Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFET DES ALPES-DE-HAUTE-PROVENCE

Digne-les-Bains, le 21 NOV. 2016

DIRECTION DEPARTEMENTALE DES TERRITOIRES
Service Environnement Risques
Pôle Risques

ARRÊTÉ PRÉFECTORAL N° 2016- 326-002
portant approbation du plan de prévention des risques naturels prévisibles de la commune de Céreste

LE PRÉFET DES ALPES-DE-HAUTE-PROVENCE
Chevalier de la Légion d'Honneur
Chevalier de l'ordre national du Mérite

VU le code de l'environnement, notamment ses articles L122-4, R122-17 à R122-24, L125-2 L562-1 à L562-9 et R562-1 à R562-10-2 ;

VU le code de l'urbanisme, notamment son article L 126-1 ;

VU le code de la construction et de l'habitation ;

VU le code des assurances, notamment les articles L125-1 et suivants ;

VU la loi n° 95-101 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement, notamment son titre II afférent à la prévention des risques naturels ;

VU la loi n° 2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la prévention des dommages ;

VU la loi n° 2000-321 du 12 avril 2000 relative aux droits des citoyens dans leurs relations avec les administrations ;

VU la loi n° 2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile, modifiée par l'ordonnance n° 2012-351 du 12 mars 2012 ;

VU la loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, notamment son article 222 ;

VU le décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995 modifié relatif aux plans de prévention des risques naturels prévisibles ;

VU le décret n° 2004-374 du 29 avril 2004 modifié relatif aux pouvoirs des préfets, à l'organisation et à l'action des services de l'État dans les régions et les départements ;

VU le décret de Monsieur le Président de la République en date du 17 décembre 2015 nommant Monsieur Bernard GUERIN, Préfet des Alpes-de-Haute-Provence ;

VU l'arrêté préfectoral n° 2014-364-0006 du 30 décembre 2014 prescrivant l'élaboration du plan de prévention des risques naturels prévisibles de la commune de Céreste, relatif au retrait-gonflement des argiles ;

VU l'arrêté préfectoral n° 2016-089-004 du 29 mars 2016 prescrivant l'enquête publique relative au plan de prévention des risques naturels prévisibles de la commune de Céreste, relatif au retrait-gonflement des argiles ;

VU les pièces constatant que l'arrêté du 29 mars 2016 susvisé a été publié, affiché et a fait l'objet d'un avis, inséré quinze jours au moins avant le début de l'enquête et rappelé dans les huit premiers jours de celle-ci, dans deux journaux diffusés dans le département ;

VU les avis favorables de la commune du 30 octobre 2015 et de la Chambre d'Agriculture du 1er décembre 2015 ;

VU les avis réputés favorables de la communauté des communes du pays d'Apt Lubéron et du centre régional de la propriété forestière (CRPF),

VU les résultats de l'enquête publique qui s'est déroulée du jeudi 21 avril au vendredi 20 mai 2016 ;

VU le rapport du commissaire enquêteur relatif au présent plan, ses conclusions motivées ainsi que son avis favorable sans réserve ;

VU le rapport du directeur départemental des territoires ;

Le maire entendu,

CONSIDERANT que le présent plan de prévention des risques naturels relatif au retrait-gonflement des argiles constitue une servitude d'utilité publique et, qu'à ce titre, il est établi sur la base de la connaissance de l'occupation existante des sols à la date de son approbation ;

SUR PROPOSITION du directeur des services du cabinet du préfet,

ARRÊTE

ARTICLE 1er : Approbation du PPRN

Le plan de prévention des risques naturels (PPRN) relatif au retrait-gonflement des argiles de la commune de Céreste est approuvé tel qu'annexé au présent arrêté.

ARTICLE 2 : Contenu du dossier PPRN et possibilités de consultation

Le dossier de plan de prévention des risques (PPRN) relatif au retrait-gonflement des argiles de la commune de Céreste, contient les documents suivants, joints en annexe :

- Un document en deux parties concernant la note de présentation et le règlement.
- Une carte d'aléas au 1/10000.
- Une carte de zonage au 1/10000 avec fond cadastral.

Il est tenu à la disposition du public dans les locaux :

- de la mairie de Céreste,
- de la communauté des communes du pays d'Apt Lubéron,
- de la préfecture du département des Alpes-de-Haute-Provence,
- de la direction départementale des territoires des Alpes-de-Haute-Provence.

Il est téléchargeable sur le site internet de la préfecture : www.alpes-de-haute-provence.gouv.fr

ARTICLE 3 : Adressage du présent arrêté

Une copie du présent arrêté sera adressée à :

- Monsieur le maire de la commune de Céreste,
- Monsieur le président de la Communauté des communes du pays d'Apt Lubéron,
- Monsieur le président de la Chambre d'agriculture des Alpes-de-Haute-Provence,
- Monsieur le président du Centre régional de la propriété forestière de Provence Alpes-Côte d'Azur,

- Madame la présidente de la Chambre des notaires des Alpes-de-Haute-Provence,
- Monsieur le président du Tribunal Administratif de Marseille,
- Monsieur le commissaire enquêteur M. Jean-Marie GERBERON et son suppléant Me. Marie-Jeanne KERVEGANT.

ARTICLE 4 : Affichage du présent arrêté

Une copie du présent arrêté sera affichée en mairie de Céreste ainsi qu'au siège de la communauté des communes du pays d'Apt Lubéron, pendant au moins un mois à partir de la date de réception de la notification du présent arrêté. À l'expiration du délai d'affichage et après mise à disposition du public du dossier durant au moins un mois, le maire transmettra au préfet un certificat justifiant l'accomplissement de cette mesure de publicité.

ARTICLE 5 : Avis dans la presse et au recueil des actes administratifs

Mention du présent arrêté sera faite dans les deux journaux locaux « La Provence » et « Haute Provence Info » par un avis inséré par les soins et aux frais de l'État.
Le présent arrêté sera publié au Recueil des Actes Administratifs de la préfecture des Alpes-de-Haute-Provence.

ARTICLE 6 : Annexion au document d'urbanisme de la commune

Le maire annexera au document d'urbanisme communal en vigueur la servitude d'utilité publique instituée par le présent arrêté. Une copie de l'arrêté du maire constatant la mise à jour du document d'urbanisme communal sera également adressée au Préfet des Alpes-de-Haute-Provence.

ARTICLE 7 : Exécution du présent arrêté

Sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté :
- la secrétaire générale de la préfecture des Alpes-de-Haute-Provence,
- le directeur des services du cabinet de la préfecture des Alpes-de-Haute-Provence,
- le directeur départemental des territoires des Alpes-de-Haute-Provence,
- le maire de Céreste,
- le président de la communauté des communes du pays d'Apt Lubéron.

ARTICLE 8 : Délai et voix de recours

Le présent arrêté peut faire l'objet, dans un délai de deux mois à compter de sa publication :
- d'un recours gracieux auprès du Préfet des Alpes-de-Haute-Provence,
- d'un recours hiérarchique adressé à Mme le Ministre de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer à la Direction Générale de la Prévention des Risques, Arche de la Défense, paroi Nord – 92055 LA DEFENSE CEDEX,
- d'un recours contentieux devant le Tribunal Administratif de Marseille (22-24, Rue Breteuil 13281 Marseille Cedex 6).

Bernard GUERIN

DDT
Direction Départementale des Territoires
des Alpes de Haute-Provence

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Préfecture des Alpes de Haute Provence

Commune de Céreste
PLAN DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS PREVISIBLES

ZONAGE REGLEMENTAIRE
(retrait gonflement des argiles)

Approuvé par arrêté préfectoral n° 2016-326-002 du 21 novembre 2016

Légende :

Niveau de contraintes

- B1 — **Zone B1 - Constructible sous conditions**
- B2 — **Zone B2 - Constructible sous conditions**
- **Zone sans contrainte spécifique**

Nature du risque

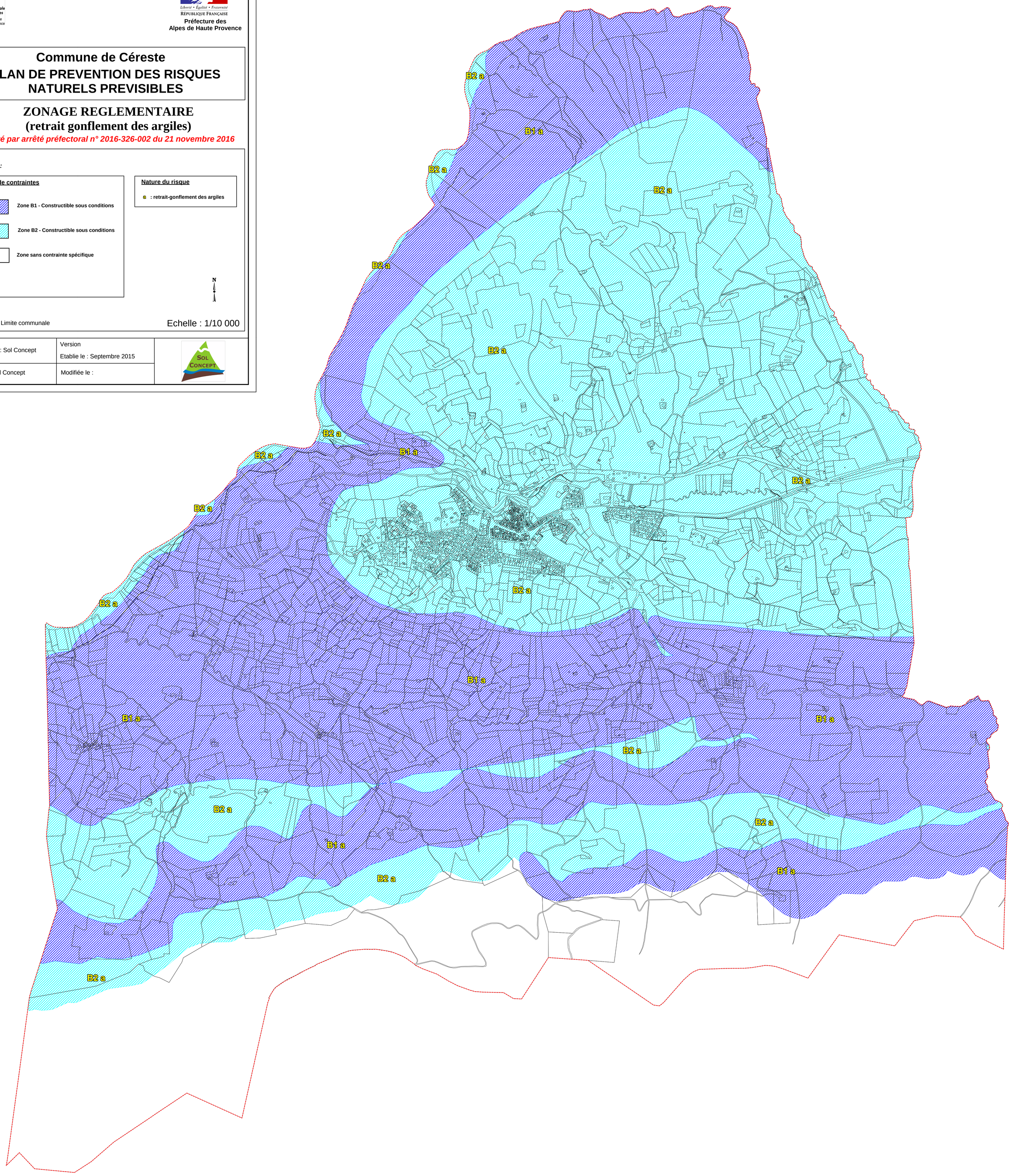
- a **: retrait-gonflement des argiles**

N

-------- Limite communale

Echelle : 1/10 000

Réalisation : Sol Concept	Version Etablie le : Septembre 2015	SOL CONCEPT
Edition : Sol Concept	Modifiée le :	



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREFECTURE DES ALPES DE HAUTE PROVENCE

DDT
Direction Départementale des Territoires
des Alpes de Haute-Provence

Plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN)

Mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles

Commune de Céreste

Règlement **Septembre 2015**

Approuvé par arrêté préfectoral n° 2016-326-002 du 21 novembre 2016

SOL CONCEPT
ÉTUDES ET INGÉNIERIE

SOL CONCEPT
Agence Durance : Rue Louis Auguste Blanqui - ZA les Blâches Gombert
04160 CHÂTEAU ARNOUX / Tél : 04 92 32 12 18 - Fax : 04 92 32 11 25
Ag. Drôme & s. social : La Cour - 26310 MISCON / Tél : 04 75 21 51 20
solconcept@wanadoo.fr
www.solconcept.fr

dossier n° 6871

REGLEMENT

Titre I - Portée du règlement

Ce chapitre a pour objectif de présenter un certain nombre de considérations générales nécessaires à une bonne compréhension et à une bonne utilisation du règlement du PPRN, document établi à la demande du Préfet et opposable aux tiers.

