

Établissement de Plans de Prévention des Risques Naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux dans le département de l'Isère

Rapport final

BRGM/RP-59099-FR
Novembre 2010

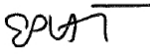
Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 07RISD06

N. Bernon
avec la collaboration de
M. Imbault

Vérificateur :

Nom : Emmanuelle PLAT

Date : 25/11/10

Signature : 

Approbateur :

Nom : Yves SIMEON

Date : 01/12/2010

Signature : 

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



Mots clés : Isère, Rhône-Alpes, 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 :

Bernon N., 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 de l'Isère. Rapport BRGM/RP-59099-FR, 34 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 terrains liés au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux, dans le cadre d'une politique globale de prévention des risques naturels et dans l'optique de diminuer le coût, de plus en plus lourd, supporté par la collectivité pour l'indemnisation des dommages liés à ce phénomène.

L'Isère a été faiblement affectée par le phénomène de retrait-gonflement des sols argileux, puisqu'au 20 juillet 2010, six (6) communes sur les 533 que compte le département ont été reconnues en état de catastrophe naturelle pour ce phénomène, pour les périodes correspondant aux étés 2003 et 2005, soit un taux de sinistralité de 1,13 %. 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-57472-FR, juillet 2009) a ainsi permis de recenser et localiser 102 sinistres déclarés.

Dans la continuité de ce travail, et dans le cadre de la même convention signée entre la Préfecture de l'Isère et le BRGM, cette carte départementale d'aléa a été transposée en propositions de zonages réglementaires communaux, afin de préparer la réalisation éventuelle de 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 de l'Isère. La commune de Pont-en-Royans a cependant été choisie la Direction Départementale des Territoires (DDT) de l'Isère 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 (propositions de zonage réglementaire, de note de présentation et de règlement) concernant cette commune est présenté en annexe sur support papier, mais les plans de zonage ont été réalisés pour l'ensemble des communes du département de l'Isère et sont fournis sur support numérique au format MapInfo©. La Préfecture et la DDT de l'Isère disposeront ainsi de tous les éléments pour établir les PPRN, au fur et à mesure de leur prescription éventuelle, après concertation avec la population et les élus des communes concernées.

Sommaire

1. Introduction	7
2. Plan de zonage réglementaire	9
2.1. PRINCIPES DU ZONAGE	9
2.2. CARTE DEPARTEMENTALE DE L'ALEA.....	9
2.3. PLAN DE ZONAGE REGLEMENTAIRE.....	11
2.4. ÉLÉMENTS DE HIERARCHISATION POUR LA PRESCRIPTION DES FUTURS PPRN	13
3. Note de présentation	27
4. Règlement	29
5. Conclusion	31
6. Bibliographie	33

Liste des illustrations

Illustration 1 - Carte de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux du département de l'Isère (carte extraite du rapport BRGM/RP-57472-FR, juillet 2009)	10
Illustration 2 - Transcription, pour la commune de Pont-en-Royans, de la carte d'aléa en proposition de plan de zonage réglementaire.....	12
Illustration 3 - Éléments de hiérarchisation des communes pour la prescription des PPRN	24
Illustration 4 - Exemple de hiérarchisation aboutissant à la sélection de 7 communes pour la prescription de PPRN	25

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 Pont-en-Royans - 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 Pont-en-Royans - 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 Pont-en-Royans - Proposition de zonage réglementaire.	
CD-Rom contenant les propositions de plans de zonage des différentes communes du département de l'Isère (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-57472-FR de juillet 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 classés dans 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 juin 2010 à 4,5 milliards d'euros depuis 1989 par la Caisse Centrale de Réassurance (CCR).

L'Isère fait partie des départements faiblement concernés par ce phénomène puisque, à la date du 20 juillet 2010, 5 arrêtés interministériels y ont été pris, reconnaissant l'état de catastrophe naturelle pour cet aléa pour des périodes qui correspondent aux étés 2003 et 2005. Ces arrêtés concernent 6 communes sur les 533 que compte le département.

En référence au classement des départements français en termes de coût d'indemnisation, l'Isère occupait la 83^{ème} place en septembre 2008, avec un cumul indemnisé, dans le cadre du régime des catastrophes naturelles, estimé par la CCR à environ 75 500 euros (en coûts actualisés). Par ailleurs, dix communes, qui n'avaient pu être reconnues en état de catastrophe naturelle pour l'été 2003, ont bénéficié de la procédure exceptionnelle d'indemnisation instaurée par la loi de finance 2006. Sur 19 dossiers introduits à ce titre, 12 ont été considérés comme éligibles et ont bénéficié d'une indemnisation totale de 94 200 euros.

L'étude d'aléa achevée en juillet 2009 par le BRGM avait permis de recenser et de localiser 102 sites de sinistres, répartis dans 35 communes de l'Isère, 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 été prescrit de tels PPRN dans le département de l'Isère. 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) de l'Isère, 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 à une soixantaine de départements français, 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 DDT - a été réalisé en collaboration entre le Service Géologique Régional Rhône-Alpes et le service Risques Naturels et Sécurité du stockage du CO₂ 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 20 juillet 2007 entre le BRGM et la DDT de l'Isère, le suivi technique étant assuré par la DDT de l'Isère.

2. Plan de zonage réglementaire

2.1. PRINCIPES DU ZONAGE

L'établissement de 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. 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. BRGM/RP-57472-FR, juillet 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 complétés par quelques analyses effectuées par le BRGM.

Pour chacune des 23 formations retenues comme argileuses, le niveau d'aléa est, en définitive, la résultante de la note de susceptibilité ainsi obtenue et de la densité de sinistres retrait-gonflement, rapportée à 100 km² de surface d'affleurement réellement bâtie (pour permettre des comparaisons fiables entre formations). Le recensement des sinistres a été réalisé à partir de sources d'informations complémentaires, à savoir la consultation de l'ensemble des communes du département, le recueil des données auprès de la Caisse centrale de réassurance (CCR) ainsi que des bureaux d'études géotechniques.

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

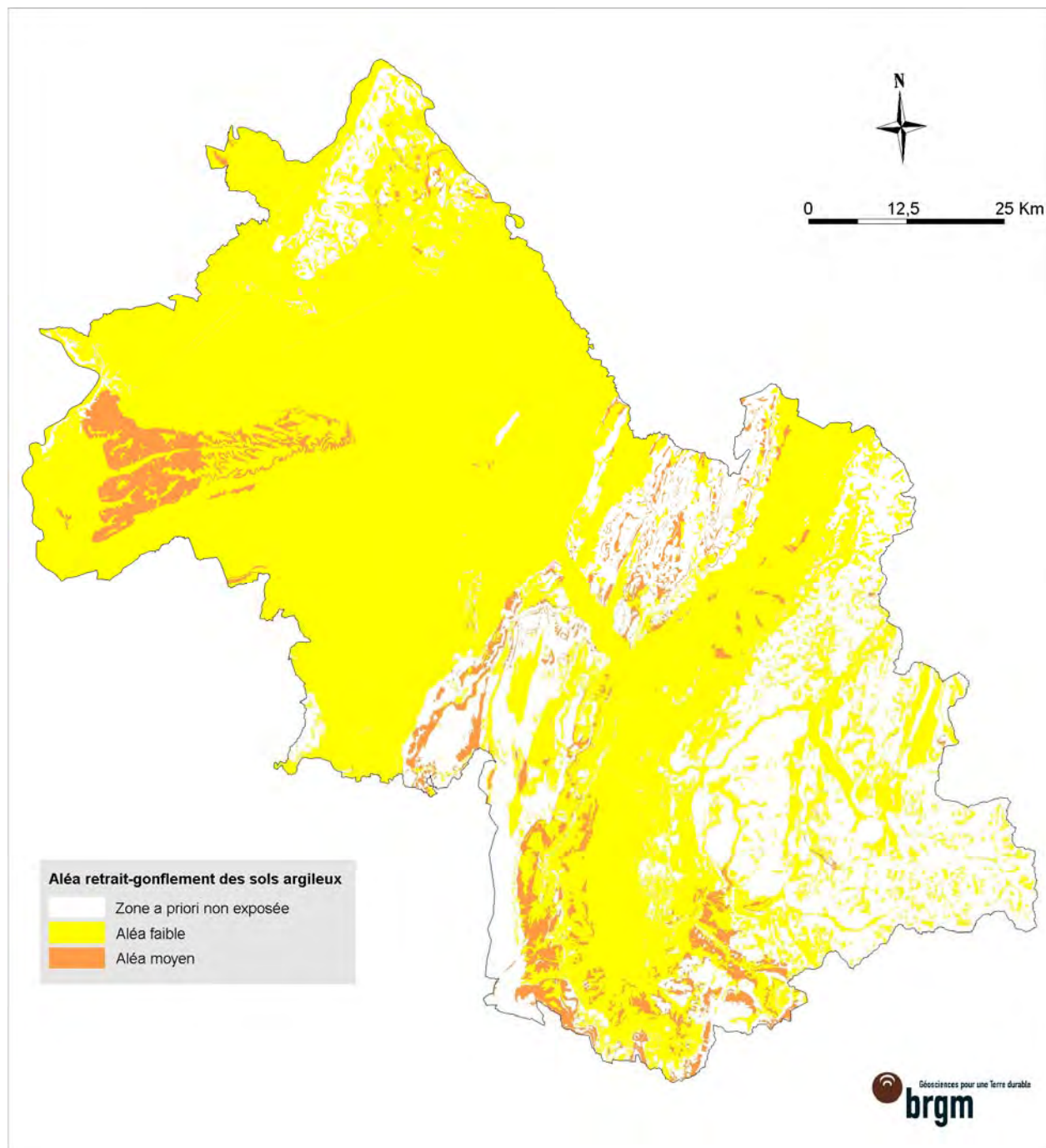


Illustration 1 - Carte de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux du département de l'Isère (carte extraite du rapport BRGM/RP-57472-FR, juillet 2009)

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

Les zones potentiellement sujettes à l'aléa retrait-gonflement des sols argileux couvrent 72,38 % du département de l'Isère. La superficie classée en aléa moyen est relativement restreinte puisqu'elle concerne 5,76 % du territoire départemental. L'aléa faible est représenté sur plus des 2/3 de la superficie du département (66,61 %) de la superficie. Le reste, soit 27,62 % 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 zones d'aléa faible à moyen ont été regroupées dans un souci de simplification en vue de la mise en œuvre des PPRN et représentées avec un figuré de couleur bleu clair (cf. Illustration 2). En l'absence d'aléa fort, cette zone constitue l'unique zone réglementée.

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, 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.

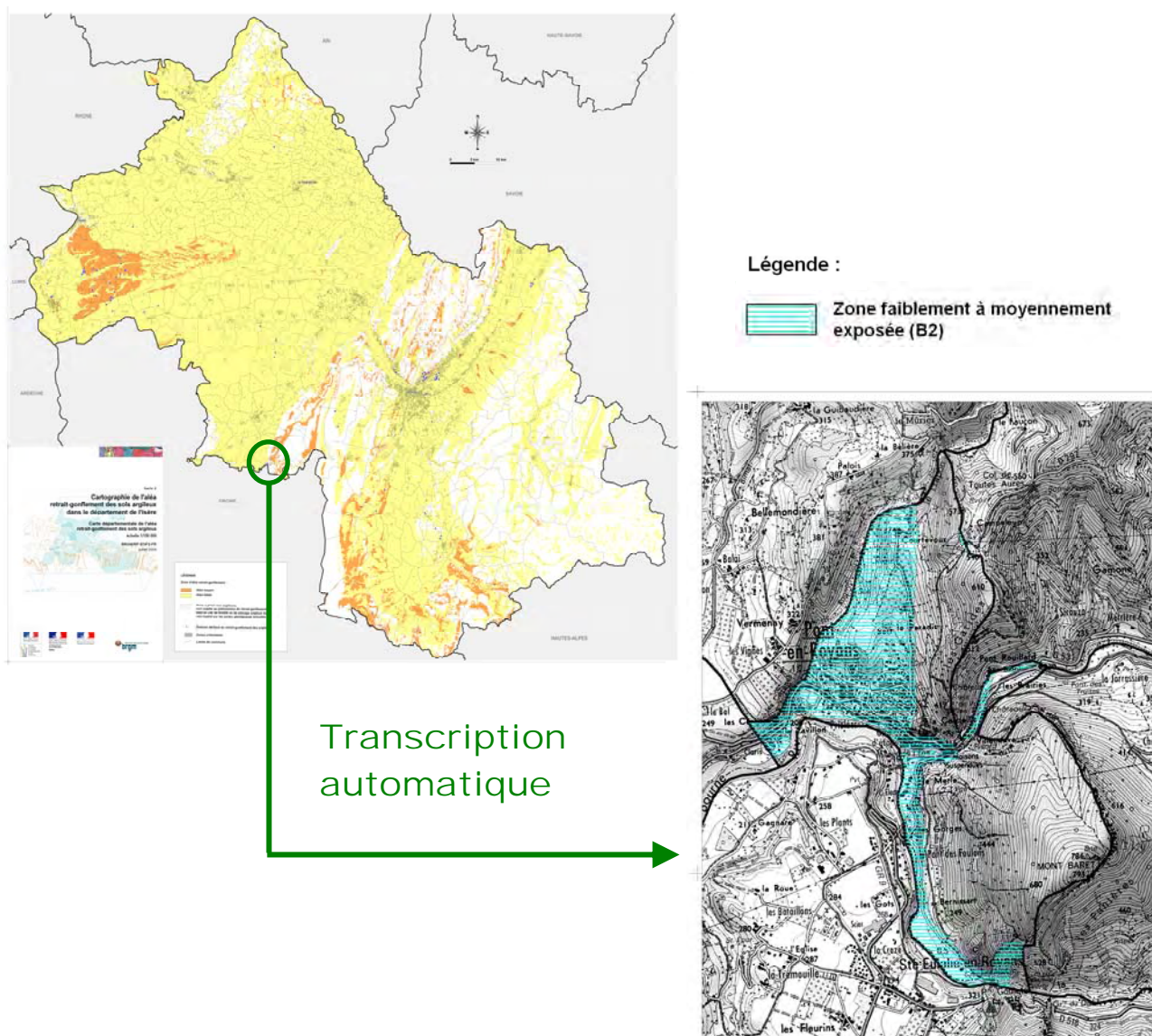


Illustration 2 - Transcription, pour la commune de Pont-en-Royans, de la carte d'aléa en proposition de plan de zonage réglementaire

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 de l'Isère, 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 Pont-en-Royans, 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 533 communes du département, la proportion du territoire communal classé en aléa 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	Commune	Superficie (km ²)	Nb Cat Nat	Nombre sinistres	Superficie aléa a priori nul (%)	Superficie aléa faible (%)	Superficie aléa moyen (%)
38001	LES ABRETS	6,92	0	0	0,00	100,00	0,00
38002	LES ADRETS	16,30	0	0	19,09	80,91	0,00
38003	AGNIN	8,03	0	0	0,00	79,29	20,71
38004	L'ALBENC	10,10	0	0	3,72	93,30	2,98
38005	ALLEMOND	56,74	0	0	62,18	37,82	0,00
38006	ALLEVARD	35,17	0	0	49,03	50,97	0,00
38008	AMBEL	4,89	0	0	33,63	59,21	7,15
38009	ANJOU	5,02	0	0	0,00	53,94	46,06
38010	ANNOISIN-CHATELANS	13,21	0	0	67,39	32,61	0,00
38011	ANTHON	9,18	0	0	0,01	99,99	0,00
38012	AOSTE	10,11	0	0	0,02	99,98	0,00
38013	APPRIEU	15,34	0	0	0,00	99,09	0,91
38014	ARANDON	12,27	0	0	33,21	65,62	1,17
38015	ARTAS	14,07	0	0	0,00	100,00	0,00
38016	ARZAY	9,82	0	0	0,00	82,61	17,39
38017	ASSIEU	12,34	0	0	0,00	61,33	38,67
38018	AUBERIVES-EN-ROYANS	5,11	0	0	0,38	99,62	0,00
38019	AUBERIVES-SUR-VAREZE	7,07	0	0	0,31	99,69	0,00
38020	AURIS	13,55	0	0	62,67	37,33	0,00
38021	AUTRANS	43,98	0	0	67,92	27,78	4,31

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

INSEE Commune	Commune	Superficie (km ²)	Nb Cat Nat	Nombre sinistres	Superficie aléa a priori nul (%)	Superficie aléa faible (%)	Superficie aléa moyen (%)
38022	LES AVENIERES	29,29	0	1	0,01	99,99	0,00
38023	AVIGNONET	9,01	0	0	0,00	100,00	0,00
38024	BADINIERES	6,07	0	0	0,00	100,00	0,00
38025	BALBINS	7,29	0	0	0,00	100,00	0,00
38026	LA BALME-LES-GROTTES	14,56	0	0	17,08	82,92	0,00
38027	BARRAUX	11,25	0	0	23,83	66,58	9,59
38028	LA BATIE-DIVISIN	10,57	0	0	0,00	100,00	0,00
38029	LA BATIE-MONTGASCON	8,42	0	0	0,00	100,00	0,00
38030	BEAUCROISSANT	11,15	0	0	0,50	99,50	0,00
38031	BEAUFIN	6,52	0	0	50,55	37,64	11,81
38032	BEAUFORT	8,64	0	0	0,00	100,00	0,00
38033	BEAULIEU	8,79	0	0	0,33	99,67	0,00
38034	BEAUREPAIRE	18,41	0	1	0,00	100,00	0,00
38035	BEAUVOIR-DE-MARC	11,39	0	0	0,00	100,00	0,00
38036	BEAUVOIR-EN-ROYANS	2,05	0	0	5,26	94,25	0,50
38037	BELLEGARDE-POUSSIEU	16,98	0	7	0,00	54,28	45,72
38038	BELMONT	6,54	0	0	0,00	100,00	0,00
38039	BERNIN	7,69	0	0	11,10	87,82	1,09
38040	BESSE	50,90	0	0	48,60	50,40	1,00
38041	BESSINS	4,65	0	0	0,00	100,00	0,00
38042	BEVENAIS	14,28	0	0	0,00	100,00	0,00
38043	BILIEU	7,56	0	0	10,29	89,71	0,00
38044	BIOL	15,76	0	0	0,00	100,00	0,00
38045	BIVIERS	6,31	0	0	55,09	40,41	4,50
38046	BIZONNES	11,13	0	0	0,00	100,00	0,00
38047	BLANDIN	4,34	0	0	0,00	100,00	0,00
38048	BONNEFAMILLE	9,45	0	0	0,00	100,00	0,00
38049	BOSSIEU	13,68	0	0	0,00	91,75	8,25
38050	LE BOUCHAGE	11,31	0	0	0,01	99,99	0,00
38051	BOUGE-CHAMBALUD	15,95	0	0	0,00	100,00	0,00
38052	LE BOURG-D'OISANS	55,93	0	0	54,05	45,95	0,00
38053	BOURGOIN-JALLIEU	24,74	0	0	0,00	100,00	0,00
38054	BOUVESSE-QUIRIEU	17,74	0	0	25,74	69,24	5,02
38055	BRANGUES	11,65	0	0	1,40	98,60	0,00
38056	BRESSIEUX	0,88	0	0	0,00	100,00	0,00
38057	BRESSON	2,78	0	0	0,00	100,00	0,00
38058	BREZINS	8,33	0	0	0,00	100,00	0,00
38059	BRIE-ET-ANGONNES	9,95	0	1	2,75	97,25	0,00
38060	BRION	3,97	0	0	0,00	100,00	0,00
38061	LA BUISSE	11,72	0	0	21,31	77,06	1,63
38062	LA BUISSIERE	7,54	0	0	2,17	88,82	9,01
38063	BURCIN	6,77	0	0	0,00	100,00	0,00
38064	CESSIEU	14,55	0	0	0,00	100,00	0,00
38065	CHABONS	18,45	0	0	0,00	100,00	0,00
38066	CHALONS	5,27	0	0	0,00	8,11	91,89
38067	CHAMAGNIEU	13,83	0	0	10,19	89,81	0,00
38068	CHAMPAGNIER	7,02	0	0	0,00	100,00	0,00
38069	CHAMPIER	14,32	0	0	0,00	95,69	4,31

