



Établissement de Plans de prévention des risques naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux dans le département de l'Aube

BRGM/RP-57143-FR
mars 2009



Établissement de Plans de prévention des risques naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux dans le département de l'Aube

BRGM/RP-57143-FR
mars 2009

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 06RISD25

E. Plat
avec la collaboration de
M. Imbault

Vérificateur :

Nom : Marc VINCENT

Date : 27 mars 2009

Signature :



Approbateur :

Nom : Nicolas ZORNETTE

Date : 31 mars 2009

Signature :



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



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

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

Plat E., avec la collaboration de **Imbault M.** (2009) - Établissement de Plans de prévention des risques naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux dans le département de l'Aube. Rapport BRGM/RP-57143-FR, 32 p., 3 ill., 1 carte h.-t., 2 ann., 1 CD-Rom.

© BRGM, 2009, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

Le Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire (MEEDDAT) a souhaité initier la réalisation de Plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN) concernant spécifiquement les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux, 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.

L'Aube fait partie des départements français touchés par ces tassements différentiels des sols argileux, puisque sur les 433 communes que compte le département, 32 (rassemblant près de 26,7 % de la population départementale) ont été reconnues au moins une fois en état de catastrophe naturelle pour ce phénomène à ce jour, et ceci pour des périodes comprises entre mai 1989 et septembre 2003. 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-56710-FR, novembre 2008) a ainsi permis de recenser et localiser 167 sinistres déclarés.

Dans la continuité de ce travail, et dans le cadre de la même convention signée entre la Préfecture de l'Aube et le BRGM, cette carte départementale d'aléa a été transposée en proposition de zonages réglementaires communaux, afin de préparer la réalisation éventuelle de Plans de prévention des risques naturels (PPRN) concernant spécifiquement le phénomène de retrait-gonflement des argiles. Le BRGM a aussi été chargé de proposer des documents types susceptibles de servir de base à l'élaboration des notes de présentation et règlement pour l'établissement de ces PPRN, et ceci conformément à une méthodologie élaborée par le BRGM en concertation étroite avec la Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR/SRNH) du MEEDDAT.

A ce jour, il n'a pas encore été prescrit de PPRN retrait-gonflement dans le département de l'Aube. La commune de Verrières a cependant été choisie par la Préfecture et la Direction Départementale de l'Équipement et de l'Agriculture (DDEA) pour servir d'illustration de la méthode retenue pour l'établissement de ces futurs PPRN. Dans le présent rapport, un exemple complet de dossier PPRN (proposition de zonage réglementaire, de note de présentation et de règlement) concernant cette commune est présenté en annexe sur support papier, mais les plans de zonage ont été réalisés pour l'ensemble des communes du département de l'Aube et sont fournis sur support numérique au format MapInfo®. La Préfecture et la DDEA de l'Aube disposeront ainsi de tous les éléments pour établir les PPRN, au fur et à mesure de leur prescription éventuelle, après concertation avec la population et les élus des communes concernées.

Sommaire

1. Introduction.....	7
2. Réalisation du plan de zonage réglementaire.....	9
2.1. PRINCIPES DU ZONAGE	9
2.2. CARTE DEPARTEMENTALE DE L'ALEA.....	9
2.3. PLAN DE ZONAGE REGLEMENTAIRE.....	11
2.4. ÉLÉMENTS DE HIERARCHISATION POUR LA PRESCRIPTION DES FUTURS PPRN	13
3. Note de présentation	25
4. Règlement	27
5. Conclusion	29
6. Bibliographie.....	31

Liste des illustrations

Illustration 1 - Carte de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Aube.....	10
Illustration 2 - Transcription, pour la commune de Verrières, de la carte d'aléa en proposition de plan de zonage réglementaire.....	12
Illustration 3 – Éléments de hiérarchisation des communes pour la prescription des PPRN	22

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 Verrières - Proposition de note de présentation (document type)
- Annexe 2 - Exemple de Plan de Prévention des Risques naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles - Commune de Verrières - Proposition de règlement (document type)

Liste des documents hors-texte

- Carte hors-texte 1 - Exemple de Plan de Prévention des Risques naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles – Commune de Verrières - Proposition de zonage réglementaire.
- CD-Rom contenant les propositions de plans de zonage des différentes communes du département de l'Aube (au format MapInfo©) et les fichiers numériques correspondant au présent rapport avec les documents types d'établissement de PPRN retrait-gonflement (note de présentation, règlement). Ce CD-Rom contient également les principaux fichiers numériques du rapport BRGM/RP-56710-FR de novembre 2008, concernant l'établissement de la carte départementale d'aléa.

1. Introduction

Parmi l'ensemble des risques naturels, celui lié au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux est certainement l'un des moins connus, sans doute en raison de son caractère peu spectaculaire. Pourtant, en France, les sinistres occasionnés par ce phénomène représentent une part importante et croissante des dégâts causés par les catastrophes naturelles. Depuis l'année 1989, date à laquelle cette procédure a commencé à être appliquée à ce type de phénomène, plus de 7 800 communes françaises, réparties dans 90 départements ont ainsi été reconnues au moins une fois en état de catastrophe naturelle sécheresse. Le coût cumulé d'indemnisation de ces sinistres a été évalué à 3,9 milliards d'euros sur la période 1989-2003 par la Caisse Centrale de Réassurance (CCR).

L'Aube fait partie des départements concernés par ce phénomène puisque, à la date du 2 février 2009, 13 arrêtés interministériels y ont été pris, reconnaissant l'état de catastrophe naturelle pour cet aléa et pour des périodes comprises entre mai 1989 et septembre 2003 dans 32 communes (sur les 433 que compte le département).

Le nombre total d'occurrences (nombre de périodes reconnues en distinguant commune par commune) s'élève actuellement à 45. Si l'on se réfère au classement des départements français en termes de coût d'indemnisation, l'Aube occupait la 55^e place en septembre 2008, avec un cumul indemnisé, dans le seul cadre du régime des catastrophes naturelles, estimé par la CCR à environ 3 millions d'euros pour la période 1989-2003.

L'étude d'aléa achevée en novembre 2008 par le BRGM avait permis de recenser 167 sites de sinistres, répartis dans 44 communes de l'Aube, ce qui constitue une estimation approchée, quoique vraisemblablement minorée, de la réalité.

Dans le cadre d'une politique générale de prévention des risques naturels et dans le but de réduire le coût que représente pour la collectivité l'indemnisation de ces sinistres, le Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire (MEEDDAT) a souhaité initier la réalisation de Plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN) 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 sols argileux 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 PPRN concernant en particulier le phénomène de retrait-gonflement des sols argileux.

A ce jour, il n'a pas encore été prescrit de tels PPRN dans le département de l'Aube. Cependant, le BRGM, qui a établi une cartographie de l'aléa retrait-gonflement pour l'ensemble du département, a été chargé d'élaborer les éléments techniques nécessaires à la réalisation, par la Préfecture et la Direction Départementale de l'Équipement et de l'Agriculture (DDEA) de l'Aube, de tels PPRN, afin que tous les éléments soient disponibles lorsqu'ils seront prescrits dans certaines communes. Il s'agit, suivant la méthodologie mise au point dans les Deux-Sèvres puis appliquée dans une cinquantaine de départements, et conformément aux directives du MEEDDAT, d'effectuer le traitement permettant de transcrire la carte départementale d'aléa retrait-gonflement des sols argileux en une proposition de plan de zonage réglementaire pour chacune des communes du département. Une note de présentation type et une proposition de règlement ont également été rédigées, sur la base d'un modèle élaboré sous l'égide du MEEDDAT.

L'ensemble de l'opération - établissement de la carte départementale d'aléa et élaboration des éléments techniques pour l'établissement des éventuels PPRN par la DDEA - a été réalisé en collaboration entre le Service Géologique Régional Champagne-Ardenne et le service Aménagement et Risques Naturels du BRGM, dans le cadre de ses actions de service public en matière de prévention des risques naturels. Le financement en a été assuré conjointement par le Fond 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 le 17 novembre 2006 entre le BRGM et la Préfecture de l'Aube.

2. Réalisation du plan de zonage réglementaire

2.1. PRINCIPES DU ZONAGE

L'établissement de Plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN) concernant le retrait-gonflement des sols argileux 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 sols argileux.

2.2. CARTE DEPARTEMENTALE DE L'ALEA

La carte départementale d'aléa constitue un zonage de la probabilité d'occurrence du phénomène de retrait-gonflement des sols argileux, probabilité estimée ici de manière qualitative. Une carte de susceptibilité a d'abord été établie sur la base de critères purement physiques par le BRGM (cf. rapport RP-56710-FR, novembre 2008), à partir des cartes géologiques du département, qui ont été interprétées en prenant en compte les facteurs suivants, pour chaque formation géologique affleurante à sub-affleurante :

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

Pour chacune des 20 formations retenues comme argileuses, le niveau d'aléa est en définitive la résultante de la note de susceptibilité ainsi obtenue et de la densité de sinistres retrait-gonflement, rapportée à 100 km² de surface d'affleurement réellement bâtie (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 de l'ensemble des communes du département.

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. illustration 1).

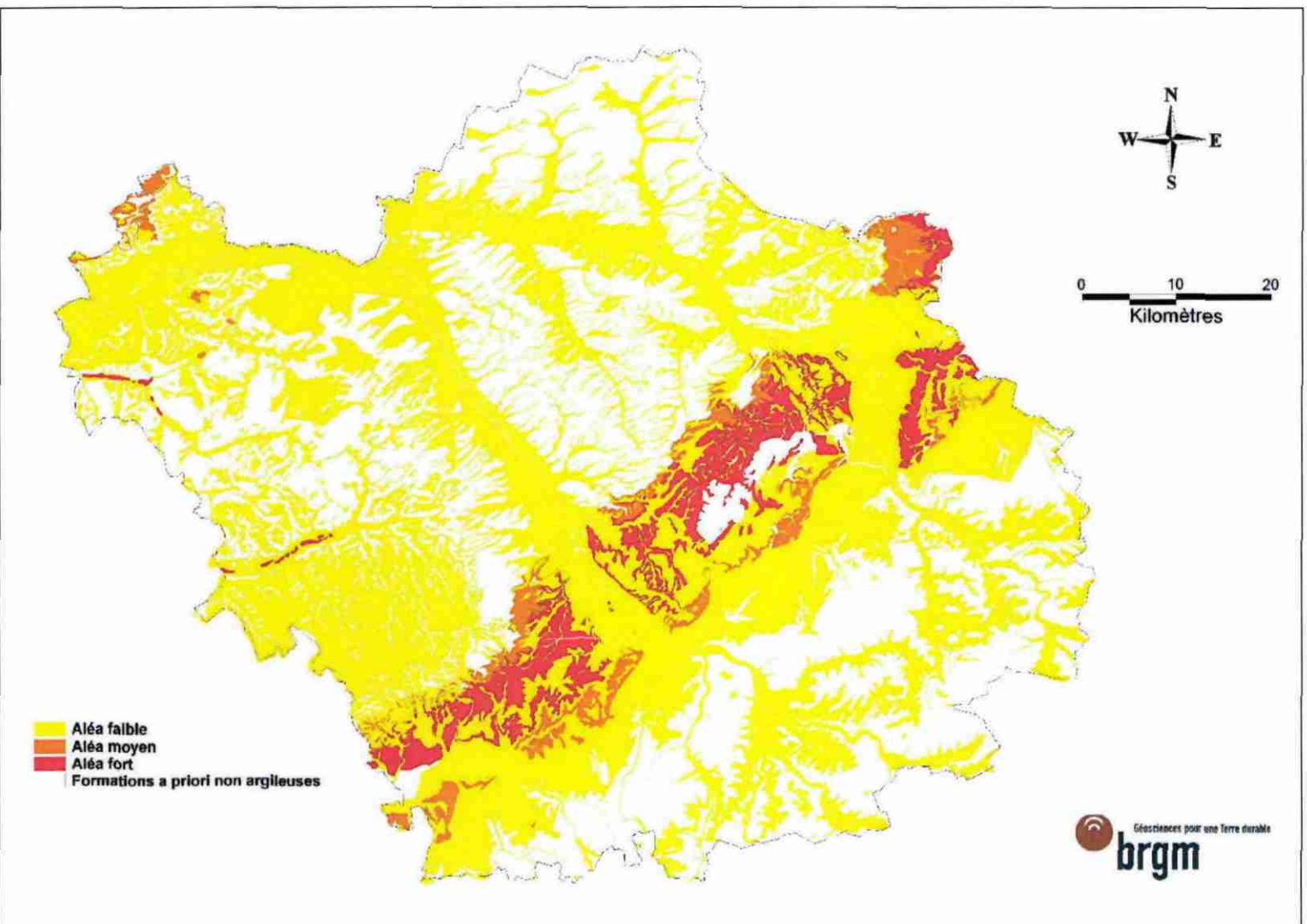


Illustration 1 - Carte de l'aléa retrait-gonflement des argiles du département de l'Aube

L'échelle de validité de cette carte départementale d'aléa est celle de la donnée de base utilisée, à savoir le 1/50 000 (échelle des cartes géologiques exploitées).

Les zones potentiellement sujettes à l'aléa retrait-gonflement des sols argileux couvrent environ 60 % du département de l'Aube. La superficie classée en aléa fort couvre moins de 5 % du territoire, la superficie classée en aléa moyen couvre un peu moins de 3 % du territoire et l'aléa faible est représenté sur plus de 50 % de cette même surface. Le reste, soit environ 40 % du département, correspond à des zones *a priori* non argileuses, en principe non exposées aux risques de retrait-gonflement, ce qui n'exclut pas la présence, localement, de poches ou de placages argileux non cartographiés.

2.3. PLAN DE ZONAGE REGLEMENTAIRE

Une proposition de plan de zonage réglementaire a été élaborée pour chaque commune en suivant la méthodologie mise au point pour le département des Deux-Sèvres (Norie et Vincent, 2000), conformément aux instructions du ministère en charge de l'environnement.

Le tracé du zonage a ainsi été extrapolé par traitement automatique à partir de la carte départementale d'aléa et reporté sur fond topographique IGN à l'échelle 1/25 000, agrandi à l'échelle 1/10 000 pour plus de lisibilité. Le fait que la transposition de la carte d'aléa en plan de zonage ait été faite de manière automatisée peut conduire, dans quelques cas très particuliers, à l'absence de fond topographique affiché en limite des cartes. Si le cas se produit, il peut y être facilement remédié grâce aux fichiers disponibles avec les plans de zonage.

Afin de tenir compte de l'imprécision des contours qui sont valides à l'échelle 1/50 000, une bande de sécurité de 50 m de largeur a été intégrée en bordure de chaque zone, conformément à la méthodologie retenue au niveau national par le ministère en charge de l'environnement.

Les zones d'aléa faible et moyen ont été regroupées dans un souci de simplification en vue de la mise en œuvre des PPRN 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. Illustration 2).

Il est important de rappeler que, du fait de l'hétérogénéité de certaines formations géologiques, la transcription automatique de la carte d'aléa, valable à l'échelle départementale, en un plan de zonage présenté à l'échelle communale, peut entraîner localement certaines divergences : ainsi, une parcelle peut être classée comme étant exposée à un aléa moyen voire 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.

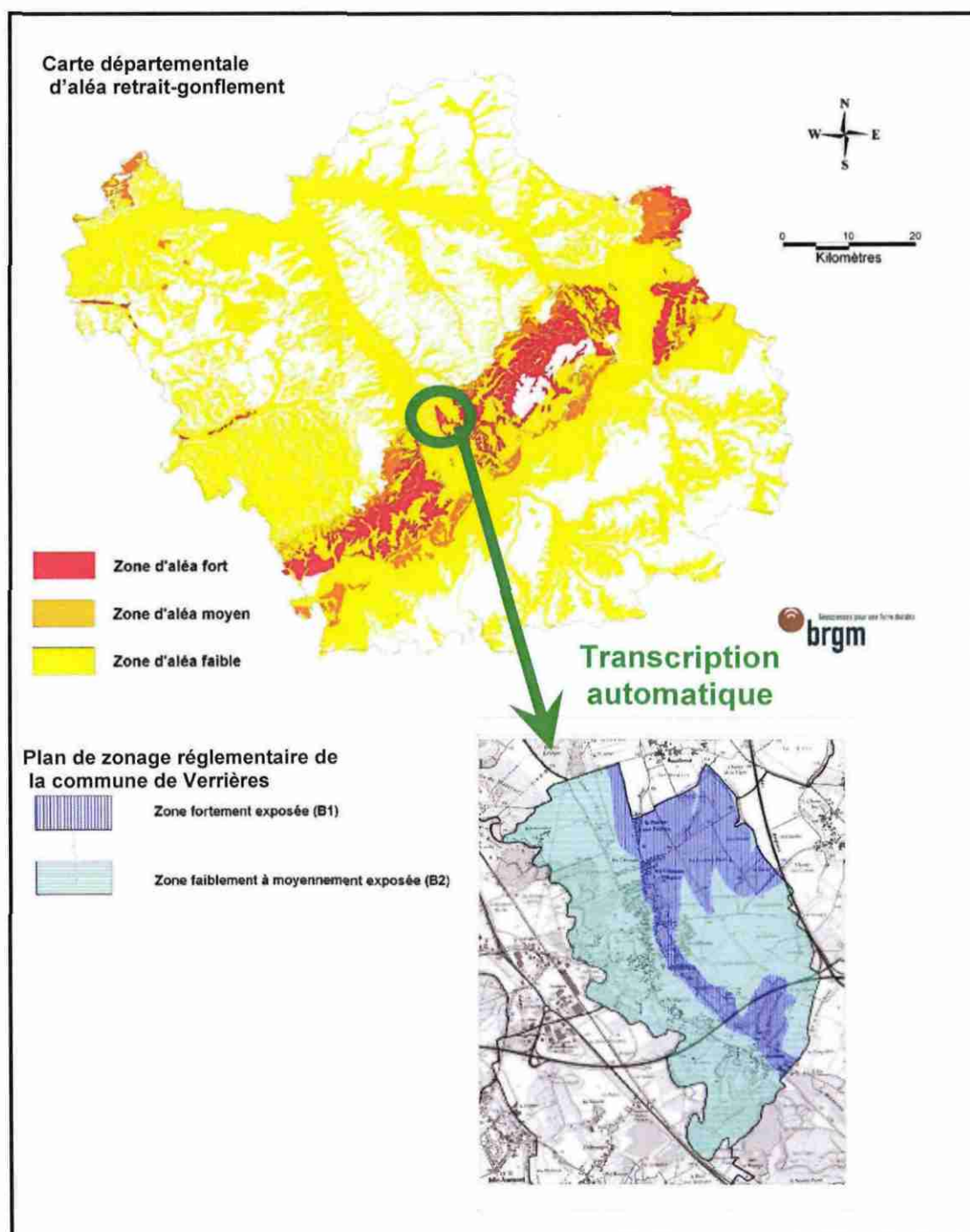


Illustration 2 - Transcription, pour la commune de Verrières, de la carte d'aléa en proposition de plan de zonage réglementaire

Seule une étude géotechnique à la parcelle peut permettre d'établir un diagnostic fiable et définitif quant à la nature exacte du sous-sol et au degré d'exposition réel vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement. En l'absence de telles études en tout point du département, il a été jugé que la transcription automatique de la carte départementale d'aléa en propositions de zonages réglementaires communaux constituait le meilleur compromis coût/efficacité pour établir des PPRN en fonction des données actuellement disponibles. Ce choix est d'autant plus justifié que les enjeux liés à la mise en œuvre

des PPRN, dans le cas spécifique du phénomène de retrait-gonflement, sont relativement limités : une zone, même exposée à un aléa fort, *a fortiori* faible à moyen, reste constructible, et les mesures réglementaires imposées sont simples et assez peu coûteuses à mettre en œuvre, ce qui rend acceptable une relative imprécision dans les limites du zonage à l'échelle du parcellaire.

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

L'ensemble de ces opérations de traitement a été effectué pour la totalité des communes du département de l'Aube, et toutes les cartes ainsi élaborées ont été stockées sur disque CD-Rom au format MapInfo© (version 8.0), 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 Verrières, dont la proposition de plan de zonage réglementaire est éditée sur support papier et présentée en carte hors-texte.

2.4. ÉLÉMENTS DE HIERARCHISATION POUR LA PRESCRIPTION DES FUTURS PPRN

En vue de faciliter le choix des communes considérées comme prioritaires pour la prescription des futurs PPRN prenant en compte le phénomène de retrait-gonflement des argiles, il a été calculé, pour chacune des 433 communes du département, la proportion du territoire communal classé en aléa fort, moyen et faible vis-à-vis de ce phénomène. Ces éléments sont regroupés dans le tableau de l'illustration 3 qui indique également la superficie totale de chaque commune, le nombre de sinistres recensés dans le cadre de l'étude ainsi que le nombre d'arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle sécheresse dont la commune a déjà bénéficié à ce jour.

