

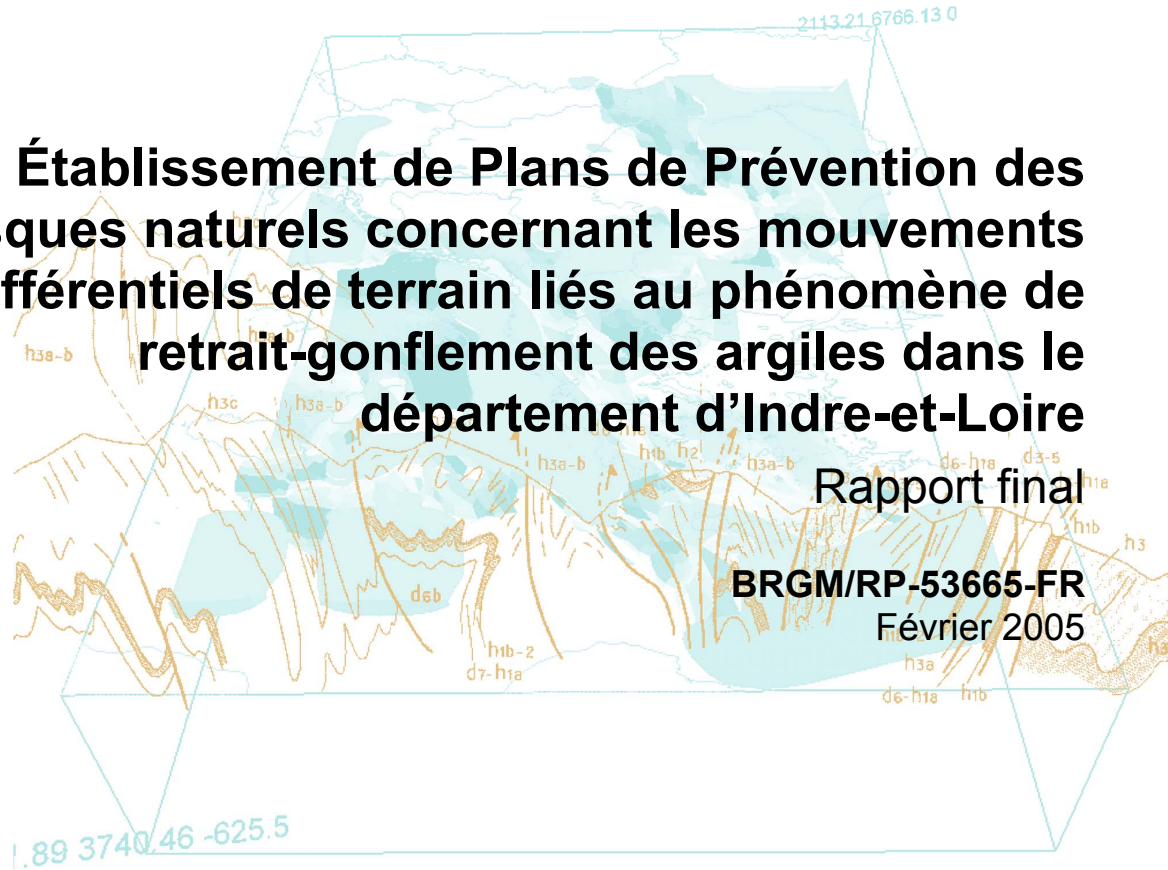
Document public



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 d'Indre-et-Loire

Rapport final

BRGM/RP-53665-FR
Février 2005



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Préfecture
Indre-et-Loire



Direction
Départementale
de l'Équipement
Indre-et-Loire



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 d'Indre-et-Loire

Rapport final

BRGM/RP-53665-FR

Février 2005

Étude réalisée dans le cadre des opérations de Service public du BRGM 2005 02RIS349

O. Renault

Avec la collaboration de

M. Imbault



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Préfecture
Indre-et-Loire



Direction
Départementale
de l'Équipement
Indre-et-Loire

Vérificateur :

Original signé par :

M. VINCENT

Approbateur :

Original signé par :

J.P. LEPRÊTRE

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



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Mots clés : Indre-et-Loire, Risques naturels, Aléa, Retrait-gonflement, Argile, Sécheresse, Plan de Prévention des Risques, Zonage réglementaire.

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

RENAULT O. avec la collaboration de **IMBAULT M.** (2005) : Etablissement de Plans de Prévention des Risques naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles dans le département d'Indre-et-Loire. Rapport BRGM/RP-53665-FR, 20 p., 2 ill., 2 ann., 1 carte hors texte, 1 CD-Rom.

Synthèse

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

Le département d'Indre-et-Loire fait partie des départements particulièrement touchés par ce phénomène, puisque 25 arrêtés interministériels y ont été pris entre 1989 et 2004, reconnaissant l'état de catastrophe naturelle pour ce seul aléa dans 145 communes, sur les 277 que compte le département. Un inventaire non exhaustif réalisé par le BRGM en vue de cartographier l'aléa retrait-gonflement des argiles dans tout le département (rapport BRGM/RP-53351-FR, janvier 2005) a ainsi permis de recenser plus de 2 700 bâtiments endommagés au moins une fois par un sinistre lié au phénomène de retrait-gonflement.

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

À ce jour, il n'a pas encore été prescrit de PPR retrait-gonflement dans le département d'Indre-et-Loire. La commune de Veigné, située dans l'agglomération tourangelle, a cependant été choisie par la DDE et la préfecture, lors de la réunion du comité de pilotage du 26 novembre 2004, pour servir d'illustration de la méthode retenue pour l'établissement des PPR. Dans le présent rapport, un exemple complet de dossier PPR (zonage réglementaire, note de présentation, règlement) concernant cette commune est présenté en annexe sur support papier, mais les plans de zonage ont été réalisés pour l'ensemble des communes du département d'Indre-et-Loire et sont fournis sur support numérique au format MapInfo©. La DDE disposera ainsi de tous les éléments pour établir les PPR, au fur et à mesure de leur prescription, 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 DE ZONAGE	9
2.2. CARTE DÉPARTEMENTALE DE L'ALÉA.....	9
2.3. PLAN DE ZONAGE RÉGLEMENTAIRE.....	11
3. Note de présentation	13
4. Règlement	15
5. Conclusion	17
6. Bibliographie	19

Liste des illustrations

Illustration 1 - Carte de l'aléa retrait-gonflement des argiles d'Indre-et-Loire.....	10
Illustration 2 - Transcription, pour la commune de Veigné, de la carte départementale d'aléa en proposition de plan de zonage réglementaire	12

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 Veigné – Proposition de note de présentation (document type)	21
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 Veigné – Proposition de règlement (document type)	87

Liste des documents hors-texte

- | | |
|----------|--|
| 1 carte | Exemple de Plan de Prévention des Risques naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles - Commune de Veigné - Proposition de zonage réglementaire. |
| 1 CD-ROM | Contenant les plans de zonages des différentes communes du département d'Indre-et-Loire (au format MapInfo©), ainsi que les fichiers numériques correspondant aux documents d'établissement de PPR retrait-gonflement (note de présentation, règlement). |

1. Introduction

Parmi l'ensemble des risques naturels, celui lié au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux est certainement l'un des moins connus, sans doute en raison de son caractère peu spectaculaire. Pourtant, en France, les sinistres occasionnés par ce phénomène représentent une part importante et croissante des dégâts causés par les catastrophes naturelles. Ainsi, depuis l'année 1989, plus de 5 500 communes, réparties dans 77 départements, ont été reconnues en état de catastrophe naturelle pour des mouvements différentiels de terrain liés au retrait-gonflement des argiles. Le coût cumulé d'indemnisation de ces sinistres a été évalué à 3,3 milliards d'euros sur la période 1989-2002 par la Caisse Centrale de Réassurance (CCR).

Le département d'Indre-et-Loire a été particulièrement touché puisque, à la date du 26 août 2004, 25 arrêtés interministériels avaient été pris, reconnaissant l'état de catastrophe naturelle pour ce seul aléa dans 145 communes, sur les 277 que compte le département (soit 59 % de la superficie du département) et ceci pour des périodes comprises entre mai 1989 et septembre 2003.

Dans le cadre de l'étude d'aléa réalisée en 2004 par le BRGM, 2 702 sites de sinistres, répartis dans 136 communes d'Indre-et-Loire, ont été recensés et localisés pour la période 1989-2003, ce qui constitue très vraisemblablement une estimation minorée de la réalité mais néanmoins représentative à l'échelle du département.

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

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 spécifiquement le phénomène de retrait-gonflement des sols argileux.

À ce jour, il n'a pas encore été prescrit de PPR retrait-gonflement dans le département d'Indre-et-Loire. 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 éventuelle de tels PPR par la DDE. Il s'agit, conformément aux directives du MEDD, d'effectuer le traitement permettant de transcrire la carte départementale d'aléa retrait-gonflement des argiles en une

proposition de plan de zonage réglementaire pour chacune des communes du département. Cette méthodologie a d'ores et déjà été appliquée dans une vingtaine de départements dont la totalité de la région Centre, particulièrement touchée par le phénomène de retrait-gonflement des argiles. Une note de présentation type et une proposition de règlement ont également été rédigées pour ces futurs PPR.

L'ensemble de l'opération - établissement de la carte départementale d'aléa et élaboration des éléments techniques pour l'établissement par la DDE des PPR - a été réalisé par le Service des Actions Régionales et par le Service Aménagement et Risques Naturels du BRGM, dans le cadre de ses actions de service public en matière de risques naturels. Le financement en a été assuré conjointement et à part égale par le Fonds National de Prévention des Risques Majeurs et par le BRGM, dans le cadre de sa dotation de service public allouée par le Ministère de la Recherche. L'opération a été réalisée dans le cadre d'une convention signée entre le BRGM et la Préfecture d'Indre-et-Loire, le suivi technique du dossier étant assuré par la DDE d'Indre-et-Loire (Service Urbanisme, Aménagement et Environnement).

2. Réalisation du plan de zonage réglementaire

2.1. PRINCIPES DE ZONAGE

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

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

2.2. CARTE DÉPARTEMENTALE DE L'ALÉA

La carte départementale d'aléa constitue un zonage de la probabilité d'occurrence du phénomène de retrait-gonflement des terrains argileux, probabilité estimée ici de manière purement qualitative. Une carte de susceptibilité a d'abord été établie sur la base de critères purement physiques par le BRGM (*cf.* rapport RP-53351-FR, janvier 2005), à partir des cartes géologiques du département, qui ont été interprétées en prenant en compte les facteurs suivants, pour chaque formation géologique affleurante à sub-affleurante :

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

Pour chacune des formations argileuses identifiées, le niveau d'aléa résulte en définitive de la combinaison du niveau de susceptibilité ainsi obtenu et de la densité de sinistres dus au retrait-gonflement, rapportée à 100 km² de surface d'affleurement réellement urbanisée (pour permettre des comparaisons fiables entre formations). Le recensement des sinistres provient de la consultation des dossiers de demande de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle et d'expertises post-sinistres (recueillis auprès de la Caisse Centrale de Réassurance, de bureaux d'études

géotechniques, de mutuelles d'assurance et d'experts) et d'une enquête auprès des communes reconnues en état de catastrophe naturelle.

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

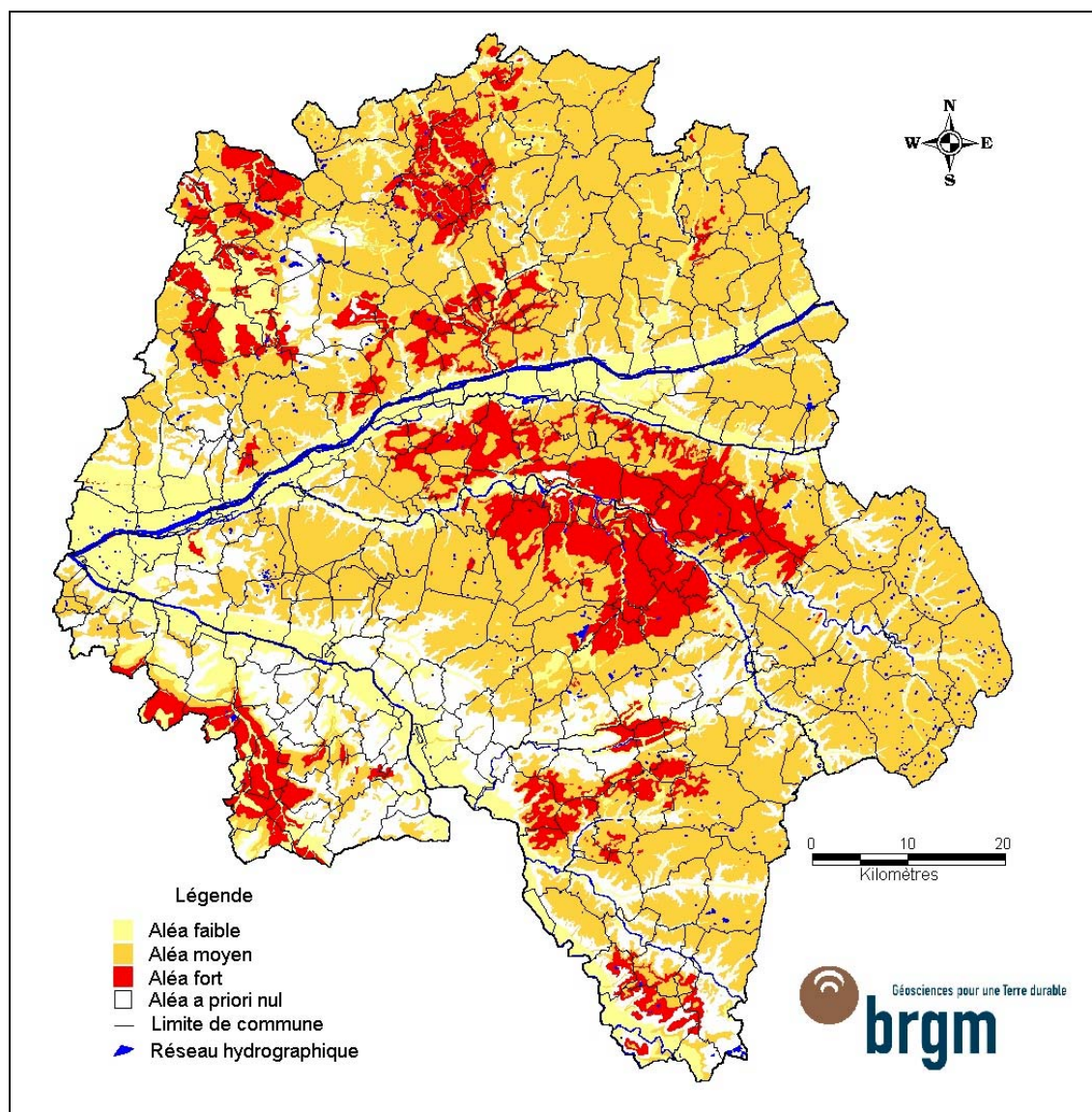


Illustration 1 - Carte de l'aléa retrait-gonflement des argiles d'Indre-et-Loire.

- **La classe d'aléa faible** regroupe dix formations géologiques et représente environ 16,76 % de la superficie du département.

- **La classe d'aléa moyen** regroupe huit formations géologiques et couvre environ 51,74 % de la surface du département.
- **La classe d'aléa fort** regroupe quatre formations géologiques et couvre environ 13,75 % de la surface du département.

Les secteurs *a priori* non concernés par l'aléa retrait-gonflement des argiles représentent environ 17,75 % de la superficie du département, mais il ne peut être totalement exclu d'y rencontrer localement des poches ou plaquages argileux non répertoriés sur les cartes géologiques actuellement disponibles.

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).

2.3. PLAN DE ZONAGE RÉGLEMENTAIRE

Le plan de zonage réglementaire de chaque commune a été élaboré en suivant la méthodologie mise au point pour le département des Deux-Sèvres (rapport BRGM/RP-50591-FR, décembre 2000), conformément aux instructions du Ministère de l'Écologie et du Développement Durable (MEDD).

Le tracé du zonage a ainsi été extrapolé par traitement automatique de la carte départementale d'aléa et reporté sur fond topographique IGN à l'échelle 1/25 000, agrandi à l'échelle 1/10 000 pour plus de lisibilité.

Afin de tenir compte de l'imprécision des contours qui sont valides à l'échelle 1/50 000, une bande de sécurité de 50 m de largeur a été intégrée en bordure de chaque zone d'aléa, avec priorité pour les zones d'aléa fort.

