



# 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 du Bas-Rhin

Rapport final

BRGM/RP-58119-FR  
février 2010



# 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 du Bas-Rhin

Rapport final

**BRGM/RP-58119-FR**  
février 2010

Étude réalisée dans le cadre des projets  
de Service public du BRGM 07RISD22


**A. Méjean, S. Le Roy et M. Blondin**  
avec la collaboration de  
**M. Imbault**

**Vérificateur :**

Nom : Emmanuelle Plat

Date : 24/02/2010

Signature :



**Approbateur :**

Nom : Philippe Weng

Date : 03/03/2010

Signature :



Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2008



**Mots clés :** Bas-Rhin, 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 :

**Méjean A., Le Roy S. et Blondin M.**, avec la collaboration de **Imbault M.** (2010) - 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 du Bas-Rhin. Rapport BRGM/RP-58119-FR, 36 p., 4 ill., 1 carte h.-t., 2 ann., 1 CD-Rom

## Synthèse

Le Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer (MEEDDM) 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.

Le Bas-Rhin fait partie des départements français relativement peu touchés jusqu'à présent par le phénomène de retrait-gonflement des sols argileux, puisqu'au 31 décembre 2009, seules 24 communes sur les 527 que compte le département ont été reconnues au moins une fois en état de catastrophe naturelle pour ce phénomène, depuis 1989. 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-57373-FR, juin 2009) a ainsi permis de recenser et localiser 252 sinistres déclarés.

Dans la continuité de ce travail, et dans le cadre de la même convention signée entre la Préfecture du Bas-Rhin et le BRGM, cette carte départementale d'aléa a été transposée en propositions 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 MEEDDM.

A ce jour, il n'a pas encore été prescrit de PPRN retrait-gonflement dans le département du Bas-Rhin. La commune de Heiligenstein a cependant été choisie par la Préfecture et la Direction Départementale des Territoires (DDT) 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 du Bas-Rhin et sont fournis sur support numérique au format MapInfo©. La Préfecture et la DDT du Bas-Rhin 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

<b>1. Introduction</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Plan de zonage réglementaire</b> .....	<b>9</b>
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 .....	14
<b>3. Note de présentation</b> .....	<b>29</b>
<b>4. Règlement</b> .....	<b>31</b>
<b>5. Conclusion</b> .....	<b>33</b>
<b>6. Bibliographie</b> .....	<b>35</b>

## Liste des illustrations

Illustration 1 - Carte de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux du département du Bas-Rhin (carte extraite du rapport BRGM/RP-57373-FR, Juin 2009).....	10
Illustration 2 - Transcription, pour la commune de Heiligenstein, de la carte d'aléa en proposition de plan de zonage réglementaire.....	13
Illustration 3 - Éléments de hiérarchisation des communes pour la prescription des PPRN .....	27
Illustration 4 - Exemple de hiérarchisation aboutissant à la sélection de 6 communes pour la prescription de PPRN .....	28

## 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 Heiligenstein - 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 Heiligenstein - 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 Heiligenstein - Proposition de zonage réglementaire.
- CD-Rom contenant les propositions de plans de zonage des différentes communes du département du Bas-Rhin (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-57373-FR de juin 2009, 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, près de 8 000 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 en septembre 2008 à 3,9 milliards d'euros sur la période 1989-2003 par la Caisse Centrale de Réassurance (CCR).

Le Bas-Rhin fait partie des départements concernés par ce phénomène puisque, à la date du 31 décembre 2009, 15 arrêtés interministériels y ont été pris, reconnaissant l'état de catastrophe naturelle pour cet aléa et pour des périodes comprises entre janvier 1990 et mars 2006 dans 24 communes (sur les 527 que compte le département).

Le nombre total d'occurrences (nombre de périodes reconnues en distinguant commune par commune) s'élève donc actuellement à 26. Si l'on se réfère au classement des départements français en termes de coût d'indemnisation, le Bas-Rhin occupait la 64<sup>e</sup> place en septembre 2008, avec un cumul indemnisé, dans le seul cadre du régime des catastrophes naturelles, estimé par la CCR à environ 1,45 millions d'euros en coûts actualisés.

L'étude d'aléa achevée en juin 2009 par le BRGM avait permis de recenser et localiser 252 sites de sinistres déclarés, répartis dans 88 communes du Bas-Rhin, tous n'ayant pas fait l'objet d'une indemnisation, 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 la Mer (MEEDDM) 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 du Bas-Rhin. Cependant, le BRGM, qui a établi une cartographie de l'aléa retrait-gonflement pour l'ensemble du département, a été chargé, par la Préfecture et la Direction Départementale des Territoires (DDT) du Bas-Rhin, d'élaborer les éléments techniques nécessaires à la réalisation 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 MEEDDM, 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 MEEDDM.

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 Direction Départementale des Territoires (DDT) - a été réalisé en collaboration entre le Service Géologique Régional Alsace et le service Risques naturels et sécurité du stockage du CO<sub>2</sub> 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 de prévention des risques naturels 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 29 novembre 2007 entre le BRGM et la Préfecture du Bas-Rhin.

## 2. 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-57373-FR, juin 2009), 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 complétées par quelques analyses effectuées par le BRGM.

Pour chacune des 24 formations retenues comme argileuses, le niveau d'aléa est en définitive la résultante de la note de susceptibilité ainsi obtenue et de la densité de sinistres retrait-gonflement, rapportée à 100 km<sup>2</sup> 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 ci-après).

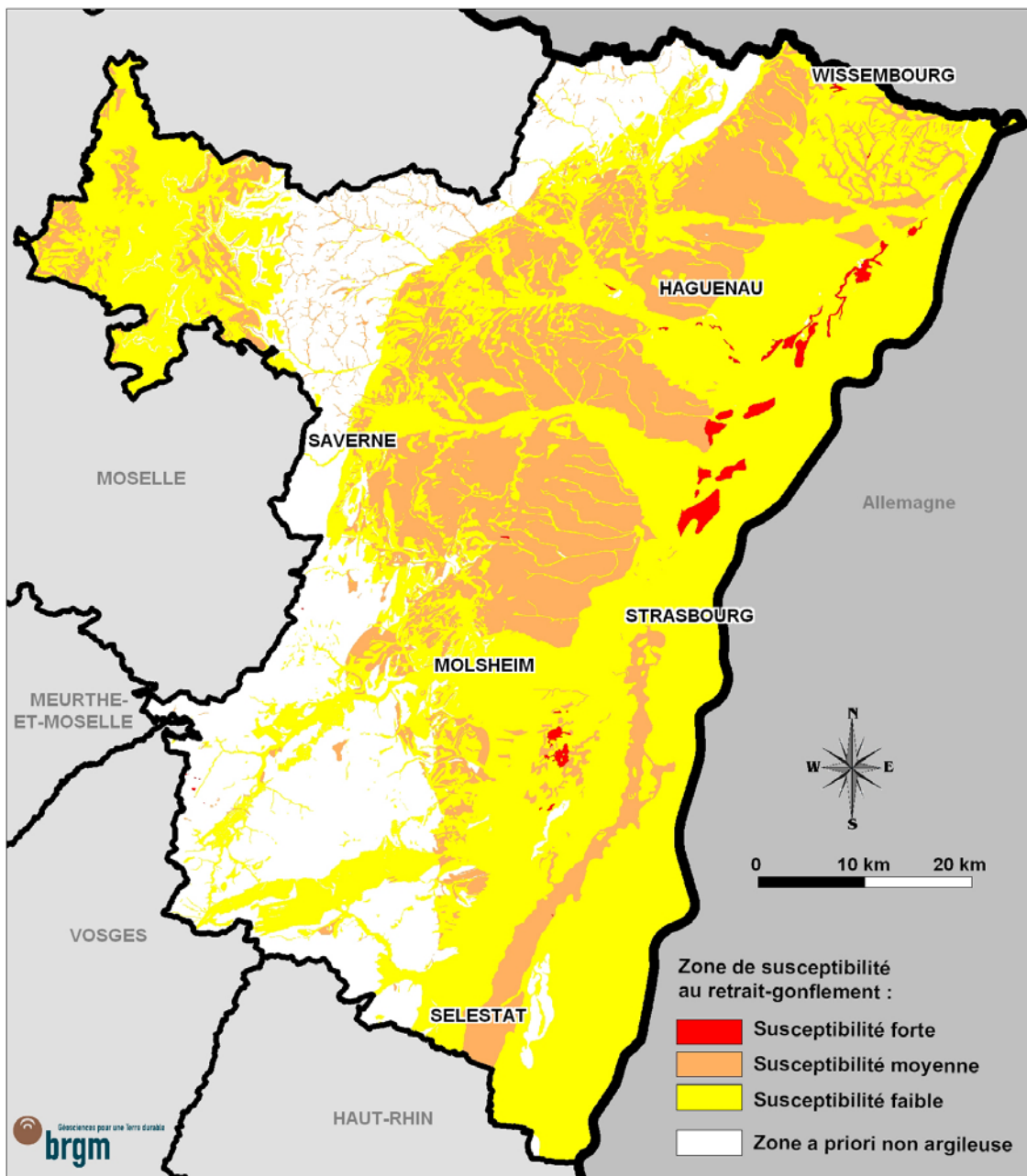


Illustration 1 - Carte de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux du département du Bas-Rhin (carte extraite du rapport BRGM/RP-57373-FR, Juin 2009)

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 77,14 % du département du Bas-Rhin. La superficie classée en aléa fort est relativement restreinte puisqu'elle ne concerne que 0,74 % du territoire départemental, celle considérée en aléa moyen couvre 18,26 % de cette même surface et l'aléa faible est représenté sur 58,13 % de la superficie. Le reste, soit 22,86 % du département, correspond à des zones *a priori* non argileuses, en principe non exposées aux risques de retrait-gonflement, ce qui n'exclut pas la présence, localement, de poches ou de placages argileux non cartographiés.

### 2.3. PLAN DE ZONAGE REGLEMENTAIRE

Une proposition de plan de zonage réglementaire a été élaborée pour chaque commune en suivant la méthodologie mise au point pour le département des Deux-Sèvres (Rapport BRGM RP-50591-FR, décembre 2000), conformément aux instructions du ministère 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 secteurs reconnus en aléa fort constituent une première zone réglementée, notée B1 et représentée conventionnellement en bleu foncé (illustration 2). Les zones d'aléa faible à moyen ont été regroupées dans un souci de simplification en vue de la mise en œuvre des PPRN, pour former une seconde zone réglementée, notée B2, et représentée avec un figuré de couleur bleu clair.

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.

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, reste constructible, et les mesures réglementaires imposées sont simples et assez peu coûteuses à mettre en œuvre, ce qui rend acceptable une relative imprécision dans les limites du zonage à l'échelle du parcellaire.

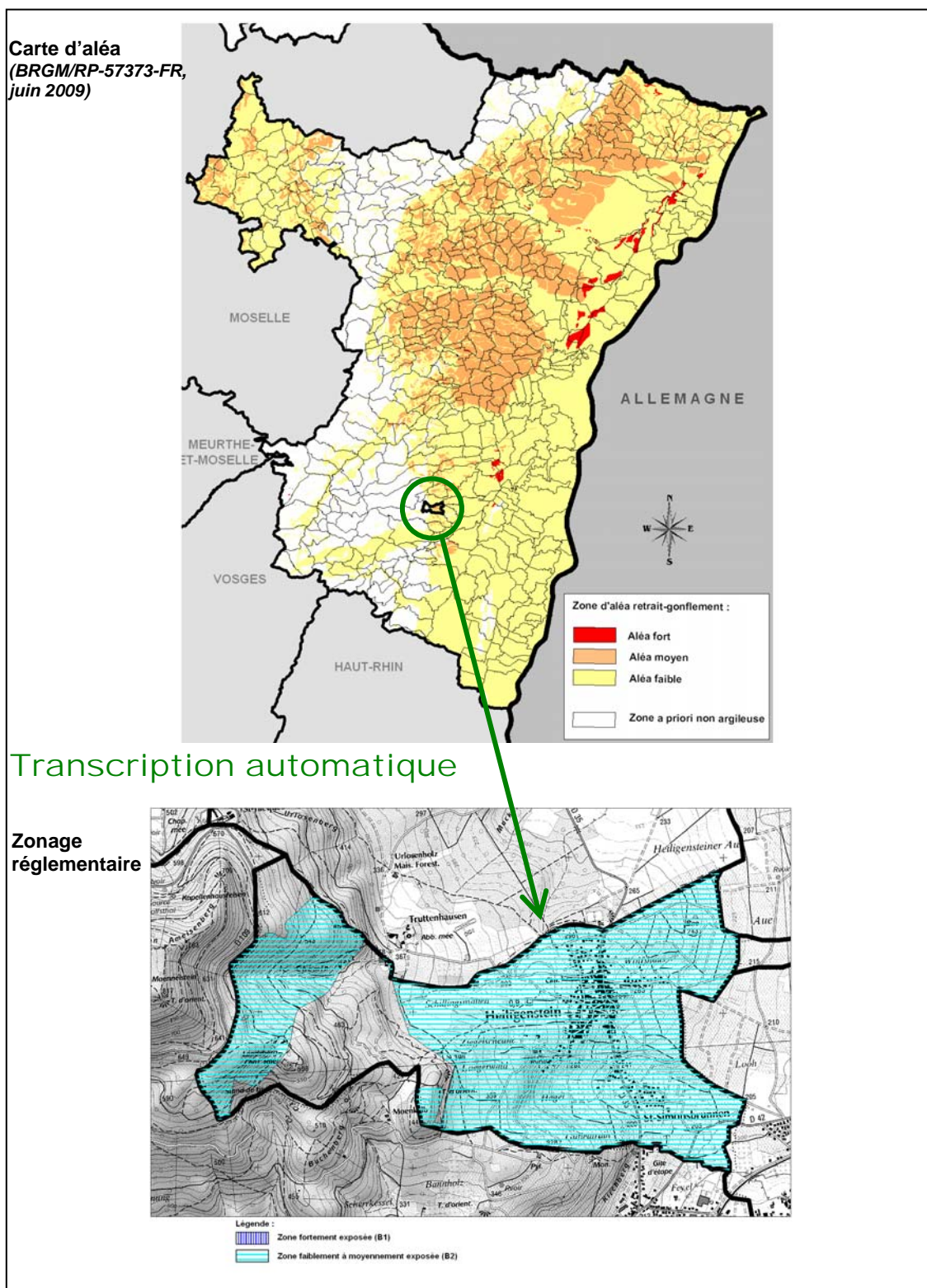


Illustration 2 - Transcription, pour la commune de Heiligenstein, de la carte d'aléa en proposition de plan de zonage réglementaire

Par ailleurs, le document produit reste une proposition de zonage réglementaire, qui pourra être amendée par la DDT 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 du Bas-Rhin, et toutes les cartes ainsi élaborées ont été stockées sur disque CD-Rom au format MapInfo®, afin de pouvoir les éditer sur papier au fur et à mesure des besoins. Le traitement global a été mis en application pour la commune de Heiligenstein, 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 527 communes du département, la proportion du territoire communal classé en aléa fort, moyen, faible ou *a priori* nul vis-à-vis de ce phénomène. Ces éléments sont regroupés dans le tableau de l'illustration 3 qui indique également la superficie totale de chaque commune, le nombre de sinistres localisés dans le cadre de l'étude, et le nombre d'arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle sécheresse dont la commune a déjà bénéficié à ce jour.

INSEE Commune	Nom Commune	Population (Nb habitants)	Nbre CatNat	Nbre Sinistres	Superficie Totale (km <sup>2</sup> )	Superficie Aléa Nul (%)	Superficie Aléa Faible (%)	Superficie Aléa Moyen (%)	Superficie Aléa Fort (%)
67001	ACHENHEIM	2200	0	0	6,10	0,00	42,28	57,72	0,00
67002	ADAMSWILLER	500	0	0	3,31	10,26	45,90	43,84	0,00
67003	ALBE	500	0	2	11,58	43,36	56,64	0,00	0,00
67004	ALLENWILLER	500	0	0	6,02	23,02	67,88	9,10	0,00
67005	ALTECKENDORF	700	0	0	5,96	0,00	18,14	81,86	0,00
67006	ALTENHEIM	200	0	0	2,70	0,00	28,12	71,88	0,00
67008	ALTORF	1100	0	0	10,22	0,00	100	0,00	0,00
67009	ALTWILLER	400	0	0	16,28	0,01	64,45	35,54	0,00
67010	ANDLAU	1700	0	0	24,13	37,34	62,66	0,00	0,00
67011	ARTOLSHEIM	700	0	0	11,25	0,00	100	0,00	0,00
67012	ASCHBACH	600	0	0	4,30	0,00	70,98	29,02	0,00
67013	ASSWILLER	200	0	0	6,04	10,00	68,31	21,69	0,00
67014	AUENHEIM	700	0	0	4,16	0,00	100	0,00	0,00
67016	AVOLSHEIM	700	0	0	1,79	16,64	83,36	0,00	0,00
67017	BAERENDORF	300	0	0	7,48	8,79	91,21	0,00	0,00
67018	BALBRONN	600	0	0	10,45	18,22	61,20	20,59	0,00
67019	BALDENHEIM	900	0	0	9,38	48,07	51,93	0,00	0,00
67020	BAREMBACH	900	0	0	9,91	81,10	18,90	0,00	0,00
67021	BARR	5900	1	19	21,18	65,54	31,35	3,11	0,00