INSEE	Commune	Superficie de la commune (km ²)	Surface urbanisée (km ²)	Taux d'urbanisation (%)	Nb sinistres	Nb CatNat	Surface en aléa faible (%)	Surface en aléa moyen (%)	Surface en aléa fort (%)
10002	AILLEVILLE	4,94	0,27	5,40	0	0	60,97	0,00	0,00
10003	AIX-EN-OTHE	34,84	2,27	6,52	0	0	91,17	0,00	0,00
10004	ALLIBAUDIERES	24,28	0,47	1,95	0	0	32,22	0,00	0,00
10005	AMANCE	23,07	0,46	2,00	0	0	81,75	16,88	0,00
10006	ARCIS-SUR-AUBE	9,46	1,66	17,51	0	0	83,20	0,00	0,00
10007	ARCONVILLE	14,86	0,21	1,42	0	0	47,58	0,00	0,00
10008	ARGANCON	8,19	0,25	3,06	0	0	55,85	0,00	0,00
10009	ARRELLES	14,46	0,17	1,19	0	0	8,15	0,00	0,00
10010	ARREMBECOURT	7,20	0,17	2,36	0	0	1,72	60,54	34,78
10011	ARRENTIERES	14,00	0,45	3,19	0	0	40,12	0,00	0,00
10012	ARSONVAL	7,65	0,33	4,30	0	0	38,77	0,00	0,00
10013	ASSENAY	3,40	0,19	5,58	1	0	40,55	30,21	29,23
10014	ASSENCIERES	7,30	0,20	2,75	0	0	19,64	0,00	0,00
10015	AUBETERRE	11,78	0,26	2,25	0	0	52,43	0,00	0,00
10017	AULNAY	10,50	0,39	3,72	0	0	38,92	0,00	0,00
10018	AUXON	25,57	1,54	6,03	0	0	66,60	7,00	22,01

INSEE	Commune	Superficie de la commune (km ²)	Surface urbanisée (km ²)	Taux d'urbanisation (%)	Nb sinistres	Nb CatNat	Surface en aléa faible (%)	Surface en aléa moyen (%)	Surface en aléa fort (%)
10019	VAL-D'AUZON	27,69	0,80	2,90	0	0	33,97	10,25	9,33
10020	AVANT-LES-MARCILLY	27,77	0,70	2,53	0	0	61,99	1,65	0,00
10021	AVANT-LES-RAMERUPT	20,84	0,43	2,04	0	0	39,47	0,00	0,00
10022	AVIREY-LINGEY	17,83	0,40	2,24	0	0	32,07	0,00	0,00
10023	AVON-LA-PEZE	12,85	0,32	2,46	0	0	30,26	0,00	0,00
10024	AVREUIL	10,27	0,51	4,92	0	0	86,76	0,00	13,24
10025	BAGNEUX-LA-FOSSE	23,07	0,37	1,60	0	0	37,35	0,00	0,00
10026	BAILLY-LE-FRANC	6,08	0,14	2,36	0	0	9,85	3,68	85,59
10027	BALIGNICOURT	13,09	0,30	2,26	0	0	70,44	0,00	0,00
10028	BALNOT-LA-GRANGE	20,16	0,39	1,95	0	0	4,57	0,00	0,00
10029	BALNOT-SUR-LAIGNES	10,18	0,33	3,28	0	0	51,22	0,00	0,00
10030	BARBEREY-SAINT-SULPICE	9,64	1,09	11,35	0	0	64,51	0,00	0,00
10031	BARBUISE	18,67	0,63	3,36	0	0	78,47	2,18	0,00
10032	BAROVILLE	17,47	0,45	2,58	0	0	59,87	0,00	0,00
10033	BAR-SUR-AUBE	15,93	3,12	19,60	0	0	63,63	0,00	0,00
10034	BAR-SUR-SEINE	27,60	2,10	7,62	0	0	20,70	0,00	0,00
10035	BAYEL	23,15	0,62	2,69	0	0	35,31	0,00	0,00
10037	BERCENAY-EN-OTHE	17,81	0,76	4,26	0	0	87,33	0,00	0,00
10039	BERGERES	5,88	0,18	3,03	0	0	53,54	0,00	0,00
10040	BERNON	17,93	0,34	1,92	0	0	85,13	0,00	0,00
10041	BERTIGNOLLES	6,25	0,18	2,82	0	0	28,66	0,00	0,00
10042	BERULLE	16,86	0,74	4,38	0	0	91,36	0,00	0,00
10044	BETIGNICOURT	3,25	0,09	2,67	0	0	42,31	0,00	0,00
10045	BEUREY	17,37	0,34	1,96	1	1	37,31	0,00	0,00
10046	BLAINCOURT-SUR-AUBE	5,86	0,20	3,45	0	0	78,58	0,00	20,79
10047	BLIGNICOURT	4,32	0,17	3,99	0	0	99,60	0,00	0,00
10048	BLIGNY	23,01	0,41	1,79	0	0	43,29	0,00	0,00
10049	LES BORDES-AUMONT	5,58	0,43	7,79	0	0	74,78	0,00	25,22
10050	BOSSANCOURT	6,99	0,25	3,63	0	0	32,45	0,00	0,00
10051	BOUILLY	15,53	0,83	5,35	0	0	40,61	0,00	0,00
10052	BOULAGES	11,61	0,44	3,80	0	0	74,51	0,00	0,00
10053	BOURANTON	8,30	0,48	5,79	0	0	27,23	0,00	0,00
10054	BOURDENAY	18,59	0,36	1,91	0	0	23,47	0,00	0,00
10055	BOURGUIGNONS	16,68	0,41	2,46	0	0	25,95	0,00	0,00
10056	BOUY-LUXEMBOURG	12,12	0,37	3,04	0	0	14,70	0,00	0,00
10057	BOUY-SUR-ORVIN	6,65	0,17	2,58	0	0	39,84	0,00	5,26
10058	BRAGELOGNE-BEAUVOIR	23,62	0,60	2,56	0	0	42,01	0,00	0,00
10059	BRAUX	15,35	0,33	2,15	0	0	58,78	0,00	0,00
10060	BREVIANDES	6,20	1,37	22,17	1	0	95,95	0,00	0,00
10061	BREVONNES	20,14	0,89	4,42	0	0	10,06	0,45	62,42
10062	BRIEL-SUR-BARSE	12,58	0,31	2,44	1	1	92,59	7,41	0,00
10063	BRIENNE-LA-VIEILLE	16,45	0,87	5,29	0	0	85,97	0,00	12,88
10064	BRIENNE-LE-CHATEAU	21,74	3,74	17,20	0	0	80,21	0,00	18,52
10065	BRILLECOURT	5,86	0,21	3,53	0	0	26,41	0,00	0,00
10066	BUCEY-EN-OTHE	13,06	0,50	3,86	0	0	65,50	0,00	0,00
10067	BUCHERES	7,21	1,48	20,51	0	0	97,08	0,00	0,00
10068	BUXEUIL	4,24	0,27	6,46	0	0	76,73	0,00	0,00
10069	BUXIERES-SUR-ARCE	10,68	0,20	1,83	0	0	20,47	0,00	0,00
10070	CELLES-SUR-OURCE	9,60	0,68	7,03	1	1	86,03	0,00	0,00
10071	CHACENAY	7,80	0,18	2,26	0	0	23,71	0,00	0,00

INSEE	Commune	Superficie de la commune (km ²)	Surface urbanisée (km ²)	Taux d'urbanisation (%)	Nb sinistres	Nb CatNat	Surface en aléa faible (%)	Surface en aléa moyen (%)	Surface en aléa fort (%)
10072	LA CHAISE	8,75	0,12	1,38	0	0	73,07	13,28	13,52
10073	CHALETTE-SUR-VOIRE	5,70	0,26	4,49	0	0	58,83	0,00	0,00
10074	CHAMOY	16,70	0,73	4,37	0	0	47,69	4,68	36,34
10075	CHAMPFLEURY	18,23	0,34	1,84	0	0	18,89	0,00	0,00
10076	CHAMPIGNOL-LEZ-MONDEVILLE	44,04	0,53	1,19	0	0	26,56	0,00	0,00
10077	CHAMPIGNY-SUR-AUBE	6,66	0,22	3,26	0	0	75,72	0,00	0,00
10078	CHAMP-SUR-BARSE	7,10	0,12	1,74	0	0	62,90	35,98	0,00
10079	CHANNES	14,33	0,24	1,70	0	0	38,38	0,00	0,00
10080	CHAOURCE	31,03	1,41	4,53	0	0	77,42	13,64	0,00
10081	LA CHAPELLE-SAINT-LUC	10,47	4,49	42,88	1	0	76,65	0,00	0,00
10082	CHAPELLE-VALLON	19,43	0,38	1,96	0	0	9,03	0,00	0,00
10083	CHAPPES	9,76	0,46	4,75	0	1	77,55	20,58	1,11
10084	CHARMONT-SOUS-BARBUISE	37,87	1,23	3,24	0	0	22,42	0,00	0,00
10085	CHARMOY	7,02	0,15	2,20	0	0	51,92	0,00	0,00
10086	CHARNY-LE-BACHOT	13,77	0,38	2,78	0	0	58,15	0,00	0,00
10087	CHASEREY	6,96	0,13	1,86	0	0	6,01	0,00	0,00
10089	CHATRES	15,86	0,80	5,07	0	0	76,93	0,00	0,00
10090	CHAUCHIGNY	9,76	0,38	3,86	0	0	32,68	0,00	0,00
10091	CHAUDREY	13,87	0,32	2,34	0	0	28,25	0,00	0,00
10092	CHAUFFOUR-LES-BAILLY	19,13	0,32	1,70	2	3	73,84	24,14	0,30
10093	CHAUMESNIL	11,10	0,24	2,21	0	0	59,45	9,92	29,84
10094	CHAVANGES	30,00	1,10	3,66	0	0	35,09	43,73	0,00
10095	LE CHENE	21,06	0,42	1,98	0	0	41,63	0,00	0,00
10096	CHENEGY	23,19	0,77	3,33	0	0	89,57	0,00	0,00
10097	CHERVEY	13,52	0,33	2,43	0	0	25,30	0,00	0,00
10098	CHESLEY	21,30	0,64	3,02	0	0	13,10	0,00	0,00
10099	CHESSY-LES-PRES	25,71	1,38	5,35	0	0	66,54	33,46	0,00
10100	CLEREY	19,16	1,41	7,39	7	2	87,05	0,00	11,76
10101	COCLOIS	6,87	0,26	3,79	0	0	79,94	0,00	0,00
10102	COLOMBE-LA-FOSSE	9,37	0,25	2,64	0	0	38,37	0,00	0,00
10103	COLOMBE-LE-SEC	8,78	0,22	2,52	0	0	75,04	0,00	0,00
10104	CORMOST	11,42	0,38	3,29	2	2	46,61	0,00	53,39
10105	COURCELLES-SUR-VOIRE	4,93	0,13	2,56	0	0	59,56	0,00	0,00
10106	COURCEROY	6,74	0,26	3,85	0	0	93,50	0,00	0,00
10107	COURSAN-EN-OTHE	9,42	0,25	2,64	0	0	71,93	17,55	1,59
10108	COURTAULT	8,41	0,31	3,73	0	0	22,29	0,00	21,48
10109	COURTENOT	8,37	0,32	3,87	0	0	81,54	0,00	0,00
10110	COURTERANGES	6,36	0,46	7,19	3	1	45,16	13,85	39,41
10111	COURTERON	10,35	0,23	2,22	0	0	37,63	0,00	0,00
10112	COUSSEGREY	15,94	0,32	2,01	0	0	13,92	0,00	0,00
10113	COUVIGNON	13,37	0,31	2,31	0	0	31,94	0,00	0,00
10114	CRANCEY	8,80	0,69	7,82	0	0	79,41	0,00	0,00
10115	CRENEY-PRES-TROYES	15,71	1,42	9,02	0	0	26,19	0,00	0,00
10116	CRESANTIGNES	2,10	0,36	17,09	0	0	17,98	60,64	10,67
10117	CRESPY-LE-NEUF	10,10	0,23	2,28	0	0	68,54	0,00	31,46
10118	LES CROUTES	7,17	0,32	4,45	0	0	56,09	39,47	0,00
10119	CUNFIN	33,18	0,37	1,12	0	0	42,89	0,00	0,00
10120	CUSSANGY	21,39	0,55	2,57	0	0	75,26	6,59	0,00
10121	DAMPIERRE	29,45	0,79	2,68	0	0	58,76	0,00	0,00
10122	DAVREY	9,55	0,59	6,20	0	0	99,94	0,00	0,06

Établissement de PPRN retrait-gonflement dans le département de l'Aube

INSEE	Commune	Superficie de la commune (km ²)	Surface urbanisée (km ²)	Taux d'urbanisation (%)	Nb sinistres	Nb CatNat	Surface en aléa faible (%)	Surface en aléa moyen (%)	Surface en aléa fort (%)
10123	DIENVILLE	20,47	0,90	4,41	1	0	66,02	11,76	5,66
10124	DIERREY-SAINT-JULIEN	21,35	0,32	1,51	0	0	31,60	0,00	0,00
10125	DIERREY-SAINT-PIERRE	21,80	0,44	2,00	0	0	25,81	0,00	0,00
10126	DOLANCOURT	4,90	0,31	6,37	0	0	39,55	0,00	0,00
10127	DOMMARTIN-LE-COQ	6,43	0,22	3,47	0	0	73,08	0,00	0,00
10128	DONNEMENT	11,28	0,21	1,89	0	0	58,71	0,00	0,00
10129	DOSCHES	20,46	0,48	2,32	2	1	24,42	6,75	28,61
10130	DOSNON	28,73	0,29	1,03	0	0	15,10	0,00	0,00
10131	DROUPT-SAINT-BASLE	18,69	0,54	2,91	0	0	39,26	0,00	0,00
10132	DROUPT-SAINTE-MARIE	14,65	0,36	2,44	0	0	57,76	0,00	0,00
10133	EAUX-PUISEAUX	8,69	0,47	5,37	0	0	75,88	1,50	0,00
10134	ECEMINES	18,66	0,19	1,04	0	0	28,69	0,00	0,00
10135	ECLANCE	11,48	0,26	2,30	0	0	66,62	0,00	0,00
10136	EGUILLY-SOUS-BOIS	10,17	0,22	2,13	0	0	28,46	0,00	0,00
10137	ENGENTE	5,14	0,12	2,36	0	0	21,87	0,00	0,00
10138	EPAGNE	4,06	0,20	4,94	0	0	64,39	0,00	34,57
10139	EPOTHEMONT	10,44	0,31	2,94	0	0	42,16	0,00	56,36
10140	ERVY-LE-CHATEL	21,59	1,24	5,77	0	0	47,65	1,01	34,35
10141	ESSOYES	35,84	0,81	2,25	0	0	26,70	0,00	0,00
10142	ESTISSAC	25,62	1,70	6,64	0	0	62,77	0,00	0,00
10143	ETOURVY	15,53	0,37	2,40	0	0	16,95	0,00	0,00
10144	ETRELLES-SUR-AUBE	10,57	0,27	2,58	0	0	96,73	0,00	0,00
10145	FAUX-VILLECERF	21,41	0,49	2,28	0	0	24,18	0,00	0,00
10146	FAY-LES-MARCILLY	5,66	0,23	4,13	0	0	57,22	0,00	0,00
10147	FAYS-LA-CHAPELLE	0,60	0,21	34,33	0	0	15,23	6,73	78,04
10148	FERREUX-QUINCEY	15,29	0,61	3,98	0	0	57,96	0,09	0,00
10149	FEUGES	10,94	0,27	2,48	0	0	10,75	0,00	0,00
10150	FONTAINE	5,70	0,37	6,42	0	0	62,12	0,00	0,00
10151	FONTAINE-LES-GRES	12,26	0,90	7,36	0	0	64,46	0,00	0,00
10153	FONTAINE-MACON	15,97	0,54	3,38	0	0	82,93	0,00	0,00
10154	FONTENAY-DE-BOSSERY	8,34	0,20	2,44	0	0	83,10	0,00	0,00
10155	FONTETTE	19,46	0,38	1,95	0	0	30,38	0,00	0,00
10156	FONTVANNES	12,96	0,51	3,90	0	0	65,86	0,00	0,00
10157	LA FOSSE-CORDUAN	3,72	0,36	9,55	0	0	62,33	0,00	0,00
10158	FOUCHERES	8,67	0,64	7,41	0	0	98,30	0,06	0,00
10159	FRALIGNES	5,08	0,15	2,98	0	0	81,27	0,00	0,00
10160	FRAVAUX	3,63	0,08	2,31	0	0	31,28	0,00	0,00
10161	FRESNAY	7,59	0,15	1,98	0	0	49,49	0,00	0,00
10162	FRESNOY-LE-CHATEAU	11,47	0,54	4,68	6	2	60,65	0,00	39,35
10163	FULIGNY	10,34	0,25	2,39	0	0	99,58	0,42	0,00
10164	GELANNES	12,17	0,52	4,29	0	0	58,22	0,19	0,00
10165	GERAUDOT	16,11	0,61	3,81	0	0	13,00	0,10	57,68
10166	LES GRANDES-CHAPELLES	22,11	0,53	2,38	0	0	15,71	0,00	0,00
10167	GRANDVILLE	9,22	0,19	2,06	0	0	32,96	0,00	0,00
10168	LES GRANGES	1,59	0,21	13,04	0	0	14,26	85,74	0,00
10169	GUMERY	10,95	0,36	3,31	0	0	94,56	0,00	0,00
10170	GYE-SUR-SEINE	23,60	0,63	2,65	0	0	43,94	0,00	0,00
10171	HAMPIGNY	9,57	0,43	4,54	1	1	99,74	0,00	0,00
10172	HERBISSE	21,94	0,43	1,95	0	0	23,11	0,00	0,00
10173	ISLE-AUMONT	3,50	0,42	11,98	0	0	95,16	0,00	4,84

INSEE	Commune	Superficie de la commune (km ²)	Surface urbanisée (km ²)	Taux d'urbanisation (%)	Nb sinistres	Nb CatNat	Surface en aléa faible (%)	Surface en aléa moyen (%)	Surface en aléa fort (%)
10174	ISLE-AUBIGNY	18,83	0,38	2,03	0	0	38,99	0,00	0,00
10175	JASSEINES	16,38	0,35	2,16	0	0	62,45	0,00	0,00
10176	JAUCOURT	6,63	0,19	2,91	0	0	63,60	0,00	0,00
10177	JAVERNANT	5,65	0,25	4,43	0	0	50,40	0,00	0,00
10178	JESSAINS	10,96	0,37	3,42	0	0	61,60	0,00	0,00
10179	JEUGNY	16,11	0,61	3,76	0	0	40,96	1,33	57,71
10180	JONCREUIL	10,65	0,26	2,42	3	1	6,20	71,26	22,43
10181	JULLY-SUR-SARCE	30,42	0,50	1,63	0	0	67,98	0,00	0,00
10182	JUVANCOURT	8,35	0,16	1,95	0	0	45,95	0,00	0,00
10183	JUVANZE	4,97	0,08	1,65	0	0	59,78	0,00	39,46
10184	JUZANVIGNY	7,63	0,26	3,43	0	0	36,29	0,00	63,38
10185	LAGESSE	12,69	0,36	2,83	0	0	63,60	0,00	0,00
10186	LAINES-AUX-BOIS	16,49	0,70	4,25	0	0	32,66	0,00	0,00
10187	LANDREVILLE	14,17	0,57	4,01	0	0	83,13	0,00	0,00
10188	LANTAGES	18,99	0,46	2,44	0	0	71,34	2,43	0,00
10189	LASSICOURT	7,71	0,23	3,04	0	0	94,41	0,00	1,18
10190	LAUBRESSEL	16,43	0,57	3,48	0	0	32,45	16,61	9,44
10191	LAVAU	5,76	0,51	8,78	0	0	47,01	0,00	0,00
10192	LENTILLES	17,36	0,34	1,96	0	0	38,38	21,97	32,17
10193	LESMONT	9,90	0,46	4,67	0	0	80,35	10,58	1,24
10194	LEVIGNY	13,69	0,21	1,50	0	0	45,30	0,00	0,00
10195	LHUITRE	36,06	0,65	1,79	0	0	29,54	0,00	0,00
10196	LIGNIERES	25,98	0,54	2,08	0	0	89,52	0,00	0,00
10197	LIGNOL-LE-CHATEAU	21,86	0,30	1,35	0	0	27,85	0,00	0,00
10198	LIREY	4,84	0,20	4,21	0	0	26,69	37,39	0,34
10199	LOCHES-SUR-OURCE	13,72	0,57	4,15	0	0	60,49	0,00	0,00
10200	LA LOGE-AUX-CHEVRES	2,85	0,15	5,43	0	0	94,68	2,70	1,81
10201	LA LOGE-POMBLIN	5,28	0,18	3,47	0	0	59,61	17,41	22,97
10202	LES LOGES-MARGUERON	31,36	0,47	1,50	0	0	40,33	24,46	34,69
10203	LONGCHAMP-SUR-AUJON	16,56	0,55	3,30	0	0	46,08	0,00	0,00
10204	LONGEVILLE-SUR-MOGNE	4,18	0,20	4,76	2	2	30,85	5,00	64,15
10205	LONGPRE-LE-SEC	15,74	0,20	1,26	0	0	0,86	0,00	0,00
10206	LONGSOLS	12,55	0,37	2,93	0	0	46,79	0,00	0,00
10207	LONGUEVILLE-SUR-AUBE	11,64	0,27	2,28	0	0	80,39	0,00	0,00
10208	LA LOUPTIERE-THENARD	13,76	0,45	3,24	0	0	23,36	0,00	0,00
10209	LUSIGNY-SUR-BARSE	38,17	1,79	4,68	1	0	44,35	0,00	39,05
10210	LUYERES	17,57	0,61	3,46	0	0	19,21	0,00	0,00
10211	MACEY	20,81	0,77	3,72	0	0	38,05	0,00	0,00
10212	MACHY	2,87	0,20	7,03	0	0	27,62	33,26	19,26
10213	MAGNANT	15,31	0,40	2,63	0	0	60,52	0,00	0,00
10214	MAGNICOURT	7,85	0,20	2,49	0	0	61,74	0,00	0,00
10215	MAGNY-FOUCHARD	15,16	0,36	2,36	0	0	69,83	0,00	0,00
10216	MAILLY-LE-CAMP	42,98	1,90	4,43	0	0	18,31	0,00	0,00
10217	MAISON-DES-CHAMPS	4,34	0,11	2,57	0	0	71,48	0,00	0,00
10218	MAISONS-LES-CHAOURCE	5,92	0,30	5,10	0	0	25,95	0,00	0,00
10219	MAISONS-LES-SOULAINES	6,09	0,11	1,85	0	0	0,00	0,00	0,00
10220	MAIZIERES-LA-GRANDE-PAROISSE	20,49	1,87	9,15	0	0	99,18	0,00	0,00
10221	MAIZIERES-LES-BRIENNE	9,53	0,31	3,22	0	0	92,94	0,00	4,47
10222	MARAYE-EN-OTHE	42,44	0,83	1,95	0	0	94,83	0,00	0,00

