e-g	Formations continentales tertiaires à dominante sablo-argileuse ou arkosique (Eocène à Oligocène)	77,0	1,5	Moyen
Total formations en aléa moyen			442,5	8,8	
1	F	Dépôts quaternaires peu argileux – Alluvions, tourbières et formations associées	176,7	3,5	Faible
2	Farg	Dépôts quaternaires à dominante sablo-argileuse – Alluvions et dépôts fluvio-lacustres	142,0	2,8	Faible
4	I	Produits in-situ d'altération météorique – arènes granitiques	58,8	1,2	Faible
8	Lv	Dépôts lacustres associés aux formations volcaniques pyroclastiques à épicaustiques (Miocène à Pléistocène)	7,6	0,2	Faible
9	h	Formations continentales paléozoïques (Stéphanien)	15,3	0,3	Faible
Total formations en aléa faible			400,5	8,0	
Total formations argileuses			976,6	19,5	
Total formations non-argileuses			4030,6	80,5	
Total département de la Haute-Loire			5007,3	100,0	

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

La répartition cartographique des zones d'aléa est présentée sur la carte ci-après (illustration 3). En définitive, 2,7% de la superficie du département est située en zone d'aléa fort, 8,8% en zone d'aléa moyen tandis que 8,0% du département est considéré en aléa faible. Le reste, soit 80,5% du département, correspond à des zones a priori non argileuses, en principe non exposées au risque de retrait-gonflement, ce qui n'exclut pas la présence, localement de poches ou de placages argileux non cartographiés.

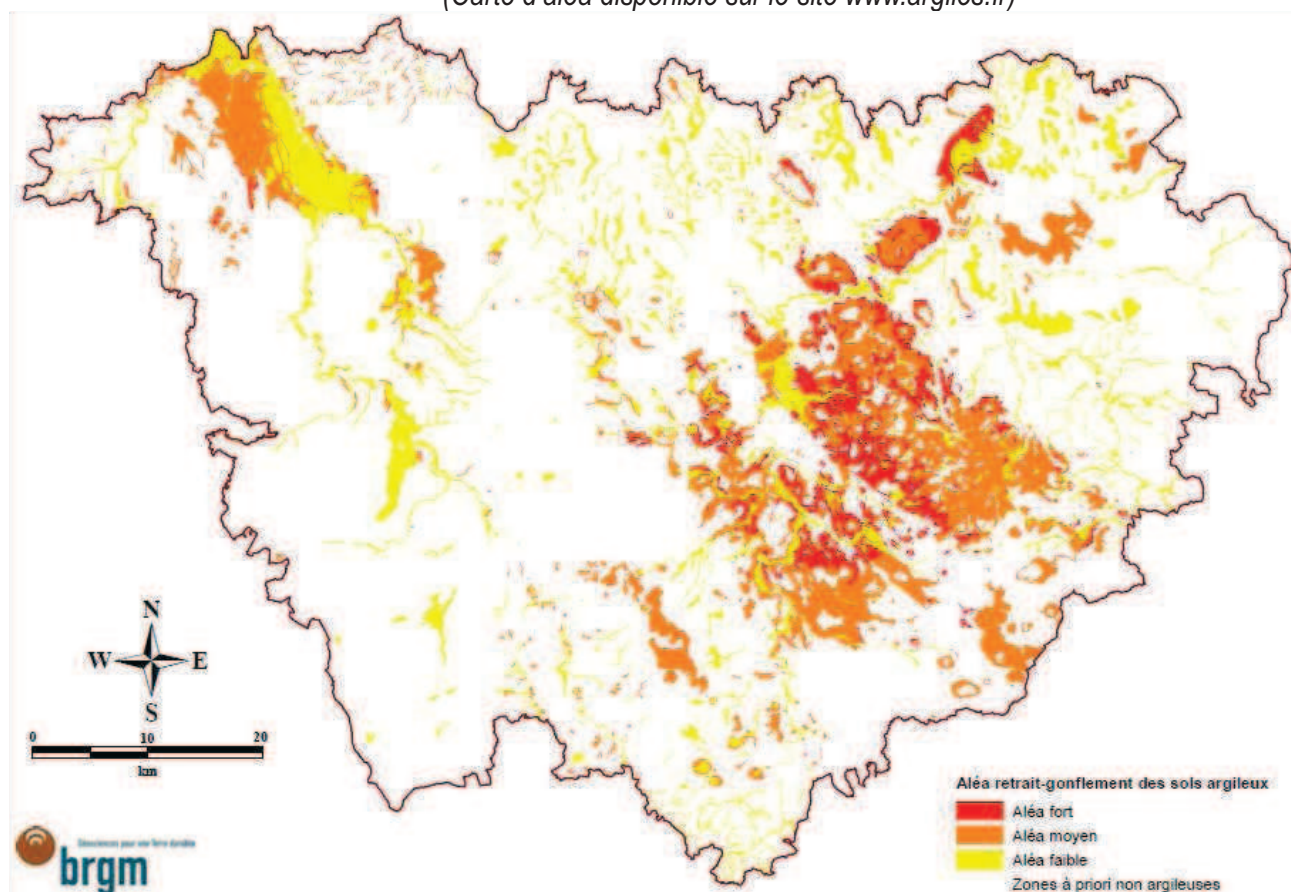
Au regard de la carte ainsi établie, la répartition géographique de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux montre que :

- Les zones classées en aléa fort couvrent une surface restreinte, mais sont relativement dispersées, essentiellement à l'est du département au niveau du bassin du Puy-en-Velay, et concernent 76 communes (cependant, ce nombre tombe à 36 si l'on ne considère que les

communes dont plus de 5% de la superficie est exposée à un aléa fort) ;

- Les zones classées en aléa moyen sont localisées principalement sur la moitié est du département (bassin du Puy-en-Velay, essentiellement) ainsi qu'à l'extrême nord-ouest (secteur de Brioude) ;
- Les zones en aléa faible restent peu étendues, mais présentes sur pratiquement l'ensemble du département : presque toutes les communes sont concernées par au moins une zone d'aléa faible. 232 communes sont cartographiées en aléa faible, mais seulement 10 sur 30% ou plus de leur superficie totale.

Illustration 3 : Carte départementale de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux de la Haute-Loire (carte extraite du rapport BRGM/RP-58946-FR, novembre 2010)
(Carte d'aléa disponible sur le site www.argiles.fr)



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 constituent les zones à enjeux où il importe que des règles de prévention soient respectées.

La cartographie d'aléa, menée à l'échelle départementale, achevée en janvier 2011 par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) a mis en évidence 4 principaux bassins soumis à un aléa

significatif : bassin du Puy en Velay, Meygal, vallée de la Loire, Brivadois. Ensuite, le BRGM a établi un rapport « Établissement de P.P.R.N. concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait gonflement des sols argileux ». Celui-ci contient des éléments techniques facilitant le choix des communes considérées comme prioritaires c'est-à-dire les communes les plus exposées à l'aléa et où les enjeux sont les plus forts.

Les critères préconisés par le BRGM ont été affinés en fonction des enjeux locaux et les critères suivants ont été retenus (la cible principale visée par la mise en place de P.P.R. étant la réduction de la sinistralité) :

- au moins 5 sinistres localisés sur la commune au 01/04/2010,
- présence d'une zone classée en aléa fort sur au moins 8% de la surface communale,,
- présence d'une zone classée en aléa moyen sur au moins 15% de la surface communale.

Ces critères ont permis de sélectionner les 13 communes suivantes qui connaissent une urbanisation fortement touchée par l'aléa : Aiguilhe, Arsac-en-Velay, Blavozy, Brives-Charensac, Coubon, Espaly-Saint-Marcel, Malrevers, Polignac, Le Puy-en-Velay, Saint-Germain-Laprade, Saint-Julien-Chapteuil, Saint-Pierre-Eynac et Vals-près-le-Puy.