Les zones d'aléa faible à moyen ont été regroupées dans un souci de simplification en vue de la mise en œuvre des PPR et représentées avec un figuré de couleur bleu clair. Les secteurs reconnus en aléa fort constituent une deuxième zone réglementée, représentée conventionnellement en bleu foncé (cf. ill. 2).

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

Seule une étude géotechnique à la parcelle peut permettre d'établir un diagnostic fiable et définitif quant à la nature exacte du sous-sol et au degré d'exposition réel au phénomène de retrait-gonflement. En l'absence de telles études en tout point du département, il a été jugé que la transcription automatique de la carte départementale d'aléa en zonages réglementaires communaux constituait le meilleur compromis

coût/efficacité pour établir des PPR en fonction des données actuellement disponibles. Ce choix est d'autant plus justifié que les enjeux liés à la mise en œuvre des PPR, dans le cas spécifique du phénomène de retrait-gonflement, sont relativement limités : une zone, même exposée à un aléa fort, reste constructible, et les mesures réglementaires imposées sont simples et assez peu coûteuses à mettre en œuvre, ce qui rend acceptable une relative imprécision dans les limites du zonage à l'échelle du parcellaire.

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

L'ensemble de ces opérations de traitement a été effectué pour la totalité des communes du département d'Indre-et-Loire 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 Veigné, dont le plan de zonage réglementaire est édité sur support papier et présenté en carte hors-texte, à l'échelle 1/10 000.

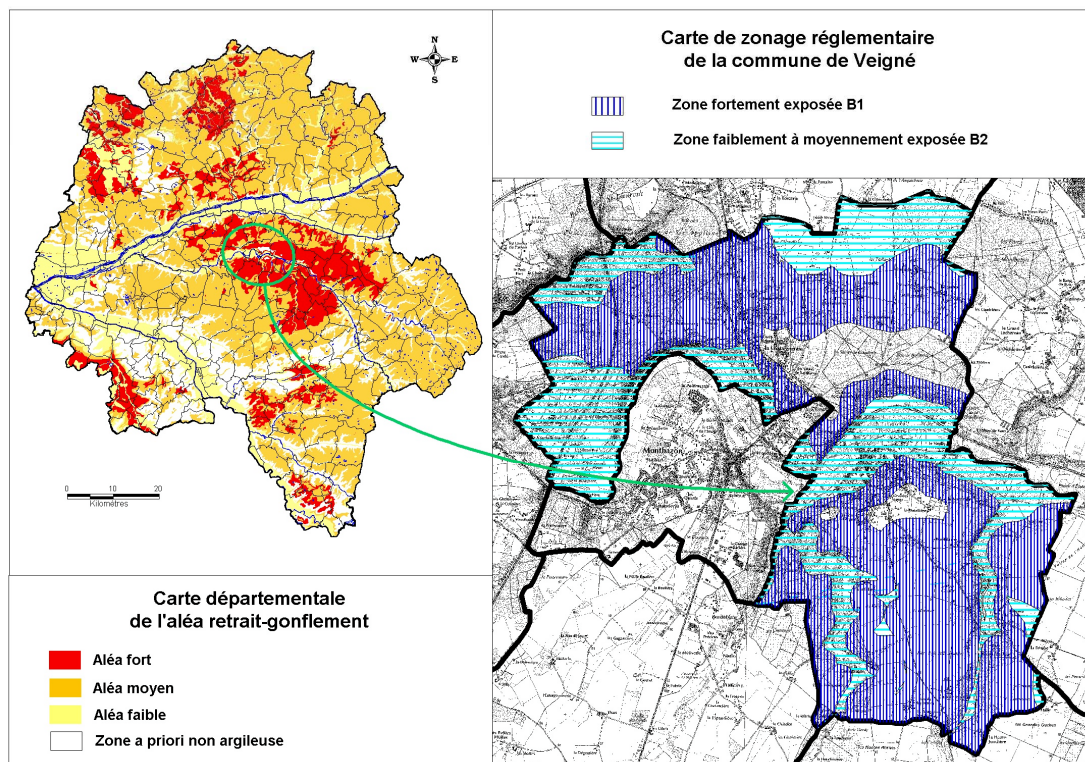


Illustration 2 - Transcription, pour la commune de Veigné, de la carte départementale d'aléa en proposition de plan de zonage réglementaire.

3. Note de présentation

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

- la méthodologie utilisée pour établir le PPR, et notamment le plan de zonage ;
- les données de 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 ;
- une illustration des mesures de prévention stipulées par le règlement.

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

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

4. Règlement

L'élaboration d'une proposition de règlement a fait l'objet d'une longue concertation, sous l'égide du MEDD. Un premier projet de règlement pour les PPR des Deux-Sèvres a été réalisé par le BRGM en décembre 2000, après discussion avec le MEDD et la DDE 79. Le CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) ainsi que le LCPC (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, en la personne de Monsieur Marcel Rat) avaient également été consultés et s'étaient alors prononcés sur le projet de texte. Au cours de l'année 2001, différentes réunions regroupant ces mêmes acteurs, ainsi que le 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 d'Indre-et-Loire 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 (dans les départements de la Seine-Saint-Denis, de la Dordogne, du Gers, de la Vienne, de la Charente-Maritime, du Lot-et-Garonne et de l'Essonne notamment).

Ce projet de règlement décrit les différentes prescriptions destinées à s'appliquer aux deux zones réglementées 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.

À titre indicatif, une étude de SOLEN Géotechnique, commandée en 2001 par le MEDD, a permis de donner des ordres de grandeur des surcoûts induits par les mesures prescrites par le règlement, dans le cas le plus pénalisant d'une construction très économique. Par exemple, pour la construction d'un pavillon de type traditionnel, de plain-pied, de 100 m² d'emprise au sol, édifié avec dallage sur terre-plein et semelles de fondations continues ancrées à 0,60 m sur terrain naturel plat, dont le coût de construction moyen est de l'ordre de 75 000 € HT (environ 500 000 F HT), les surcoûts approximatifs ont été estimés de la manière suivante :

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

D'autres coûts sont également évalués dans cette étude :

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

5. Conclusion

Cette étude a permis de donner à la DDE d'Indre-et-Loire 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 MEDD (DPPR/SDPRM).

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

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

En plus de l'exemple pour la commune de Veigné, présenté sur support papier en annexes et en carte hors-texte, un CD-Rom contenant les plans de zonage des différentes communes du département d'Indre-et-Loire (au format MapInfo©), ainsi que les fichiers numériques correspondant aux documents types d'établissement du PPR retrait-gonflement (note de présentation et règlement), est fourni avec ce rapport.

6. Bibliographie

Bouchut J., avec la collaboration de **Imbault M.** (2004) - 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 d'Eure-et-Loir. Rapport BRGM/RP-52998-FR, 19 p., 2 ill., 2 ann., 1 carte hors texte, 1 CD-Rom.

Bouchut J., avec la collaboration de **Imbault M.** (2004) - 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 Loir-et-Cher. Rapport BRGM/RP-53208-FR, 19 p., 2 ill., 2 ann., 1 carte hors texte, 1 CD-Rom.

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.

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

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

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

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

Norie A., Vincent M. (2000) - 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.

Renault O., Vincent M. avec la collaboration de **Imbault M.** (2002) - Établissement 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 la Vienne. Rapport BRGM/RP-51913-FR, 15 p., 2 fig., 3 ann., 1 CD-Rom.

Renault O., Giot D., Karnay G., Stefanescu E. avec la collaboration de **Lay E.** et **Leprêtre JP.** (2005) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département d'Indre-et-Loire. Rapport BRGM/RP-53351-FR. 216 p., 23 ill., 6 ann., 3 cartes hors texte.

Vincent M., Le Nindre Y.M., Meisina C., Chassignol A.L. (1998) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département des Deux-Sèvres. Rapport BRGM/R-39967, 89 p., 14 fig., 13 tabl., 6 ann., 2 cartes hors-texte.

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

Vincent M., avec la collaboration de **Imbault M.** (2003) - Etablissement de Plans de Prévention des Risques naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles dans le département de l'Indre. Rapport BRGM/RP-52351-FR, 14 p., 2 fig., 1 carte hors texte, 1 ann., 1 CD-Rom.

Vincent M. avec la collaboration de **Imbault M. et Asfirane F.** (2003) - Etablissement de Plans de Prévention des Risques naturels concernant les mouvements de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles dans le département de l'Essonne. Rapport BRGM/RP-52199-FR, 15 p., 2 fig., 3 ann., 1 CD-Rom.

Vincent M., Prian JP. avec la collaboration de **Giot D., Halbwachs C., Journeau B., Brière B.** (2004) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département du Cher. Rapport BRGM/RP-52682-FR. 159 p., 13 fig., 13 tabl., 4 ann., 3 cartes, hors texte.

Site internet : <http://www.argiles.fr>

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 Veigné – 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 d'Indre-et-Loire

Commune de VEIGNÉ

Note de présentation



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Préfecture
Indre-et-Loire



Direction
Départementale
de l'Équipement
Indre-et-Loire

Service urbanisme aménagement
et environnement
61, avenue de Grammont
37041 TOURS Cedex
Tél. 02 47 70 80 90



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Sommaire

1. Introduction	27
2. Présentation de la zone étudiée	29
2.1. LIMITES DE L'ÉTUDE	29
2.2. CONTEXTE NATUREL DÉPARTEMENTAL	29
2.2.1. Situation géographique	29
2.2.2. Géologie	29
2.2.3. Hydrogéologie	32
3. Description des phénomènes et de leurs conséquences	35
4. Sinistres observés dans le département	37
5. Description de la méthodologie d'établissement du PPR	39
5.1. Carte de l'aléa retrait-gonflement	39
5.2. Plan de zonage réglementaire	42
5.3. Réglementation	42
6. Disposition constructives préventives	43

Liste des illustrations

Illustration 1 - Liste des formations argileuses et marneuses dans le département d'Indre-et-Loire.....	31
Illustration 2 - Carte synthétique des formations argileuses et marneuses du département d'Indre-et-Loire.....	33
Illustration 3 - Carte d'aléa retrait-gonflement des argiles d'Indre-et-Loire.....	40
Illustration 4 - Classement des formations argileuses et marneuses par niveau d'aléa.....	41

Liste des annexes

Annexe 1 - Description succincte des formations argileuses et marneuses affleurant dans le département d'Indre-et-Loire.....	45
Annexe 2 - Description des phénomènes de retrait-gonflement des sols argileux et de leurs conséquences.....	53

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 d'Indre-et-Loire à la date du 23 septembre 2004.....	63
Annexe 4 -	Illustration des principales dispositions réglementaires de prévention des risques de mouvements de terrain différentiels liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles.....	77
Annexe 5 -	Extraits de la norme AFNOR NF P 94-500 (juin 2000) intitulée « Missions géotechniques – classifications et spécifications ».....	83

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 1976, 1989-90 et plus récemment durant l'été 2003. Les dégâts observés en France concernent principalement le bâti individuel.

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

Depuis l'année 1989, date à laquelle cette procédure a commencé à être appliquée à ce type de phénomène, plus de 5 500 communes françaises, réparties dans 77 départements ont ainsi été reconnues en état de catastrophe naturelle. Le coût cumulé d'indemnisation de ces sinistres a été évalué à 3,3 milliards d'euros sur la période 1989-2002 par la Caisse Centrale de Réassurance.

L'Indre-et-Loire fait partie des départements concernés par ce phénomène, puisque 25 arrêtés interministériels y ont été pris entre 1989 et 2004, reconnaissant l'état de catastrophe naturelle pour ce seul aléa dans 145 communes, soit plus de la moitié des 277 communes que compte le département (et 59 % de la superficie départementale). Dans le cadre de l'étude d'aléa achevée en 2004 par le BRGM, 2 702 sites de sinistres, répartis dans 136 communes d'Indre-et-Loire, 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 sans doute pu être évités ou que du moins leurs conséquences auraient pu être limitées, si certaines dispositions constructives avaient été respectées pour des bâtiments situés en zones sensibles au phénomène.

C'est pourquoi l'État a souhaité engager une politique de prévention vis-à-vis de ce risque en incitant les maîtres d'ouvrage à respecter certaines règles constructives. Cette démarche s'inscrit dans le cadre d'une politique générale visant à limiter les conséquences humaines et économiques des catastrophes naturelles, par la mise en œuvre de Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles (PPR), ce qui consiste à délimiter des zones apparaissant exposées à un niveau de risque homogène et à définir, pour chacune de ces zones, les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent y être prises, en application de la loi n° 95-101 du 2 février 1995.

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

Cette réglementation concerne essentiellement les constructions futures. Quelques consignes s'appliquent toutefois aux bâtiments existants afin de limiter les facteurs déclenchants et/ou aggravants du phénomène de retrait-gonflement.

2. Présentation de la zone étudiée

2.1. LIMITES DE L'ÉTUDE

Le présent PPR couvre l'ensemble du territoire communal de Veigné (département d'Indre-et-Loire).

2.2. CONTEXTE NATUREL DEPARTEMENTAL

2.2.1. Situation géographique

Le département d'Indre-et-Loire (ill. 2) est situé au sud de la région Centre, au cœur de la Touraine. D'une superficie de 6 140 km², il comptait 553 747 habitants au recensement général de la population de 1 999 (40^e rang français) : la densité de population y est de 90 hab./km², ce qui est très proche de la moyenne nationale. L'Indre-et-Loire est subdivisé en 277 communes, regroupées en 3 arrondissements : Tours (préfecture), Chinon et Loches. L'agglomération de Tours, forte de 14 communes et de 257 969 habitants, constitue la principale zone de concentration de l'habitat.

Le relief du département est très peu accidenté (point culminant sur la commune de Céré-la-Ronde, à une altitude de 189 m). Il se compose de plateaux peu élevés coupés par de vastes vallées, dont celles de la Loire et de ses affluents (Vienne, Indre et Cher).

2.2.2. Géologie

Le département d'Indre-et-Loire est situé en bordure méridionale du bassin de Paris. Les formations géologiques affleurantes ou sub-affleurantes sont toutes d'origine sédimentaire : elles s'échelonnent entre la fin de l'ère jurassique (-150 Ma) et le quaternaire (sub-actuel).

La connaissance de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux passe par une étude détaillée de la géologie du département, en s'attachant particulièrement aux formations géologiques contenant de l'argile (argiles proprement dites mais aussi marnes, altérites, alluvions, limons, sables argileux, tourbes, etc.). Il est en effet important de déterminer, pour chaque formation, la nature lithologique des terrains ainsi que les caractéristiques minéralogiques et géotechniques de leur phase argileuse. Cette analyse a été effectuée principalement à partir des données déjà disponibles sur le sujet et notamment à partir des cartes géologiques à l'échelle 1/50 000 publiées par le BRGM, complétées par l'analyse de données de sondages contenues dans la Banque de données du Sous-Sol gérée par le BRGM. Elle reflète donc l'état actuel des

connaissances sur la géologie des formations superficielles d'Indre-et-Loire, mais est susceptible d'évoluer au fur et à mesure de l'acquisition de nouvelles données locales sur le proche sous-sol.

Les formations géologiques affleurantes ou sub-affleurantes dans le département et considérées comme argileuses (au sens le plus large) sont au nombre de 22 (ill. 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. Ces formations sont brièvement décrites en annexe 1.

La carte géologique des formations argileuses et marneuses présentée sur l'illustration 2 est une carte synthétique qui résulte d'une analyse interprétative à partir des connaissances actuellement disponibles. Certaines unités stratigraphiques ont été regroupées dans la mesure où leur nature lithologique similaire le justifiait. Par ailleurs, les formations considérées comme *a priori* non argileuses n'ont pas été figurées sur cette carte, ce qui n'exclut pas que des poches ou placages argileux, non identifiés sur les cartes géologiques actuellement disponibles, puissent s'y rencontrer localement.

Cette synthèse géologique départementale montre que plus de **82 % de la superficie du département** est concernée par des formations à composante argileuse plus ou moins marquée, et donc soumises à un risque de retrait-gonflement.