## Établissement de PPRN retrait-gonflement dans le département du Bas-Rhin

INSEE Commune	Nom Commune	Population (Nb habitants)	Nbre CatNat	Nbre Sinistres	Superficie Totale (km <sup>2</sup> )	Superficie Aléa Nul (%)	Superficie Aléa Faible (%)	Superficie Aléa Moyen (%)	Superficie Aléa Fort (%)
67022	BASSEMBERG	200	0	0	1,89	47,30	52,70	0,00	0,00
67023	BATZENDORF	800	0	0	6,72	0,00	22,82	77,18	0,00
67025	BEINHEIM	1800	0	0	14,74	0,00	100	0,00	0,00
67028	BENFELD	4900	0	0	7,90	0,00	100	0,00	0,00
67029	BERG	400	0	0	7,64	4,45	77,21	18,34	0,00
67030	BERGBIETEN	500	0	0	4,48	0,00	46,39	53,61	0,00
67031	BERNARDSWILLER	1200	0	0	5,55	0,03	74,19	25,78	0,00
67032	BERNARDVILLE	200	0	2	2,81	59,74	40,25	0,01	0,00
67033	BERNOLSHEIM	500	0	0	3,58	0,00	43,50	56,50	0,00
67034	BERSTETT	1900	0	0	18,35	0,00	12,81	87,19	0,00
67035	BERSTHEIM	400	0	0	3,13	0,00	9,41	90,59	0,00
67036	BETTWILLER	300	0	0	4,21	2,25	68,45	29,30	0,00
67037	BIBLISHEIM	400	0	0	2,22	0,00	59,84	40,16	0,00
67038	BIETLENHEIM	300	0	0	2,13	0,00	44,30	55,70	0,00
67039	BILWISHEIM	400	0	0	2,54	0,00	17,18	82,82	0,00
67040	BINDERNHEIM	800	0	0	6,84	0,00	100	0,00	0,00
67041	BIRKENWALD	300	0	0	5,03	49,45	50,55	0,00	0,00
67043	BISCHHEIM	16800	0	1	4,39	0,00	100	0,00	0,00
67044	BISCHHOLTZ	200	0	0	2,38	0,00	66,70	33,30	0,00
67045	BISCHOFFSHEIM	2800	0	0	12,47	0,00	73,43	17,31	9,26
67046	BISCHWILLER	11600	0	0	17,15	0,00	84,35	0,00	15,65
67047	BISSERT	200	0	0	3,29	0,00	36,79	63,21	0,00
67048	BITSCHHOFFEN	400	0	0	2,58	0,00	48,28	51,72	0,00
67049	BLAESHEIM	1400	0	0	10,17	0,00	93,22	5,58	1,20
67050	BLANCHERUPT	0	0	0	2,61	97,01	2,99	0,00	0,00
67051	BLIENSCHWILLER	300	0	0	3,07	53,36	46,64	0,00	0,00
67052	BOERSCH	2200	0	0	23,90	74,27	19,95	5,77	0,00
67053	BOESENBIESEN	300	0	0	3,81	0,00	100	0,00	0,00
67054	BOLSENHEIM	400	0	0	4,58	0,27	99,73	0,00	0,00
67055	BOOFZHEIM	1000	0	0	12,08	0,00	100	0,00	0,00
67056	BOOTZHEIM	400	0	0	5,84	0,00	100	0,00	0,00
67058	BOSENDORF	300	0	0	4,08	0,00	24,69	75,31	0,00
67059	BOURG-BRUCHE	400	0	0	14,97	61,52	38,48	0,00	0,00
67060	BOURGHEIM	400	0	0	2,85	4,00	94,77	1,23	0,00
67061	BOUXWILLER	3700	1	5	26,00	0,00	53,22	46,78	0,00
67062	BREITENAU	300	0	0	4,46	80,45	19,55	0,00	0,00
67063	BREITENBACH	700	0	0	12,84	39,87	60,13	0,00	0,00
67065	BREUSCHWICKERSHEIM	1100	0	0	5,18	0,00	3,62	96,38	0,00
67066	LA BROQUE	2700	0	0	23,07	88,60	11,40	0,00	0,00
67067	BRUMATH	8900	0	0	31,35	0,00	75,21	24,79	0,00
67068	BUSWILLER	200	0	0	2,28	0,00	29,03	70,97	0,00

INSEE Commune	Nom Commune	Population (Nb habitants)	Nbre CatNat	Nbre Sinistres	Superficie Totale (km <sup>2</sup> )	Superficie Aléa Nul (%)	Superficie Aléa Faible (%)	Superficie Aléa Moyen (%)	Superficie Aléa Fort (%)
67069	BUHL	500	0	0	4,41	0,00	67,78	32,22	0,00
67070	BURBACH	300	0	0	6,28	11,18	88,82	0,00	0,00
67071	BUST	400	0	1	6,58	22,47	39,73	37,80	0,00
67072	BUTTEN	700	0	0	15,25	20,86	32,65	46,49	0,00
67073	CHATENOIS	3400	0	1	14,53	18,75	81,25	0,00	0,00
67074	CLEEBOURG	600	0	1	10,73	29,66	15,77	54,58	0,00
67075	CLIMBACH	500	0	0	7,10	71,16	28,81	0,04	0,00
67076	COLROY-LA-ROCHE	500	0	0	8,14	79,33	20,67	0,00	0,00
67077	COSSWILLER	500	0	0	15,97	71,20	23,86	4,94	0,00
67078	CRASTATT	200	0	0	3,40	0,00	30,30	69,70	0,00
67079	CROETTWILLER	200	0	0	2,63	0,00	63,45	36,55	0,00
67080	DACHSTEIN	1300	0	0	7,43	0,00	100	0,00	0,00
67081	DAHLENHEIM	600	0	0	5,35	1,05	21,04	77,91	0,00
67082	DALHUNDEN	900	0	0	7,46	0,00	100	0,00	0,00
67083	DAMBACH	700	0	1	30,53	92,13	7,20	0,00	0,67
67084	DAMBACH-LA-VILLE	2000	0	0	29,28	44,10	55,33	0,57	0,00
67085	DANGOLSHEIM	600	0	0	4,60	4,88	82,73	12,39	0,00
67086	DAUBENSAND	400	0	0	4,07	0,00	100	0,00	0,00
67087	DAUENDORF	1400	0	0	7,67	0,00	48,49	51,51	0,00
67088	DEHLINGEN	400	0	0	9,96	3,81	86,68	9,50	0,00
67089	DETTWILLER	2600	0	0	10,79	0,00	81,45	18,55	0,00
67090	DIEBOLSHEIM	500	0	0	7,12	0,00	100	0,00	0,00
67091	DIEDENDORF	300	0	0	10,43	0,00	68,13	31,87	0,00
67092	DIEFFENBACH-AU-VAL	600	0	0	3,03	93,66	6,34	0,00	0,00
67093	DIEFFENBACH-LES-WOERTH	400	0	0	3,65	0,00	37,45	62,55	0,00
67094	DIEFFENTHAL	200	0	0	1,55	92,98	7,02	0,00	0,00
67095	DIEMERINGEN	1700	1	5	8,98	18,23	45,92	35,85	0,00
67096	DIMBSTHAL	300	0	0	1,95	37,33	59,88	2,79	0,00
67097	DINGSHEIM	1100	0	0	5,18	0,00	17,40	82,60	0,00
67098	DINSHEIM-SUR-BRUCHE	1300	0	0	4,90	8,41	90,21	1,37	0,00
67099	DOMFESSEL	300	0	0	6,22	5,55	88,92	5,53	0,00
67100	DONNENHEIM	200	0	0	3,77	0,00	45,53	54,47	0,00
67101	DORLISHEIM	2200	0	0	11,51	2,61	94,53	2,86	0,00
67102	DOSENHEIM-KOCHERSBERG	200	0	0	1,79	0,00	8,79	91,21	0,00
67103	DOSENHEIM-SUR-ZINSEL	1100	0	4	17,26	62,22	30,03	7,75	0,00
67104	DRACHENBRONN-BIRLENBACH	900	0	0	7,19	0,08	28,33	71,59	0,00
67105	DRULINGEN	1500	0	0	4,54	0,02	84,88	15,10	0,00
67106	DRUSENHEIM	4700	0	0	15,93	0,00	99,07	0,00	0,93
67107	DUNTZENHEIM	500	0	1	6,34	0,00	9,53	90,47	0,00
67108	DUPPIGHEIM	1500	0	0	7,34	0,00	98,69	1,31	0,00
67109	DURNINGEN	600	0	5	4,19	0,00	26,57	73,43	0,00

## Établissement de PPRN retrait-gonflement dans le département du Bas-Rhin

INSEE Commune	Nom Commune	Population (Nb habitants)	Nbre CatNat	Nbre Sinistres	Superficie Totale (km <sup>2</sup> )	Superficie Aléa Nul (%)	Superficie Aléa Faible (%)	Superficie Aléa Moyen (%)	Superficie Aléa Fort (%)
67110	DURRENBACH	1000	1	2	5,35	0,00	93,42	6,58	0,00
67111	DURSTEL	400	0	0	4,77	9,61	57,57	32,82	0,00
67112	DUTTLENHEIM	2400	0	0	8,79	0,00	96,39	3,61	0,00
67113	EBERBACH-SELTZ	400	0	0	4,14	0,00	71,47	28,53	0,00
67115	EBERSHEIM	1900	0	0	13,67	0,00	100	0,00	0,00
67116	EBERSMUNSTER	400	0	0	7,60	0,36	99,64	0,00	0,00
67117	ECKARTSWILLER	500	0	0	12,36	77,86	19,72	2,42	0,00
67118	ECKBOLSHEIM	5900	0	1	5,31	0,00	100	0,00	0,00
67119	ECKWERSHEIM	1300	0	0	7,62	0,00	56,26	43,74	0,00
67120	EICHHOFFEN	400	0	0	2,25	1,30	98,70	0,00	0,00
67121	ELSENHEIM	700	0	1	9,52	0,00	100	0,00	0,00
67122	WANGENBOURG-ENGENTHAL	1200	0	0	31,60	92,62	7,28	0,00	0,11
67123	ENGWILLER	400	0	0	3,71	0,00	23,90	76,10	0,00
67124	ENTZHEIM	1900	0	1	8,34	0,00	100	0,00	0,00
67125	EPFIG	1900	0	0	22,43	12,84	69,98	17,18	0,00
67126	ERCKARTSWILLER	200	0	0	10,58	92,87	7,13	0,00	0,00
67127	ERGERSHEIM	900	0	0	6,65	0,00	25,60	74,40	0,00
67128	ERNOLSHEIM-BRUCHE	1700	0	0	6,65	0,00	52,59	47,41	0,00
67129	ERNOLSHEIM-LES-SAVERNE	600	0	0	10,99	42,16	47,50	10,33	0,00
67130	ERSTEIN	9700	0	0	36,59	0,00	100	0,00	0,00
67131	ESCHAU	4400	0	0	11,64	0,00	100	0,00	0,00
67132	ESCHBACH	1000	0	4	3,81	0,00	24,68	75,32	0,00
67133	ESCHBOURG	500	0	0	14,16	79,69	20,31	0,00	0,00
67134	ESCHWILLER	200	0	0	3,60	7,51	78,17	14,33	0,00
67135	ETTENDORF	700	0	0	6,38	0,00	24,55	75,45	0,00
67136	EYWILLER	200	0	0	4,91	7,84	92,16	0,00	0,00
67137	FEGERSHEIM	4500	0	0	6,33	0,00	100	0,00	0,00
67138	FESSENHEIM-LE-BAS	400	0	0	5,12	0,00	9,25	90,75	0,00
67139	FLEXBOURG	400	0	8	1,80	0,51	70,62	28,87	0,00
67140	FORSTFELD	600	0	0	4,89	0,00	82,53	0,61	16,86
67141	FORSTHEIM	600	0	0	6,31	0,00	35,12	64,88	0,00
67142	FORT-LOUIS	200	0	0	12,27	0,00	100	0,00	0,00
67143	FOUCHY	600	0	0	8,28	93,74	6,26	0,00	0,00
67145	FRIEDOLSHEIM	200	0	0	3,56	0,00	15,91	84,09	0,00
67146	FRIESENHEIM	500	0	0	12,08	0,00	100	0,00	0,00
67147	FROESCHWILLER	600	1	3	5,83	1,18	28,41	70,41	0,00
67148	FROHMUHL	200	0	0	1,70	73,60	26,40	0,00	0,00
67149	FURCHHAUSEN	300	0	0	2,74	0,00	3,50	96,50	0,00
67150	FURDENHEIM	1000	0	0	6,01	0,00	12,30	87,70	0,00
67151	GAMBSHEIM	3900	0	0	17,25	0,00	98,32	0,00	1,68
67152	GEISPOLSHEIM	7000	0	0	22,18	0,00	99,20	0,80	0,00

INSEE Commune	Nom Commune	Population (Nb habitants)	Nbre CatNat	Nbre Sinistres	Superficie Totale (km <sup>2</sup> )	Superficie Aléa Nul (%)	Superficie Aléa Faible (%)	Superficie Aléa Moyen (%)	Superficie Aléa Fort (%)
67153	GEISWILLER	200	0	0	3,20	0,00	21,07	78,93	0,00
67154	GERSTHEIM	2800	0	0	17,93	0,00	100	0,00	0,00
67155	GERTWILLER	900	0	0	4,87	7,76	88,76	3,49	0,00
67156	GEUDERTHEIM	2200	0	0	11,56	0,00	51,30	48,70	0,00
67158	GINGSHEIM	300	0	0	3,71	0,00	33,52	66,48	0,00
67159	GOERLINGEN	200	0	0	3,79	0,01	99,99	0,00	0,00
67160	GOERSDORF	1000	1	1	13,26	24,95	68,78	6,28	0,00
67161	GOTTENHOUSE	400	0	0	1,32	4,29	94,35	1,36	0,00
67162	GOTTESHEIM	300	0	0	5,18	0,00	46,20	53,80	0,00
67163	GOUGENHEIM	400	0	3	6,81	0,00	27,87	72,13	0,00
67164	GOXWILLER	700	0	0	3,30	0,00	91,81	8,19	0,00
67165	GRANDFONTAINE	400	0	0	39,53	95,91	3,75	0,00	0,33
67166	GRASSENDORF	200	0	0	2,27	0,00	29,23	70,77	0,00
67167	GRENDLBRUCH	1100	0	0	14,85	86,59	13,41	0,00	0,00
67168	GRESSWILLER	1300	0	0	9,59	37,68	61,16	1,16	0,00
67169	GRIES	2700	0	0	12,38	0,12	86,10	7,28	6,50
67172	GRIESHEIM-PRES-MOLSHEIM	1700	0	0	4,68	0,00	100	0,00	0,00
67173	GRIESHEIM-SUR-SOUFFEL	1200	0	1	4,24	0,00	9,02	90,98	0,00
67174	GUMBRECHTSHOFFEN	1200	0	0	5,73	0,00	43,75	56,25	0,00
67176	GUNDERSHOFFEN	3500	1	8	17,40	0,04	41,66	58,30	0,00
67177	GUNSTETT	700	0	1	6,33	0,00	59,11	40,89	0,00
67178	GUNGWILLER	200	0	0	1,69	7,93	92,07	0,00	0,00
67179	HAEGEN	600	0	0	20,56	85,64	14,36	0,00	0,00
67180	HAGUENAU	32200	0	1	182,79	0,52	67,75	30,95	0,79
67181	HANDSCHUHEIM	300	0	0	2,45	0,00	1,57	98,43	0,00
67182	HANGENBIETEN	1300	0	1	4,20	0,00	59,85	40,15	0,00
67183	HARSKIRCHEN	800	0	1	14,77	0,00	72,72	27,28	0,00
67184	HATTEN	1800	0	0	18,96	0,00	57,05	42,95	0,00
67185	HATTMATT	700	0	0	4,12	0,00	68,18	31,82	0,00
67186	HEGENEY	300	0	0	1,79	0,00	65,85	34,15	0,00
67187	HEIDOLSHEIM	400	0	0	5,88	9,52	90,48	0,00	0,00
67188	HEILIGENBERG	600	0	0	5,73	42,24	47,90	9,86	0,00
67189	HEILIGENSTEIN	900	1	5	3,92	26,19	50,65	23,16	0,00
67190	HENGWILLER	200	0	0	2,23	3,10	96,90	0,00	0,00
67191	HERBITZHEIM	1800	0	1	22,24	0,11	88,34	11,55	0,00
67192	HERBSHEIM	800	0	0	8,79	0,00	100	0,00	0,00
67194	HERRLISHEIM	4200	0	0	14,28	0,00	100	0,00	0,00
67195	HESSENHEIM	500	0	0	5,27	0,00	100	0,00	0,00
67196	HILSENHEIM	2000	0	0	20,34	9,26	90,74	0,00	0,00
67197	HINDISHEIM	1400	0	0	12,04	0,00	91,61	0,00	8,39
67198	HINSBOURG	100	0	0	3,35	92,81	7,19	0,00	0,00

## Établissement de PPRN retrait-gonflement dans le département du Bas-Rhin

INSEE Commune	Nom Commune	Population (Nb habitants)	Nbre CatNat	Nbre Sinistres	Superficie Totale (km <sup>2</sup> )	Superficie Aléa Nul (%)	Superficie Aléa Faible (%)	Superficie Aléa Moyen (%)	Superficie Aléa Fort (%)
67199	HINSINGEN	100	0	0	3,11	0,00	52,75	47,25	0,00
67200	HIPSHEIM	800	0	0	4,44	0,00	100	0,00	0,00
67201	HIRSCHLAND	300	0	3	10,90	3,86	96,10	0,04	0,00
67202	HOCHFELDEN	2900	0	0	12,38	0,00	55,88	44,12	0,00
67203	HOCHSTETT	200	0	0	2,09	0,00	7,55	92,45	0,00
67204	HOENHEIM	10700	0	0	3,44	0,00	100	0,00	0,00
67205	HOERDT	4100	0	0	16,50	0,00	88,43	0,00	11,57
67206	HOFFEN	1100	0	0	9,34	0,00	40,35	59,65	0,00
67207	HOHATZENHEIM	200	0	0	2,05	0,00	13,34	86,66	0,00
67208	HOHENGOEFT	500	0	1	3,34	1,96	45,29	52,75	0,00
67209	HOHFRANKENHEIM	300	0	0	2,77	0,00	18,27	81,73	0,00
67210	LE HOHWALD	400	0	0	20,90	82,04	17,96	0,00	0,00
67212	HOLTZHEIM	2800	0	0	6,88	0,00	100	0,00	0,00
67213	HUNSPACH	700	0	0	5,41	0,00	61,51	38,49	0,00
67214	HURTIGHEIM	500	0	0	4,67	0,00	9,38	90,62	0,00
67215	HUTTENDORF	400	0	0	4,38	0,00	7,05	92,95	0,00
67216	HUTTENHEIM	2100	0	0	12,46	0,00	100	0,00	0,00
67217	ICHTRATZHEIM	300	0	0	3,19	0,00	100	0,00	0,00
67218	ILLKIRCH-GRAFFENSTADEN	23800	0	0	22,14	0,00	100	0,00	0,00
67220	INGENHEIM	300	0	0	5,43	0,00	28,82	71,18	0,00
67221	INGOLSHEIM	300	0	0	4,44	0,00	37,11	62,89	0,00
67222	INGWILLER	3800	0	0	18,12	43,38	44,69	11,92	0,00
67223	INNENHEIM	1000	0	0	6,22	0,00	96,06	1,14	2,80
67225	ISSENHAUSEN	100	0	0	2,07	0,00	25,28	74,72	0,00
67226	ITTENHEIM	1900	0	0	6,97	0,00	7,49	92,51	0,00
67227	ITTERSWILLER	300	0	0	1,19	48,06	51,23	0,71	0,00
67228	NEUGARTHEIM-ITTLENHEIM	600	0	1	4,22	0,00	20,98	75,68	3,34
67229	JETTERSWILLER	200	0	0	3,42	0,00	31,03	68,97	0,00
67230	KALTENHOUSE	1900	0	0	3,74	0,00	90,76	0,00	9,24
67231	KAUFFENHEIM	200	0	0	2,32	0,00	81,67	0,00	18,33
67232	KEFFENACH	200	0	1	2,43	0,00	14,64	85,36	0,00
67233	KERTZFELD	1100	0	0	9,32	9,45	90,55	0,00	0,00
67234	KESKASTEL	1400	1	1	18,56	0,00	77,37	22,63	0,00
67235	KESSELDORF	300	0	0	7,27	0,00	71,57	27,74	0,69
67236	KIENHEIM	500	0	11	3,28	0,00	10,14	89,86	0,00
67237	KILSTETT	1900	0	0	7,01	0,00	81,59	0,00	18,41
67238	KINDWILLER	500	0	0	5,87	0,00	44,73	55,27	0,00
67239	KINTZHEIM	1500	0	0	18,75	67,17	32,83	0,00	0,00
67240	KIRCHHEIM	500	0	0	2,43	0,00	42,89	57,11	0,00
67241	KIRRBERG	200	0	0	6,48	1,72	81,94	16,34	0,00
67242	KIRRWILLER	500	0	0	4,99	0,00	59,74	40,26	0,00