Cette sélection confirme que le bassin du Puy-en -Velay est le seul secteur avec un risque significatif (Aléa + Enjeux).

6.2 Plan de zonage réglementaire

Le tracé du zonage réglementaire établi pour chacune des 13 communes retenues a été extrapolé directement à partir de la carte départementale d'aléa, en intégrant une marge de sécurité de 50m 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 parcellaire DGI à l'échelle 1/10 000.

Les zones exposées à un aléa fort sont notées B1 et représentées par un figuré trame pleine de couleur bleu foncé, celles exposées à un aléa faible à moyen sont notées B2 et représentées par un figuré à rayures de couleur bleu clair. La carte réglementaire traduit aussi directement la carte d'aléa et présente donc deux zones réglementées.

6.3 Règlement et dispositions constructives préventives

Conformément à l'article L562-1 du code de l'environnement, le règlement du PPR décrit les prescriptions destinées à s'appliquer à la zone réglementée et définit les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde. 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.

Les dispositions constructives décrites dans le règlement du PPRN 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 PPRN et pour ce qui est des maisons individuelles (hors permis de construire groupé), le choix est laissé entre deux options comme le montrent les arbres de décision présentés en annexe 5 :

- la première option consiste à faire réaliser par un bureau d'études géotechniques une reconnaissance de sol de type G11 (cf annexe 6) 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 où la présence d'argile n'est pas avérée, aucune mesure préventive n'est rendue obligatoire. Dans le cas contraire, le choix est laissé au maître d'ouvrage entre l'application des mesures préventives forfaitaires évoquées ci-dessous en seconde option ou la réalisation par un bureau d'études géotechniques des missions G12 à G3 (cf annexe 5) et la mise en œuvre de mesures spécifiques préconisées par les conclusions de cette étude.
- La seconde option consiste à appliquer directement un certain nombre de mesures préventives forfaitaires, explicitées dans le règlement du PPRN, qui concernent autant la construction elle-même que son environnement immédiat, mesures de nature à éviter a priori tout désordre important, même en présence de matériaux très sensibles au retrait-gonflement.

Pour tous les autres bâtiments projetés en zone d'aléa retrait-gonflement, c'est la 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 significatives 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 ;
- Tout élément de nature à provoquer des variations saisonnières d'humidité du terrain (arbre, drain, pompe 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 ;
- En cas de source de chaleur en sous-sol située le long des murs périphériques (chaudière notamment), les échanges thermiques à travers les parois doivent être limités pour éviter d'aggraver la dessiccation du terrain en périphérie.

Concernant les constructions existantes, le règlement définit les adaptations qui doivent être effectuées

par les propriétaires sur les biens qui ont été construits ou aménagés, conformément aux dispositions du code de l'urbanisme, avant l'approbation du PPRN. Il s'agit de dispositions visant à diminuer les risques de désordres par retrait-gonflement des sols argileux en limitant les variations de teneur en eau dans le sol sous la construction et à sa périphérie immédiate. En application de l'article L562.1 III du Code de l'Environnement, ces mesures sont rendues, le cas échéant, obligatoires dans un délai fixé par le PPRN (5 ans) pour les secteurs où l'aléa est le plus fort (zone B1). Compte tenu de la vulnérabilité importante des maisons individuelles face au risque de retrait-gonflement des sols argileux, ces mesures sur les constructions existantes n'incombent qu'aux propriétaires des biens de type « maisons individuelles » au sens de l'article L231.1 du Code de la Construction et de l'Habitation.

ANNEXE 1

Description succincte des formations argileuses et marneuses affleurant dans le département de la Haute-Loire

La présente annexe décrit de manière succincte les 9 formations géologiques essentiellement ou partiellement argileuses et/ou marneuses qui affleurent sur 19,5% du territoire départemental. Les autres formations ont été considérées comme a priori non argileuses, bien qu'il ne soit pas exclu d'y trouver localement des lentilles ou des poches d'argiles (non identifiées sur les cartes géologiques dans leur version actuelle). Certaines des formations décrites succinctement ci-dessous 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 considérés comme similaires.

Alluvions, tourbières et formations associées [F]

Les Alluvions, tourbières et formations associées sont bien représentés dans le département (176,7km², soit 3,5% du territoire). Elles sont peu argileuses, mais la présence d'argiles ne peut être exclue. Les formations alluviales actuelles et anciennes sont composées majoritairement de blocs, galets, graviers et sables arrachés au socle environnant. Les tourbières sont des dépôts de dépression et de fond de vallons localement argileux et très compressibles de par leur nature (matières organiques). Ces dépôts n'excédant le plus souvent pas 1 m d'épaisseur, ils n'ont été représentés que localement, dans les secteurs où ils peuvent être puissants de plusieurs mètres.

Alluvions et dépôts fluvio-lacustres [Farg]

Dans cette formation, qui représente 2,8% du territoire départemental, ont été regroupés les dépôts fluvio-lacustres et les alluvions actuelles à anciennes des fonds de vallées dans lesquelles un terme argileux non prédominant est décrit. Ces formations ont une granulométrie moindre et sont composées de limons, sables, sables argileux et graviers. En général d'une épaisseur allant de quelques mètres à localement plusieurs dizaines de mètres, ces formations alluvionnaires et fluvio-lacustres couvrent une surface de 142km².

Formations de versants – colluvions sablo-argileuses et épandages divers [C]

Les Formations de versants – colluvions sablo-argileuses et épandages divers réunissent les colluvions indifférenciées, les formations gélifluées, les complexes de colluvions et d'alluvions et des formations en surcharge correspondant aux colluvions sur substrats identifiés. Cette formation du Quaternaire constitue une surface non négligeable (365,6km², soit 7,2%) du département de la Haute-Loire. Elle est constituée de colluvions généralement à matrice fine (argiles, silts ou sables) enrobant plus ou moins de cailloux ou de blocs suivant le substrat rocheux local (boules de granites, petits blocs de basaltes, etc). Il s'agit de dépôts de bas de versants généralement fins, mis en place principalement par ruissellement diffus et transportés sur de faibles distances.

Produits in situ d'altération météorique – arènes granitiques [A]

Cette formation couvre une surface de 58,8km², soit 1,2% de la surface départementale et est constituée d'arènes granitiques décrites localement comme pouvant être sableuses ou sablo-argileuses, toutes les transitions existant avec la roche saine. Elle peut résulter de la mobilisation des formations d'altération sur les pentes, par divers processus, le plus souvent en milieu périglaciaire. L'épaisseur de ces complexes d'arènes déplacées peut atteindre plusieurs mètres et plusieurs niveaux y sont reconnaissables. Localement, elle est à matrice argilo-limoneuse.

Formations continentales tertiaires à dominante argileuse [e-m]

D'âge éocène à miocène, cette série continentale est essentiellement argileuse bariolée et argilo-marneuse et comprend également des passées calcaires et sablo-argileuses. Elle couvre 94,3km², soit 1,9% de la surface départementale. Elle peut atteindre une épaisseur de plusieurs dizaines de mètres avec des passées argileuses plurimétriques.

Formations continentales tertiaires – argiles vertes à illite et paléosols fersialitiques cuirassés [P- C]

Formation argileuse illitique de 20 à 70 cm d'épaisseur, elle est aussi appelée « argiles à illite », « argiles vertes à illite » ou même, improprement, « Marnes du Puy ». Au-dessus des couches inférieures de transition, argileuses à niveaux rougeâtres, sans nodules carbonatés, souvent un peu sableuses (quelques mètres), s'installe l'épaisse formation argileuse rubanée, souvent riche en nodules calcaires. Les argiles vertes à illite d'âge éocène occupent une surface restreinte (0,8% soit 40,0km²).