Les principales formations argileuses ou marneuses ainsi identifiées dans le département d'Indre-et-Loire sont les suivantes, de la plus ancienne à la plus récente :

N°	Nom de la formation	Surface d'affleurement en % de la superficie départementale
1	Marnes à spongiaires de l'Oxfordien inférieur à moyen	0,04 %
2	Calcaires et marnes de l'Oxfordien supérieur	0,18 %
3	Argiles, marnes et « Sables de Vierzon » du Cénomanién inférieur à moyen	1,55 %
4	Marnes à ostracées du Cénomanién supérieur	0,86 %
5	Craie à inocérames du Turonien inférieur	1,87 %
6	Sables et argiles à spongiaires du « Sénonien »	0,01 %
7	Argiles sableuses à dalles de cherts du Crétacé supérieur à Éocène inférieur)	0,02 %
8	Argiles vertes et blanches à silex et/ou spongiaires	21,84 %
9	Éocène « détritique » (Yprésien à Lutétien)	6,40 %
10	Éocène « argileux » (Yprésien à Bartonien)	3,04 %
11	Terres à carreaux (Bartonien à Priaborien)	0,01 %
12	Marno-calcaires lacustres de Touraine et du Poitou, (Priaborien à Rupélien inférieur)	10,93 %
13	Marnes de Beauce, Aquitanien	0,13 %
14	Faluns de Touraine (Miocène)	1,26 %
15	Altérites à meulières et/ou chailles (Miocène probable)	1,14 %
16	Sables et graviers fluviatiles et altérites associées du Burdigalien à Pliocène inférieur	4,73 %
17	Limons des plateaux (Quaternaire)	14,10 %
18	Colluvions argilo-carbonatées siliceuses (Quaternaire)	0,09 %
19	Colluvions argilo-siliceuses à silex (Quaternaire)	0,24 %
20	Colluvions de fond de vallon et colluvions indifférenciées (Quaternaire)	0,75 %
21	Terrasses alluvionnaires (Quaternaire)	3,87 %
22	Alluvions récentes du lit des rivières (Quaternaire)	9,19 %

Illustration 1 - Liste des formations argileuses et marneuses du département d'Indre-et-Loire.

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.

En Indre-et-Loire comme dans les autres départements, ce sont essentiellement les nappes situées à faible profondeur qui peuvent avoir une influence sur le phénomène de retrait-gonflement des sols. Il s'agit en particulier des nappes présentes dans les niveaux plus perméables intercalés dans certaines formations argileuses dont la constitution s'apparente à un système de mille-feuilles. Formant des nappes perchées parfois peu profondes, celles-ci peuvent, par leur caractère temporaire, aggraver le phénomène de dessiccation de la tranche de terrain superficiel.

Les grands aquifères régionaux exploités pour la ressource en eau potable ou pour l'agriculture (nappe de la craie, des calcaires de Touraine, des sables du Cénomaniens...) sont, dans la majorité des cas, trop profonds pour avoir une influence sur la teneur en eau de la tranche superficielle du sol.

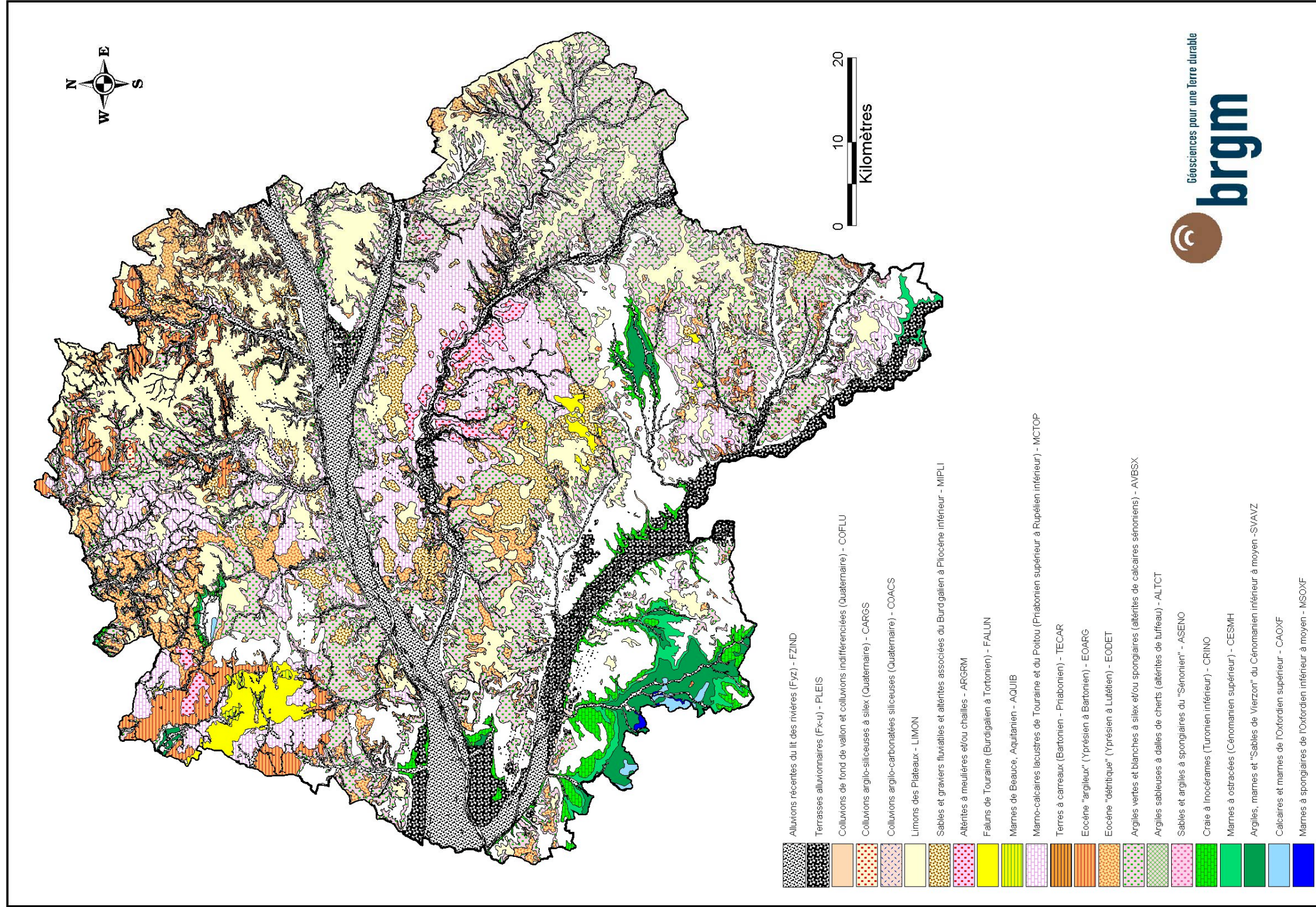


Illustration 2 – Carte synthétique des formations argileuses et marseuses du département d'Indre-et-Loire.

3. 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.

4. Sinistres observés dans le département

Entre 1989 et 2004, 145 des 277 communes que compte le département d'Indre-et-Loire (couvrant 59 % de la superficie départementale) ont été reconnues en état de catastrophe naturelle au titre des mouvements différentiels de sols liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles.

Le nombre total de sites de sinistres recensés et localisés par le BRGM dans le cadre de l'étude départementale d'aléa s'élève à 2 702, répartis dans 136 communes : ce nombre constitue une estimation approchée, quoique vraisemblablement minorée, de la réalité. D'après les données de la Caisse Centrale de Réassurance (octobre 2003), l'Indre-et-Loire est classé en 20^e position des départements français en terme de coût d'indemnisation des sinistres retrait-gonflement des argiles.

Les périodes prises en compte dans ces arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle s'étalent entre mai 1989 et septembre 2003. Le nombre total d'occurrences (nombre d'arrêtés en distinguant commune par commune) s'élève à 426 (cf. ann. 3), ce qui place le département d'Indre-et-Loire à la 7^e position des départements français les plus touchés. L'Indre-et-Loire apparaît ainsi comme un des départements les plus concernés par le phénomène de retrait-gonflement des argiles en région Centre, après le département du Loiret.

5. Description de la méthodologie d'établissement du PPR

5.1 CARTE DE L'ALÉA RETRAIT-GONFLEMENT

Afin de circonscrire les zones à risque, le BRGM a dressé, pour l'ensemble du département d'Indre-et-Loire, une carte de l'aléa retrait-gonflement des argiles (ill. 3). L'aléa correspond par définition à la probabilité d'occurrence du phénomène. Il est ici approché de manière qualitative à partir d'une hiérarchisation des formations géologiques argileuses et marneuses du département vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement. Pour cela, on établit d'abord une carte de susceptibilité, sur la base d'une caractérisation purement physique des formations géologiques à partir des critères suivants :

- la proportion de matériau argileux au sein de la formation (analyse lithologique) ;
- la proportion de minéraux gonflants dans la phase argileuse (composition minéralogique) ;
- le comportement géotechnique du matériau.

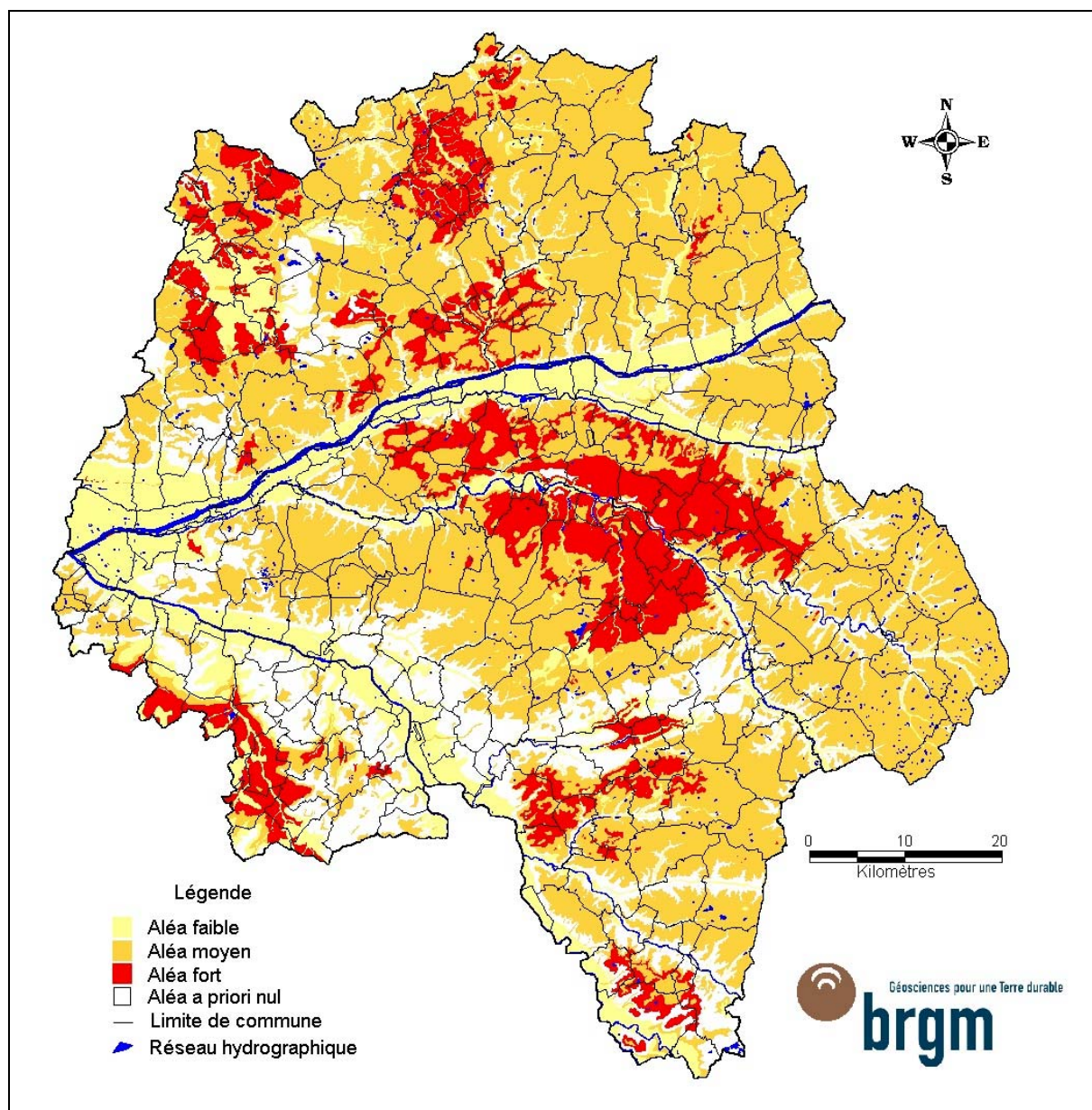


Illustration 3 - Carte d'aléa retrait-gonflement des argiles d'Indre-et-Loire.

Pour chacune des 22 formations argileuses ou marneuses identifiées, le niveau d'aléa résulte en définitive de la combinaison du niveau de susceptibilité ainsi obtenu et de la densité de sinistres retrait-gonflement, rapportée à 100 km² de surface d'affleurement réellement urbanisée (pour permettre des comparaisons fiables entre formations). La synthèse des résultats obtenus est présentée dans le tableau 1 ci-après.

Formations géologiques	SYMBOLE	% de la superficie départementale
Formation à aléa fort		
Marno-calcaires lacustres de Touraine et du Poitou (Priabonien à Rupélien inférieur)	MCTOP	10,93 %
Altérites à meulière et/ou chailles (Miocène probable)	ARGRM	1,14 %
Argiles, marnes et « Sables de Vierzon » du Cénomanién inférieur à moyen	SVAVZ	1,55 %
Marnes de Beauce, Aquitanien	AQUIB	0,13 %
Formations à aléa moyen		
Marnes à ostracées du Cénomanién supérieur	CESMH	0,86 %
Argiles vertes et blanches à silex et/ou spongieuses	AVBSX	21,84 %
Sables et graviers fluviatiles et altérites associées du Burdigalien à Pliocène inférieur	MIPLI	4,73 %
Colluvions de fond de vallon et colluvions indifférenciées (Quaternaire)	COFLU	0,75 %
Éocène « détritique » (Yprésien à Lutétien)	EODET	6,40 %
Limons des plateaux (Quaternaire)	LIMON	14,10 %
Éocène « argileux » (Yprésien à Bartonien)	EOARG	3,04 %
Argiles sableuses à dalles de cherts du Crétacé supérieur à Éocène inférieur	ALTCT	0,02 %
Formations à aléa faible		
Marnes à spongieuses de l'Oxfordien inférieur à moyen	MSOXF	0,04 %
Craie à inocérames du Turonien inférieur	CRINO	1,87 %
Faluns de Touraine (Miocène)	FALUN	1,26 %
Colluvions argilo-carbonatées siliceuses (Quaternaire)	COACS	0,09 %
Colluvions argilo-siliceuses à silex (Quaternaire)	CARGS	0,24 %
Terrasses alluvionnaires (Quaternaire)	PLEIS	3,87 %
Calcaires et marnes de l'Oxfordien supérieur	CAOXF	0,18 %
Terres à carreaux (Bartonien à Priabonien)	TECAR	0,01 %
Alluvions récentes du lit des rivières (Quaternaire)	FZIND	9,19 %
Sables et argiles à spongieuses du « Sénonien »	ASENO	0,01 %

Illustration 4 - Classement des formations argileuses et marneuses par niveau d'aléa.

La répartition cartographique des zones d'aléa est présentée sur l'illustration 3. En définitive, 13,75 % de la superficie du département est située en zone d'aléa fort, tandis que 51,74 % du département est situé en zone d'aléa moyen et 16,76 % en aléa faible. Le reste, soit 17,75 % du département est en zone *a priori* non argileuse, en

principe non exposée aux risques de retrait-gonflement (ce qui n'exclut pas la présence, localement, de poches ou de placages argileux non cartographiés).

5.2. PLAN DE ZONAGE RÉGLEMENTAIRE

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

Par souci d'homogénéité avec la méthodologie appliquée sur le reste du territoire national, les zones exposées à un aléa fort sont notées B1 et représentées avec un figuré de couleur bleu foncé, celles correspondant à un aléa faible à moyen ont été regroupées en une zone unique, de couleur bleu clair, notée B2. La carte réglementaire traduit ainsi directement la carte d'aléa et présente donc seulement deux zones réglementées.

5.3. RÉGLEMENTATION

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

Le PPR approuvé vaut servitude d'utilité publique et est opposable aux tiers. À ce titre il doit être annexé au Plan Local d'Urbanisme (PLU) conformément à l'article 126.1 du Code de l'Urbanisme. Comme spécifié dans l'article 16.1 de la loi n° 95.101 du 2 février 1995, le respect des prescriptions obligatoires s'applique, dès l'approbation du PPR, à toute nouvelle construction située dans les zones concernées. Les propriétaires des constructions existantes disposent au maximum d'un délai de cinq ans pour s'y conformer, dans le cas des mesures les plus contraignantes.

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

6. Dispositions constructives préventives

Les dispositions constructives décrites dans le règlement du PPR ne sont évidemment pas exhaustives en ce sens qu'elles ne se substituent pas aux documents normatifs en vigueur (NF – DTU) mais qu'elles les complètent. La mise en application de ces dispositions ne dispense donc pas de respecter l'ensemble des règles de l'art en vigueur dans le domaine de la construction.