INSEE Commune	Commune	Superficie (km ²)	Nb Cat Nat	Nombre sinistres	Superficie aléa a priori nul (%)	Superficie aléa faible (%)	Superficie aléa moyen (%)
38070	LE CHAMP-PRES-FROGES	4,88	0	0	0,00	98,88	1,12
38071	CHAMP-SUR-DRAC	8,75	0	0	4,19	95,81	0,00
38072	CHANAS	11,56	0	0	0,00	99,33	0,67
38073	CHANTELOUVE	33,55	0	0	63,47	35,94	0,60
38074	CHANTE SSE	5,86	0	0	1,52	98,09	0,39
38075	CHAPAREILLAN	30,16	0	0	59,70	29,51	10,79
38076	LA CHAPELLE-DE-LA-TOUR	9,10	0	0	0,00	100,00	0,00
38077	LA CHAPELLE-DE-SURIEU	11,24	1	3	0,00	21,61	78,39
38078	LA CHAPELLE-DU-BARD	27,11	0	0	52,02	47,98	0,00
38080	CHARANCIEU	5,54	0	0	0,00	100,00	0,00
38081	CHARANTONNAY	11,03	0	0	0,00	100,00	0,00
38082	CHARAVINES	8,31	0	0	8,98	90,43	0,59
38083	CHARETTE	11,32	0	0	28,73	70,39	0,88
38084	CHARNECLES	5,12	0	0	0,00	100,00	0,00
38085	CHARVIEU-CHAVAGNEUX	8,53	0	2	0,00	100,00	0,00
38086	CHASSELAY	9,52	0	0	0,00	100,00	0,00
38087	CHASSE-SUR-RHONE	7,84	0	0	19,31	80,69	0,00
38089	CHASSIGNIEU	5,22	0	0	0,00	100,00	0,00
38090	CHATEAU-BERNARD	18,34	1	4	5,95	60,44	33,61
38091	CHATEAUVILAIN	8,98	0	0	0,00	100,00	0,00
38092	CHATELUS	12,61	0	0	64,60	12,14	23,25
38093	CHATENAY	4,66	0	0	0,00	100,00	0,00
38094	CHATONNAY	31,55	0	0	0,00	88,12	11,88
38095	CHATTE	22,90	0	0	0,07	99,93	0,00
38097	CHAVANOZ	8,22	0	0	0,01	99,99	0,00
38098	CHELIEU	10,21	0	0	0,00	100,00	0,00
38099	CHEVRIERES	16,51	0	0	0,00	100,00	0,00
38100	LE CHEYLAS	8,55	0	0	0,00	100,00	0,00
38101	CHEYSSIEU	8,66	0	0	0,00	100,00	0,00
38102	CHEZENEUVE	6,80	0	0	0,00	100,00	0,00
38103	CHICHILIANNE	61,89	0	0	51,31	18,98	29,71
38104	CHIMILIN	9,76	0	0	0,00	100,00	0,00
38105	CHIRENS	17,56	0	0	0,00	100,00	0,00
38106	CHOLONGE	9,83	0	0	35,65	64,35	0,00
38107	CHONAS-L'AMBALLAN	7,44	0	0	20,52	79,48	0,00
38108	CHORANCHE	10,61	0	0	60,30	8,93	30,77
38109	CHOZEAU	8,24	0	0	33,37	66,63	0,00
38110	CHUZELLES	13,43	0	0	4,31	95,69	0,00
38111	CLAIX	23,51	0	0	22,97	71,17	5,86
38112	CLAVANS-EN-HAUT-OISANS	35,84	0	0	61,13	38,80	0,06
38113	CLELLES	20,66	0	0	4,20	84,50	11,29
38114	CLONAS-SUR-VAREZE	6,76	0	1	0,00	100,00	0,00
38115	SAINT-MARTIN-DE-LA-CLUZE	16,53	0	0	0,08	90,06	9,86
38116	COGNET	2,00	0	0	35,14	59,46	5,40
38117	COGNIN-LES-GORGES	12,68	0	0	48,35	47,90	3,74
38118	COLOMBE	13,36	0	0	0,00	100,00	0,00
38120	LA COMBE-DE-LANCEY	18,86	0	0	32,78	62,51	4,71
38121	COMMELLE	14,14	0	0	0,52	81,13	18,35

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

INSEE Commune	Commune	Superficie (km ²)	Nb Cat Nat	Nombre sinistres	Superficie aléa a priori nul (%)	Superficie aléa faible (%)	Superficie aléa moyen (%)
38124	CORBELIN	12,15	0	0	0,00	100,00	0,00
38125	CORDEAC	26,94	0	0	47,23	24,81	27,96
38126	CORENC	6,24	0	11	42,44	39,13	18,44
38127	CORNILLON-EN-TRIEVES	13,93	0	0	1,60	98,27	0,13
38128	CORPS	11,13	0	1	37,76	32,93	29,31
38129	CORRENCON-EN-VERCORS	39,31	0	0	75,33	22,77	1,90
38130	LA COTE-SAINT-ANDRE	28,18	0	0	0,00	100,00	0,00
38131	LES COTES-D'AREY	24,40	0	0	0,00	46,16	53,84
38132	LES COTES-DE-CORPS	9,90	0	0	58,03	31,40	10,57
38133	COUBLEVIE	6,98	0	0	1,75	98,25	0,00
38134	COUR-ET-BUIS	13,88	0	0	0,00	22,83	77,17
38135	COURTENAY	32,11	0	0	12,41	78,58	9,01
38136	CRACHIER	3,69	0	0	0,00	100,00	0,00
38137	CRAS	5,48	0	0	3,11	96,89	0,00
38138	CREMIEU	6,27	0	0	62,49	37,51	0,00
38139	CREYS-MEPIEU	29,34	0	0	35,74	56,15	8,11
38140	CROLLES	14,54	0	0	25,78	74,16	0,06
38141	CULIN	7,40	0	0	0,00	100,00	0,00
38144	DIEMOZ	13,88	0	0	0,00	100,00	0,00
38145	DIONAY	13,95	0	0	2,31	97,69	0,00
38146	DIZIMIEU	9,70	0	0	57,04	42,96	0,00
38147	DOISSIN	8,46	0	0	0,00	100,00	0,00
38148	DOLOMIEU	13,42	0	0	0,00	100,00	0,00
38149	DOMARIN	2,99	0	1	0,00	100,00	0,00
38150	DOMENE	5,42	0	0	0,35	99,16	0,49
38151	ECHIROLLES	7,83	0	0	0,00	100,00	0,00
38152	ECLOSE	10,26	0	0	0,00	100,00	0,00
38153	ENGINS	20,94	0	0	73,24	17,66	9,10
38154	ENTRAIGUES	21,48	0	0	67,87	32,13	0,00
38155	ENTRE-DEUX-GUIERS	10,59	0	0	15,55	80,98	3,47
38156	LES EPARRES	7,79	0	0	0,00	100,00	0,00
38157	ESTRABLIN	20,84	0	0	0,54	99,46	0,00
38158	EYBENS	4,53	0	0	0,00	99,10	0,90
38159	EYDOCHE	5,68	0	0	0,00	100,00	0,00
38160	EYZIN-PINET	28,38	0	0	0,00	85,73	14,27
38161	FARAMANS	10,79	0	0	0,00	100,00	0,00
38162	FAVERGES-DE-LA-TOUR	7,67	0	0	0,00	100,00	0,00
38163	LA FERRIERE	75,07	0	0	59,31	40,11	0,57
38165	FITILIEU	10,14	0	0	0,00	100,00	0,00
38166	LA FLACHERE	2,92	0	0	41,86	53,98	4,16
38167	FLACHERES	4,92	0	0	0,00	100,00	0,00
38169	FONTAINE	6,73	0	0	31,95	65,04	3,01
38170	FONTANIL-CORNILLON	5,37	0	0	35,97	56,46	7,57
38171	LA FORTERESSE	9,25	0	0	0,00	100,00	0,00
38172	FOUR	11,86	0	0	1,28	98,72	0,00
38173	LE FRENEY-D'OISANS	20,91	0	0	79,89	19,73	0,38
38174	LA FRETTE	12,21	0	0	0,00	100,00	0,00
38175	FROGES	6,46	0	0	0,00	98,80	1,20

INSEE Commune	Commune	Superficie (km ²)	Nb Cat Nat	Nombre sinistres	Superficie aléa a priori nul (%)	Superficie aléa faible (%)	Superficie aléa moyen (%)
38176	FRONTONAS	12,72	0	0	13,54	86,46	0,00
38177	LA GARDE	9,05	0	0	69,43	30,57	0,00
38179	GIERES	7,10	0	0	0,00	100,00	0,00
38180	GILLONNAY	14,35	0	0	0,00	100,00	0,00
38181	GONCELIN	14,52	0	0	1,38	98,62	0,00
38182	LE GRAND-LEMPS	12,88	0	0	0,00	100,00	0,00
38183	GRANIEU	3,80	0	0	0,00	100,00	0,00
38184	GRENAY	6,74	0	0	0,00	100,00	0,00
38185	GRENOBLE	18,61	0	0	1,67	98,04	0,30
38186	GRESSE-EN-VERCORS	80,53	0	0	53,83	23,15	23,02
38187	LE GUA	28,71	1	1	15,57	69,82	14,61
38188	HERBEYS	7,94	0	0	13,47	86,53	0,00
38189	HEYRIEUX	13,92	0	0	0,00	0,00	0,00
38190	HIERES-SUR-AMBY	8,65	0	0	28,99	71,01	0,00
38191	HUEZ	20,33	0	0	66,57	33,43	0,00
38192	HURTIERES	3,42	0	0	0,00	100,00	0,00
38193	L'ISLE-D'ABEAU	13,00	0	0	6,19	93,81	0,00
38194	IZEAUX	15,56	0	0	0,19	99,81	0,00
38195	IZERON	17,02	0	0	52,11	36,66	11,23
38197	JANNEYRIAS	10,72	0	0	0,00	0,00	0,00
38198	JARCIEU	6,34	0	0	0,01	99,99	0,00
38199	JARDIN	9,33	0	0	1,13	55,03	43,84
38200	JARRIE	13,49	0	0	0,00	100,00	0,00
38203	LAFFREY	7,14	0	0	28,15	71,85	0,00
38204	LALLEY	23,81	0	0	30,89	54,77	14,34
38205	LANS-EN-VERCORS	39,22	0	0	56,72	42,98	0,30
38206	LAVAL	25,78	0	0	34,37	60,24	5,38
38207	LAVALDENS	56,89	0	0	86,63	13,37	0,00
38208	LAVARS	15,33	0	0	0,00	100,00	0,00
38209	LENTIOL	7,64	0	0	0,01	72,30	27,69
38210	LEYRIEU	6,49	0	0	31,95	68,05	0,00
38211	LIEUDIEU	6,00	0	0	0,00	64,87	35,13
38212	LIVET-ET-GAVET	62,16	0	0	86,12	13,88	0,00
38213	LONGECHENAL	8,21	0	0	0,00	100,00	0,00
38214	LUMBIN	6,59	0	0	32,51	67,49	0,00
38215	LUZINAY	19,06	0	0	0,00	100,00	0,00
38216	MALLEVAL-EN-VERCORS	14,20	0	0	59,68	12,97	27,35
38217	MARCIEU	13,32	0	0	0,00	100,00	0,00
38218	MARCILLOLES	9,47	0	0	0,00	100,00	0,00
38219	MARCOLLIN	10,70	0	0	0,00	0,00	1,00
38221	MARNANS	6,58	0	0	0,00	100,00	0,00
38222	MASSIEU	10,57	0	0	0,00	100,00	0,00
38223	MAUBEC	8,68	0	0	0,00	100,00	0,00
38224	MAYRES-SAVEL	13,88	0	0	2,28	97,72	0,00
38225	MEAUDRE	33,78	0	2	70,45	29,55	0,00
38226	MENS	28,32	0	0	26,14	57,35	16,51
38228	MERLAS	15,54	0	0	2,55	96,20	1,24
38229	MEYLAN	12,56	1	12	10,23	86,35	3,42

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

INSEE Commune	Commune	Superficie (km ²)	Nb Cat Nat	Nombre sinistres	Superficie aléa a priori nul (%)	Superficie aléa faible (%)	Superficie aléa moyen (%)
38230	MEYRIE	3,47	0	0	0,00	100,00	0,00
38231	MEYRIEU-LES-ETANGS	8,55	0	0	0,00	100,00	0,00
38232	MEYSSIES	13,90	0	0	0,00	84,04	15,96
38235	MIRIBEL-LANCHATRE	9,55	0	1	3,58	69,64	26,78
38236	MIRIBEL-LES-ECHELLES	29,30	0	0	33,34	63,02	3,64
38237	MIZOEN	20,83	0	0	69,50	30,42	0,08
38238	MOIDIEU-DETOURBE	17,98	0	1	0,00	100,00	0,00
38239	MOIRANS	20,07	0	0	0,00	100,00	0,00
38240	MOISSIEU-SUR-DOLON	14,59	0	0	0,00	43,07	56,93
38241	MONESTIER-D'AMBEL	11,18	0	0	39,60	36,16	24,24
38242	MONESTIER-DE-CLERMONT	5,34	0	0	0,00	97,05	2,95
38243	LE MONESTIER-DU-PERCY	15,19	0	0	22,54	68,56	8,90
38244	MONSTEROUX-MILIEU	8,16	0	0	0,00	26,35	73,65
38245	MONTAGNE	8,80	0	1	69,07	30,93	0,00
38246	MONTAGNIEU	8,80	0	0	0,00	100,00	0,00
38247	MONTALIEU-VERCIEU	8,91	0	0	10,54	87,48	1,98
38248	MONTAUD	14,40	0	0	40,72	52,65	6,63
38249	MONTBONNOT-SAINT-MARTIN	6,61	0	0	3,06	93,98	2,96
38250	MONTCARRA	4,88	0	0	0,00	100,00	0,00
38252	MONTCHABOUD	1,98	0	0	0,00	100,00	0,00
38253	MONT-DE-LANS	41,76	0	0	54,64	45,36	0,00
38254	MONTEYNARD	11,32	0	0	0,25	99,75	0,00
38255	MONTFALCON	5,77	0	0	0,00	100,00	0,00
38256	MONTFERRAT	13,50	0	0	5,68	94,32	0,00
38257	MONTREVEL	9,35	0	0	0,00	100,00	0,00
38258	MONT-SAINT-MARTIN	5,09	0	0	77,33	18,96	3,71
38259	MONTSEVEROUX	16,71	0	7	0,00	24,83	75,17
38260	MORAS	8,17	0	0	56,04	43,96	0,00
38261	MORESTEL	8,02	0	0	5,62	94,38	0,00
38262	MORETEL-DE-MAILLES	6,81	0	0	0,00	100,00	0,00
38263	MORETTE	6,29	0	0	7,75	92,25	0,00
38264	LA MORTE	19,24	0	0	60,20	39,80	0,00
38265	LA MOTTE-D'AVEILLANS	10,28	0	3	44,40	55,60	0,00
38266	LA MOTTE-SAINT-MARTIN	14,74	0	0	20,71	79,29	0,00
38267	MOTTIER	10,80	0	0	0,00	100,00	0,00
38268	LE MOUTARET	5,25	0	0	0,02	99,98	0,00
38269	LA MURE	8,40	0	0	5,35	93,30	1,35
38270	LA MURETTE	4,25	0	0	0,00	100,00	0,00
38271	MURIANETTE	6,30	0	0	0,06	99,94	0,00
38272	MURINAIS	8,19	0	0	0,00	100,00	0,00
38273	NANTES-EN-RATIER	12,04	0	0	18,95	75,99	5,06
38274	NANTOIN	9,62	0	0	0,00	78,77	21,23
38275	SERRE-NERPOL	13,10	0	2	0,00	100,00	0,00
38276	NIVOLAS-VERMELLE	6,20	0	0	0,00	100,00	0,00
38277	NOTRE-DAME-DE-COMMIERS	5,59	0	0	0,00	100,00	0,00
38278	NOTRE-DAME-DE-L'OSIER	8,57	0	0	0,00	100,00	0,00
38279	NOTRE-DAME-DE-MESAGE	4,62	0	0	4,90	95,10	0,00
38280	NOTRE-DAME-DE-VAULX	7,97	0	0	8,70	91,30	0,00