Un guide général sur les PPRN a été publié à la Documentation Française (août 1997). Il a été élaboré conjointement par le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement et par le Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement. Sa lecture est à même de répondre aux nombreuses autres questions susceptibles de se poser sur cet outil qui vise à limiter, dans une perspective de développement durable, les conséquences humaines et économiques des catastrophes naturelles.

ARTICLE I.1 - CHAMP D'APPLICATION

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

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

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

ARTICLE I.2 - EFFETS DU PPRN

Le PPR approuvé vaut servitude d'utilité publique au titre de l'article L562-4 du Code de l'Environnement. A ce titre, il doit être annexé au PLU en application de l'article L126-1 du Code de l'Urbanisme par l'autorité responsable de la réalisation de celui-ci dans le délai de trois (3) mois à compter de la date d'approbation. En cas de dispositions contradictoires de ces deux documents vis-à-vis de la prise en compte des risques naturels, les dispositions du PPR prévalent sur celles du PLU qui doit être modifié en conséquence.

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.125-2 du même code ne s'impose pas aux entreprises d'assurance à l'égard des biens immobiliers construits en violation des règles prescrites. Toutefois, cette dérogation ne peut intervenir que lors de la conclusion initiale ou du renouvellement du contrat d'assurance.

Titre II - Mesures applicables aux projets de constructions

Les dispositions du présent titre sont définies en application de l'article L.562-1 du Code de l'Environnement, sans préjudice des règles normatives en vigueur. Elles s'appliquent à l'ensemble des zones à risques délimitées sur le plan du zonage réglementaire, sauf dispositions contraires explicitement mentionnées. Elles concernent l'aléa retrait-gonflement seul et ne visent pas à résoudre les autres problèmes géotechniques.

CHAPITRE I - MESURES APPLICABLES AUX MAISONS INDIVIDUELLES HORS PERMIS GROUPES

Une étude géotechnique de faisabilité (ou étude de sols), de type G2 selon la norme NF P94-500, est vivement recommandée dès lors que l'aléa retrait-gonflement a été cartographié (zone B1, zone B2). Elle couvre, de par sa définition, la conception, le pré-dimensionnement et l'exécution des fondations, ainsi que l'**adaptation de la construction et de son environnement immédiat aux caractéristiques du site**. Elle seule permet de lever d'éventuelles incertitudes quant à la nature exacte du sol au droit de la parcelle à construire et de proposer une adaptation fine du projet au contexte géologique local.

A défaut, les dispositions suivantes s'appliquent :

A) Mesures structurelles

Article II.I.1 - Sont interdites :

- l'exécution d'un sous-sol partiel ;
- les constructions sur plate-forme en déblai-remblai.

Article II.I.2 - Sont prescrites :

1 - les dispositions de conception et de réalisation des **fondations** suivantes :

- la profondeur des fondations doit être suffisante pour limiter l'influence des sécheresses exceptionnelle sur les sols d'assises des fondations :
  - 1,2 m minimum en zone B1 ;
  - 0,8 m minimum en zone B2 ;
- les sols d'assise de fondations doivent être de nature homogène et de portance suffisante ;

  Nota : les deux points précédents (profondeur minimale et caractéristiques des sols d'assise) doivent être en adéquation. Une étude de sols permet de le vérifier.
- sur terrain en pente et pour des constructions réalisées sur plate-forme décaissée, les fondations doivent être descendues à une profondeur par rapport à l'ancien niveau du sol (avant terrassement) au moins aussi importante à l'aval qu'à l'amont en visant à assurer une homogénéité de l'ancrage dans le niveau d'assise ; il est rappelé que les plates-formes en déblais-remblais sont interdites ;
- les fondations sur semelles doivent être continues, armées et bétonnées à pleine fouille en interposant un polyane épais sur les parois latérales, selon les préconisations de la norme DTU 13-12 : Règles pour le calcul des fondations superficielles.

2 - les dispositions de conception et de réalisation des **constructions** suivantes :

- toutes parties de bâtiment fondées différemment et susceptibles d'être soumises à des tassements ou des soulèvements différentiels (notamment les blocs de hauteurs différentes) doivent être désolidarisées et séparées par un joint de rupture sur toute la hauteur de la construction ;
- les murs porteurs doivent comporter un chaînage horizontal et vertical liaisonné selon les préconisations de la norme DTU 20-1 : Règles de calcul et dispositions constructives minimales ;
- la réalisation d'un plancher porteur sur vide-sanitaire ou sur sous-sol total est obligatoire ; en zone B1, le vide-sanitaire doit être en béton armé ; la structure doit pouvoir supporter des tassements différentiels.
- la mise en place d'un dispositif spécifique d'isolation des murs et de ventilation adéquate en cas de source de chaleur en sous-sol.

B) Mesures applicables à l'environnement immédiat

Article II.I.3 - Sont interdits :

- toute plantation d'arbre ou d'arbuste avide d'eau à une distance de toute construction inférieure à une fois et demi leur hauteur à maturité sauf mise en place d'un écran anti-racines d'une profondeur minimale de 2 m ;
- tout pompage à usage domestique, entre mai et octobre, dans un puits situé à moins de 10 m d'une construction et où la profondeur du niveau de l'eau (par rapport au terrain naturel) est inférieure à 10 m ;
- le positionnement d'une construction à moins de 8 m d'un sommet de talus (lorsque celui-ci fait plus de 1,5 m de hauteur) sauf à prévoir des fondations plus profondes que le niveau équivalent à la base du talus.

Article II.I.4 - Sont prescrits :

- le rejet des eaux pluviales et usées dans le réseau collectif lorsque cela est possible ; à défaut, les éventuels rejets ou puits d'infiltration doivent être situés à une distance minimale de 10 m de toute construction ;
- la mise en place de dispositifs assurant l'étanchéité des canalisations d'évacuation des eaux usées et pluviales (raccords souples…) ;
- la récupération des eaux de ruissellement et leur éloignement des abords de la construction par un dispositif de type caniveau ;
- la mise en place, sur toute la périphérie de la construction, d'un dispositif d'une largeur minimale de 2,5 m en zone B1 (2 m à l'amont si le terrain est en pente) et 1,5 m en zone B2 s'opposant à l'évaporation, sous la forme d'un écran imperméable sous terre végétale (géomembrane) ou d'un revêtement étanche (terrasse) dont les eaux de ruissellement seront récupérées par un système d'évacuation de type caniveau en bordure ;
- sur terrain en pente, ce dispositif sera couplé à un drain à l'amont, situé à une distance minimale de 2 m de la construction ; pour ce faire l'utilisation de tuyaux de drain entièrement perforés (drain agricole, généralement jaune) est interdite ; les tuyaux non perforés et plats à la

base doivent permettre d'évacuer l'eau efficacement vers un exutoire situé à plus de 10 m de toute construction ;

- le captage des écoulements de faible profondeur, lorsqu'ils existent, par un dispositif de drainage périphérique situé à une distance minimale de 2 m de toute construction ; pour ce faire l'utilisation de tuyaux de drain entièrement perforés (drain agricole, généralement jaune) est interdite ; les tuyaux non perforés et plats à la base doivent permettre d'évacuer l'eau efficacement vers un exutoire situé à plus de 10 m de toute construction ;
- l'arrachage des arbres et arbustes avides d'eau situés à une distance de l'emprise de la construction projetée inférieure à une fois et demi leur hauteur à maturité. En zone fortement exposée (B1), un délai minimum de 1 an doit être respecté entre cet arrachage et le début des travaux de construction lorsque le déboisement concerne des arbres de grande taille ou en grand nombre (plus de cinq) ;
- à défaut de possibilité d'abattage des arbres situés à une distance de l'emprise de la construction inférieure à leur hauteur à maturité, la mise en place d'un écran anti-racines d'une profondeur minimale de 2 m.

CHAPITRE II - MESURES APPLICABLES A TOUS LES AUTRES BATIMENTS A L'EXCEPTION DES BATIMENTS A USAGE AGRICOLE ET DES ANNEXES D'HABITATION NON ACCOLEES

Article II.II.1 - Est prescrite :

- la réalisation d'une étude géotechnique définissant les dispositions constructives nécessaires pour assurer la stabilité des constructions vis-à-vis du risque avéré de tassement ou de soulèvement différentiel et couvrant la conception, le pré-dimensionnement et les modalités d'exécution des fondations, ainsi que l'adaptation de la construction et de son environnement immédiat aux caractéristiques du site, conformément à la mission type G2 définie par la norme NF P94-500.

Titre III - Mesures applicables aux constructions existantes

Les dispositions du présent titre s'appliquent à l'ensemble des zones à risque délimitées sur le plan de zonage réglementaire, sauf si des dispositions particulières résultant d'investigations ou d'études réalisées dans le cadre de missions géotechnique (G2 à la construction ou G5 sur bâtiment existant) ont été définies. Les aménagements prescrits ci-dessous sont obligatoires dans la limite où leur coût ne dépasse pas 10 % de la valeur vénale ou estimée du bien à la date d'approbation du PPR.

Article III.1 - Sont définies les mesures suivantes :

1. le respect d'une distance minimale d'éloignement de toute construction pour toute nouvelle plantation d'arbre ou d'arbuste avide d'eau : cette distance doit être supérieure à une fois et demi la hauteur de l'arbre à maturité, sauf mise en place d'un écran anti-racines d'une profondeur minimale de 2 m ;
2. le respect des mesures préconisées par une étude géotechnique de faisabilité, en application de la mission géotechnique G2 spécifiée dans la norme NF P94-500, pour les travaux de déblais modifiant localement la profondeur d'encastrement des fondations ;

3. l'interdiction de pompage, à usage domestique, entre mai et octobre dans un puits situé à moins de 10 m d'une construction et où la profondeur du niveau de l'eau (par rapport au terrain naturel) est inférieure à 10 m ;
4. la récupération des eaux de ruissellement et son évacuation des abords de la construction par un dispositif de type caniveau ;
5. la mise en place de dispositifs assurant l'étanchéité des canalisations d'évacuation des eaux usées et pluviales (raccords souples…) en cas de remplacement de ces dernières.

Article III.2

Les mesures 1, 2 et 5 définies à l'article III-1 sont rendues immédiatement obligatoires en zone fortement exposée (B1).

Article III.3

La mesure 3 définie à l'article III-1 est rendue obligatoire dans un délai de 1 an en zone fortement exposée (B1) ou en zone faiblement à moyennement exposée (B2).

Article III.4

La mesure 4 définie à l'article III-1 est rendue obligatoire dans un délai de 5 ans en zone fortement exposée (B1).

Article III.5

Les mesures 1 et 2 définies à l'article III-1 sont rendues immédiatement obligatoires en zone faiblement à moyennement exposée (B2).

Article III.6

La mesure 5, définie à l'article III-1 est rendue obligatoire dans un délai de 5 ans en zone faiblement à moyennement exposée (B2).

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREFECTURE DES ALPES DE HAUTE PROVENCE

DDT
Direction Départementale des Territoires
des Alpes de Haute-Provence

Plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN)

Mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles

Commune de Céreste

Note de présentation

Septembre 2015

Approuvé par arrêté préfectoral n° 2016-326-002 du 21 novembre 2016

SOL CONCEPT
ÉTUDES ET INGÉNIERIE

SOL CONCEPT
Agence Durance : Rue Louis Auguste Blanqui - ZA les Blâches Gombert
04160 CHÂTEAU ARNOUX / Tél : 04 92 32 12 18 - Fax : 04 92 32 11 25
Ag. Drôme & s. social : La Cour - 26310 MISCON / Tél : 04 75 21 51 20
solconcept@wanadoo.fr
www.solconcept.fr

dossier n° 6871

AVANT-PROPOS

Les Alpes-de-Haute-Provence font partie des départements français touchés par le phénomène de retrait-gonflement des argiles. Dans le cadre d'une convention signée entre l'ex-Direction départementale de l'équipement des Alpes-de-Haute-Provence (le service instructeur se trouve aujourd'hui au sein de la DDT04) et le BRGM, une étude départementale a été réalisée en 2006[1].

Ce travail avait abouti à une cartographie départementale de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux, accompagnée d'un rapport de présentation. Par la suite, il a été décidé de **préparer la réalisation de plans de prévention des risques naturels (PPRN)** concernant spécifiquement le phénomène de retrait-gonflement des argiles, pour les différentes communes du département. Le BRGM a alors élaboré une méthodologie en concertation étroite avec la Sous-direction de la prévention des risques majeurs (SDPRM) du Ministère de l'écologie et du développement durable. Des **documents types** susceptibles de servir de base à l'élaboration des **notes de présentation** et **règlements** pour l'établissement de ces PPRN ont été mis au point.