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

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

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

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

- Les fondations doivent être suffisamment profondes pour s'affranchir de la zone superficielle où le sol est sensible à l'évaporation. Elles doivent être suffisamment armées et coulées à pleine fouille le plus rapidement possible, en évitant que le sol mis à nu en fond de fouille ne soit soumis à des variations importantes de teneur en eau.
- Elles doivent être ancrées de manière homogène sur tout le pourtour du bâtiment (ceci vaut notamment pour les terrains en pente ou à sous-sol hétérogène, mais

explique aussi l'interdiction des sous-sols partiels qui induisent des hétérogénéités d'ancrage).

- La structure du bâtiment doit être suffisamment rigide pour résister à des mouvements différentiels, d'où l'importance des chaînages haut et bas et des poteaux d'angle dont les armatures doivent être liaisonnées à celles des fondations.
- 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 l'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 d'Indre-et-Loire

La présente annexe décrit de manière sommaire les formations géologiques argileuses (au sens large) qui affleurent dans le département d'Indre-et-Loire, lesquelles couvrent environ 82 % de la superficie du département (le reste pouvant être considéré comme *a priori* non argileux, bien qu'il ne soit pas exclu d'y trouver localement des placages ou des poches d'argiles non identifiés sur les cartes géologiques dans leur version actuelle).

Au total, après regroupements, vingt-deux formations considérées comme argileuses ou marneuses ont été identifiées et individualisées cartographiquement. Les formations sont ici présentées de la plus ancienne à la plus récente.

1. MARNES À SPONGIAIRES DE L'OXFORDIEN INFÉRIEUR À MOYEN (MSOXF)

Ce sont des marnes à intercalations de calcaire argileux à moins de 70 % de calcite. Cette formation affleure sur des surfaces très réduites dans les environs de Richelieu.

2. CALCAIRES ET MARNES DE L'OXFORDIEN SUPERIEUR (CAOXF)

Ils affleurent dans la partie centrale du dôme de Souvigné au nord-ouest de Tours : ce sont des calcaires fins en petits bancs, alternant avec les lits de marnes grises.

3. ARGILES, MARNES ET « SABLES DE VIERZON » DU CENOMANIEN INFÉRIEUR A MOYEN (SVAVZ)

Près de Huismes, ce sont des argiles noires micacées, pyriteuses dont la puissance peut atteindre 10 m. Près de Loudun, la base du Cénomaniens est constituée par 8 m environ d'argiles gris-noir feuilletées, micacées, à lits de sable fin plus ou moins glauconieux. Au nord de Tours, les marnes sableuses grises principalement sablo-carbonatées, d'âge Cénomaniens moyen, se situent au pied des cuestas turoniennes et peuvent renfermer localement des niveaux à forte argilosité et à forte teneur en smectites.

4. MARNES A OSTRACEES DU CENOMANIEN SUPERIEUR (CESMH)

Ce sont, en Touraine, 20 m de marnes plastiques blanches, légèrement glauconieuses passant progressivement vers le haut de la série à une craie glauconieuse tendre, fossilifère. Au sud du département, ces marnes sont glauconieuses et jaunâtres, verdâtres ou noirâtres, à lentilles sableuses ou miches calcaires grisâtres. Elles passent localement à des sables argileux verts, glauconieux à l'ouest du département.

5. CRAIE A INOCERAMES DU TURONIEN INFERIEUR (CRINO)

Ce faciès est assez bien représenté sur l'ensemble du département. Ce sont des bancs métriques de craie tendre et homogène, séparés de niveaux marneux de quelques centimètres, où domine la montmorillonite. Les produits superficiels d'altération de ces craies peuvent donner des argiles de type smectite.

6. SABLES ET ARGILES A SPONGIAIRES DU « SENONIEN » (ASENO)

Cette formation consiste la plupart du temps en une alternance de sables et d'argiles en proportion variable mêlée à des débris de spongiaires et à des silex. La puissance de cette formation peut atteindre 20 m dans le sud du département. La fraction argileuse contient toujours de la montmorillonite en mélange avec de la kaolinite.

7. ARGILES SABLEUSES A DALLES DE CHERTS DU CRETACE SUPERIEUR A EOCENE INFERIEUR (ALTCT)

Cette formation d'altération des différentes unités de craie et de calcarénites du Crétacé supérieur est largement développée dans le département d'Indre-et-Loire. Dans le nord du département, cette formation est essentiellement sableuse avec des intercalations argileuses. Plus au sud, dans la région de Sainte-Maure-de-Touraine et de Preuilly-sur-Claise, l'argile prédomine et contient majoritairement de la kaolinite, associée à des smectites et à des illites.

8. ARGILES VERTES ET BLANCHES A SILEX ET/OU SPONGIAIRES (AVBSX)

C'est une argile blanche, parfois verdâtre ou jaunâtre, avec d'abondants silex jaunecire et spongiaires siliceux. Affleurant sur plus de 20 % du territoire départemental, elle correspond aux termes supérieurs argileux d'un profil d'altération. La fraction argileuse est constituée, soit par de la montmorillonite, soit par de la kaolinite, soit par un mélange des deux avec prédominance de montmorillonite. L'absence de faune ou de flore ne permet pas de donner un âge précis à cette formation, cependant, on considère qu'elle correspond à l'équivalent latéral des craies de Villedieu et de Blois, d'âge coniacien à campanien inférieur. Toutefois ces argiles sont probablement la manifestation des phases d'altération qui ont fortement marqué la région durant l'Éocène et le Miocène-Quaternaire.

9. ÉOCENE « DETRITIQUE » (YPRESIEN A LUTETIEN) - (EODET)

Cette formation d'altération de différentes unités de craie et de calcarénites du Crétacé supérieur est largement développée dans le département d'Indre-et-Loire. La lithologie type de cette formation s'apparente à des sables, galets ou conglomérats à caractère fluvatile mêlés à une matrice argileuse plus ou moins abondante. La fraction argileuse est généralement constituée par des argiles blanches ou beiges, veinées de rouge au sommet, souvent plastiques. Ces argiles sont riches en grains de quartz et en silex

branchus blonds, brun clair ou brun foncé, à patine blanche. La kaolinite représente 80 à 90 % de la masse argileuse, le reste étant constitué d'interstratifiés illite-montmorillonite.

10. EOCENE « ARGILEUX » (YPRESIEN A BARTONIEN) – (EOARG)

Les argiles éocènes correspondent à des argiles rubéfiées mêlées à des conglomérats ou à des brèches (perrons). Dans certains secteurs du département, la proportion d'argile peut atteindre 70 %. La kaolinite prédomine très souvent la phase argileuse mais elle est presque toujours associée à de la smectite. Ces argiles peuvent parfois se retrouver masquées sous d'autres formations comme les limons des plateaux ou les calcaires lacustres rupéliens.

11. « TERRES A CARREAUX » (BARTONIEN A PRIABONIEN) – (TECAR)

On trouve ces dépôts au nord du département, dans les régions de Château-Renault (427), Noyant et Amboise ainsi que dans le sud du département vers Sainte-Maure-de-Touraine, Loches et Preuilley-sur-Claise. Ce sont des argiles blanches très finement sableuses, dépourvues de silex, et pouvant passer latéralement à des sables fins argileux gris jaunâtres à veines rouges en surface. La fraction argileuse est toujours dominée par la kaolinite.

12. MARNO-CALCAIRES LACUSTRES DE TOURAINE ET DU POITOU (BARTONIEN A RUPELIEN INFERIEUR) – (MCTOP)

Cette formation consiste en une alternance de marnes et de calcaires d'origine lacustre dont la puissance peut atteindre voire dépasser 20 m. La lithologie de cette formation varie fortement selon les secteurs. Au nord du département, les faciès sont à dominante argileuse alors que plus au sud, dans la région de Tours, Amboise et Chinon, les faciès carbonatés sont dominants. Dans tous les cas, la phase argileuse de cette formation est presque exclusivement constituée de smectites.

13. MARNES DE BEAUCE, AQUITANIEN (AQUIB)

Exclusivement localisées dans le nord du département et peu affleurantes, les Marnes de Beauce constituent la partie basale de la formation des Calcaires de Beauce. Elles sont constituées de marnes ou d'argiles blanches, grises ou verdâtres. La smectite domine fortement au sein de la fraction argileuse.

14. FALUNS DE TOURAINE (MIOCENE) – (FALUN)

Les Faluns de Touraine correspondent à des sables coquilliers dans lesquels s'individualisent des poches de vases à huîtres qui se sont déposées dans des anses abritées des apports terrigènes de la mer des faluns. La fraction argileuse y est composée à 10 % de kaolinite, 80 % de smectite et 10 % d'illite.

15. ALTERITES A MEULIERES ET/OU CHAILLES (MIOCENE PROBABLE) (ARGRM)

Ces altérites d'âge indéterminé sont issues des calcaires lacustres bartoniens et sont recouvertes par les faluns langhiens. Elles correspondent à des argiles brunes à rougeâtres à nombreux blocs de meulière, ayant une épaisseur variant de quelques décimètres à 1 ou 2 m. Les analyses diffractométriques ont donné une dominante de smectite mal cristallisée, de la kaolinite et un peu d'argile micacée.

16. SABLE ET GRAVIERS FLUVIATILES ET ALTERITES ASSOCIEES DU BURDIGALIEN A PLIOCENE INFERIEUR (MIPLI)

Bien représentée à l'échelle du département, cette formation correspond à des sables et graviers « gros sel » contenant une fraction argileuse en proportions variables (25 à 75 %). La smectite y est toujours présente, en proportions également variables.

17. LIMONS DES PLATEAUX (QUATERNAIRE) – (LIMON)

Ce sont généralement des argiles silteuses beiges à brunâtres résultant de l'apport de poussières éoliennes en contexte périglaciaire. Ces limons sont habituellement peu épais : 0,50 m à 2 m. Leur épaisseur augmente dans la région de Tours où elle peut atteindre 5 m. La fraction argileuse est en général complexe et l'on y trouve parfois des smectites, de la vermiculite, de la chlorite et des interstratifiés.

18. COLLUVIONS ARGILO-CARBONATEES SILICEUSES (QUATERNAIRE) (COACS)

Ce sont des matériaux soliflués au pied des versants de vallées, constitués d'un mélange de limon argileux et de craie ou de tuffeau provenant directement des falaises qui surplombent ces vallées ou thalwegs. Dans le sud-est du département, des sables éoliens se mélangent aux éléments issus des tuffeaux pour donner un matériau plus siliceux.

19. COLLUVIONS ARGILO-SILICEUSES A SILEX (QUATERNAIRE) – (COARGS)

Il s'agit pour l'essentiel de colluvions de pente alimentées par les dépôts détritiques éocènes voire par les faluns sableux miocènes. Au sud du département, les colluvions argilo-siliceuses sont alimentées par les formations du Turonien, du Sénonien et de l'Éocène. Ce sont des argiles plus ou moins sableuses à fragments de silex, et de calcarénites silicifiées. Leur épaisseur est faible (0,5 à 1 m) et elles tapissent les versants exposés au nord et à l'est.

20. COLLUVIONS DE FOND DE VALLON ET COLLUVIONS INDIFFERENCIEES (QUATERNAIRE) – (COFLU)

Ce type de dépôt correspond aux sédiments accumulés par solifluxion et/ou ruissellement dans le fond des thalwegs. Leur épaisseur ne dépasse en général pas 3 m. Les colluvions sont constituées par des éléments fins de la roche encaissante affleurante sur les flancs de thalwegs : argile silteuse, fins débris de calcaire et silex, très fins débris de calcaire et argiles carbonatées. Dans certains secteurs, des colluvions mixtes viennent s'ajouter aux colluvions de fond de vallée. Elles sont constituées de limons plus ou moins argileux à éléments remaniés de sable éolien, de calcaire lacustre silicifié, de tuffeau silicifié, de sables argileux et d'alluvions anciennes.

21. TERRASSES ALLUVIONNAIRES (QUATERNAIRE) – (PLEIS)

Les terrasses alluviales sont à dominante sablo-graveleuse, mais peuvent contenir localement des lentilles argileuses, ou présenter une matrice argilo-sableuse rougeâtre comme, par exemple, les alluvions situées à la confluence du Cher et de la Loire, ou les terrasses de l'Indre et de l'Indrois. Ces dernières montrent une prépondérance de la kaolinite et de la smectite et un peu d'argile micacée.

22. ALLUVIONS RECENTES DU LIT DES RIVIERES (FZIND)

Les alluvions subactuelles et actuelles des rivières sont généralement sablo-graveleuses mais localement des passées argileuses peuvent s'individualiser en fonction du régime hydraulique des cours d'eau (Loire, Indre, Cher, Vienne). En surface, des limons parfois tourbeux recouvrent les alluvions sableuses.

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 PROBLEMES 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 originale des sols s'altère.

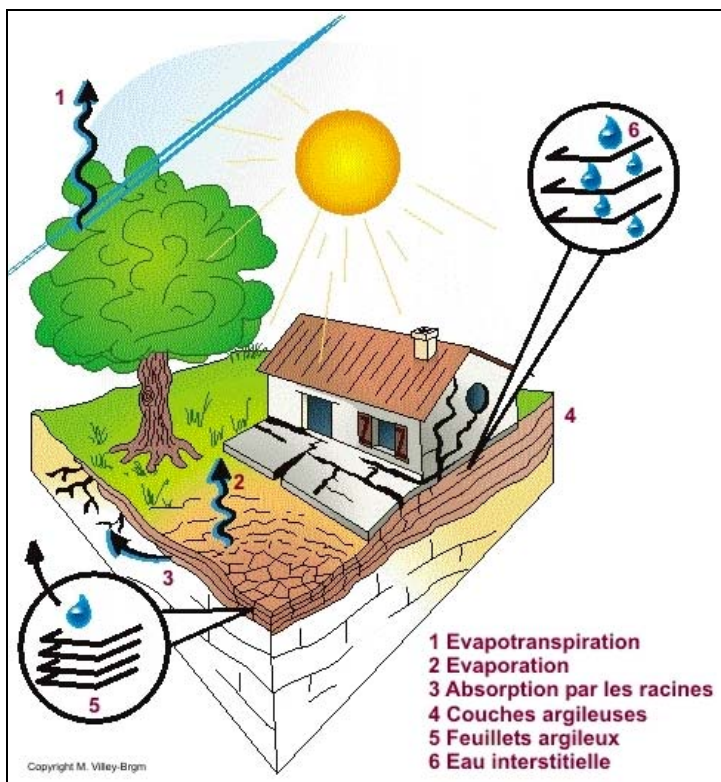


Figure 1 - Illustration du mécanisme de dessiccation.

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

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

- des caractéristiques du sol (nature, géométrie, hétérogénéité) ;
- de l'épaisseur de sol concernée par des variations de teneurs en eau : plus la couche concernée par ces variations est épaisse, plus les mouvements en surface seront importants. L'amplitude des déformations s'amortit cependant assez rapidement avec la profondeur et on considère généralement qu'au-delà de 3 à 5 m, le phénomène s'atténue, car les variations saisonnières de teneurs en eau deviennent négligeables ;

- de l'intensité des facteurs climatiques (amplitude et surtout durée des périodes de déficit pluviométrique...);
- de facteurs d'environnement tels que :
 - la végétation,
 - la topographie (pente),
 - la présence d'eaux souterraines (nappe, source...),
 - l'exposition (influence sur l'amplitude des phénomènes d'évaporation).

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

2. FACTEURS INTERVENANT DANS LE MECANISME

2.1. Facteurs de prédisposition

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

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

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

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

Les conditions d'évolution du sol après dépôt jouent également. Le contexte paléoclimatique auquel le sol a été soumis est susceptible de provoquer une évolution de sa composition minéralogique : une altération en climat chaud et humide (de type

intertropical) facilite la formation de minéraux argileux gonflants. L'évolution des contraintes mécaniques appliquées intervient aussi : un dépôt vasard à structure lâche sera plus sensible au retrait qu'un matériau « surconsolidé » (sol ancien ayant subi un chargement supérieur à celui des terrains sus-jacents actuels), lequel présentera plutôt des risques de gonflement.

2.2. Facteurs déclenchants et/ou aggravants

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

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

2.2.1. Phénomènes climatiques

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

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

L'évapotranspiration est la somme de l'évaporation (liée aux conditions de température, de vent et d'ensoleillement) et de la transpiration (eau absorbée par la végétation). Elle est mesurée dans quelques stations météorologiques mais ne constitue jamais qu'une approximation puisqu'elle dépend étroitement des conditions locales de végétation.