INSEE Commune	Nom Commune	Population (Nb habitants)	Nbre CatNat	Nbre Sinistres	Superficie Totale (km <sup>2</sup> )	Superficie Aléa Nul (%)	Superficie Aléa Faible (%)	Superficie Aléa Moyen (%)	Superficie Aléa Fort (%)
67244	KLEINGOEFT	100	0	1	2,48	0,00	32,97	67,03	0,00
67245	KNOERSHEIM	200	0	0	2,30	0,00	20,65	79,35	0,00
67246	KOGENHEIM	800	0	0	11,66	0,00	100	0,00	0,00
67247	KOLBSHEIM	800	1	3	3,39	0,00	18,93	81,07	0,00
67248	KRAUTERGERSHEIM	1600	0	0	6,27	0,00	94,95	0,33	4,72
67249	KRAUTWILLER	200	0	0	1,54	0,00	100	0,00	0,00
67250	KRIEGSHEIM	600	0	0	4,06	0,00	9,97	90,03	0,00
67252	KURTZENHOUSE	900	0	0	3,64	0,00	28,25	42,99	28,76
67253	KUTTOLSHEIM	600	0	0	4,67	1,83	37,11	61,02	0,04
67254	KUTZENHAUSEN	800	0	0	7,30	0,00	8,35	91,65	0,00
67255	LALAYE	400	0	0	8,24	18,57	81,43	0,00	0,00
67256	LAMPERTHEIM	2900	0	0	6,82	0,00	21,53	78,47	0,00
67257	LAMPERTSLOCH	600	0	2	10,40	46,59	29,81	23,59	0,00
67258	LANDERSHEIM	100	0	2	2,16	0,00	31,04	68,96	0,00
67259	LANGENSOULTZBACH	900	0	0	13,29	24,50	67,44	8,05	0,00
67260	LAUBACH	300	0	0	1,70	0,00	48,13	51,87	0,00
67261	LAUTERBOURG	2300	0	0	11,38	4,65	95,35	0,00	0,00
67263	LEMBACH	1700	0	0	48,80	65,33	33,82	0,86	0,00
67264	LEUTENHEIM	800	0	0	10,67	2,66	81,03	0,00	16,31
67265	LICHTENBERG	500	0	0	12,28	94,43	5,57	0,00	0,00
67266	LIMERSHEIM	600	0	0	5,61	0,00	100	0,00	0,00
67267	LINGOLSHEIM	16900	0	0	5,73	0,00	99,25	0,75	0,00
67268	LIPSHEIM	2300	0	0	4,98	0,00	97,57	2,43	0,00
67269	LITTENHEIM	200	0	0	4,19	0,00	10,77	89,23	0,00
67270	LIXHAUSEN	300	0	0	3,42	0,00	16,80	83,20	0,00
67271	LOBSANN	500	0	0	2,65	0,00	23,35	76,65	0,00
67272	LOCHWILLER	300	0	0	4,58	0,00	19,10	80,90	0,00
67273	LOHR	500	0	0	10,64	62,42	32,13	5,45	0,00
67274	LORENTZEN	300	0	0	7,97	3,02	74,31	22,68	0,00
67275	LUPSTEIN	800	0	0	7,73	0,00	71,97	28,03	0,00
67276	LUTZELHOUSE	1500	0	0	28,60	88,50	11,50	0,00	0,00
67277	MACKENHEIM	700	0	0	11,63	0,00	100	0,00	0,00
67278	MACKWILLER	600	1	1	9,22	8,57	71,01	20,42	0,00
67279	MAENNOLSHEIM	200	0	0	2,82	0,00	23,00	77,00	0,00
67280	MAISONSGOUTTE	800	0	0	5,14	0,00	100	0,00	0,00
67281	MARCKOLSHEIM	3600	0	0	34,21	5,22	94,78	0,00	0,00
67282	MARLENHEIM	3400	1	2	14,50	7,95	31,08	60,97	0,00
67283	MARMOUTIER	2400	0	1	14,28	22,83	43,13	34,04	0,00
67285	MATZENHEIM	1100	0	0	7,13	0,00	100	0,00	0,00
67286	MEISTRATZHEIM	1300	0	0	12,90	0,00	92,61	0,00	7,39
67287	MELSHEIM	500	1	12	5,32	0,00	27,91	72,09	0,00

INSEE Commune	Nom Commune	Population (Nb habitants)	Nbre CatNat	Nbre Sinistres	Superficie Totale (km <sup>2</sup> )	Superficie Aléa Nul (%)	Superficie Aléa Faible (%)	Superficie Aléa Moyen (%)	Superficie Aléa Fort (%)
67288	MEMMELSHOFFEN	300	0	0	1,83	0,00	3,69	96,31	0,00
67289	MENCHHOFFEN	500	0	0	4,35	0,00	95,88	4,12	0,00
67290	MERKWILLER-PECHELBRONN	800	0	0	3,77	0,00	10,96	89,04	0,00
67291	MERTZWILLER	3500	0	0	6,86	0,00	78,71	19,00	2,30
67292	MIETESHEIM	600	1	1	8,59	0,00	52,98	47,02	0,00
67293	MINVERSHEIM	500	0	0	5,61	0,00	22,05	77,95	0,00
67295	MITTELBERGHEIM	600	0	0	3,80	0,59	87,52	11,89	0,00
67296	MITTELHAUSBERGEN	1700	0	0	1,74	0,00	76,64	23,36	0,00
67297	MITTELHAUSEN	500	0	0	5,02	0,00	12,98	87,02	0,00
67298	MITTELSCHAEFFOLSHEIM	400	0	0	2,65	0,00	12,86	87,14	0,00
67299	MOLLKIRCH	800	0	0	12,97	84,61	15,39	0,00	0,00
67300	MOLSHEIM	9300	0	2	10,69	1,20	98,78	0,02	0,00
67301	MOMMENHEIM	1800	1	2	8,44	0,00	59,56	40,44	0,00
67302	MONSWILLER	1800	1	2	4,69	1,87	87,06	11,07	0,00
67303	MORSBRONN-LES-BAINS	500	0	0	6,75	0,00	45,49	54,51	0,00
67304	MORSCHWILLER	500	0	0	4,63	0,00	30,54	69,46	0,00
67305	MOTHERN	1900	0	0	10,44	3,09	81,92	15,00	0,00
67306	MUHLBACH-SUR-BRUCHE	600	0	0	8,23	23,03	76,97	0,00	0,00
67307	MULHAUSEN	400	0	1	3,95	0,00	56,15	43,85	0,00
67308	MUNCHHAUSEN	700	0	0	5,85	1,26	91,75	7,00	0,00
67309	MUNDOLSHEIM	5300	0	6	4,30	0,48	64,28	35,24	0,00
67310	MUSSIG	1100	0	0	11,70	19,83	80,17	0,00	0,00
67311	MUTTERSCHOLTZ	1700	0	0	12,65	32,28	67,72	0,00	0,00
67312	MUTZENHOUSE	400	0	0	2,28	0,00	49,76	50,24	0,00
67313	MUTZIG	5600	0	0	8,52	21,76	74,51	3,73	0,00
67314	NATZWILLER	600	0	0	7,38	96,84	3,16	0,00	0,00
67315	NEEWILLER-PRES-LAUTERBOURG	600	0	0	7,26	0,78	77,01	22,22	0,00
67317	NEUBOIS	600	0	0	11,63	92,85	7,15	0,00	0,00
67319	NEUHAEUSEL	300	0	0	3,11	0,00	100	0,00	0,00
67320	NEUVE-EGLISE	600	0	0	5,64	87,69	12,31	0,00	0,00
67321	NEUVILLER-LA-ROCHE	400	0	0	9,25	96,48	3,52	0,00	0,00
67322	NEUWILLER-LES-SAVERNE	1100	0	0	32,48	68,62	25,15	6,23	0,00
67324	NIEDERBRONN-LES-BAINS	4300	0	0	32,05	58,83	35,18	6,00	0,00
67325	NIEDERHASLACH	1200	0	1	6,88	31,29	62,39	6,32	0,00
67326	NIEDERHAUSBERGEN	1400	0	0	3,07	0,00	84,41	15,59	0,00
67327	NIEDERLAUTERBACH	900	0	0	11,29	0,00	83,58	16,42	0,00
67328	NIEDERMODERN	700	0	0	4,33	0,00	59,14	40,86	0,00
67329	NIEDERNAI	1200	0	0	11,29	0,00	97,92	2,08	0,00
67330	NIEDERROEDERN	800	0	0	7,10	0,00	57,84	42,16	0,00
67331	NIEDERSCHAEFFOLSHEIM	1300	0	0	6,22	0,00	20,98	79,02	0,00
67333	NIEDERSOULTZBACH	300	0	0	4,15	0,00	51,03	48,97	0,00

INSEE Commune	Nom Commune	Population (Nb habitants)	Nbre CatNat	Nbre Sinistres	Superficie Totale (km <sup>2</sup> )	Superficie Aléa Nul (%)	Superficie Aléa Faible (%)	Superficie Aléa Moyen (%)	Superficie Aléa Fort (%)
67334	NIEDERSTEINBACH	200	0	0	8,49	93,56	6,44	0,00	0,00
67335	NORDHEIM	700	0	1	6,47	5,67	57,73	36,61	0,00
67336	NORDHOUSE	1400	0	0	11,43	0,00	100	0,00	0,00
67337	NOTHALTEN	400	0	0	4,20	69,70	30,30	0,00	0,00
67338	OBENHEIM	1200	0	0	7,95	0,00	100	0,00	0,00
67339	BETSCHDORF	3700	0	0	27,75	0,00	58,18	41,82	0,00
67340	OBERBRONN	1400	0	1	21,13	54,07	30,56	15,37	0,00
67341	OBERDORF-SPACHBACH	300	0	0	2,32	0,00	64,69	35,31	0,00
67342	OBERHASLACH	1500	0	0	25,30	79,89	19,68	0,43	0,00
67343	OBERHAUSBERGEN	4500	0	0	3,79	0,00	69,15	30,85	0,00
67344	OBERHOFFEN-LES- WISSEMBOURG	300	0	0	3,06	0,00	20,09	79,91	0,00
67345	OBERHOFFEN-SUR-MODER	2900	0	0	14,26	0,00	94,14	0,00	5,86
67346	OBERLAUTERBACH	500	0	2	5,48	0,00	75,52	24,48	0,00
67347	OBERMODERN-ZUTZENDORF	1400	0	0	14,49	0,00	73,85	26,15	0,00
67348	OBERNAI	11100	0	0	25,81	6,38	73,46	20,16	0,00
67350	OBERSCHAEFFOLSHEIM	2100	0	1	7,63	0,00	64,16	35,84	0,00
67351	SEEBACH	1700	0	4	17,15	0,00	83,83	16,17	0,00
67352	OBERSOULTZBACH	400	0	0	5,14	0,00	64,73	35,27	0,00
67353	OBERSTEINBACH	200	0	0	9,08	90,36	9,55	0,00	0,09
67354	ODRATZHEIM	400	0	0	1,61	0,00	61,93	38,07	0,00
67355	OERMINGEN	1300	0	0	14,91	0,00	92,53	7,47	0,00
67356	OFFENDORF	1900	0	0	14,11	0,00	100	0,00	0,00
67358	OFFWILLER	900	0	0	15,91	56,65	25,30	18,05	0,00
67359	OHLUNGEN	1300	0	2	8,31	0,00	35,51	64,49	0,00
67360	OHNENHEIM	700	0	0	12,03	0,00	100	0,00	0,00
67361	OLWISHEIM	500	0	0	2,99	0,00	18,73	81,27	0,00
67362	ORSCHWILLER	500	0	0	6,24	70,91	29,09	0,00	0,00
67363	OSTHOFFEN	700	0	0	5,15	0,00	5,67	94,33	0,00
67364	OSTHOUSE	900	0	0	9,84	0,00	100	0,00	0,00
67365	OSTWALD	10800	0	0	7,02	0,00	100	0,00	0,00
67366	OTTERSTHAL	800	0	1	2,95	76,24	19,20	4,57	0,00
67367	OTTERSWILLER	1200	0	0	3,24	2,90	81,64	15,46	0,00
67368	OTTROTT	1500	0	0	29,20	90,45	9,00	0,54	0,00
67369	OTTWILLER	200	0	0	5,11	6,77	70,92	22,30	0,00
67370	PETERSBACH	700	0	0	8,99	52,61	47,39	0,00	0,00
67371	LA PETITE-PIERRE	600	0	0	19,87	88,63	11,37	0,00	0,00
67372	PAFFENHOFFEN	2500	0	1	3,54	0,00	70,77	29,23	0,00
67373	PFALZWEYER	300	0	0	2,27	6,22	93,78	0,00	0,00
67374	PFETTISHEIM	800	0	0	4,94	0,00	12,26	87,74	0,00
67375	PFULGRIESHEIM	1200	0	3	4,80	0,00	7,74	92,26	0,00

## Établissement de PPRN retrait-gonflement dans le département du Bas-Rhin

INSEE Commune	Nom Commune	Population (Nb habitants)	Nbre CatNat	Nbre Sinistres	Superficie Totale (km <sup>2</sup> )	Superficie Aléa Nul (%)	Superficie Aléa Faible (%)	Superficie Aléa Moyen (%)	Superficie Aléa Fort (%)
67377	PLAINE	800	0	0	22,79	73,04	26,92	0,00	0,03
67378	PLOBSHEIM	3600	0	0	16,62	0,00	100	0,00	0,00
67379	PREUSCHDORF	900	0	0	7,70	6,16	44,73	49,11	0,00
67380	PRINTZHEIM	200	0	0	4,29	0,00	23,38	76,62	0,00
67381	PUBERG	300	0	0	4,97	93,14	6,86	0,00	0,00
67382	QUATZENHEIM	700	0	0	3,14	0,00	7,67	92,33	0,00
67383	RANGEN	100	0	0	1,68	0,00	13,70	86,30	0,00
67384	RANRUPT	300	0	0	15,12	67,71	32,29	0,00	0,00
67385	RATZWILLER	300	0	1	8,92	50,94	40,93	8,13	0,00
67386	RAUWILLER	200	0	0	4,91	1,27	98,73	0,00	0,00
67387	REICHSFELD	300	0	0	4,99	57,74	42,26	0,00	0,00
67388	REICHSHOFFEN	5200	0	2	17,09	4,92	59,16	35,92	0,00
67389	REICHSTETT	4900	0	0	7,90	0,00	83,70	0,00	16,30
67391	REINHARDSMUNSTER	400	0	0	18,54	89,64	10,36	0,00	0,00
67392	REIPERTSWILLER	900	0	0	19,38	92,34	7,66	0,00	0,00
67394	RETSCHWILLER	300	0	0	3,24	0,00	7,24	92,76	0,00
67395	REUTENBOURG	300	0	0	4,47	0,00	33,93	66,07	0,00
67396	REXINGEN	200	0	0	2,35	0,00	66,34	33,66	0,00
67397	RHINAU	2300	0	0	17,30	0,00	100	0,00	0,00
67398	RICHTOLSHEIM	300	0	0	3,61	0,00	100	0,00	0,00
67400	RIEDELSELTZ	1100	0	0	10,01	0,00	36,56	63,44	0,00
67401	RIMSDORF	300	0	0	6,11	2,57	97,42	0,02	0,00
67402	RINGELDORF	100	0	0	2,79	0,00	31,96	68,04	0,00
67403	RINGENDORF	400	0	0	3,84	0,00	29,46	70,54	0,00
67404	RITTERSHOFFEN	900	0	0	12,18	0,00	55,41	44,58	0,00
67405	ROESCHWOOG	1900	0	1	9,89	0,00	100	0,00	0,00
67406	ROHR	300	0	0	3,40	0,00	19,73	80,27	0,00
67407	ROHRWILLER	1400	0	0	3,08	0,00	100	0,00	0,00
67408	ROMANSWILLER	1200	0	0	11,75	35,66	45,55	18,79	0,00
67409	ROPPEHEIM	900	0	0	7,04	0,00	100	0,00	0,00
67410	ROSENWILLER	600	0	0	5,69	32,02	67,75	0,23	0,00
67411	ROSHEIM	4500	0	0	30,09	41,90	49,91	8,18	0,00
67412	ROSSFELD	700	0	0	6,30	0,00	100	0,00	0,00
67413	ROSTEIG	600	0	0	7,80	91,76	8,24	0,00	0,00
67414	ROTHAU	1600	0	0	3,91	53,62	46,38	0,00	0,00
67415	ROTHBACH	500	0	23	7,92	59,92	27,37	12,71	0,00
67416	ROTT	400	0	0	3,31	7,96	28,58	63,45	0,00
67417	ROTTELSHEIM	300	0	0	2,41	0,00	12,88	87,12	0,00
67418	ROUNTZENHEIM	1000	0	0	6,51	0,00	95,98	0,00	4,02
67420	RUSS	1200	0	0	11,43	62,90	37,10	0,00	0,00
67421	SAALES	900	0	0	9,90	88,95	11,05	0,00	0,00