La carte d'aléa départementale existe sur support numérique au format MapInfo©. Une carte d'aléa communale peut en être extraite par un simple zoom complété par un travail de précision des limites communales puis de découpage. Les données obtenues sont alors reportées sur fond topographique IGN à l'échelle 1/25 000, agrandi à l'échelle 1/10 000 pour plus de lisibilité. Selon la méthodologie retenue pour l'établissement des PPRN, c'est cette carte initiale qui est ensuite utilisée pour l'élaboration du zonage réglementaire de la commune. Sur la commune de Céreste, nous avons modifié une partie de la carte d'aléa « primaire » en nous appuyant sur des données locales plus précises.

Concernant la note de présentation et le règlement du PPRN de Céreste, nous avions pour mission d'établir certaines adaptations mineures des documents produits par le BRGM, en tenant compte des spécificités locales déduites de notre analyse et soulignées notamment lors des concertations avec la DDT04, la population et les élus locaux, au cours de l'élaboration puis de l'instruction du PPRN retrait-gonflement de la commune.

[1]Références du document d'étude initial :

Marçot N. avec la collaboration de **Imbault M.** (2006) - Établissement de Plans de Prévention des Risques naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles dans le département des Alpes-de-Haute-Provence. Rapport BRGM/RP-54730-FR, 20 p., 2 ill., 2 cartes hors texte, 3 ann., 1 CD-Rom.

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION 5

2. REGLEMENTATION ET OBJET DU PPRN 6
2.1. Réglementation et objectif généraux des PPRN 6
2.2. Objet des PPRN 6
2.3. Contenu du dossier de projet de plan 7
2.4. Prescriptions du PPR 7

3. PRESENTATION DE LA ZONE ETUDIEE 10
3.1. Limites de l'étude 10
3.2. Contexte humain et naturel 10
3.2.1. Contexte humain 10
3.2.2. Situation géographique 11
3.2.3. Géologie générale 12

4. PARAMÈTRES DU RETRAIT-GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX 12
4.1. Formations argileuses et marneuses 14
4.1.1. Référence à l'étude départementale du BRGM 14
4.1.2. Formations argileuses et marneuses de la commune de Céreste 14
4.2. Variations de teneur en eau 17
4.2.1. Influence météorologique directe 17
4.2.2. Phénomènes hydrogéologiques 17
4.2.3. Phénomènes anthropiques 17

5. ACTION DU RETRAIT-GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX 18

6. ETABLISSEMENT DU PPRN 19
6.1. Sinistres observés 19
6.1.1. Contexte départemental 19
6.1.2. Contexte local 19
6.2. Carte de l'aléa retrait-gonflement 19
6.2.1. Contexte départemental 19
6.2.2. Contexte local 20
6.3. Plan de zonage réglementaire 21
6.4. Réglementation 22

7. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES PREVENTIVES 22
7.1. Portée des dispositions 22
7.2. Réalisation d'une étude de sols 22
7.3. Principes généraux de prévention 23

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Illustration 1 : Schéma de la procédure de mise en place d'un PPRN.....8

Illustration 2 : Situation de Céreste sur la carte des données statistiques sur la démographie pour toutes les communes du département des Alpes-de-Haute-Provence.....10

Illustration 3 : Situation de la commune de Céreste sur fond topographique (source : géoportail.fr) 12

Illustration 4 : Situation de la commune de Céreste sur la carte synthétique des formations argileuses et marneuses du département des Alpes-de-Haute-Provence.....13

Illustration 5 : Extrait de la carte synthétique des formations argileuses et marneuses couvrant la commune de Céreste 15

Illustration 6 : Classement des formations argileuses et marneuses par niveau d'aléa.....20

Illustration 7 : Carte d'aléa retrait-gonflement des argiles sur la commune de Céreste.....21

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Description des phénomènes de retrait-gonflement des sols argileux et de leurs conséquences

Annexe 2 : Liste des arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle au titre de mouvements différentiels de sols liés au retrait-gonflement des argiles pris dans le département des Alpes-de-Haute-Provence (à la date du 4 mars 2015)

Annexe 3 : Illustration des principales dispositions réglementaires de prévention des risques de mouvements de terrain différentiels liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles

Annexe 4 : Extraits de la norme AFNOR NF P 94-500 (30 novembre 2013) intitulée « Missions géotechniques – Classification et spécifications »

1. INTRODUCTION

Dans les pays à climat aride et semi-aride, les phénomènes de retrait et de gonflement de certains sols argileux sont à l'origine de forts dégâts causés tant aux bâtiments qu'aux réseaux et voiries. Ce phénomène a été étudié et a fait l'objet d'ouvrages de recommandations constructives dès les années 50. 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, lors des sécheresses de l'été 1976, des années 1989-90 plus spécialement, puis de l'été 2003. Les dégâts observés sont particulièrement préjudiciables au bâti individuel, et dans une moindre mesure aux réseaux et voiries.

La prise en compte par les assurances de ces sinistres 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, plus de 8 000 communes françaises, réparties dans 90 départements ont été reconnues au moins une fois en état de catastrophe naturelle au titre des mouvements différentiels de terrain dus au retrait-gonflement des argiles.

Le coût cumulé d'indemnisation de ces sinistres a été évalué à 3,3 milliards d'euros sur la période 1989-2002 par la Caisse Centrale de Réassurance. Le coût moyen d'indemnisation d'un « sinistre retrait-gonflement » est de 15 000 €.

Pour les Alpes-de-Haute-Provence, 64 arrêtés interministériels ont été pris entre 1990 et aujourd'hui. Ils reconnaissent l'état de catastrophe naturelle pour l'aléa retrait-gonflement des sols argileux pour 26 communes sur les 200 que compte le département. Dans le cadre de l'étude départementale d'aléa réalisée par le BRGM en 2006, 1 348 sites de sinistres répartis dans 56 communes ont été recensés, ce qui constitue une estimation approchée, quoique vraisemblablement minorée, de la réalité. Notons que le département comptait 73 042 maisons d'habitation en 2011 (données INSEE).

Il est aujourd'hui reconnu que de nombreux sinistres auraient sans doute pu être évités ou, du moins, que leur ampleur aurait pu être limitée, 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 constructives. Cette démarche s'inscrit dans le cadre d'une politique générale visant à limiter les conséquences humaines et économiques des catastrophes naturelles, par la mise en œuvre de plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN). Ceux-ci consistent tout d'abord à délimiter des zones apparaissant exposées à un niveau de risque homogène. Ensuite, il s'agit de définir les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent être prises pour chaque zone, en application de la loi n° 95-101 du 2 février 1995.

Dans le cas particulier du phénomène de retrait-gonflement des argiles, les zones concernées, même soumises à un aléa considéré comme élevé, restent constructibles. Les prescriptions imposées sont, pour l'essentiel, des règles 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 en présence de terrains sujets au phénomène de retrait-gonflement, même fort.

Cette réglementation concerne essentiellement les constructions futures. Quelques consignes s'appliquent toutefois aux bâtiments existants afin de limiter l'action des facteurs déclenchants et/ou aggravants 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. REGLEMENTATION ET OBJET DU PPRN

2.1. REGLEMENTATION ET OBJECTIF GENERAUX DES PPRN

En 1982, la loi relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles (loi n° 82-600 du 13 juillet 1982) a institué le plan d'exposition aux risques (PER) pour inciter notamment les assurés à la prévention. Les PER ont été remplacés par la suite par les plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN), instaurés par la loi n° 87-565 du 22 juillet 1987 puis précisés par la loi « Barnier » (loi n° 95-101 du 2 février 1995). La loi Barnier vise à renforcer et à unifier l'action de prévention avec l'objectif de réduire l'exposition au risque ainsi que la vulnérabilité des biens et des personnes.

La mise en œuvre de cette politique de prévention relève d'une compétence partagée, impliquant les services déconcentrés de l'État, les collectivités territoriales et les ministères concernés. Les citoyens sont également incités à agir. Chacune des parties intervient dans son domaine.

Aujourd'hui, la réglementation relative à l'élaboration des plans de prévention des risques naturels prévisibles est synthétisée par les articles R562-1 et suivants du code de l'environnement. L'établissement des plans de prévention des risques naturels prévisibles mentionnés est prescrit par arrêté du Préfet. Il s'en suit une **procédure** codifiée que nous présentons sur l'illustration 1 (double-page suivante). La loi n° 2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels consolide le PPRN, et renforce la concertation avec les acteurs locaux.

Le PPRN approuvé par le Préfet, après enquête publique, vaut servitude d'utilité publique. Il est approuvé dans les trois ans qui suivent l'intervention de l'arrêté prescrivant son élaboration. Il doit être annexé au plan d'occupation des sols (POS) ou au plan local d'urbanisme (PLU) conformément à l'article L. 126-1 du code de l'urbanisme. Ses dispositions s'appliquent notamment pour la délivrance des permis de construire ou d'aménager.

L'arrêté préfectoral n° 2014-364-0006 du 30 décembre 2014 prescrit l'élaboration du Plan de Prévention des Risques Naturels Prévisibles de la commune de Céreste.

2.2. OBJET DES PPRN

Ces plans ont pour objet, en tant que de besoin (II de l'article L562-1 du code de l'environnement modifié par la loi 2010-788 du 12 juillet 2010 - art. 221 et 222) :

1° de délimiter les zones exposées aux risques, en tenant compte de la nature et de l'intensité du risque encouru,

d'y interdire tout type de construction, d'ouvrage, d'aménagement ou d'exploitation agricole, forestière, artisanale, commerciale ou industrielle

ou, dans le cas où des constructions, ouvrages, aménagements ou exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles pourraient y être autorisés, prescrire les conditions dans lesquelles ils doivent être réalisés, utilisés ou exploités, notamment afin de ne pas aggraver le risque pour les vies humaines ;

2° de délimiter les zones qui ne sont pas directement exposées aux risques mais où des constructions, des ouvrages, des aménagements ou des exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles pourraient aggraver des risques ou en provoquer de nouveaux

et y prévoir des mesures d'interdiction ou des prescriptions telles que prévues au 1° ;

3° de définir les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent être prises, dans les zones mentionnées au 1° et au 2°, par les collectivités publiques dans le cadre de leurs compétences, ainsi que celles qui peuvent incomber aux particuliers ;

4° de définir, dans les zones mentionnées au 1° et au 2°, les mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, des ouvrages, des espaces mis en culture ou plantés existants à la date de l'approbation du plan qui doivent être prises par les propriétaires, exploitants ou utilisateurs.

Contrairement à ceux applicables à d'autres risques, les PPRN concernant le phénomène de retrait-gonflement des argiles ne prévoient aucune mesure d'interdiction de construire. Les mesures préventives sont des prescriptions techniques générales applicables à la construction et aux aménagements périphériques.

2.3. CONTENU DU DOSSIER DE PROJET DE PLAN

Le dossier de projet de PPRN retrait-gonflement comprend :

1° Une **note de présentation** indiquant le secteur géographique concerné, la nature des phénomènes naturels pris en compte et leurs conséquences possibles, compte tenu de l'état des connaissances.

2° Un ou plusieurs **documents graphiques** délimitant les zones mentionnées aux 1° et 2° du II de l'article L. 562-1 du code de l'environnement. *Dans le cas présent, il s'agit d'une carte d'aléa et d'un zonage réglementaire.*

3° Un **règlement** précisant, en tant que de besoin :

a) Les mesures d'interdiction et les prescriptions applicables dans chacune de ces zones en vertu des 1° et 2° du II de l'article L. 562-1.

b) Les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde mentionnées au 3° du II de l'article L. 562-1 et les mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, des ouvrages, des espaces mis en culture ou plantés existant à la date de l'approbation du plan, mentionnées au 4° de ce même II. Le règlement mentionne, le cas échéant, celles de ces mesures dont la mise en œuvre est obligatoire et le délai fixé pour celles-ci.