INSEE Commune	Commune	Superficie (km ²)	Nb Cat Nat	Nombre sinistres	Superficie aléa a priori nul (%)	Superficie aléa faible (%)	Superficie aléa moyen (%)
38281	NOYAREY	17,06	0	0	49,20	43,47	7,33
38282	OPTEVOZ	12,04	0	0	30,45	68,47	1,07
38283	ORIS-EN-RATTIER	18,63	0	0	72,38	22,95	4,68
38284	ORNACIEUX	4,94	0	0	0,00	100,00	0,00
38285	ORNON	23,74	0	0	71,42	28,58	0,00
38286	OULLES	14,43	0	0	78,69	21,31	0,00
38287	OYEU	13,76	0	0	0,00	97,87	2,13
38288	OYTIER-SAINT-OBLAS	14,24	0	0	0,00	100,00	0,00
38289	OZ	26,98	0	0	61,28	38,72	0,00
38290	PACT	9,66	0	0	0,00	100,00	0,00
38291	PAJAY	14,36	0	0	0,00	100,00	0,00
38292	PALADRU	12,59	0	0	6,12	93,88	0,00
38293	PANISSAGE	4,85	0	0	0,00	100,00	0,00
38294	PANOSSAS	7,98	0	0	31,97	68,03	0,00
38295	PARMIIEU	12,75	0	0	77,91	22,09	0,00
38296	LE PASSAGE	6,59	0	0	0,00	100,00	0,00
38297	PASSINS	14,18	0	0	10,35	89,65	0,00
38298	LE PEAGE-DE-ROUSSILLON	7,33	0	1	0,00	95,66	4,34
38299	PELLAFOL	35,16	0	0	54,11	28,71	17,18
38300	PENOL	12,12	0	0	0,00	100,00	0,00
38301	PERCY	15,84	0	0	17,00	49,47	33,53
38302	LE PERIER	48,03	0	0	68,21	29,38	2,41
38303	LA PIERRE	3,35	0	0	0,00	94,17	5,83
38304	PIERRE-CHATEL	12,40	0	0	27,46	72,54	0,00
38305	LE PIN	10,22	0	0	5,04	94,96	0,00
38306	PINSOT	43,53	0	0	74,03	25,93	0,03
38307	PISIEU	18,90	0	1	0,00	89,80	10,20
38308	PLAN	6,06	0	0	0,00	100,00	0,00
38309	POISAT	2,47	0	0	9,45	90,55	0,00
38310	POLIENAS	13,70	0	0	10,92	87,43	1,65
38311	POMMIER-DE-BEAUREPAIRE	19,21	0	0	0,00	87,77	12,23
38312	POMMIERS-LA-PLACETTE	16,92	0	0	48,16	40,92	10,92
38313	PONSONNAS	3,00	0	0	5,30	88,76	5,95
38314	PONTCHARRA	16,08	0	0	0,01	99,99	0,00
38315	LE PONT-DE-BEAUVOISIN	7,40	0	0	0,02	99,98	0,00
38316	PONT-DE-CHERUY	2,53	0	1	0,00	100,00	0,00
38317	LE PONT-DE-CLAIX	5,60	0	0	0,21	99,79	0,00
38318	PONT-EVEQUE	8,72	0	0	1,39	98,61	0,00
38319	PONT-EN-ROYANS	2,86	0	6	71,61	25,66	2,73
38320	PORCIEU-AMBLAGNIEU	15,85	0	0	57,07	42,65	0,27
38321	PREBOIS	16,08	0	0	3,89	78,38	17,74
38322	PRESLES	25,56	0	0	81,52	1,38	17,10
38323	PRESSINS	10,15	0	0	0,00	100,00	0,00
38324	PRIMARETTE	22,00	0	0	0,00	69,31	30,69
38325	PROVEYSIEUX	20,22	0	0	52,15	32,50	15,34
38326	PRUNIERES	8,17	0	0	29,26	67,22	3,52
38328	QUAIX-EN-CHARTREUSE	18,30	0	0	43,45	32,55	24,00
38329	QUET-EN-BEAUMONT	8,22	0	0	42,34	38,16	19,49

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

INSEE Commune	Commune	Superficie (km ²)	Nb Cat Nat	Nombre sinistres	Superficie aléa a priori nul (%)	Superficie aléa faible (%)	Superficie aléa moyen (%)
38330	QUINCIEU	4,77	0	0	0,00	100,00	0,00
38331	REAUMONT	5,21	0	0	0,00	100,00	0,00
38332	RENAGE	5,12	0	0	0,00	100,00	0,00
38333	RENCUREL	34,63	0	0	57,79	20,84	21,37
38334	REVEL	29,16	0	0	39,86	54,47	5,67
38335	REVEL-TOURDAN	11,67	0	0	0,00	98,27	1,73
38336	REVENTIN-VAUGRIS	18,38	0	0	13,85	49,08	37,06
38337	RIVES	11,15	0	0	0,00	100,00	0,00
38338	LA RIVIERE	18,25	0	0	39,94	39,95	20,11
38339	ROCHE	19,60	0	0	0,02	99,98	0,00
38340	LES ROCHES-DE-CONDRIEU	1,05	0	0	1,38	98,62	0,00
38341	ROCHETOIRIN	10,68	0	0	0,00	100,00	0,00
38342	ROISSARD	14,56	0	0	0,56	82,67	16,77
38343	ROMAGNIEU	17,32	0	0	0,01	99,99	0,00
38344	ROUSSILLON	11,87	0	0	0,00	93,95	6,05
38345	ROVON	12,06	0	0	52,09	25,45	22,46
38346	ROYAS	5,43	0	0	0,00	100,00	0,00
38347	ROYBON	67,50	0	0	0,00	100,00	0,00
38348	RUY	21,03	0	0	0,00	100,00	0,00
38349	SABLONS	10,28	0	0	0,00	100,00	0,00
38350	SAINTE-AGNES	26,74	0	0	42,76	56,72	0,52
38351	SAINT-AGNIN-SUR-BION	9,74	0	0	0,00	100,00	0,00
38352	SAINT-ALBAN-DE-ROCHE	4,45	0	0	12,94	87,06	0,00
38353	SAINT-ALBAN-DU-RHONE	3,54	0	0	1,95	98,05	0,00
38354	SAINT-ALBIN-DE-VAULSERRE	4,98	0	0	0,02	99,98	0,00
38355	SAINT-ANDEOL	29,79	0	0	61,27	28,35	10,39
38356	SAINT-ANDRE-EN-ROYANS	10,50	0	0	24,17	65,58	10,25
38357	SAINT-ANDRE-LE-GAZ	9,00	0	0	0,00	100,00	0,00
38358	SAINTE-ANNE-SUR-GERVONDE	7,95	0	0	0,00	100,00	0,00
38359	SAINT-ANTOINE-L'ABBAYE	22,07	0	0	0,00	100,00	0,00
38360	SAINT-APPOLINARD	10,60	0	0	0,00	100,00	0,00
38361	SAINT-AREY	7,05	0	0	23,57	76,12	0,32
38362	SAINT-AUPRE	12,11	0	0	18,06	81,94	0,00
38363	SAINT-BARTHELEMY	7,68	0	0	0,00	100,00	0,00
38364	SAINT-BARTHELEMY-DE-SECHILIENNE	12,32	0	0	65,84	34,16	0,00
38365	SAINT-BAUDILLE-DE-LA-TOUR	22,06	0	0	59,21	39,45	1,34
38366	SAINT-BAUDILLE-ET-PIPET	35,93	0	0	39,12	35,21	25,67
38367	SAINT-BERNARD	21,41	0	0	72,37	21,87	5,77
38368	SAINT-BLAISE-DU-BUIS	5,60	0	1	0,00	100,00	0,00
38369	SAINTE-BLANDINE	9,17	0	0	0,00	100,00	0,00
38370	SAINT-BONNET-DE-CHAVAGNE	15,22	0	0	11,22	88,78	0,00
38372	SAINT-BUEIL	3,94	0	0	0,00	100,00	0,00
38373	SAINT-CASSIEN	5,62	0	0	0,00	100,00	0,00
38374	SAINT-CHEF	27,59	0	1	0,50	99,50	0,00
38375	SAINT-CHRISTOPHE-EN-OISANS	237,85	0	0	85,37	14,63	0,00
38376	SAINT-CHRISTOPHE-SUR-GUIERS	23,25	0	0	62,31	22,51	15,18
38377	SAINT-CLAIR-DE-LA-TOUR	9,28	0	0	0,00	100,00	0,00
38378	SAINT-CLAIR-DU-RHONE	7,20	0	0	8,88	91,12	0,00

INSEE Commune	Commune	Superficie (km ²)	Nb Cat Nat	Nombre sinistres	Superficie aléa a priori nul (%)	Superficie aléa faible (%)	Superficie aléa moyen (%)
38379	SAINT-CLAIR-SUR-GALAURE	15,33	0	0	0,13	99,87	0,00
38380	SAINT-DIDIER-DE-BIZONNES	7,25	0	0	0,00	100,00	0,00
38381	SAINT-DIDIER-DE-LA-TOUR	14,63	0	0	0,00	100,00	0,00
38382	SAINT-EGREVE	10,90	0	2	25,78	72,66	1,55
38383	SAINT-ETIENNE-DE-CROSSEY	13,16	0	0	7,74	92,26	0,00
38384	SAINT-ETIENNE-DE-SAINT-GEOIRS	18,80	0	0	0,00	100,00	0,00
38386	SAINT-GEOIRE-EN-VALDAINE	16,74	0	0	0,00	100,00	0,00
38387	SAINT-GEOIRS	7,03	0	2	0,00	100,00	0,00
38388	SAINT-GEORGES-DE-COMMIERS	14,29	0	0	2,04	97,96	0,00
38389	SAINT-GEORGES-D'ESPERANCHE	24,66	0	0	0,00	100,00	0,00
38390	SAINT-GERVAIS	13,38	0	0	39,51	37,94	22,55
38391	SAINT-GUILLAUME	13,52	0	0	13,37	80,61	6,02
38392	SAINT-HILAIRE-DE-BRENS	7,54	0	0	47,05	49,97	2,98
38393	SAINT-HILAIRE-DE-LA-COTE	13,68	0	0	0,00	100,00	0,00
38394	SAINT-HILAIRE-DU-ROSIER	16,42	0	0	1,86	97,83	0,31
38395	SAINT-HILAIRE	8,69	0	0	71,11	15,76	13,13
38396	SAINT-HONORE	14,63	0	0	46,24	53,76	0,00
38397	SAINT-ISMIER	14,83	0	0	29,00	70,59	0,41
38398	SAINT-JEAN-D'AVELANNE	7,85	0	0	0,00	100,00	0,00
38399	SAINT-JEAN-DE-BOURNAY	26,82	0	0	0,00	97,77	2,23
38400	SAINT-JEAN-DE-MOIRANS	6,43	0	0	0,00	100,00	0,00
38401	SAINT-JEAN-DE-SOUDAIN	7,58	0	0	0,00	100,00	0,00
38402	SAINT-JEAN-DE-VAULX	10,41	0	0	4,20	95,80	0,00
38403	SAINT-JEAN-D'HERANS	17,62	0	0	7,15	91,50	1,35
38404	SAINT-JEAN-LE-VIEUX	4,69	0	0	0,00	100,00	0,00
38405	SAINT-JOSEPH-DE-RIVIERE	17,56	0	0	42,32	55,51	2,17
38406	SAINT-JULIEN-DE-L'HERMS	9,29	0	0	0,00	75,99	24,01
38407	SAINT-JULIEN-DE-RAZ	10,89	0	0	38,54	59,11	2,36
38408	SAINT-JUST-CHALEYSSIN	14,05	0	0	0,00	100,00	0,00
38409	SAINT-JUST-DE-CLAIX	11,65	0	0	4,14	95,66	0,20
38410	SAINT-LATTIER	18,10	0	0	53,76	46,24	0,00
38412	SAINT-LAURENT-DU-PONT	35,44	0	0	41,61	53,45	4,95
38413	SAINT-LAURENT-EN-BEAUMONT	13,15	0	0	14,45	59,99	25,55
38414	SAINTE-LUCE	8,04	0	0	67,12	32,79	0,09
38415	SAINT-MARCEL-BEL-ACCUEIL	18,46	0	0	46,41	53,53	0,06
38416	SAINT-MARCELLIN	7,81	0	0	0,00	100,00	0,00
38417	SAINTE-MARIE-D'ALLOIX	3,11	0	0	0,00	99,92	0,08
38418	SAINTE-MARIE-DU-MONT	24,09	0	0	81,07	8,18	10,76
38419	SAINT-MARTIN-DE-CLELLES	15,01	0	0	6,28	67,05	26,67
38420	SAINT-MARTIN-DE-VAULSERRE	3,96	0	0	0,00	100,00	0,00
38421	SAINT-MARTIN-D'HERES	9,50	1	2	0,00	100,00	0,00
38422	SAINT-MARTIN-D'URIAGE	35,55	0	0	14,06	84,62	1,33
38423	SAINT-MARTIN-LE-VINOUX	9,96	0	0	65,57	18,20	16,23
38424	SAINT-MAURICE-EN-TRIEVES	13,04	0	0	30,79	50,73	18,48
38425	SAINT-MAURICE-L'EXIL	13,49	0	1	0,36	99,64	0,00
38426	SAINT-MAXIMIN	10,32	0	0	0,00	0,00	0,00
38427	SAINT-MICHEL-DE-SAINT-GEOIRS	7,12	0	0	0,00	100,00	0,00
38428	SAINT-MICHEL-EN-BEAUMONT	7,89	0	0	46,89	53,11	0,00

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

INSEE Commune	Commune	Superficie (km ²)	Nb Cat Nat	Nombre sinistres	Superficie aléa a priori nul (%)	Superficie aléa faible (%)	Superficie aléa moyen (%)
38429	SAINT-MICHEL-LES-PORTES	21,36	0	0	8,87	68,43	22,69
38430	SAINT-MURY-MONTEYMOND	10,85	0	0	28,20	68,47	3,33
38431	SAINT-NAZAIRE-LES-EYMES	8,79	0	1	16,24	76,58	7,18
38432	SAINT-NICOLAS-DE-MACHERIN	10,67	0	0	0,00	100,00	0,00
38433	SAINT-NIZIER-DU-MOUCHEROTTE	11,37	0	0	33,90	66,10	0,00
38434	SAINT-ONDRAS	8,16	0	0	0,00	100,00	0,00
38435	SAINT-PANCRASSE	6,66	0	0	49,64	35,78	14,59
38436	SAINT-PAUL-DE-VARCES	19,94	0	0	25,44	64,12	10,44
38437	SAINT-PAUL-D'IZEAUX	7,69	0	0	0,00	100,00	0,00
38438	SAINT-PAUL-LES-MONESTIER	13,87	0	0	2,97	90,20	6,83
38439	SAINT-PIERRE-D'ALLEVARD	26,75	0	4	10,67	89,13	0,21
38440	SAINT-PIERRE-DE-BRESSIEUX	23,27	0	0	0,00	100,00	0,00
38442	SAINT-PIERRE-DE-CHARTREUSE	79,71	0	0	80,87	6,47	12,65
38443	SAINT-PIERRE-DE-CHERENNES	11,94	0	0	47,26	32,52	20,21
38444	SAINT-PIERRE-DE-MEAROZ	4,65	0	0	11,21	64,38	24,41
38445	SAINT-PIERRE-DE-MESAGE	7,04	0	0	34,45	65,55	0,00
38446	SAINT-PIERRE-D'ENTREMONT	32,42	0	0	69,99	22,16	7,85
38448	SAINT-PRIM	7,32	0	0	6,88	93,12	0,00
38449	SAINT-QUENTIN-FALLAVIER	23,68	0	0	2,24	97,76	0,00
38450	SAINT-QUENTIN-SUR-ISERE	19,80	0	0	14,74	71,81	13,45
38451	SAINT-ROMAIN-DE-JALIONAS	13,67	0	0	0,04	99,96	0,00
38452	SAINT-ROMAIN-DE-SURIEU	4,78	0	0	0,00	24,19	75,81
38453	SAINT-ROMANS	17,11	0	0	4,25	95,75	0,00
38454	SAINT-SAUVEUR	9,37	0	0	0,00	100,00	0,00
38455	SAINT-SAVIN	24,78	0	0	0,00	100,00	0,00
38456	SAINT-SEBASTIEN	20,96	0	0	24,70	45,41	29,89
38457	SAINT-SIMEON-DE-BRESSIEUX	18,81	0	0	0,00	100,00	0,00
38458	SAINT-SORLIN-DE-MORESTEL	5,47	0	0	0,00	100,00	0,00
38459	SAINT-SORLIN-DE-VIENNE	9,95	0	0	0,00	54,74	45,26
38460	SAINT-SULPICE-DES-RIVOIRES	7,14	0	0	0,00	100,00	0,00
38462	SAINT-THEOFFREY	7,54	0	0	33,28	66,72	0,00
38463	SAINT-VERAND	17,67	0	0	0,00	100,00	0,00
38464	SAINT-VICTOR-DE-CESSIEU	12,16	0	0	0,00	100,00	0,00
38465	SAINT-VICTOR-DE-MORESTEL	13,25	0	0	13,36	82,36	4,27
38466	SAINT-VINCENT-DE-MERCUZE	7,88	0	0	21,51	73,61	4,88
38467	SALAGNON	8,30	0	0	1,84	98,16	0,00
38468	SALAISE-SUR-SANNE	16,21	0	0	0,00	99,68	0,32
38469	LA SALETTE-FALLAVALUX	22,48	0	0	45,84	54,16	0,00
38470	LA SALLE-EN-BEAUMONT	9,27	0	0	36,44	28,32	35,24
38471	LE SAPPEY-EN-CHARTREUSE	15,05	0	0	70,21	4,29	25,50
38472	SARCNAS	7,93	0	0	84,41	1,12	14,47
38473	SARDIEU	11,21	0	0	0,00	100,00	0,00
38474	SASSENAGE	13,33	0	0	46,86	44,29	8,85
38475	SATOLAS-ET-BONCE	16,76	0	0	0,00	99,99	0,00
38476	SAVAS-MEPIN	10,44	0	0	0,00	100,00	0,00
38478	SECHILIENNE	20,26	0	0	55,08	44,92	0,00
38479	SEMONS	10,61	0	0	0,00	77,06	22,94
38480	SEPTEME	21,75	0	0	0,00	100,00	0,00