INSEE Commune	Nom Commune	Population (Nb habitants)	Nbre CatNat	Nbre Sinistres	Superficie Totale (km <sup>2</sup> )	Superficie Aléa Nul (%)	Superficie Aléa Faible (%)	Superficie Aléa Moyen (%)	Superficie Aléa Fort (%)
67422	SAASENHEIM	500	0	0	7,78	0,00	100	0,00	0,00
67423	SAESSOLSHEIM	500	0	0	6,68	0,00	10,44	89,56	0,00
67424	SAINT-BLAISE-LA-ROCHE	300	0	0	2,38	72,47	27,53	0,00	0,00
67425	SAINT-JEAN-SAVERNE	600	0	0	6,51	69,44	28,07	2,48	0,00
67426	SAINT-MARTIN	300	0	0	4,14	13,63	86,37	0,00	0,00
67427	SAINT-MAURICE	300	0	0	1,61	80,51	19,49	0,00	0,00
67428	SAINT-NABOR	500	0	1	1,98	77,27	22,68	0,05	0,00
67429	SAINT-PIERRE	500	0	0	3,23	0,67	97,36	1,97	0,00
67430	SAINT-PIERRE-BOIS	600	0	0	7,62	89,68	10,32	0,00	0,00
67431	SALENTHAL	200	0	0	1,36	9,18	83,90	6,92	0,00
67432	SALMBACH	500	0	0	8,74	0,00	77,14	22,86	0,00
67433	SAND	1100	0	0	6,35	0,00	100	0,00	0,00
67434	SARRE-UNION	3400	2	9	15,50	0,10	84,75	15,14	0,00
67435	SARREWERDEN	1000	0	1	16,87	2,31	89,99	7,70	0,00
67436	SAULXURES	500	0	0	12,99	86,84	13,16	0,00	0,00
67437	SAVERNE	11200	1	7	26,67	55,52	31,59	12,89	0,00
67438	SCHAEFFERSHEIM	700	0	0	4,13	0,00	97,78	2,22	0,00
67439	SCHAFFHOUSE-SUR-ZORN	300	0	0	3,78	0,00	60,23	39,77	0,00
67440	SCHAFFHOUSE-PRES-SELTZ	500	0	0	4,52	0,00	49,95	50,05	0,00
67441	SCHALKENDORF	300	0	0	5,16	0,00	49,17	50,83	0,00
67442	SCHARRACHBERGHEIM-IRMSTETT	1000	0	0	3,34	0,00	70,20	29,80	0,00
67443	SCHEIBENHARD	700	0	0	4,59	4,23	83,16	12,60	0,00
67444	SCHERLENHEIM	100	0	0	2,28	0,00	17,30	82,70	0,00
67445	SCHERWILLER	2600	0	0	18,85	44,10	55,78	0,12	0,00
67446	SCHILLERSDORF	500	0	0	7,51	0,00	70,58	29,42	0,00
67447	SCHILTIGHEIM	30800	0	4	7,70	0,00	100	0,00	0,00
67448	SCHIRMECK	2200	0	0	11,58	77,70	22,30	0,00	0,00
67449	SCHIRRHEIN	2000	0	0	6,38	1,26	51,99	0,00	46,75
67450	SCHIRRHOFFEN	600	0	0	0,61	0,00	91,86	0,00	8,14
67451	SCHLEITHAL	1400	0	1	9,29	0,00	89,00	11,00	0,00
67452	SCHNERSHEIM	1000	1	2	11,14	0,00	14,13	85,87	0,00
67453	SCHOENAU	500	0	0	10,30	0,00	100	0,00	0,00
67454	SCHOENBOURG	400	0	0	5,10	56,66	43,34	0,00	0,00
67455	SCHOENENBOURG	700	0	0	5,50	0,00	14,13	85,87	0,00
67456	SCHOPPERTEN	300	0	0	4,43	0,00	100	0,00	0,00
67458	SCHWEIGHOUSE-SUR-MODER	4600	0	1	9,96	0,33	90,55	7,54	1,58
67459	SCHWENHEIM	600	0	0	5,02	0,00	24,56	75,44	0,00
67460	SCHWINDRATZHEIM	1700	0	0	9,52	0,00	21,55	78,45	0,00
67461	SCHWOBSHEIM	200	0	0	2,58	0,00	100	0,00	0,00
67462	SELESTAT	17200	0	2	47,59	0,01	99,99	0,00	0,00
67463	SELTZ	3000	0	0	20,72	0,86	90,34	5,49	3,31

## Établissement de PPRN retrait-gonflement dans le département du Bas-Rhin

INSEE Commune	Nom Commune	Population (Nb habitants)	Nbre CatNat	Nbre Sinistres	Superficie Totale (km <sup>2</sup> )	Superficie Aléa Nul (%)	Superficie Aléa Faible (%)	Superficie Aléa Moyen (%)	Superficie Aléa Fort (%)
67464	SERMERSHEIM	800	0	0	10,17	0,00	99,88	0,00	0,12
67465	SESSENHEIM	1800	0	0	9,26	0,00	99,28	0,00	0,72
67466	SIEGEN	500	0	0	8,00	0,00	80,72	18,43	0,85
67467	SIEWILLER	400	0	1	6,34	0,00	79,87	20,13	0,00
67468	SILTZHEIM	600	0	0	7,31	0,01	88,65	11,34	0,00
67469	SINGRIST	300	0	0	3,56	6,04	67,52	26,44	0,00
67470	SOLBACH	100	0	0	2,73	83,55	16,45	0,00	0,00
67471	SOUFFELWEYERSHEIM	6000	0	0	4,63	0,00	100	0,00	0,00
67472	SOUFFLENHEIM	4400	0	1	13,42	0,08	83,74	0,36	15,81
67473	SOULTZ-LES-BAINS	700	0	0	3,56	6,87	89,24	3,89	0,00
67474	SOULTZ-SOUS-FORETS	2500	1	7	15,40	7,91	14,55	77,54	0,00
67475	SPARSBACH	200	0	0	13,65	91,59	8,41	0,00	0,00
67476	STATTMATTEN	600	0	0	3,93	0,00	100	0,00	0,00
67477	STEIGE	500	0	0	10,23	25,73	74,27	0,00	0,00
67478	STEINBOURG	1900	0	7	12,65	0,00	80,51	19,49	0,00
67479	STEINSELTZ	600	0	2	5,40	0,00	15,76	84,24	0,00
67480	STILL	1500	0	0	23,22	30,39	57,97	11,64	0,00
67481	STOTZHEIM	1000	0	0	13,67	0,57	97,31	2,12	0,00
67482	STRASBOURG	264100	0	1	78,31	0,00	100	0,00	0,00
67483	STRUTH	200	0	0	4,08	39,99	60,01	0,00	0,00
67484	STUNDWILLER	400	0	0	3,35	0,00	78,94	21,06	0,00
67485	STUTZHEIM-OFFENHEIM	1400	0	1	7,37	1,49	5,85	92,66	0,00
67486	SUNDHOUSE	1200	0	0	15,93	0,00	100	0,00	0,00
67487	SURBOURG	1500	0	0	10,46	0,00	36,65	63,35	0,00
67488	THAL-DRULINGEN	200	0	0	5,38	4,35	90,56	5,09	0,00
67489	THAL-MARMOUTIER	700	0	0	3,48	18,31	79,46	2,22	0,00
67490	THANVILLE	400	0	0	2,10	73,87	26,13	0,00	0,00
67491	TIEFFENBACH	300	0	0	5,15	47,09	52,91	0,00	0,00
67492	TRAENHEIM	600	0	0	3,12	0,00	81,46	18,54	0,00
67493	TRIEMBACH-AU-VAL	400	0	0	2,99	92,29	7,71	0,00	0,00
67494	TRIMBACH	400	0	0	3,98	0,00	71,08	28,92	0,00
67495	TRUCHTERSHEIM	2400	2	3	10,09	0,00	12,49	87,51	0,00
67496	UBERACH	1100	0	1	2,03	0,00	85,36	14,64	0,00
67497	UHLWILLER	600	0	0	7,48	0,00	34,97	65,03	0,00
67498	UHRWILLER	700	0	0	11,03	0,00	30,63	69,37	0,00
67499	URBEIS	300	0	0	12,34	77,85	22,15	0,00	0,00
67500	URMATT	1400	0	0	13,72	75,13	24,87	0,00	0,00
67501	UTTENHEIM	500	0	0	4,84	7,36	92,44	0,00	0,19
67502	UTTENHOFFEN	200	0	0	2,00	0,00	41,91	58,09	0,00
67503	UTTWILLER	200	0	0	2,94	0,00	75,15	24,85	0,00
67504	VALFF	1300	0	0	10,93	0,00	100	0,00	0,00

INSEE Commune	Nom Commune	Population (Nb habitants)	Nbre CatNat	Nbre Sinistres	Superficie Totale (km <sup>2</sup> )	Superficie Aléa Nul (%)	Superficie Aléa Faible (%)	Superficie Aléa Moyen (%)	Superficie Aléa Fort (%)
67505	LA VANCELLE	400	0	0	8,17	85,75	14,25	0,00	0,00
67506	VENDENHEIM	5600	0	0	16,38	0,00	68,68	12,83	18,50
67507	VILLE	1700	0	0	3,11	51,19	48,81	0,00	0,00
67508	VOELLERDINGEN	400	0	0	13,52	5,48	93,63	0,89	0,00
67509	VOLKSBERG	300	0	0	9,49	85,02	14,98	0,00	0,00
67510	WAHLENHEIM	400	0	0	2,57	0,00	12,76	87,24	0,00
67511	WALBOURG	800	0	0	5,27	0,00	69,85	30,15	0,00
67512	LA WALCK	1000	0	0	0,69	0,00	60,67	39,33	0,00
67513	WALDESBACH	100	0	0	3,44	98,66	1,34	0,00	0,00
67514	WALDHAMBACH	700	0	0	12,72	33,73	65,89	0,38	0,00
67515	WALDOLWISHEIM	500	0	0	5,65	0,00	44,25	55,75	0,00
67516	WALTENHEIM-SUR-ZORN	600	0	0	4,88	0,00	70,87	29,13	0,00
67517	WANGEN	700	0	0	4,03	32,83	42,46	24,72	0,00
67519	LA WANTZENAU	5500	0	0	25,32	0,00	86,32	0,00	13,68
67520	WASSELONNE	5500	0	0	15,02	12,33	59,95	27,72	0,00
67521	WEINBOURG	500	0	0	5,30	34,41	36,69	28,90	0,00
67522	WEISLINGEN	600	0	0	6,94	23,49	76,51	0,00	0,00
67523	WEITBRUCH	2500	0	0	15,11	0,00	55,08	44,92	0,00
67524	WEITERSWILLER	500	0	1	7,95	54,23	33,25	12,52	0,00
67525	WESTHOFFEN	1600	0	1	20,70	24,63	55,28	20,10	0,00
67526	WESTHOUSE	1400	0	0	12,02	17,43	80,69	0,00	1,88
67527	WESTHOUSE-MARMOUTIER	200	0	0	4,04	0,00	39,27	60,73	0,00
67528	WEYER	500	0	0	11,84	5,96	88,25	5,78	0,00
67529	WEYERSHEIM	3000	0	0	19,49	0,00	78,47	11,19	10,34
67530	WICKERSHEIM-WILSHAUSEN	400	0	0	5,48	0,00	49,13	50,87	0,00
67531	WILDERSBACH	300	0	0	3,33	94,69	5,31	0,00	0,00
67532	WILLGOTTHEIM	900	0	0	9,25	0,00	30,79	69,21	0,00
67534	WILWISHEIM	700	0	0	5,44	0,00	88,01	11,99	0,00
67535	WIMMENAU	1100	0	0	20,83	90,48	9,52	0,00	0,00
67536	WINDSTEIN	200	0	0	11,89	91,37	8,63	0,00	0,00
67537	WINGEN	500	0	0	16,68	81,14	17,73	1,14	0,00
67538	WINGEN-SUR-MODER	1500	0	0	17,30	91,32	8,68	0,00	0,00
67539	WINGERSHEIM	1000	0	0	7,99	0,00	49,95	50,05	0,00
67540	WINTERSHOUSE	600	0	0	3,66	0,00	36,70	63,30	0,00
67541	WINTZENBACH	600	0	0	6,96	0,00	81,07	18,93	0,00
67542	WINTZENHEIM-KOCHERSBERG	300	0	0	2,00	0,00	28,24	71,76	0,00
67543	WISCHES	2000	0	0	19,31	61,10	38,90	0,00	0,00
67544	WISSEMBOURG	8200	1	3	47,89	21,66	60,86	15,36	2,13
67545	WITTERNHEIM	400	0	0	5,41	0,00	100	0,00	0,00
67546	WITTERSHEIM	500	0	0	7,13	0,00	10,24	89,76	0,00
67547	WITTISHEIM	1800	0	0	11,44	0,00	100	0,00	0,00

INSEE Commune	Nom Commune	Population (Nb habitants)	Nbre CatNat	Nbre Sinistres	Superficie Totale (km <sup>2</sup> )	Superficie Aléa Nul (%)	Superficie Aléa Faible (%)	Superficie Aléa Moyen (%)	Superficie Aléa Fort (%)
67548	WIWERSHEIM	500	0	0	3,40	0,59	8,16	91,24	0,00
67550	WOERTH	1700	1	2	6,58	3,17	73,84	22,99	0,00
67551	WOLFISHEIM	3800	1	1	5,75	0,00	96,20	3,80	0,00
67552	WOLFSKIRCHEN	300	0	0	10,58	1,59	98,41	0,00	0,00
67553	WOLSCHHEIM	300	0	0	3,65	0,00	34,30	65,70	0,00
67554	WOLXHEIM	800	0	0	3,17	8,70	53,24	38,06	0,00
67555	ZEHNACKER	200	0	0	2,33	0,00	37,22	62,78	0,00
67556	ZEINHEIM	200	0	0	2,48	0,00	31,79	68,21	0,00
67557	ZELLWILLER	700	0	0	8,82	0,62	99,38	0,00	0,00
67559	ZITTERSHEIM	200	0	0	7,95	89,39	10,61	0,00	0,00
67560	ZOEBERSDORF	200	0	0	1,89	0,00	3,10	96,90	0,00
67558	ZINSWILLER	800	0	1	7,22	31,90	25,88	42,22	0,00
67349	OBERROEDERN	400	0	0	5,02	0,00	98,73	1,27	0,00
67026	BELLEFOSSE	100	0	0	7,51	99,22	0,78	0,00	0,00
67027	BELMONT	100	0	0	10,04	99,84	0,16	0,00	0,00
67144	FOUDAY	300	0	0	2,28	75,63	24,37	0,00	0,00
67057	BOSELSHAUSEN	200	0	0	3,28	0,00	16,15	83,85	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 des sols argileux 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 accessible au BRGM, il reviendra à la DDT 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 six communes sur la base des critères suivants :

- au moins un arrêté de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle ;
- au moins 5 sinistres recensés sur le territoire communal ;

- une proportion significative de la superficie communale couverte par une zone classée en aléa moyen (au moins 20 %).

Avec de tels seuils (définis ici de manière purement arbitraire et à titre de simple illustration), les six communes qui se détachent (illustration 4) sont celles de Bouxwiller, Diemeringen, Gundershoffen, Heiligenstein, Melsheim et Soultz-sous-Forêts.

INSEE	Communes	Population	Nbre CatNat	Nbre Sinistres	Superficie Totale (km <sup>2</sup> )	Superficie Aléa Nul (%)	Superficie Aléa Faible (%)	Superficie Aléa Moyen (%)	Superficie Aléa Fort (%)
67061	BOUXWILLER	3700	1	5	26,00	0,00	53,22	46,78	0,00
67095	DIEMERINGEN	1700	1	5	8,98	18,23	45,92	35,85	0,00
67176	GUNDERSHOFFEN	3500	1	8	17,40	0,04	41,66	58,30	0,00
67189	HEILIGENSTEIN	900	1	5	3,92	26,19	50,65	23,16	0,00
67287	MELSHEIM	500	1	12	5,32	0,00	27,91	72,09	0,00
67474	SOULTZ-SOUS-FORETS	2500	1	7	15,40	7,91	14,55	77,54	0,00

Illustration 4 - Exemple de hiérarchisation aboutissant à la sélection de 6 communes pour la prescription de PPRN

Cette sélection 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 à *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 Heiligenstein, qui apparaît dans cette première sélection sur la base des critères choisis ici, a été retenue en concertation avec la DDT et la Préfecture, et après accord de la mairie, pour servir 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 DDT, 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 Heiligenstein, 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 (DGPR/SRNH du MEEDDM). 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 1 000 communes et prescrits dans plus de 1 000 autres), 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 (Direction régionale de l'environnement) 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 nouveau 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 MEEDDM 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 DDEA 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 MEEDDM le 14 mai 2008 à l'ensemble des préfetures, DDEA 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.

Il convient également de noter que la présence de tourbes dans la formation des *Tourbes et dépôts tourbeux*, classée en aléa fort et correspondant par conséquent à la zone fortement exposée (B1), peut générer des désordres spécifiquement liés à la problématique de la compressibilité des tourbes plus qu'au retrait-gonflement *sensu strictu*. Par conséquent, les mesures préventives préconisées peuvent nécessiter

d'être complétées vis-à-vis de cette problématique spécifique. En tout état de cause, une étude de sol avant construction doit être encouragée afin d'optimiser les solutions constructives.

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 m<sup>2</sup> 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 fournir à la Préfecture et à la DDT du Bas-Rhin tous les éléments nécessaires en vue d'établir des Plans de prévention des risques naturels prévisibles concernant spécifiquement les mouvements différentiels de terrains 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 MEEDDM (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 DDT, suite à la concertation avec la population et les élus locaux des communes concernées, au cours de la phase d'instruction des PPRN.

En plus de l'exemple pour la commune de Heiligenstein, 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 527 communes du département du Bas-Rhin (au format MapInfo©), 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

**Krencker M., Cruz-Mermy D. (2009)** – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux dans le département du Bas-Rhin. Rapport BRGM/RP-57373-FR, 115 p., 15 ill., 18 tabl., 4 ann., 3 cartes h.-t.

**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<sup>ème</sup> trim. 2007, pp. 189-200

**Vincent M., Cojean R., Fleureau J.-M., Cui Y. J., Jacquard C., Kazmierczak J.-B., Masrouri F., Tessier D., Alimi-Ichola I., Magnan J.-P., Blanchard M., Fabre D., Pantet A., Audiguier M., Plat E., Souli H., Taibi S., Tang A.-M., Morlock C., Maison T., Mrad M., Bréda N., Djeran-Maigre I., Duc M., Soubeyroux J.-M., Denis A., Proust D., Geremew Z., Le Roy S., Dumont M., Hemmati S., Nowamooz H., Coquet Y., Pothier C., Makki L., Chrétien M., Fontaine C.** (2009) – Rapport de synthèse final du projet ARGIC (Analyse du retrait-gonflement et de ses Incidences sur les Constructions) – Projet ANR-05-PRGCU-005. Rapport BRGM/RP-57011-FR en partenariat entre le Centre de Géosciences, le BRGM, le LMSSMat, le CERMES, Fondasol, l'INERIS, le LAEGO, l'INRA, le LGCIE, le LCPC, Météo-France, le GHYMAC et l'Université de Poitiers, 92 p., 29 ill., 6 tabl., 39 ann. (sur CD Rom)

**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 Heiligenstein - 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 du Bas-Rhin

Commune de Heiligenstein

Note de présentation



## SOMMAIRE

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

## LISTE DES ILLUSTRATIONS

- Illustration 1 : Carte synthétique des formations argileuses et marneuses du Bas-Rhin
- Illustration 2 : Classement des formations argileuses et marneuses par niveau d'aléa
- Illustration 3 : Carte de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux dans le département du Bas-Rhin

## LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1 : Description succincte des formations argileuses et marneuses affleurant dans le département du Bas-Rhin
- Annexe 2 : Description des phénomènes de retrait-gonflement des sols argileux et de leurs conséquences
- Annexe 3 : Liste des arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle au titre de mouvements différentiels de sols liés au retrait-gonflement des argiles, pris dans le département du Bas-Rhin à la date du présent rapport
- 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, près de 8 000 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, septembre 2008).