2.4. PRESCRIPTIONS DU PPR

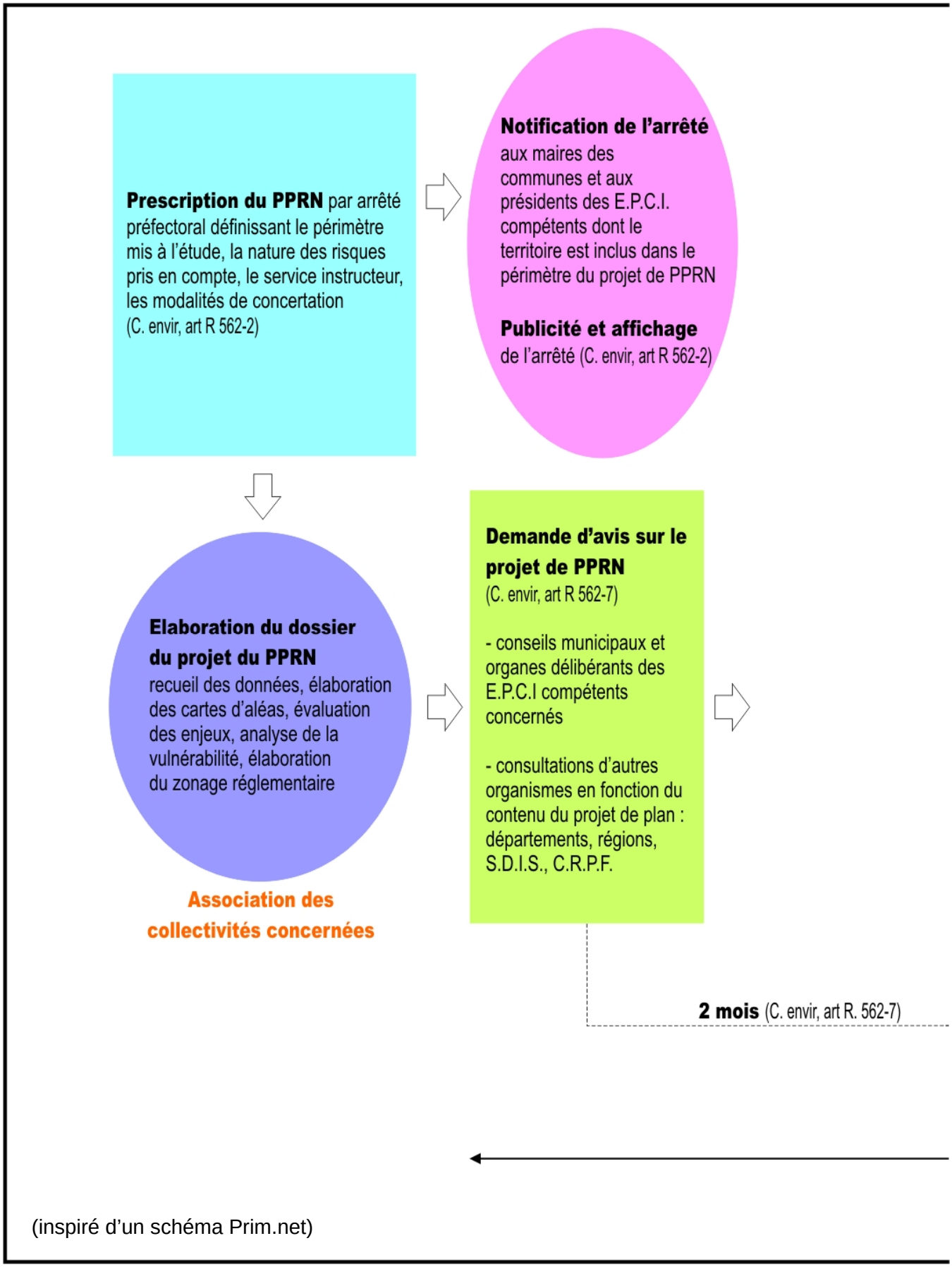
En application du 3° du II de l'article L. 562-1, le plan peut notamment :

1° Définir des règles relatives aux réseaux et infrastructures publics desservant son secteur d'application et visant à faciliter les éventuelles mesures d'évacuation ou l'intervention des secours.

2° Prescrire aux particuliers ou à leurs groupements la réalisation de travaux contribuant à la prévention des risques et leur confier la gestion de dispositifs de prévention des risques ou d'intervention en cas de survenance des phénomènes considérés.

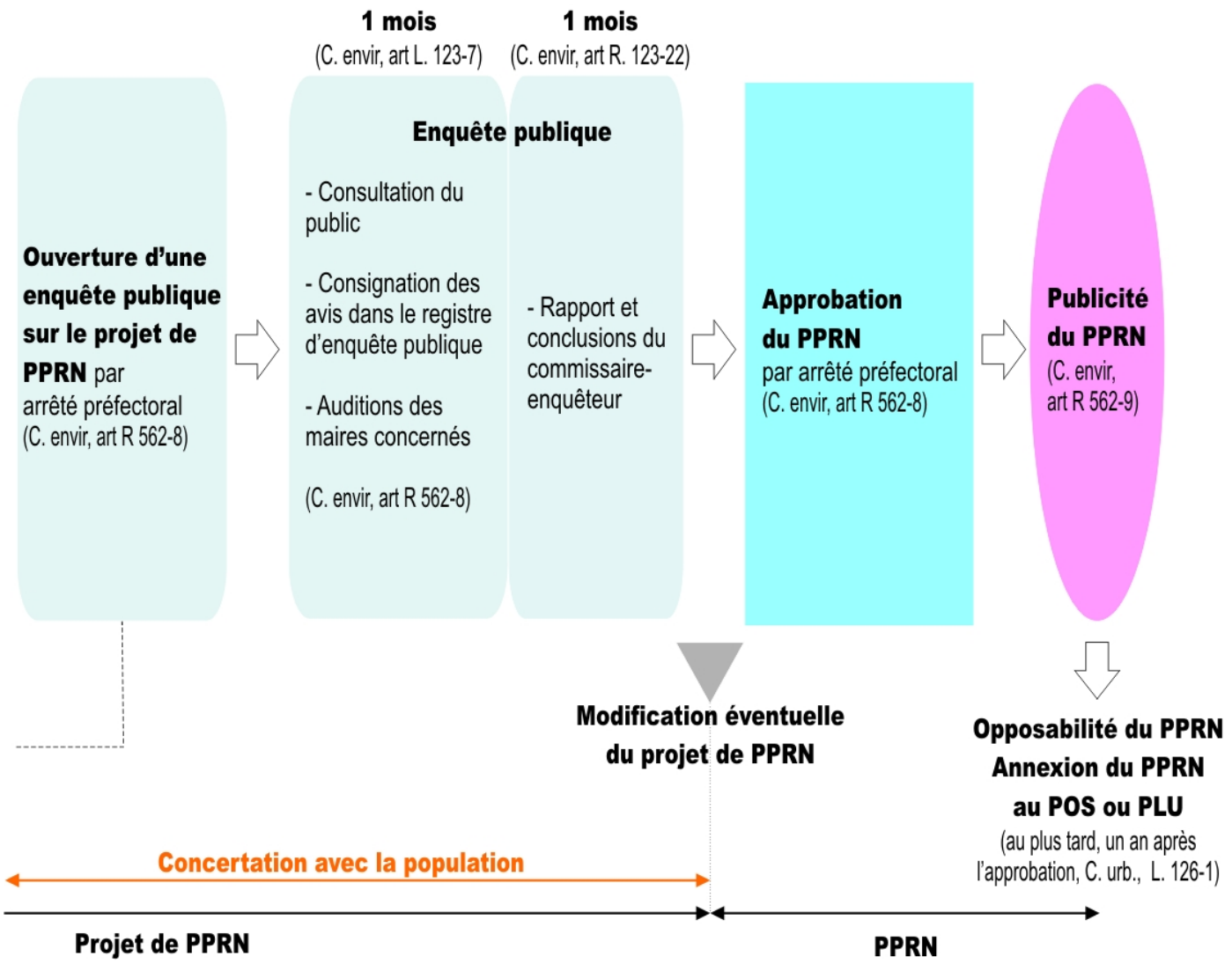
3° Subordonner la réalisation de constructions ou d'aménagements nouveaux à la constitution d'associations syndicales chargées de certains travaux nécessaires à la prévention des risques, notamment l'entretien des espaces et, le cas échéant, la réalisation ou l'acquisition, la gestion et le maintien en condition d'ouvrages ou de matériels.

Le plan indique si la réalisation de ces mesures est rendue obligatoire et, si elle l'est, dans quel délai.



(inspiré d'un schéma Prim.net)

Illustration 1 : Schéma de la procédure de mise en place d'un PPRN


1 mois
(C. envir, art L. 123-7)
1 mois
(C. envir, art R. 123-22)
Enquête publique
Ouverture d'une enquête publique sur le projet de PPRN par arrêté préfectoral (C. envir, art R 562-8)
- Consultation du public
- Consignation des avis dans le registre d'enquête publique
- Auditions des maires concernés
(C. envir, art R 562-8)
- Rapport et conclusions du commissaire-enquêteur
Approbation du PPRN par arrêté préfectoral (C. envir, art R 562-8)
Publicité du PPRN (C. envir, art R 562-9)
Modification éventuelle du projet de PPRN
Opposabilité du PPRN
Annexion du PPRN au POS ou PLU
(au plus tard, un an après l'approbation, C. urb., L. 126-1)
Concertation avec la population
Projet de PPRN
PPRN

3. PRESENTATION DE LA ZONE ETUDIEE

3.1. LIMITES DE L'ETUDE

Le présent PPR couvre l'ensemble du territoire communal de Céreste (département des Alpes de Haute Provence).

3.2. CONTEXTE HUMAIN ET NATUREL

3.2.1. Contexte humain

Sources : Insee. La population de Céreste en 2011 était de 1 267 habitants. La superficie de la commune est de 32,5 km² (32,6 km², selon table MapInfo), ce qui se traduit par une densité de population de 38,9 hab/km². Concernant la variation de la population : le taux annuel moyen entre 2006 et 2011 est de + 1,3 %. Le nombre de ménages en 2011 était de 582. Voir l'illustration 2.

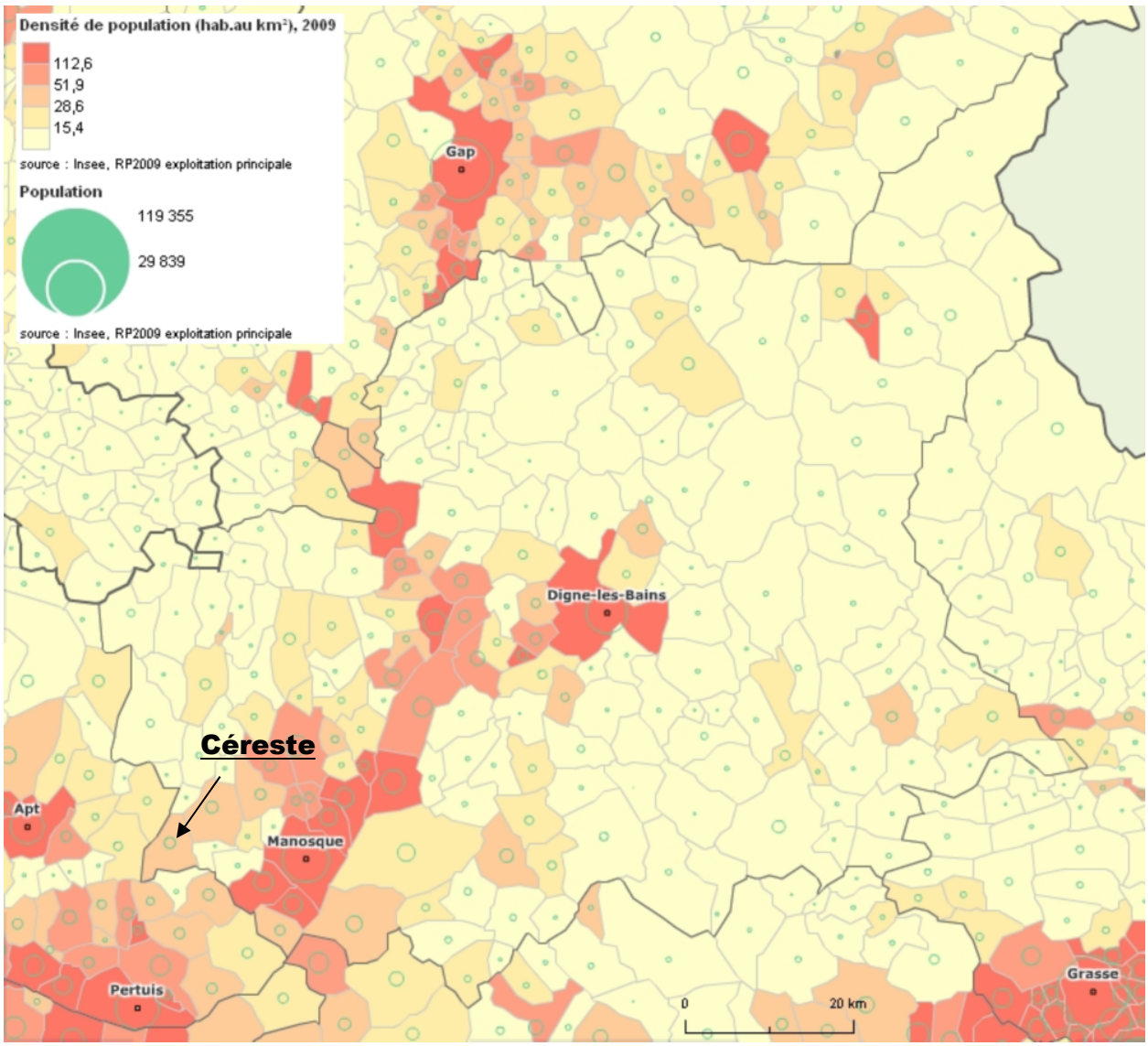


Illustration 2 : Situation de Céreste sur la carte des données statistiques sur la démographie pour toutes les communes du département des Alpes-de-Haute-Provence

Les principaux lieux d'habitation sont : le centre village de Céreste jouxté à l'ouest par des lotissements et un village de vacances ; à l'est quelques lotissements le long de la route N 100 et au sud-est les hameaux de la Viguière et les Frances. Des fermes sont réparties au sud et au centre nord du territoire communal. Certaines fermes ont été transformées en résidences telles que le Petit Carluc, le Grand Carluc ou la Déguines. Des résidences isolées sont également présentes dans l'extrémité nord-nord-ouest, exemples : Bagatelle, Trival

Le nombre total de logements en 2011 était de 918 dont 63,4 % de résidences principales en 2011 et 32,6 % de résidences secondaires (y compris les logements occasionnels), les logements vacants n'étant estimés qu'à 4,0 %. La part des ménages propriétaires de leur résidence principale en 2011 était de 74,1 %.