Formations continentales tertiaires sablo-argileuse ou arkosique [e-g]

Ces formations à termes argileux non prédominants sont peu représentés dans le département de la Haute-Loire, avec une superficie atteignant 77,0km², soit 1,5% de la surface départementale. Il s'agit d'argiles sableuses et de sables à passées arkosiques et calcaréo-gréseuses plus rarement.

Dépôts lacustres associés aux formations volcaniques pyroclastiques à épicalastiques [Lv]

Ces dépôts lacustres associés aux formations volcaniques pyroclastiques à épicalastiques sont des remplissages de « maar » et autres dépressions fermées. D'une épaisseur pouvant atteindre 200m, ils sont composés de tufs et tufs bréchiques argilisés et de dépôts lacustres rouges composés d'argiles, de sables et de sables grossiers. Ils représentent une superficie de 7,6km² soit 0,2% de la surface départementale.

Formations continentales paléozoïques (Stéphanien) [h]

Les Conglomérats, grès et schistes du Stéphanien représentent un peu plus de 15 km², soit 0,3% de la surface départementale. La nature argileuse de ces dépôts n'est pas certaine dans la mesure où les notices des cartes géologiques les définissent comme « niveaux terrigènes », en citant toutefois des niveaux argileux d'épaisseur non définie.

ANNEXE 2

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

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

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

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

1. Introduction aux problèmes de « retrait-gonflement »

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

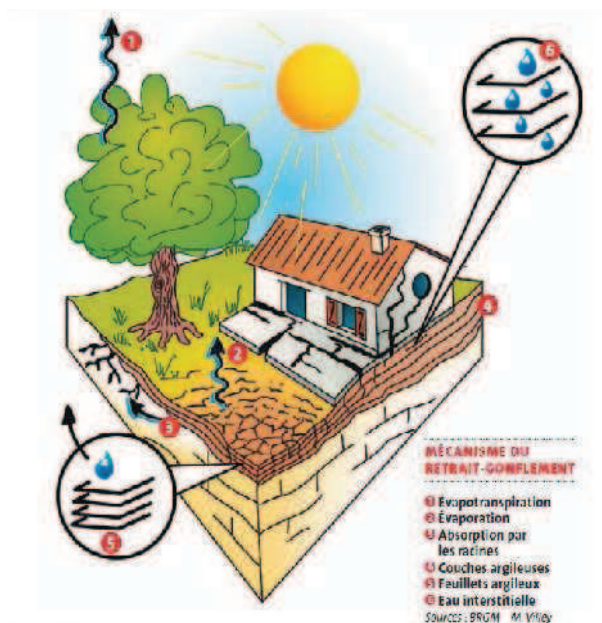
Ces variations sont donc essentiellement gouvernées par les conditions météorologiques, mais une modification de l'équilibre hydrique établi (imperméabilisation, drainage, concentration de rejet d'eau pluviale....) ou une conception des fondations du bâtiment inadaptée à ces terrains sensibles peut tout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

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

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

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

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



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

De manière générale, les maisons individuelles sont particulièrement vulnérables aux tassements différentiels sous la base de leurs fondations, ce qui explique que la plupart des désordres apparaissent en période de sécheresse. Le gonflement du sol en période de réhumidification peut néanmoins provoquer aussi des dégâts, en particulier au niveau des dallages de terre-plein.

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

- des caractéristiques du sol (nature, géométrie, hétérogénéité) ;
- de l'épaisseur de sol concernée par des variations de teneurs en eau : plus la couche de sol concernée par ces variations est épaisse, plus les mouvements en surface seront importants. L'amplitude des déformations s'amortit cependant assez rapidement avec la profondeur et on considère généralement qu'au-delà de 2 à 3 m, le phénomène s'atténue, car les variations saisonnières de teneurs en eau deviennent négligeables (sauf en présence d'arbres) ;
- de l'intensité des facteurs climatiques (amplitude et surtout durée des périodes de déficit pluviométrique...) ;
- de facteurs d'environnement tels que :
 - . la végétation ;
 - . la topographie (pente) ;
 - . la présence d'eaux souterraines (nappe, source...) ;
 - . l'exposition (influence sur l'amplitude des phénomènes d'évaporation).

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

de l'aléa, et des facteurs qui vont influencer ce phénomène soit en le provoquant (facteurs de déclenchement), soit en accentuant les effets (facteurs aggravants).

2. Facteurs intervenant dans le mécanisme

2.1. Facteurs de prédisposition

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

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

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

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

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

2.2. Facteurs déclenchants et/ou aggravants

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

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

2.2.1. Phénomènes climatiques

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

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

L'évapotranspiration est la somme de l'évaporation (liée aux conditions de température, de vent

et d'ensoleillement) et de la transpiration (eau absorbée par la végétation). Elle est mesurée dans quelques stations météorologiques mais ne constitue jamais qu'une approximation puisqu'elle dépend étroitement des conditions locales de végétation.

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

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

2.2.2. Actions anthropiques

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

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

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

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

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

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

2.2.3. Conditions hydrogéologiques

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

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

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

Par 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 sa hauteur à maturité et une fois et demie cette hauteur pour une haie continue. 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-oeuvre :

- 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-oeuvre :

- 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

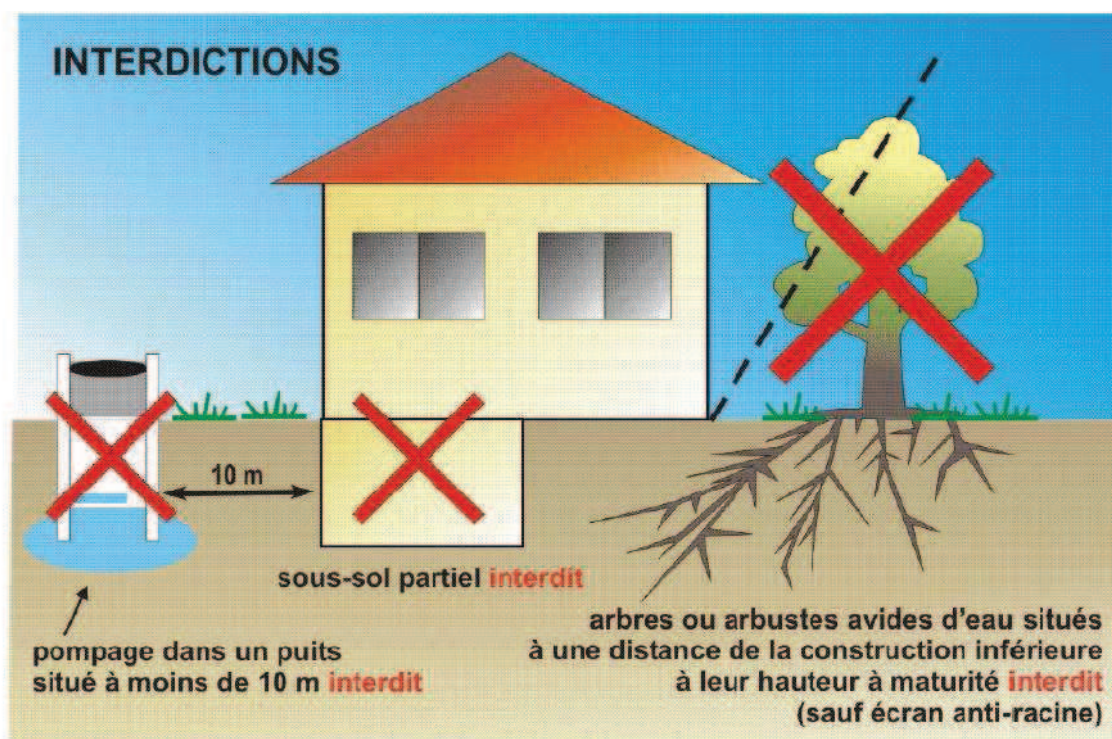
Liste des arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle au titre de mouvements différentiels de terrain liés au retrait-gonflement des argiles, pris dans le département de la Haute-Loire (données www.prim.net au 30 avril 2010)