Le département du Bas-Rhin est concerné, avec un coût cumulé d'indemnisation (dans le seul cadre du régime des catastrophes naturelles) évalué par la CCR en septembre 2008 à 1,45 millions d'euros (en coûts actualisés), ce qui le classe en 64<sup>ème</sup> position des départements français. À la date du 31 décembre 2009, 15 arrêtés interministériels y ont été pris, reconnaissant l'état de catastrophe naturelle, pour cet aléa et pour des périodes de sécheresse comprises entre janvier 1990 et mars 2006. Dans le cadre de l'établissement de la carte départementale d'aléa, achevée en juin 2009 par le BRGM, 252 sites de sinistres, répartis dans 88 communes, ont ainsi été recensés et localisés, ce qui constitue une estimation approchée, quoique vraisemblablement minorée, de la réalité.

L'examen de nombreux dossiers d'expertises après sinistres révèle que beaucoup d'entre eux auraient pu être évités ou que du moins leurs conséquences auraient pu être limitées, si certaines dispositions constructives avaient été respectées. 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 Heiligenstein (département du Bas-Rhin).

### **2.2. Contexte naturel départemental**

#### **2.2.1. Situation géographique**

Le département du Bas-Rhin, rattaché administrativement à la région Alsace, est divisé en 527 communes et couvre une superficie d'environ 4 800 km<sup>2</sup>. Il compte une population estimée par l'INSEE à 1 079 000 habitants en 2006, soit une densité d'environ 224 hab./km<sup>2</sup>, ce qui en fait un département fortement peuplée par rapport à la densité moyenne nationale (de 94 hab./km<sup>2</sup>). La principale agglomération est celle de Strasbourg qui rassemble plus de 270 000 habitants (soit plus de 25 % de la population départementale d'après les données INSEE de 2006) ; il s'agit de la préfecture du département, les sous-préfectures étant les villes de Haguenau, Molsheim, Saverne, Sélestat et Wissembourg.

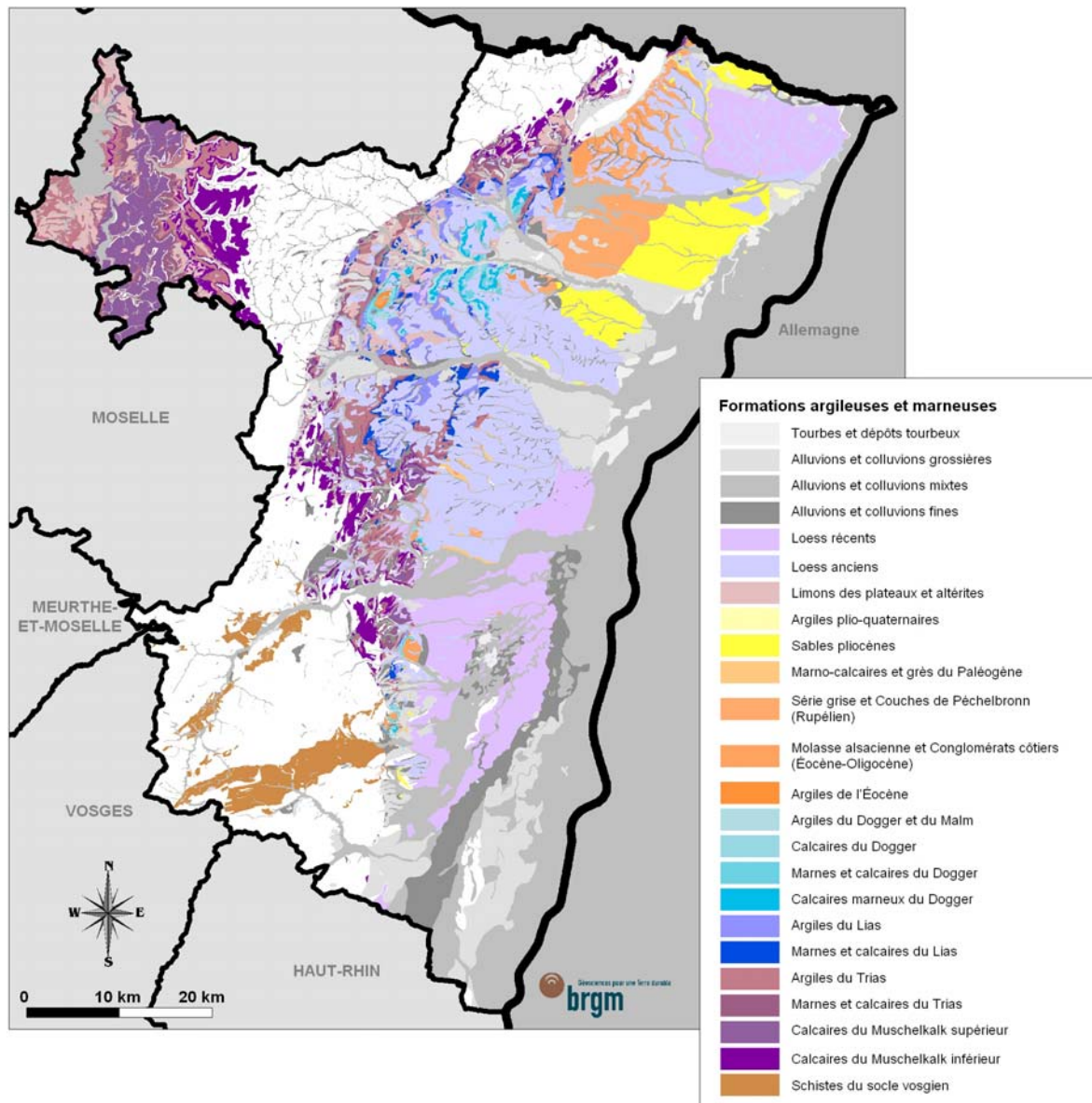
#### **2.2.2. Géologie**

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 du Bas-Rhin, mais est susceptible d'évoluer au fur et à mesure de l'acquisition de nouvelles données sur le proche sous-sol.

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

Cette synthèse géologique départementale montre que plus des trois-quarts de la superficie du département sont concernés 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 du Bas-Rhin sont, par ordre d'importance décroissante en termes de superficie, les *Alluvions et colluvions mixtes* (23,18 % de la superficie départementale), les *Loess anciens* (11,70 %), les *Alluvions et colluvions grossières* (7,86 %), les *Loess récents* (6,81 %), ainsi que les *Alluvions et colluvions fines*

(4,51 %). Les autres formations à composante argileuse couvrent toutes des surfaces inférieures à 4 % du département.



**Illustration 1 : Carte synthétique des formations argileuses et marneuses du Bas-Rhin (carte extraite du rapport BRGM/RP-57373-FR, juin 2009)**

### 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.

Toutefois, les variations piézométriques des principales nappes du département jouent un rôle limité dans la variation de teneur en eau des argiles superficielles, phénomène qui est plus imputable à l'action prépondérante de l'évapotranspiration. Il n'est cependant pas exclu que des petites nappes superficielles (localisées dans des alluvions ou lentilles sableuses), puissent jouer localement un rôle plus important. En effet, dans le cas d'une nappe à faible profondeur, les phénomènes de remontées capillaires atténuent la dessiccation de la zone non saturée. Inversement, en cas de baisse généralisée du niveau de la nappe, la

dessiccation de la zone non saturée sera d'autant plus importante. Par ailleurs, dans le cas d'une alternance de couches argileuses et sableuses, les niveaux sableux seront sujets à des fluctuations rapides de teneur en eau, qui influenceront directement sur la teneur en eau des argiles sus-jacentes, donc sur le retrait ou le gonflement de ces dernières.

### **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**

A la date du 31 décembre 2009, 24 des 527 communes que compte le département du Bas-Rhin ont été reconnues 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 janvier 1990 et mars 2006. Au total, 15 arrêtés interministériels reconnaissant l'état de catastrophe naturelle sécheresse dans des communes du Bas-Rhin ont été pris pour ces périodes. En revanche, aucune commune du Bas-Rhin n'a bénéficié de la procédure exceptionnelle suite à l'épisode de sécheresse de l'été 2003.

Les sites de sinistres recensés et localisés avec précision par le BRGM lors de la cartographie départementale d'aléa sont au nombre de 252, répartis dans 88 communes : ce nombre constitue une estimation approchée, quoique vraisemblablement minorée, de la réalité. D'après des données communiquées par la Caisse Centrale de Réassurance et couvrant la période 1989-2003, le Bas-Rhin serait classé en 64<sup>ème</sup> position des départements français en termes de coût cumulé d'indemnisation, dans le cadre du régime des catastrophes naturelles, avec un montant évalué en septembre 2008 à environ 1,45 millions d'euros (en coûts actualisés).

### **5. DESCRIPTION DE LA METHODOLOGIE D'ETABLISSEMENT DU PPRN**

#### **5.1. Carte de l'aléa retrait-gonflement**

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

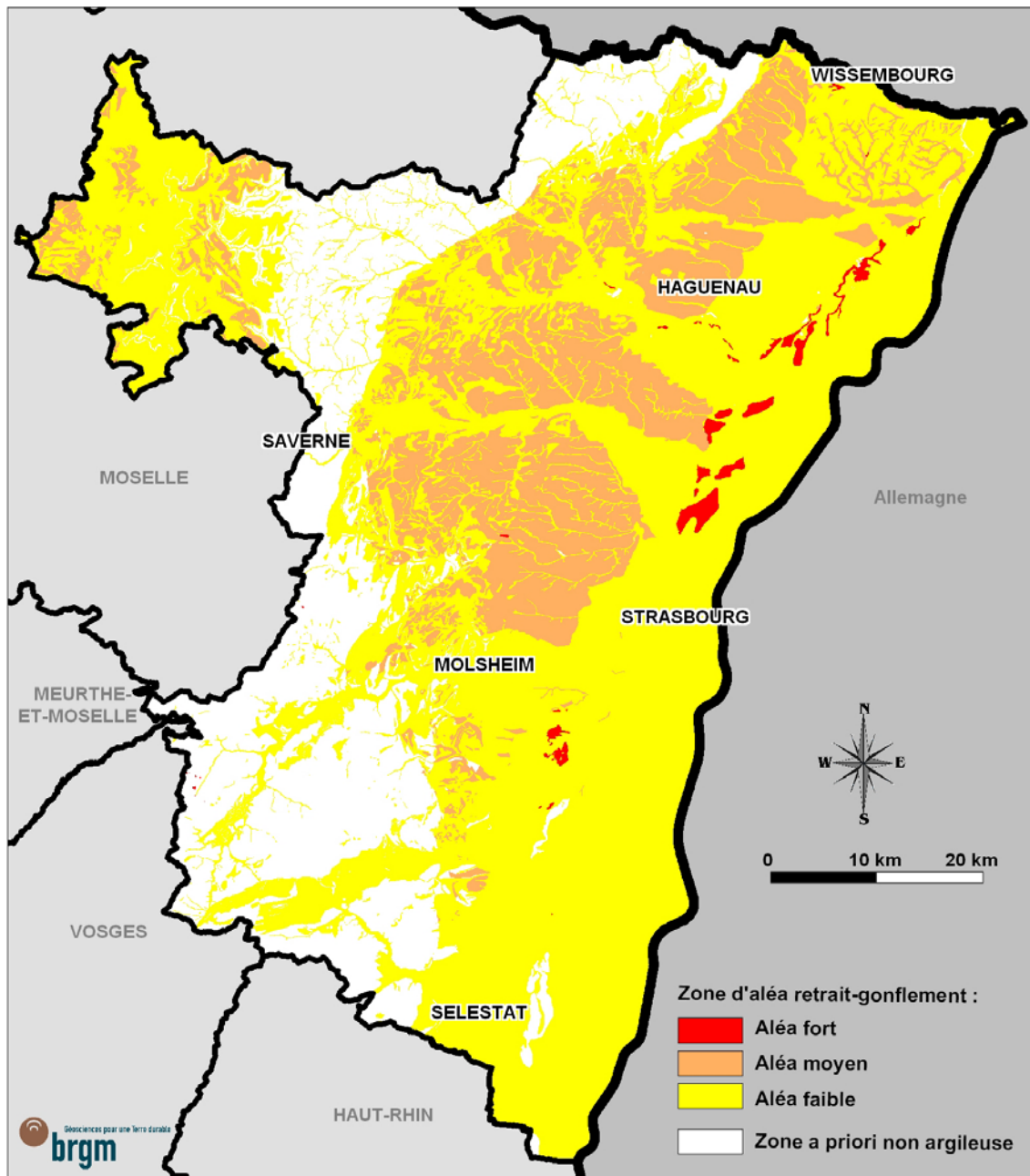
Pour chacune des 24 formations argileuses ou marneuses identifiées, le niveau d'aléa résulte en définitive de la combinaison du niveau de susceptibilité ainsi obtenu et de la densité de sinistres retrait-gonflement, rapportée à 100 km<sup>2</sup> de surface d'affleurement réellement bâtie (pour permettre des comparaisons fiables entre formations). La synthèse des résultats obtenus est présentée dans le tableau ci-dessous (illustration 2).

*PPRN retrait-gonflement des argiles - Commune de Heiligenstein (Bas-Rhin)*  
NOTE DE PRESENTATION

N°	Nom de la formation	Superficie (km <sup>2</sup> )	% de la superficie départementale	niveau d'aléa
1	Tourbes et dépôts tourbeux	35,70	0,74%	fort
<b>Total en aléa fort</b>		<b>35,70</b>	<b>0,74%</b>	
6	Loess anciens	561,98	11,70%	moyen
8	Argiles plio-quaternaires	3,93	0,08%	moyen
10	Marno-calcaires et grès du Paléogène	5,95	0,12%	moyen
11	Série grise et Couches de Pêchebronn (Rupélien)	98,95	2,06%	moyen
13	Argiles de l'Éocène	2,14	0,04%	moyen
14	Argiles du Dogger et du Malm	13,66	0,28%	moyen
16	Marnes et calcaires du Dogger	12,05	0,25%	moyen
18	Argiles du Lias	47,70	0,99%	moyen
20	Argiles du Trias	130,45	2,72%	moyen
<b>Total en aléa moyen</b>		<b>876,82</b>	<b>18,26%</b>	
2	Alluvions et colluvions grossières	377,52	7,86%	faible
3	Alluvions et colluvions mixtes	1 113,06	23,18%	faible
4	Alluvions et colluvions fines	216,44	4,51%	faible
5	Loess récents	327,11	6,81%	faible
7	Limons des plateaux et altérites	115,37	2,40%	faible
9	Sables pliocènes	141,29	2,94%	faible
12	Molasse alsacienne et Conglomérats côtiers (Éocène-Oligocène)	19,51	0,41%	faible
15	Calcaires du Dogger	5,63	0,12%	faible
17	Calcaires marneux du Dogger	13,80	0,29%	faible
19	Marnes et calcaires du Lias	25,32	0,53%	faible
21	Marnes et calcaires du Trias	77,11	1,61%	faible
22	Calcaires du Muschelkalk supérieur	142,46	2,97%	faible
23	Calcaires du Muschelkalk inférieur	119,36	2,49%	faible
24	Schistes du socle vosgien	97,75	2,04%	faible
<b>Total en aléa faible</b>		<b>2 791,73</b>	<b>58,13%</b>	
<b>Total des formations argileuses</b>		<b>3 704,24</b>	<b>77,14%</b>	
<b>Formations a priori non argileuses</b>		<b>1 098,04</b>	<b>22,86%</b>	
<b>Total département</b>		<b>4 802,28</b>	<b>100,00%</b>	

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

La répartition cartographique des zones d'aléa est présentée sur la carte ci-après (illustration 3). En définitive, 0,74 % de la superficie du département est considéré en aléa fort, 18,26 % du département est située en zone d'aléa moyen, tandis que 58,13 % du département se trouve en aléa faible. Le reste, soit 22,86 % 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.



**Illustration 3 – Carte départementale de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux du Bas-Rhin (carte extraite du rapport BRGM/RP-57373-FR, juin 2009)**

Au vu de la carte ainsi établie, la répartition géographique de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux montre que les zones classées en aléa fort (qui correspondent en fait à des formations tourbeuses) sont très localisées et sur de petites surfaces à l'ouest du département, l'aléa moyen affleure en revanche majoritairement dans la moitié nord, ainsi que dans l'Alsace Bossue. Les zones en aléa faible sont plus étendues, et s'étendent dans les deux-tiers ouest du département, ainsi que dans l'Alsace Bossue. Au vu de cette carte, plusieurs communes seraient pratiquement à l'abri de ce risque, en n'étant concernées que sur un très faible pourcentage 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 constituent 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 du Bas-Rhin 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 notés 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, noté 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 à la zone réglementée. 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 du Bas-Rhin

La présente annexe décrit de manière succincte les 24 formations géologiques essentiellement ou partiellement argileuses et/ou marneuses qui affleurent sur 77,14 % 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.

#### Tourbes et dépôts tourbeux

Ce groupe est composé des dépôts tourbeux du Quaternaire. Les tourbes ne sont pas réputées être des formations argileuses *stricto sensu*, mais elles sont très fortement compressibles sous l'effet de variations hydriques et peuvent être à l'origine de désordres du fait de tassements différentiels. Dans les Vosges, elles sont présentes dans des dépressions. Dans la plaine, les dépôts tourbeux sont des dépôts vaseux riches en matières organiques et en argiles fortement altérées et sont localisés dans d'anciens méandres et bras alluviaux abandonnés.

#### Alluvions et colluvions grossières

Ce groupe, présent à la bordure orientale du département dans la plaine rhénane ainsi qu'aux débouchés des rivières d'origine vosgienne, est composé de formations sédimentaires alluviales récentes à actuelles, d'origine vosgienne ou rhénane. Ces formations essentiellement détritiques grossières sont composées principalement de galets et de graviers avec des lentilles et/ou des passées argileuses. Cette hétérogénéité dans la granulométrie s'explique par la diversité des formations d'alimentation et le contexte de dépôt des formations du groupe.

#### Alluvions et colluvions mixtes

Cet ensemble regroupe des limons de débordement sur alluvions rhénanes, des alluvions vosgiennes de fond de vallons, des alluvions des rivières du Ried (hors limons de débordement de l'III) et des colluvions rissiennes et würmiennes. Ce sont des alluvions et colluvions à granulométrie hétérogène, avec une composante argileuse non prédominante, mais fréquente (sable-argileux, limons-argileux, argilo-limono-sableux). Dans la plaine, il caractérise les dépôts fins du Rhin et des rivières de plaine. Dans les collines sous-vosgiennes et le Massif vosgien, il caractérise les interfluves et les fonds de vallées.