La commune possède un Plan Local d'Urbanisme approuvé le 28 août 2010.

Les bâtiments communaux existants sur la commune sont : l'école, la médiathèque, le bar, la salle polyvalente/dojo, la piscine, la salle des fêtes, le prieuré de Carluc, l'église Saint Michel, la chapelle Saint-Georges, le bâtiment des services techniques, la maison « Salvador », la Poste, le lavoir, le centre médical, le bâtiment de la crèche, le gîte d'étape, le bâtiment de l'Office de tourisme, trois maisons.

Un projet de lotissement et de hangar est envisagé sur un terrain situé derrière l'école et le cimetière, au lieu dit les Aires.

La commune ne possède pas d'activité au sol autre qu'agricole.

Le tourisme est développé, grâce notamment à son patrimoine historique et archéologique.

3.2.2. Situation géographique

La commune de Céreste présente plusieurs unités topographiques, du nord au sud :

- le massif des Epinettes avec une forte pente vers le nord-ouest sur son versant nord et une pente s'adoucissant vers le sud avec quelques buttes sur son versant sud ;
- la vallée du ruisseau *l'Encrême*, affluent de la rivière *le Calavon*, qui traverse le territoire d'est en ouest et le creuse fortement dans sa partie ouest ;
- les massifs de la Gardette et de la Roque, d'axe est-ouest. Ils sont séparés par le ruisseau de *l'Aiguebelle* circulant du sud au nord pour se mélanger au ruisseau *l'Encrême* ;
- la plaine de Marlençon au sud-ouest ;
- le versant exposé au nord de la Montagne du Luberon, limite sud de Cereste.

La rivière *le Calavon* et le *ravin de Carluc* passent respectivement en limite ouest et en limite est du territoire communal.

La commune est drainée dans ses parties centrale et est par plusieurs cours d'eau, affluents de l'*Encrême* et de l'*Aiguebelle*.

Au sud-ouest, les ravins de Marlençon et de la Tour d'Embarbe alimentent *le Calavon*.

Le point culminant est à 970 m d'altitude et le point le plus bas à 320 m. Voir l'illustration 3.

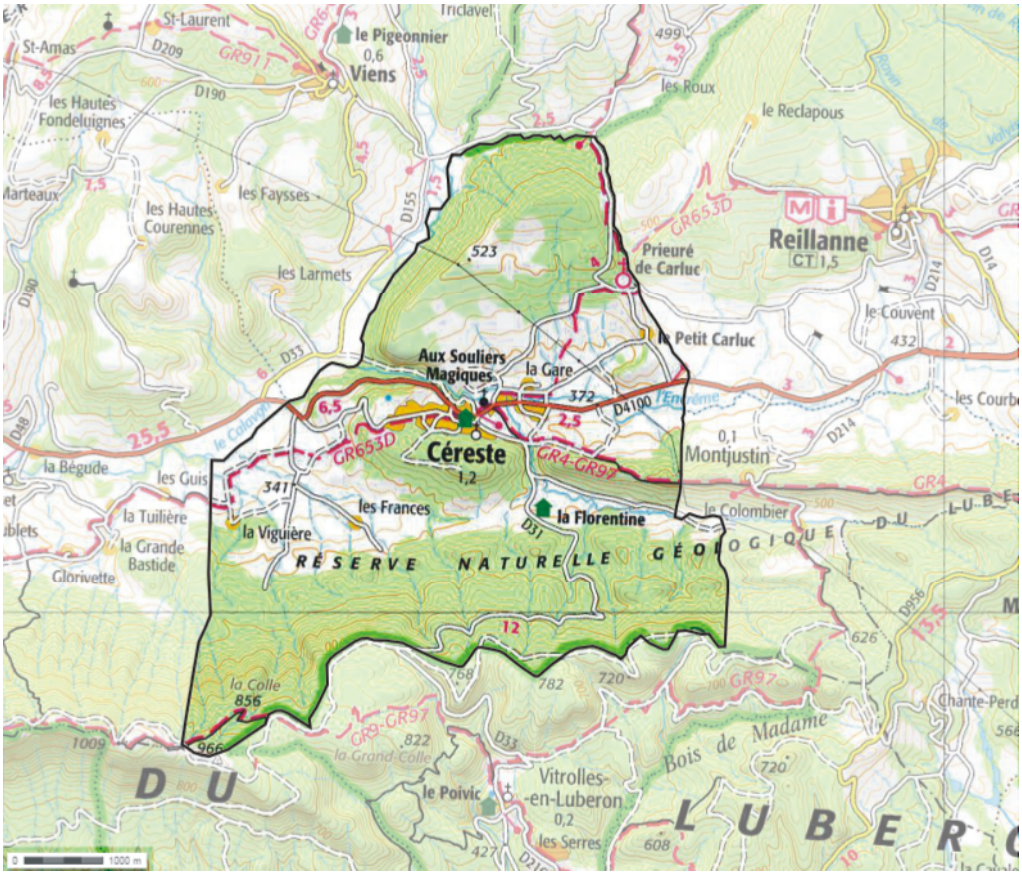


Illustration 3 : Situation de la commune de Céreste sur fond topographique

(source : géoportail.fr)

3.2.3. Géologie générale

La commune se trouve au sein du synclinal de Forcalquier-Apt, formé par des terrains argileux ou marno-calcaires de l'Oligocène sur les bords et par des sols molassiques et sableux du Miocène au niveau de son axe.

4. PARAMÈTRES DU RETRAIT-GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX

Le phénomène de retrait-gonflement des sols argileux est lié à deux paramètres : la présence d' « argile gonflante » et une variation de teneur en eau sensible des sols. Les argiles dites gonflantes ont la particularité de changer de volume en fonction de leur état hydrique. Ceci est dû à leur capacité à stocker des molécules d'eau dans leur structure minéralogique.

Lorsque le sol s'assèche (phénomène de dessiccation), les molécules d'eau s'en vont, ce qui a pour conséquence une perte de volume, comme on le constate pour une éponge qui sèche. Lorsque le sol s'humidifie (phénomène de réhydratation), les argiles engrangent de l'eau et augmentent de volume en développant une pression de gonflement. L'alternance de ces séquences (on parle de cycles de retrait-gonflement) peut provoquer des mouvements différentiels de fondations des ouvrages bâtis sur sols sensibles.

Il est fréquent que les désordres apparaissent lors d'un premier épisode de forte sécheresse. Les fissures qui s'ouvrent alors ont tendance par la suite à se refermer lorsque le temps redevient plus humide et notamment lors des pluies automnales.

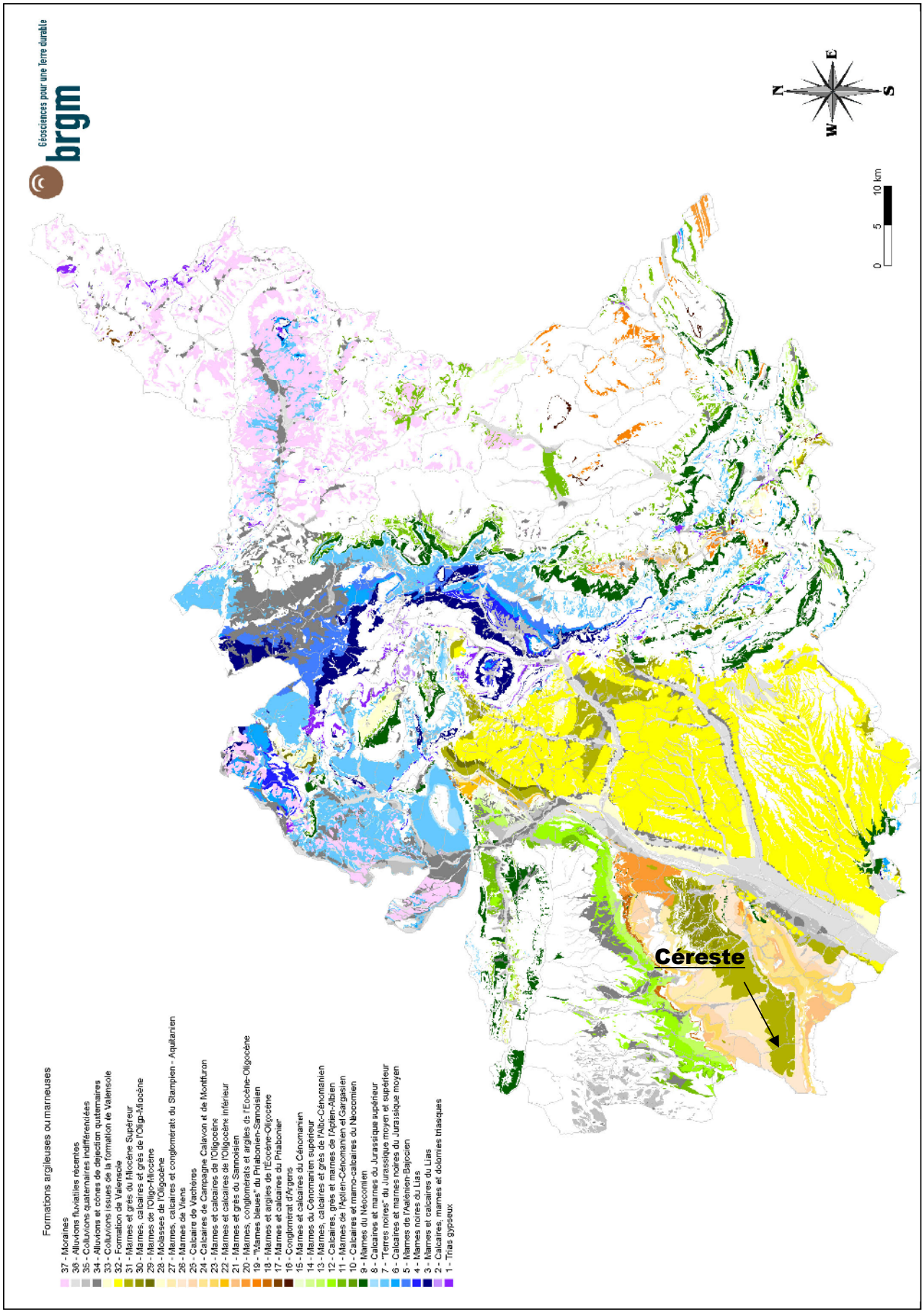


Illustration 4 : Situation de la commune de Céreste sur la carte synthétique des formations argileuses et marneuses du département des Alpes-de-Haute-Provence

4.1. FORMATIONS ARGILEUSES ET MARNEUSES

4.1.1. Référence à l'étude départementale du BRGM

On déduit de ce qui précède que la cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux passe par une étude détaillée de la géologie, en s'attachant particulièrement aux formations contenant de l'argile (argiles proprement dites mais aussi marnes, alluvions, sables argileux, etc.). Cette analyse a été effectuée à l'échelle départementale en 2006 (voir l'avant-propos).

La carte d'aléa des Alpes-de-Haute-Provence a été élaborée au moyen d'une étude bibliographique, à partir des cartes géologiques à l'échelle 1/50 000 publiées par le BRGM. Des données de sondages ont également été exploitées. Elles proviennent d'une part de la Banque des données du sous-sol gérée par le BRGM et d'autre part des dossiers géotechniques réalisés par les bureaux d'études locaux.

Les formations géologiques affleurantes ou sub-affleurantes dans le département et considérées comme argileuses (au sens le plus large) ont été listées dans l'étude BRGM précédemment citée. Après un regroupement par caractéristiques lithologiques, 37 catégories de formations argileuses ou marneuses ont été individualisées. La méthode utilisée présuppose que chacune de ces catégories recouvre un ensemble de sols qui montrent des comportements sensiblement similaires vis-à-vis du retrait-gonflement.