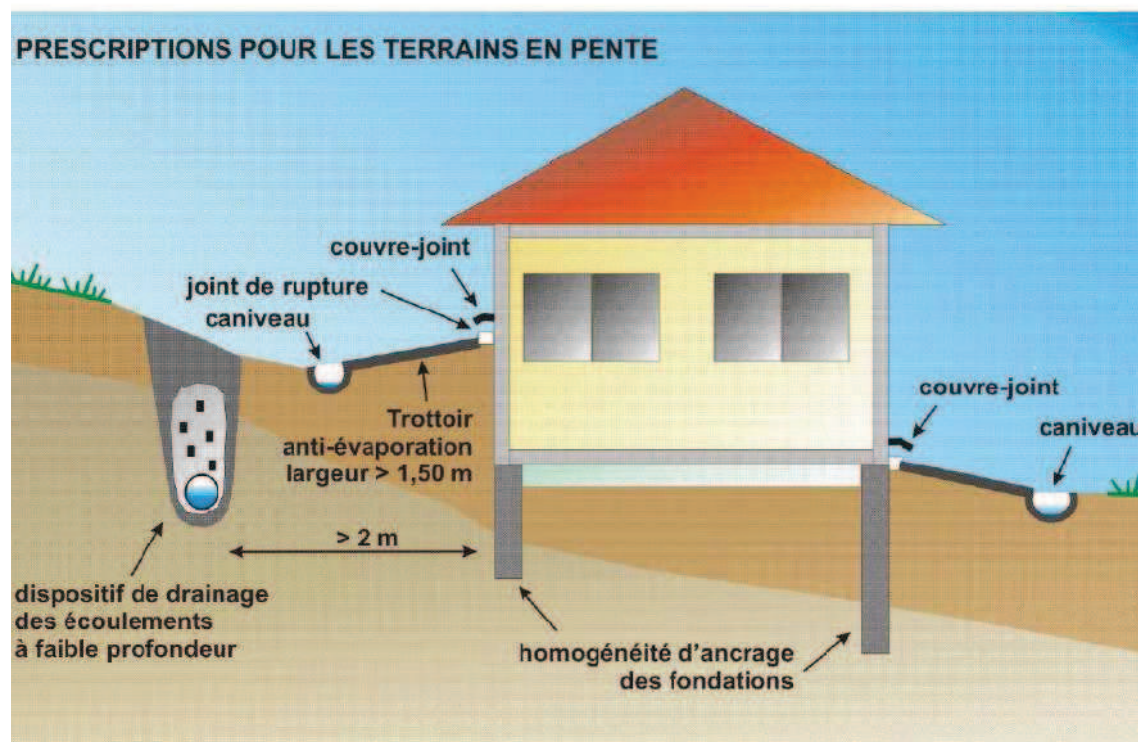
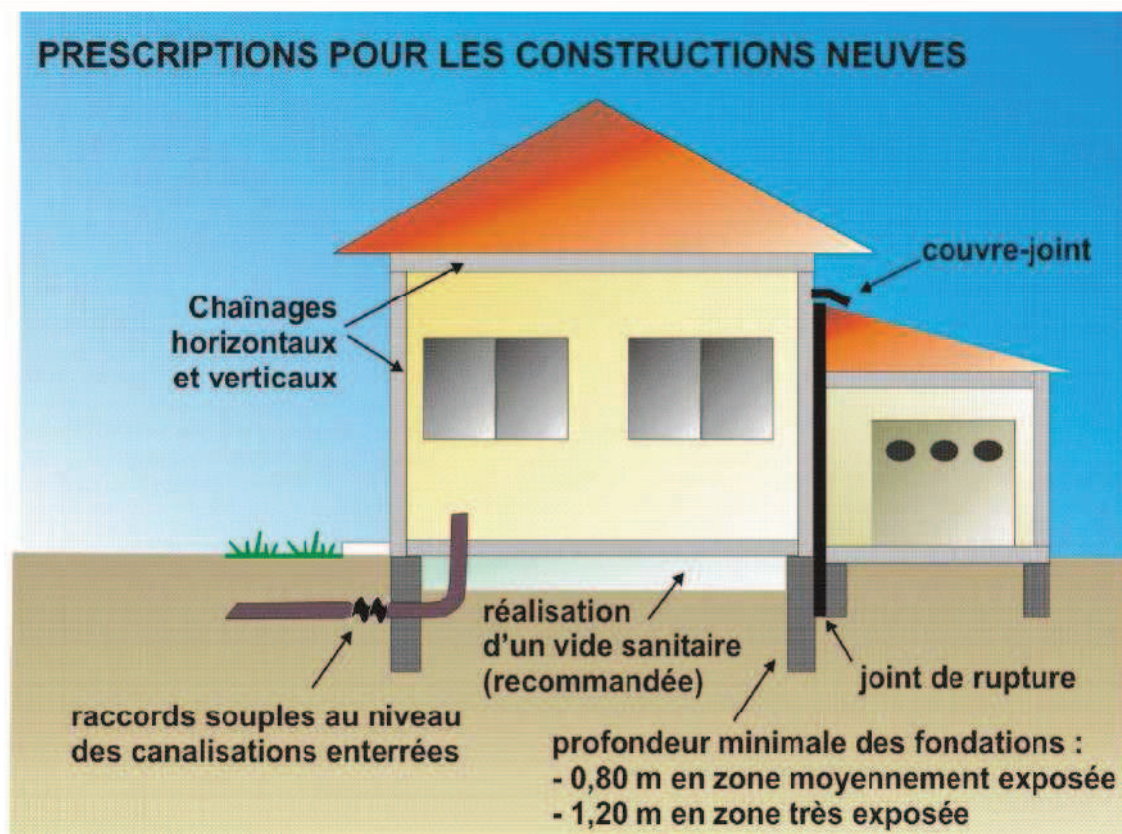
INSEE	Commune	Date début CATNAT	Date fin CATNAT	Date publication Arrêté	Date publication JO
43084	Cussac-sur-Loire	01/01/95	31/12/97	26/05/98	11/06/98
43078	Coubon	01/07/03	30/09/03	25/08/04	26/08/04
43089	Espaly-Saint-Marcel	01/07/03	30/09/03	25/08/04	26/08/04
43190	Saint-Germain-Laprade	01/07/03	30/09/03	25/08/04	26/08/04
43216	Saint-Paulien	01/07/03	30/09/03	25/08/04	26/08/04
43251	Vals-près-le-Puy	01/07/03	30/09/03	25/08/04	26/08/04
43041	Brives-Charensac	01/07/03	30/09/03	11/01/05	01/02/05
43132	Mazeyrat-d'Allier	01/07/03	30/09/03	11/01/05	01/02/05
43002	Aiguilhe	01/07/03	30/09/03	27/05/05	31/05/05
43010	Arsac-en-Velay	01/07/03	30/09/03	27/05/05	31/05/05
43032	Blavozy	01/07/03	30/09/03	27/05/05	31/05/05
43045	Ceyssac	01/07/03	30/09/03	27/05/05	31/05/05
43126	Malrevers	01/07/03	30/09/03	27/05/05	31/05/05
43157	Puy-en-Velay	01/07/03	30/09/03	27/05/05	31/05/05
43230	Saint-Vincent	01/07/03	30/09/03	27/05/05	31/05/05
43233	Sanssac-l'Eglise	01/07/03	30/09/03	27/05/05	31/05/05
43036	Borne	01/07/03	30/09/03	22/11/05	13/12/05
43046	Chadrac	01/07/03	30/09/03	22/11/05	13/12/05
43056	Chanteuges	01/07/03	30/09/03	22/11/05	13/12/05
43113	Lantriac	01/07/03	30/09/03	22/11/05	13/12/05
43152	Polignac	01/07/03	30/09/03	22/11/05	13/12/05
43165	Rosières	01/07/03	30/09/03	22/11/05	13/12/05
43203	Saint-Julien-du-Pinet	01/07/03	30/09/03	22/11/05	13/12/05
43229	Saint-Vidal	01/07/03	30/09/03	22/11/05	13/12/05
43047	Chadron	01/07/03	30/09/03	09/01/06	22/01/06
43162	Retournac	01/07/03	30/09/03	06/02/06	14/02/06
43012	Aurec-sur-Loire	01/07/03	30/09/03	02/03/06	11/03/06
43021	Beaulieu	01/07/03	30/09/03	02/03/06	11/03/06