#### Alluvions et colluvions fines

Cet ensemble regroupe des limons de débordement du Rhin et des rivières de plaines (III, Bruche...), des colluvions de pentes indifférenciées (fines) et des dépôts soliflués.

Les limons de débordement se situent le long des cours d'eau. Tout comme les tourbes, ces formations sont fortement compressibles. Les colluvions et dépôts soliflués sont des ensembles hétérogènes, plus altérés et argileux, situés sur les bas de pentes et les coteaux.

### Lœess récents

Les lœess sont des limons éoliens d'origine périglaciaire. Lorsqu'ils sont récents et peu altérés, la fraction argileuse reste faible. Ce ne sont donc pas des dépôts argileux *stricto-sensu*. Cependant, de par leur structure particulière, les lœess sont sensibles aux fluctuations de teneur en eau, comme précisé plus loin, ce qui leur confère un comportement mécanique particulier aboutissant sous certaines conditions à des phénomènes de tassements. Ils affleurent dans l'extrême nord-est du département, ainsi que dans la plaine entre Strasbourg et Sélestat.

### Lœess anciens

Les lœess anciens sont également des dépôts éoliens d'origine périglaciaire, mais ils sont enrichis en argiles par illuviation et altération. La composante argileuse des lœess-lehm peut alors atteindre 25 %. Cet enrichissement en argiles est d'autant plus marqué que le matériau est remanié et colluvionné. Par ailleurs, indépendamment de leur teneur en argile, les lœess ont un comportement particulier qui peut générer des désordres sur le bâti. Les lœess anciens sont situés sur les collines lœessiques qui font la jonction entre la Plaine d'Alsace et les Collines sous-vosgiennes.

### Limons des plateaux et altérites

Cet ensemble est constitué de placages d'altérites argileuses recouvrant des formations calcaires et marneuses du Trias et du Lias, et de limons des plateaux, affleurant très peu et indissociables des altérites auxquelles ils sont mélangés. Ces derniers sont d'ailleurs décrits comme étant essentiellement des placages d'altérites très argileuses des formations triasiques. Les altérites affleurent dans le nord du département, dans les Collines sous-vosgiennes et en Alsace Bossue. Cependant, ces formations superficielles n'ont pas été cartographiées de façon systématique et leur extension en Alsace bossue a probablement été sous-estimée.

### Argiles plio-quadernaires

Cet ensemble regroupe les *Argiles du Quaternaire*, composées d'argiles grises, blanches et vertes, et le Pliocène argileux, constitué d'argiles parfois sableuses. Ces affleurements sont extrêmement réduits, certains ayant été mis à jour dans des gravières sous une épaisse couche d'alluvions.

### Sables pliocènes

De granulométrie très hétérogène, ils sont composés de sables, de graviers, et d'argiles. Certaines passées peuvent présenter une granulométrie franchement grossière, tandis que d'autres se caractérisent par des faciès strictement argileux. Leur répartition exacte n'est pas cartographiée de manière exhaustive, mais ils affleurent essentiellement dans le nord du département, à hauteur de Haguenau.

### Marno-calcaires et grès du Paléogène

Plusieurs formations sont regroupées dans cet ensemble mis en évidence à l'interface entre les reliefs pré-vosgiens et la Plaine d'Alsace, à hauteur des Collines sous-vosgiennes dans le sud du département, et à l'interface entre le Kochersberg et la plaine d'Alsace dans le nord. Parmi celles-ci, les *Marnes et calcaires lacustres de la Zone salifère* constituent un ensemble marno-calcaire dont les affleurements sont limités, et souvent mis à jour sous couverture d'alluvions. Elles représentent la continuité de la Zone Salifère latérale du Bassin Potassique, plus au sud. Le *Calcaire de Lobsann* est une variante latérale moins argileuse des *Couches de Pechelbronn*. Il s'agit d'un calcaire asphaltique marneux, à l'extension très limitée. Les *Couches de Niederroedern* sont, quant à elles, formées de marnes argileuses ou argilo-sableuses bariolées, dont l'épaisseur peut atteindre 300 m. Affleurant très peu, les

Couches à Cérithes et Couches à Corbicules sont des marnes grises ou jaunâtres alternant avec des grès calcaires et des couches sableuses.

#### Série grise et Couches de Pechelbronn (Rupélien)

Les *Couches de Pechelbronn*, puissantes de 700 m, sont composées de marnes bitumineuses à passées anhydritiques et de quelques rares passées gréseuses. La Série grise est composée d'une succession de marnes : *Marnes à Foraminifères*, puissantes de 10 m, *Schistes à Amphisile*, puissants de 5 m, *Couches à Mélettes*, puissantes de 350 m, et *Marnes à Cyrènes*, puissantes de 10 m. C'est un ensemble argileux massif, épais de plus de 400 m.

Ce groupe affleure dans le nord du département, dans le bassin de Pechelbronn, et très ponctuellement dans le sud, le long du piémont, dans les Collines sous-vosgiennes.

#### Molasse alsacienne et Conglomérats côtiers (Éocène-Oligocène)

Les formations de ce groupe sont très différentes les unes des autres. Les *Conglomérats côtiers*, datés de l'Éocène supérieur à Oligocène pour 60 m de puissance, présentent des faciès variés en fonction de la nature de leur ciment, de l'origine de leurs galets (Trias et Jurassique) et de la fréquence des intercalations marneuses. Ils se situent à l'interface entre la plaine et les Collines sous-vosgiennes. Les *Calcaires lacustres de Bouxwiller* sont des calcaires plus massifs présentant des intercalations de fins lits marneux. La *Molasse alsacienne*, datée du Chattien et mise à jour au niveau de quelques interfluves dans les collines loessiques du nord du département, présente des bancs de grès calcaires ou des sables argileux. Elle est toutefois moins argileuse que les autres faciès du Chattien.

#### Argiles de l'Éocène

L'Éocène argileux (Bassin de Pechelbronn) est constitué par les argiles basales du Lutétien et par des dépôts argilo-marneux sidérolithiques. Dans la zone de bordure il correspond au *Complexe argileux de Bouxwiller* (Lutétien). Ces argiles sont principalement concentrées dans le champ de fractures de Saverne.

#### Argiles du Dogger et du Malm

Les marnes de l'Aalénien et du Bajocien inférieur représentent des ensembles marneux d'une épaisseur supérieure à 20 m. Elles affleurent surtout dans le nord du département à hauteur de Bouxwiller, dans les contreforts des Vosges Gréseuses. Plus au sud, elles apparaissent de façon discontinue le long du Piémont. Dans le champ de fractures de Barr, sur la carte de Sélestat, affleure l'Oxfordien indifférencié qui présente un faciès principalement argileux et marneux. C'est le seul endroit où affleurent des formations du Malm dans le département.

#### Calcaires du Dogger

La *Grande Oolithe*, calcaire massif épais d'environ 40 m, présente à sa base des *Marnes à Accuminata*, dépôt lumachellique caractérisé par des bancs fins délimités par des lits marneux (5 m), dont elle n'est jamais distinguée cartographiquement. Plus vers le sommet, c'est un calcaire dur et compact, présentant de rares lits marneux. La *Grande Oolithe* peut présenter des poches de karstification. Cet ensemble affleure de manière très discontinue le long du Piémont vosgien.

#### Marnes et calcaires du Dogger

Les formations du Bajocien (*Calcaires et marnes à Teloceras blagdeni* et *Marnes et calcaire marneux à Stephanoceras humphriesianum*) se présentent sous la forme de marnes grises alternant avec des calcaires argileux, sur 27 m d'épaisseur environ. Au Bathonien (épais de

l'ordre de 31 m), les *Marnes à Rynchonella varians* présentent des calcaires alternant avec des marnes gris-bleuté à la base (*marnes et calcaires d'Imbsheim*) ; au sommet ce ne sont plus que des marnes gris-bleu (*Marnes de Bouxwiller*). Le Callovien indifférencié, d'une épaisseur de 24 m, est constitué d'argiles et de marnes à rares passées calcaires.

L'ensemble affleure de manière discontinue au niveau des collines sous-vosgiennes à hauteur de Barr et de Molsheim. Dans le nord, elles affleurent également de manière plus étendue entre Bouxwiller et Haguenau.

#### Calcaires marneux du Dogger

Les *Couches à Murchisonae* sont des marnes sableuses avec des intercalations de grès surmontées par deux à trois mètres de calcaire marneux. Leur description varie néanmoins selon les notices, allant de grès durs à des grès marneux. Elles affleurent dans le nord du département de manière étendue dans le champ de fractures de Saverne et, de manière discontinue, le long des Collines sous-vosgiennes.

#### Argiles du Lias

Cet ensemble regroupe plusieurs formations essentiellement marneuses, dont les épaisseurs varient de 3 à 35 m : les *Marnes grises* du Lotharingien (20 m d'épaisseur), les *Marnes à Zeilleria Numismalis*, les *Marnes à ovoïdes à Amaltheus* du Domérien (35 m), les *Schistes cartons* et *couches à Lytoceras* du Toarcien inférieur (9 m) et les *Marnes à Astarte voltzi* du Toarcien supérieur (10 m). Ce groupe affleure au niveau du Piémont des Vosges, principalement dans la partie nord du département, avec néanmoins quelques affleurements étroits et discontinus dans le sud, au niveau du champ de fractures de Barr.

#### Calcaires et marnes du Lias

Cet ensemble regroupe plusieurs formations marno-calcaires le long du Piémont des Vosges, dans le nord du département, et est souvent mis à jour par l'érosion dans les interfluves des collines loessiques dans le champ de fractures de Saverne. Cet ensemble reste généralement nettement moins argileux que les autres faciès du Lias dans le département.

Le faciès des *Calcaires et marnes à gryphées* de l'Hettangien-Sinémurien consiste en une alternance régulière de bancs calcaires d'épaisseur moyenne de 0,15 à 0,20 m et de niveaux de marnes feuilletées et d'argiles grises, dont l'épaisseur varie de 0,10 à 2 m, pour une puissance totale de l'ordre de 10 m. Les *Calcaires ocreux* et les *Calcaires gréseux à Pleuroceras spinatum* du Domérien retenus dans cette formation sont des marno-calcaires d'une puissance relativement faible. Ils peuvent présenter des passées finement gréseuses (*Calcaire à Echioceras* et *Calcaires gréseux*) tandis que le *Calcaire à Davoei* est un calcaire marneux.

#### Argiles du Trias

Cet ensemble regroupe différents faciès : la *Zone moyenne argilo-marneuse à myacites et térébratules* (Muschelkalk inférieur, 22 m de puissance), les *Couches grises et Couches rouges* (Muschelkalk moyen indifférencié, 100 m), les *Argiles bariolées de la Lettenkohle* (15 m), les *Marnes irisées inférieures* (100 m), les *Argiles de Chanville* (Keuper moyen et supérieur, 17 m), les *Argiles bariolées des marnes irisées supérieures* (25 m), et les *Argiles de Levallois* (Rhétien, 8 m).

#### Marnes et calcaires du Trias

Les formations du Muschelkalk moyen et de la Lettenkohle déjà évoquées dans les paragraphes précédents ont été rattachées à ce groupe lorsqu'elles sont présentées de

manière indivise (*Couches rouges, Couches grises, Argiles de la Lettenkohle, Couches blanches, Dolomie limite*).

Cet ensemble comprend également les *Marnes irisées moyennes*, composées d'argiles bariolées, parfois dolomitiques, de 3 m d'épaisseur, intercalées entre les *Grès à roseaux* (10 m) à la base et la *Dolomie de Beaumont* (ou Dolomie moëllon) au sommet (5 m). On y rencontre enfin localement les *Grès rhétiens*, dont le faciès présente une alternance de grès fins et lités avec des argiles noires, rouges ou violettes indurées.

#### Calcaires du Muschelkalk supérieur

Cet ensemble affleure de part et d'autre des Vosges et constitue une partie essentielle de l'Alsace Bossue ; dans le fossé rhénan, il affleure le long des Collines sous-vosgiennes.

Parfois surmonté d'une couverture d'altérites argileuses non cartographiées, il est constitué de roches carbonatées intercalées de bancs marneux dont l'importance peut varier : *Couches blanches* (Muschelkalk moyen, 4 m d'épaisseur), *Calcaires à cératite* (Muschelkalk supérieur, 50 m), *Calcaires à térébratules* (Muschelkalk supérieur, 6 m) et *Dolomie inférieure* (Lettenkohle inférieure).

#### Calcaires du Muschelkalk inférieur

Cet ensemble de l'Alsace Bossue, et des Collines sous-vosgiennes regroupe plusieurs faciès : les *Grès Coquilliers* (12 m), la *Dolomie à Myopohoraria orbicularis* (Muschelkalk inférieur, 5 m) et la *Couche à térébratules* (Muschelkalk inférieur).

#### Schistes du socle vosgien

Dans le massif vosgien, cette formation regroupe plusieurs faciès : les *Série métamorphique de Villé et du Climont, Schistes et phyllades, Schistes de Steige* (Ordovicien-Silurien), les *Schistes phthanitiques noirs et gris à nodules du Val de Bruche et du Rabodeau*, les *Grauwackes, schistes phthanitiques et schistes versicolores*, et enfin le Carbonifère (*Conglomérats, arkoses et schistes noirs houillers*).

Les schistes sont des roches métamorphiques et ne sont pas réputés être argileux. Cependant les processus d'altération génèrent des altérites argileuses colluvionnées sur les coteaux, souvent mal cartographiées sur les cartes géologiques à 1/50 000 actuellement disponibles ; c'est pourquoi elles ont été conservées dans leur ensemble.

## 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.

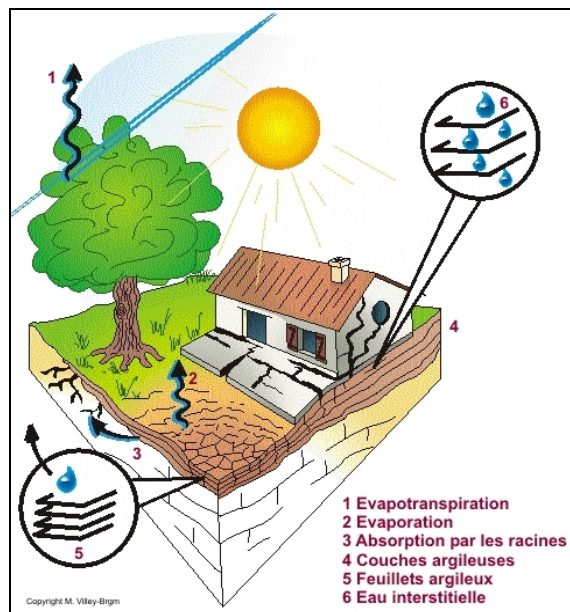


fig. 1 : illustration du mécanisme de dessiccation

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

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

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

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

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

## **2. Facteurs intervenant dans le mécanisme**

### **2.1. Facteurs de prédisposition**

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

Vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement, la nature 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. En particulier, les alternances de niveaux argileux et d'interlits sableux plus perméables constituent une configuration défavorable car pouvant se traduire par de fortes variations saisonnières d'humidité dans les niveaux argileux, même en profondeur.

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

### 2.2.4. Topographie

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

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

- le ruissellement naturel limite leur recharge en eau, ce qui accentue le phénomène de dessiccation du sol ;
- un terrain en pente exposé au sud sera plus sensible à l'évaporation, du fait de l'ensoleillement, qu'un terrain plat ou exposé différemment ;
- les fondations étant généralement descendues partout à la même cote se trouvent de fait ancrées plus superficiellement du côté aval ;
- enfin, les fondations d'un bâtiment sur terrain pentu se comportent comme une barrière hydraulique vis-à-vis des circulations d'eau 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 terrain liés au retrait-gonflement des argiles, pris dans le département du Bas-Rhin (données www.prim.net au 31 décembre 2009)**

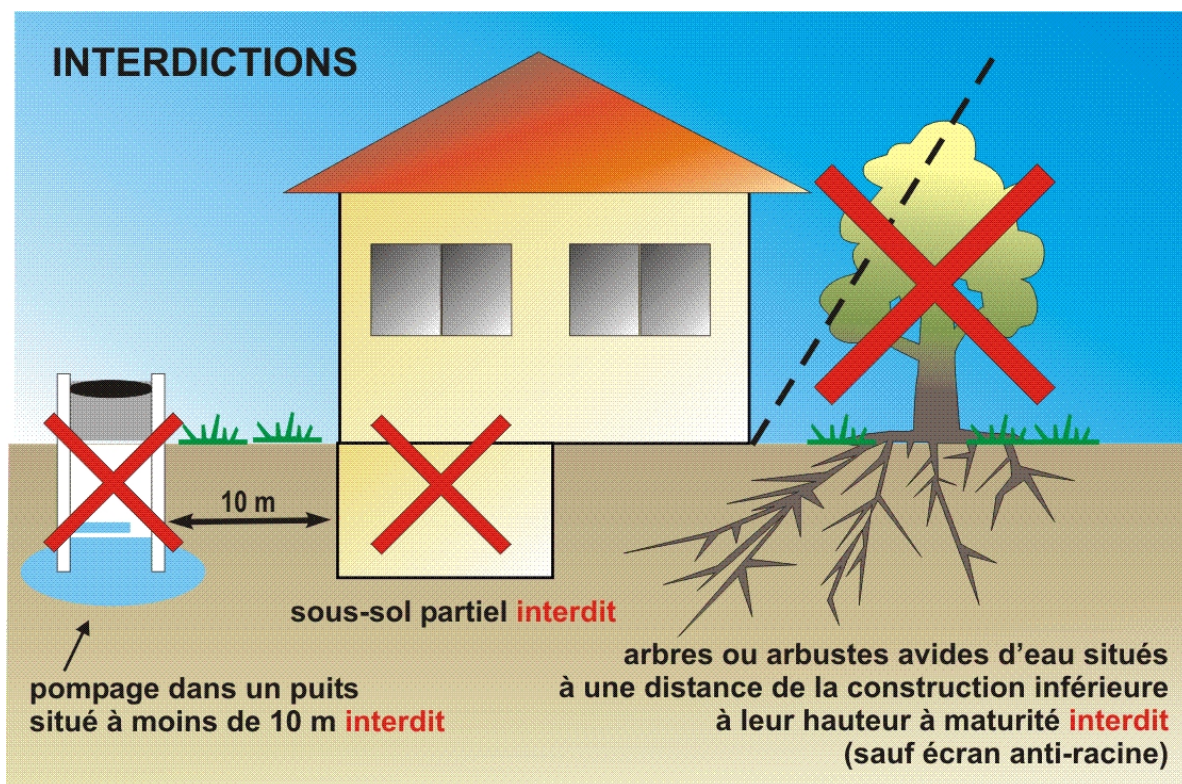
Code INSEE	Commune	Début période	Fin période	Date publication de l'arrêté	Date publication JO
<b>Période 1990-996</b>					
67247	Kolbsheim	01/01/1990	31/12/1996	02/02/1998	18/02/1998
67282	Marlenheim	01/01/1990	30/09/1993	08/09/1994	25/09/1994
67495	Truchtersheim	01/01/1990	30/06/1994	09/12/1996	20/12/1996
<b>Sécheresse 2003</b>					
67021	Barr	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
67061	Bouxwiller	01/07/2003	30/09/2003	18/10/2007	25/10/2007
67095	Diemeringen	01/07/2003	30/09/2003	30/03/2006	02/04/2006
67110	Durrenbach	01/07/2003	30/09/2003	17/04/2009	22/04/2009
67147	Froeschwiller	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
67160	Goersdorf	01/07/2003	30/09/2003	23/03/2007	01/04/2007
67176	Gundershoffen	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
67189	Heiligenstein	01/07/2003	30/09/2003	31/03/2008	04/04/2008
67234	Keskastel	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
67278	Mackwiller	01/07/2003	30/09/2003	05/05/2006	14/05/2006
67287	Melsheim	01/07/2003	30/09/2003	30/03/2006	02/04/2006
67292	Mietesheim	01/07/2003	30/09/2003	24/04/2007	04/05/2007
67301	Mommenheim	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
67303	Monswiller	01/07/2003	30/09/2003	31/03/2008	04/04/2008
67434	Sarre-Union	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
67434	Sarre-Union	01/07/2003	30/09/2003	31/03/2008	04/04/2008
67437	Saverne	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
67452	Schnersheim	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
67474	Soultz-sous-Forêts	01/07/2003	30/09/2003	27/05/2005	31/05/2005
67495	Truchtersheim	01/07/2003	30/09/2003	18/10/2007	25/10/2007
67544	Wissembourg	01/07/2003	30/09/2003	16/06/2006	14/07/2006
67550	Woerth	01/07/2003	30/09/2003	27/07/2006	08/08/2006
67551	Wolfisheim	01/07/2003	30/09/2003	30/03/2006	02/04/2006