La carte départementale des formations argileuses et marneuses est présentée sur l'illustration n° 4 (page précédente).

4.1.2. Formations argileuses et marneuses de la commune de Céreste

Nous en avons extrait la carte des formations argileuses et marneuses sur la commune de Céreste sur l'illustration n° 5 (page suivante).

On notera que les formations stratigraphiques considérées comme *a priori* non argileuses, parce que non spécifiquement définies comme telles sur les cartes géologiques disponibles, n'ont pas été figurées sur cette carte (elles sont en blanc). Néanmoins, des horizons contenant des argiles peuvent se trouver dans la réalité au sein de ces « zones blanches ».

Pour la réalisation du présent PPRN, cette première carte a été affinée et complétée au moyen :

- de levés géologiques locaux ;
- d'une analyse des études avec sondages réalisées par Sol Concept ;
- d'une confrontation avec l'existence de sinistres signalés par la commune ou référencés par le BRGM *a priori* rattachables au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux.

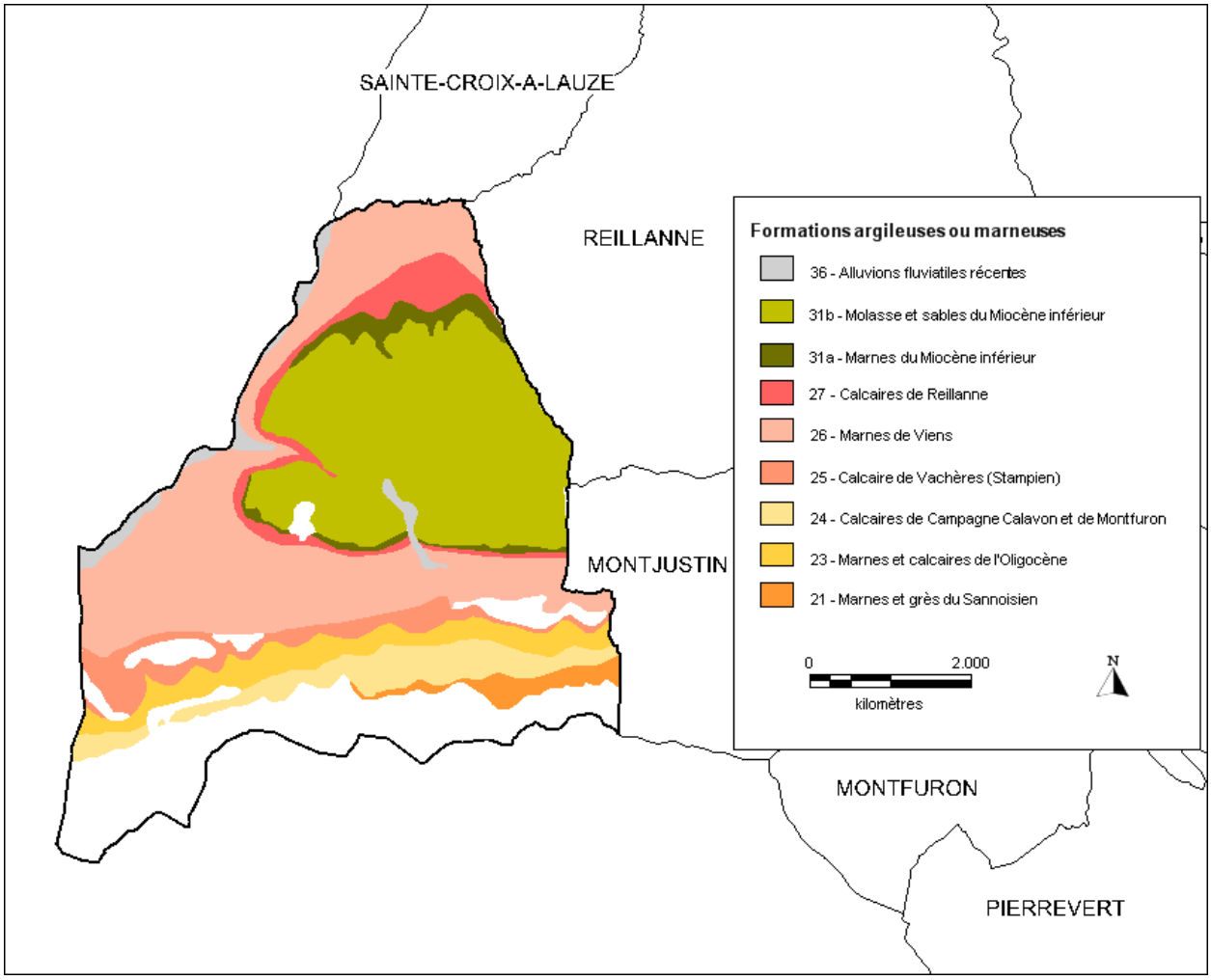


Illustration 5 : Extrait de la carte synthétique des formations argileuses et marneuses couvrant la commune de Céreste

La liste globale des 37 formations géologiques établie par le BRGM à l'échelle du département est donnée par l'illustration 4 (voir précédemment). Les formations argileuses effectivement présentes sur la commune de Céreste, et que nous avons retenues en raison de leur teneur en argile avérée selon notre expérience, sont au nombre de 9. Elles sont détaillées ci-après. *Nota* : *nous avons effectué de petites corrections par rapport aux formations qui étaient directement issues de l'étude départementale BRGM.*

La description des faciès proposée par le BRGM a été précisée pour correspondre à ceux réellement observables sur la commune de Céreste : *les symboles entre parenthèses correspondent à la dénomination des formations géologiques dans la notice de la carte géologique au 1/50 000 qui couvre la commune de Céreste.*

- Marnes et grès du Sannoisien (21) : Le « niveau de la Mort d'Imbert » (g_{1e}) est formé de deux niveaux de marnes rouges sableuses (8 et 10 m) sous des gypses compacts. Les deux niveaux marneux sont séparés par des argiles bleues (7 à 8 m). Cette formation est présente sur une bande peu large, au sud-est de la commune.

- Marnes et calcaires de l'Oligocène (23) : Le « niveau de Bois d'Asson » (g_{2b}) est constitué d'argilites sableuses à intercalations de grès souvent très grossiers, voire conglomératiques avec de rares bancs calcaires de quelques mètres d'épaisseur. La formation affleure sur le

versant en partie sud de la commune, à l'altitude où apparaissent les premiers espaces de clairières (quelques fermes ruinées) en dessous des pentes boisées.

Calcaires de Campagne Calavon et de Montfuron (24) : Le « Calcaire de Campagne Calavon » et le « Calcaire de Montfuron » (g_{2a}) sont des équivalents latéraux stampiens. Au sud de Céreste, ils sont représentés, de bas en haut, par :

- 125 m d'épaisseur de calcaires en plaquettes ou finement feuilletés, alternant avec des marnes bitumineuses ;
- 100 à 120 m d'épaisseur de marnes grises et grès micacès en bancs assez épais ;
- 125 m d'épaisseur de calcaires en petites plaquettes de 1 à 5 cm, bitumineux, à lits de silex noirs et cargneules à la base.

- Calcaire de Vachères (25) : Ce complexe calcaire d'âge Stampien appelé « Calcaires de Vachères » (g_{2c}) se compose de 0 à 350 m d'épaisseur de calcaires en bancs minces intercalés de marnes blanchâtres.

- Marnes de Viens (26) : Les « Marnes de Viens » stampiennes (Oligocène supérieur, g_{3a}), qui passent latéralement « aux calcaires et lignites de Sigonce », sont constituées d'argilites sableuses rouges, avec intercalations discontinues de grès grossiers rouges ou verts et quelques lits de calcaires en plaquettes (60 à 125 m d'épaisseur). Elles affleurent au nord de Céreste jusqu'à Limans et vers l'est jusqu'à Saint-Maime.
La formation des « Marnes de Viens » est donc très hétérogène, et elle est surtout marquée par une intercalation de niveaux sableux et ligniteux et parfois de bancs de grès localisés.
Les « Marnes de Viens » sont très riches en smectites. Les indices de gonflement mesurés sont élevés (0,05 à 0,1). L'hétérogénéité de cette formation et en particulier sa forte teneur en argiles gonflantes, la rend très problématique pour les constructions. Notons également que les colluvions qui la recouvrent sont de mauvaise qualité géotechnique.
Cette formation se trouve dans la petite vallée au sud de la commune et au niveau des pentes qui s'étendent sous la crête, au sud du village de Céreste.

- Marnes, calcaires et conglomérats du Stampien - Aquitanien (27) – Modifié : *Calcaires de Reillanne* : La formation stampienne dite « Calcaire de Reillanne » (g_{3b}), affleurant de Céreste à Forcalquier, est constituée de calcaires blancs en gros bancs irréguliers séparés par des intercalations marneuses grumeleuses. Son épaisseur atteint 100 m au méridien de Reillanne.

- Marnes et grès du Miocène Supérieur (31) - Modifié :

***Marnes du Miocène inférieur (31a)* :** la base du Burdigalien (m_{1b}) se présente sous la forme de marnes sableuses. Il s'agit, à Reillanne et à Céreste, d'après notre expérience de marnes grises, d'argiles bariolées et de petits bancs de calcaires palustres. Cet ensemble est bien individualisé sur ces deux communes et a été cartographié sur la carte géologique du BRGM au 1/50 000. Nous l'avons distingué car il ne présente pas les mêmes caractéristiques que le reste de la formation.

***Molasse et marnes du Miocène inférieur (31b)* :**

Le reste du Burdigalien (m1) est représenté par des molasses calcareuses et gréseuses à *Chlamys* et des sables plus ou moins marneux ou molassiques.

- Alluvions fluviatiles récentes (36) : Les alluvions récentes (Fz) sont constituées de cailloutis en majeur partie calcaires, mêlés à des sables provenant de la désagrégation de la molasse miocène.

Les « pastilles blanches » représentées sur l'illustration n° 5 en surimposition des formations argileuses, correspondent à des éboulis. Nous avons procédé à des relevés de terrain pour ces formations. Il s'avère que pour l'ensemble des éboulis cartographiés, nous avons observé :

- soit une épaisseur très faible, ne justifiant pas pour la carte d'aléa de prendre en compte les éboulis plutôt que le substratum, dans ce cas, c'est l'aléa du substratum qui a été retenu (harmonisation principale des aléas pour les lotissements présents au sud-ouest du village) ;

- soit des terrains de couverture issus du substratum proche, mêlant argiles et autres matériaux formant le substratum (colluvions), ne justifiant pas, là non plus, de différentiation de la couverture, celle-ci présentant une susceptibilité à l'aléa retrait-gonflement au moins aussi élevée que celle du substratum dont elle provient (harmonisation principale des aléas pour la zone allongée représentée au sud-est de la commune : *la Renardière*, *le Puy*, *Ragoni*…) ;

- soit les deux (harmonisation principale des aléas pour les quartiers *la Bastide Neuve* et *Nance*, ainsi qu'au sud de ces deux quartiers).

4.2. VARIATIONS DE TENEUR EN EAU

4.2.1. Influence météorologique directe

Les sols peuvent subir des variations de teneur en eau par évaporation depuis leur surface en contact avec l'air ou par la succion des végétaux (on parle globalement d'évapotranspiration). On considère qu'une sécheresse estivale habituelle conduit à une dessiccation sur 1,5 m à 2 m. Une sécheresse exceptionnelle par son intensité (chaleur) et sa durée peut engendrer un assèchement dépassant 3 m de profondeur depuis la surface.

La réhydratation des sols se produit par les précipitations notamment.

4.2.2. Phénomènes hydrogéologiques

Les fluctuations du niveau des nappes phréatiques (dessiccation ou imbibition) peuvent avoir une incidence sur le déclenchement ou l'aggravation de mouvements de terrain différentiels dans les formations mêlant argiles et matériaux granulaires notamment.

C'est le cas dans les alluvions de rivière où sont présentes des alternances de couches sableuses drainantes et de couches limoneuses ou argileuses qui sont baignées par la nappe d'accompagnement du cours d'eau. Hors période de sécheresse exceptionnelle, les remontées capillaires limitent la dessiccation qui pourrait affecter les sols de surface. En cas de sécheresse prolongée, les remontées capillaires cessent.

Sur la commune de Cérestre, les autres formations argileuses qui peuvent être influencées par les variations de teneur en eau en profondeur – en particulier par un abaissement d'un niveau piézométrique lié à une nappe de versant – sont les « Marnes de Viens » qui présentent notamment des alternances de niveaux drainants (sables, grès, calcaires) et argileux.

On notera que les aquifères profonds se développent dans des sols non argileux et n'ont que peu d'influence sur la teneur en eau de la tranche superficielle du sol qui supporte les constructions. Ils ne sont donc pas considérés pour l'étude de l'aléa retrait-gonflement.