INSEE	Commune	Superficie de la commune (km ²)	Surface urbanisée (km ²)	Taux d'urbanisation (%)	Nb sinistres	Nb CatNat	Surface en aléa faible (%)	Surface en aléa moyen (%)	Surface en aléa fort (%)
10223	MARCILLY-LE-HAYER	34,33	0,91	2,66	0	0	37,63	0,00	0,00
10224	MARIGNY-LE-CHATEL	20,28	1,35	6,64	0	0	64,32	0,00	0,00
10225	MARNAY-SUR-SEINE	9,98	0,33	3,32	0	0	94,34	0,00	0,00
10226	MAROLLES-LES-BAILLY	4,33	0,22	5,20	0	0	84,98	0,00	0,00
10227	MAROLLES-SOUS-LIGNIERES	15,15	0,53	3,50	0	0	73,21	17,82	0,00
10228	MATHAUX	12,55	0,47	3,71	7	1	37,35	0,00	36,16
10229	MAUPAS	4,20	0,16	3,80	4	1	13,35	0,00	86,65
10230	MERGEY	15,14	0,70	4,61	0	0	23,81	0,00	0,00
10231	LE MERIOT	12,70	0,76	6,02	0	0	78,55	7,28	0,00
10232	MERREY-SUR-ARCE	8,53	0,42	4,91	0	0	81,17	0,00	0,00
10233	MERY-SUR-SEINE	12,42	1,13	9,07	0	0	90,58	0,00	0,00
10234	MESGRIGNY	7,44	0,29	3,93	0	0	66,16	0,00	0,00
10235	MESNIL-LA-COMTESSE	0,95	0,11	11,25	0	0	8,29	0,00	0,00
10236	MESNIL-LETTRE	8,83	0,17	1,94	0	0	33,65	0,00	0,00
10237	MESNIL-SAINT-LOUP	11,44	0,66	5,80	0	0	12,80	0,00	0,00
10238	MESNIL-SAINT-PERE	17,59	0,67	3,82	7	2	52,75	2,20	13,35
10239	MESNIL-SELLIERES	8,69	0,46	5,25	0	0	16,36	0,00	0,00
10240	MESSON	11,52	0,47	4,07	0	0	59,76	0,00	0,00
10241	METZ-ROBERT	4,24	0,19	4,41	0	0	59,19	40,81	0,00
10242	MEURVILLE	16,42	0,41	2,47	0	0	30,02	0,00	0,00
10243	MOLINS-SUR-AUBE	6,21	0,22	3,53	0	0	78,54	4,00	0,00
10245	MONTAULIN	12,60	0,86	6,84	5	2	51,18	0,00	48,21
10246	MONTCEAUX-LES-VAUDES	10,07	0,44	4,36	0	0	86,41	0,00	13,59
10247	MONTFEY	11,53	0,43	3,72	0	0	49,10	5,99	44,90
10248	MONTGUEUX	11,23	0,83	7,35	0	0	32,45	0,00	0,00
10249	MONTIERAMEY	6,70	0,74	10,98	0	0	75,74	4,89	18,50
10250	MONTIER-EN-L'ISLE	10,60	0,30	2,81	0	0	35,59	0,00	0,00
10251	MONTIGNY-LES-MONTS	14,57	0,52	3,58	0	0	58,95	3,98	33,93
10252	MONTMARTIN-LE-HAUT	1,64	0,13	8,21	0	0	14,25	0,00	0,00
10253	MONTMORENCY-BEAUFORT	9,47	0,32	3,36	6	0	52,33	17,61	0,00
10254	MONTPOTHIER	7,91	0,45	5,65	0	0	14,86	38,70	0,00
10255	MONTREUIL-SUR-BARSE	13,08	0,49	3,73	1	1	82,79	1,92	15,29
10256	MONTSUZAIN	19,76	0,59	2,97	0	0	35,53	0,00	0,00
10257	MOREMBERT	2,53	0,10	3,77	0	0	83,90	0,00	0,00
10258	MORVILLIERS	15,73	0,45	2,84	0	0	54,02	4,69	40,86
10259	LA MOTTE-TILLY	11,70	0,52	4,43	0	0	95,38	0,00	0,00
10260	MOUSSEY	7,31	0,56	7,69	0	0	76,15	17,60	5,32
10261	MUSSY-SUR-SEINE	28,05	1,06	3,78	0	0	39,35	0,00	0,00
10262	NEUVILLE-SUR-SEINE	14,60	0,44	3,01	0	0	63,30	0,00	0,00
10263	NEUVILLE-SUR-VANNES	17,17	0,43	2,49	0	0	63,38	0,00	2,87
10264	NOE-LES-MALLETS	8,56	0,32	3,78	0	0	62,44	0,00	0,00
10265	LES NOES-PRES-TROYES	0,76	0,73	95,45	0	1	99,28	0,00	0,00
10266	NOGENT-EN-OTHE	9,14	0,15	1,65	0	0	98,25	0,00	0,00
10267	NOGENT-SUR-AUBE	16,00	0,55	3,42	0	0	66,15	0,00	0,00
10268	NOGENT-SUR-SEINE	19,95	3,39	16,99	0	0	95,58	0,00	0,00
10269	NOZAY	16,00	0,35	2,20	0	0	67,34	0,00	0,00
10270	ONJON	22,54	0,56	2,47	0	0	17,73	0,01	0,00
10271	ORIGNY-LE-SEC	16,51	0,58	3,49	0	0	50,27	0,00	0,00
10272	ORMES	10,22	0,39	3,83	1	0	72,32	0,00	0,00
10273	ORTILLON	8,07	0,13	1,67	0	0	42,57	0,00	0,00

INSEE	Commune	Superficie de la commune (km ²)	Surface urbanisée (km ²)	Taux d'urbanisation (%)	Nb sinistres	Nb CatNat	Surface en aléa faible (%)	Surface en aléa moyen (%)	Surface en aléa fort (%)
10274	ORVILLIERS-SAINT-JULIEN	24,13	0,48	2,00	0	0	54,54	0,00	0,00
10275	OSSEY-LES-TROIS-MAISONS	16,29	0,66	4,06	0	0	50,18	0,00	0,00
10276	PAISY-COSDON	17,69	0,54	3,05	0	0	87,87	0,00	2,33
10277	PALIS	21,19	0,72	3,39	0	0	56,81	0,00	0,00
10278	PARGUES	14,07	0,27	1,93	0	0	6,49	0,00	0,00
10279	PARS-LES-CHAVANGES	8,45	0,21	2,46	0	0	82,01	1,24	0,00
10280	PARS-LES-ROMILLY	18,05	0,77	4,26	0	0	100,00	0,00	0,00
10281	LE PAVILLON-SAINTE-JULIE	22,95	0,35	1,54	0	0	43,06	0,00	0,00
10282	PAYNS	17,10	1,02	5,96	0	0	87,95	0,00	0,00
10283	PEL-ET-DER	13,46	0,34	2,50	0	0	28,17	20,29	44,19
10284	PERIGNY-LA-ROSE	6,97	0,19	2,79	0	0	67,62	0,00	0,00
10285	PERTHES-LES-BRIENNE	3,79	0,13	3,41	0	0	100,00	0,00	0,00
10286	PETIT-MESNIL	14,81	0,44	2,97	2	1	58,73	9,17	29,90
10287	PINEY	71,53	1,47	2,06	0	0	27,75	9,93	34,25
10288	PLAINES-SAINT-LANGE	10,72	0,38	3,53	0	0	39,56	0,00	0,00
10289	PLANCY-L'ABBAYE	41,91	1,21	2,89	0	0	49,43	0,00	0,00
10290	PLANTY	10,69	0,33	3,06	0	0	64,16	0,00	0,00
10291	PLESSIS-BARBUISE	5,58	0,26	4,63	0	0	68,92	0,00	0,00
10293	POIVRES	42,60	0,42	0,98	0	0	17,87	0,00	0,00
10294	POLIGNY	1,49	0,07	4,68	0	0	26,18	0,00	0,00
10295	POLISOT	10,50	0,59	5,66	0	0	33,47	0,00	0,00
10296	POLISY	11,40	0,37	3,28	0	0	54,82	0,00	0,00
10297	PONT-SAINTE-MARIE	3,98	2,46	61,78	0	0	53,58	0,00	0,00
10298	PONT-SUR-SEINE	16,06	0,83	5,15	0	0	75,76	8,23	0,00
10299	POUAN-LES-VALLEES	16,74	0,72	4,31	0	0	83,96	0,00	0,00
10300	POUGY	8,94	0,39	4,33	0	0	50,38	0,00	0,00
10301	POUY-SUR-VANNES	15,73	0,45	2,84	0	0	42,94	0,00	0,00
10302	PRASLIN	12,02	0,21	1,74	0	0	34,49	0,00	0,00
10303	PRECY-NOTRE-DAME	4,61	0,15	3,35	0	0	83,59	0,00	15,30
10304	PRECY-SAINT-MARTIN	6,49	0,36	5,62	0	0	61,40	0,00	37,03
10305	PREMIERFAIT	14,94	0,22	1,50	0	0	18,82	0,00	0,00
10306	PROVERVILLE	7,06	0,26	3,69	0	0	44,12	0,00	0,00
10307	PRUGNY	8,56	0,34	4,00	0	0	52,31	0,00	0,00
10308	PRUNAY-BELLEVILLE	25,78	0,37	1,45	0	0	34,09	0,00	0,00
10309	PRUSY	3,98	0,24	5,98	0	0	84,78	3,23	0,00
10310	PUITS-ET-NUISEMENT	12,12	0,40	3,29	0	0	18,33	0,00	0,00
10312	RACINES	7,55	0,41	5,48	0	0	24,37	6,10	66,60
10313	RADONVILLIERS	23,45	0,50	2,15	7	1	50,08	5,42	21,89
10314	RAMERUPT	13,69	0,58	4,21	0	0	49,12	0,00	0,00
10315	RANCES	3,89	0,12	3,07	0	0	99,31	0,00	0,00
10316	RHEGES	14,80	0,43	2,90	0	0	33,35	0,00	0,00
10317	LES RICEYS	43,13	1,89	4,39	2	1	44,23	0,00	0,00
10318	RIGNY-LA-NONNEUSE	18,27	0,28	1,52	0	0	30,16	0,00	0,00
10319	RIGNY-LE-FERRON	19,08	0,57	2,97	0	0	78,84	0,00	0,00
10320	RILLY-SAINTE-SYRE	14,09	0,35	2,51	0	0	46,96	0,00	0,00
10321	LA RIVIERE-DE-CORPS	7,41	1,71	23,09	0	0	52,70	0,00	0,00
10323	ROMILLY-SUR-SEINE	25,44	6,30	24,78	0	0	83,30	0,00	0,00
10324	RONCENAY	3,86	0,26	6,66	0	0	10,58	73,54	0,00
10325	ROSIERES-PRES-TROYES	6,25	2,15	34,37	0	0	89,58	0,00	0,00
10326	ROSNAY-L'HOPITAL	12,75	0,40	3,13	0	0	77,67	0,00	0,00

INSEE	Commune	Superficie de la commune (km ²)	Surface urbanisée (km ²)	Taux d'urbanisation (%)	Nb sinistres	Nb CatNat	Surface en aléa faible (%)	Surface en aléa moyen (%)	Surface en aléa fort (%)
10327	LA ROTHIERE	7,25	0,18	2,42	0	0	79,96	0,00	18,00
10328	ROUILLY-SACEY	19,11	0,56	2,92	1	0	37,05	10,77	5,79
10329	ROUILLY-SAINT-LOUP	11,38	0,83	7,33	0	0	85,92	0,00	11,33
10330	ROUVRES-LES-VIGNES	8,25	0,24	2,97	0	0	63,82	0,00	0,00
10331	RUMILLY-LES-VAUDES	42,72	0,96	2,26	7	2	76,52	20,96	2,19
10332	RUIGNY	4,22	0,45	10,79	4	0	27,20	46,04	19,74
10333	SAINT-ANDRE-LES-VERGERS	5,81	3,86	66,41	0	0	54,87	0,00	0,00
10334	SAINT-AUBIN	17,87	0,70	3,89	0	0	86,52	0,05	0,00
10335	SAINT-BENOIST-SUR-VANNE	16,67	0,49	2,92	0	0	69,01	0,00	2,14
10336	SAINT-BENOIT-SUR-SEINE	11,78	0,42	3,56	0	0	23,75	0,00	0,00
10337	SAINT-CHRISTOPHE-DODINICOURT	4,96	0,19	3,90	0	0	96,16	0,00	0,00
10338	SAINT-ETIENNE-SOUS-BARBUISE	10,97	0,29	2,66	0	0	46,34	0,00	0,00
10339	SAINT-FLAVY	17,11	0,33	1,93	0	0	72,98	0,00	0,00
10340	SAINT-GERMAIN	13,90	1,58	11,35	0	0	40,43	0,00	0,00
10341	SAINT-HILAIRE-SOUS-ROMILLY	20,37	0,74	3,61	0	0	71,38	0,26	0,00
10342	SAINT-JEAN-DE-BONNEVAL	6,23	0,57	9,10	6	0	30,39	55,65	10,29
10343	SAINT-JULIEN-LES-VILLAS	5,28	2,86	54,14	0	0	96,50	0,00	0,00
10344	SAINT-LEGER-PRES-TROYES	9,19	0,70	7,63	0	0	80,36	5,70	0,00
10345	SAINT-LEGER-SOUS-BRIENNE	13,42	0,67	5,01	0	0	79,25	0,00	19,72
10346	SAINT-LEGER-SOUS-MARGERIE	6,65	0,22	3,25	1	0	78,28	0,00	0,00
10347	SAINT-LOUP-DE-BUFFIGNY	10,27	0,34	3,33	0	0	43,51	2,77	0,00
10348	SAINT-LUPIEN	23,10	0,37	1,59	0	0	33,35	0,00	0,00
10349	SAINT-LYE	32,89	2,33	7,07	2	1	60,89	0,00	0,00
10350	SAINT-MARDS-EN-OTHE	31,49	1,08	3,44	0	0	96,50	0,00	0,00
10351	SAINT-MARTIN-DE-BOSSENAY	16,46	0,54	3,31	0	0	47,70	0,00	0,00
10352	SAINTE-MAURE	20,93	1,28	6,13	0	0	34,00	0,00	0,00
10353	SAINT-MESMIN	16,34	0,91	5,58	2	0	48,11	0,00	0,00
10354	SAINT-NABORD-SUR-AUBE	8,61	0,27	3,17	0	0	71,27	0,00	0,00
10355	SAINT-NICOLAS-LA-CHAPELLE	11,63	0,21	1,82	0	0	72,21	1,01	0,00
10356	SAINT-OULPH	10,99	0,28	2,53	0	0	94,61	0,00	0,00
10357	SAINT-PARRES-AUX-TERTRES	11,94	1,92	16,10	0	0	40,12	3,97	0,00
10358	SAINT-PARRES-LES-VAUDES	3,11	1,01	32,37	0	0	97,36	0,00	0,00
10359	SAINT-PHAL	33,41	0,97	2,92	0	0	33,66	9,49	36,73
10360	SAINT-POUANGE	10,03	0,89	8,85	0	0	31,84	4,40	0,00
10361	SAINT-REMY-SOUS-BARBUISE	15,60	0,26	1,67	0	0	38,71	0,00	0,00
10362	SAINTE-SAVINE	7,62	3,04	39,83	0	0	63,65	0,00	0,00
10363	SAINT-THIBAUT	11,85	0,85	7,14	0	0	98,97	0,00	0,26
10364	SAINT-USAGE	16,54	0,24	1,44	0	0	32,79	0,00	0,00
10365	SALON	22,08	0,34	1,54	0	0	18,28	0,00	0,00
10366	SAULCY	11,35	0,18	1,63	3	2	43,51	0,00	0,00
10367	LA SAULSOTTE	18,98	0,75	3,95	0	0	49,56	24,77	0,00
10368	SAVIERES	18,43	0,99	5,37	0	0	86,79	0,00	0,00
10369	SEMOINE	22,44	0,54	2,39	0	0	10,54	0,00	0,00
10370	SOLIGNY-LES-ETANGS	15,98	0,43	2,66	0	0	40,51	0,00	4,18
10371	SOMMEVAL	9,58	0,42	4,35	0	0	78,19	0,00	0,00
10372	SOULAINES-DHUYS	20,18	0,63	3,12	0	0	89,67	9,19	1,00
10373	SOULIGNY	10,63	0,45	4,22	0	0	28,08	0,00	0,00
10374	SPOY	10,47	0,28	2,71	0	0	26,41	0,00	0,00
10375	THENNELIERES	6,75	0,35	5,18	0	0	25,00	20,73	4,25

INSEE	Commune	Superficie de la commune (km ²)	Surface urbanisée (km ²)	Taux d'urbanisation (%)	Nb sinistres	Nb CatNat	Surface en aléa faible (%)	Surface en aléa moyen (%)	Surface en aléa fort (%)
10376	THIEFFRAIN	7,45	0,27	3,68	0	0	97,49	0,00	0,00
10377	THIL	19,49	0,26	1,35	0	0	57,17	0,00	0,00
10378	THORS	8,36	0,17	1,98	0	0	14,14	0,00	0,00
10379	TORCY-LE-GRAND	7,55	0,53	7,03	0	0	78,42	0,00	0,00
10380	TORCY-LE-PETIT	7,25	0,17	2,41	0	0	87,94	0,00	0,00
10381	TORVILLIERS	12,16	1,06	8,69	0	0	30,48	0,00	0,00
10382	TRAINEL	20,00	0,83	4,16	0	0	57,36	0,00	6,96
10384	TRANNES	9,80	0,30	3,04	0	0	74,24	0,00	7,90
10386	TROUANS	29,71	0,55	1,85	0	0	17,64	0,00	0,00
10387	TROYES	13,36	12,01	89,87	8	2	97,93	0,00	0,00
10388	TURGY	10,03	0,22	2,24	0	0	88,63	7,91	0,00
10389	UNIENVILLE	11,72	0,27	2,29	0	0	92,72	0,00	0,00
10390	URVILLE	12,21	0,30	2,45	0	0	79,38	0,00	0,00
10391	VAILLY	11,80	0,33	2,78	0	0	14,72	0,00	0,00
10392	VALLANT-SAINT-GEORGES	17,90	0,53	2,97	0	0	79,35	0,00	0,00
10393	VALLENTIGNY	15,61	0,36	2,33	0	0	96,72	0,00	0,92
10394	VALLIERES	8,43	0,39	4,66	0	0	76,31	0,17	0,00
10395	VANLAY	25,96	0,78	3,02	0	0	95,63	4,28	0,00
10396	VAUCHASSIS	24,14	0,57	2,38	0	0	91,18	0,00	0,00
10397	VAUCHONVILLIERS	11,70	0,30	2,53	8	0	92,70	0,00	0,00
10398	VAUCOGNE	16,46	0,20	1,23	0	0	63,82	0,00	0,00
10399	VAUDES	7,57	0,65	8,63	0	0	99,30	0,00	0,70
10400	VAUPOISSON	10,89	0,26	2,42	0	0	48,70	0,00	0,00
10401	VENDEUVRE-SUR-BARSE	52,44	1,81	3,46	4	2	77,06	12,12	2,65
10402	LA VENDUE-MIGNOT	10,53	0,41	3,86	6	1	43,26	0,00	56,74
10403	VERNONVILLIERS	7,56	0,18	2,35	0	0	85,69	0,00	0,00
10404	VERPILLIERES-SUR-OURCE	18,17	0,23	1,26	0	0	33,82	0,00	0,00
10405	VERRICOURT	6,98	0,14	1,98	0	0	74,12	0,00	0,00
10406	VERRIERES	9,98	1,42	14,25	28	2	74,29	0,00	23,15
10408	VIAPRES-LE-PETIT	11,36	0,27	2,36	0	0	36,92	0,00	0,00
10409	VILLACERF	9,77	0,56	5,72	0	0	33,00	0,00	0,00
10410	VILLADIN	12,58	0,27	2,14	0	0	39,95	0,00	0,00
10411	LA VILLE-AUX-BOIS	5,57	0,09	1,67	0	0	47,97	0,00	51,50
10412	VILLECHETIF	12,49	0,79	6,36	0	0	32,00	0,00	0,00
10414	VILLELOUP	16,57	0,30	1,83	0	0	29,96	0,00	0,00
10415	VILLEMAUR-SUR-VANNE	19,64	0,59	2,99	0	0	57,47	0,00	5,17
10416	VILLEMEREUIL	7,69	0,43	5,57	1	0	50,98	17,73	27,68
10417	VILLEMOIRON-EN-OTHE	12,51	0,41	3,27	0	0	90,79	0,00	0,00
10418	VILLEMORIEN	13,89	0,37	2,65	0	0	14,86	0,00	0,00
10419	VILLEMoyenne	12,27	0,81	6,59	0	0	74,22	1,00	24,32
10420	VILLENAUXE-LA-GRANDE	18,12	1,59	8,79	0	0	37,51	30,24	0,00
10421	LA VILLENEUVE-AU-CHATELOT	6,35	0,22	3,49	0	0	83,76	0,00	0,00
10422	VILLENEUVE-AU-CHEMIN	3,40	0,30	8,98	0	0	72,27	10,09	0,00
10423	LA VILLENEUVE-AU-CHENE	10,93	0,61	5,60	6	1	76,84	13,89	3,41
10424	VILLERET	3,28	0,13	3,82	0	0	31,34	62,43	4,83
10425	VILLERY	3,61	0,33	9,03	0	0	27,90	0,26	0,00
10426	VILLE-SOUS-LA-FERTE	19,70	1,01	5,15	0	0	35,06	0,00	0,00
10427	VILLE-SUR-ARCE	16,37	0,53	3,24	0	0	42,43	0,00	0,00
10428	VILLE-SUR-TERRE	16,05	0,27	1,71	0	0	92,75	0,00	0,00
10429	VILLETTE-SUR-AUBE	7,38	0,56	7,55	0	0	55,47	0,00	0,00