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

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

2.2.2. Actions anthropiques

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

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

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

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

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

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

2.2.3. Conditions hydrogéologiques

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

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

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

Pour exemple, dans le cas d'une formation argileuse surmontant une couche sableuse habituellement saturée en eau, le dénoyage de cette dernière provoque l'arrêt des remontées capillaires dans le terrain argileux et contribue à sa dessiccation.

2.2.4. Topographie

Hormis les phénomènes de reptation en fonction de la pente, les constructions sur terrain pentu peuvent être propices à l'apparition de désordres issus de mouvements différentiels du terrain d'assise sous l'effet de retrait-gonflement.

En effet, plusieurs caractères propres à ces terrains sont à considérer :

- le ruissellement naturel limite leur recharge en eau, ce qui accentue le phénomène de dessiccation du sol ;
- un terrain en pente exposé au sud sera plus sensible à l'évaporation, du fait de l'ensoleillement, qu'un terrain plat ou exposé différemment ;
- les fondations étant généralement descendues partout à la même cote se trouvent de fait ancrées plus superficiellement du côté aval ;
- enfin, les fondations d'un bâtiment sur terrain pentu se comportent comme une barrière hydraulique vis-à-vis des circulations d'eaux dans les couches superficielles le long du versant. Le sol à l'amont tend donc à conserver une teneur en eau plus importante qu'à l'aval.

2.2.5. Végétation

La présence de végétation arborée à proximité d'un édifice construit sur sol sensible peut, à elle seule, constituer un facteur déclenchant, même si, le plus souvent, elle n'est qu'un élément aggravant.

Les racines des arbres soutirent l'eau contenue dans le sol, par un mécanisme de succion. Cette succion crée une dépression locale autour du système racinaire, ce qui se traduit par un gradient de teneur en eau dans le sol. Celui-ci étant en général faiblement perméable du fait de sa nature argileuse, le rééquilibrage des teneurs en eau est très lent.

Ce phénomène de succion peut alors provoquer un tassement localisé du sol autour de l'arbre. Si la distance au bâtiment n'est pas suffisante, cela peut entraîner des désordres au niveau des fondations, et à terme sur la bâtisse elle-même.

On considère en général que l'influence d'un arbre adulte se fait sentir jusqu'à une distance égale à une fois et demi sa hauteur. Les racines seront naturellement incitées à se développer en direction de la maison puisque celle-ci limite l'évaporation et maintient donc sous sa surface une zone de sol plus humide. Contrairement au processus d'évaporation qui affecte surtout la tranche superficielle des deux premiers mètres, les racines d'arbres ont une influence jusqu'à 4 à 5 m de profondeur, voire davantage.

Le phénomène sera d'autant plus important que l'arbre est en pleine croissance et qu'il a besoin de plus d'eau. Ainsi on considère qu'un peuplier ou un saule adulte a besoin de 300 litres d'eau par jour en été. En France, les arbres considérés comme les plus dangereux du fait de leur influence sur les phénomènes de retrait, sont les chênes, les peupliers, les saules et les cèdres. Des massifs de buissons ou arbustes situés près des façades peuvent cependant causer aussi des dégâts.

Par ailleurs, des risques importants de désordres par gonflement de sols argileux sont susceptibles d'apparaître, souvent plusieurs années après la construction de bâtiments, lorsque ces derniers ont été implantés sur des terrains anciennement boisés et qui ont été défrichés pour les besoins du lotissement. La présence de ces arbres induisait en effet une modification importante de l'équilibre hydrique du sol, et ceci sur plusieurs mètres de profondeur. Leur suppression se traduit par une diminution progressive de la succion, l'eau infiltrée n'étant plus absorbée par le système racinaire. Il s'ensuit un réajustement du profil hydrique, susceptible d'entraîner l'apparition d'un gonflement lent mais continu.

2.3. Mécanismes et manifestations des désordres

Les mouvements différentiels du terrain d'assise d'une construction se traduisent par l'apparition de désordres qui affectent l'ensemble du bâti et qui sont en général les suivants :

Gros-œuvre :

- fissuration des structures enterrées ou aériennes ;
- déversement de structures fondées de manière hétérogène ;
- désencastrement des éléments de charpente ou de chaînage ;
- dislocation des cloisons.

Second-œuvre :

- distorsion des ouvertures ;
- décollement des éléments composites (carrelage, plâtres...) ;
- rupture de tuyauteries et canalisations.

Aménagement extérieur :

- fissuration des terrasses ;
- décollement des bâtiments annexes, terrasses, perrons.

La nature, l'intensité et la localisation de ces désordres dépendent de la structure de la construction, du type de fondation réalisée et bien sûr de l'importance des mouvements différentiels de terrain subis.

L'exemple type de la maison sinistrée par la sécheresse est :

- une maison individuelle (structure légère) ;
 - à simple rez-de-chaussée avec dallage sur terre-plein voire sous-sol partiel ;
 - fondée de façon relativement superficielle, généralement sur des semelles continues, peu ou non armées et peu profondes (inférieur à 80 cm) ;
 - avec une structure en maçonnerie peu rigide, sans chaînage horizontal ;
- et reposant sur un sol argileux.

Annexe 3

Liste des arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle au titre de mouvements différentiels de sols liés au retrait-gonflement des argiles, pris dans le département d'Indre-et-Loire à la date du 23 septembre 2004 (source prim.net)

CODE INSEE	COMMUNE	DATE DEBUT DE PERIODE	DATE FIN DE PERIODE	DATE DE L'ARRETE	DATE DE PARUTION AU JO
37002	Ambillou	01/01/96	30/11/96	08/07/97	19/07/97
37003	Amboise	01/01/92	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37003	Amboise	01/01/96	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37003	Amboise	01/09/96	31/10/97	12/06/98	01/07/98
37003	Amboise	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37003	Amboise	01/11/97	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37003	Amboise	01/12/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37005	Antogny le Tillac	01/03/90	28/02/91	04/12/91	27/12/91
37005	Antogny le Tillac	01/03/91	31/12/96	08/07/97	19/07/97
37006	Artannes-sur-Indre	01/01/96	31/12/96	12/03/98	28/03/98
37006	Artannes-sur-Indre	01/01/97	31/12/97	21/07/99	24/08/99
37008	Athée-sur-Cher	01/06/89	31/12/89	04/12/90	15/12/90
37008	Athée-sur-Cher	01/05/93	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37008	Athée-sur-Cher	01/09/96	31/10/97	12/06/98	01/07/98
37008	Athée-sur-Cher	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37008	Athée-sur-Cher	01/12/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37008	Athée-sur-Cher	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37009	Autrèche	01/01/96	31/12/96	08/07/97	19/07/97
37010	Auzouer-en-Touraine	01/06/89	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37013	Avrillé-les-Ponceaux	01/01/91	31/12/91	16/08/93	03/09/93
37014	Azay-le-Rideau	01/01/92	31/12/96	08/07/97	19/07/97
37014	Azay-le-Rideau	01/01/97	31/10/97	12/06/98	01/07/98
37014	Azay-le-Rideau	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37014	Azay-le-Rideau	01/11/97	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37014	Azay-le-Rideau	01/12/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37015	Azay-sur-Cher	01/01/92	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37015	Azay-sur-Cher	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37015	Azay-sur-Cher	01/09/96	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37015	Azay-sur-Cher	01/12/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37018	Ballan-Miré	01/05/93	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37018	Ballan-Miré	01/09/96	31/10/97	12/06/98	01/07/98
37018	Ballan-Miré	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37018	Ballan-Miré	01/11/97	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37018	Ballan-Miré	01/12/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37018	Ballan-Miré	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37021	Beaumont-la-Ronce	01/05/93	31/12/96	08/07/97	19/07/97
37021	Beaumont-la-Ronce	01/01/97	31/10/97	12/06/98	01/07/98
37021	Beaumont-la-Ronce	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37021	Beaumont-la-Ronce	01/11/97	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37021	Beaumont-la-Ronce	01/12/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37021	Beaumont-la-Ronce	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94

CODE INSEE	COMMUNE	DATE DEBUT DE PERIODE	DATE FIN DE PERIODE	DATE DE L'ARRETE	DATE DE PARUTION AU JO
37023	Beaumont-Village	01/01/92	31/12/96	08/07/97	19/07/97
37023	Beaumont-Village	01/01/91	31/12/91	18/05/93	12/06/93
37026	Betz-le-Château	01/01/96	31/12/96	08/07/97	19/07/97
37026	Betz-le-Château	01/01/97	31/10/97	12/06/98	01/07/98
37026	Betz-le-Château	01/11/97	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37027	Bléré	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37028	Bossay-sur-Claise	01/10/97	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37028	Bossay-sur-Claise	01/02/02	31/12/02	26/08/04	26/08/04
37029	Bossée	01/06/89	31/12/89	04/12/90	15/12/90
37029	Bossée	01/01/90	31/12/90	27/12/00	29/12/00
37031	Bourgueil	01/01/96	31/12/96	08/07/97	19/07/97
37032	Bournan	01/01/91	31/12/91	06/09/93	19/09/93
37032	Bournan	01/01/92	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37032	Bournan	01/09/96	31/10/97	12/06/98	01/07/98
37033	Boussay	01/01/91	31/12/91	16/08/93	03/09/93
37033	Boussay	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37036	Braye-sur-Maulne	01/01/91	31/12/91	16/08/93	03/09/93
37037	Brèches	01/06/89	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37039	Bridoré	01/08/97	30/09/98	19/05/99	05/06/99
37041	Bueil-en-Touraine	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37043	Cangey	01/01/96	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37046	Céré-la-Ronde	01/01/92	31/12/96	08/07/97	19/07/97
37046	Céré-la-Ronde	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37046	Céré-la-Ronde	01/01/97	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37046	Céré-la-Ronde	01/12/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37049	Chambourg-sur-Indre	01/01/91	31/12/91	06/09/93	19/09/93
37050	Chambray-lès-Tours	01/06/95	30/09/95	03/04/96	17/04/96
37050	Chambray-lès-Tours	01/06/89	31/12/89	04/12/90	15/12/90
37050	Chambray-lès-Tours	01/10/95	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37050	Chambray-lès-Tours	01/09/96	31/10/97	12/06/98	01/07/98
37050	Chambray-lès-Tours	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37050	Chambray-lès-Tours	01/11/97	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37050	Chambray-lès-Tours	01/12/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37050	Chambray-lès-Tours	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37051	Champigny-sur-Veude	01/01/90	31/10/97	12/06/98	01/07/98
37051	Champigny-sur-Veude	01/11/97	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37054	Chanceaux-sur-Choisille	01/05/93	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37054	Chanceaux-sur-Choisille	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37054	Chanceaux-sur-Choisille	01/09/96	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37054	Chanceaux-sur-Choisille	01/12/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37054	Chanceaux-sur-Choisille	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37059	Charentilly	01/01/96	31/08/96	11/02/97	23/02/97

CODE INSEE	COMMUNE	DATE DEBUT DE PERIODE	DATE FIN DE PERIODE	DATE DE L'ARRETE	DATE DE PARUTION AU JO
37061	Charnizay	01/01/91	31/12/91	06/09/93	19/09/93
37061	Charnizay	01/05/93	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37061	Charnizay	01/09/96	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37061	Charnizay	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37062	Château-la-Vallière	01/05/93	31/12/96	08/07/97	19/07/97
37062	Château-la-Vallière	01/01/91	31/12/91	16/08/93	03/09/93
37062	Château-la-Vallière	01/01/97	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37062	Château-la-Vallière	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37063	Château-Renault	01/01/96	30/11/96	19/09/97	11/10/97
37064	Chaumussay	01/06/89	31/12/89	04/12/90	15/12/90
37065	Chaveignes	01/01/91	31/12/96	08/07/97	19/07/97
37066	Chédigny	01/06/89	31/12/89	04/12/90	15/12/90
37066	Chédigny	01/01/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37066	Chédigny	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37067	Cheillé	01/06/89	31/12/89	04/12/90	15/12/90
37067	Cheillé	01/01/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37068	Chemillé-sur-Dême	01/06/89	31/12/89	04/12/90	15/12/90
37068	Chemillé-sur-Dême	01/12/90	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37068	Chemillé-sur-Dême	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37072	Chinon	01/06/89	31/12/89	04/12/90	15/12/90
37072	Chinon	01/05/93	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37072	Chinon	01/09/96	31/10/97	12/06/98	01/07/98
37072	Chinon	01/11/97	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37072	Chinon	01/06/89	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37072	Chinon	01/07/03	30/09/03	26/08/04	26/08/04
37076	Cinçais	01/01/96	31/12/96	02/02/98	18/02/98
37077	Cinq-Mars-la-Pile	01/06/89	31/12/89	04/12/90	15/12/90
37077	Cinq-Mars-la-Pile	01/04/93	30/10/96	12/03/98	28/03/98
37077	Cinq-Mars-la-Pile	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37077	Cinq-Mars-la-Pile	01/11/96	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37077	Cinq-Mars-la-Pile	01/12/90	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37078	Ciran	01/06/89	31/12/89	04/12/90	15/12/90
37078	Ciran	01/01/90	31/12/91	18/05/93	12/06/93
37078	Ciran	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37079	Civray-de-Touraine	01/01/96	30/11/96	08/07/97	19/07/97
37081	Cléré-les-Pins	01/01/96	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37084	Couesmes	01/06/89	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37094	Cussay	01/01/91	31/12/91	18/05/93	12/06/93
37094	Cussay	01/01/92	31/03/94	21/07/99	24/08/99
37094	Cussay	01/07/03	30/09/03	26/08/04	26/08/04
37115	Descartes	01/06/95	30/09/95	03/04/96	17/04/96

CODE INSEE	COMMUNE	DATE DEBUT DE PERIODE	DATE FIN DE PERIODE	DATE DE L'ARRETE	DATE DE PARUTION AU JO
37115	Descartes	01/06/89	31/12/89	04/12/90	15/12/90
37115	Descartes	01/10/95	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37115	Descartes	01/09/96	31/10/97	12/06/98	01/07/98
37115	Descartes	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37097	Dolus-le-Sec	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37097	Dolus-le-Sec	01/01/92	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37097	Dolus-le-Sec	01/12/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37099	Druye	01/01/92	31/12/96	08/07/97	19/07/97
37099	Druye	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37099	Druye	01/12/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37100	Epeigné-les-Bois	01/01/96	31/12/96	08/07/97	19/07/97
37100	Epeigné-les-Bois	01/01/97	31/10/97	12/06/98	01/07/98
37100	Epeigné-les-Bois	01/11/97	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37101	Epeigné-sur-Dême	01/12/90	31/12/96	08/07/97	19/07/97
37101	Epeigné-sur-Dême	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37104	Esvres	01/05/93	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37104	Esvres	01/09/96	31/10/97	12/06/98	01/07/98
37104	Esvres	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37104	Esvres	01/11/97	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37104	Esvres	01/12/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37104	Esvres	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37107	Ferrière-Larçon	01/05/93	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37107	Ferrière-Larçon	01/06/89	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37109	Fondettes	01/06/95	30/09/95	03/04/96	17/04/96
37109	Fondettes	01/06/89	31/12/89	04/12/90	15/12/90
37109	Fondettes	01/10/95	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37109	Fondettes	01/09/96	31/10/97	12/06/98	01/07/98
37109	Fondettes	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37109	Fondettes	01/12/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37109	Fondettes	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37110	Francueil	01/06/89	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37111	Genillé	01/06/89	31/12/89	04/12/90	15/12/90
37111	Genillé	01/12/90	31/12/91	06/12/93	28/12/93
37111	Genillé	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37111	Genillé	01/12/90	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37122	Joué-lès-Tours	01/05/93	31/12/95	01/10/96	17/10/96
37122	Joué-lès-Tours	01/06/89	31/12/89	04/12/90	15/12/90
37122	Joué-lès-Tours	01/01/96	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37122	Joué-lès-Tours	01/09/96	31/10/97	12/06/98	01/07/98
37122	Joué-lès-Tours	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37122	Joué-lès-Tours	01/11/97	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37122	Joué-lès-Tours	01/12/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93