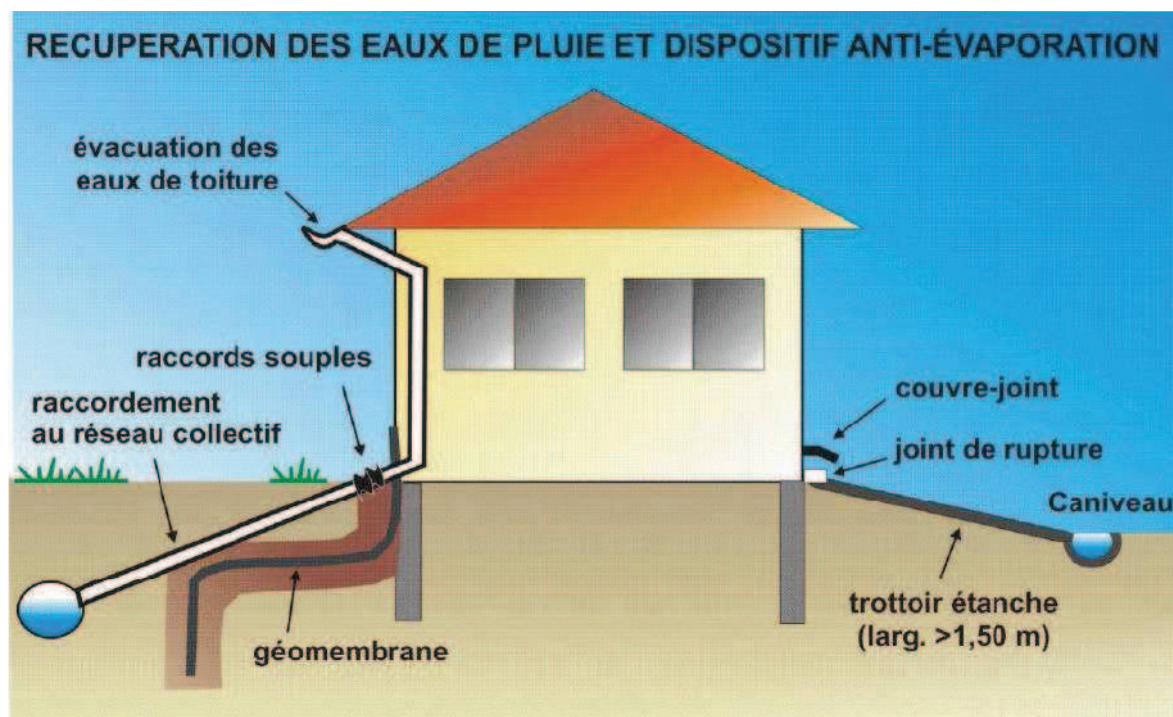
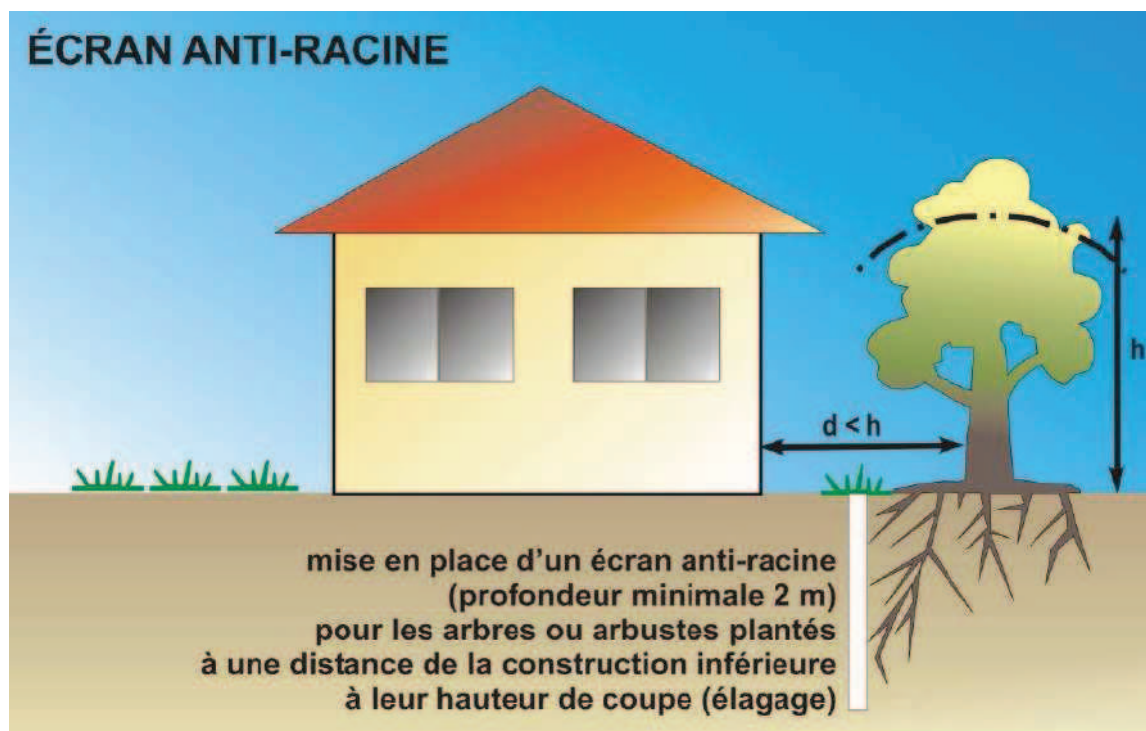
ANNEXE 4