INSEE	Commune	Superficie de la commune (km ²)	Surface urbanisée (km ²)	Taux d'urbanisation (%)	Nb sinistres	Nb CatNat	Surface en aléa faible (%)	Surface en aléa moyen (%)	Surface en aléa fort (%)
10430	VILLIERS-HERBISSE	26,47	0,34	1,29	0	0	15,23	0,00	0,00
10431	VILLIERS-LE-BOIS	5,23	0,19	3,67	0	0	3,52	0,00	0,00
10432	VILLIERS-SOUS-PRASLIN	8,40	0,21	2,51	0	0	49,17	0,00	0,00
10433	VILLY-EN-TRODES	18,16	0,39	2,13	1	1	95,02	0,00	0,00
10434	VILLY-LE-BOIS	5,48	0,13	2,40	0	0	18,33	0,00	81,67
10435	VILLY-LE-MARECHAL	3,35	0,20	5,90	1	1	22,99	39,88	37,13
10436	VINETS	9,29	0,31	3,36	0	0	73,57	0,00	0,00
10437	VIREY-SOUS-BAR	10,79	0,60	5,59	0	0	62,41	0,00	0,00
10438	VITRY-LE-CROISE	32,55	0,54	1,67	0	0	35,15	0,00	0,00
10439	VIVIERS-SUR-ARTAUT	6,19	0,21	3,33	0	0	32,70	0,00	0,00
10440	VOIGNY	7,08	0,24	3,46	0	0	46,22	0,00	0,00
10441	VOSNON	12,80	0,00	0,00	0	0	87,58	0,14	0,00
10442	VOUE	13,70	0,63	4,57	0	0	45,16	0,00	0,00
10443	VOUGREY	4,20	0,11	2,57	0	0	94,04	0,00	0,00
10444	VULAINES	8,72	0,31	3,58	0	0	63,48	0,00	4,30
10445	YEVRES-LE-PETIT	8,27	0,21	2,51	0	0	52,52	0,00	0,00
10043	BESSY	7,18	0,22	3,12	0	0	77,48	0,00	0,00
10383	TRANCAULT	26,95	0,49	1,80	0	0	26,38	0,00	0,76
10038	BERCENAY-LE-HAYER	14,88	0,36	2,40	0	0	28,41	0,00	0,00

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

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

A défaut, un tel tableau permet de mettre en évidence les communes actuellement les plus touchées par le phénomène. Le paramétrage des critères décisionnels relève bien entendu de l'autorité administrative. A titre indicatif, ce tableau a permis d'établir une première sélection de cinq communes sur la base des critères suivants :

- au moins un arrêté de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle sécheresse concernant la commune depuis 1989 ;
- au moins 5 sinistres recensés sur le territoire communal ;
- une proportion significative de la superficie communale couverte par une zone classée en aléa fort (au moins 20 %).

Avec de tels seuils (définis ici de manière purement arbitraire et à titre de simple illustration), les cinq communes qui se détachent sont celles de Fresnoy-le-Chateau (1 arrêté de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle, 3 sinistres recensés et plus de 39 % du territoire communal classé en aléa fort), Mathaux (1 arrêté, 7 sinistres recensés, et plus de 36 % du territoire communal en aléa fort), Radonvilliers (1 arrêté, 7 sinistres recensés et près de 22 % du territoire communal en aléa fort), La Vendue-Mignot (1 arrêté, 6 sinistres recensés, près de 57 % du territoire communal en aléa fort) et Verrières (2 arrêts, 28 sinistres et plus de 23 % du territoire communal en aléa fort).

Cette sélection résulte cependant d'un choix de critères relativement arbitraire et demande à être corrigée en intégrant d'autres éléments décisionnels liés davantage aux enjeux à venir en termes de constructions nouvelles à prévoir dans des secteurs *a priori* très sujets au phénomène de retrait-gonflement, analyse qui demande une réflexion plus poussée et surtout la prise en compte de données complémentaires auxquelles le BRGM n'a pas eu accès dans le cadre de la présente étude.

La commune de Verrières, qui apparaît dans cette première sélection sur la base des critères choisis ici, a été retenue par la DDEA et la Préfecture pour servir ici d'illustration de la démarche proposée pour les PPRN.

3. Note de présentation

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

- la méthodologie utilisée pour établir le PPRN, 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 retrait-gonflement des sols argileux, en insistant sur les facteurs de prédisposition et de déclenchement ;
- les désordres causés par le phénomène, ainsi que l'importance des mesures de prévention recommandées et/ou imposées ;
- les principes qui ont conduit à élaborer les mesures de prévention stipulées par le règlement, ainsi que leur justification et l'illustration de leur mise en œuvre.

Une note de présentation type a ainsi été rédigée : elle est destinée à être transposée de manière identique à toutes les communes du département concernées par de tels PPRN. La DDEA, chargée de l'élaboration des PPRN, 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 PPRN.

Un exemple de note de présentation pour la commune de Verrières, 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 ministère en charge de l'environnement (actuelle DGPR/SRNH). Un premier projet de règlement pour les PPRN RG des Deux-Sèvres a été réalisé par le BRGM fin 2000, après concertation avec le ministère et la DDE 79. Le CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) ainsi que le LCPC (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, en la personne de M. Marcel Rat) avaient également été consultés et s'étaient alors prononcés sur le projet de texte.

En 2001, différentes réunions regroupant ces mêmes acteurs, ainsi que la DGUHC (Direction Générale de l'Urbanisme, de l'Habitat et de la Construction), ont permis de poursuivre la réflexion. Depuis cette date, plusieurs départements (Allier, Alpes-de-Haute-Provence, Bouches-du-Rhône, Dordogne, Haute-Garonne, Gers, Indre, Loir-et-Cher, Lot-et-Garonne, Yvelines, Tarn, Tarn-et-Garonne, Vaucluse, Seine-Saint-Denis, Val-de-Marne, Val d'Oise) ont lancé la concertation avec les communes sur la base de ce texte et ont, pour certains, organisé des enquêtes publiques en vue de la mise en œuvre de tels PPRN (d'ores et déjà adoptés dans au moins 568 communes), ce qui a amené à revoir la formulation de certains articles du texte et à procéder à plusieurs adaptations locales.

En 2007, à la suite d'un travail de concertation spécifique initié par la DIREN Ile-de-France pour harmoniser et améliorer le règlement type en vue de la mise en œuvre de PPRN RG dans cette région particulièrement concernée, le ministère en charge de l'environnement a réuni un groupe de travail pour proposer des amendements à ce texte et le rendre plus facilement opérationnel. Ce groupe de travail, auquel participaient plusieurs représentants du MEEDDAT ainsi que des représentants de l'AQC (Agence Qualité Construction), de l'USG (Union Syndicale de Géotechnique), du CSTB, du BRGM, du LREP (Laboratoire Régional de l'Est Parisien), de SOCOTEC, des assureurs (MRN, SMABTP), de la DIREN IDF et de la DDE 93, s'est réuni à quatre reprises entre février et septembre 2007. Sur la base des recommandations de ce groupe de travail, une nouvelle version du règlement type a été diffusée par le MEEDDAT le 14 mai 2008 à l'ensemble des préfetures, DDE et DIREN. Le texte joint en annexe est directement issu de ce document, moyennant quelques adaptations mineures.

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

A titre indicatif, une étude de SOLEN Géotechnique, commandée en 2001 par le ministère, a permis de préciser les ordres de grandeur des surcoûts induits par les mesures prescrites par le règlement, dans le cas le plus pénalisant d'une construction très économique. Par exemple, pour la construction d'un pavillon de type traditionnel,

de plain-pied, de 100 m² d'emprise au sol, édifié avec dallage sur terre-plein et semelles de fondations continues ancrées à 0,60 m sur terrain naturel plat, dont le coût de construction moyen était alors évalué à 75 000 € HT, les surcoûts approximatifs ont été estimés de la manière suivante :

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

D'autres coûts sont également évalués dans cette étude :

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

5. Conclusion

Cette étude a permis de donner à la Préfecture et à la DDEA de l'Aube 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 sols argileux et ceci pour chacune des communes du département. Elle a été réalisée en suivant la démarche mise au point pour l'établissement des PPRN retrait-gonflement dans le département des Deux-Sèvres et approuvée par le MEEDDAT (actuelle DGPR/SRNH) puis appliquée à ce jour dans une cinquantaine d'autres départements français.

La proposition du plan de zonage a été établie, pour chaque commune, par extrapolation automatisée de la carte départementale de l'aléa retrait-gonflement des argiles, avec prise en compte d'une marge de sécurité intégrant l'incertitude sur le tracé des limites.

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

En plus de l'exemple pour la commune de Verrières, présenté sur support papier en annexes et en carte hors-texte, un CD-Rom est fourni avec ce rapport : il contient les propositions de plans de zonage pour les 433 communes du département de l'Aube (au format MapInfo®, version 8.0), ainsi que les fichiers numériques correspondant aux documents types d'établissement du PPRN retrait-gonflement (note de présentation et règlement).



6. Bibliographie

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

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. h.-t.

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

Ministère de l'Aménagement, du Territoire et de l'Environnement, Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement (1999) - Plans de prévention des risques naturels (PPRN) - 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*

Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement Durables, Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques, Sous-direction de la Prévention des Risques majeurs (2008) – Le retrait-gonflement des argiles – Comment prévenir les désordres dans l'habitat individuel? Accessible sur <http://www.prim.net>

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

Norie A., Vincent M. (2000) - Établissement de Plans de prévention des risques naturels prévisibles : « mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux » - Approche méthodologique dans le département des Deux-Sèvres. Rapport BRGM/RP-50591-FR, 14 p., 4 fig., 4 ann.

Vincent M. (2003) – Le risque de retrait-gonflement des argiles – Cahiers de l'IAURIF, n° 138, octobre 2003, pp. 95 à 101

Vincent M. (2005) - Prévention du risque sécheresse : cartographie départementale de l'aléa retrait-gonflement des argiles et établissement de plans de prévention des risques – Géologues (Revue officielle de l'Union Française des Géologues), n°146, septembre 2005, pp. 43 à 47

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

Vincent M., Bouchut J., Fleureau J.-M. (LMSSMat), Masrouri F. (LAEGO), Oppenheim E. (CEBTP-Solen), Heck J.-V. (CSTB), Ruaux N. (CSTB), Le Roy S., Dubus I., Surdyk N. (2006) - Étude des mécanismes de déclenchement du phénomène de retrait-gonflement des sols argileux et de ses interactions avec le bâti – rapport final. BRGM/RP-54862-FR, 378 p., 308 ill.

Vincent M., Plat E., Le Roy S. (2007) - Cartographie de l'aléa Retrait-Gonflement et Plans de Prévention des Risques. Revue Française de Géotechnique n° 120-121, 4^{ème} trim. 2007, pp. 189-200

Warin J. et Zornette N. (2008) – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux dans le département de l'Aube. Rapport BRGM/RP-56710-FR, 105 p., 46 ill., 4 ann., 3 cartes h.-t.

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



Plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN)

Mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux dans le département de l'Aube

Commune de *Verrières*

Note de présentation



SOMMAIRE

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

LISTE DES ILLUSTRATIONS

- Illustration 1 : Carte synthétique des formations argileuses et marneuses de l'Aube
Illustration 2 : Classement des formations argileuses et marneuses par niveau d'aléa
Illustration 3 : Carte d'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département de l'Aube

LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1 : Description succincte des formations argileuses et marneuses affleurant dans le département de l'Aube
Annexe 2 : Description des phénomènes de retrait-gonflement des sols argileux et de leurs conséquences
Annexe 3 : Liste des arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle au titre de mouvements différentiels de sols liés au retrait-gonflement des argiles, pris dans le département de l'Aube (au 02 février 2009)
Annexe 4 : Illustration des principales dispositions réglementaires de prévention des risques de mouvements de terrain différentiels liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles
Annexe 5 : Arbres de décision illustrant et explicitant le règlement
Annexe 6 : Extraits de la norme AFNOR NF P 94-500 (décembre 2006) intitulée « Missions géotechniques – Classifications et spécifications »

1. INTRODUCTION

Les phénomènes de retrait et de gonflement des sols argileux ont été observés depuis longtemps dans les pays à climat aride et semi-aride où ils sont à l'origine de nombreux dégâts causés tant aux bâtiments qu'aux réseaux et voiries. En France, où la répartition pluviométrique annuelle est plus régulière et les déficits saisonniers d'humidité moins marqués, ces phénomènes n'ont été mis en évidence que plus récemment, en particulier à l'occasion des sécheresses de l'été 1976, et surtout des années 1989-90, puis en 2003. Les dégâts observés en France concernent essentiellement les maisons individuelles. Le principal facteur de prédisposition, qui détermine la susceptibilité d'une zone vis-à-vis de ce phénomène naturel, est la nature du sol et en particulier sa teneur en certains minéraux argileux particulièrement sensibles aux variations de teneurs en eau.

La prise en compte, par les assurances, de sinistres résultant de mouvements différentiels attribués au retrait-gonflement des argiles a été rendue possible par l'application de la loi n° 82-600 du 13 juillet 1982, relative à l'indemnisation des victimes de catastrophe naturelle. Depuis l'année 1989, date à laquelle cette procédure a commencé à être appliquée à ce type de phénomène, plus de 7 800 communes françaises, réparties dans 90 départements ont ainsi été reconnues au moins une fois en état de catastrophe naturelle. Le coût cumulé d'indemnisation de ces sinistres a été évalué à 3,9 milliards d'euros sur la période 1989-2003 par la Caisse Centrale de Réassurance (données CCR au 11 septembre 2008).

Le département de l'Aube est relativement concerné, avec un coût cumulé d'indemnisation (dans le seul cadre du régime des catastrophes naturelles) évalué par la CCR en septembre 2008 à environ 3 millions d'euros, ce qui le classe en 55^{ème} position des départements français. Au 2 février 2009, 13 arrêtés interministériels y ont été pris, reconnaissant l'état de catastrophe naturelle, pour cet aléa et pour des périodes comprises entre mai 1989 et septembre 2003, dans 32 communes, représentant un peu moins de 8,5 % de la superficie totale du département mais rassemblant près de 26,7 % de la population départementale. Dans le cadre de l'établissement de la carte départementale d'aléa, achevée en novembre 2008 par le BRGM, 167 sites de sinistres, répartis dans 44 communes, ont ainsi été recensés et localisés précisément, ce qui constitue une estimation approchée, quoique vraisemblablement minorée, de la réalité.

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

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

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

2. PRESENTATION DE LA ZONE ETUDIEE

2.1. Limites de l'étude

Le présent PPRN couvre l'ensemble du territoire communal de Verrières (département de l'Aube).

2.2. Contexte naturel départemental

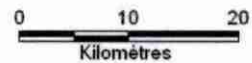
2.2.1. Situation géographique

Le département de l'Aube, rattaché administrativement à la région Champagne-Ardenne, est divisé en 433 communes et couvre une superficie d'environ 6 009 km². Il compte une population estimée par l'INSEE à un peu moins de 300 000 habitants en 2006, soit une densité d'environ 50 hab./km², largement inférieure à la moyenne nationale. La principale agglomération est celle de Troyes (chef-lieu du département) qui rassemble plus de 20 % de la population départementale, les autres villes importantes étant celles de Bar-sur-Aube et de Nogent-sur-Seine.

2.2.2. Géologie

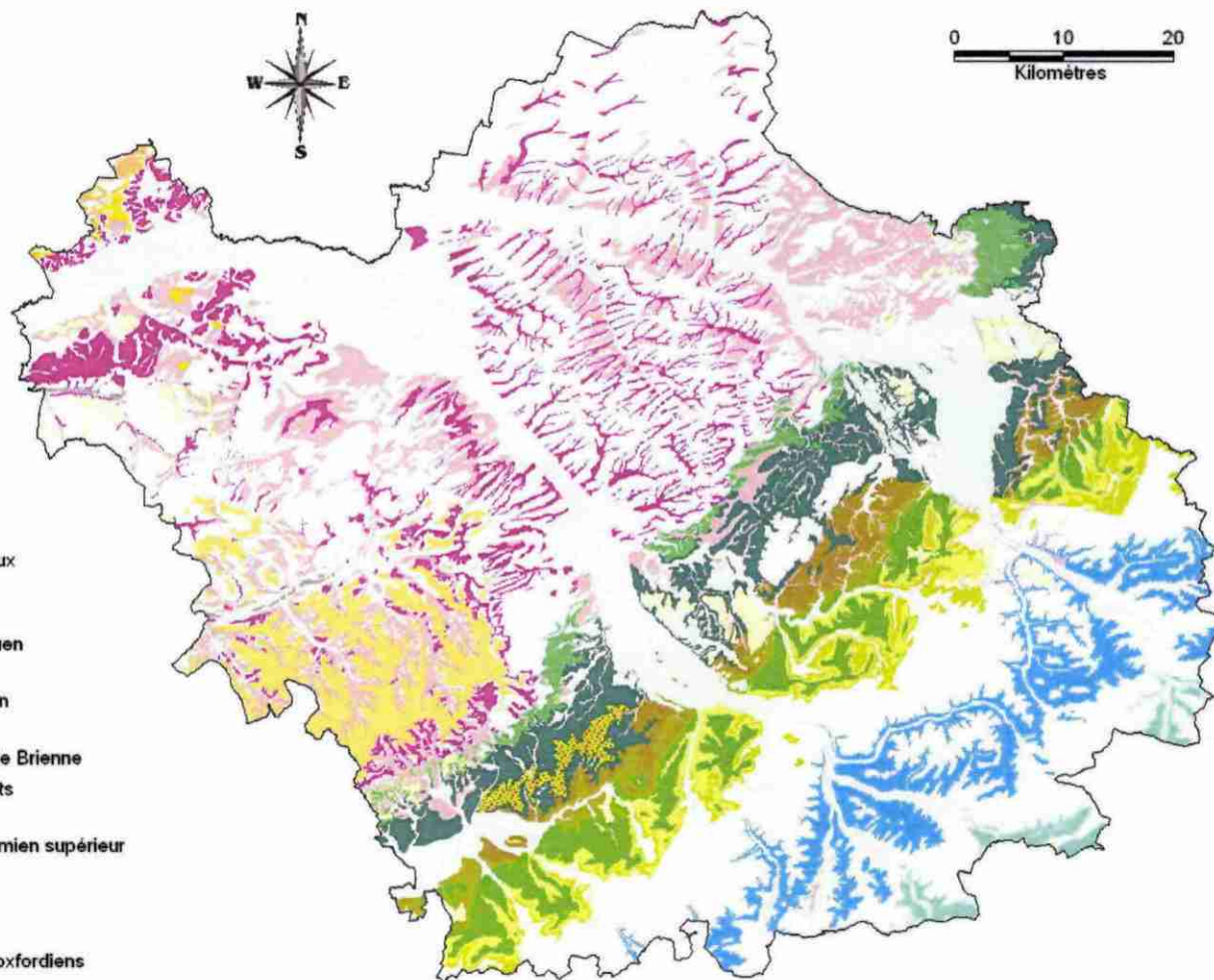
La connaissance de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux passe par une étude détaillée de la géologie, en s'attachant particulièrement aux formations à composante argileuse (argiles proprement dites mais aussi marnes, altérites, limons fins, sables argileux, etc.). Ceci nécessite de déterminer, pour chaque formation, la nature lithologique des terrains ainsi que les caractéristiques minéralogiques et géotechniques de leur phase argileuse. Cette analyse a été effectuée principalement à partir des données déjà disponibles, notamment des cartes géologiques à l'échelle 1/50 000 publiées par le BRGM, complétées d'une part par l'analyse de données de sondages contenues dans la Banque des données du Sous-Sol gérée par le BRGM, et d'autre part par de nouvelles analyses réalisées à partir d'échantillons représentatifs. Elle reflète donc l'état actuel des connaissances sur la géologie des formations superficielles de l'Aube, mais est susceptible d'évoluer au fur et à mesure de l'acquisition de nouvelles données sur le proche sous-sol.