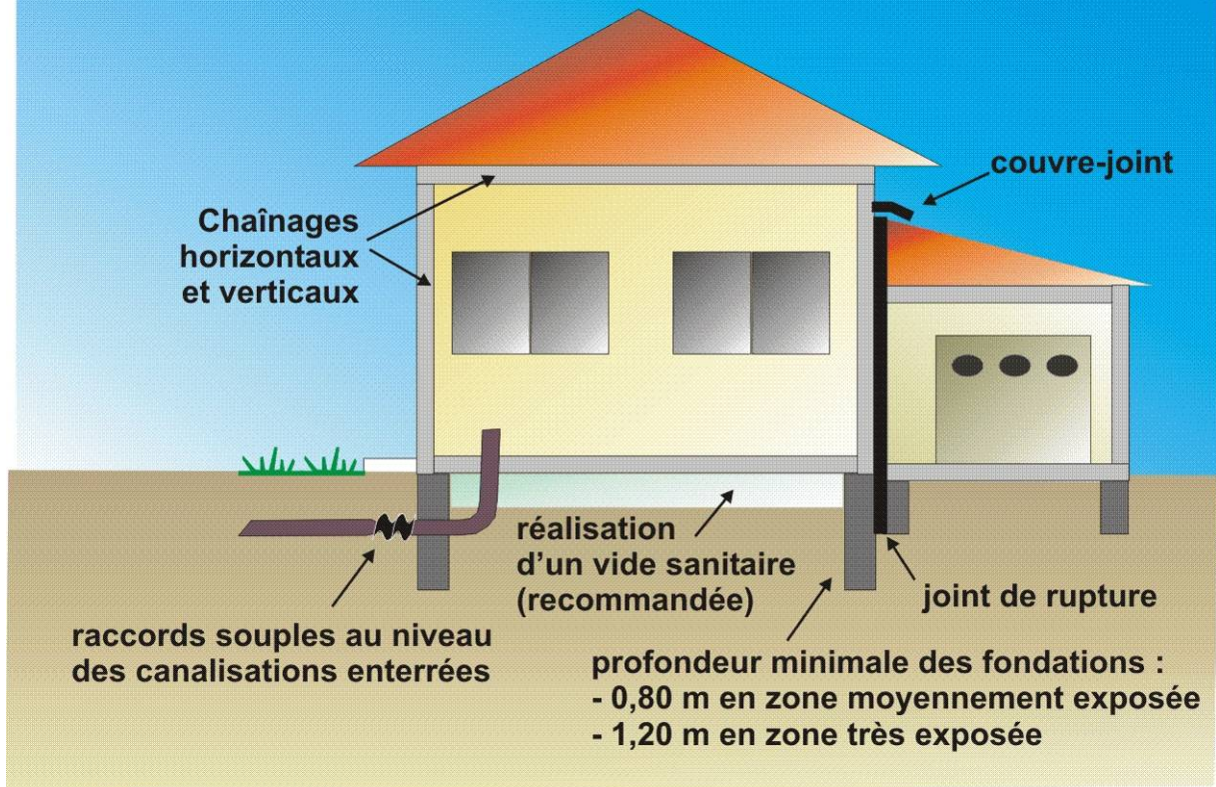
## ANNEXE 4

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

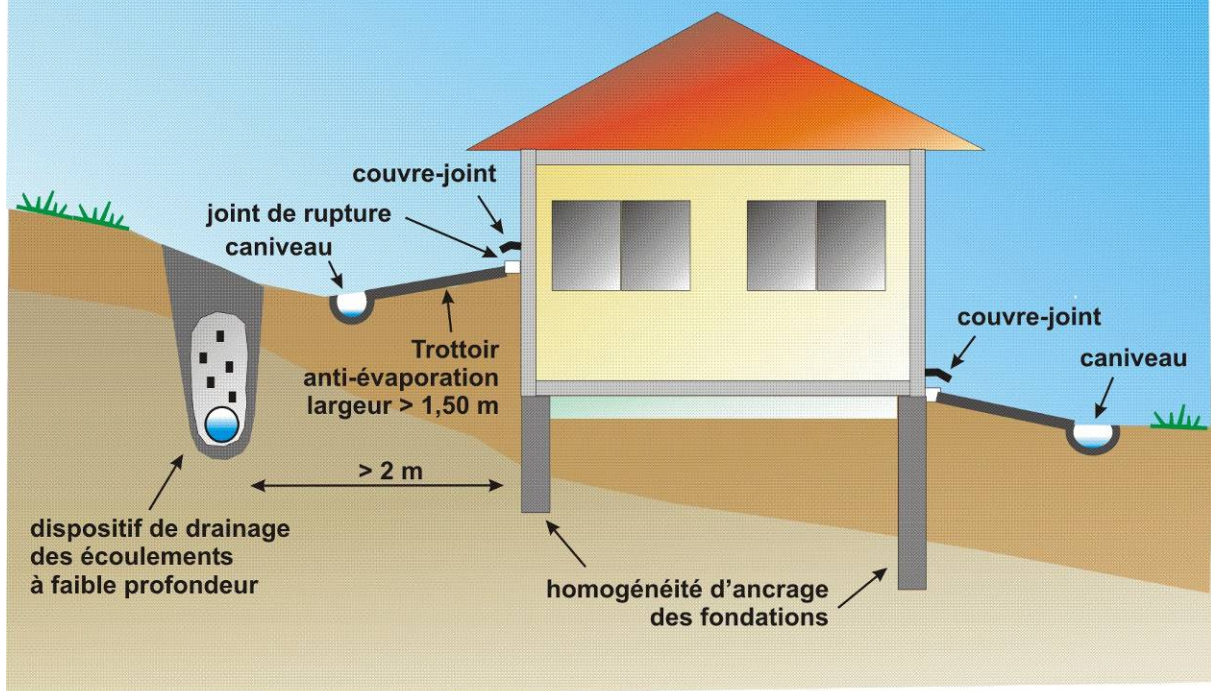
Les illustrations qui suivent présentent une partie des prescriptions et recommandations destinées à s'appliquer dans les zones réglementées par le PPRN. Suivant le type de construction (existante ou projetée), certaines de ces mesures sont obligatoires, d'autres non, et l'on se reportera donc au règlement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

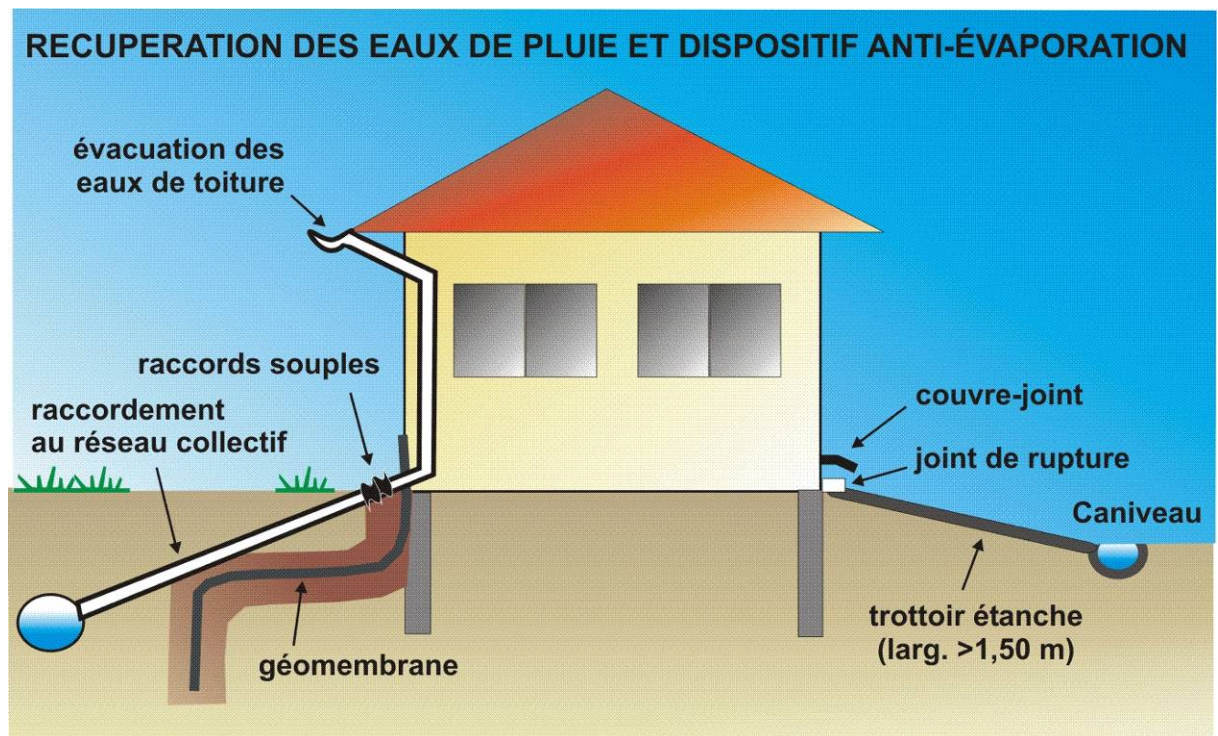
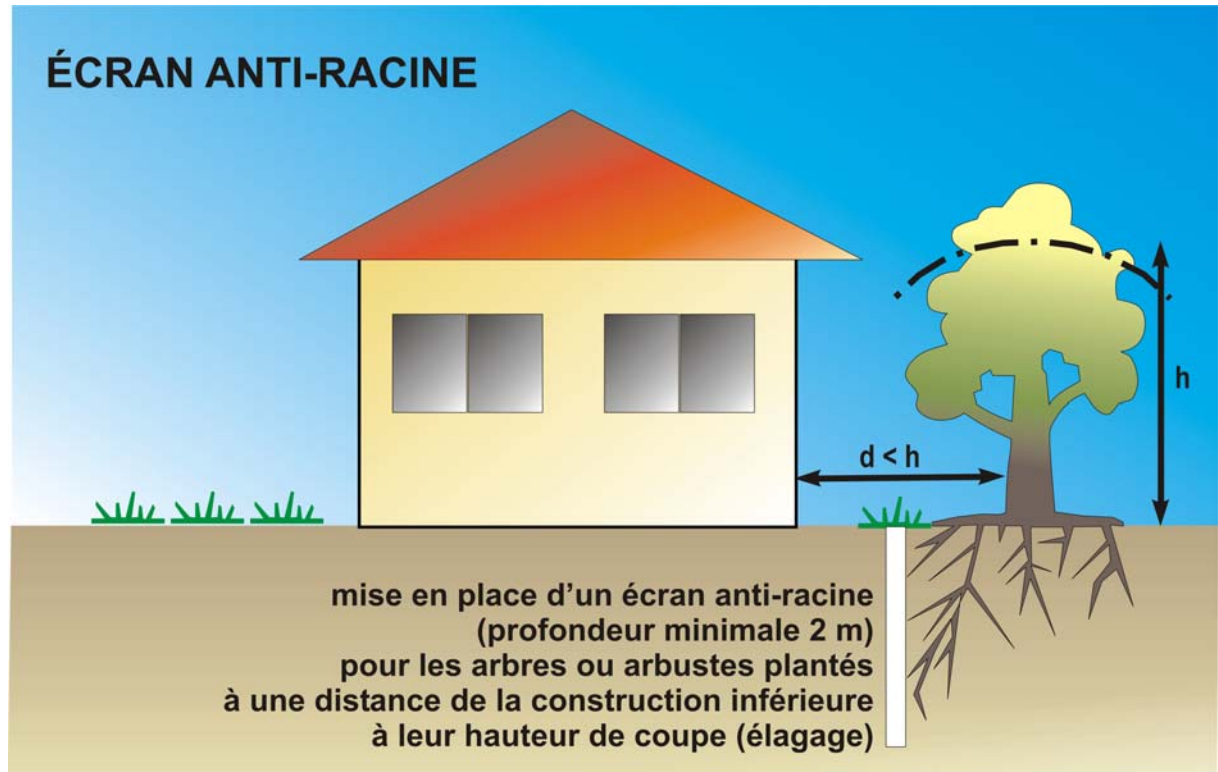


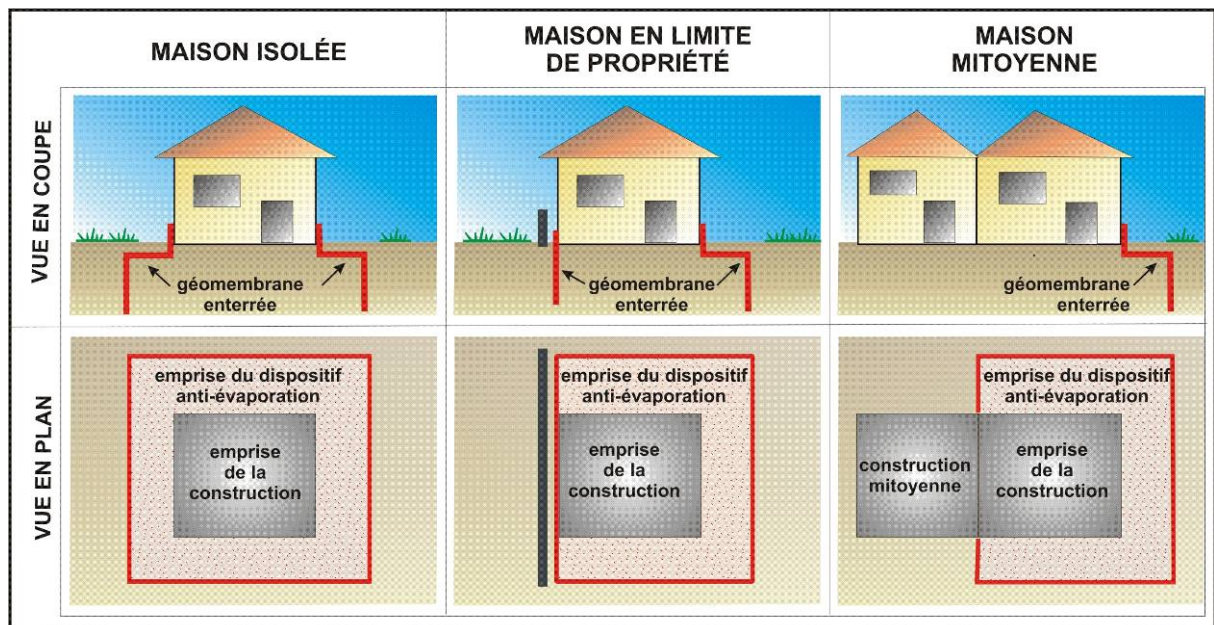
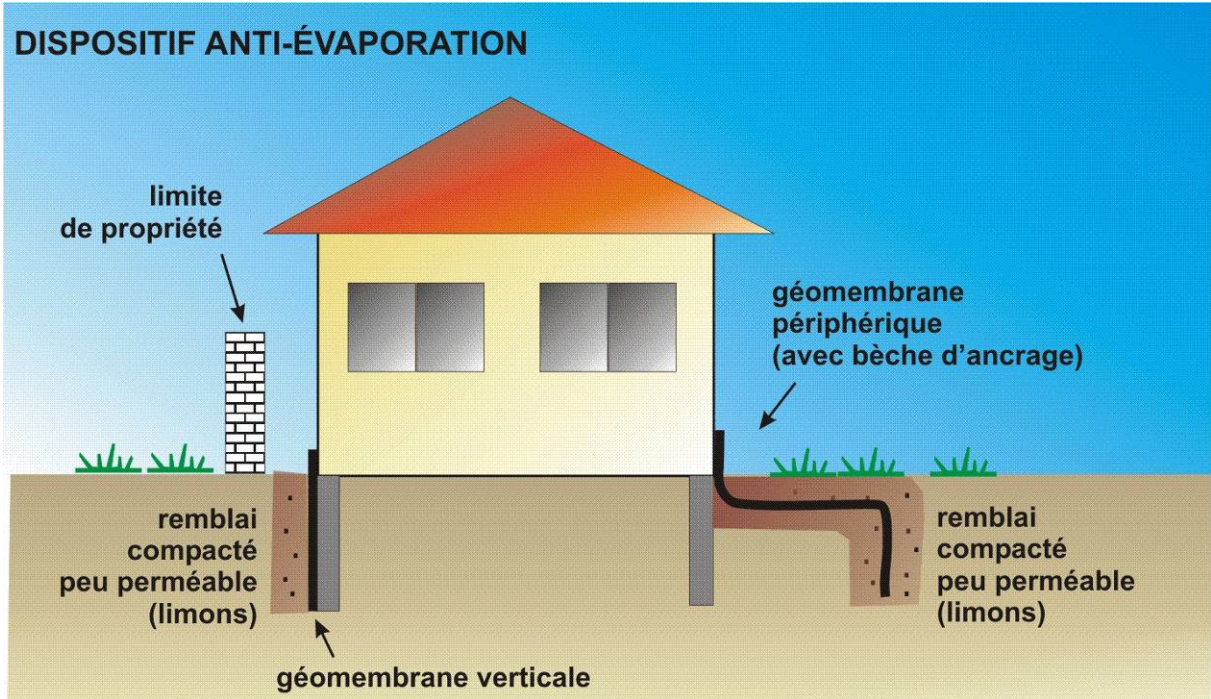
## PRESCRIPTIONS POUR LES CONSTRUCTIONS NEUVES