INSEE Commune	Commune	Superficie (km ²)	Nb Cat Nat	Nombre sinistres	Superficie aléa a priori nul (%)	Superficie aléa faible (%)	Superficie aléa moyen (%)
38481	SEREZIN-DE-LA-TOUR	9,47	0	0	0,00	100,00	0,00
38483	SERMERIEU	17,31	0	0	13,62	83,37	3,01
38484	SERPAIZE	11,35	0	0	0,10	99,90	0,00
38485	SEYSSINET-PARISSET	10,79	0	0	37,29	61,26	1,45
38486	SEYSSINS	8,02	0	1	4,32	84,05	11,63
38487	SEYSSUEL	9,62	0	0	31,87	68,13	0,00
38488	SICCIEU-SAINT-JULIEN-ET-CARISIEU	14,23	0	0	48,59	50,53	0,88
38489	SIEVOZ	7,41	0	0	22,11	38,31	39,58
38490	SILLANS	12,96	0	0	0,00	100,00	0,00
38492	SINARD	10,98	0	0	0,00	98,23	1,77
38494	SOLEYMIEU	13,42	0	0	15,56	79,98	4,46
38495	LA SONE	3,07	0	0	5,54	94,46	0,00
38496	SONNAY	14,13	0	0	0,00	66,42	33,58
38497	SOUSVILLE	2,96	0	0	3,08	81,15	15,77
38498	SUCCIEU	8,41	0	0	0,00	100,00	0,00
38499	SUSVILLE	10,01	0	5	40,07	59,93	0,00
38500	TECHE	5,06	0	0	0,41	99,59	0,00
38501	TENCIN	6,92	0	0	0,00	100,00	0,00
38503	LA TERRASSE	9,05	0	0	22,99	74,41	2,60
38504	THEYS	36,08	0	0	9,05	85,42	5,54
38505	THODURE	14,47	0	0	0,00	100,00	0,00
38507	TIGNIEU-JAMEYZIEU	13,36	0	0	0,01	99,99	0,00
38508	TORCHEFELON	8,86	0	0	0,00	100,00	0,00
38509	LA TOUR-DU-PIN	4,77	0	0	0,00	100,00	0,00
38511	LE TOUVET	11,78	0	0	32,95	66,62	0,43
38512	TRAMOLE	7,05	0	0	0,00	100,00	0,00
38513	TREFFORT	12,81	0	0	0,00	100,00	0,00
38514	TREMINIS	49,51	0	0	31,83	51,45	16,72
38515	TREPT	15,87	0	0	22,33	76,44	1,24
38516	LA TRONCHE	6,46	0	0	26,92	72,52	0,56
38517	TULLINS	29,32	0	0	2,39	97,38	0,24
38518	VALBONNAIS	24,32	0	0	44,20	51,23	4,57
38519	VALENCIN	9,56	0	0	0,01	99,99	0,00
38520	VALENCOGNE	7,68	0	0	0,00	100,00	0,00
38521	LA VALETTE	7,92	0	0	76,65	16,72	6,63
38522	VALJOUFFREY	126,70	0	0	82,88	16,98	0,13
38523	VARACIEUX	18,56	0	0	0,00	100,00	0,00
38524	VARCES-ALLIERES-ET-RISSET	20,84	0	0	10,18	82,57	7,26
38525	VASSELIN	3,87	0	0	0,00	100,00	0,00
38526	VATILIEU	9,28	0	0	0,00	100,00	0,00
38527	VAUJANY	74,37	0	0	67,43	32,40	0,17
38528	VAULNAVEYS-LE-BAS	11,98	0	0	17,17	82,83	0,00
38529	VAULNAVEYS-LE-HAUT	16,64	0	0	12,73	87,27	0,00
38530	VAULX-MILIEU	9,08	0	0	7,93	92,07	0,00
38531	VELANNE	8,14	0	0	0,00	100,00	0,00
38532	VENERIEU	5,92	0	0	24,07	75,93	0,00
38533	VENON	4,31	0	0	0,15	99,85	0,00
38534	VENOSC	39,96	0	0	66,09	33,91	0,00

INSEE Commune	Commune	Superficie (km ²)	Nb Cat Nat	Nombre sinistres	Superficie aléa a priori nul (%)	Superficie aléa faible (%)	Superficie aléa moyen (%)
38535	VERNAS	5,93	0	0	22,71	77,29	0,00
38536	VERNIOZ	11,21	1	10	0,00	47,30	52,70
38537	LA VERPILLIERE	6,68	0	0	0,33	99,67	0,00
38538	LE VERSOUD	6,12	0	0	0,00	100,00	0,00
38539	VERTRIEU	4,56	0	0	19,64	79,68	0,69
38540	VEUREY-VOROIZE	12,48	0	0	42,20	47,16	10,65
38541	VEYRINS-THUELLIN	11,82	0	0	0,00	100,00	0,00
38542	VEYSSILIEU	6,59	0	0	67,06	32,94	0,00
38543	VEZERONCE-CURTIN	14,64	0	0	0,71	99,29	0,00
38544	VIENNE	22,65	0	0	20,41	56,39	23,20
38545	VIF	27,40	0	0	4,05	95,33	0,62
38546	VIGNIEU	9,45	0	0	5,52	94,48	0,00
38547	VILLARD-BONNOT	5,97	0	0	0,00	100,00	0,00
38548	VILLARD-DE-LANS	67,12	0	0	58,66	35,34	6,00
38549	VILLARD-NOTRE-DAME	14,17	0	0	79,68	20,18	0,14
38550	VILLARD-RECLUS	5,00	0	0	46,81	53,19	0,00
38551	VILLARD-REYMOND	10,96	0	0	56,12	43,46	0,43
38552	VILLARD-SAINT-CHRISTOPHE	14,35	0	0	44,01	55,99	0,00
38553	VILLEFONTAINE	10,40	0	0	2,13	97,87	0,00
38554	VILLEMORIEU	13,45	0	0	37,22	62,78	0,00
38555	VILLENEUVE-DE-MARC	26,34	0	0	0,00	76,87	23,13
38556	VILLE-SOUS-ANJOU	18,28	0	0	0,00	78,68	21,32
38557	VILLETTE-D'ANTHON	22,85	0	0	0,01	92,88	7,11
38558	VILLETTE-DE-VIENNE	11,12	0	0	0,00	100,00	0,00
38559	VINAY	16,03	0	0	0,00	100,00	0,00
38560	VIRIEU	11,39	0	0	0,00	100,00	0,00
38561	VIRIVILLE	30,55	0	0	0,00	100,00	0,00
38562	VIZILLE	10,82	0	0	31,65	68,35	0,00
38563	VOIRON	22,07	0	0	0,00	100,00	0,00
38564	VOISSANT	3,94	0	0	12,54	72,73	14,73
38565	VOREPPE	29,13	0	0	24,95	70,04	5,01
38566	VOUREY	6,89	0	0	0,00	100,00	0,00
38567	CHAMROUSSE	12,28	0	0	76,05	23,95	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 accessibles 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 sept communes sur la base des critères suivants :

- au moins 5 sinistres recensés sur le territoire communal ;
- au moins 25 % de la superficie communale couverte par une zone classée en aléa faible ou moyen.

Avec de tels seuils (définis ici de manière purement arbitraire et à titre de simple illustration), les sept communes qui se détachent (Illustration 4) sont celles de Bellegarde-Poussieu, Corenc, Meylan, Montseveroux, Pont-en-Royans, Susville et Vernioz.

INSEE Commune	Commune	Superficie (km ²)	CatNat	Nombre sinistres	Superficie aléa a priori nul (%)	Superficie aléa faible (%)	Superficie aléa moyen (%)
38037	BELLEGARDE-POUSSIEU	16,98	0	7	0,00	54,28	45,72
38126	CORENC	6,24	0	11	42,44	39,13	18,44
38229	MEYLAN	12,56	1	12	10,23	86,35	3,42
38259	MONTSEVEROUX	16,71	0	7	0,00	24,83	75,17
38319	PONT-EN-ROYANS	2,86	0	6	71,61	25,66	2,73
38499	SUSVILLE	10,01	0	5	40,07	59,93	0,00
38536	VERNIOZ	11,21	1	10	0,00	47,30	52,70

Illustration 4 - Exemple de hiérarchisation aboutissant à la sélection de 7 communes pour la prescription de PPRN

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

La commune de Pont-en-Royans, qui apparaît dans cette première sélection sur la base des critères choisis ici, a été retenue par la DDT de l'Isère 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 Pont-en-Royans, 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 (Direction Départementale de l'Équipement des Deux-Sèvres). 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 environ 1 000 communes et prescrits dans près de 1 200 autres, d'après la base de données Gaspar), 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 IDF (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.

A titre indicatif, une étude de SOLEN Géotechnique, commandée en 2001 par le ministère, a permis de préciser les ordres de grandeur des surcoûts induits par les

mesures prescrites par le règlement, dans le cas le plus pénalisant d'une construction très économique. Par exemple, pour la construction d'un pavillon de type traditionnel, de plain-pied, de 100 m² d'emprise au sol, édifié avec dallage sur terre-plein et semelles de fondations continues ancrées à 0,60 m sur terrain naturel plat, dont le coût de construction moyen était alors évalué à 75 000 € HT, les surcoûts approximatifs ont été estimés de la manière suivante :

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

D'autres coûts sont également évalués dans cette étude :

- étude de sol type G0 + G12 : 1 525 à 1 830 € HT ;
- arrachage d'un arbre à maturité : de 75 à 190 € HT par arbre ;
- tranchée anti-racines (largeur : 3 m ; profondeur : 2 m) : 275 € HT ;
- tranchée drainante de 15 m de longueur et 1,5 m de profondeur : 3 200 € HT.

5. Conclusion

Cette étude a permis de fournir à la Préfecture et à la DDT de l'Isère tous les éléments nécessaires en vue d'établir des Plans de Prévention des Risques Naturels prévisibles concernant spécifiquement les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux, et ceci pour chacune des communes du département. Elle a été réalisée en suivant la démarche mise au point pour l'établissement des PPRN retrait-gonflement dans le département des Deux-Sèvres et approuvée par le MEEDDM (DGPR/SRNH) puis appliquée à ce jour dans une soixantaine 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, à la suite de 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 Pont-en-Royans, 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 533 communes du département de l'Isère (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

Méjean A. avec la collaboration de **Saint Martin M., Le Roy S. et Elineau S. (2009)** – Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux dans le département de l'Isère. Rapport BRGM/RP-57472-FR, 126 p., 55 ill., 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), Riaux N. (CSTB), Le Roy S., Dubus I., Surdyk N. (2006) - Étude des mécanismes de déclenchement du phénomène de retrait-gonflement des sols argileux et de ses interactions avec le bâti – rapport final. BRGM/RP-54862-FR, 378 p., 308 ill.

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

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 Pont-en-Royans

Proposition de note de présentation (document type)

Plan de Prévention des Risques Naturels prévisibles (PPRN)

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

Commune de Pont-en-Royans

Note de présentation



SOMMAIRE

1. INTRODUCTION.....	2
2. PRESENTATION DE LA ZONE ETUDIEE	3
2.1. Limites de l'étude.....	3
2.2. Contexte naturel départemental	3
3. DESCRIPTION DES PHENOMENES ET DE LEURS CONSEQUENCES	5
4. SINISTRES OBSERVES DANS LE DEPARTEMENT.....	5
5. DESCRIPTION DE LA METHODOLOGIE D'ETABLISSEMENT DU PPRN	5
5.1. Carte de l'aléa retrait-gonflement	5
5.2. Plan de zonage réglementaire	8
5.3. Réglementation	8
6. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES PREVENTIVES	8

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Illustration 1 - Carte synthétique des formations argileuses et marneuses de l'Isère (carte extraite du rapport BRGM/RP-57472-FR, juillet 2009)	4
Illustration 2 - Classement des formations argileuses et marneuses par niveau d'aléa.....	6
Illustration 3 - Carte départementale de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux de l'Isère (carte extraite du rapport BRGM/RP-57472-FR, juillet 2009)	7

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Description succincte des formations argileuses et marneuses affleurant dans le département de l'Isère	
Annexe 2 : Description des phénomènes de retrait-gonflement des sols argileux et de leurs conséquences	
Annexe 3 : Présentation de l'arrêté de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle au titre de mouvements différentiels de sols liés au retrait-gonflement des argiles, pris dans le département de l'Isère	
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 climats 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 4,5 milliards d'euros depuis 1989 par la Caisse Centrale de Réassurance (données CCR, juin 2010).

Le département de l'Isère 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 environ 75 500 euros (en coûts actualisés), ce qui le classe en 83^{ème} position des départements français. À la date du 20 juillet 2010, 5 arrêtés interministériels y ont été pris, reconnaissant l'état de catastrophe naturelle pour cet aléa pour les périodes correspondant aux étés 2003 et 2005. Par ailleurs, 94 200 euros ont été versés dans le cadre de la procédure exceptionnelle d'indemnisation pour l'été 2003, concernant 12 sinistrés répartis dans dix communes. Dans le cadre de l'établissement de la carte départementale d'aléa, achevée en juillet 2009 par le BRGM, 102 sites de sinistres, répartis dans 35 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 Pont-en-Royans (département de l'Isère).

2.2. Contexte naturel départemental

2.2.1. Situation géographique

Le département de l'Isère, rattaché administrativement à la région Rhône-Alpes, est divisé en 533 communes et couvre une superficie d'environ 7 882 km². Il compte une population estimée par l'INSEE à 1 180 000 habitants en 2007, soit une densité d'environ 150 hab./km², ce qui en fait un des départements le plus peuplé de France par rapport à la densité moyenne nationale (de 94 hab./km²). L'Isère a pour préfecture Grenoble et pour sous-préfectures La Tour-du-Pin et Vienne.

2.2.2. Géologie

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

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

Cette synthèse géologique départementale montre que 72,4 % de la superficie du département est concernée par des formations à composante argileuse, et donc soumise à un risque de retrait-gonflement plus ou moins élevé. Les principales formations argileuses ou marneuses qui affleurent dans le département de l'Isère sont, par ordre d'importance décroissant en termes de superficie, les *Moraines* (19,43 % de la superficie départementale), les *Alluvions fluviales et torrentielles glaciaires et fluvio-glaciaires* (17,12 %), les *Sables molassiques marneux et conglomérats du Miocène* (8,91 %) et les *Alluvions fluviales et torrentielles post-glaciaires* (6,52 %). Les autres formations à composante argileuse couvrent toutes des surfaces inférieures à 5 % du département.

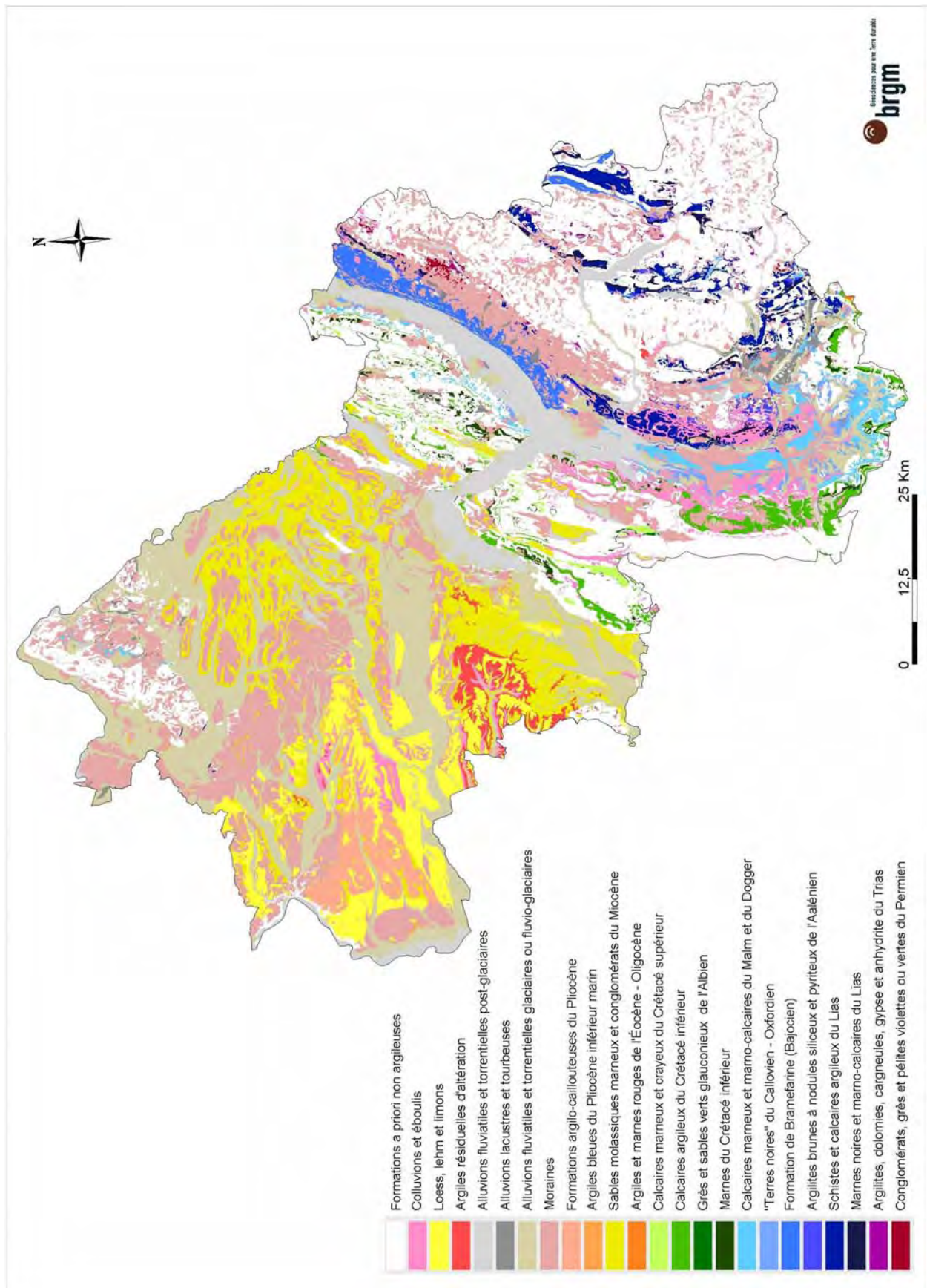


Illustration 1 - Carte synthétique des formations argileuses et marneuses de l'Isère (carte extraite du rapport BRGM/RP-57472-FR, juillet 2009)

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

3. DESCRIPTION DES PHENOMENES ET DE LEURS CONSEQUENCES

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

4. SINISTRES OBSERVES DANS LE DEPARTEMENT

A la date du 20 juillet 2010, 6 des 533 communes que compte le département de l'Isère 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 correspondant aux étés 2003 et 2005. Au total, 5 arrêtés interministériels reconnaissant l'état de catastrophe naturelle sécheresse dans 6 communes de l'Isère ont été pris pour ces périodes (cf. annexe 3).