Les formations géologiques affleurantes ou sub-affleurantes dans le département et considérées comme argileuses (au sens le plus large) sont brièvement décrites en annexe 1, après regroupement d'unités stratigraphiquement distinctes, mais dont les caractéristiques lithologiques, et donc le comportement supposé vis-à-vis du retrait-gonflement, sont comparables. La carte géologique des formations argileuses et marneuses présentée en illustration 1 est une carte synthétique qui résulte d'une analyse interprétative à partir des connaissances actuellement disponibles. Certaines unités stratigraphiques ont été regroupées dans la mesure où leur nature lithologique similaire le justifiait. Par ailleurs, les formations considérées comme *a priori* non argileuses n'ont pas été figurées sur cette carte, ce qui n'exclut pas que des poches ou placages argileux, non identifiés sur les cartes géologiques actuellement disponibles, puissent s'y rencontrer localement.



Formations argileuses et marneuses

-  Fz - Alluvions actuelles et récentes
-  Fy - Alluvions fluviales anciennes
-  T - Dépôts tourbeux
-  FV - Formations de versants
-  LP - Limons des plateaux
-  CC - Colluvions sur substratum crayeux
-  j^a - Argiles à meulière de Brie
-  RS - Argiles résiduelles à silex
-  e6b - Marnes et calcaires de Saint-Ouen
-  e4 - Argile plastique, sables et grès
-  c1a - Marnes et craies du Cénomanién
-  n6a-SD - Sables des Drillons
-  n6AGB - Argiles du Gault et Marnes de Brienne
-  n5b_6a - Sables blancs et Sables verts
-  n5a - Argiles à plicatules
-  n4b - Argiles, sables et grès du Barrémien supérieur
-  n4a - Argiles oostreennes
-  n3S - Calcaires à spatangues
-  j6b-cN - Marnes à Exogyres
-  j5MCA - Marnes et calcaires argileux oxfordiens



t III. 1 : Carte synthétique des formations argileuses et marneuses de l'Aube (carte extraite du rapport BRGM/RP-56710-FR, novembre 2008)

Cette synthèse géologique départementale montre que 60 % de la superficie du département est concernée par des formations à composante argileuse et donc soumis à un risque de retrait-gonflement plus ou moins élevé. Les principales formations argileuses ou marneuses qui affleurent dans le département de l'Aube sont, par ordre d'importance décroissante en termes de superficie, les *Formations de versants* (10,07 % de la superficie départementale), les *Alluvions fluviales anciennes* (9,35 %), les *Alluvions actuelles et récentes de l'Holocène* (8,73 %), les *Colluvions sur substratum crayeux* (4,89 %), les *Argiles du Gault et Marnes de Brienne* (4,84 %) et les *Marnes à exogyres* (4,37 %). Les autres formations à composante argileuse couvrent toutes des surfaces inférieures à 4 % du département.

2.2.3. Hydrogéologie

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

Le département de l'Aube présente plusieurs aquifères de nature plus ou moins complexe dont le rôle vis-à-vis des phénomènes de retrait-gonflement peut être localement non négligeable, en particulier pour ce qui concerne certaines nappes alluviales et des nappes superficielles, de faible extension et à caractère non permanent.

3. DESCRIPTION DES PHENOMENES ET DE LEURS CONSEQUENCES

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

4. SINISTRES OBSERVES DANS LE DEPARTEMENT

Au 2 février 2009, 32 des 433 communes que compte le département de l'Aube ont été reconnues au moins une fois en état de catastrophe naturelle au titre de mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles, pour des périodes comprises entre mai 1989 et septembre 2003. Au total, 13 arrêtés interministériels reconnaissant l'état de catastrophe naturelle sécheresse dans une ou plusieurs communes de l'Aube ont été pris pour cette période. Le nombre total d'occurrences ainsi déterminées (nombre de périodes ayant fait l'objet d'une reconnaissance en distinguant commune par commune) s'élève à 45 (cf. annexe 3).

Les sites de sinistres recensés et localisés avec précision par le BRGM lors de la cartographie départementale d'aléa sont au nombre de 167, répartis dans 44 communes : ce nombre constitue une estimation approchée, quoique vraisemblablement minorée, de la réalité. D'après des données communiquées par la Caisse Centrale de Réassurance et couvrant la période 1989-2003, l'Aube serait classé en 55^{ème} position des départements français en termes de coût cumulé d'indemnisation, dans le cadre du régime des catastrophes naturelles, avec un montant d'environ 3 millions d'euros.

5. DESCRIPTION DE LA METHODOLOGIE D'ETABLISSEMENT DU PPRN

5.1. Carte de l'aléa retrait-gonflement

Afin de délimiter les zones à risque, le BRGM a dressé pour l'ensemble du département une carte de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux. L'aléa correspond par définition à la probabilité d'occurrence du phénomène. Il est ici approché de manière qualitative à partir d'une hiérarchisation des formations argileuses du département vis-à-vis du phénomène de

PPRN retrait-gonflement des argiles - Commune de Verrières (Aube)
NOTE DE PRESENTATION

retrait-gonflement. Pour cela, on établit d'abord une carte de susceptibilité, sur la base d'une caractérisation physique des formations géologiques à partir des critères suivants :

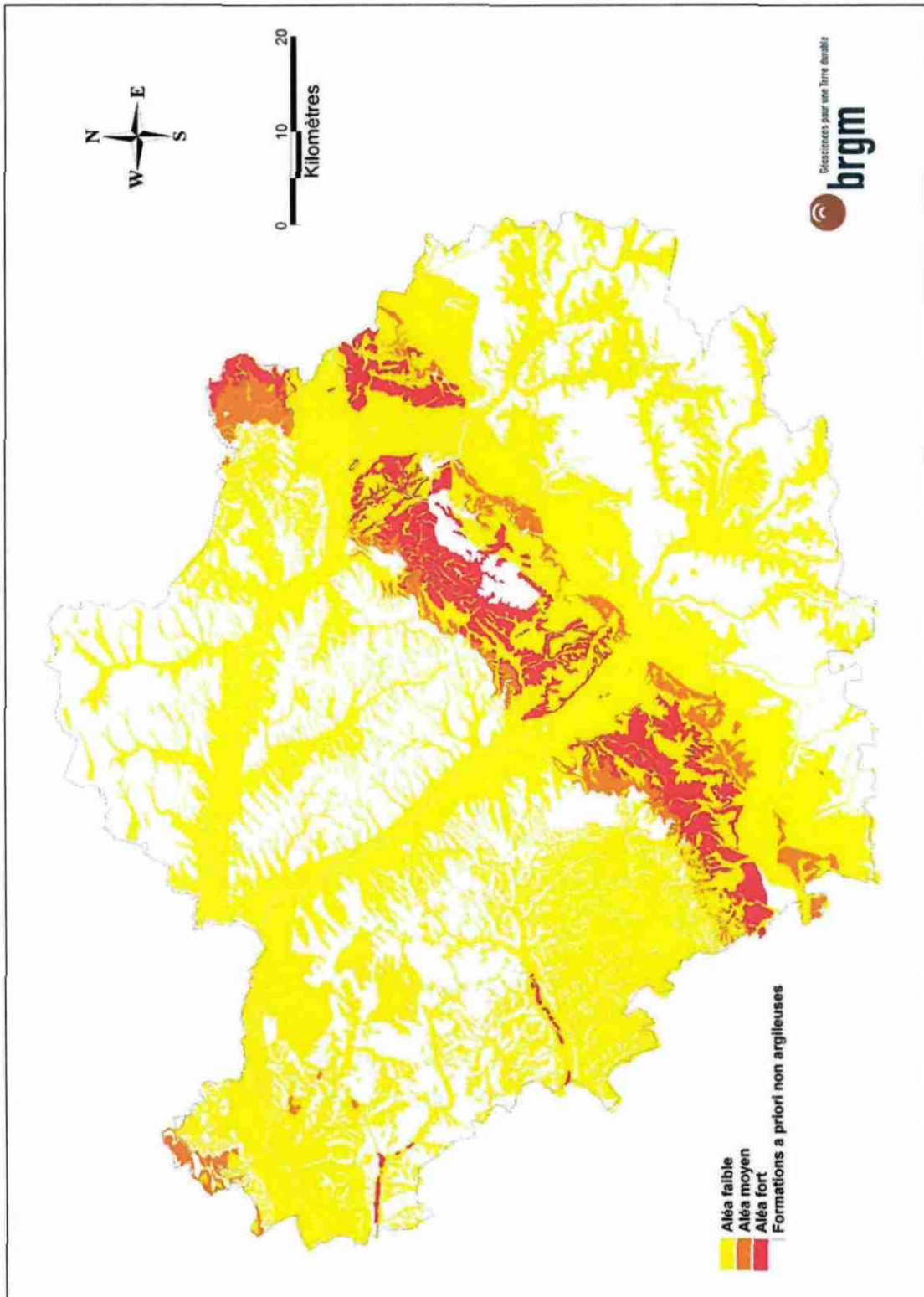
- la proportion de matériau argileux au sein de la formation (analyse lithologique) ;
- la proportion de minéraux gonflants dans la phase argileuse (minéralogie) ;
- l'aptitude du matériau à absorber de l'eau (comportement géotechnique).

Pour chacune des 20 formations argileuses ou marneuses identifiées, le niveau d'aléa résulte en définitive de la combinaison du niveau de susceptibilité ainsi obtenu et de la densité de sinistres retrait-gonflement, rapportée à 100 km² de surface d'affleurement réellement urbanisée (pour permettre des comparaisons fiables entre formations). La synthèse des résultats obtenus est présentée dans le tableau ci-dessous (illustration 2).

Code	Notation et intitulé des formations argileuses	Surface d'affleurement (km ²)	% affleurement	Alea
Fz	Alluvions actuelles et récentes	524,40	8,73%	faible
Fy	Alluvions fluviatiles anciennes	562,02	9,35%	faible
FV	Formations de versants	605,20	10,07%	faible
LP	Limons des plateaux	107,70	1,79%	faible
CC	Colluvions sur substratum crayeux	293,80	4,89%	faible
RS	Argiles résiduelles à silex	206,08	3,43%	faible
e6b	Marnes et calcaires de Saint-Ouen	1,21	0,02%	faible
n6a-SD	Sables des Drillons	27,49	0,46%	faible
n5b-6a	Sables blancs et Sables verts	97,38	1,62%	faible
n4b	Argiles, sables et grès du Barrémien supérieur	192,30	3,20%	faible
n4a	Argiles oostréennes	133,50	2,22%	faible
n3S	Calcaires à spatangues	87,97	1,46%	faible
j6bcN	Marnes à exogyres	262,40	4,37%	faible
j5MCA	Marnes et calcaires argileux oxfordiens	39,92	0,66%	faible
	TOTAL des formations en aléa faible	3141,37	52,27,00%	
AM	Argiles à meulières de Brie	8,49	0,14%	moyen
e4	Argile plastique, sables et grès	8,30	0,14%	moyen
c1a	Marnes crayeuses grisâtres	84,09	1,40%	moyen
n5a	Argiles à plicatules	75,76	1,26%	moyen
	TOTAL des formations en aléa moyen	176,64	2,94%	
T	Dépôts tourbeux	5,25	0,09%	fort
n6AGB	Argiles du Gault et Marnes de Brienne	291,00	4,84%	fort
	TOTAL des formations en aléa fort	296,25	4,93%	
	TOTAL des formations argileuses	3609,00	60,06%	
	Formations a priori non argileuses	2400,00	39,94%	
	TOTAL département	6009,00	100,00%	

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

La répartition cartographique des zones d'aléa est présentée sur la carte ci-après (illustration 3). En définitive, 4,93 % de la superficie du département est située en zone d'aléa fort, tandis que 2,94 % du département est considéré en aléa moyen et 52,27 % en aléa faible. Le reste, soit 39,94 % du département, correspond à des zones *a priori* non argileuses (y compris le réseau hydrographique), en principe non exposées aux risques de retrait-gonflement, ce qui n'exclut pas la présence, localement, de poches ou de placages argileux non cartographiés.



III. 3 – Carte départementale de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux de l'Aube

Au vu de la carte établie, la répartition géographique des zones d'aléa retrait-gonflement des sols argileux montre que l'aléa fort touche en définitive une centaine de communes, principalement situées selon une bande diagonale coupant le département du sud-ouest au nord-est. Les zones classées en aléa moyen sont localisées principalement le long de cette

même bande et, dans une moindre mesure, à l'extrémité nord-ouest du département, tandis que les zones classées en aléa faible sont présentes sur tout le département. Quant aux secteurs *a priori* épargnés par le phénomène de retrait-gonflement, ils se situent principalement au sud-est du département au niveau des formations jurassiques et au nord-ouest essentiellement au niveau de formations crayeuses du Crétacé supérieur. Au vu de cette carte, une seule commune du département serait totalement à l'abri de ce risque et trois autres semblent relativement peu concernées avec uniquement des zones d'aléa faible sur moins de 5 % de leur superficie. Ces chiffres sont cependant à pondérer en prenant plutôt en compte la répartition de l'aléa dans les secteurs réellement en voie d'urbanisation qui sont les zones à enjeu où il importe que des règles de prévention soient respectées.

5.2. Plan de zonage réglementaire

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

Les zones exposées à un aléa fort sont notées B1 et représentées par 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 PPRN décrit les prescriptions destinées à s'appliquer aux zones réglementées. Il s'agit pour l'essentiel de dispositions constructives, qui concernent surtout la construction de maisons neuves. Certaines s'appliquent néanmoins aussi aux constructions existantes, avec pour principal objectif de ne pas aggraver la vulnérabilité actuelle de ces maisons vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement.

Le PPRN approuvé vaut servitude d'utilité publique et est opposable aux tiers. A ce titre il doit être annexé au Plan Local d'Urbanisme (PLU) conformément à l'article 126.1 du Code de l'Urbanisme. Comme spécifié dans l'article 16.1 de la loi n° 95.101 du 2 février 1995, le respect des prescriptions obligatoires s'applique, dès l'approbation du PPRN, 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 PPRN, 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 PPRN peut notamment entraîner une restriction des dispositifs d'indemnisation en cas de sinistre, même si la commune est reconnue en état de catastrophe naturelle au titre de mouvements différentiels de terrain liés au retrait-gonflement des argiles.

6. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES PREVENTIVES

Les dispositions constructives décrites dans le règlement du PPRN ne sont pas exhaustives en ce sens qu'elles ne se substituent pas aux documents normatifs en vigueur (NF – DTU) mais qu'elles les complètent. La mise en application de ces dispositions ne dispense donc pas de respecter l'ensemble des règles de l'art en vigueur dans le domaine de la construction. Par ailleurs, il s'agit de dispositions préventives et non curatives. Elles ne

s'appliquent donc pas nécessairement en cas de sinistre avéré, pour lequel il convient de faire appel à des méthodes de réparation spécifiques.

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

Concernant les constructions nouvelles en zones réglementées par le PPRN et pour ce qui est des maisons individuelles (hors permis de construire groupé), le choix est laissé entre deux options comme le montrent les arbres de décision présentés en annexe 5 :

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

Pour tous les autres bâtiments projetés en zone d'aléa retrait-gonflement (à l'exception des annexes d'habitation non accolées au bâtiment principal), c'est cette seconde option qui s'impose.

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

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

ANNEXE 1

Description succincte des formations argileuses et marneuses affleurant dans le département de l'Aube

La présente annexe décrit de manière succincte les 20 formations géologiques essentiellement ou partiellement argileuses et/ou marneuses qui affleurent sur 60 % du territoire départemental. Les autres formations ont été considérées comme *a priori* non argileuses, bien qu'il ne soit pas exclu d'y trouver localement des lentilles ou des poches d'argiles (non identifiées sur les cartes géologiques dans leur version actuelle). Certaines des formations décrites succinctement ci-dessous correspondent, en réalité, à des regroupements d'unités stratigraphiquement distinctes mais dont les caractéristiques lithologiques et, par conséquent, le comportement vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement ont été considérés comme similaires.

Fz - Alluvions actuelles et récentes (Holocène)

Ces alluvions modernes correspondent au lit majeur des cours d'eau. Leur nature lithologique varie en fonction de l'origine des cours d'eau. Il s'agit, pour l'essentiel, de formations argileuses, argilo-limoneuses, argilo-sableuses voire tourbeuses. Leur étendue spatiale importante recouvre presque partout les « Marnes de Brienne ». L'épaisseur de cette formation est variable : elle peut atteindre 6 mètres ou, *a contrario*, être très mince (de l'ordre de 50 centimètres d'épaisseur).

Fy - Alluvions fluviales anciennes (Pléistocène)

Les *Alluvions fluviales anciennes* sont largement présentes le long des principaux cours d'eau du département. Leur nature est étroitement liée aux périodes glaciaires pendant lesquelles elles se sont mises en place. Les alluvions de la moyenne terrasse, d'une épaisseur variant entre 3 et 5 mètres, sont très riches en éléments calcaires au sud de Troyes et dans la vallée de la Barse. Elles sont généralement recouvertes par des alluvions fluviales hétérogènes, de composition argilo-calcaire et de couleur brun-rouge. En ce qui concerne les alluvions anciennes de basse terrasse, leur épaisseur est importante (5 à 10 m), ce qui traduit une abondante accumulation liée au contexte hydrologique du département. Ces alluvions sont constituées d'un mélange de sables argileux, de graviers calcaires et de galets plats de calcaire et de silex.

T - Dépôts tourbeux

Des lentilles tourbeuses apparaissent principalement dans les alluvions argilo-sableuses des vallées de l'Orvin et de la Vanne. La vallée de la Vanne est occupée par des alluvions argileuses, à éléments crayeux fins, qui sont souvent tourbeuses. En amont de Vulaines, la rivière court à fleur du sol et de nombreux ruisseaux, alimentés par les sources situées au pied de la falaise crayeuse et divaguant dans la plaine alluviale, ont créé une zone marécageuse tourbeuse. L'épaisseur de la tourbe est, par endroit, supérieure à 1 mètre. Egalement, dans la vallée de la Seine, des alluvions limono-tourbeuses récentes recouvrent jusqu'à 20 mètres de sables et graviers. Dans la vallée de l'Ardusson près de Marigny-le-Châtel et Saint-Flavy, d'anciennes tourbières sont signalées.

FV - Formations de versants

Présentes sur tout le département, bien que parfois non cartographiées et d'épaisseur variable, ces formations sont essentiellement constituées de blocs ou de fragments calcaires anguleux enrobés dans une matrice argilo-limoneuse provenant de l'altération des calcaires. Cet ensemble regroupe des colluvions (mobilisées par des processus de gélifraction ou de solifluxion) et des éboulis désordonnés (mis en place par gravité) ou ordonnés (éléments plus fins, à litage sensiblement parallèle à la pente). Les éboulis accumulés sur les pentes

résultent du démantèlement des formations présentes en amont et sont constitués, selon le contexte géologique, de blocs de calcaires, de grès, de sables, d'argiles et de silex.

LP - Limons des plateaux (Pléistocène à Holocène)

Ces limons, qui se retrouvent en divers points du département, présentent à la base un horizon d'accumulation argileux. Ils ont été remaniés et mêlés de limons argileux, provenant de l'altération de la craie. Leur épaisseur est difficile à apprécier mais il est probable qu'elle dépasse plusieurs mètres au sud de la vallée de la Barse où les limons argileux masquent complètement les « Marnes de Brienne » ou les « Argiles tégulines ».

CC - Colluvions sur substratum crayeux

Ce sont les colluvions sur substratum crayeux dont le faciès apparaît plus argileux que la formation dite *Formations de versants* et qui couvrent une partie des pieds de versant et hauts de vallées dans le tiers nord-ouest du département. Ces colluvions, généralement de couleur brun-rouge, sont constituées de granules crayeux, de silex et de pisolithes ferrugineuses, englobés dans une matrice argilo-sableuse. Ils dérivent des terrains créacés, par suite d'altération de la roche *in situ*, de pédogénèse et de colluvionnement. Leur épaisseur est variable, pouvant aller de 0,5 à 3 mètres.