4.2.3. Phénomènes anthropiques

Il peut s'agir, par exemple, de l'influence de travaux de drainage ou au contraire de la concentration d'eau due à des descentes d'eau pluviale proches des fondations, de fuites d'eaux usées…

5. ACTION DU RETRAIT-GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX

Les principales caractéristiques des phénomènes de retrait-gonflement des sols argileux et leurs conséquences sont rappelées en annexe 1.

Il est nécessaire de rappeler dans la présente note de présentation que le phénomène de retrait-gonflement est à rattacher aux aléas géotechniques. En effet, il s'agit bien du comportement des sols ayant des conséquences sur l'ouvrage qui est édifié sur ces sols.

L'aléa retrait-gonflement fait entrer en jeu deux paramètres principaux : l'eau et la présence d'argile. Or, ces deux paramètres régissent d'autres types d'aléas géotechniques comme les glissements de terrains et des « pathologies de fondation » au sens général (défaut de portance des argiles ou perte de portance liée à l'augmentation de la teneur en eau, tassement des argiles sous la charge de l'ouvrage, etc.)

Dans de nombreux cas de sinistre tardif de bâtiments construits sur sols argileux, l'ouvrage a subi, dès la construction, des mouvements qui ont induit une fissuration légère ou une simple fragilisation des structures sans fissuration. Le bâtiment est ensuite resté stable jusqu'à la survenance d'une sécheresse exceptionnelle qui a accentué alors les conséquences des faiblesses de la construction. Ces faiblesses sont dues de façon prépondérante à des fondations mal adaptées au sous-sol. **Différents aléas géotechniques sont ainsi le plus souvent compilés**.

Ajoutons enfin que la fissuration d'un bâtiment sous l'effet du phénomène de retrait-gonflement est causé par le différentiel de tassement (ou de gonflement) sous les fondations. L'ampleur variable du mouvement dépend :

- de la nature des sols présents sous les fondations et de l'épaisseur de sols argileux ;
- de l'intensité de la dessiccation (ou de la réhydratation).

Si le bâtiment est construit sur un sol hétérogène, il sera beaucoup plus exposé au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux que s'il est construit sur un sol homogène. Par ailleurs, le phénomène de dessiccation se produit plus fortement dans les zones qui reçoivent les rayons du soleil que dans les zones revêtues ou partiellement à l'ombre.

La portée d'un PPRN retrait-gonflement des sols argileux n'est pas de prévenir l'ensemble des risques géotechniques auxquels un ouvrage est exposé.

Seule une **étude de sols** permet de vérifier le contexte géologique parcellaire et de définir des mesures propres à s'appliquer aux spécificités mises en évidence, tant pour l'argilosité que pour les autres risques liés aux sols (risques géotechniques).

6. ETABLISSEMENT DU PPRN

6.1. SINISTRES OBSERVES

6.1.1. Contexte départemental

Lorsque des sinistres apparaissent au cours d'une période précise caractérisée par un épisode sec, les communes peuvent demander un arrêté de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle au titre de mouvements différentiels de sols liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles.

De nombreux arrêtés ont ainsi été pris pour le département des Alpes-de-Haute-Provence jusqu'à aujourd'hui. Ils couvrent des périodes différentes selon les communes, qui se trouvent globalement comprises entre juillet 1988 à septembre 2012 (voir annexe 2). Cependant toutes les communes où des maisons ont subi des désordres liés à la sécheresse au cours de cette période n'ont pas bénéficié d'un arrêté. A l'inverse, toutes les fissurations de maison apparues au cours de cette période n'ont pas un lien avec la sécheresse.

6.1.2. Contexte local

La commune de Céreste n'a jamais été reconnue en état de catastrophe naturelle au titre de mouvements différentiels de sols liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles. Un sinistre potentiellement en lien avec la sécheresse a été déclaré en mairie. Nous avons recensés les études de maisons fissurées réalisées par Sol Concept pour lesquelles notre diagnostic a conduit à reconnaître la sécheresse en sols argileux comme cause de la fissuration des bâtiments étudiés. Nous avons également relevés les études à la construction menées par Sol Concept et tenu compte de celles qui ont mis en évidence des sols sensibles au retrait-gonflement.

Les sinistres sont localisés sur l'illustration 7 (*infra*).

6.2. CARTE DE L'ALEA RETRAIT-GONFLEMENT

6.2.1. Contexte départemental

Afin de circonscrire les zones à risque, le BRGM a dressé une carte départementale de l'aléa retrait-gonflement des argiles. Elle a été établie à partir de la carte synthétique des formations argileuses et marneuses présentée sur l'illustration 4.

L'aléa correspond, par définition, à l'occurrence d'un phénomène d'une intensité donnée. Dans le cas du retrait-gonflement des argiles, l'aléa est approché de manière qualitative, à partir d'une hiérarchisation des différentes formations géologiques argileuses ou marneuses. Cette classification se réfère à la susceptibilité de réaction des sols consécutivement à la sécheresse et à la réhydratation des sols.

Les critères utilisés par le BRGM sont les suivants :

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

6.2.2. Contexte local

A chacune des 9 formations argileuses ou marneuses identifiées sur la commune de Céreste, correspond un niveau d'aléa faible, moyen ou fort. Ces niveaux ont été prédéfinis par l'étude départementale.

L'illustration 6 hiérarchise les 9 formations en fonction des trois classes d'aléa. Elle indique également le pourcentage de la superficie communale correspondant à chaque formation ainsi que la proportion globale de chacune des trois classes d'aléa sur l'ensemble de la commune.

En définitive, seule une part de 35,7 % de la superficie de la commune est classée en zone d'aléa fort, tandis qu'une part de 42,1 % de la commune est considérés en aléa moyen et 6,8 % en aléa faible. Le reste, soit environ 15,4 % de la commune 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). On remarquera que les zones construites sont presque intégralement classées en aléa non nul.

Formations géologiques	% de la superficie communale
Formation à aléa fort	
Marnes et grès du Sannoisien (21)	1,9 %
Marnes et calcaires de l'Oligocène (23)	5,6 %
Marnes de Viens (26)	27,1 %
Eboulis et colluvions issus du substratum à aléa fort	1,1 %
Total des formations à aléa fort	**35,7 %**
Formations à aléa moyen	
Calcaires de Campagne Calavon et de Montfuron (24)	6,1 %
Calcaire de Vachères (25)	4,6 %
Marnes du Miocène inférieur (31a)	2,7 %
Molasse et sables du Miocène inférieur (31b)	26,5 %
Eboulis et colluvions issus du substratum à aléa moyen	2,2 %
Total des formations en aléa moyen	**42,1 %**
Formations à aléa faible	
Calcaires de Reillanne (27)	4,7 %
Alluvions fluviatiles récentes (36)	2,1 %
Total des formations en aléa faible	**6,8 %**

Illustration 6 : Classement des formations argileuses et marneuses par niveau d'aléa

La carte d'aléa proposée pour la commune de Céreste à l'issue de notre analyse est présentée en page suivante, avec en surimpression la position des études à la construction réalisées par Sol Concept.

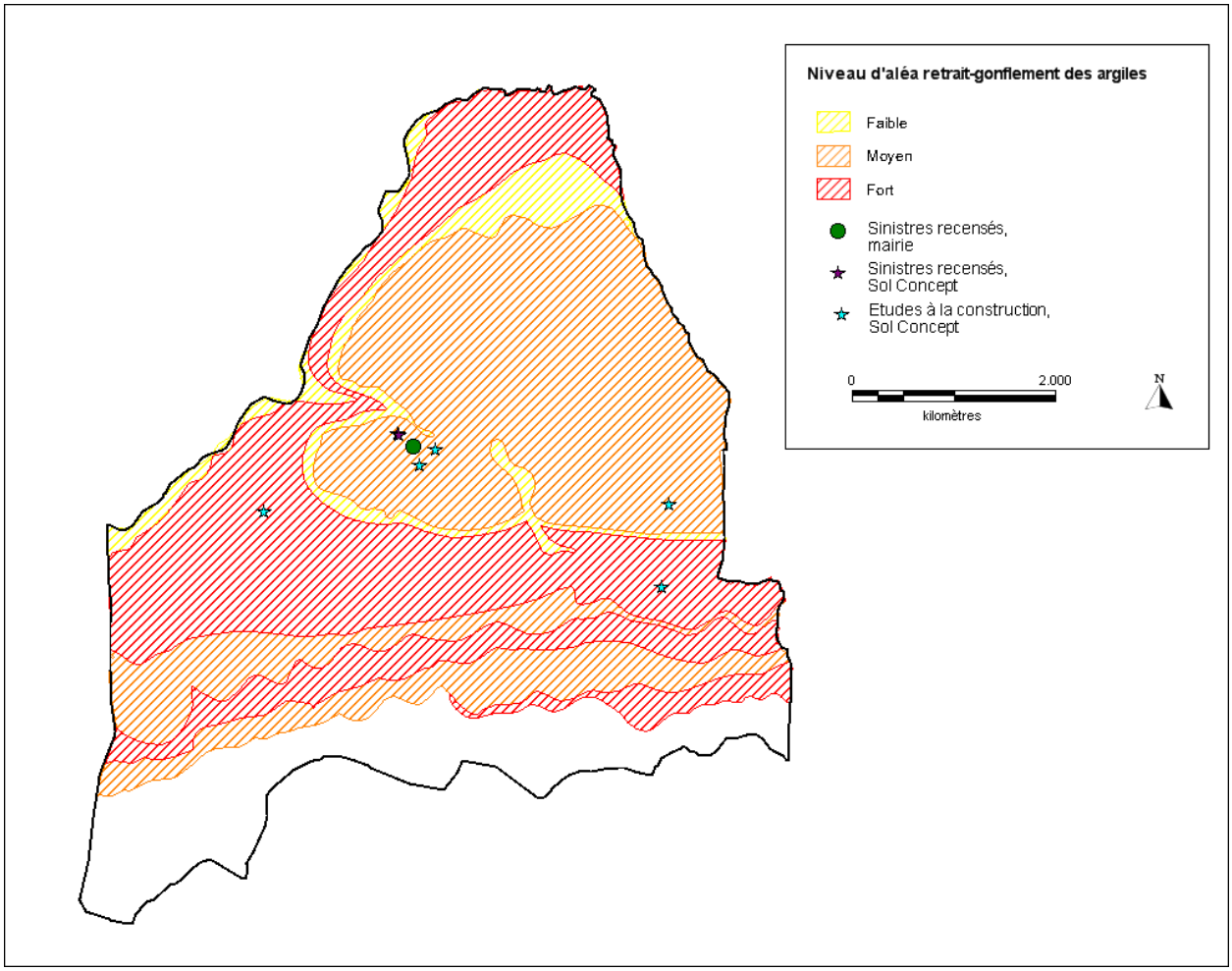


Illustration 7 : Carte d'aléa retrait-gonflement des argiles sur la commune de Céreste

6.3. PLAN DE ZONAGE REGLEMENTAIRE

Le tracé du zonage réglementaire a été extrapolé directement à partir de la carte d'aléa communale, 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 et imprécis au-delà). Le plan de zonage a été établi sur fond cartographique extrait des cartes IGN à l'échelle 1/25 000 et agrandi à l'échelle 1/10 000.

Par souci d'homogénéité avec la méthodologie appliquée sur le reste du territoire national, les zones exposées à un **aléa fort (a3) sont notées B1** et représentées avec la couleur bleu foncé ; celles correspondant à un **aléa faible à moyen (a1 et a2) ont été regroupées en une seule zone, de couleur bleu clair, notée B2**. La carte réglementaire traduit directement la carte d'aléa et présente donc seulement deux zones réglementées.

6.4. REGLEMENTATION

Le règlement du PPRN décrit les prescriptions et recommandations destinées à s'appliquer aux zones B1 et B2. Ces prescriptions sont pour l'essentiel des dispositions constructives et visent surtout la construction de maisons neuves. Certaines s'appliquent néanmoins aussi aux constructions existantes, avec pour principal objectif de ne pas aggraver la vulnérabilité actuelle de ces bâtiments vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement.

Le PPRN, une fois approuvé, sera annexé au PLU (ou au POS). 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 pour s'y conformer d'un délai variable selon les mesures mais qui est au maximum de cinq ans.

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 sols liés au retrait-gonflement.

7. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES PREVENTIVES

7.1. PORTEE DES DISPOSITIONS

Les dispositions constructives décrites dans le règlement du PPRN ne sont évidemment pas exhaustives en ce sens qu'elles ne se substituent pas aux documents normatifs en vigueur (normes NF – Règles de construction notamment définies dans les 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 déterminées par une étude de diagnostic géotechnique (mission G5 *cf*. annexe 4).

Une partie des mesures décrites dans le règlement est illustrée en annexe 3.

7.2. REALISATION D'UNE ETUDE DE SOLS

Concernant les constructions individuelles nouvelles (hors permis de construire groupé) en zones réglementées par le PPRN, le choix est laissé entre deux options.