Les sites de sinistres recensés et localisés avec précision par le BRGM lors de la cartographie départementale d'aléa sont au nombre de 102, répartis dans 35 communes : ce nombre constitue une estimation approchée, quoique vraisemblablement minorée, de la réalité. D'après des données communiquées par la Caisse Centrale de Réassurance et couvrant la période 1989-2003, l'Isère serait classé en 83^{ème} position des départements français en termes de coût cumulé d'indemnisation, dans le cadre du régime des catastrophes naturelles, avec un montant évalué en septembre 2008 à environ 75 500 euros (en coûts actualisés, tenant compte de l'inflation). De plus, la procédure exceptionnelle au titre de la sécheresse 2003 a conduit à indemniser 12 sinistrés, répartis dans 10 communes, pour un montant total de l'ordre de 94 200 euros.

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, il est établi d'abord une carte de susceptibilité, sur la base d'une caractérisation physique des formations géologiques à partir des critères suivants :

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

Pour chacune des 23 formations argileuses ou marneuses identifiées, le niveau d'aléa résulte en définitive de la combinaison du niveau de susceptibilité ainsi obtenu et de la densité de sinistres retrait-gonflement, rapportée à 100 km² de surface d'affleurement

PPRN retrait-gonflement des argiles - Commune de Pont-en-Royans (Isère)
NOTE DE PRESENTATION

réellement urbanisée (pour permettre des comparaisons fiables entre formations). La synthèse des résultats obtenus est présentée dans le tableau ci-dessous (Illustration 2).

Code	Notation	Formation	Surface (km²)	Surface (% du département)	Niveau de susceptibilité
5	Lz	Alluvions lacustres et tourbeuses	59,61	0,76	Moyen
8	P2	Formations argilo-caillouteuses du Pliocène	165,21	2,10	Moyen
9	p1	Argiles bleues du Pliocène inférieur marin	1,17	0,01	Moyen
11	e-g	Argiles et marnes rouges de l'Éocène-Oligocène	1,81	0,02	Moyen
12	C1-6	Calcaires marneux et crayeux du Crétacé supérieur	24,38	0,31	Moyen
13	nCA	Calcaires argileux du Crétacé inférieur	123,56	1,57	Moyen
15	n1-6	Marnes du Crétacé inférieur	35,56	0,45	Moyen
17	j3-5	"Terres noires" du Callovien - Oxfordien	43,03	0,55	Moyen
Total formations en aléa moyen			454,33	5,76	
1	C-E	Colluvions et éboulis	244,46	3,10	Faible
2	OEx	Loess, lehm et limons	391,45	4,97	Faible
3	Rs	Argiles résiduelles d'altération	79,25	1,01	Faible
4	Fz	Alluvions fluviales et torrentielles post-glaciaires	513,82	6,52	Faible
6	Fgy	Alluvions fluviales et torrentielles glaciaires ou fluvio-glaciaires	1349,25	17,12	Faible
7	Gy	Moraines	1531,30	19,43	Faible
10	m2-5	Sables molassiques marneux et conglomérats du Miocène	702,47	8,91	Faible
14	n6G	Grès et sables verts glauconieux de l'Albien	3,06	0,04	Faible
16	J1-7	Calcaires marneux et marno-calcaires du Malm et du Dogger	112,49	1,43	Faible
18	J2	Formation de Bramefarine (Bajocien)	98,07	1,24	Faible
19	j1	Argilites brunes à nodules siliceux et pyriteux de l'Aalénien	26,48	0,34	Faible
20	lsa	Schistes et calcaires argileux du Lias	122,06	1,55	Faible
21	l1-4	Marnes noires et marno-calcaires du Lias	48,79	0,62	Faible
22	t	Argilites, dolomies, cargneules, gypse et anhydrite du Trias	19,35	0,25	Faible
23	r	Conglomérats, grès et pélites violettes ou vertes du Permien	8,42	0,11	Faible
Total formations en aléa faible			5 250,74	66,61	
Total formations argileuses			5 705,07	72,38	
Formations a priori non argileuses			2 177,29	27,62	
Total département			7 882,36	100,00	

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, 5,76 % de la superficie du département est considéré en aléa moyen et 66,61 % du département est située en zone d'aléa faible. Le reste, soit 27,62 % 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.

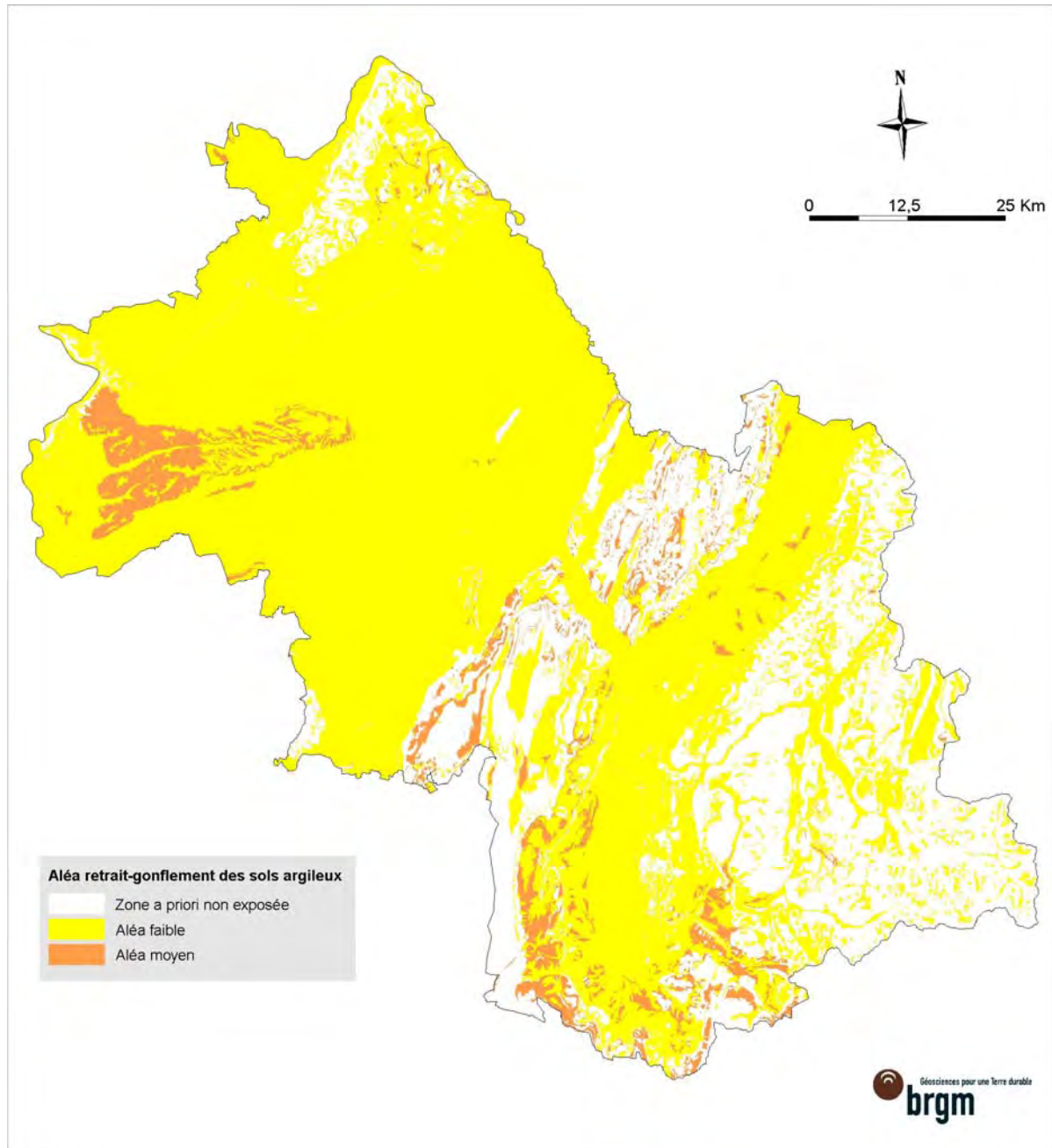


Illustration 3 - Carte départementale de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux de l'Isère (carte extraite du rapport BRGM/RP-57472-FR, juillet 2009)

Au vu de la carte ainsi établie, la répartition géographique de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux montre que la zone classée en aléa moyen se situe pour l'essentiel au sud et au sud-est de Vienne (Formations pliocènes), ainsi que sous forme de lambeau dans les massifs de la Chartreuse et du Vercors, et enfin au sud du département, dans les environs de Mens. L'aléa faible quant à lui est présent sur la totalité du territoire départemental, bien que moins représenté à l'ouest de l'Isère (Massifs de la Chartreuse, du Vercors, des Ecrins-Pelvoux, Grandes Rousses...).

Selon la cartographie établie, aucune commune ne serait totalement à l'abri de ce risque, bien que certaines ne soient concernées que sur un très faible pourcentage de leur territoire. 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 de l'Isère a été extrapolé directement à partir de la carte départementale d'aléa, en intégrant une marge de sécurité de 50 m de largeur pour tenir compte de l'imprécision des contours qui sont valides à l'échelle 1/50 000. Le plan de zonage est présenté sur fond cartographique extrait des cartes IGN à l'échelle 1/25 000 et agrandi à l'échelle 1/10 000.

Les zones exposées à un aléa faible à moyen ont été regroupées en une zone unique, de couleur bleu clair, notée B2. La carte réglementaire traduit ainsi directement la carte d'aléa et présente donc une seule et unique zone réglementée.

5.3. Réglementation

Le règlement du PPRN décrit les prescriptions destinées à s'appliquer aux zones réglementées. Il s'agit pour l'essentiel de dispositions constructives, qui concernent surtout la construction de maisons neuves. Certaines s'appliquent néanmoins aussi aux constructions existantes, avec pour principal objectif de ne pas aggraver la vulnérabilité actuelle de ces maisons vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement.

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

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

6. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES PREVENTIVES

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

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

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

- la première option consiste à appliquer directement un certain nombre de mesures préventives forfaitaires, explicitées dans le règlement du PPRN, qui concernent

autant la construction elle-même que son environnement immédiat, mesures de nature à éviter *a priori* tout risque de désordre important, même en présence de matériaux très sensibles au retrait-gonflement.

- la seconde option consiste à faire réaliser par un bureau d'études géotechniques, une reconnaissance de sol de type G11 (cf. annexe 6) qui permettra de vérifier si, au droit de la parcelle, le proche sous-sol contient effectivement des matériaux sujets au retrait-gonflement. Dans le cas où la présence d'argile n'est pas avérée, aucune mesure préventive n'est rendue obligatoire. Dans le cas contraire, le choix est laissé au maître d'ouvrage entre l'application des mesures préventives forfaitaires évoquées précédemment ou la réalisation par un bureau d'études géotechniques des missions G12 à G3 (cf. annexe 5) et la mise en œuvre de mesures spécifiques préconisées par les conclusions de cette étude.

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

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

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

ANNEXE 1

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

La présente annexe décrit de manière succincte les 23 formations géologiques essentiellement ou partiellement argileuses et/ou marneuses qui affleurent sur 72,38 % 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.

Colluvions et éboulis

La formation des *Colluvions et éboulis* s'étend principalement à l'ouest du département sur une superficie de 244 km². Les éboulis sont majoritairement issus du démantèlement des préalpes calcaires et marno-calcaires d'âge jurassique à crétacé (Vercors, Chartreuse) où quelques éboulements/écroulements sont toujours actifs. La composition lithologique dépend de la formation dont sont issus les éboulis et s'avère extrêmement variable. Il peut s'agir de blocs de plus ou moins gros calibre comprenant une fraction fine d'argiles d'altération ou de solifluxion superficielle, avec une part plus ou moins importante d'éléments grossiers (blocs, cailloutis). Au pied des pentes les plus raides, les éboulis peuvent former des conglomérats. Dans les secteurs des plateaux de Bonnevaux et de Chambaran, les dépôts sont d'origine diverse, formant des colluvions de bas de versant de nature lithologique hétérogène (cailloutis, sables, limons et argiles en mélange). La formation ne dépasse pas quelques mètres d'épaisseur.

Lœss, lehm et limons

La formation des *Lœss, lehm et limons*, d'une superficie de 391 km², est concentrée au nord-ouest du département. Elle est constituée principalement de dépôts éoliens fins, friables, siliceux, calcaires et argileux, parfois ferrugineux. L'ensemble forme un revêtement d'épaisseur variable (compris entre 0 à 8 m) sur les formations molassiques et morainiques. C'est sur les plateaux de Corbas, de Chonas, de Reventin et d'Assieu que le lœss est le plus développé. Le vrai lœss passe insensiblement et irrégulièrement à un lehm, c'est-à-dire un dépôt identique mais plus ou moins décalcifié. Il n'a pas été possible de délimiter le lœss de son lehm.

Les limons sont localisés sur les terrasses anté-würmiennes et les plateaux de Bonnevaux et Chambaran. Ce sont des sédiments fins, limono-argileux, sans structure sédimentaire, compact et devenant massifs en profondeur (augmentation du taux d'argile) surtout pour les limons des plateaux, sans calcaire mais vraisemblablement carbonatés à l'origine. L'épaisseur des limons est relativement irrégulière (1 à 4 m à Tourdan, 1,5 m à Faramans, 0 à 1 m sur la terrasse des Feuges, 1,5 à plus de 3 m sur la terrasse de Sardieu). La vallée morte du Dolon est colmatée par plus de 16 m de limons jaunes.

Argiles résiduelles d'altération

L'essentiel de la formation est située dans le secteur du plateau de Chambaran. L'altération se produit sur les alluvions caillouteuses qui couronnent les collines molassiques du Bas-

Dauphiné. Ce résidu d'altération comprend des cailloutis à galets siliceux (quartzite, grès, silex) arrondis et de grande taille (décimétriques à demi-métriques). Ces galets sont souvent patinés de rouge violacé et enrobés d'une abondante matrice argileuse, légèrement sableuse, non calcaire et bariolée, de couleur jaune et rouge-orangé. Le colmatage argileux des horizons profonds intéresse une épaisseur pouvant aller jusqu'à 10-15 m.

Des formations d'altération identiques sont présentes sur le massif du Taillefer où des argiles sont issues de la désagrégation superficielle d'une surface aplanie du socle cristallin (nord de la Motte). L'ensemble de la formation affleure sur 79 km².

Alluvions fluviales et torrentielles post-glaciaires

Ces alluvions sont situées dans les grandes vallées (Rhône, Isère, Romanche, Drac...) mais tapissent également le fond des talwegs de petites rivières. Cette formation est constituée de sables et de galets mélangés à une fraction argileuse plus ou moins importante. La granulométrie a tendance à être plus grossière dans les secteurs alpins, là où la compétence des cours d'eau est la plus grande.

Ces alluvions, présentes sur 514 km² dans le département, peuvent être localement regroupées avec des alluvions d'origine glaciaire. Il n'est pas possible de leur attribuer une épaisseur moyenne, celle-ci pouvant varier de quelques mètres dans les petits cours d'eau à plusieurs dizaines de mètres dans la vallée du Rhône.

Alluvions lacustres et tourbeuses

Cette unité, d'épaisseur métrique à plurimétrique (20 à plus de 150 m), regroupe les principales formations de remblaiement des lacs et marais post-würmien. Il s'agit d'argiles grises plus ou moins litées, à niveaux silteux ou sableux. Elle présente localement de grosses lentilles argilo-caillouteuses ou graveleuses compactes. Dans le secteur de l'île Cremieu s'intercalent aux argiles des tourbes qui succèdent aux craies lacustres. Dans le Trièves central, les dépressions ou ravins sont remplis par des argiles à nombreux éléments anguleux cristallins.

Ces dépôts se rencontrent soit dans les fonds de vallées et les couloirs d'écoulement fluvio-glaciaires (vallée de Lavours, vallée de Furans, haute vallée de l'Isère...), soit dans les surcreusements du substratum ou dans les dépressions de dépôts glaciaires (Lac de Bart, Lac de la Tuilerie de La Mure, Lac de Valbonnais...). La superficie de la formation est d'environ 60 km².

Alluvions fluviales et torrentielles glaciaires ou fluvio-glaciaires

Cette formation est l'une des plus étendues du département avec une superficie avoisinant 1 349 km². Elle matérialise l'avancée des glaciers au cours des grandes glaciations du Quaternaire. Elle occupe majoritairement les dépressions du nord-ouest du département et ponctuellement la périphérie des vallées alpines, notamment dans le Trièves (Vallée du Drac). D'un point de vue lithologique, la formation est peu différenciée des alluvions fluviales et torrentielles post-glaciaires quoique parfois un peu plus argileuse, les sables et graviers restant dominants. Les épaisseurs sont très variables, de quelques mètres jusqu'à 50 m.

Moraines

Les moraines sont issues du démantèlement des Alpes par les glaciers qui ont recouvert le département de l'Isère durant les grandes glaciations quaternaires. Elles correspondent à un sédiment hétérogène et hétérométrique, constitué de blocs, cailloux et graviers emballés dans une matrice argileuse ou sablo-argileuse. D'une superficie de 1 531 km², cette

formation est présente sur l'ensemble du département. Son épaisseur varie de 1 m à plusieurs dizaines de mètres.

Formations argilo-caillouteuses du Pliocène

Située dans la région du Bas Dauphiné, cette formation, épaisse au maximum d'une centaine de mètres, est constituée principalement de galets de quartzites patinés d'origine alpine pouvant atteindre une grande taille (0,40-0,50 m de grand diamètre). Les galets sont emballés dans une matrice argileuse rougeâtre provenant de la décomposition de roches métamorphiques et éruptives.

La formation se présente comme une vaste nappe d'épandage inclinée en direction du Rhône, soit d'est en ouest. Les alluvions ont souvent glissé sur les pentes en raison de leur nature argileuse. Il est donc difficile de préciser quelles étaient leurs altitudes originelles de base, ce qui rend délicat leur délimitation exacte. La superficie de cette formation est estimée à environ 165 km².

Argiles bleues du Pliocène inférieur marin

Ce sont des argiles bleues, marines à la base et lagunaires au sommet dans lesquelles s'intercalent des bancs de lignites (tranchée de l'autoroute A7 à Roussillon). Ces argiles passent latéralement à des sables (faciès astien).