AM - Argiles à meulière de Brie (Sannoisien supérieur)

Cette formation qui n'affleure qu'à l'extrémité nord-ouest du département présente une épaisseur ne dépassant pas 6 à 7 mètres à l'ouest, et diminuant vers l'est. Elle est constituée d'argiles de décalcification, brunes, souvent gris-verdâtres, veinées de rouge en profondeur et contenant des silex de petite dimension avec des lits de silex plus gros. Les intercalations sableuses, de teinte rouge ou jaune sont fréquentes. A leur partie supérieure, elles se mêlent insensiblement aux formations limoneuses.

RS - Argiles résiduelles à silex (Tertiaire)

Cet ensemble, daté probablement de l'Éocène jusqu'au Pliocène, présente des argiles plus ou moins sableuses et contenant de fréquents granules ferrugineux ainsi que des silex branchus aux arrêtes vives. Son épaisseur varie de 1 à 8 m, atteignant même 20 mètres en pays d'Othe. Emballés dans une matrice argilo-sableuse, ces éléments montrent des aspects variés.

e6b - Marnes et calcaires de Saint-Ouen (Éocène moyen - Bartonien)

Cet ensemble, présent à l'extrémité nord-ouest du département, est compris entre le calcaire lutétien et le calcaire ludien. Il est représenté par des marnes et des calcaires avec des variations latérales pouvant aboutir à une série essentiellement marneuse ou principalement calcaire. La puissance totale de la formation peut être en général approximativement évaluée à 10 mètres.

On peut notamment y observer des marnes calcaires vertes et blanches avec la présence de bancs calcaires gris, plus ou moins compacts, et des niveaux argileux verts (15 à 25 m d'épaisseur, diminuant vers l'est), ainsi que des calcaires lacustres compacts, brun clair, généralement bréchiques, montrant des lits siliceux discontinus. Plus rarement, il est question de calcaires tendres, non stratifiés avec, dans ce cas, un aspect tufacé.

e4 - Argile plastique, sables et grès (Yprésien)

Cet ensemble, présent localement au nord-ouest du département, est essentiellement représenté par une formation argilo-sableuse de teinte généralement claire, saumonée, blanchâtre ou beige reposant sur des argiles plastiques dont la puissance varie de 1 à 45 m selon les régions géologiques. Ces dernières généralement de couleur grise, bleue ou violette, montrent des variations latérales de faciès très brusques.

c1a - Marnes crayeuses grisâtres (Cénomaniens inférieur et moyen)

Cette formation est constituée de lits marneux grisâtres, contenant des niveaux mal individualisés plus calcaires. Deux faciès peuvent se présenter : à la base, des marnes monotones gris clair (lorsqu'elles sont sèches), et, au-dessus, des matériaux avec une phase bioclastique beaucoup plus grossière. L'épaisseur des couches varie de quelques décimètres à un mètre, le passage de l'une à l'autre étant progressif. Ces marnes crayeuses, qui s'étendent selon une bande allant de Troyes jusqu'à l'extrémité nord-est du département sont caractérisées par la forte proportion d'argile qu'elles contiennent.

n6a-SD - Sables des Drillons (Albien moyen)

Cette formation correspond à des sables fins siliceux, légèrement silteux, glauconieux et toujours oxydés, de couleur ocre. Son épaisseur varie de 15 à 20 m. La quasi-totalité de la superficie d'affleurement de ces sables se situe en forêt, entre Coudre et Pont-aux-Verriers.

n6AGB - Argiles du Gault et Marnes de Brienne (Albien)

Cet ensemble regroupe les *Argiles du Gault* et les *Marnes de Brienne*. Il s'étend selon une bande diagonale coupant le département du sud-ouest au nord-est.

Les *Marnes de Brienne* constituent une série argilo-marneuse débutant par des argiles sableuses verdâtres (ocre à l'altération), avec de nombreux grains de glauconie, et se poursuivent par un ensemble d'argiles de couleur gris-bleuté à noir, silteuses (légèrement micacées) devenant marneuses et grisâtres vers le sommet.

Les *argiles du Gault* sont, quant à elles, représentées, à la base, par une couche de marne noire sableuse (0,5 m), puis, dans la partie moyenne, par des argiles silteuses peu calcaires (50 à 60 m), et enfin, par des argiles chapeautées par un banc de 20 à 30 cm plus carbonaté au sommet. Leur épaisseur varie entre 20 et 70 m.

n5b-6a - Sables blancs et Sables verts (Albien à Aptien)

Les *Sables verts de l'Albien* présentent souvent une alternance de sables verts argileux et d'argiles noires micacées. A la base, se trouve plutôt un sable quartzueux, argileux, moyen à grossier, avec une proportion de la fraction argileuse qui peut atteindre 40 %. Au-dessus, se développe un sable fin et un silt quartzueux, moins argileux et légèrement calcaire (2 à 5 %). L'épaisseur de l'ensemble est comprise entre 5 et 25 mètres en moyenne.

Les *Sables blancs de l'Aptien*, quant à eux, se retrouvent plutôt dans le nord-est du département où ils forment généralement une couche de sables blancs d'environ 10 m d'épaisseur. Ces sables quartzueux, glauconieux et de couleur blanc-jaunâtre, sont en fait noirs quand la glauconie n'est pas altérée, c'est-à-dire lorsqu'ils sont en profondeur.

n5a - Argiles à plicatules (Aptien)

Représentant l'Aptien supérieur dans l'Aube, les *Argiles à plicatules* sont représentées par des argiles plastiques brun-verdâtre s'altérant, en surface, en un limon argileux de couleur beige dont l'épaisseur peut atteindre plusieurs mètres. Au sommet, elles s'enrichissent en minces niveaux de sables très fins, siliceux parfois grésifiés. L'épaisseur de ce niveau peut varier de 5 à 20 m.

n4b - Argiles, sables et grès du Barrémien supérieur

Cette formation, qui s'étend selon une bande diagonale au sud-est du département est composée essentiellement de dépôts continentaux azoïques représentés par des sables et des argiles très diversement colorés. Surmontant un ensemble de calcaire, des sables argileux gris à noirs montrant des stratifications entrecroisées apparaissent. Au-dessus suivent des argiles mêlées de sables diversement teintés de rouge, blanc, violet ou ocre par des sels ferrugineux avec des passées plus ou moins grésifiées : ce sont les sables et argiles panachés, dont l'épaisseur est comprise entre 15 et 20 m.

n4a - Argiles oostréennes (Barrémien inférieur)

Il s'agit de roches argileuses et calcaires présentes selon une bande diagonale au sud-est du département. La partie inférieure de la formation est constituée par des argiles plus ou moins calcaires, de couleur gris foncé ou kaki. La partie supérieure de cet étage (10 à 15 m) est représentée par des bancs de calcaires lumachelliques (de 20 à 30 cm) et d'inter-bancs argileux de 0 à 2 m d'épaisseur.

n3S - Calcaires à spatangues (Hauterivien)

Cette formation s'étend au sud-est du département et est constituée de *Sables valanginiens*, dans sa partie basale et de *Calcaires à spatangues*, dans sa partie sommitale. Cet étage est transgressif sur le paléo-relief portlandien, incomplètement nivelé par le Valanginien, ce qui explique ses variations d'épaisseur (de 5 à 10 mètres).

Les *Sables valanginiens* sont des sables très fins, blancs ou colorés de roux par les oxydes de fer, souvent consolidés en grès ferrugineux très durs, avec des fragments de lignite. Ils existent également de manière discontinue mais sont en îlots plus nombreux et plus étendus que les calcaires blancs.

Ceux-ci sont recouverts par les *Calcaires à spatangues*. Ces calcaires sont noduleux, de teinte grise avec des nuances d'un jaune plus ou moins foncé selon la teneur en limonite quand ils se présentent à la surface des champs. Ils contiennent un mélange intime de marnes, présentes en grande quantité dans leur partie inférieure. D'une manière générale, ce faciès est caractérisé par la présence d'une fraction abondante de silts ou de sables très fins, provenant du remaniement des sables valanginiens. La fracturation de ces calcaires assez durs donne naissance à des formations caillouteuses épandues dans les champs.

j6bcN - Marnes à exogyres (Kimméridgien)

Sous ce terme ont été regroupées, du fait de la ressemblance des faciès, plusieurs formations qui s'étendent au sud-est du département. Il s'agit des formations suivantes, dont l'épaisseur totale peut atteindre 45 m :

- *Marnes à exogyres supérieures* : marnes, parfois argiles, grises à beiges ; avec des bancs de calcaires marneux qui s'y dessinent plus ou moins régulièrement ;
- *Marnes et marno-calcaires supérieurs* : constituées dans la partie inférieure par des marnes grises à passées de calcaires lumachelliques à exogyres, et présentant parfois des faciès bitumeux. La partie supérieure est faite de calcaires sub-oolithiques compacts à exogyres et brachiopodes, séparés par des inter-bancs marneux ;
- *Marnes à exogyres moyennes et inférieures* : argiles et marnes à exogyres mêlées de quelques bancs calcaires. Ce sont des marnes gris foncé à noirâtres, à *Exogyra virgula* de petite taille, avec des passées lumachelliques marneuses, plus ou moins consolidées, et très fossilifères à la base.

j5MCA – Marnes et calcaires argileux oxfordiens

Cet ensemble, daté du Jurassique supérieur, s'étend en limite sud-est du département. Il se compose d'un ensemble de bancs décimétriques, formés par un calcaire à grain fin et séparés par des niveaux marneux (fossilifère) réduits à un simple feuillet dans le bas de la série, puis devenant de plus en plus développés vers le haut. Au sud de Mussy-sur-Seine, juste à la limite de l'Aube et de la Côte-d'Or, on observe un changement de faciès lithologique avec l'apparition d'un faciès à dominante argileuse constitué d'argiles blanchâtres intercalées de calcaires très marneux.

ANNEXE 2

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

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

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

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

1. Introduction aux problèmes de « retrait-gonflement »

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

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

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

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

Une fois le bâtiment construit, la surface du sol qu'il occupe devient imperméable. L'évaporation ne peut plus se produire qu'en périphérie de la maison. Il apparaît donc un gradient entre le centre du bâtiment (où le sol est en équilibre hydrique) et les façades, ce qui explique que les fissures apparaissent de façon préférentielle dans les angles (cf. fig. 1).

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

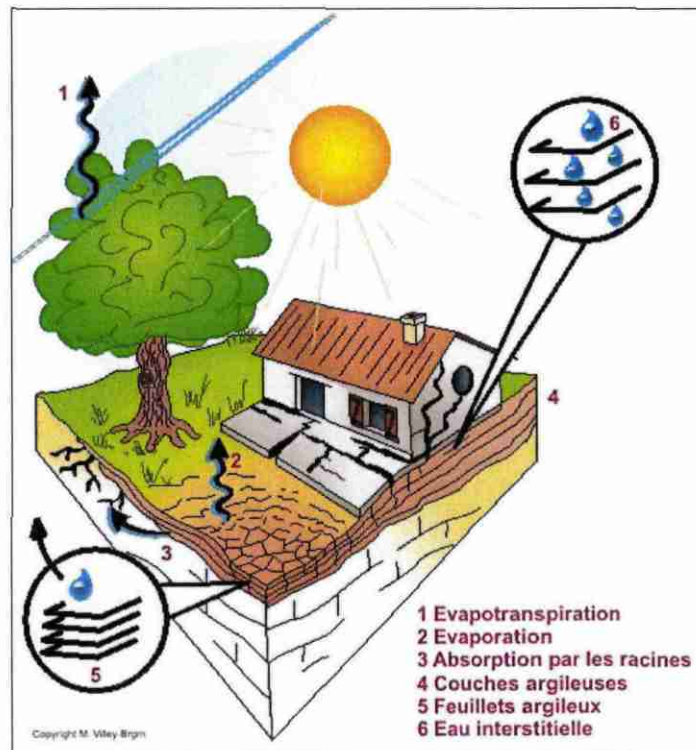


fig. 1 : illustration du mécanisme de dessiccation

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

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

- des caractéristiques du sol (nature, géométrie, hétérogénéité) ;
- de l'épaisseur de sol concernée par des variations de teneurs en eau : plus la couche concernée par ces variations est épaisse, plus les mouvements en surface seront importants. L'amplitude des déformations s'amortit cependant assez rapidement avec la profondeur et on considère généralement qu'au-delà de 3 à 5 m, le phénomène s'atténue, car les variations saisonnières de teneurs en eau deviennent négligeables ;
- de l'intensité des facteurs climatiques (amplitude et surtout durée des périodes de déficit pluviométrique...) ;
- de facteurs d'environnement tels que :
 - . la végétation ;
 - . la topographie (pente) ;
 - . la présence d'eaux souterraines (nappe, source...) ;
 - . l'exposition (influence sur l'amplitude des phénomènes d'évaporation).

Ces considérations générales sur le mécanisme de retrait-gonflement permettent de mieux comprendre comment se produisent les sinistres « sécheresse » liés à des mouvements différentiels du sol argileux et quels sont les facteurs qui interviennent dans le processus. On

distingue pour cela les facteurs de prédisposition (conditions nécessaires à l'apparition de ce phénomène), qui déterminent la répartition spatiale de l'aléa, et des facteurs qui vont influencer ce phénomène soit en le provoquant (facteurs de déclenchement), soit en accentuant les effets (facteurs aggravants).

2. Facteurs intervenant dans le mécanisme

2.1. Facteurs de prédisposition

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

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

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

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

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

2.2. Facteurs déclenchants et/ou aggravants

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

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

2.2.1. Phénomènes climatiques

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

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

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

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

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

2.2.2. Actions anthropiques

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

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

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

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

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

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

2.2.3. Conditions hydrogéologiques

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

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

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

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

2.2.4. Topographie

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

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

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

2.2.5. Végétation

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

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

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

On considère en général que l'influence d'un arbre adulte se fait sentir jusqu'à une distance égale à sa hauteur à maturité et une fois et demie cette hauteur pour une haie continue. Les racines seront naturellement incitées à se développer en direction de la maison puisque celle-ci limite l'évaporation et maintient donc sous sa surface une zone de sol plus humide. Contrairement au processus d'évaporation qui affecte surtout la tranche superficielle des

deux premiers mètres, les racines d'arbres ont une influence jusqu' à 4 à 5 m de profondeur, voire davantage.

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

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

2.3. Mécanismes et manifestations des désordres

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

Gros-œuvre :

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

Second-œuvre :

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

Aménagement extérieur :

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

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

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

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

ANNEXE 3

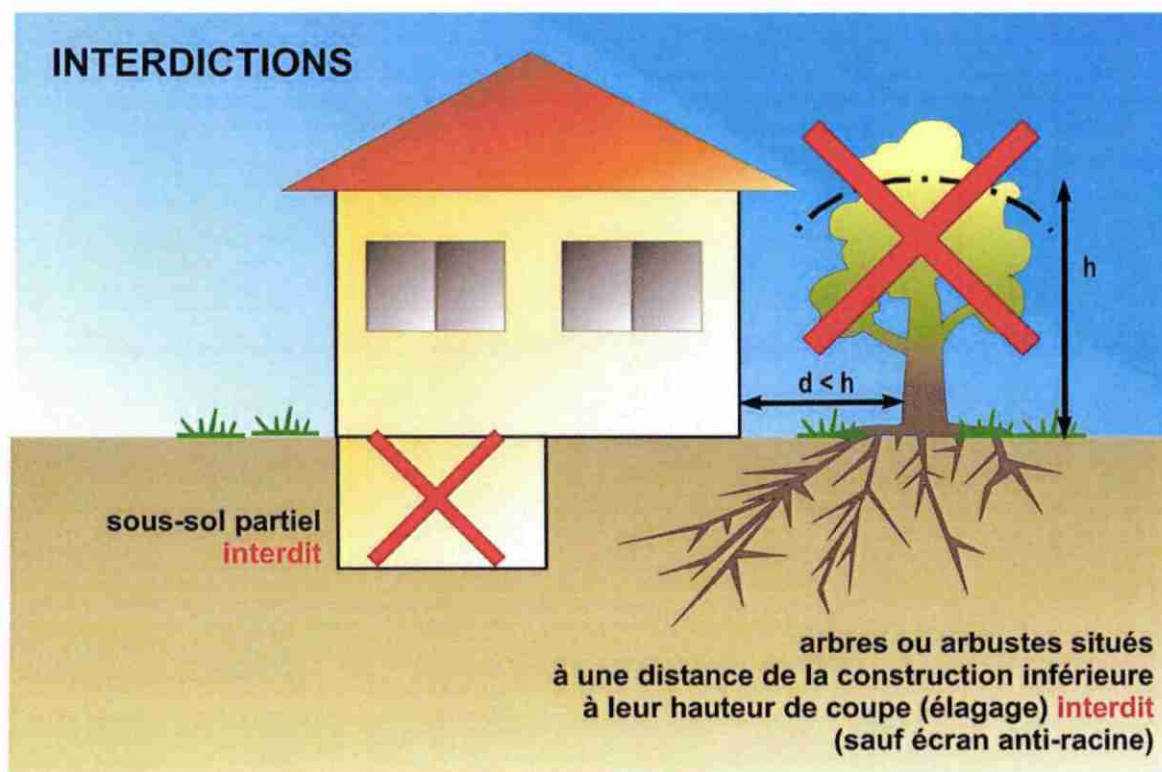
Liste des arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle au titre de mouvements différentiels de sols liés au retrait-gonflement des argiles, pris dans le département de l'Aube (données prim.net au 02 février 2009)