CODE INSEE	COMMUNE	DATE DEBUT DE PERIODE	DATE FIN DE PERIODE	DATE DE L'ARRETE	DATE DE PARUTION AU JO
37122	Joué-lès-Tours	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37044	La Celle-Guenand	01/01/96	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37056	La Chapelle-aux-Naux	01/05/93	31/10/97	22/10/98	13/11/98
37056	La Chapelle-aux-Naux	01/06/89	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37057	La Chapelle-Blanche-Saint-Martin	01/06/89	31/12/89	04/12/90	15/12/90
37057	La Chapelle-Blanche-Saint-Martin	01/03/90	28/02/91	04/12/91	27/12/91
37057	La Chapelle-Blanche-Saint-Martin	01/05/93	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37057	La Chapelle-Blanche-Saint-Martin	01/03/91	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37057	La Chapelle-Blanche-Saint-Martin	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37058	La Chapelle-sur-Loire	01/06/89	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37091	La Croix-en-Touraine	01/01/96	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37151	La Membrolle-sur-Choisille	01/03/90	28/02/91	04/12/91	27/12/91
37151	La Membrolle-sur-Choisille	01/05/93	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37151	La Membrolle-sur-Choisille	01/09/96	31/10/97	12/06/98	01/07/98
37151	La Membrolle-sur-Choisille	01/11/97	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37151	La Membrolle-sur-Choisille	01/03/91	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37151	La Membrolle-sur-Choisille	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37195	La Riche	01/03/90	28/02/91	04/12/91	27/12/91
37195	La Riche	01/03/91	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37195	La Riche	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37260	La Tour-Saint-Gelin	01/01/96	31/12/96	08/07/97	19/07/97
37123	Langeais	01/01/96	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37124	Larçay	01/05/93	31/12/95	01/10/96	17/10/96
37124	Larçay	01/03/90	28/02/91	04/12/91	27/12/91
37124	Larçay	01/01/96	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37124	Larçay	01/09/96	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37124	Larçay	01/03/91	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37124	Larçay	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37136	Le Louroux	01/05/93	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37136	Le Louroux	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37136	Le Louroux	01/09/96	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37136	Le Louroux	01/12/90	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37184	Le Petit-Pressigny	01/06/89	31/12/89	04/12/90	15/12/90
37184	Le Petit-Pressigny	01/01/92	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37184	Le Petit-Pressigny	01/09/96	31/12/97	21/07/99	24/08/99
37184	Le Petit-Pressigny	01/01/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37102	Les Essards	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37130	Ligueil	01/06/89	31/12/89	04/12/90	15/12/90

CODE INSEE	COMMUNE	DATE DEBUT DE PERIODE	DATE FIN DE PERIODE	DATE DE L'ARRETE	DATE DE PARUTION AU JO
37130	Ligueil	01/05/93	31/12/96	08/07/97	19/07/97
37130	Ligueil	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37130	Ligueil	01/01/97	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37130	Ligueil	01/12/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37130	Ligueil	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37119	L'Ile-Bouchard	01/06/89	31/12/89	04/12/90	15/12/90
37119	L'Ile-Bouchard	01/01/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37132	Loches	01/06/89	31/12/89	04/12/90	15/12/90
37132	Loches	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37132	Loches	01/12/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37132	Loches	01/07/03	30/09/03	26/08/04	26/08/04
37134	Louans	01/01/96	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37134	Louans	01/09/96	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37135	Louestault	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37135	Louestault	01/12/90	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37139	Luynes	01/05/93	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37139	Luynes	01/09/96	31/10/97	12/06/98	01/07/98
37139	Luynes	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37139	Luynes	01/11/97	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37139	Luynes	01/12/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37139	Luynes	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37141	Luzillé	01/03/90	28/02/91	04/12/91	27/12/91
37141	Luzillé	01/01/92	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37141	Luzillé	01/01/92	31/10/97	15/07/98	29/07/98
37141	Luzillé	01/11/97	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37141	Luzillé	01/03/91	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37142	Maillé	01/01/91	31/12/91	16/08/93	03/09/93
37143	Manthelan	01/05/93	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37143	Manthelan	01/09/96	31/10/97	12/06/98	01/07/98
37143	Manthelan	01/01/91	31/12/91	16/08/93	03/09/93
37143	Manthelan	01/09/96	31/12/97	21/07/99	24/08/99
37143	Manthelan	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37146	Marcilly-sur-Maulne	01/01/96	31/12/96	08/07/97	19/07/97
37150	Mazières-de-Touraine	01/06/95	30/09/95	03/04/96	17/04/96
37150	Mazières-de-Touraine	01/10/95	30/11/96	08/07/97	19/07/97
37150	Mazières-de-Touraine	01/12/96	31/12/97	21/07/99	24/08/99
37150	Mazières-de-Touraine	01/06/89	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37152	Mettray	01/05/93	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37152	Mettray	01/09/96	31/10/97	12/06/98	01/07/98
37152	Mettray	01/01/91	31/12/91	16/08/93	03/09/93
37152	Mettray	01/11/97	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37152	Mettray	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94

CODE INSEE	COMMUNE	DATE DEBUT DE PERIODE	DATE FIN DE PERIODE	DATE DE L'ARRETE	DATE DE PARUTION AU JO
37154	Montbazon	01/05/93	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37154	Montbazon	01/09/96	31/10/97	12/06/98	01/07/98
37154	Montbazon	01/01/91	31/12/91	16/08/93	03/09/93
37154	Montbazon	01/11/97	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37154	Montbazon	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37155	Monthodon	01/06/89	31/10/97	12/06/98	01/07/98
37156	Montlouis-sur-Loire	01/01/91	31/12/91	06/09/93	19/09/93
37156	Montlouis-sur-Loire	01/05/93	31/07/96	11/02/97	23/02/97
37156	Montlouis-sur-Loire	01/09/96	31/10/97	12/06/98	01/07/98
37156	Montlouis-sur-Loire	01/11/97	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37156	Montlouis-sur-Loire	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37159	Monts	01/06/95	30/09/95	03/04/96	17/04/96
37159	Monts	01/06/89	31/12/89	04/12/90	15/12/90
37159	Monts	01/01/97	31/10/97	12/06/98	01/07/98
37159	Monts	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37159	Monts	01/11/97	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37159	Monts	01/10/95	31/12/96	19/09/97	11/10/97
37159	Monts	01/12/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37159	Monts	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37161	Mosnes	01/12/90	31/12/96	08/07/97	19/07/97
37161	Mosnes	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37161	Mosnes	01/01/97	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37162	Mouzay	01/06/89	31/12/89	04/12/90	15/12/90
37162	Mouzay	01/01/92	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37162	Mouzay	01/12/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37163	Nazelles-Négron	01/01/91	31/12/91	16/08/93	03/09/93
37167	Neuillé-Pont-Pierre	01/05/93	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37167	Neuillé-Pont-Pierre	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37167	Neuillé-Pont-Pierre	01/12/90	31/12/91	16/08/93	03/09/93
37167	Neuillé-Pont-Pierre	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37168	Neuilly-le-Brignon	01/01/96	31/12/96	08/07/97	19/07/97
37168	Neuilly-le-Brignon	01/01/97	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37169	Neuville-sur-Brenne	01/01/91	31/12/91	16/08/93	03/09/93
37172	Notre-Dame-d'Oé	01/03/90	28/02/91	04/12/91	27/12/91
37172	Notre-Dame-d'Oé	01/05/93	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37172	Notre-Dame-d'Oé	01/09/96	31/10/97	12/06/98	01/07/98
37172	Notre-Dame-d'Oé	01/11/97	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37172	Notre-Dame-d'Oé	01/03/91	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37172	Notre-Dame-d'Oé	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37173	Nouans-les-Fontaines	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37173	Nouans-les-Fontaines	01/01/92	30/09/98	19/05/99	05/06/99
37173	Nouans-les-Fontaines	01/12/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93

CODE INSEE	COMMUNE	DATE DEBUT DE PERIODE	DATE FIN DE PERIODE	DATE DE L'ARRETE	DATE DE PARUTION AU JO
37174	Nouâtre	01/06/89	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37175	Nouzilly	01/01/96	31/12/96	08/07/97	19/07/97
37175	Nouzilly	01/01/97	31/10/97	12/06/98	01/07/98
37177	Orbigny	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37179	Parçay-Meslay	01/05/93	31/12/96	02/02/98	18/02/98
37179	Parçay-Meslay	01/06/89	31/12/89	04/12/90	15/12/90
37179	Parçay-Meslay	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37179	Parçay-Meslay	01/01/97	31/10/97	15/07/98	29/07/98
37179	Parçay-Meslay	01/11/97	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37179	Parçay-Meslay	01/12/90	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37182	Pernay	01/01/91	31/12/91	16/08/93	03/09/93
37185	Pocé-sur-Cisse	01/01/96	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37189	Preuilly-sur-Claise	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37189	Preuilly-sur-Claise	01/12/90	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37194	Reugny	01/01/92	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37194	Reugny	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37194	Reugny	01/12/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37200	Rivarennes	01/01/96	31/12/96	08/07/97	19/07/97
37203	Rochechouart	01/06/89	31/12/89	04/12/90	15/12/90
37203	Rochechouart	01/01/94	31/12/96	12/03/98	28/03/98
37203	Rochechouart	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37203	Rochechouart	01/12/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37203	Rochechouart	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37204	Rouziers-de-Touraine	01/05/93	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37204	Rouziers-de-Touraine	01/06/89	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37206	Saint-Antoine-du-Rocher	01/01/96	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37208	Saint-Avertin	01/05/93	31/12/95	01/10/96	17/10/96
37208	Saint-Avertin	01/06/89	31/12/89	04/12/90	15/12/90
37208	Saint-Avertin	01/01/96	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37208	Saint-Avertin	01/09/96	31/10/97	12/06/98	01/07/98
37208	Saint-Avertin	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37208	Saint-Avertin	01/11/97	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37208	Saint-Avertin	01/12/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37208	Saint-Avertin	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37211	Saint-Branches	01/06/89	31/12/89	04/12/90	15/12/90
37211	Saint-Branches	01/05/93	31/12/96	08/07/97	19/07/97
37211	Saint-Branches	01/01/97	31/10/97	12/06/98	01/07/98
37211	Saint-Branches	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37211	Saint-Branches	01/12/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37211	Saint-Branches	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37211	Saint-Branches	01/07/03	30/09/03	26/08/04	26/08/04

CODE INSEE	COMMUNE	DATE DEBUT DE PERIODE	DATE FIN DE PERIODE	DATE DE L'ARRETE	DATE DE PARUTION AU JO
37213	Saint-Christophe-sur-le-Nais	01/01/92	31/10/97	12/06/98	01/07/98
37213	Saint-Christophe-sur-le-Nais	01/01/91	31/12/91	16/08/93	03/09/93
37214	Saint-Cyr-sur-Loire	01/01/97	31/10/97	12/06/98	01/07/98
37214	Saint-Cyr-sur-Loire	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37214	Saint-Cyr-sur-Loire	01/11/97	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37214	Saint-Cyr-sur-Loire	01/05/93	31/12/96	19/09/97	11/10/97
37214	Saint-Cyr-sur-Loire	01/12/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37214	Saint-Cyr-sur-Loire	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37212	Sainte-Catherine-de-Fierbois	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37212	Sainte-Catherine-de-Fierbois	01/12/90	30/11/96	19/09/97	11/10/97
37226	Sainte-Maure-de-Touraine	01/01/96	31/10/97	22/10/98	13/11/98
37217	Saint-Etienne-de-Chigny	01/12/90	31/12/96	08/07/97	19/07/97
37217	Saint-Etienne-de-Chigny	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37218	Saint-Flavier	01/06/89	31/12/89	04/12/90	15/12/90
37218	Saint-Flavier	05/08/02	31/12/02	08/07/03	26/07/03
37219	Saint-Genouph	01/01/97	31/10/97	12/06/98	01/07/98
37222	Saint-Jean-Saint-Germain	01/01/92	30/04/93	03/03/95	17/03/95
37222	Saint-Jean-Saint-Germain	01/06/89	31/12/89	04/12/90	15/12/90
37222	Saint-Jean-Saint-Germain	01/01/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37224	Saint-Laurent-en-Gâtines	01/01/96	31/10/96	08/07/97	19/07/97
37225	Saint-Martin-le-Beau	01/03/90	28/02/91	04/12/91	27/12/91
37225	Saint-Martin-le-Beau	01/05/93	31/12/96	08/07/97	19/07/97
37225	Saint-Martin-le-Beau	01/03/91	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37225	Saint-Martin-le-Beau	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37227	Saint-Michel-sur-Loire	01/01/96	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37230	Saint-Ouen-les-Vignes	01/01/96	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37231	Saint-Paterne-Racan	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37231	Saint-Paterne-Racan	01/12/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37237	Saint-Roch	01/01/96	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37240	Saunay	01/01/96	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37241	Savigné-sur-Lathan	01/01/96	31/12/96	08/07/97	19/07/97
37242	Savigny-en-Véron	01/03/90	28/02/91	04/12/91	27/12/91
37242	Savigny-en-Véron	01/05/93	31/12/96	08/07/97	19/07/97
37242	Savigny-en-Véron	01/01/97	31/10/97	12/06/98	01/07/98
37242	Savigny-en-Véron	01/11/97	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37242	Savigny-en-Véron	01/03/91	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37242	Savigny-en-Véron	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37243	Savonnières	01/01/92	31/10/97	12/06/98	01/07/98
37243	Savonnières	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37243	Savonnières	01/11/97	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37243	Savonnières	01/12/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93

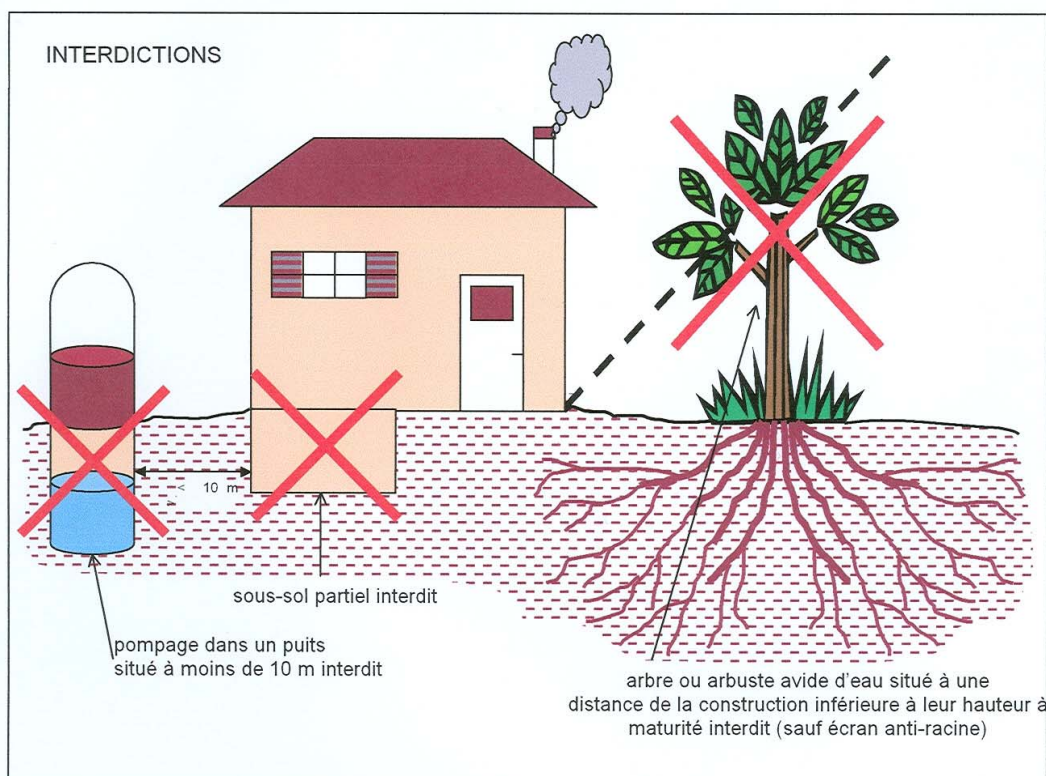
CODE INSEE	COMMUNE	DATE DEBUT DE PERIODE	DATE FIN DE PERIODE	DATE DE L'ARRETE	DATE DE PARUTION AU JO
37245	Semblançay	01/01/96	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37245	Semblançay	01/09/96	31/10/97	12/06/98	01/07/98
37249	Sonzay	01/01/96	31/12/96	08/07/97	19/07/97
37250	Sorigny	01/06/95	30/09/95	03/04/96	17/04/96
37250	Sorigny	01/06/89	31/12/89	04/12/90	15/12/90
37250	Sorigny	01/10/95	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37250	Sorigny	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37250	Sorigny	01/09/96	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37250	Sorigny	01/12/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37250	Sorigny	01/07/03	30/09/03	26/08/04	26/08/04
37254	Tauxigny	01/06/89	31/12/89	04/12/90	15/12/90
37254	Tauxigny	01/01/90	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37257	Thilouze	01/01/96	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37259	Tournon-Saint-Pierre	01/03/90	28/02/91	04/12/91	27/12/91
37261	Tours	01/06/95	30/09/95	03/04/96	17/04/96
37261	Tours	01/06/89	31/12/89	04/12/90	15/12/90
37261	Tours	01/10/95	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37261	Tours	01/09/96	31/10/97	12/06/98	01/07/98
37261	Tours	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37261	Tours	01/11/97	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37261	Tours	01/12/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37261	Tours	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37263	Truyes	01/01/96	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37265	Varennes	01/01/96	30/11/96	08/07/97	19/07/97
37266	Veigné	01/06/95	30/09/95	03/04/96	17/04/96
37266	Veigné	01/06/89	31/12/89	04/12/90	15/12/90
37266	Veigné	01/10/95	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37266	Veigné	01/09/96	31/10/97	12/06/98	01/07/98
37266	Veigné	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37266	Veigné	01/11/97	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37266	Veigné	01/12/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37266	Veigné	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37267	Véretz	01/05/93	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37267	Véretz	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37267	Véretz	01/12/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37267	Véretz	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37269	Verneuil-sur-Indre	01/01/96	30/11/96	08/07/97	19/07/97
37270	Vernou-sur-Brenne	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37270	Vernou-sur-Brenne	01/12/90	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37271	Villaines-les-Rochers	01/01/96	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37272	Villandry	01/01/92	31/12/96	08/07/97	19/07/97
37272	Villandry	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91