La puissance de la formation n'est pas précisée. Sa superficie est de 1,2 km² seulement, localisée en bordure de la vallée du Rhône.

Sables molassiques marneux et conglomérats du Miocène

Cette formation du domaine péri-alpin occupe la moitié occidentale du département. Les dépôts miocènes constituent la quasi-totalité du substratum anté-quadernaire à l'est de la vallée du Rhône. Ils forment l'ossature de la plupart des collines. Dans les régions les plus basses, ces dépôts sont recouverts par les formations glaciaires. La puissance de cette formation est très inégale mais peut atteindre plusieurs centaines de mètres. Sa surface d'affleurement est de 702 km².

Les sédiments du Miocène présentent une grande hétérogénéité de faciès, les trois principaux étant les suivants :

- faciès sablo-gréseux : dit de Saint-Fons, c'est un faciès de sable fin calcaire et micacé, jaune clair ou gris, consolidé irrégulièrement en molasse, d'origine alpine. Dans la masse s'intercalent des lentilles à galets d'argiles ferrugineuses, jaunes et micacées;
- faciès argileux et marneux : vers le haut de la série s'intercalent des couches d'argile souvent épaisses d'une dizaine de mètres. Des marnes gris-bleuâtre, plus ou moins plastiques, affleurent dans le Bas-Dauphiné et à Royans ;
- faciès à galets : situé au sommet de la série et épais d'une dizaine de mètres, il se situe essentiellement dans le nord-est du département (Eyzin-Pinet, Moidieu). Il s'agit d'un ensemble argilo-sableux, caillouteux, groupant toutes les roches d'origine alpine. Il est plus ou moins consolidé en conglomérat par un ciment argilo-calcaire.

Argiles et marnes rouges de l'Éocène - Oligocène

Cette formation, répartie de façon hétérogène, affleure localement dans le département. Elle est composée de calcaires, de marnes et d'argiles vertes à rouges. Dans le vallon de la Charmette, les argiles évoluent vers un faciès plus sableux accompagnées de galets et graviers calcaires ou siliceux. À l'extrémité nord-est du Dévoluy et à l'ouest de l'étang du Carre, entre Carisieu et Soleymieu, affleurent des conglomérats à matrice argileuse ou

marneuse rouge. L'épaisseur de cette formation peut atteindre une centaine de mètres. La superficie de ses zones d'affleurement dans le département ne dépasse pas 1,8 km².

Calcaires marneux et crayeux du Crétacé supérieur

Les *Calcaires marneux et crayeux du Crétacé supérieur* occupent le centre du département et sont alignés selon une bande orientée NE-SO. Cette formation est composée de craie marneuse et de lauze marneuse du Sénonien, où la glauconie peut être localement abondante. Dans la région de Sassenage et d'Engins, la base de la formation comprend un niveau métrique de grès glauconieux localement conglomératique.

Dans les secteurs de la vallée du Furon, du bassin de Méaudre et celui de Villard-de-Lans, des calcaires blancs ou jaunâtres et des calcaires à silex du Maastrichtien ont été reconnus mais n'ont pas pu être différenciés du reste de la formation.

L'épaisseur de la série est d'environ 200 m et sa superficie dans le département est évaluée à 24 km².

Calcaires argileux du Crétacé inférieur

Cette formation correspond aux *Calcaires argileux du Crétacé inférieur* qui occupent 123 km² dans la partie centrale du département. Les bancs de calcaires argileux gris à noir sont séparés par des joints marneux, formant une série monotone de niveaux décimétriques à lits contournés et disloqués, généralement plus riches en marnes, déterminant parfois des vires. La glauconie est présente dans de nombreux secteurs. Dans la région de Chichilianne se développe une série de schistes feuilletés, très homogènes, légèrement gréseux, gris, à patine rousse à la base et grise au sommet.

La puissance de la formation atteint et dépasse parfois 200 m.

Grès et sables verts glauconieux de l'Albien

L'Albien est presque toujours représenté à sa base par un conglomérat phosphaté et glauconieux, toujours recouvert par des sables et des grès verts (glauconieux), sauf aux Près de Rencurel. A la Fauge, au sud-est de Villard-de-Lans, le Crétacé moyen débute par des marnes sableuses épaisses recouvertes par des sables et des grès glauconieux sombres épais de 50 mètres. La série se termine par les sables clairs du Cénomani.

Au nord-est de Saint-Martin-en-Vercors, les sables glauconieux albiens atteignent leur épaisseur maximale (100 m). Cette formation, d'une superficie de 3 km², affleure uniquement dans le Vercors.

Marnes du Crétacé inférieur

Cette formation, qui s'étend sur 35 km², est caractérisée par des marnes bleutées à rares intercalations marno-calcaires en petits bancs mal délimités. Au sud du département, ces marnes sont jaunissantes et leur puissance n'excède pas 60 m. Cette formation est très puissante dans la Chartreuse orientale où elle atteint de 700 à 900 m. Dans la Chartreuse occidentale (chaînon de la Grande Sure), son épaisseur se réduit fortement et ne dépasse guère 100 m. Des passées puissantes d'une dizaine de mètres et formées de petits bancs argilo-calcaires gris décimétriques, alternés de marnes s'y intercalent à plusieurs niveaux. Dans le massif du Vercors affleurent de minces couches marno-sableuses, habituellement grises ou noires.

Calcaires marneux et marno-calcaires du Malm et du Dogger

Les *Calcaires marneux et marno-calcaires du Malm et du Dogger* sont essentiellement représentés dans le secteur subalpin selon une bande discontinue s'étirant du massif de la

Chartreuse jusqu'au Trièves, en passant par le Vercors. Il s'agit, dans le secteur du massif de la Chartreuse, de calcaires marneux « café au lait » en bancs de 10 cm à 1 m, alternant avec des marno-calcaires.

Plus au sud, dans le Trièves et le Vercors, affleurent des marno-calcaires de teinte grise à noire, datés du Bajocien. Le sommet de cet étage devient plus marneux, annonçant les « Terres Noires » du Callovien-Oxfordien.

La superficie totale de la formation est de 112 km² et son épaisseur peut atteindre 250 m.

« Terres Noires » du Callovien-Oxfordien

Les « Terres Noires » proprement dites sont des marnes noires franches, à patine brunâtre d'âge callovo-oxfordien. D'une superficie de 43 km², elles s'observent sur la marge orientale du massif de la Chartreuse, sur les pentes du Grésivaudan et dans le Trièves. Les affleurements sont souvent discontinus, altérés superficiellement et recouverts par d'abondants placages quaternaires. À leur sommet, de petits bancs de calcaires marneux brunâtres peuvent venir s'intercaler dans les marnes noires. La puissance de la formation peut atteindre 400 m.

Formation de Bramefarine (Bajocien)

La *Formation de Bramefarine* daté du Bajocien forme une zone de collines en rive gauche du Grésivaudan (Bramefarine, Montrailant, Fort de Montavie...). Sa superficie est de 98 km². Elle se caractérise par une alternance irrégulière de calcaires argileux fortement sableux et micacés et de schistes plus argileux. L'épaisseur des bancs est très variable, de 0,3 à 0,6 m, et les passées schisteuses ont une épaisseur conséquente pouvant parfois atteindre 2,5 m (SW de Montoucher). Cependant, la plupart des bancs calcaires sont centimétriques ou décimétriques et se débitent en dalles, plaquettes ou baguettes suivant l'intensité de la schistosité, séparés par de minces délits schisteux.

Prise dans son ensemble, la *Formation de Bramefarine* constitue une masse compacte, imperméable, d'épaisseur difficile à chiffrer étant donné le manque de repères lithologiques et l'intensité du plissement. Le creusement de galeries effectué par EDF supposent une épaisseur comprise entre 600 et 1 000 m.

On retrouve cette formation plus au sud, sur une bande allant des Deux-Alpes au col de la Valette.

Argilites brunes à nodules siliceux et pyriteux de l'Aalénien

Les *Argilites brunes à nodules siliceux et pyriteux de l'Aalénien* se répartissent d'est en ouest dans le secteur alpin du département. La formation est représentée par des schistes argileux noirs s'altérant en gris ou en brun-roux, à intercalations de petits bancs centimétriques ou de nodules très durs, siliceux et ferrugineux. Cet étage a donné naissance à la dépression d'Alleverd qui est en continuité avec la longue gouttière qui borde plus au sud les massifs cristallins depuis Vizille.

La base de l'Aalénien montre des marnes roussâtres à petits bancs de calcaires bleutés très durs, localisées notamment sous le hameau de Moret et au-dessus de Saint-Pierre-d'Alleverd.

L'extension géographique de cette formation dans le département atteint 26 km² et son épaisseur varie de 100 à 200 m.

Schistes et calcaires argileux du Lias

L'essentiel du Lias calcaire est constitué par une succession monotone de bancs de calcaires argileux gris ou noirs à pâte fine, à patine grise ou rousse. On peut assez souvent y

reconnaître une succession de termes repères, peu distincts les uns des autres, d'épaisseur très inégale. Les principaux niveaux sont les suivants :

- calcaires en petits bancs, de 10 à 20 cm d'épaisseur, à surfaces plus ou moins corrodées et gaufrées et à joints très marneux. Leur puissance n'excède pas 50 m ;
- calcaires à patine grise, en bancs parallèles épais de 50 cm, à joints marneux centimétriques à décimétriques. Cet ensemble peut atteindre une centaine de mètres en bordure du massif du Pelvoux et dépasse 300 m dans le Beaumont méridional ;
- calcaires gris à joints bruns, en bancs de 30 à 50 cm, dont la base et le sommet sont plus argileux et à patine brune. Leur puissance varie de quelques mètres à environ 20 m ;
- calcaires gris en gros bancs, puissants de 10 à 20 m et formés de bancs épais de 2 m en moyenne, séparés par des joints marneux noirs de 0,5 à 1 m. Ce niveau n'est individualisé que dans le Beaumont méridional.

Cette formation est favorable au développement d'une schistosité rousse ou noire. Sa superficie est de 122 km². Elle est localisée dans le sud-est du département.

Marnes noires et marno-calcaires du Lias

La formation des *Marnes noires et marno-calcaires du Lias* occupe la région de Beaumont et de la Mure, ainsi que les massifs des Écrins et de Belledonne. Dans son ensemble, il s'agit d'une épaisse série de marnes noires ou grises, finement détritiques à la base, où viennent s'intercaler de rares bancs calcaires à patine rousse ou ocre. Vers le haut de la série, ces marnes peuvent progressivement passer à des marno-calcaires sombres sans litage net que l'on peut rapporter au Toarcien.

La puissance de la formation est comprise entre 100 et 300 m et sa superficie est de 49 km².

Argilites, dolomies, cargneules, gypse et anhydrite du Trias

Le Trias est représenté par des cargneules et des gypses ou anhydrites parfois épais surmontés d'argilites versicolores et de dolomies jaunes (sud du pic Mas de La Grave, pics Buffe d'en Haut, Mont-Falcon) ou claires à brunes (crête de la Lavey). Située dans la zone ultra-dauphinoise, la puissance de la formation varie de 10 à 70 m. Sa superficie est légèrement supérieure à 19 km².

Conglomérats, grès et pélites violettes ou vertes du Permien

C'est un ensemble puissant de grès plus ou moins grossiers, d'argilites rouges et de pélites vertes ou violettes, à niveaux conglomératiques à galets de quartz ou de roches cristallines. Cette série détritique est appelée communément « *Grès d'Alleverd* » (Montagne du Collet et Mont Mayen). Le Permien apparaît au Crêt Luisant et se poursuit en couverture sur le rameau externe jusqu'à la forêt de Pipay. Sur le rameau interne, il forme la lèvre du synclinal médian, de la Montagne des Fanges jusqu'au Pré du Mollard. Deux petits affleurements sont à signaler le long du synclinal médian sur la Montagne de CombeGrasse. Au sud du département, la formation est présente à l'est de la Salette-Fallavaux, au sommet des Rouchoux. La superficie de la formation est de 8 km².

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. Le constat est, 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.

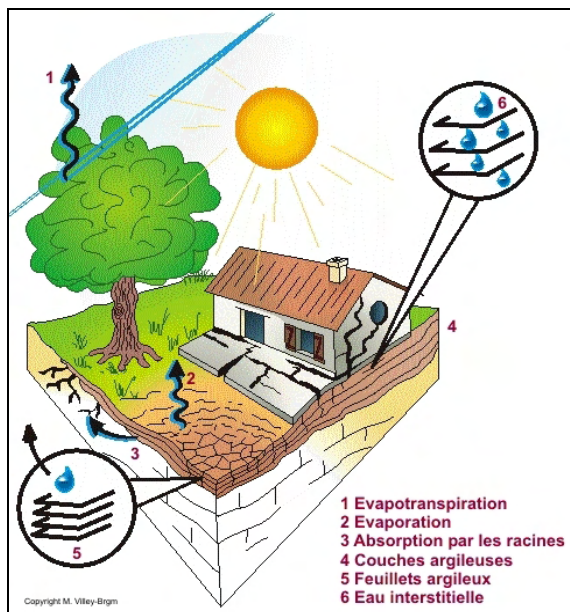


fig. 1 : illustration du mécanisme de dessiccation

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 de leurs fondations, ce qui explique que la plupart des désordres apparaissent en période de sécheresse. Le gonflement du sol en période de réhumidification peut néanmoins provoquer aussi des dégâts, en particulier au niveau des dallages 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 (sauf en présence d'arbre) ;
- 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

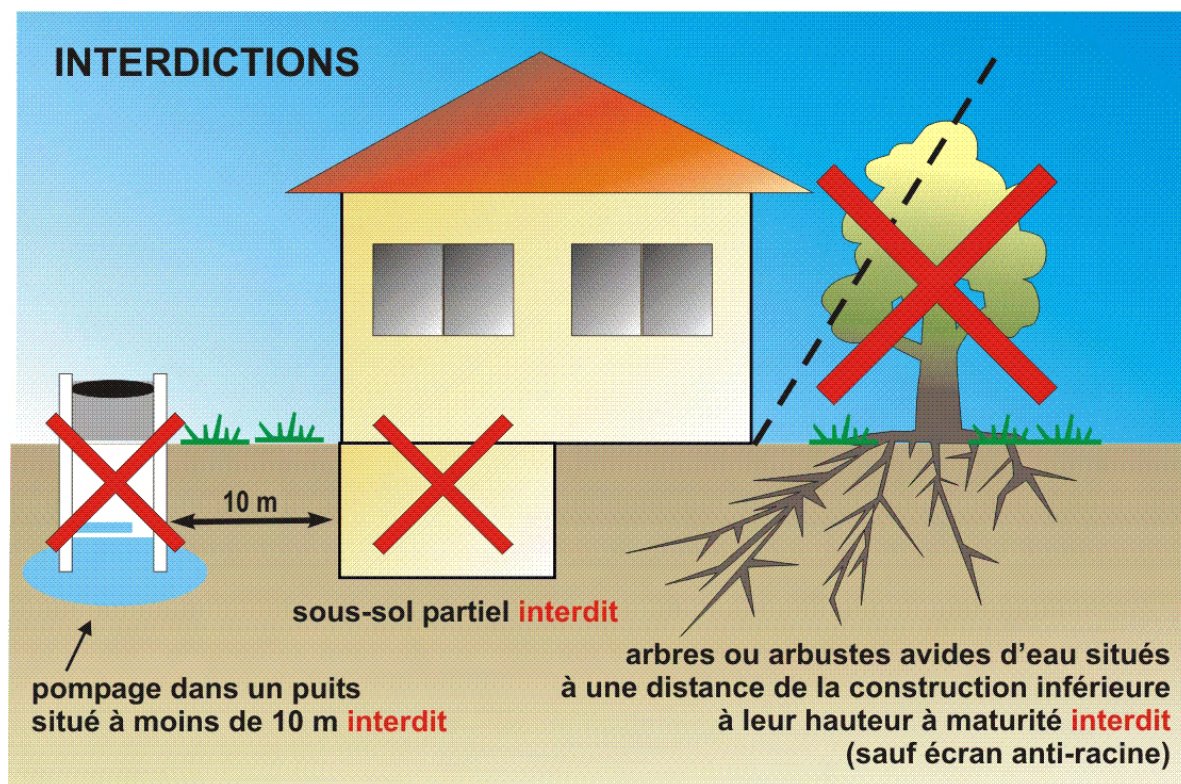
Présentation des arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle au titre de mouvements différentiels de terrain liés au retrait-gonflement des argiles, pris dans le département de l'Isère (données www.prim.net au 20 juillet 2010)

Numéro INSEE	Communes	Date de début	Date de fin	date de l'arrêté	Date de parution au JO
38077	Chapelle-de-Surieu	01-juil-05	30-sept-05	26-juin-08	05-juil-08
38090	Château-Bernard	01-juil-03	30-sept-03	22-nov-05	13-déc-05
38187	Gua	01-juil-03	30-sept-03	09-janv-06	22-janv-06
38229	Meylan	01-juil-03	30-sept-03	11-janv-05	01-févr-05
38421	Saint-Martin-d'Hères	01-juil-03	30-sept-03	11-janv-05	01-févr-05
38536	Vernioz	01-juil-03	30-sept-03	30-mars-06	02-avr-06