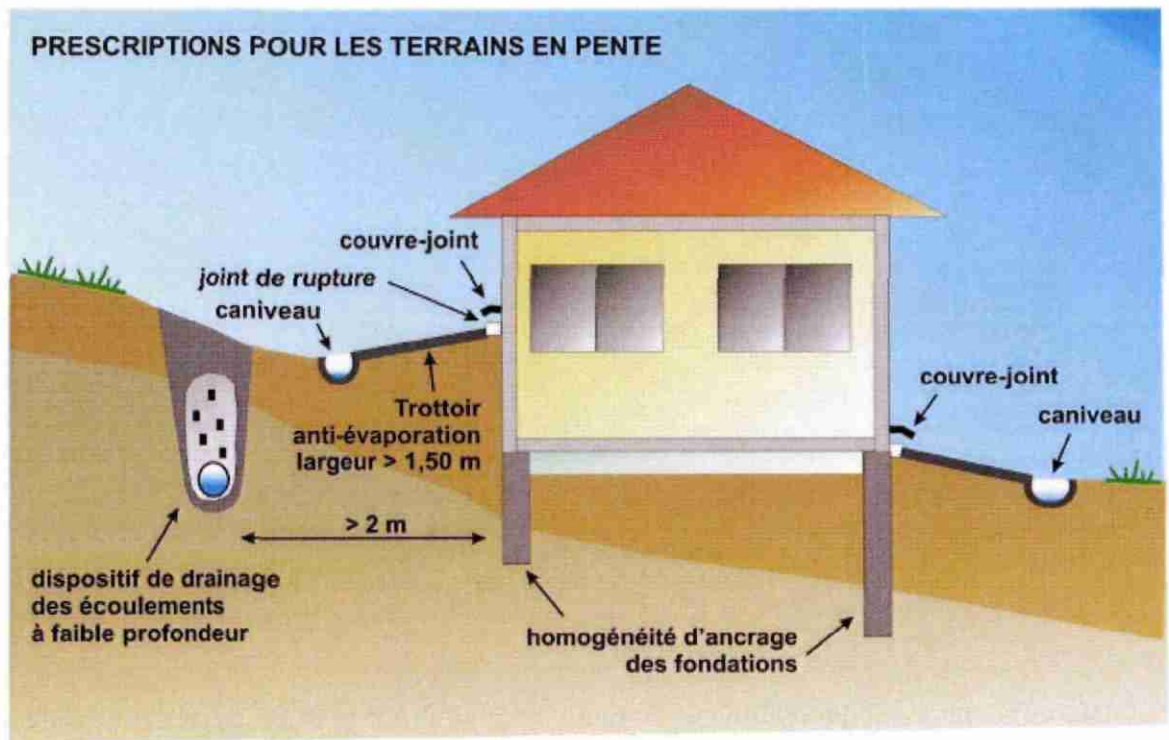
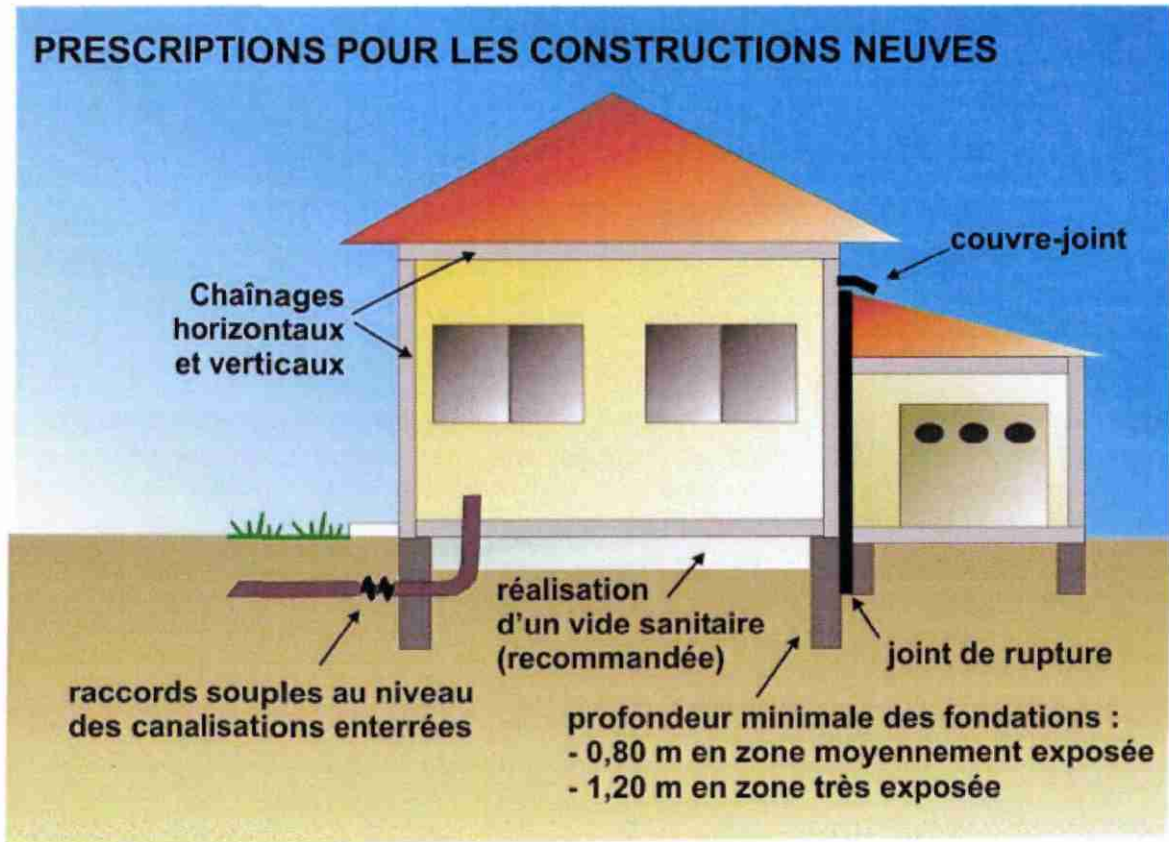
INSEE	Commune	Date de début	Date de fin	Date de l'arrêté	Date de publication au JO
10045	Beurey	01/08/1989	30/11/1990	12/08/1991	30/08/1991
10062	Briel-sur-Barse	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
10070	Celles-sur-Ource	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
10083	Chappes	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
10092	Chauffour-lès-Bailly	01/08/1989	30/11/1990	12/08/1991	30/08/1991
		01/12/1990	31/12/1991	16/08/1993	03/09/1993
		01/01/1992	31/12/1992	30/06/1994	09/07/1994
10100	Clérey	01/05/1989	31/12/1991	21/08/1992	23/08/1992
		01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
10104	Cormost	01/05/1989	31/12/1991	21/08/1992	23/08/1992
		01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
10110	Courteranges	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
10129	Dosches	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
10162	Fresnoy-le-Château	01/05/1989	31/12/1991	21/08/1992	23/08/1992
		01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
10171	Hampigny	01/05/1989	31/12/1991	21/08/1992	23/08/1992
10180	Joncreuil	01/05/1989	31/12/1991	21/08/1992	23/08/1992
10204	Longeville-sur-Mogne	01/08/1989	30/11/1990	12/08/1991	30/08/1991
		01/12/1990	31/12/1991	25/01/1993	07/02/1993
10228	Mathaux	01/07/2003	30/09/2003	27/07/2006	08/08/2006
10229	Maupas	01/05/1989	31/12/1991	21/08/1992	23/08/1992
10238	Mesnil-Saint-Père	01/05/1989	31/12/1991	21/08/1992	23/08/1992
		01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
10245	Montaulin	01/05/1989	31/12/1991	21/08/1992	23/08/1992
		01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
10255	Montreuil-sur-Barse	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
10265	Noës-près-Troyes	01/08/1989	30/11/1990	12/08/1991	30/08/1991
10286	Petit-Mesnil	01/05/1989	31/12/1991	21/08/1992	23/08/1992
10313	Radonvilliers	01/07/2003	30/09/2003	15/01/2007	25/01/2007
10317	Riceys	01/05/1989	31/12/1991	21/08/1992	23/08/1992
10331	Rumilly-lès-Vaudes	01/05/1989	31/12/1991	21/08/1992	23/08/1992
		01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
10349	Saint-Lyé	01/05/1989	31/12/1991	21/08/1992	23/08/1992
10366	Saulcy	01/05/1989	31/12/1991	21/08/1992	23/08/1992
		01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
10387	Troyes	01/05/1989	31/12/1991	21/08/1992	23/08/1992
		01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
10401	Vendeuvre-sur-Barse	01/05/1989	31/12/1991	21/08/1992	23/08/1992
		01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
10402	Vendue-Mignot	01/07/2003	30/09/2003	02/03/2006	11/03/2006
10406	Verrières	01/05/1989	31/12/1991	18/05/1993	12/06/1993
		01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
10423	Villeneuve-au-Chêne	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
10433	Villy-en-Trodes	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
10435	Villy-le-Maréchal	01/05/1989	31/12/1991	21/08/1992	23/08/1992

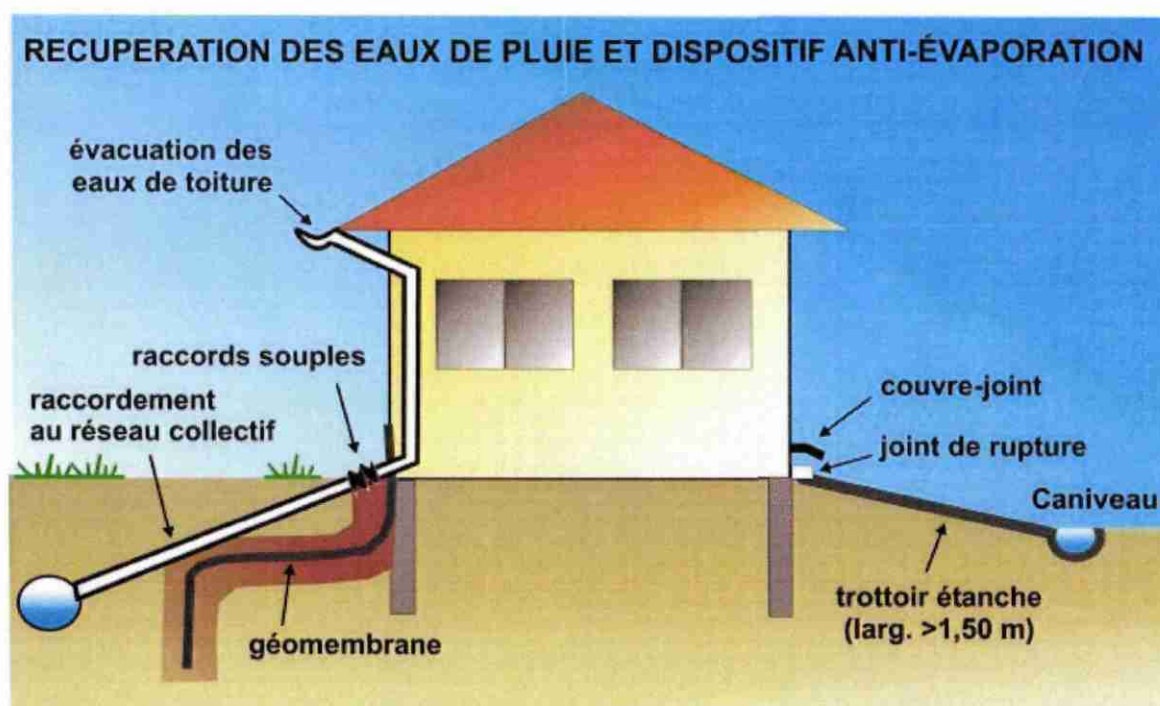
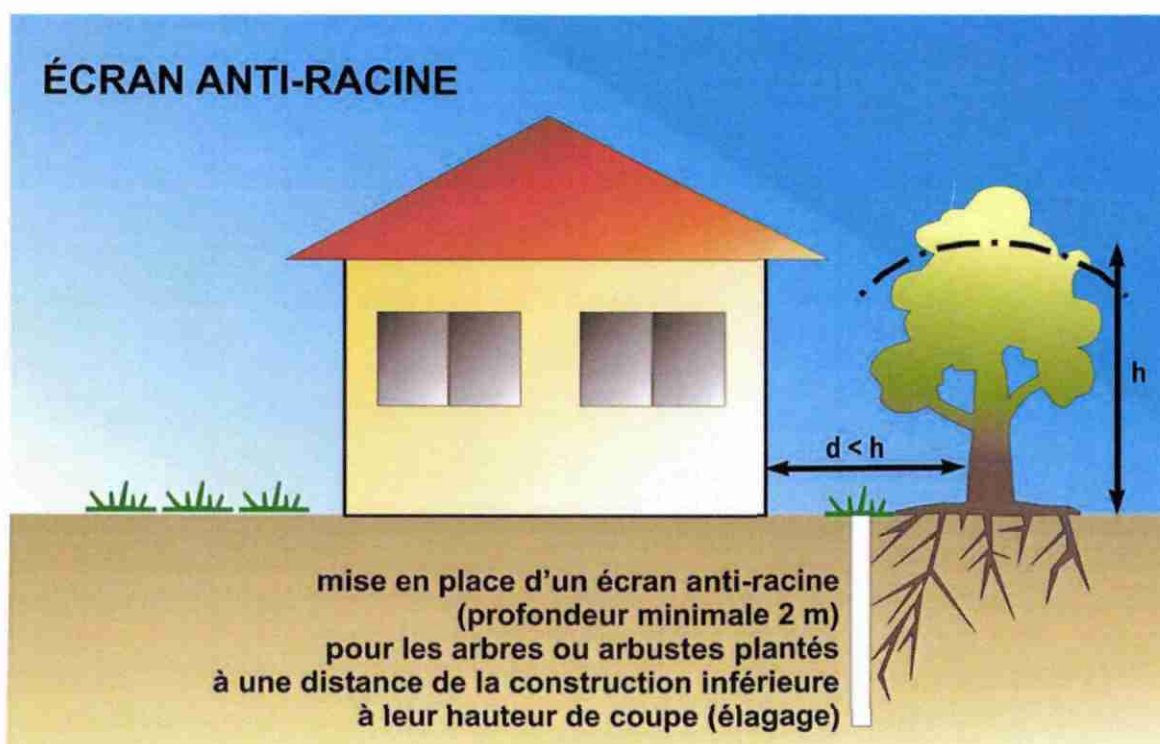
ANNEXE 4

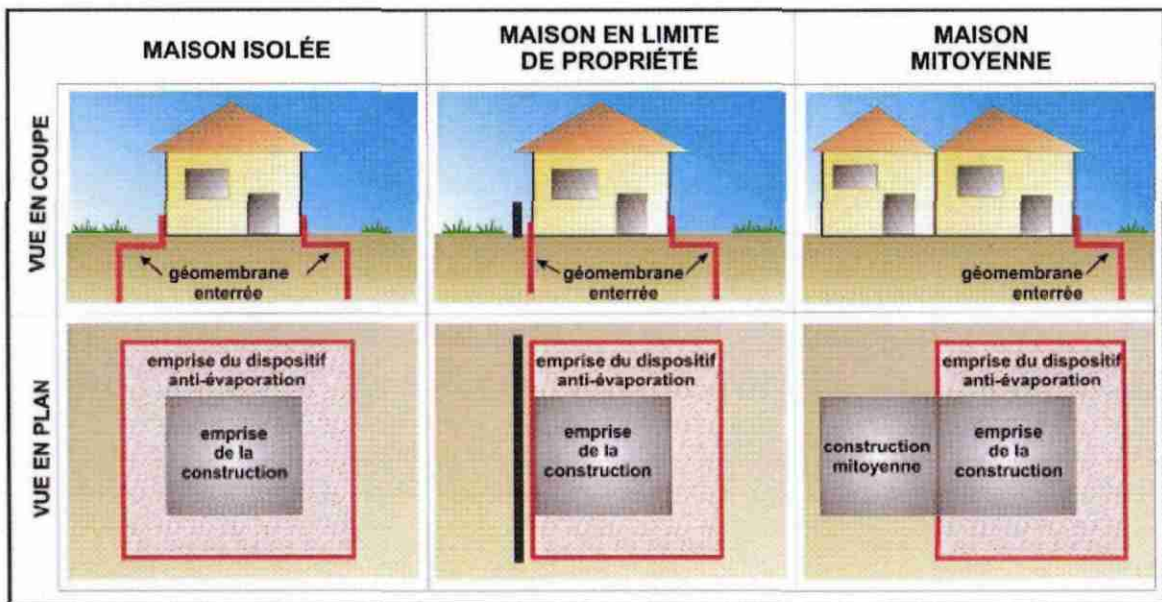
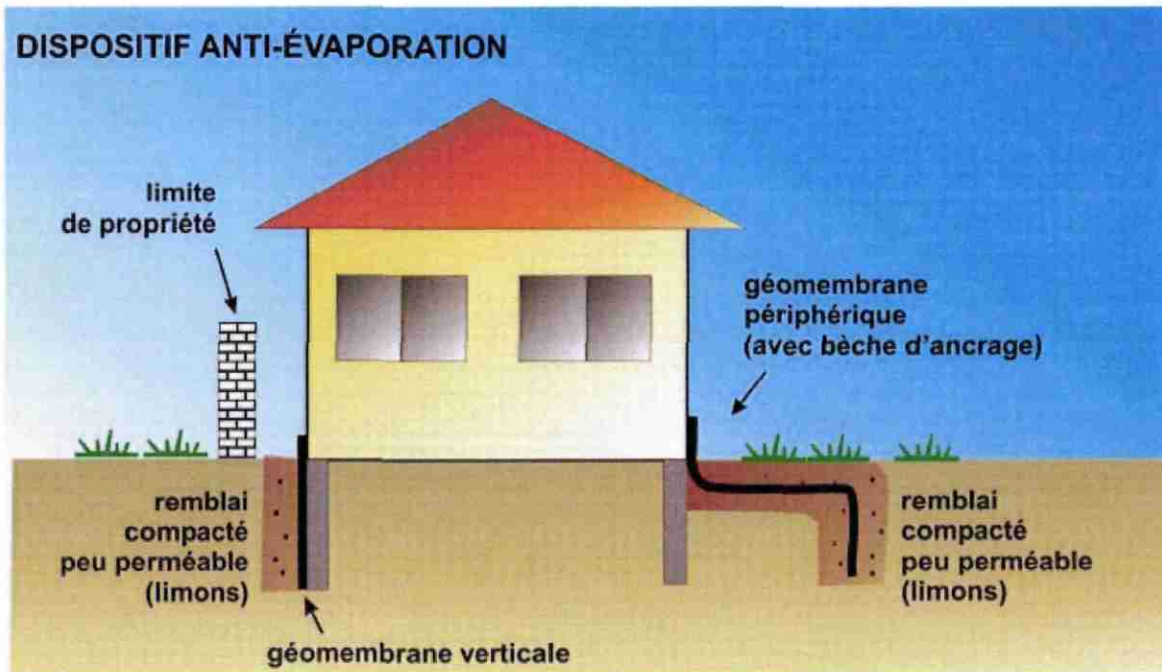
Illustration des principales dispositions réglementaires de prévention des risques de mouvements de terrain différentiels liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles

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





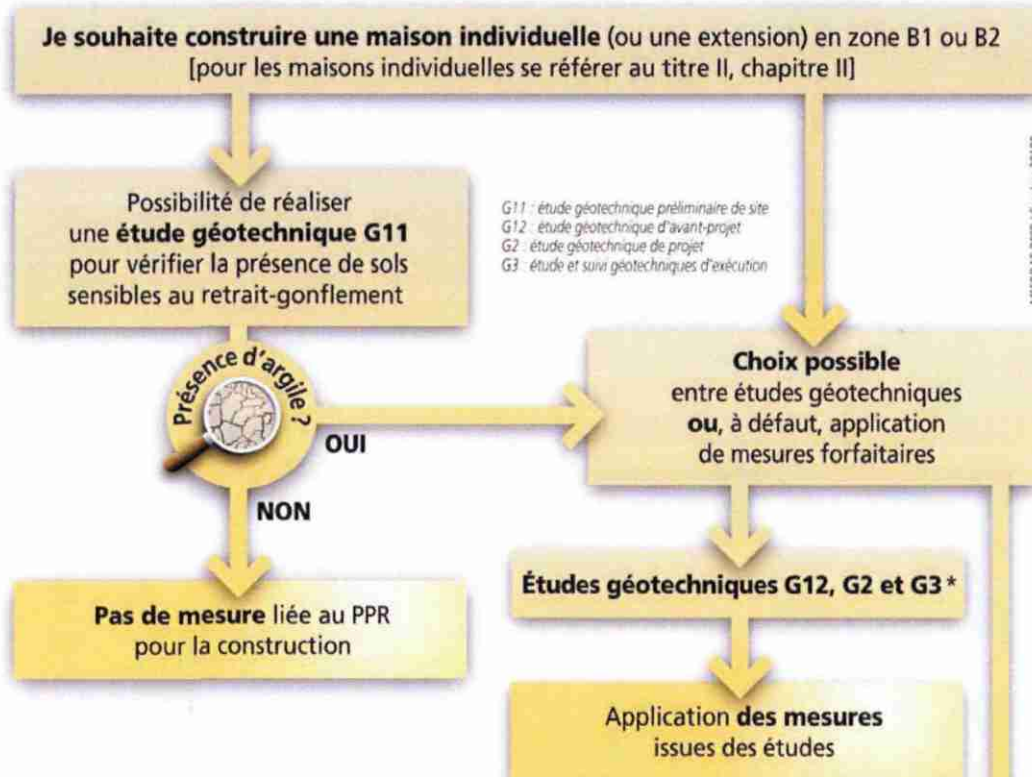




ANNEXE 5

Arbres de décision illustrant et explicitant le règlement

Réglementation des projets situés en zone B1 ou B2 [titre II, chapitre II]



Application des mesures forfaitaires pour les maisons individuelles ou leurs extensions *

Règles de construction

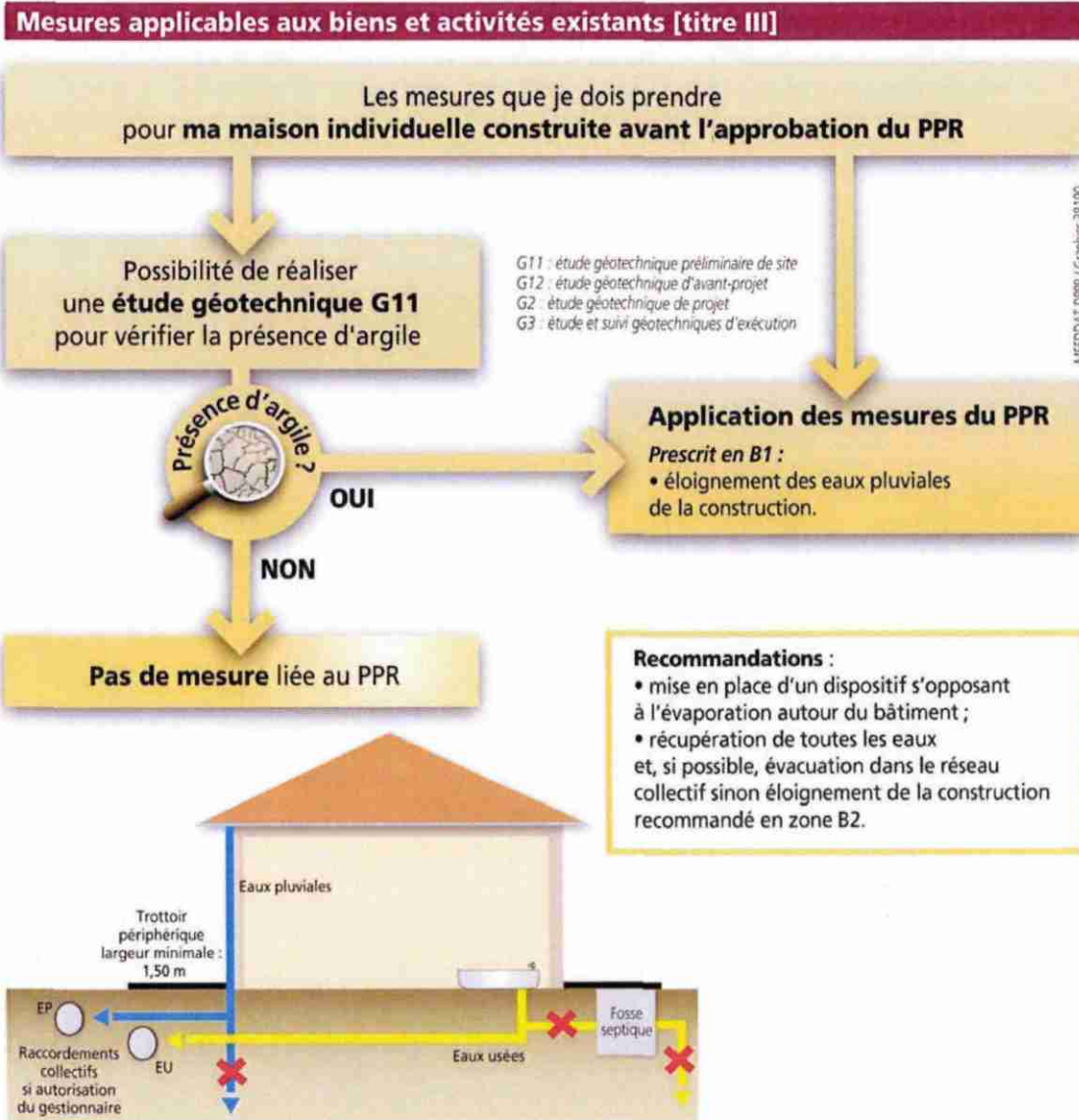
- Interdiction de sous-sol partiel.
- Approfondissement des fondations selon zonage et adaptation supplémentaire pour les terrains en pente.
- Chaînage des murs porteurs.
- Respect les règles des DTU pour fondation et plancher.
- Joint de rupture entre les parties de bâtiments.
- Isolement de source de chaleur en sous-sol.