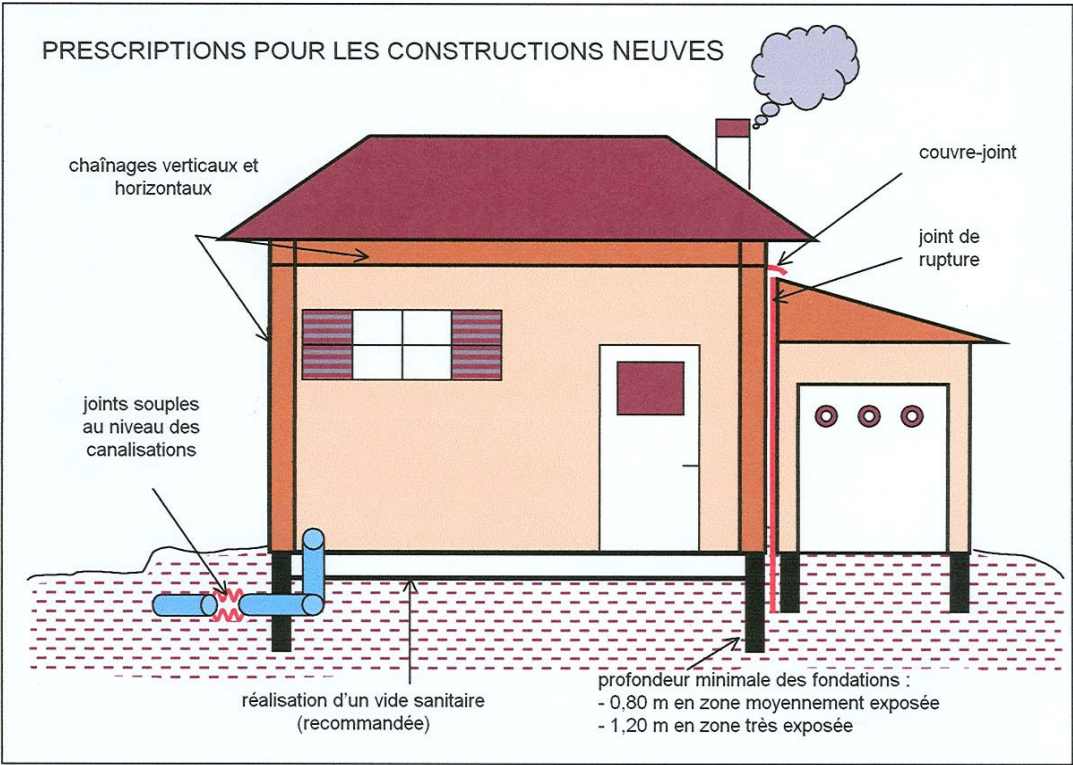
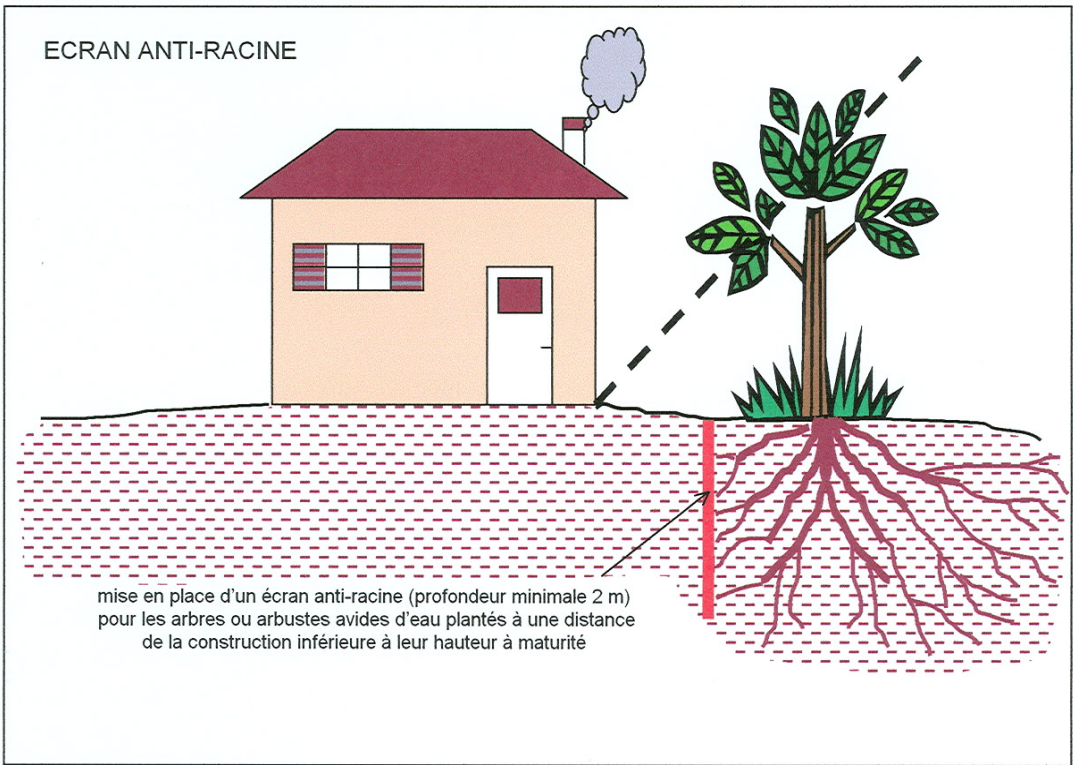
CODE INSEE	COMMUNE	DATE DEBUT DE PERIODE	DATE FIN DE PERIODE	DATE DE L'ARRETE	DATE DE PARUTION AU JO
37272	Villandry	01/01/97	31/12/97	22/10/98	13/11/98
37272	Villandry	01/12/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37276	Villedômer	01/01/96	31/12/96	08/07/97	19/07/97
37276	Villedômer	01/01/97	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37278	Villeperdue	01/05/93	31/10/97	12/06/98	01/07/98
37278	Villeperdue	01/01/91	31/12/91	16/08/93	03/09/93
37278	Villeperdue	01/11/97	30/09/98	19/03/99	03/04/99
37278	Villeperdue	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94
37278	Villeperdue	01/07/03	30/09/03	26/08/04	26/08/04
37281	Vouvray	01/05/93	31/08/96	11/02/97	23/02/97
37281	Vouvray	01/03/90	30/11/90	12/08/91	30/08/91
37281	Vouvray	01/12/90	31/12/91	25/01/93	07/02/93
37281	Vouvray	01/01/92	30/04/93	27/05/94	10/06/94

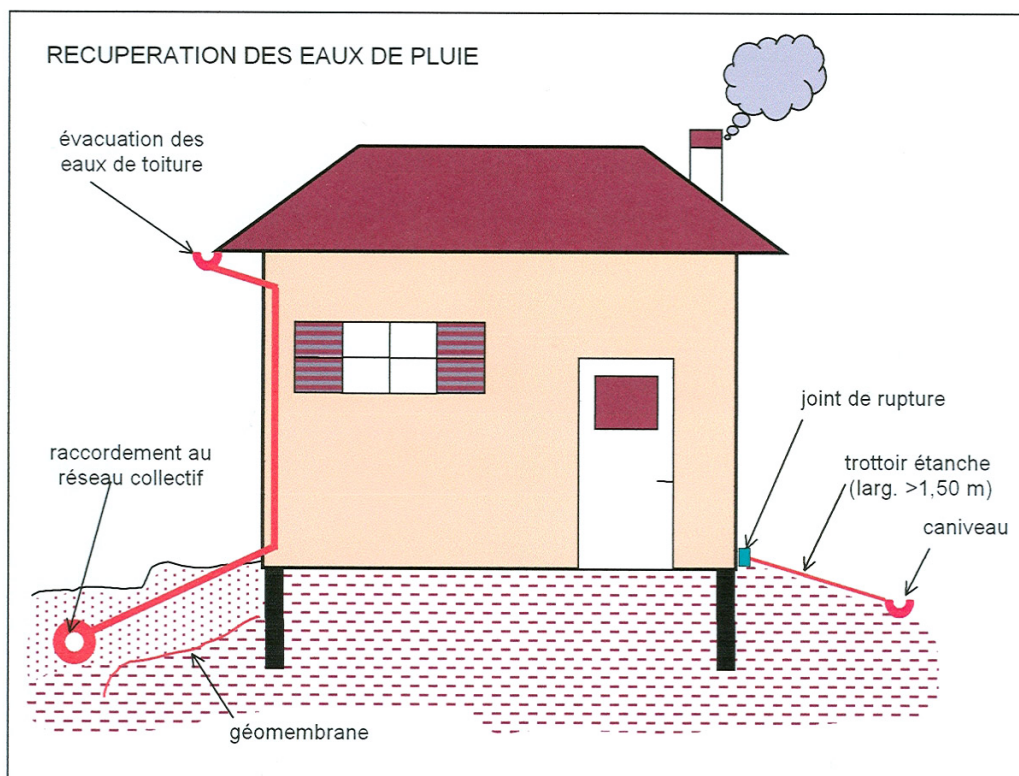
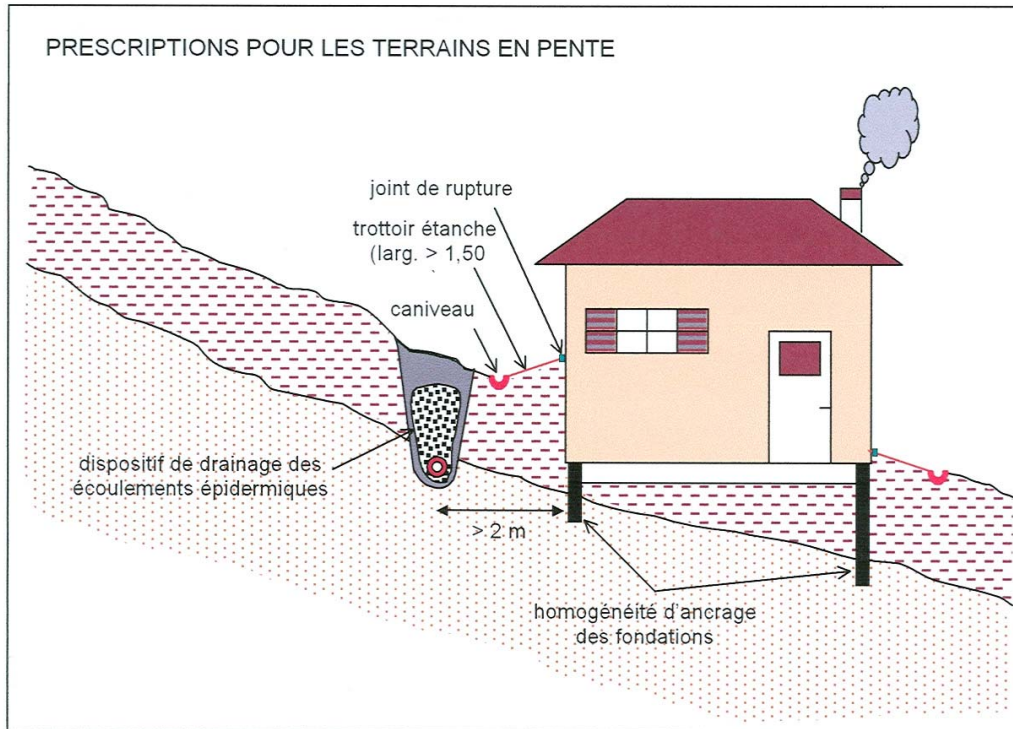
Annexe 4

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

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



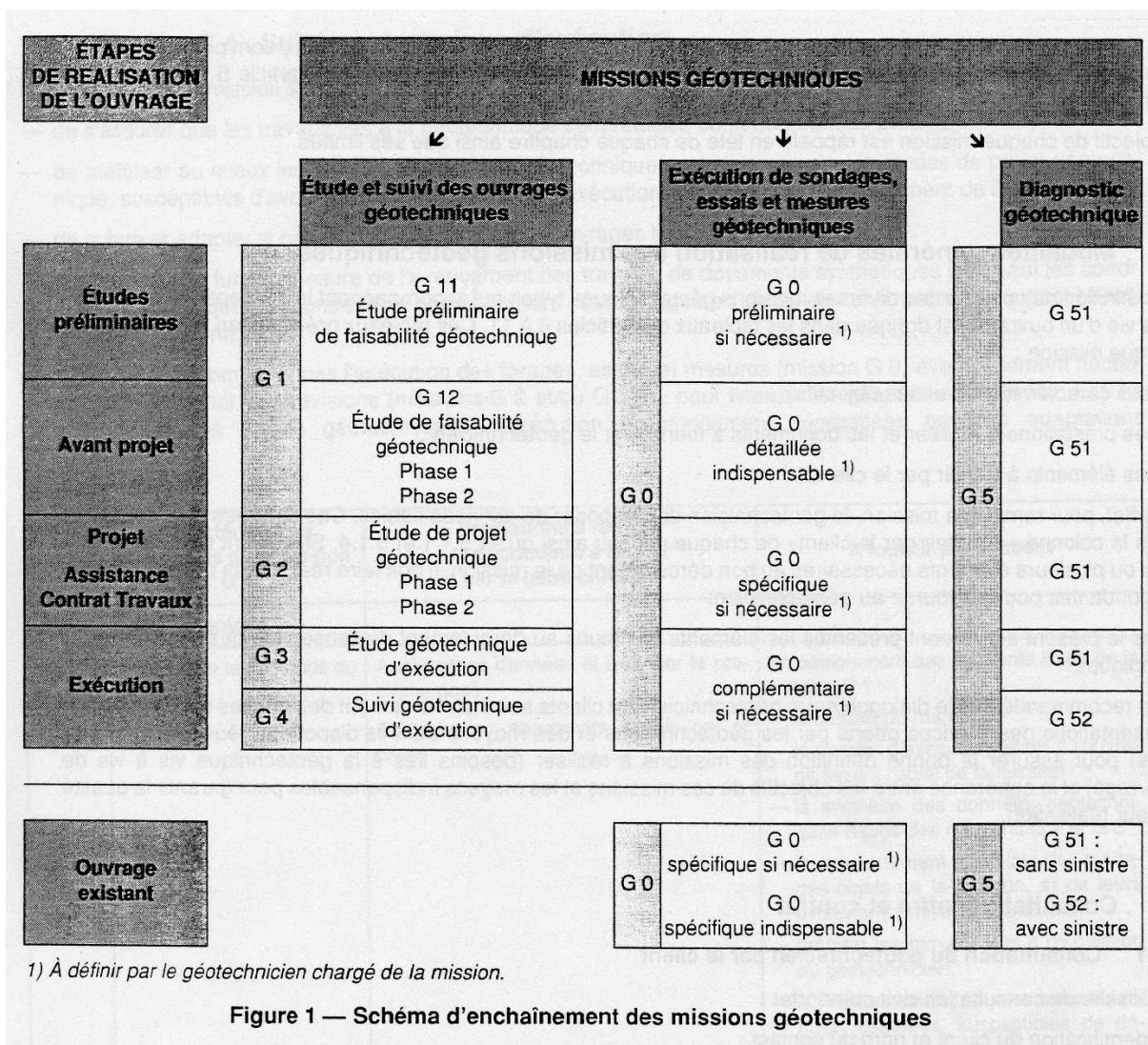




Annexe 5

Extraits de la norme AFNOR NF P94-500 (juin 2000) intitulée « Missions géotechniques – Classifications et spécifications »

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



4 Classification des missions géotechniques types

La classification des missions géotechniques types est donnée par le tableau 1 et la figure 1.