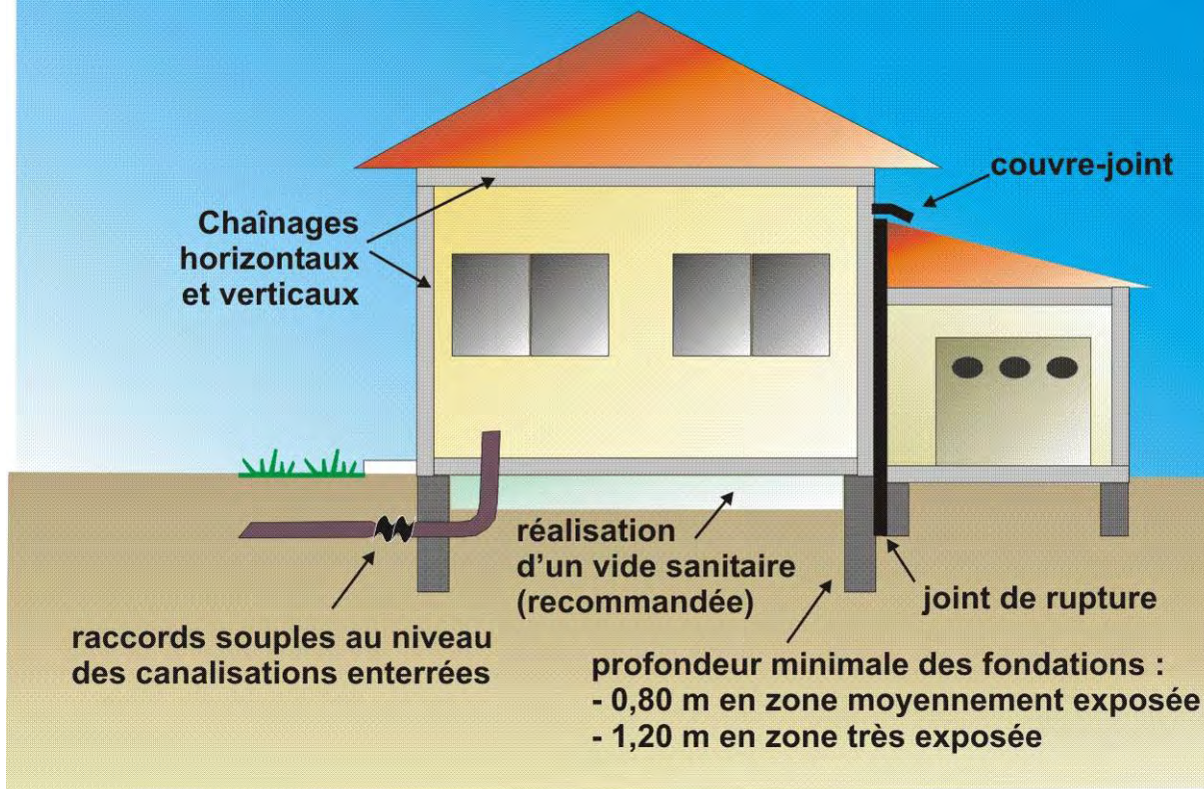
ANNEXE 4

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

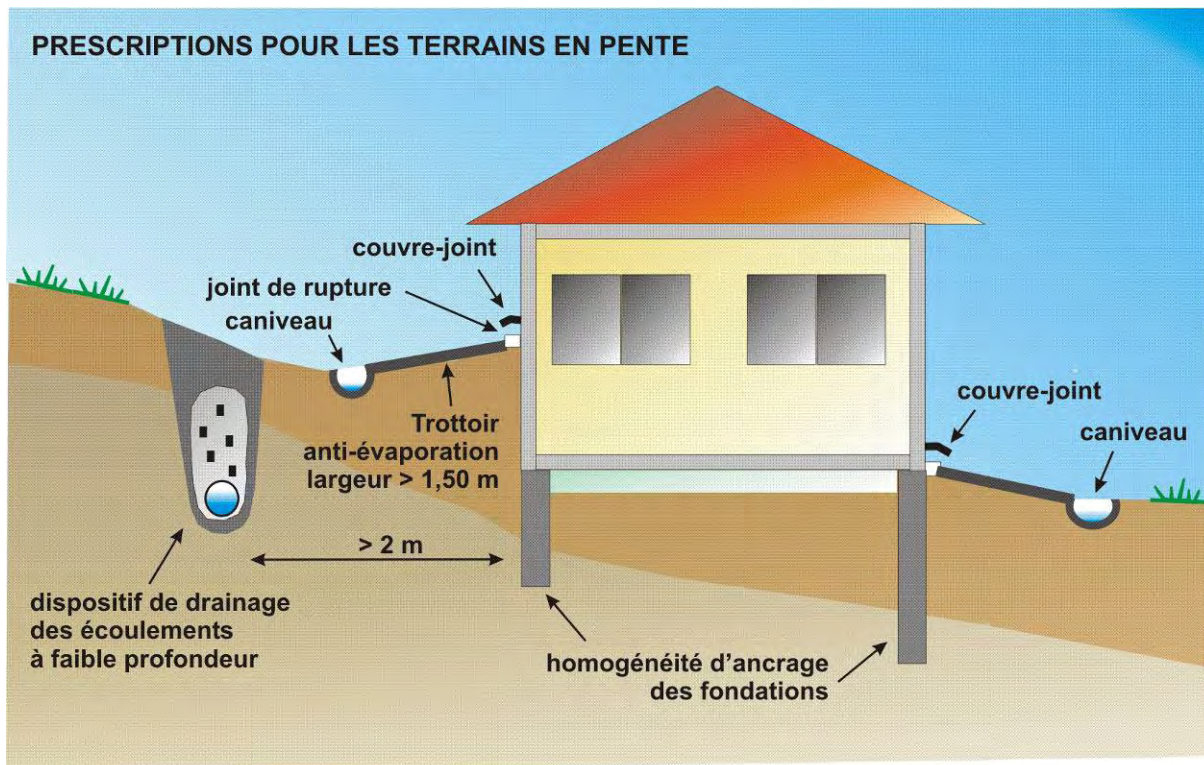
Les illustrations qui suivent présentent une partie des prescriptions et recommandations destinées à s'appliquer dans les zones réglementées par le PPRN. Suivant le type de construction (existante ou projetée), certaines de ces mesures sont obligatoires, d'autres non, et l'on se reportera donc au règlement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

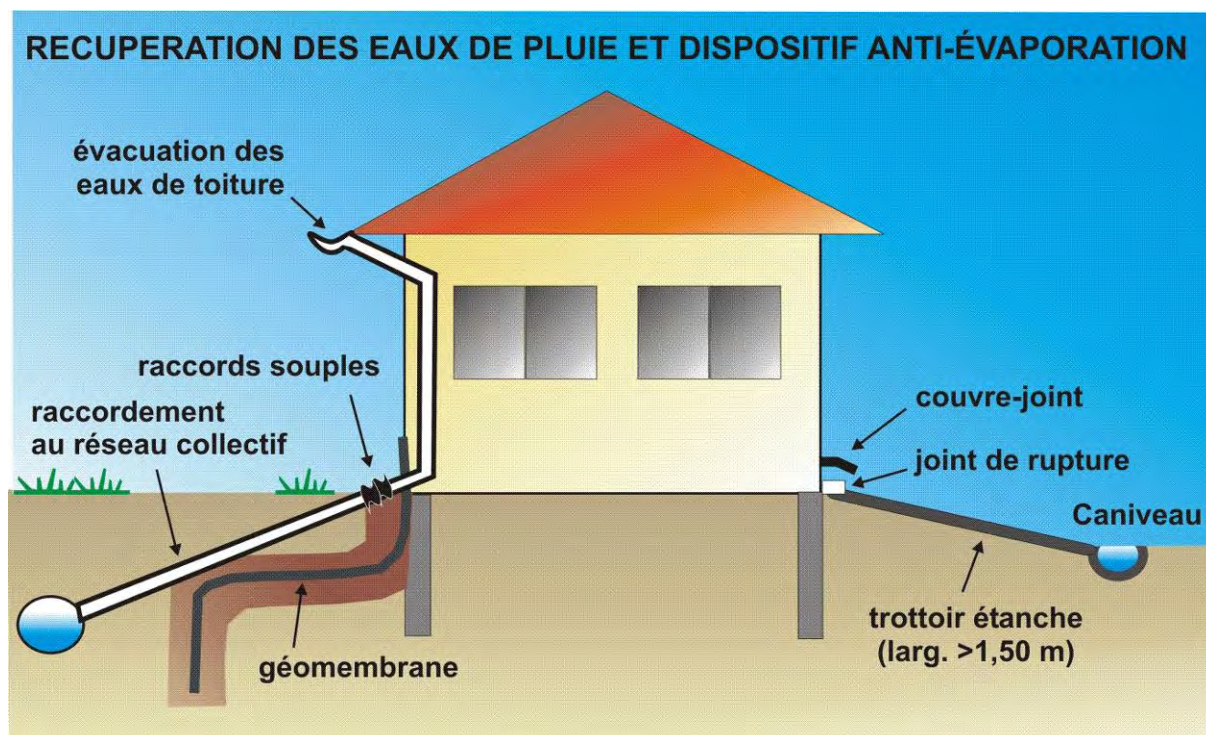
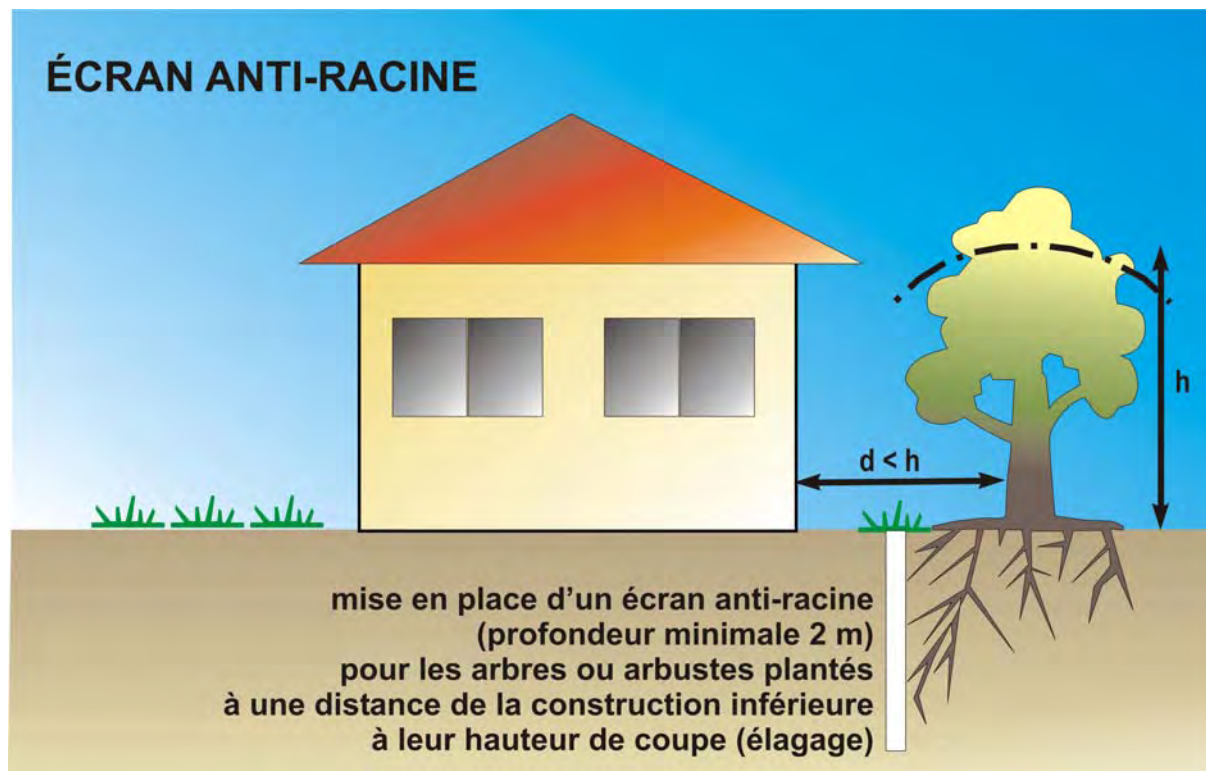


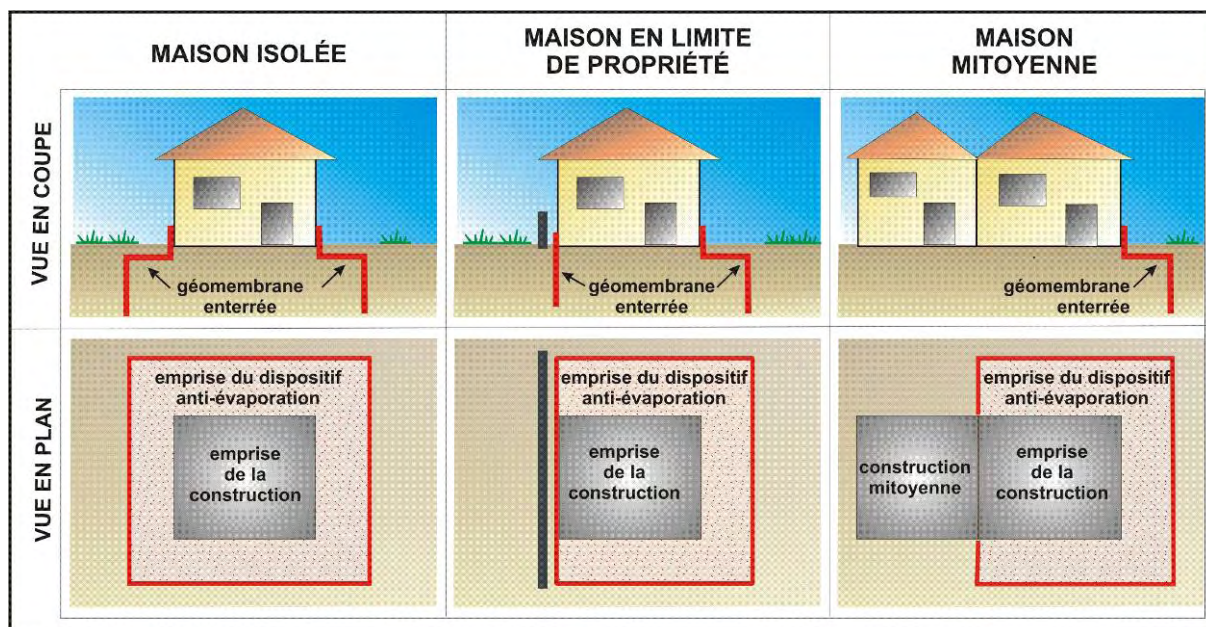
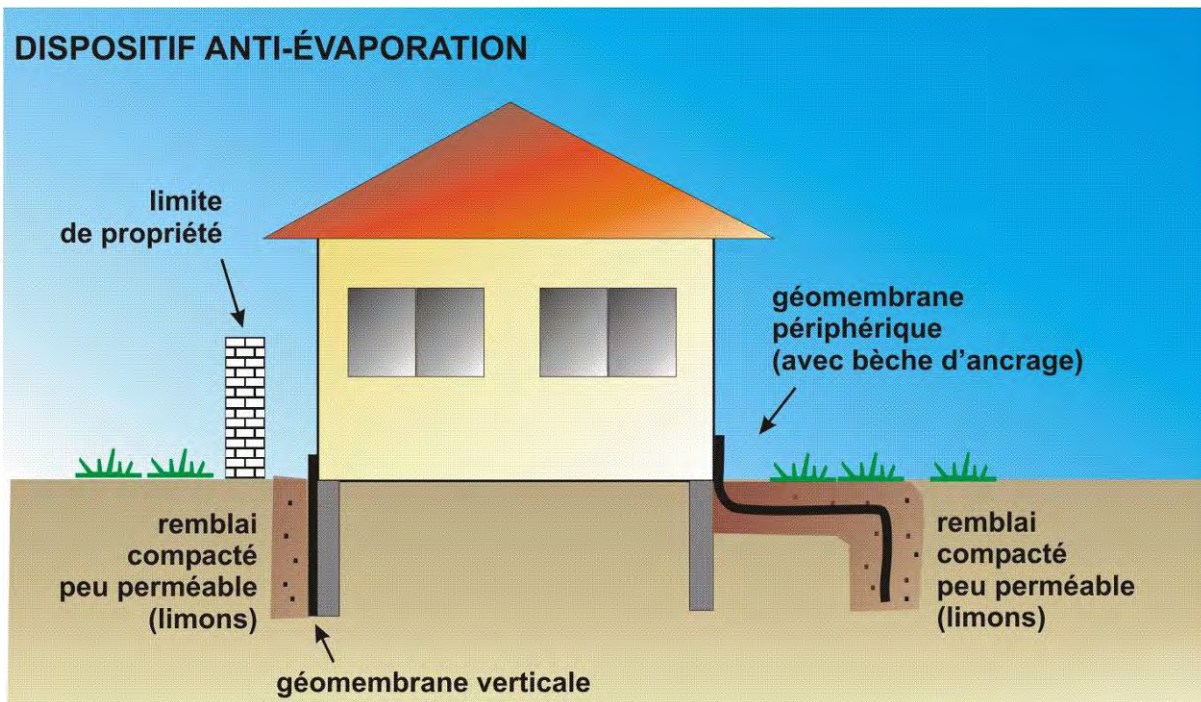
PRESCRIPTIONS POUR LES CONSTRUCTIONS NEUVES



PRESCRIPTIONS POUR LES TERRAINS EN PENTE



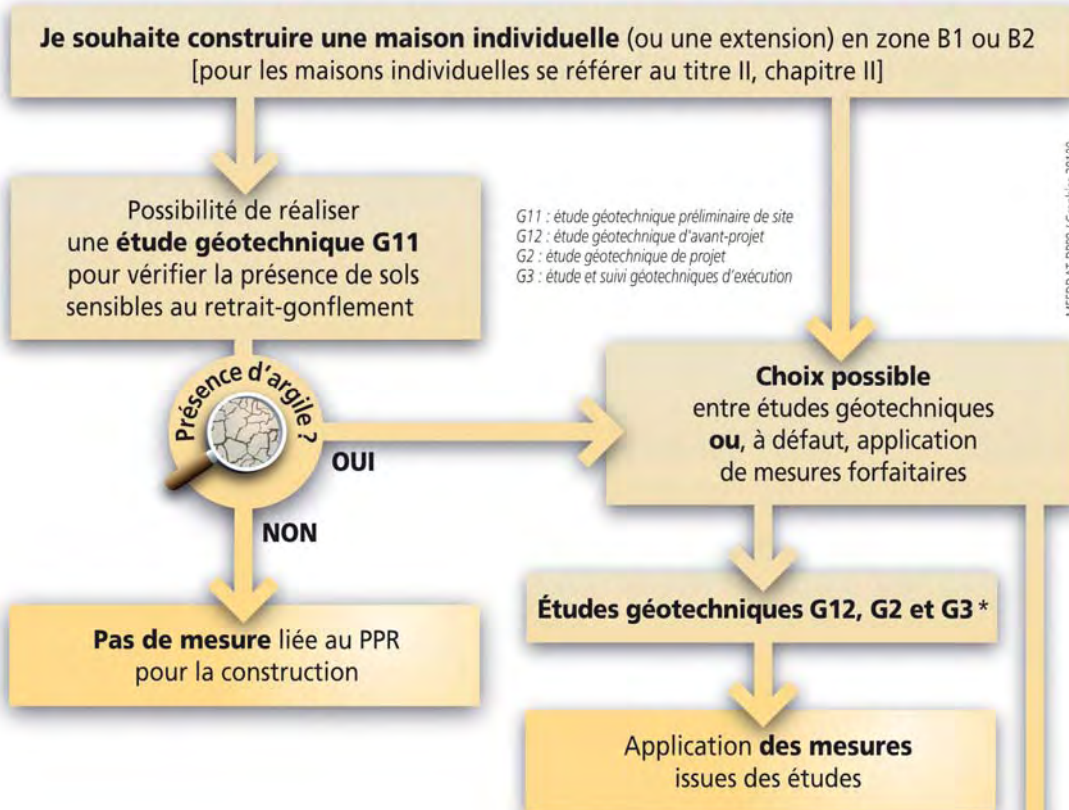




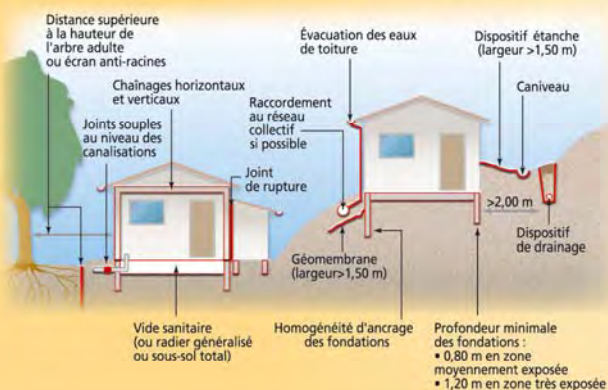
ANNEXE 5

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.