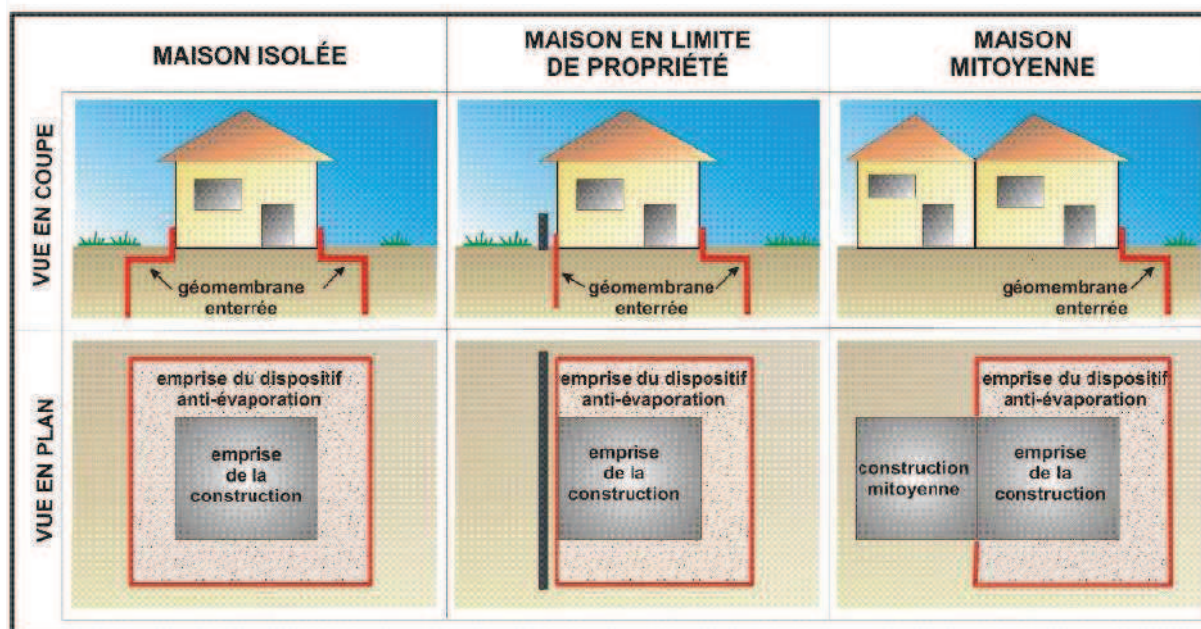
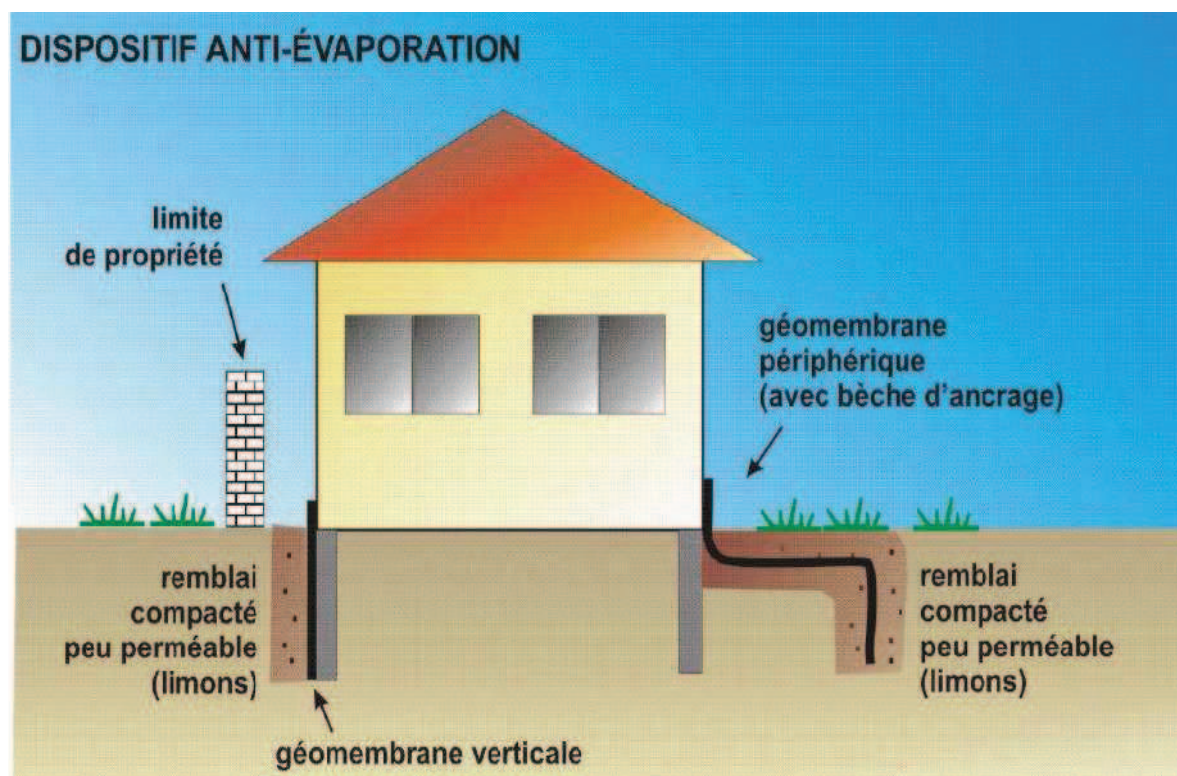
Illustration des principales dispositions réglementaires de prévention des risques de mouvements de terrain différentiels liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles

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



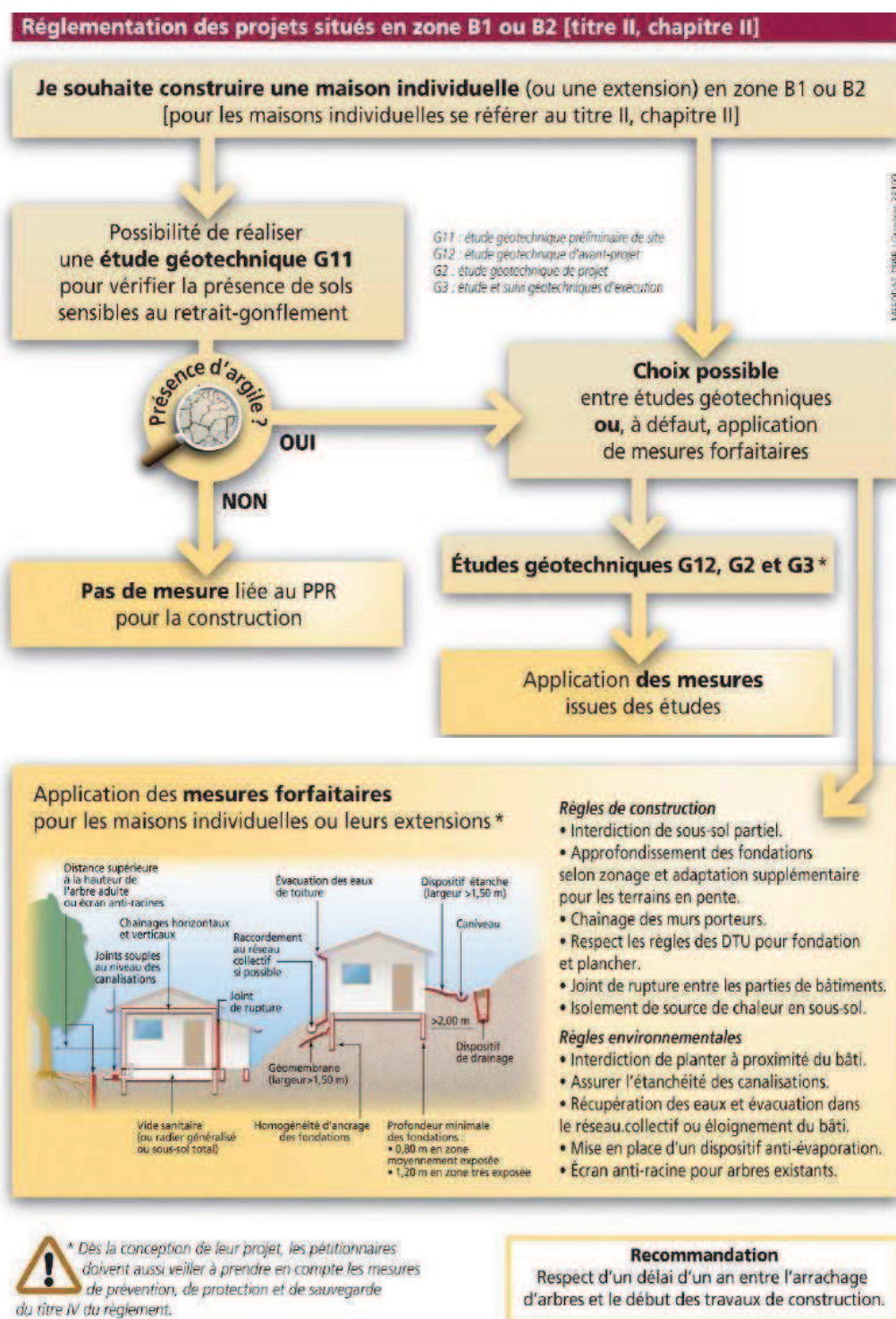


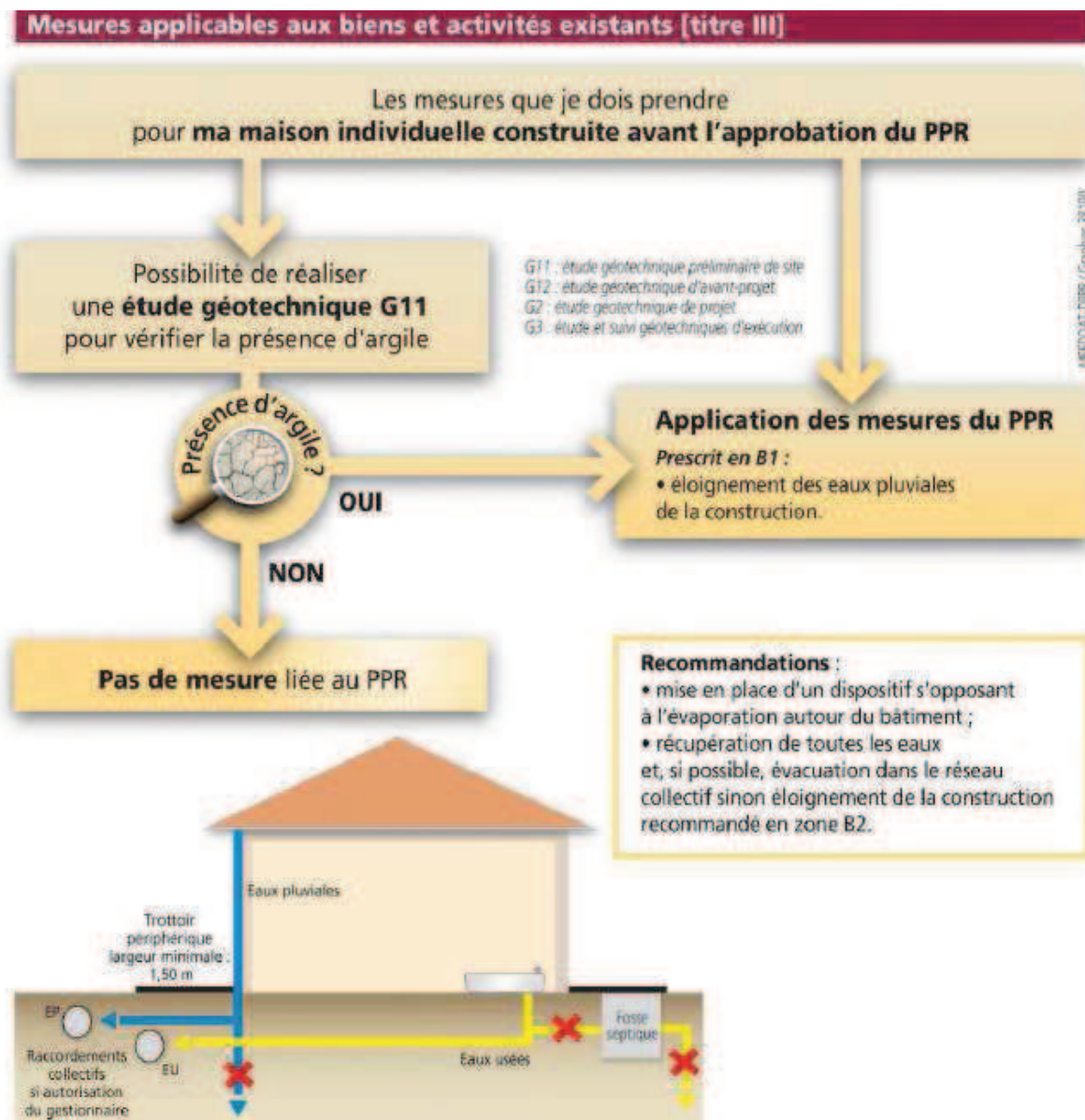


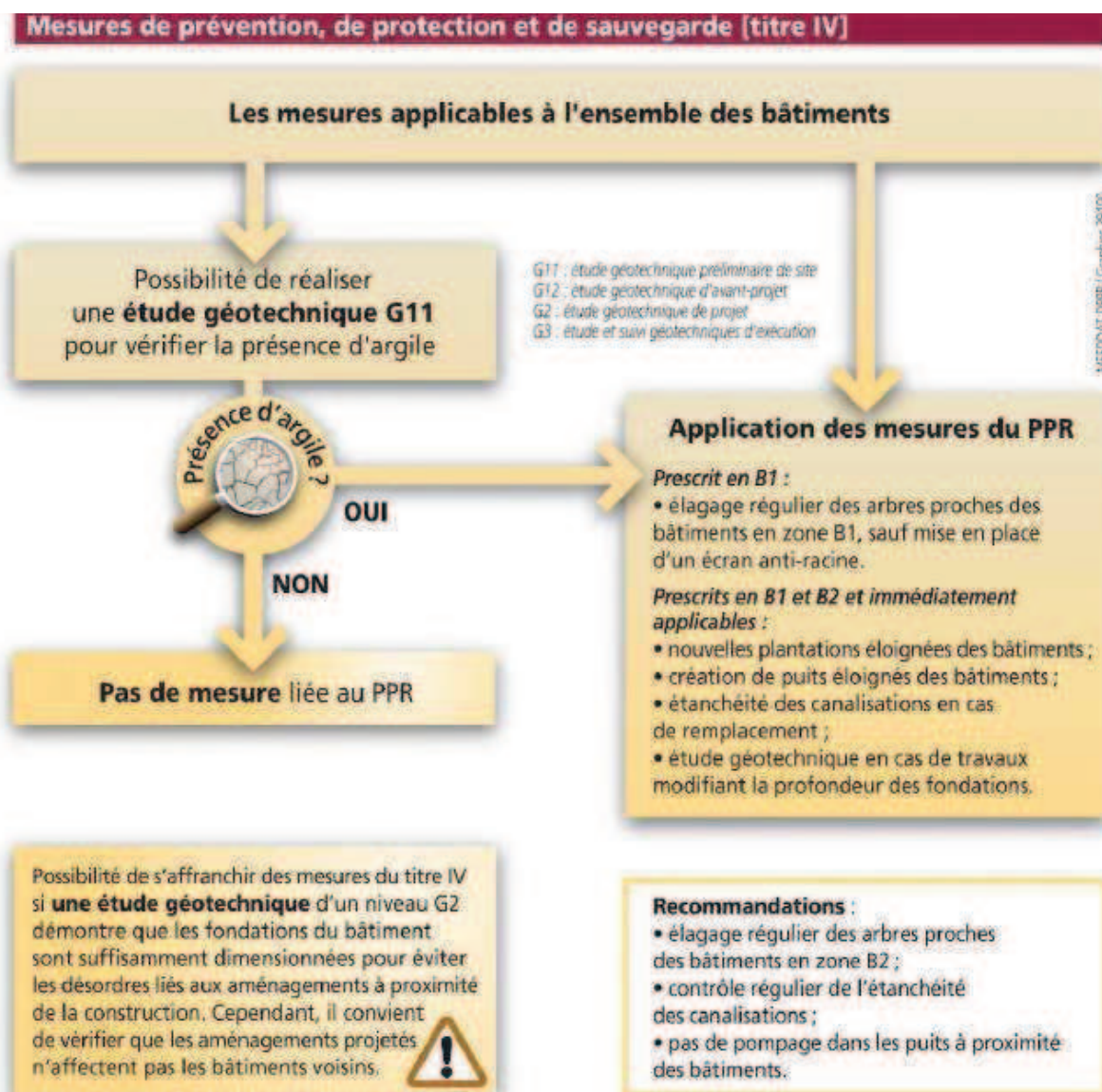


ANNEXE 5

Arbres de décision illustrant et explicitant le règlement







ANNEXE 6

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 6 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 ce ou ces éléments géotechniques	Fonction de la spécificité des éléments étudiés
* NOTE : A définir par l'ingénierie géotechnique chargée de la mission correspondante				