## PRESCRIPTIONS POUR LES TERRAINS EN PENTE



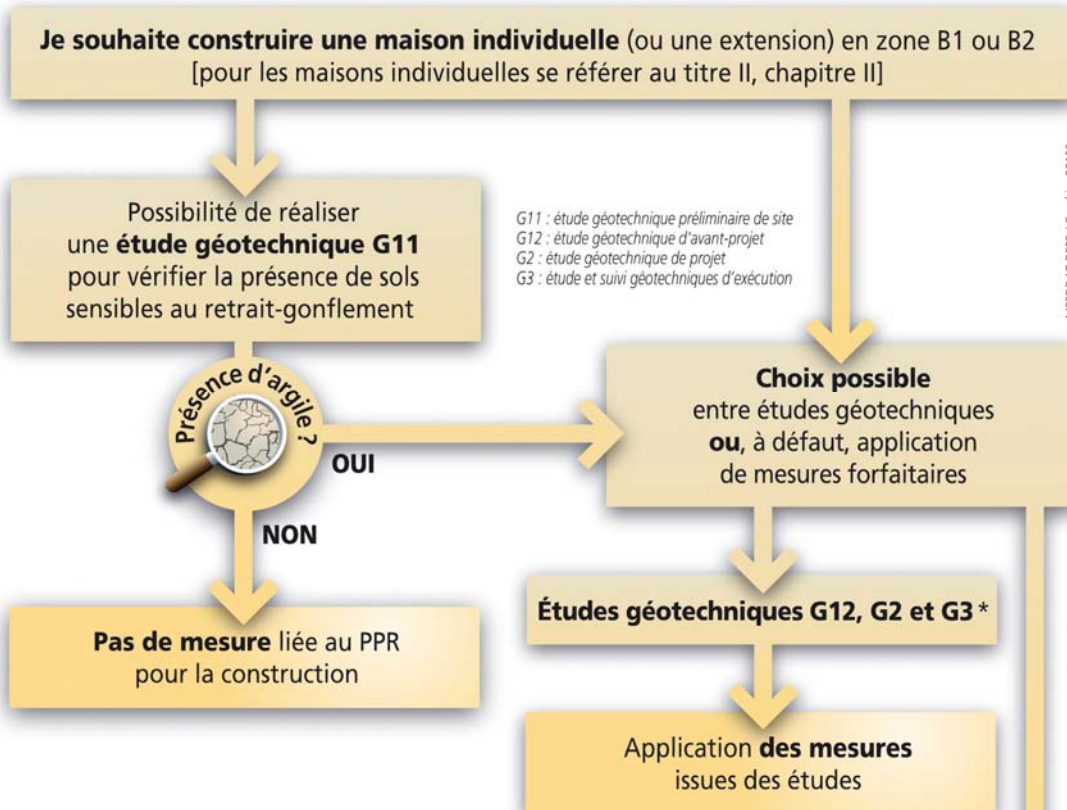




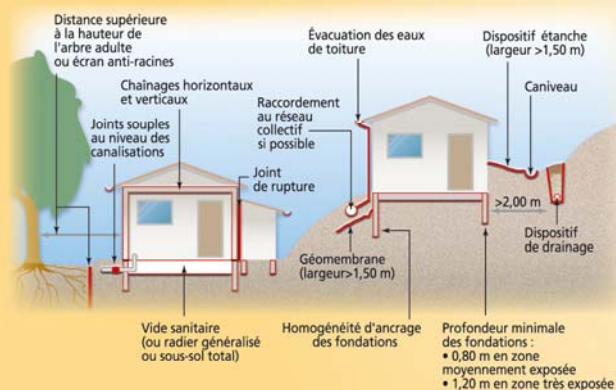
## ANNEXE 5

### 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.

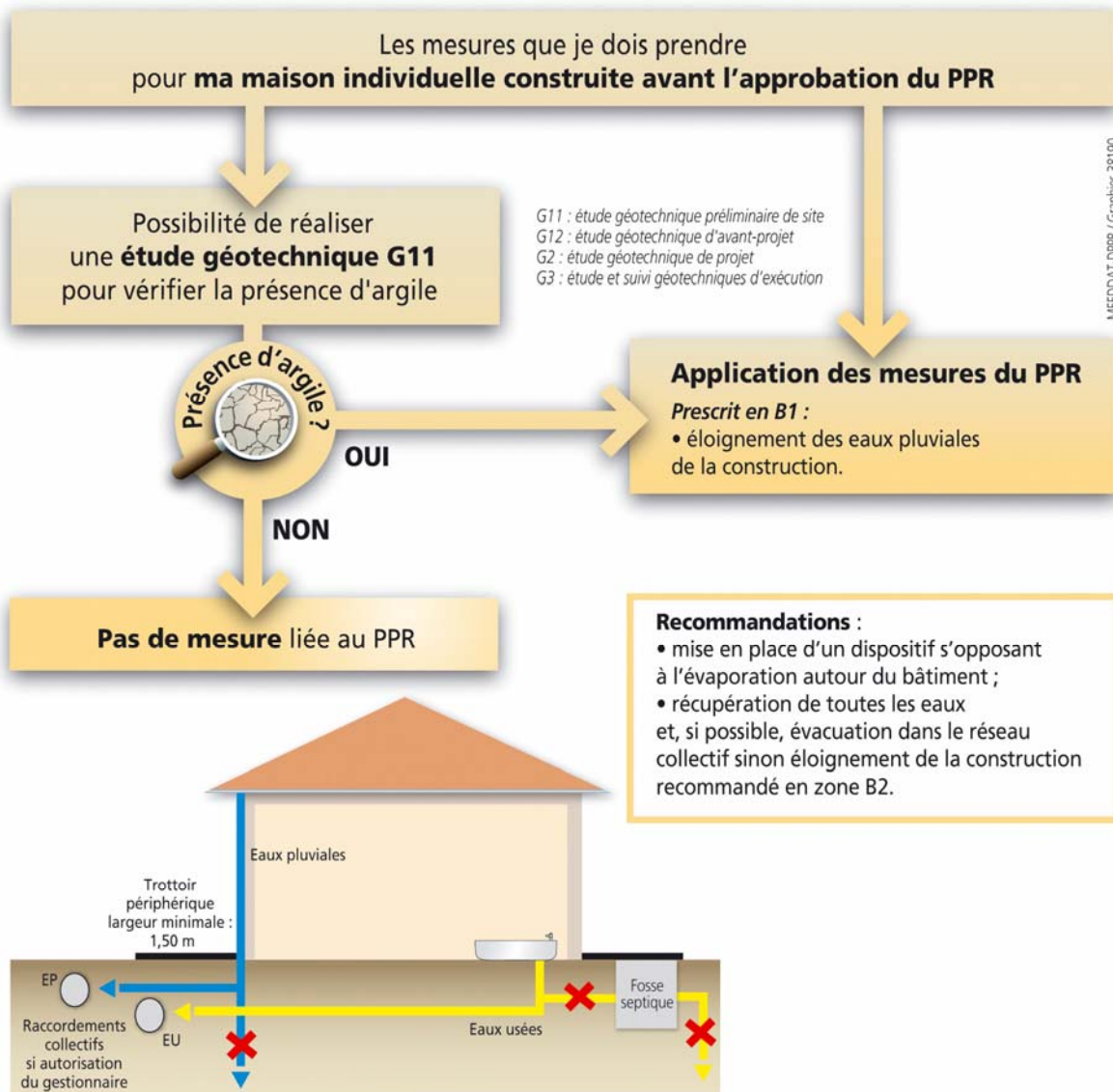


\* Dès la conception de leur projet, les pétitionnaires doivent aussi veiller à prendre en compte les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde du titre IV du règlement.

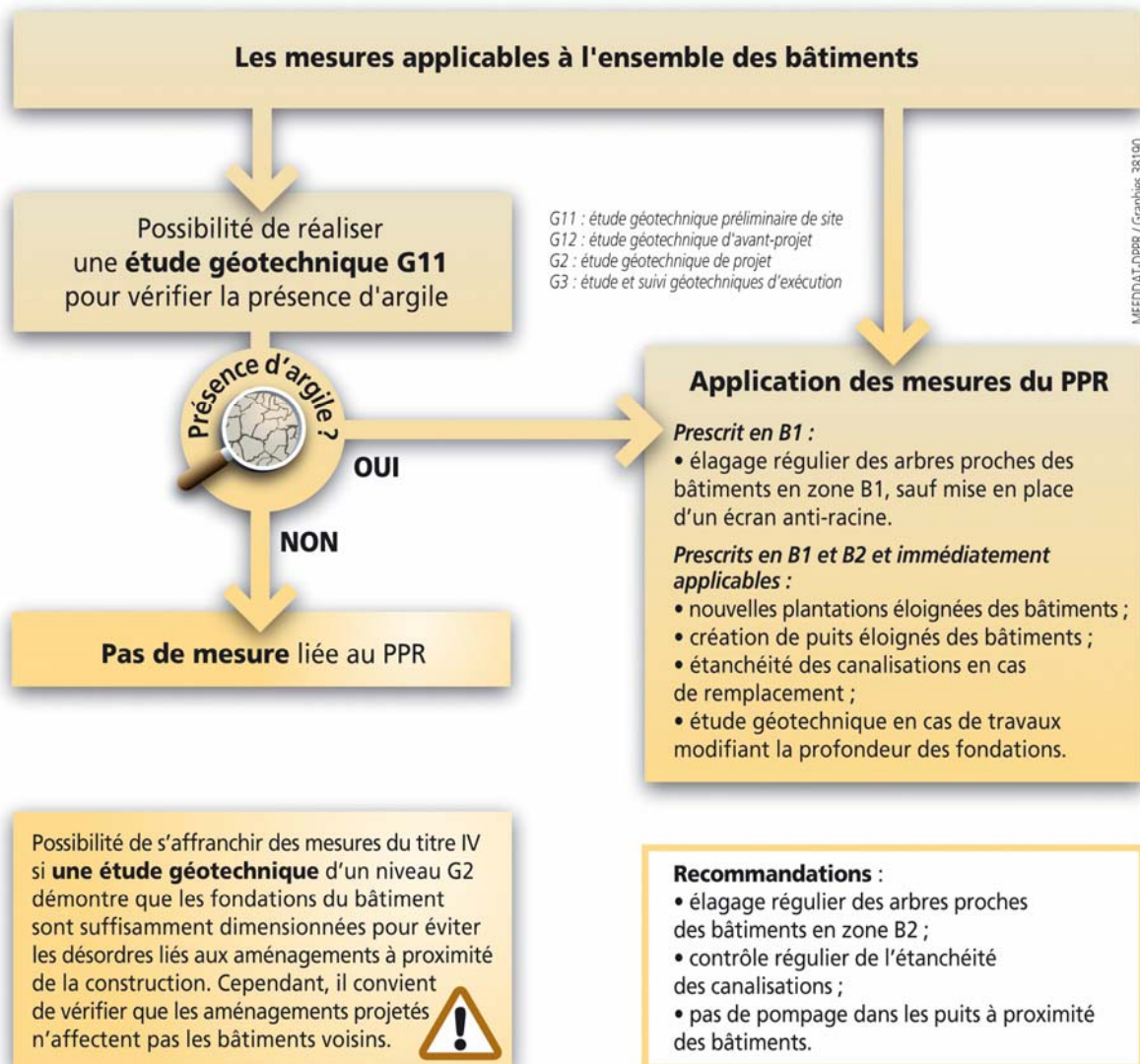
#### Recommandation

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

**Mesures applicables aux biens et activités existants [titre III]**



Mesures de prévention, de protection et de sauvegarde [titre IV]





## 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><b>ÉTAPE 1 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES PREALABLES (G1)</b></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><b>ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE DE SITE (G11)</b></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"> <li>— Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.</li> <li>— Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un rapport avec un modèle géologique préliminaire, certains principes généraux d'adaptation du projet au site et une première identification des risques.</li> </ul> <p><b>ÉTUDE GÉOTECHNIQUE D'AVANT PROJET (G12)</b></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"> <li>— Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— 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).</li> </ul> <p>Cette étude sera obligatoirement complétée lors de l'étude géotechnique de projet (étape 2).</p>
<p><b>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE PROJET (G2)</b></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><b>Phase Projet</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— 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.</li> <li>— Fournir une approche des quantités/délais/coûts d'exécution de ces ouvrages géotechniques et une identification des conséquences des risques géologiques résiduels.</li> </ul> <p><b>Phase Assistance aux Contrats de Travaux</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— 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).</li> <li>— Assister le client pour la sélection des entreprises et l'analyse technique des offres.</li> </ul>
<p><b>ÉTAPE 3 : EXÉCUTION DES OUVRAGES GÉOTECHNIQUES (G3 et G 4, distinctes et simultanées)</b></p> <p><b>ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXÉCUTION (G3)</b></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><b>Phase Étude</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— 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.</li> </ul> <p><b>Phase Suivi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Suivre le programme d'auscultation et l'exécution des ouvrages géotechniques, déclencher si nécessaire les dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.</li> <li>— 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).</li> <li>— Participer à l'établissement du dossier de fin de travaux et des recommandations de maintenance des ouvrages géotechniques.</li> </ul> <p><b>SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXÉCUTION (G4)</b></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><b>Phase Supervision de l'étude d'exécution</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— 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.</li> </ul> <p><b>Phase Supervision du suivi d'exécution</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— 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.</li> </ul>
<p><b>DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)</b></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"> <li>— Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, rabattement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans d'autres éléments géotechniques.</li> </ul> <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

(informatif)

### 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 Heiligenstein (Bas-Rhin)**  
**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 Heiligenstein - 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 du Bas-Rhin

Commune de Heiligenstein

### 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 Heiligenstein 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 abord 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'élagage 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 élagage 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.





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 Risques naturels et sécurité du stockage du CO<sub>2</sub>**  
Unité Risques Mouvements de Terrain et Erosion  
117, avenue de Luminy – BP 167  
13276 Marseille cedex 09  
Tél. : 04 91 17 74 74

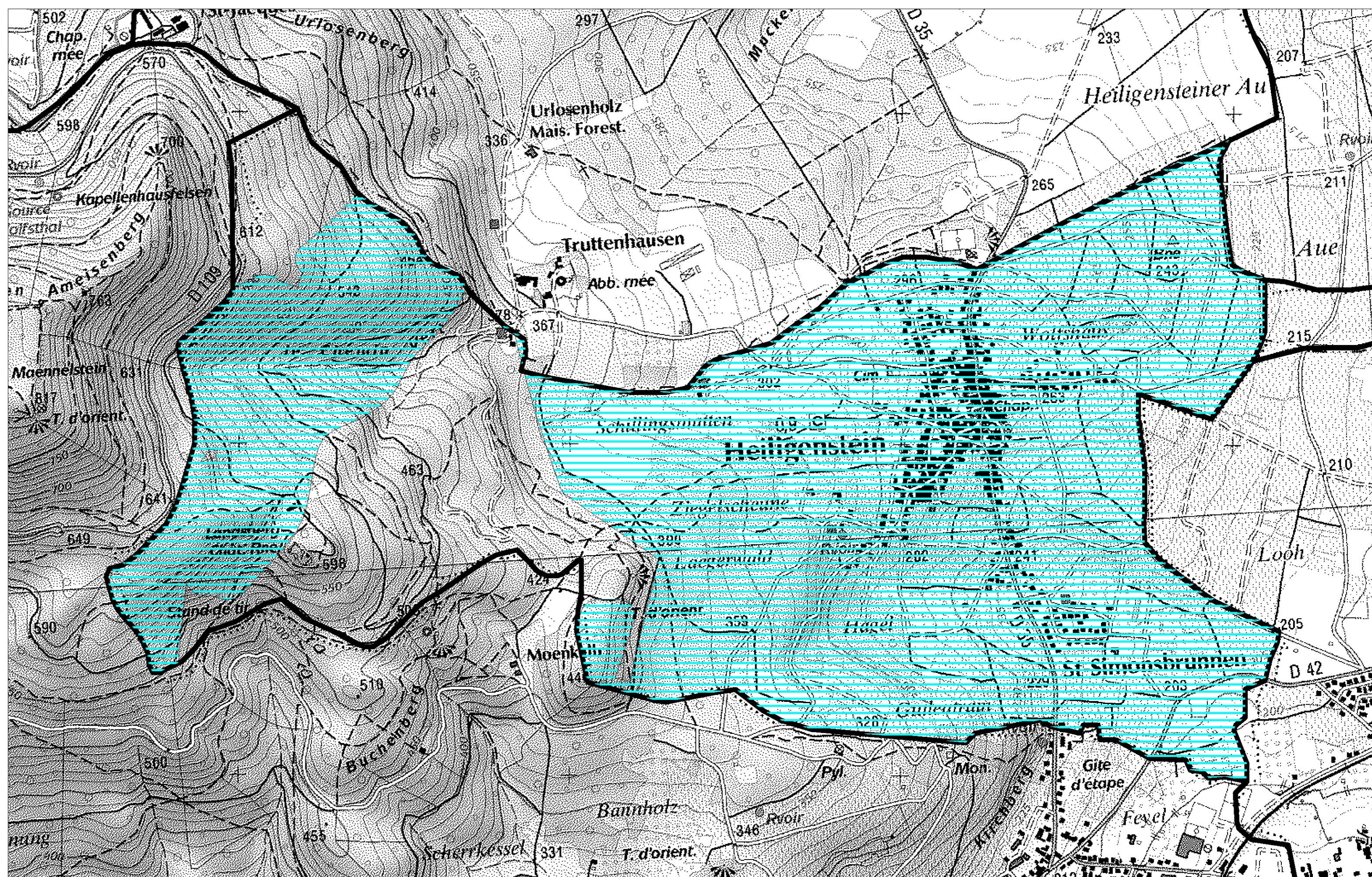
**Plan de Prévention des Risques  
Naturels prévisibles (PPRN)  
mouvements différentiels de terrain  
liés au phénomène de retrait-gonflement  
des argiles**

**Département du Bas-Rhin**

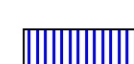
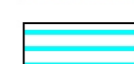
commune :  
**HEILIGENSTEIN**

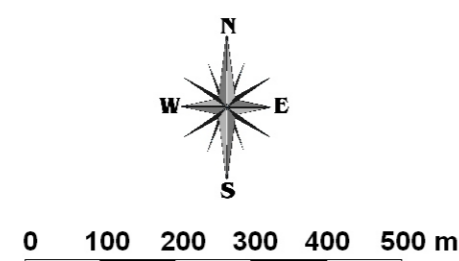
**Proposition de zonage réglementaire**

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



Légende :

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



Sources des données :  
Carte d'alea - Rapport BRGM RP-57373-FR, juin 2009  
Fond cartographique numérique - Copyright Scan 25 IGN, 2006-2007-2008



Réalisation BRGM