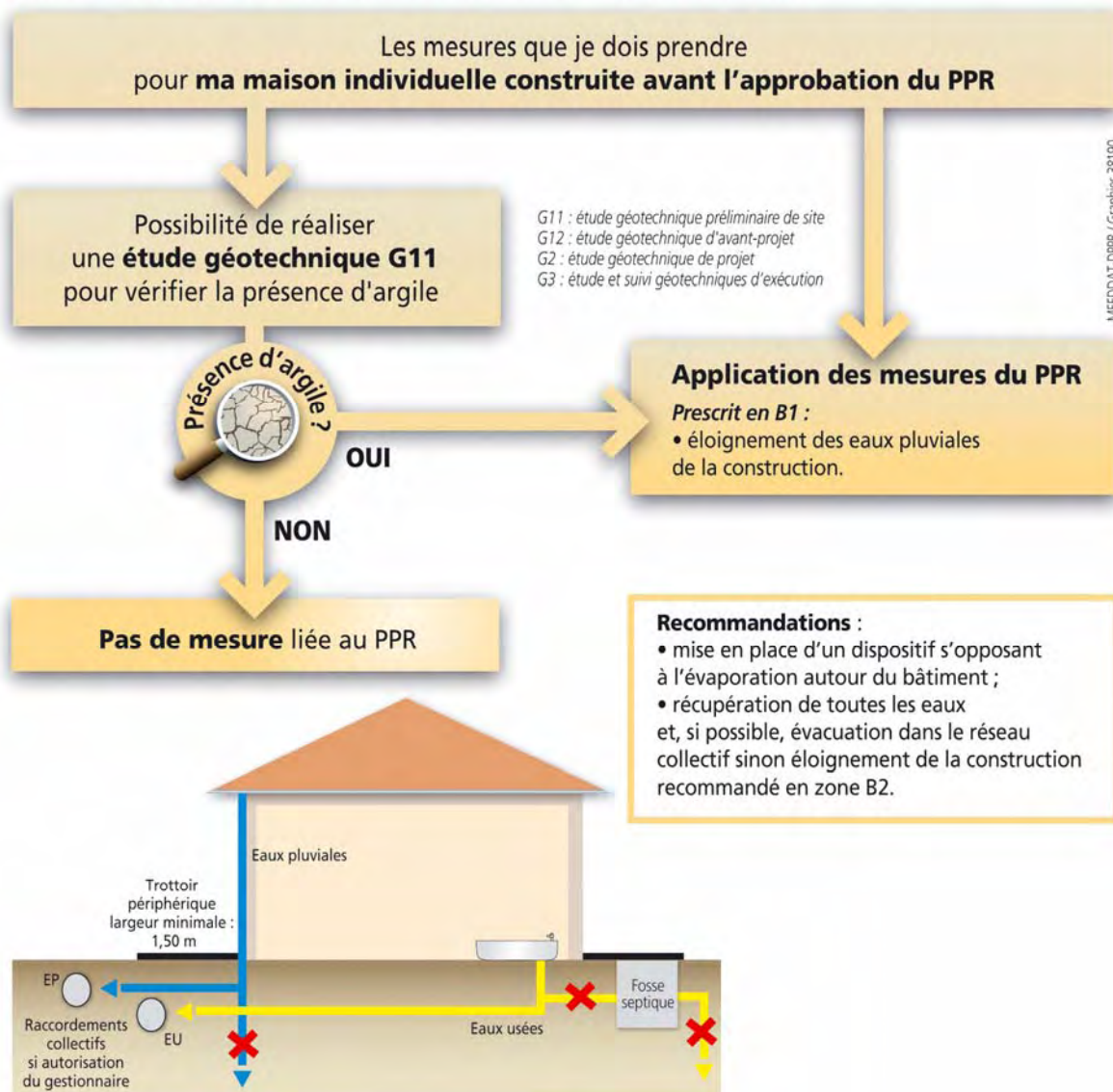


* Dès la conception de leur projet, les pétitionnaires doivent aussi veiller à prendre en compte les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde du titre IV du règlement.

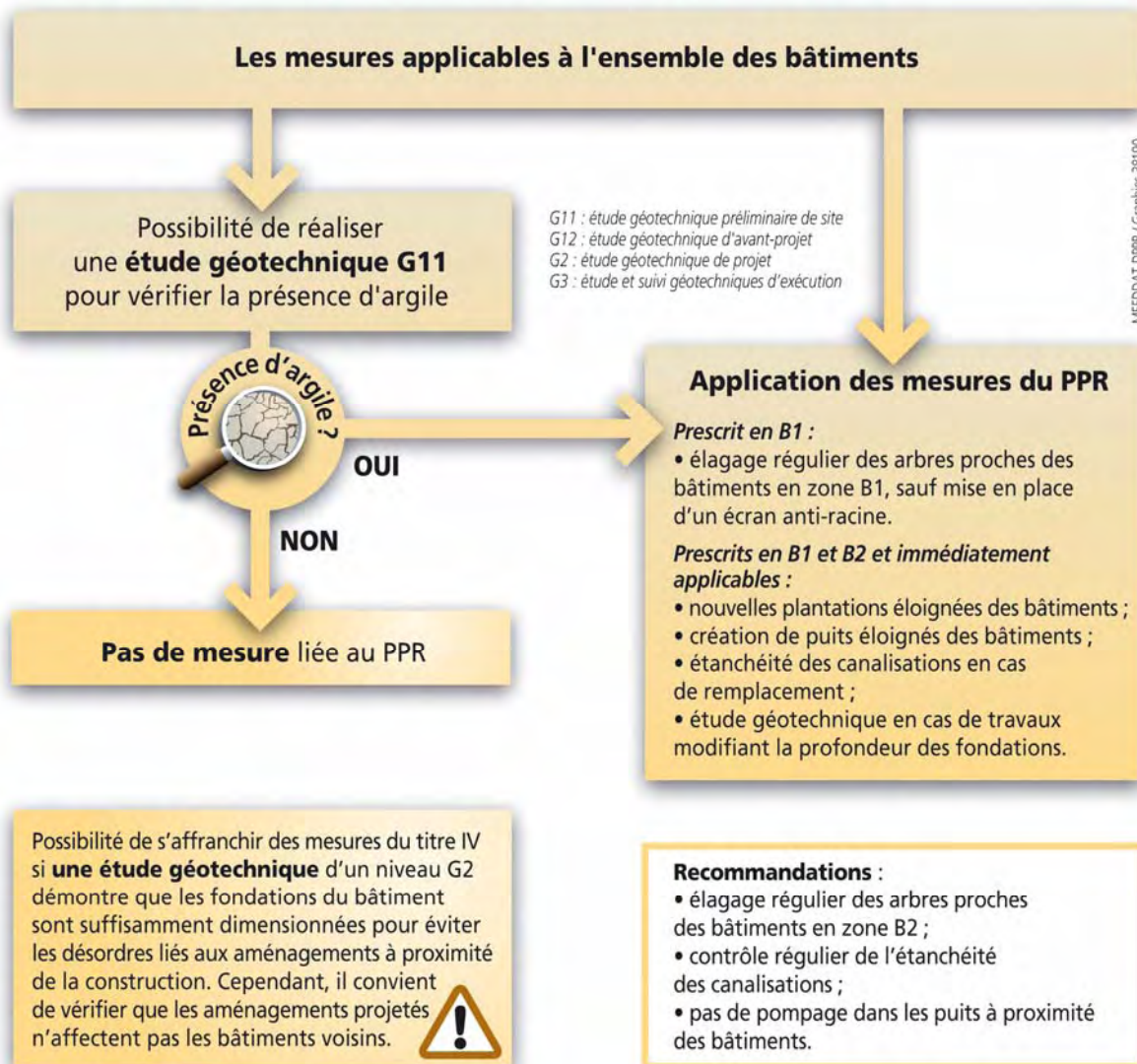
Recommandation

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

Annexe A

(informative)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

PPRN retrait-gonflement des argiles - Commune de Pont-en-Royans (Isère)
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 Pont-en-Royans

Proposition de règlement (document type)

Plan de Prévention des Risques Naturels prévisibles (PPRN)

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

Commune de Pont-en-Royans

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 Pont-en-Royans 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 une unique zone réglementée, faiblement à moyennement exposée (notée B2), délimitée en fonction du niveau d'aléa.

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 de la zone à risques B2 délimitée 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 zone 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 zone 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 0,80 m, 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 dans la zone 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 recommandées pour l'ensemble de la zone réglementée. 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 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.
- 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 - Sont recommandées les mesures suivantes 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).
- 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.

Article 2 - Sont prescrites et immédiatement applicables les mesures suivantes en zone 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.



Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemin
BP 6009
45 060 - Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34

Service Risques Naturels et stockage du CO₂
Unité Risques de Mouvements de terrain
117, avenue de Luminy - BP 167
13 276 - Marseille Cedex 09 – France
Tél. : 04 91 17 74 74

Service géologique régional Rhône-Alpes
151 Boulevard Stalingrad
69626 VILLEURBANNE Cedex – France
Tél. : 04 72 82 11 50

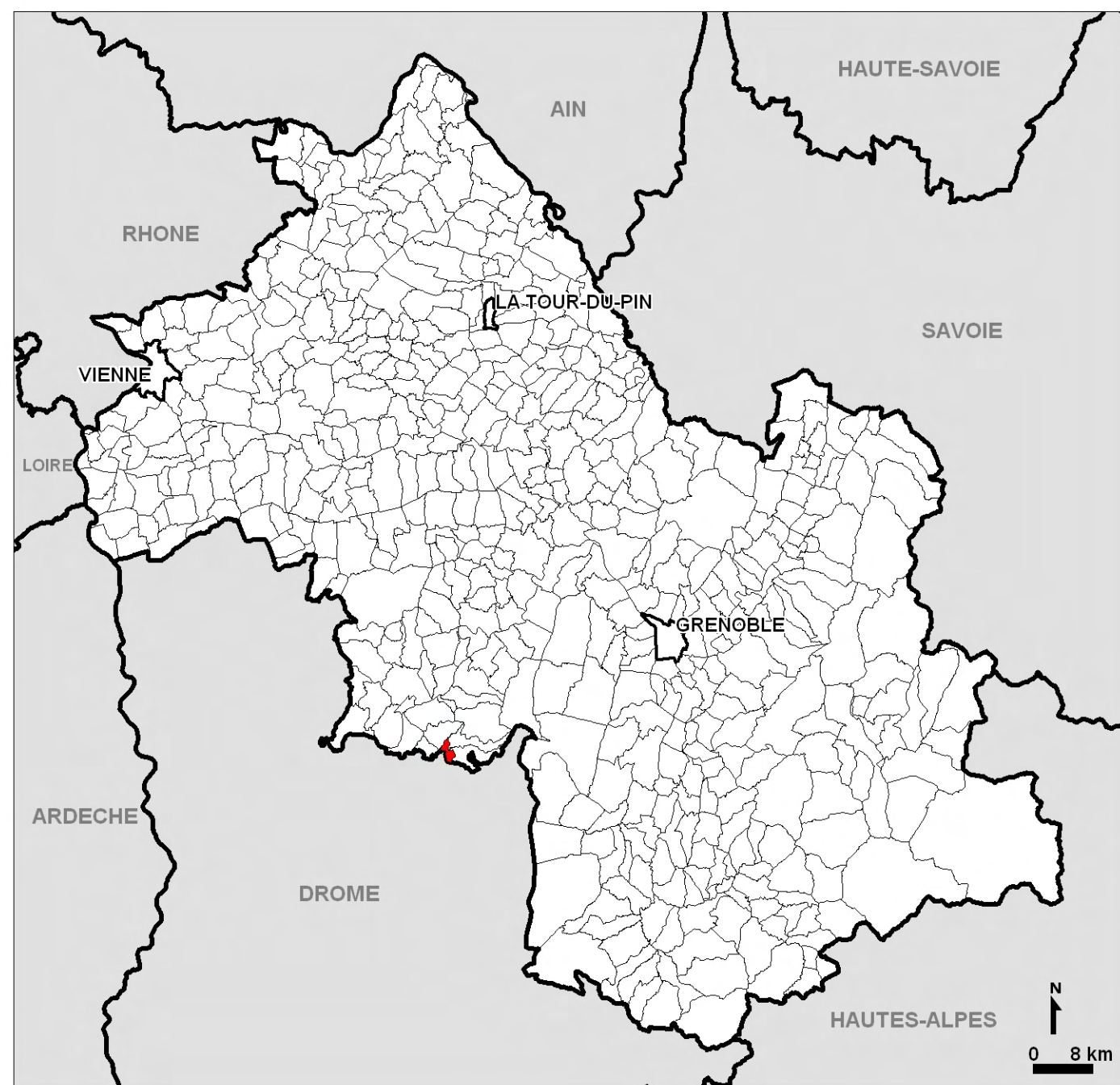
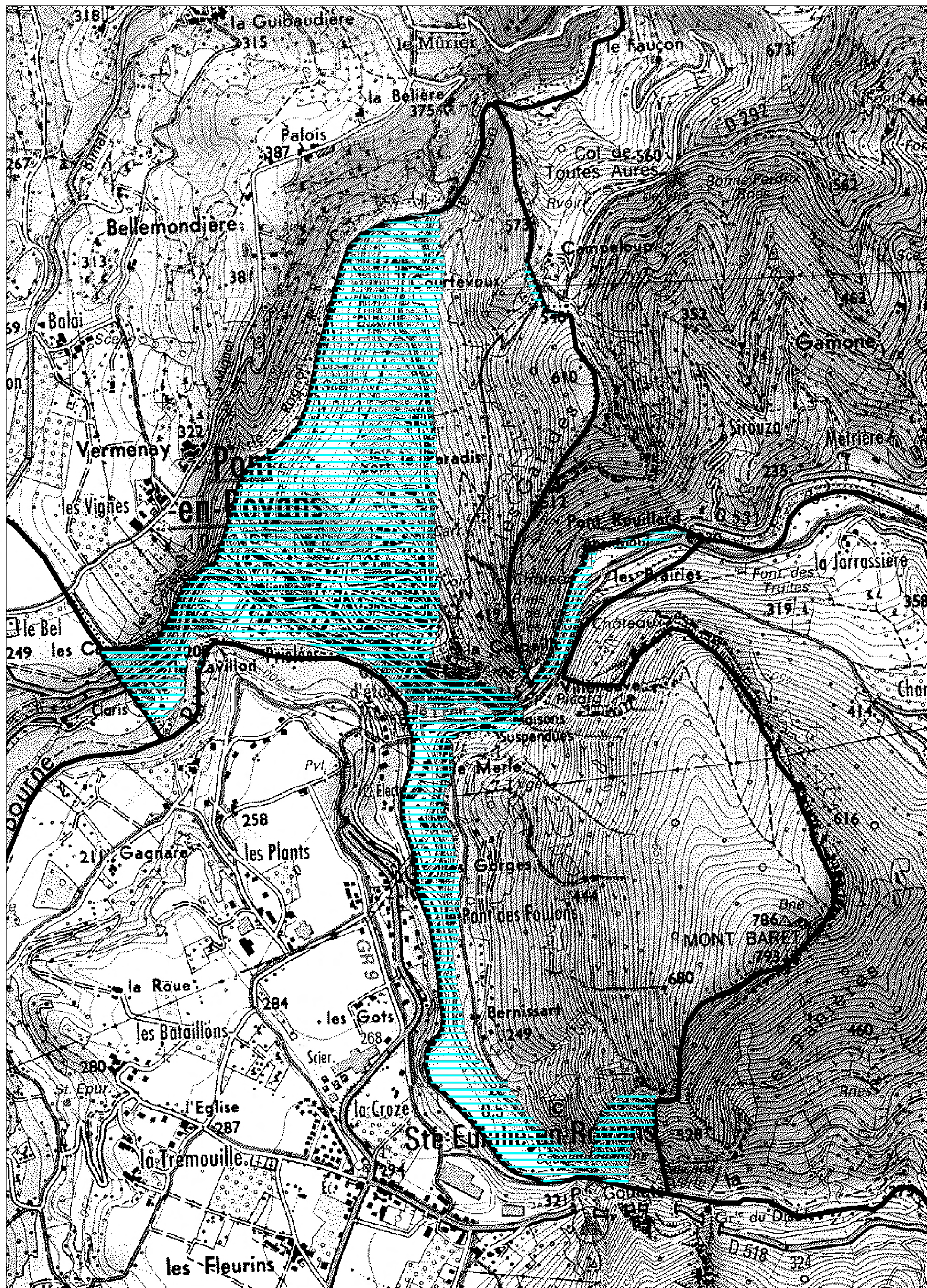
**Plan de Prévention des Risques
Naturels prévisibles (PPRN)
mouvements différentiels de terrain
liés au phénomène de retrait-gonflement
des sols argileux**

Département de l'Isère


commune :
PONT-EN-ROYANS

Proposition de zonage réglementaire

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



Légende :

 Zone faiblement à moyennement
exposée (B2)