Tableau 1 — Classification des missions géotechniques types

<p>L'enchaînement des missions géotechniques suit les phases d'élaboration du projet. Les missions G 1, G 2, G 3, G 4 doivent être réalisées successivement. Une mission géotechnique ne peut contenir qu'une partie d'une mission type qu'après accord explicite entre le client et le géotechnicien.</p>
<p>G 0 Exécution de sondages, essais et mesures géotechniques :</p> <ul style="list-style-type: none"> — Exécuter les sondages, essais et mesures en place ou en laboratoire selon un programme défini dans des missions de type G 1 à G 5 ; — Fournir un compte rendu factuel donnant la coupe des sondages, les procès verbaux d'essais et les résultats des mesures. <p><i>Cette mission d'exécution exclut toute activité d'étude ou de conseil ainsi que toute forme d'interprétation.</i></p>
<p>G 1 Étude de faisabilité géotechnique</p> <p><i>Ces missions G 1 excluent toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages qui entre dans le cadre exclusif d'une mission d'étude de projet géotechnique G 2.</i></p> <p>G 11 Étude préliminaire de faisabilité géotechnique :</p> <ul style="list-style-type: none"> — Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et préciser l'existence d'avoisinants ; — Définir si nécessaire une mission G 0 préliminaire, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ; — Fournir un rapport d'étude préliminaire de faisabilité géotechnique avec certains principes généraux d'adaptation de l'ouvrage au terrain, mais sans aucun élément de prédimensionnement. <p><i>Cette mission G 11 doit être suivie d'une mission G 12 pour définir les hypothèses géotechniques nécessaires à l'établissement du projet.</i></p> <p>G 12 Étude de faisabilité des ouvrages géotechniques (après une mission G 11) :</p> <p>Phase 1 :</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir une mission G 0 détaillée, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ; — Fournir un rapport d'étude géotechnique donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte pour la justification du projet, et les principes généraux de construction des ouvrages géotechniques (notamment terrassements, soutènements, fondations, risques de déformation des terrains, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants). <p>Phase 2 :</p> <ul style="list-style-type: none"> — Présenter des exemples de prédimensionnement de quelques ouvrages géotechniques types envisagés (notamment : soutènements, fondations, améliorations de sols). <p><i>Cette étude sera reprise et détaillée lors de l'étude de projet géotechnique (mission G 2).</i></p>
<p>G 2 Étude de projet géotechnique</p> <p><i>Cette étude spécifique doit être prévue et intégrée dans la mission de maîtrise d'œuvre.</i></p> <p>Phase 1 :</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir si nécessaire une mission G 0 spécifique, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ; — Fournir les notes techniques donnant les méthodes d'exécution retenues pour les ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, fondations, dispositions spécifiques vis-à-vis des nappes et avoisinants), avec certaines notes de calcul de dimensionnement, une approche des quantités, délais et coûts d'exécution de ces ouvrages géotechniques. <p>Phase 2 :</p> <ul style="list-style-type: none"> — Établir les documents nécessaires à la consultation des entreprises pour l'exécution des ouvrages géotechniques (plans, notices techniques, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel) ; — Assister le client pour la sélection des entreprises et l'analyse technique des offres.
<p>G 3 Étude géotechnique d'exécution</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir si nécessaire une mission G 0 complémentaire, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ; — Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment validation des hypothèses géotechniques, définition et dimensionnement (calculs justificatifs), méthodes et conditions d'exécution (phasages, suivi, contrôle). <p><i>Pour la maîtrise des incertitudes et aléas géotechniques en cours d'exécution, les missions G 2 et G 3 doivent être suivies d'une mission de suivi géotechnique d'exécution G 4.</i></p>
<p>G 4 Suivi géotechnique d'exécution</p> <ul style="list-style-type: none"> — Suivre et adapter si nécessaire l'exécution des ouvrages géotechniques, avec définition d'un programme d'auscultation et des valeurs seuils correspondantes, analyse et synthèse périodique des résultats des mesures ; — Définir si nécessaire une mission G 0 complémentaire, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ; — Participer à l'établissement du dossier de fin de travaux et des recommandations de maintenance des ouvrages géotechniques.
<p>G 5 Diagnostic géotechnique</p> <p><i>L'objet d'une mission G 5 est strictement limitatif, il ne porte pas sur la totalité du projet ou de l'ouvrage</i></p> <p>G 51 Avant, pendant ou après construction d'un ouvrage sans sinistre :</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir si nécessaire une mission G 0 spécifique, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ; — Étudier de façon approfondie un élément géotechnique spécifique (par exemple soutènement, rabattement, etc.) sur la base des données géotechniques fournies par une mission G 12, G 2, G 3 ou G 4 et validées dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans les autres domaines géotechniques de l'ouvrage. <p>G 52 Sur un ouvrage avec sinistre :</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir une mission G 0 spécifique, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ; — Rechercher les causes géotechniques du sinistre constaté, donner une première approche des remèdes envisageables. <p><i>Une étude de projet géotechnique G 2 doit être réalisée ultérieurement.</i></p>

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 Veigné – Proposition de règlement (document type)

Plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPR)

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

Commune de VEIGNÉ

Règlement



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Préfecture
Indre-et-Loire



Direction
Départementale
de l'Équipement
Indre-et-Loire

Service urbanisme aménagement
et environnement
61, avenue de Grammont
37041 TOURS Cedex
Tél. 02 47 70 80 90



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

Commune de VEIGNÉ
(Indre-et-Loire)

RÈGLEMENT

I. Portée du règlement	93
I.1. Champ d'application	93
I.2. Effets du PPR	93
II. Dispositions applicables à la zone fortement exposée (B1)	95
II.1. Mesures applicables aux projets de construction	95
II.1.1. Mesures constructives	95
II.1.1.1. Mesures applicables aux logements individuels hors permis groupés ...	95
II.1.1.2. Mesure applicable à tous les autres bâtiments à l'exception des bâtiments à usage agricole et des annexes d'habitation non accolées ...	96
II.1.2. Mesures applicables à l'environnement immédiat de l'ensemble des constructions projetées	96
II.1.2.1. Sont interdits	96
II.1.2.2. Sont prescrits	97
II.2. Mesures applicables aux constructions existantes	97
II.2.1. Sont rendus immédiatement obligatoires	97
II.2.2. Est rendue obligatoire dans un délai d'un an après approbation du présent PPR	98
II.2.3. Sont rendus obligatoires dans un délai de cinq ans après approbation du présent PPR	98
III. Dispositions applicables à la zone faiblement à moyennement exposée (B2)	99
III.1. Mesures applicables aux projets de construction	99
III.1.1.1. Mesures applicables aux logements individuels hors permis groupés....	99
III.1.1.2. Mesure applicable à tous les autres bâtiments à l'exception des bâtiments à usage agricole et des annexes d'habitation non accolées...	100
III.1.2. Mesures applicables à l'environnement immédiat de l'ensemble des constructions projetées.....	100
III.1.2.1. Sont interdits	100
III.1.2.2. Sont prescrits	101
III.2. Mesures applicables aux constructions existantes	101
III.2.1. Est rendue immédiatement obligatoire	101
III.2.2. Sont rendues obligatoires dans un délai de 5 ans après approbation du présent PPR	101

I. Portée du règlement

I.1. CHAMP D'APPLICATION

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

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

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

I.2. EFFETS DU PPR

Le PPR approuvé vaut servitude d'utilité publique. À 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.526-5 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.

II. Dispositions applicables à la zone fortement exposée (B1)

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 fortement exposées (B1) délimitées sur le plan du zonage réglementaire, sauf dispositions contraires explicitement mentionnées.

II.1. MESURES APPLICABLES AUX PROJETS DE CONSTRUCTION

II.1.1. Mesures constructives

II.1.1.1. Mesures applicables aux logements individuels hors permis groupés

II.1.1.1.a. Est interdite :

L'exécution d'un sous-sol partiel sauf si elle est justifiée par une étude géotechnique spécifique avec réalisation de fondations adaptées.

II.1.1.1.b. Sont prescrites :

À défaut d'étude géotechnique couvrant la conception, le pré-dimensionnement et l'exécution des fondations, ainsi que l'adaptation de la construction aux caractéristiques du site, conformément à la mission géotechnique type G0 + G12 spécifiée dans la norme NF P94-500, les dispositions suivantes :

- en matière de fondations :
 - la profondeur minimum des fondations est fixée à 1,20 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 déblai ou déblai-remblais, ces fondations doivent être descendues à une profondeur plus importante à l'aval qu'à l'amont afin d'assurer une homogénéité de l'ancrage,
 - les fondations sur semelles doivent être continues, armées et bétonnées à pleine fouille, selon les préconisations de la norme DTU 13-12 : règles pour le calcul des fondations superficielles.

- en matière de conception et de réalisation des constructions :
 - 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 sur vide sanitaire ou sur sous-sol total est 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,
 - un dispositif d'isolation thermique des murs doit être mis en place en cas de source de chaleur en sous-sol.

II.1.1.2. Mesure applicable à tous les autres bâtiments à l'exception des bâtiments à usage agricole et des annexes d'habitation non accolées

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 l'exécution des fondations, ainsi que l'adaptation de la construction aux caractéristiques du site, conformément à la mission géotechnique type G0 + G12 spécifiée dans la norme NF P94-500.

II.1.2. MESURES APPLICABLES À L'ENVIRONNEMENT IMMÉDIAT DE L'ENSEMBLE DES CONSTRUCTIONS PROJETÉES

À défaut d'investigations ou d'études réalisées dans le cadre des missions géotechniques définies dans la norme NP P94-500 et aboutissant à des dispositions contraires, les mesures suivantes sont applicables :

II.1.2.1. Sont interdits :

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

II.1.2.2. Sont prescrits :

- le rejet des eaux pluviales ou usées dans le réseau collectif lorsqu'il existe. À défaut, les éventuels rejets ou puits d'infiltration doivent être situés à une distance minimale de 15 m de toute construction ;
- la mise en place de dispositifs assurant l'étanchéité des canalisations d'évacuation des eaux usées et pluviales (joints souples...) ;
- la récupération des eaux de ruissellement et leur 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 dispositif d'évacuation de type caniveau ;
- le captage des écoulements dans le proche sous-sol 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 existants situés à une distance de l'emprise de la construction projetée inférieure à leur hauteur à maturité. Un délai minimum de un an doit être respecté entre cet arrachage et le démarrage des travaux de construction lorsque le déboisement concerne des arbres de grande taille ou en nombre important (plus de cinq) ;
- à défaut de possibilité d'abattage des arbres situés à une distance de l'emprise de la construction inférieure à leur hauteur à maturité, la mise en place d'écran anti-racines d'une profondeur minimale de 2 m.

II.2. MESURES APPLICABLES AUX CONSTRUCTIONS EXISTANTES

Les dispositions du présent titre s'appliquent à l'ensemble des zones fortement exposées (B1) délimitées sur le plan du 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-après 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.

II.2.1. Sont rendus immédiatement obligatoires :

- le respect d'une distance supérieure à leur hauteur à maturité (1,5 fois en cas de rideau d'arbres ou d'arbustes) pour toute nouvelle plantation d'arbre ou d'arbuste avide d'eau, sauf mise en place d'écran anti-racines d'une profondeur minimale de 2 m ;
- le respect des mesures préconisées par une étude de faisabilité, en application de la mission géotechnique G12 spécifiée dans la norme NF P94-500, pour les travaux de déblais ou de remblais modifiant localement la profondeur d'encastrement des fondations ;

- la mise en place de dispositifs assurant l'étanchéité des canalisations d'évacuation des eaux usées et pluviales (joints souples...) en cas de remplacement de ces dernières.

II.2.2. Est rendu obligatoire dans un délai d'un an après approbation du présent PPR :

- 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.

II.2.3. Sont rendus obligatoires dans un délai de cinq ans après approbation du présent PPR :

- le raccordement des canalisations d'eaux usées et pluviales au réseau collectif lorsqu'il existe. À défaut, les éventuels rejets ou puits d'infiltration doivent être situés à une distance minimale de 15 m de toute construction ;
- la récupération des eaux de ruissellement et son évacuation des abords de la construction par un dispositif de type caniveau ;
- la mise en place d'un dispositif d'isolation thermique des murs en cas de source de chaleur en sous-sol ;
- l'élagage ou l'arrachage des arbres ou arbustes avides d'eau implantés à une distance de la construction inférieure à leur hauteur à maturité (1,5 fois en cas de rideau d'arbres ou d'arbustes), sauf mise en place d'un écran anti-racine d'une profondeur minimale de 2 m ;
- 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 dispositif d'évacuation de type caniveau ; il peut être dérogé à cette prescription en cas d'impossibilité matérielle (maison construite en limite de propriété par exemple).

III. Dispositions applicables à la zone faiblement à moyennement exposée (B2)

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 faiblement à moyennement exposées (B2) délimitées sur le plan du zonage réglementaire, sauf dispositions contraires explicitement mentionnées.

III.1. Mesures applicables aux projets de construction

III.1.1. Mesures constructives

III.1.1.1. Mesures applicables aux logements individuels hors permis groupés

III.1.1.1.a. Est interdite :

L'exécution d'un sous-sol partiel sauf si elle est justifiée par une étude géotechnique spécifique avec réalisation de fondations adaptées.

III.1.1.1.b. Sont prescrites :

À défaut d'étude géotechnique couvrant la conception, le pré-dimensionnement et l'exécution des fondations, ainsi que l'adaptation de la construction aux caractéristiques du site, conformément à la mission géotechnique type G0 + G12 spécifiée dans la norme NF P94-500, les dispositions suivantes :

- en matière de fondations :
 - 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 déblai ou déblai-remblais, ces fondations doivent être descendues à une profondeur plus importante à l'aval qu'à l'amont afin d'assurer une homogénéité de l'ancrage,
 - les fondations sur semelles doivent être continues, armées et bétonnées à pleine fouille, selon les préconisations de la norme DTU 13-12 : règles pour le calcul des fondations superficielles.

- en matière de conception et de réalisation des constructions :
 - 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 sur vide sanitaire ou sur sous-sol total est recommandée. À 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,
 - un dispositif d'isolation thermique des murs doit être mis en place en cas de source de chaleur en sous-sol.

III.1.1.2. Mesure applicable à tous les autres bâtiments à l'exception des bâtiments à usage agricole et des annexes d'habitation non accolés

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 l'exécution des fondations, ainsi que l'adaptation de la construction aux caractéristiques du site, conformément à la mission géotechnique type G0 + G12 spécifiée dans la norme NF P94-500.

III.1.2. Mesures applicables à l'environnement immédiat de l'ensemble des constructions projetées

À défaut d'investigations ou d'études réalisées dans le cadre des missions géotechniques définies dans la norme NP P94-500 et aboutissant à des dispositions contraires, les mesures suivantes sont applicables :

III.1.2.1. Sont interdits :

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

III.1.2.2. Sont prescrits :

- le rejet des eaux pluviales ou usées dans le réseau collectif lorsqu'il existe. À défaut, les éventuels rejets ou puits d'infiltration doivent être situés à une distance minimale de 15 m de toute construction ;
- la mise en place de dispositifs assurant l'étanchéité des canalisations d'évacuation des eaux usées et pluviales (joints souples...) ;
- la récupération des eaux de ruissellement et leur 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 dispositif d'évacuation de type caniveau ;
- le captage des écoulements dans le proche sous-sol 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 existants situés à une distance de l'emprise de la construction projetée inférieure à leur hauteur à maturité, sauf mise en place d'écran anti-racines d'une profondeur minimale de 2 m.

III.2. Mesures applicables aux constructions existantes

Les dispositions du présent titre à l'ensemble des zones faiblement à moyennement exposées (B2) délimitées sur le plan du 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-après 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.

III.2.1. Est rendue immédiatement obligatoire :

- le respect d'une distance supérieure à leur hauteur à maturité (1,5 fois en cas de rideau d'arbres ou d'arbustes) pour toute nouvelle plantation d'arbre ou d'arbuste avide d'eau, sauf mise en place d'écran anti-racines d'une profondeur minimale de 2 m.

III.2.2. Sont rendues obligatoires dans un délai de cinq ans après approbation du présent PPR :

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



Géosciences pour une Terre durable

brgm

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

Service géologique régional Provence-Alpes-Côte-d'Azur
117, avenue de Luminy
BP 167
13276 Marseille Cedex 09 - France
Tél. : 04 91 17 74 74