Tableau – Classification des missions géotechniques types

PPR retrait-gonflement des argiles – Communes d'Aiguilhe, Arzac-en-Velay, Blavozy, Brives-Charensac, Coubon, Espaly-Saint-Marcel, Malrevers, Polignac, Le Puy-en-Velay, Saint-Germain-Laprade, Saint-Julien-Chapteuil, Saint-Pierre-Eynac et Vals-près-le-Puy (Haute-Loire) - NOTE DE PRESENTATION

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.

ETAPE 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.

ETUDE GEOTECHNIQUE PRELIMINAIRE 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 spécifique du site et l'existence d'avoisinants.
- 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.

ETUDE GEOTECHNIQUE D'AVANT PROJET (G12)

Elle est réalisée au stade d'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).

ETAPE 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.

ETAPE 3 : EXECUTION DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES (G3 et G4, 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 Etude

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Etudier 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 complémentaires 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 GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (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 GEOTECHNIQUE (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 spécifiques, 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 A
(informative)
**Missions d'ingénierie géotechnique pour la conception
des maisons individuelles et autres ouvrages simples
dans un contexte géotechnique simple**

Les travaux de construction et d'aménagement des ouvrages les plus courants et les plus simples doivent également faire l'objet d'une étude géotechnique, qui sera adaptée à l'ouvrage envisagé et aux risques encourus.
L'Eurocode 7 (NF EN 1997-1:2005) définit les règles générales applicables à ces ouvrages.

Dans la pratique, les incidents qui concernent les ouvrages simples, notamment les maisons individuelles, sont généralement liés aux déformations différentielles du sol et peuvent traduire une mauvaise conception des fondations et/ou dallages (protection insuffisante contre le gel et le retrait-gonflement des sols, charges appliquées trop importantes, hétérogénéité du sol sous la construction, déformabilité trop grande). La construction d'ouvrages simples sur des pentes en limite de stabilité est une autre source de problèmes qui peuvent être plus graves. Il est important de détecter ces risques en temps utile.

Les conditions géotechniques du site doivent donc être prises en compte pour tout projet de construction ou d'aménagement, même simple. Le maître d'ouvrage doit organiser cette étude dans le cadre de la préparation de son projet, le plus en amont possible.

L'étude géotechnique doit nécessairement concerner la « zone d'influence géotechnique » de la construction, dont les dimensions en plan et en profondeur peuvent être très variables. Pour beaucoup de constructions, cette zone est très limitée, mais elle doit faire l'objet d'études dont le principe reste celui de la présente norme, même si elles peuvent être très rapides et simples.

L'ensemble des missions géotechniques définies dans la présente norme s'applique à tout projet. Dans la pratique, la conception des ouvrages simples peut s'appuyer sur une étude géotechnique en 2 temps, comportant :

- une étude préliminaire de site (G11),
- une étude de conception incluant nécessairement l'étude d'avant-projet (G12), l'étude de projet (G2) et l'étude d'exécution (phase étude de la mission G3).

L'étude géotechnique préliminaire de site (G11) définit les difficultés géotechniques prévisibles sur un terrain ou un site où sont envisagés des travaux de construction. Elle peut comporter des investigations géotechniques. Il faut noter que ce type d'étude ne permet pas de dimensionner les fondations. Ce dimensionnement se fait dans le cadre de l'étude de conception. L'étude géotechnique préliminaire de site peut conclure que le contexte géotechnique n'est pas simple et qu'il est nécessaire de sortir du champ couvert par la présente annexe.

La conception géotechnique peut être réalisée en une phase unique comprenant toutes les études permettant l'exécution du projet.

A partir d'investigations géotechniques, elle définit les fondations et les contraintes éventuelles d'exécution des travaux (stabilité des déblais, interaction avec les avoisinants, notamment). Elle peut comporter des calculs de portance ou de stabilité de pentes, mais elle peut aussi prescrire des dispositions constructives empiriques fondées sur l'expérience locale.

Conformément à la présente norme, les hypothèses de projet peuvent être validées pendant l'exécution.

Pour les ouvrages simples dans un contexte géotechnique simple, les études se déroulent conformément aux indications de la présente norme, rappelées dans les tableaux A.1 et A.2 suivants.

Tableau A.1- Étude géotechnique préliminaire de site
(dans le cas d'un ouvrage simple en contexte géotechnique simple)

	Prestations du géotechnicien	Actions du client
1		Demande d'étude préliminaire de site (G11) comportant : - la localisation du site, -les informations disponibles sur le site.
2	Proposition de contrat précisant les modalités d'études envisagées (y compris les prestations d'investigations géotechniques éventuelles, telles que les sondages et essais) et le délai	Accord sur le contrat
3	Recueil et analyse des données disponibles sur ce site. Définition d'investigations géotechniques complémentaires éventuelles. Réalisation de ces investigations, ou suivi technique de celles-ci. Inventaire des risques connus (stabilité du site, cavités, sols médiocres, terrains remblayés, gel, retrait et gonflement des sols argileux, notamment). Étude des contraintes éventuelles dues aux eaux superficielles ou souterraines. Commentaires sur la constructibilité du site. Validation du contexte géotechnique simple du site. Rédaction d'un rapport	
4		Acceptation du rapport Ce rapport ne peut pas servir de base pour un projet sans nouvelle intervention d'une ingénierie géotechnique pour réaliser une mission d'étude géotechnique de conception (voir le tableau A.2)

Tableau A.2- Étude géotechnique de conception du projet
(dans le cas d'un ouvrage simple en contexte géotechnique simple)

	Prestations du géotechnicien	Actions du client
1		Demande d'étude géotechnique de conception (étude géotechnique d'avant-projet, de projet et d'exécution) comportant : - la localisation du site, - le projet de construction -les informations disponibles sur le site.
2	Proposition de contrat précisant les modalités d'études envisagées (y compris les prestations d'investigations géotechniques éventuelles, telles que les sondages et essais) et le délai	Accord sur le contrat
3	Détermination de la zone d'influence géotechnique de la construction prévue Recueil et analyse des données disponibles sur ce site. Définition, réalisation ou suivi technique des investigations géotechniques complémentaires éventuelles. Validation de l'inventaire des risques réalisé lors de l'étude géotechnique préliminaire de site (stabilité du site, cavités, sols médiocres, terrains remblayés, gel, retrait et gonflement des sols argileux, notamment). Si ces risques sont confirmés sur le site, des études spécifiques détaillées sont nécessaires. Étude des contraintes éventuelles dues aux eaux superficielles ou souterraines. Définition des conditions de calcul des fondations, soutènements et pentes. Calcul ou spécification des dimensions des fondations. Spécifications concernant l'exécution des travaux (eau, protection des fouilles, notamment). Rédaction d'un rapport	
4		Acceptation du rapport