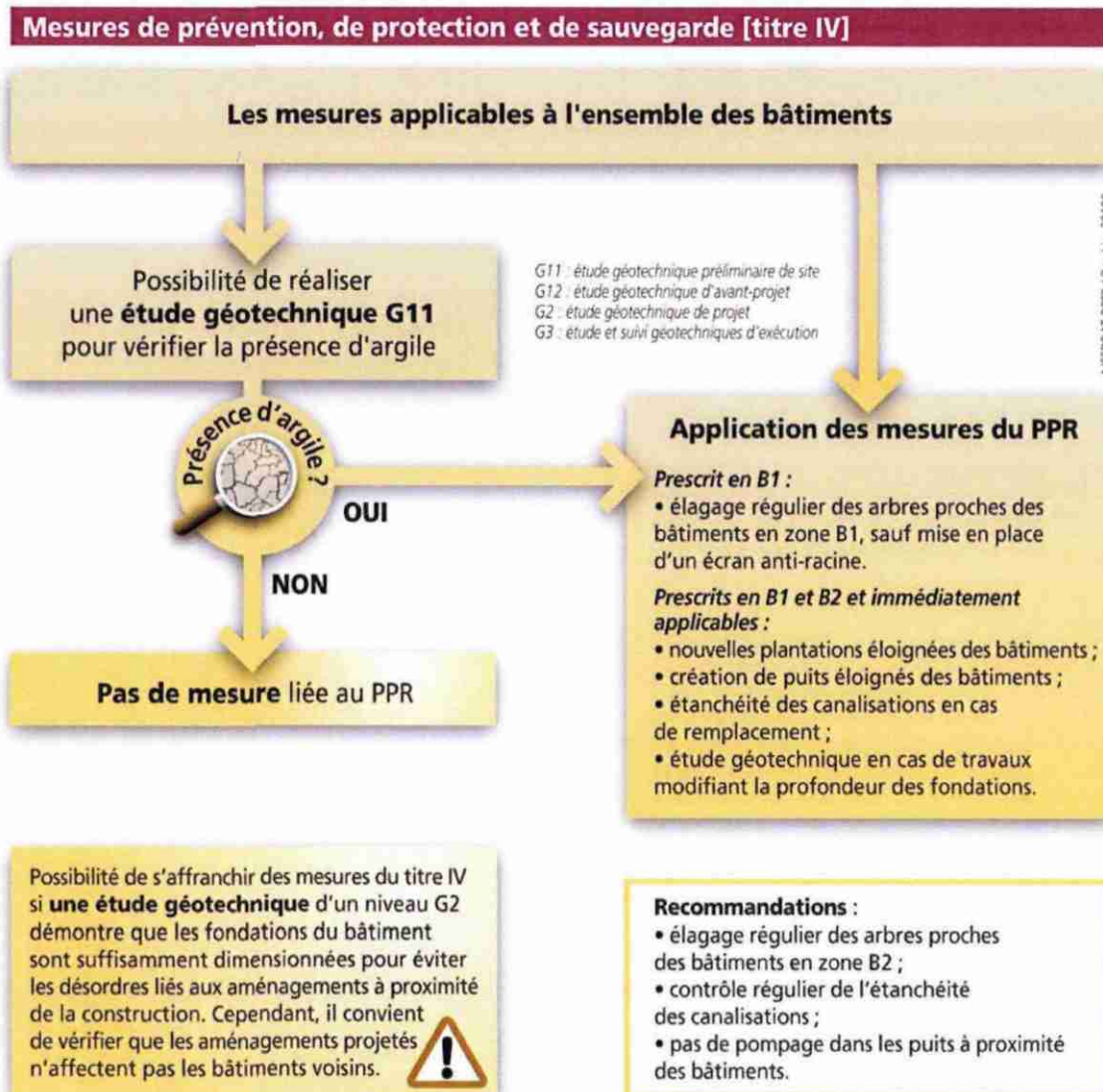
Règles environnementales

- Interdiction de planter à proximité du bâti.
- Assurer l'étanchéité des canalisations.
- Récupération des eaux et évacuation dans le réseau collectif ou éloignement du bâti.
- Mise en place d'un dispositif anti-évaporation.
- Écran anti-racine pour arbres existants.

* Dès la conception de leur projet, les pétitionnaires doivent aussi veiller à prendre en compte les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde du titre IV du règlement.

Recommandation
Respect d'un délai d'un an entre l'arrachage d'arbres et le début des travaux de construction.





ANNEXE 6

Extraits de la norme AFNOR NF P 94-500 (décembre 2006) Intitulée : « Missions géotechniques – Classifications et spécifications »

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

Classification des missions géotechniques types : elle est donnée par le schéma ci-dessous et le tableau en page suivante.

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

Tableau - Classification des missions géotechniques types

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

Annexe A
(informative)

**Missions d'ingénierie géotechnique pour la conception
des maisons individuelles et autres ouvrages simples
dans un contexte géotechnique simple**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

PPRN retrait-gonflement des argiles - Commune de Verrières (Aube)
NOTE DE PRESENTATION

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

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

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

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

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 Verrières - Proposition de règlement (document type)

Plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN)

Mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux dans le département de l'Aube

Commune de *Verrières*

Règlement



Avertissement : Il convient de se reporter à la lecture de la note de présentation pour trouver l'ensemble des explications relatives à la démarche menée dans le cadre de l'élaboration du plan de prévention des risques naturels (PPRN). Le zonage réglementaire, l'objectif et la mise en œuvre des mesures définies par le présent règlement y sont détaillés également.

Titre I- Portée du règlement

Article 1 - Champ d'application :

Le présent règlement s'applique à la commune de Verrières et détermine les mesures de prévention des risques naturels prévisibles de mouvements de terrain différentiels liés au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux.

Principes de zonage

Le plan de zonage comprend deux zones exposées au risque délimitées en fonction du niveau d'aléa :

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

Principes réglementaires

En application de l'article L. 562-1 du Code de l'Environnement, le présent règlement définit :

- les conditions de réalisation, d'utilisation et d'exploitation des projets d'aménagement ou de construction ;
- les mesures relatives aux biens et activités existants en vue de leur adaptation au risque ;
- les mesures plus générales de prévention, de protection et de sauvegarde qui incombent aux particuliers ou aux collectivités.

Article 2 - Effets du PPRN :

Le PPRN approuvé vaut servitude d'utilité publique. A ce titre, il doit être annexé au PLU, conformément à l'article L. 126-1 du Code de l'Urbanisme. Les mesures prescrites dans le présent règlement sont mises en œuvre sous la responsabilité du maître d'ouvrage et du maître d'œuvre. Conformément à l'article L. 562-5 du Code de l'Environnement, le non-respect des mesures rendues obligatoires est passible des peines prévues à l'article L. 480-4 du Code de l'Urbanisme.

Selon les dispositions de l'article L.125-6 du Code des Assurances, l'obligation de garantie de l'assuré contre les effets des catastrophes naturelles prévue à l'article L.125-1 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.

Article 3 - Dérogations aux règles du PPRN :

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

Titre II- Réglementation des projets

Les dispositions du présent titre sont définies en application de l'article L.562-1 du Code de l'Environnement, sans préjudice des règles normatives en vigueur. Elles s'appliquent à l'ensemble des zones à risques B1 et B2 délimitées sur le plan de zonage réglementaire.

Cette partie du règlement concerne la construction de tout type de bâtiments. Pour les maisons individuelles, du fait de la sinistralité importante observée sur ce type de construction, des mesures particulières existent et sont traitées dans le chapitre II.

Chapitre I - Mesures générales applicables aux projets de construction de bâtiment

Article 1 - Est prescrit en zones B1 et B2 :

Pour déterminer les conditions précises de réalisation, d'utilisation et d'exploitation du projet au niveau de la parcelle, il est prescrit la réalisation d'une série d'études géotechniques sur l'ensemble de la parcelle, définissant les dispositions constructives et environnementales nécessaires pour assurer la stabilité des bâtiments vis-à-vis du risque de tassement différentiel et couvrant les missions géotechniques de type G12 (étude géotechnique d'avant-projet), G2 (étude géotechnique de projet) et G3 (étude et suivi géotechniques d'exécution) au sens de la norme géotechnique NF P 94-500. Au cours de ces études, une attention particulière devra être portée sur les conséquences néfastes que pourrait créer le nouveau projet sur les parcelles voisines (influence des plantations d'arbres ou rejet d'eau trop proche des limites parcellaires par exemple). Toutes les dispositions et recommandations issues de ces études devront être appliquées.

Dès la conception de leur projet, les pétitionnaires doivent aussi veiller à prendre en compte les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde du titre IV du présent règlement.

Pour les maisons individuelles et leurs extensions, il convient de se référer au chapitre suivant.

Chapitre II - Mesures particulières applicables aux constructions de maisons individuelles et de leurs extensions

Maison individuelle s'entend au sens de l'article L.231-1 du Code de la Construction et de l'Habitation : construction d'un immeuble à usage d'habitation ou d'un immeuble à usage professionnel et d'habitation ne comportant pas plus de deux logements.

Article 2 – Est prescrit en zones B1 et B2 :

En l'absence d'une série d'études géotechniques, telle que définie à l'article 1 du chapitre 1 du présent titre, il est prescrit la réalisation de l'ensemble des règles forfaitaires définies aux articles 2-1 et 2-2 du présent chapitre.

Article 2-1 - Règles de construction :

Article 2-1-1 - Est interdite :

L'exécution d'un sous-sol partiel sous une construction d'un seul tenant, sauf mise en place d'un joint de rupture.

Article 2-1-2 - Sont prescrites les mesures suivantes :

- des fondations d'une profondeur minimum de 1,20 m en zone B1, et 0,80 m en zone B2, sauf rencontre de terrains rocheux insensibles à l'eau à une profondeur inférieure ;

- des fondations plus profondes à l'aval qu'à l'amont pour les terrains en pente et pour des constructions réalisées sur plate-forme en déblais ou déblais-remblais afin d'assurer une homogénéité de l'ancrage ;
- des fondations continues, armées et bétonnées à pleine fouille, dimensionnées selon les préconisations du DTU 13-12 « Règles pour le calcul des fondations superficielles » et réalisées selon les préconisations du DTU 13-11 « Fondations superficielles – cahier des clauses techniques » lorsqu'elles sont sur semelles ;
- toutes parties de bâtiment fondées différemment ou exerçant des charges différentes et susceptibles d'être soumises à des tassements différentiels doivent être désolidarisées et séparées par un joint de rupture sur toute la hauteur de la construction ; cette mesure s'applique aussi aux extensions ;
- les murs porteurs doivent comporter un chaînage horizontal et vertical liaisonné, dimensionné et réalisé selon les préconisations du DTU 20-1 « Ouvrages de maçonnerie en petits éléments : Règles de calcul et dispositions constructives minimales » ;
- si le plancher bas est réalisé sur radier général, la réalisation d'une bêche périphérique est prescrite. S'il est constitué d'un dallage sur terre plein, il doit être réalisé en béton armé, après mise en œuvre d'une couche de forme en matériaux sélectionnés et compactés, et répondre à des prescriptions minimales d'épaisseur, de dosage de béton et de ferrailage, selon les préconisations du DTU 13.3 « Dallages – conception, calcul et exécution ». Des dispositions doivent être prises pour atténuer le 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 ; les solutions de type plancher porté sur vide sanitaire et sous-sol total seront privilégiées ;
- en cas d'implantation d'une source de chaleur en sous-sol (chaudière ou autres), celle-ci ne devra pas être positionnée le long des murs périphériques de ce sous-sol. A défaut, il devra être mis en place un dispositif spécifique d'isolation des murs.

Article 2-2 - Dispositions relatives à l'environnement immédiat des projets de bâtiments

Les dispositions suivantes réglementent l'aménagement des abords immédiats des bâtiments à la fois dans les zones B1 et B2. Elles ont pour objectif de limiter les risques de retrait-gonflement par une bonne gestion des eaux superficielles et de la végétation.

Article 2-2-1 - Est interdite :

Toute plantation d'arbre ou d'arbuste à une distance de tout bâtiment existant, ou du projet, inférieure à sa hauteur à maturité (1,5 fois en cas d'un rideau d'arbres ou d'arbustes) sauf mise en place d'un écran anti-racines d'une profondeur minimale de 2 m interposé entre la plantation et les bâtiments ;

Article 2-2-2 - Sont prescrits :

- la mise en place de dispositifs assurant l'étanchéité des canalisations d'évacuation des eaux usées et pluviales (raccords souples notamment) ;
- la récupération et l'évacuation des eaux pluviales et de ruissellement des abords du bâtiment par un dispositif d'évacuation de type caniveau. Le stockage éventuel de ces eaux à des fins de réutilisation doit être étanche ;
- le captage des écoulements de faibles profondeurs, lorsqu'ils existent, par un dispositif de drainage périphérique situé à une distance minimale de 2 m de tout bâtiment ;

- le rejet des eaux pluviales ou usées et des dispositifs de drainage dans le réseau collectif lorsque cela est possible. A défaut, les points de rejets devront être situés à l'aval du bâtiment et à une distance minimale de 5 mètres de tout bâtiment ou limite de parcelle ;
- la mise en place sur toute la périphérie du bâtiment, à l'exception des parties mitoyennes avec un terrain déjà construit ou revêtu, d'un dispositif s'opposant à l'évaporation (terrasse ou géomembrane enterrée par exemple) et d'une largeur minimale de 1,5 m ;
- la mise en place d'écrans anti-racines d'une profondeur minimale de 2 m entre le bâtiment projeté et tout arbre ou arbuste existant situé à une distance inférieure à sa propre hauteur ou, à défaut, l'arrachage des arbres concernés.

Article 3 - Est recommandé :

Le respect d'un délai minimum de 1 an entre l'arrachage des arbres ou arbustes éventuels situés dans l'emprise du projet ou à son bord immédiat et le démarrage des travaux de construction, lorsque le déboisement concerne des arbres de grande taille ou en nombre important (plus de cinq).

Titre III- Mesures applicables aux biens et activités existants

Cette partie du règlement définit les adaptations qui doivent être effectuées par les propriétaires sur les biens qui ont été construits ou aménagés, conformément aux dispositions du code de l'urbanisme, avant l'approbation du PPRN. Il s'agit de dispositions visant à diminuer les risques de désordres par retrait-gonflement des sols argileux en limitant les variations de teneur en eau dans le sol sous la construction et à sa proximité immédiate.

En application de l'article L. 562-1. III du Code de l'Environnement, ces mesures sont rendues le cas échéant obligatoires dans un délai fixé par le PPRN pour les secteurs où l'aléa est le plus fort (zone B1). Compte tenu de la vulnérabilité importante des maisons individuelles face au risque de retrait-gonflement des sols argileux, les mesures suivantes n'incombent qu'aux propriétaires des biens de types « maisons individuelles » au sens de l'article L.231-1 du Code de la Construction et de l'Habitation.

Article 1 - Sont prescrites dans un délai de 5 ans en zone B1 et recommandées en zone B2 :

La collecte et l'évacuation des eaux pluviales des abords du bâtiment par un système approprié dont le rejet sera éloigné à une distance minimale de 5 m de tout bâtiment. Le stockage éventuel de ces eaux à des fins de réutilisation doit être étanche et le trop-plein doit être évacué à une distance minimale de 5 m de tout bâtiment.

Article 2 - Sont recommandées en zones B1 et B2 les mesures suivantes :

- la mise en place d'un dispositif s'opposant à l'évaporation (terrasse ou géomembrane enterrée) et d'une largeur minimale de 1,50 m sur toute la périphérie du bâtiment, à l'exception des parties mitoyennes avec un terrain déjà construit ou revêtu ;
- le raccordement des canalisations d'eaux pluviales et usées au réseau collectif lorsque cela est possible. A défaut, il convient de respecter une distance minimale de 5 m entre les points de rejet et tout bâtiment ou limite de parcelle.

Titre IV- Mesures de prévention, de protection et de sauvegarde

Les dispositions du présent titre ne s'appliquent pas lorsqu'une étude géotechnique de niveau minimum G2 au sens de la norme NF P 94-500 démontre que les fondations de la construction sont suffisamment dimensionnées pour éviter les désordres liés aux aménagements à proximité du bâti.

Article 1 - Est prescrit en zone B1 et recommandé en zone B2 :

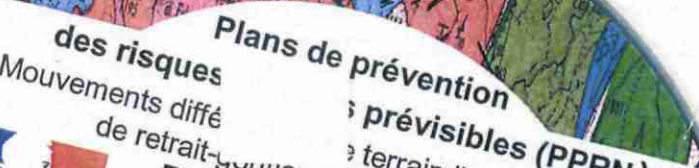
L'égagement régulier (au minimum tous les 3 ans) de tous arbres ou arbustes implantés à une distance de toute maison individuelle inférieure à leur hauteur à maturité, sauf mise en place d'un écran anti-racine d'une profondeur minimale de 2 m interposé entre la plantation et les bâtiments ; cet égagement doit permettre de maintenir stable le volume de l'appareil aérien de l'arbre (feuillage et branchage).

Article 2 - Sont prescrites et immédiatement applicables les mesures suivantes en zones B1 et B2 :

- toute nouvelle plantation d'arbre ou d'arbuste doit respecter une distance d'éloignement par rapport à tout bâtiment au moins égale à la hauteur de la plantation à maturité (1,5 fois en cas d'un rideau d'arbres ou d'arbustes) ou être accompagnée de la mise en place d'un écran anti-racines d'une profondeur minimale de 2 m, interposé entre la plantation et les bâtiments ;
- la création d'un puits pour usage domestique doit respecter une distance d'éloignement de tout bâtiment d'au moins 10 m ;
- en cas de remplacement des canalisations d'évacuation des eaux usées et/ou pluviales, il doit être mis en place des dispositifs assurant leur étanchéité (raccords souples notamment) ;
- tous travaux de déblais ou de remblais modifiant localement la profondeur d'encastrement des fondations doivent être précédés d'une étude géotechnique de type G12 au sens de la norme NF P94-500, pour vérifier qu'ils n'aggraveront pas la vulnérabilité du bâti.

Article 3 - Sont recommandées les mesures suivantes en zones B1 et B2 :

- le contrôle régulier d'étanchéité des canalisations d'évacuation des eaux usées et pluviales existantes et leur étanchéification en tant que de besoin. Cette recommandation concerne à la fois les particuliers et les gestionnaires des réseaux ;
- ne pas pomper d'eau, entre mai et octobre, dans un puits situé à moins de 10 m d'un bâtiment existant, lorsque la profondeur du niveau de l'eau (par rapport au terrain naturel) est inférieure à 10 m.



**Plans de prévention
des risques
Mouvements différenciés
de retrait-gonflement des sols argileux**

**risques prévisibles (PPRN)
à terrain liés au phénomène
de retrait-gonflement des sols argileux**

Département de l'Aube



CD Rom joint au rapport BRGM/RP-57143-FR, mars 2009
Rapports BRGM/RP-56710-FR, novembre 2008 (carte d'aléa)
et BRGM/RP-57143-FR, mars 2009 (PPR) en format pdf
Propositions de zonage réglementaire par commune
(tables MapInfo des cartes)





Géosciences pour une Terre durable

brgm

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

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

**Plan de Prévention des Risques
Naturels prévisibles (PPRN)
mouvements différentiels de terrain
liés au phénomène de retrait-gonflement
des argiles**



Département de l'Aube

commune :
VERRIÈRES

Proposition de zonage réglementaire

Plan
établi le :
approuvé le :
échelle : 1/10 000



- Légende :**
-  Zone fortement exposée (B1)
 -  Zone faiblement à moyennement exposée (B2)