La première option consiste à faire réaliser par un bureau d'études géotechniques une reconnaissance de sol de type G2 (*cf*. annexe 4) qui permettra de vérifier :

- si le proche sous-sol contient effectivement des matériaux sujets au retrait-gonflement sur la parcelle étudiée (l'engagement du géotechnicien sur la foi de son étude prévalant sur les mesures proposées de façon générale dans le PPRN) ;
- de déterminer quelles sont les mesures particulières à observer pour réaliser le projet en toute sécurité, en prenant en compte l'aléa retrait-gonflement des argiles ainsi que les éventuels aléas « mouvement de terrain » divers ou autres aléas géotechniques.

La seconde option consiste à appliquer directement un certain nombre de mesures préventives-types qui concernent la construction autant que son environnement immédiat, mesures de nature à éviter *a priori* tout risque de désordres importants liés au retrait-gonflement des argiles (et seulement cet aléa). Leur efficacité peut s'avérer limitée notamment en cas de sécheresse exceptionnelle (d'amplitude sensiblement supérieure à celles des sécheresses annuelles proches des moyennes météorologiques).

Il va de soi que la première option (étude de sols) est vivement recommandée, d'une part parce qu'elle permet de lever d'éventuelles incertitudes quant à la nature exacte des sols au droit de la parcelle à construire, et d'autre part parce qu'elle permet une adaptation plus fine du projet au contexte géologique local.

Pour les bâtiments autres que les maisons individuelles (à l'exception de ceux à usage purement agricole et des annexes d'habitation non accolées au bâtiment principal), la première option (étude de sols) est imposée en zone d'aléa retrait-gonflement.

7.3. PRINCIPES GENERAUX DE PREVENTION

Les principes ayant guidé l'élaboration les mesures constructives et d'environnement préconisées dans le règlement du PPRN 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, de préférence en interposant un polyane épais sur les parois latérales, en évitant que le sol mis à nu en fond de fouille ne soit soumis à des variations importantes de teneur en eau.

- Elles doivent être ancrées dans un sol d'assise homogène sur toute l'emprise du bâtiment (ceci vaut notamment pour les terrains en pente ou à sous-sol hétérogène, mais explique aussi l'interdiction des sous-sols partiels qui induisent généralement des hétérogénéités d'ancrage).

- La structure du bâtiment doit être suffisamment rigide pour résister à des mouvements différentiels, d'où l'importance des chaînages haut et bas et de la réalisation d'un vide-sanitaire.

- En cas de source de chaleur en sous-sol (chaudière notamment), les échanges thermiques à travers les parois doivent être limités pour éviter d'aggraver la dessiccation du terrain en périphérie.

- Tout élément de nature à provoquer des variations saisonnières d'humidité du terrain (arbre, drain, pompage ou au contraire infiltration localisée d'eaux pluviales ou d'eaux usées) doit être le plus éloigné possible de la construction.

- Sous la construction, le sol est à l'équilibre hydrique alors que tout autour il est soumis à une évaporation saisonnière, ce qui tend à induire des différences de teneur en eau au droit des fondations. Pour les éviter, il convient d'entourer la construction d'un dispositif, le plus large possible, qui protège sa périphérie immédiate de l'évaporation (trottoirs, terrasses,…) et de ne pas planter d'arbres à proximité de l'ouvrage.

ANNEXE 1

Le retrait-gonflement des sols argileux et ses conséquences

Le phénomène de retrait-gonflement concerne exclusivement les sols à dominante argileuse. Il est lié au fait que certains minéraux argileux ont la capacité de stocker de l'eau et de la restituer. Ils ont une structure composée de feuillets entre lesquels peuvent se loger des molécules d'eau. L'entrée de l'eau (adsorption) et sa sortie (désorption) provoquent des variations du volume global des sols.

Dans la nature, le phénomène de retrait-gonflement des argiles est principalement la conséquence de la sécheresse et de la réhydratation des sols par les précipitations.

On reconnaît les sols argileux en particulier par leur consistance très variable en fonction de leur état hydrique : plastiques, collant aux mains, lorsqu'ils sont humides, durs et parfois pulvérulents à l'état desséché. Il peut s'agir d'argiles ou de marnes. Le terme glaise est également parfois employé pour les nommer.

D'une façon plus générale, il est à noter que la teneur en eau a une forte influence sur le comportement mécanique des sols argileux. Ils peuvent perdre leur portance ou encore être très compressibles lorsqu'ils sont gorgés d'eau.

1. Introduction aux problèmes de « retrait-gonflement »

1.1. LES MOUVEMENTS DIFFERENTIELS

Les variations de teneur en eau sont le moteur principal du phénomène de retrait-gonflement, qui est donc essentiellement gouverné par les conditions météorologiques. L'imper-méabilisation des sols, la mise en place d'un système de drainage, la concentration de rejet d'eau pluviale… ont également une influence sur l'état hydrique du sol.

Lorsque l'on construit un bâtiment, la surface du sol qu'il occupe devient imperméable. L'évaporation et la réhydratation ne peuvent 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. Ceci provoque un comportement différentiel des sols qui peut engendrer une fissuration. *La figure 1 illustre le mécanisme de la dessiccation des sols.*

Si la conception des fondations du bâtiment n'est pas adaptée en zone de terrains sensibles, en particulier si les terrains d'assise du bâtiment ne sont pas homogènes, cela peut jouer un rôle pathogène. En effet, les différentes zones du bâtiment ne vont pas réagir de la même façon en cas de dessiccation des sols.

La charge apportée par le bâtiment sur le sol a également une influence. Lorsque les argiles sensibles se réhydratent, elles développent une pression de gonflement qui pousse sous les fondations. Si le bâtiment est léger ou si les fondations sont très larges, la pression exercée par le bâtiment sur le sol ne peut s'opposer à la force de soulèvement par les argiles. Ceci accroît les conséquences du retrait-gonflement sur l'ouvrage, d'autant plus si ce dernier possède une architecture complexe (étage partiel,…) avec différences de charges.

C'est toujours le différentiel de comportement qui induit les désordres. Aussi, la philosophie des mesures préventives est de placer le bâtiment dans un contexte le plus homogène possible, du point de vue de la nature du sol d'assise et de sa teneur en eau, ainsi que du point de vue de l'architecture de l'ouvrage.

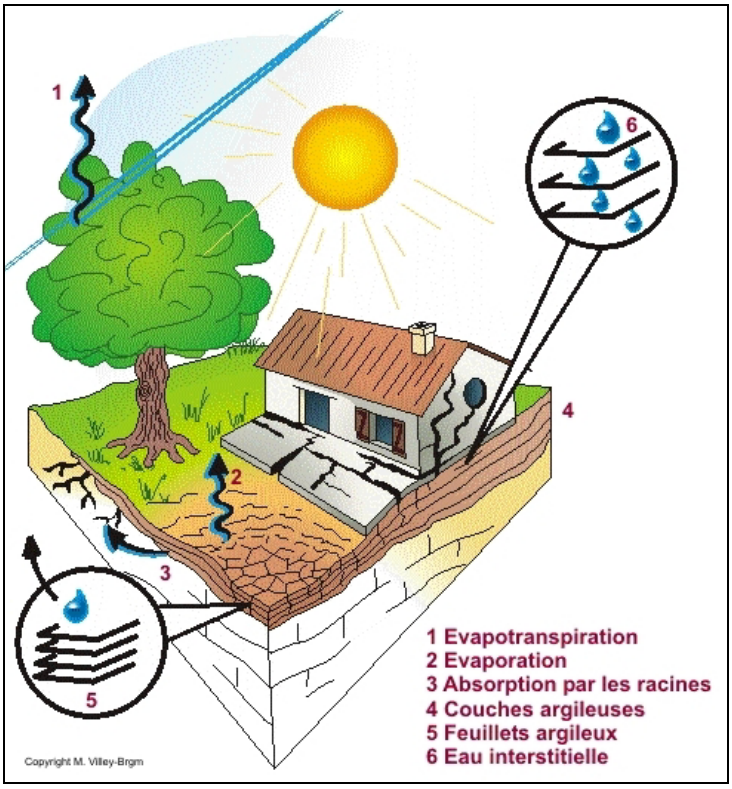


fig. 1 : illustration du mécanisme de dessiccation

1.2. L'EVOLUTION DES DESORDRES DANS LE TEMPS

Généralement, dans le cas de l'aléa retrait-gonflement, c'est lors d'une sécheresse exceptionnelle que les premières fissures apparaissent plutôt que suite à de fortes pluies. (D'autres risques géotechniques rendent toutefois l'ouvrage vulnérable en cas de précipitations intenses et prolongées).

La succession des cycles de retrait-gonflement provoque avec le temps une fatigue des structures des constructions ce qui aboutit à une fissuration. Si le bâtiment est de conception frustre au départ, il pourra fissurer dès la première période d'exposition à une sécheresse exceptionnelle (voire une sécheresse courante). D'autres bâtiments plus solides ne seront affectés de désordres que lors des périodes sèches suivantes.

Une fois que la structure de la construction est rompue, il est fréquent de constater une évolution saisonnière des fissures, y compris lorsque les conditions météorologiques demeurent normales. On constate fréquemment une amplification avec le temps, en particulier en raison du phénomène de regonflement des sols. Une fois que le bâtiment est « découpé » par les premières fissures, les « morceaux » les plus légers subissent le gonflement plus fortement que les « morceaux » les plus lourds.

Il peut arriver que les effets du retrait et du gonflement se compensent (les fissures s'ouvrant l'été et se refermant l'hiver). Cependant, au fil des ans, une aggravation des désordres est le plus fréquemment constatée.

1.3. L'INTENSITE DES MOUVEMENTS

L'intensité des mouvements liés au retrait-gonflement fait entrer en jeu deux paramètres du sol : le **degré de sensibilité des formations argileuses** au retrait-gonflement et l'**épaisseur des terrains argileux** qui subissent la dessiccation ou la réhydratation.

A ces deux paramètres « internes », attachés au sol lui-même, se compile un troisième paramètre : l'amplitude des **variations de teneur en eau** qui dépend de conditions « externes ».

2. Articulation du processus

On distingue :

- la prédisposition du site, c'est-à-dire son état originel favorable ou non à l'apparition possible du phénomène de retrait-gonflement ;
- les facteurs déclenchants qui au cours du temps vont permettre au phénomène de se produire ;
- la vulnérabilité de l'ouvrage qui regroupe les aspects constructifs préjudiciables pouvant accentuer la réaction de l'ouvrage vis-à-vis de mouvements différentiels des sols ;
- les facteurs aggravants qui peuvent accroître localement l'intensité du phénomène, généralement en lien avec l'environnement ou l'action de l'homme.

2.1. PREDISPOSITION DU SITE

Il s'agit en premier lieu du **degré de sensibilité des formations argileuses, qui est régi par leur teneur en particules d'« argile gonflante »**. Ce sont des minéraux argileux qui ont une grande capacité à stocker de l'eau entre leurs feuillets (smectites et vermiculites par exemple). Une argile n'est pas toujours gonflante car il se peut que l'espacement entre les feuillets soit stable et ne permette pas l'adsorption d'eau (talc par exemple).

Une formation argileuse ne contient pas systématiquement des minéraux « gonflants ». La genèse de ces derniers nécessite des conditions particulières de dépôt. Bien qu'il existe en France des gisements de smectites presque exclusivement composés d'argiles gonflantes (par exemple les gisements de montmorillonite), il est plus courant que ces minéraux soient répartis de façon non-homogène dans les formations argileuses.

En second lieu, **l'épaisseur de la couche** contenant des argiles gonflantes joue sur la susceptibilité au retrait-gonflement, car le volume mis en jeu conditionne l'amplitude du phénomène.

2.2. FACTEURS DECLENCHANTS

Ce sont les facteurs qui vont causer une modification de la teneur en eau des sols suffisante pour induire des mouvements de retrait-gonflement sensibles et pouvant provoquer des désordres sur les bâtiments (notamment). **Le principal facteur déclenchant est la sécheresse climatique exceptionnelle** qui entraîne une dessiccation des sols en profondeur suite à un fort déficit de précipitations sur une période prolongée.

Chaque année ou presque le département subit une sécheresse saisonnière, en raison d'une pluviométrie faible en juin et juillet notamment et quelquefois en hiver. Les pluies printanières et automnales viennent habituellement combler ce déficit hydrique. Les bâtiments (s'ils ne sont pas spécifiquement fragiles) supportent les mouvements de sols induits par ces sécheresses.

Par contre une sécheresse exceptionnelle est de nature à provoquer des désordres sur les bâtiments, s'ils ne sont pas conçus pour s'en prémunir.

Au cours d'une période de sécheresse, on parle de progression du front de dessiccation en profondeur (l'épaisseur de sol desséché depuis la surface augmente). Le cumul des effets de plusieurs sécheresses sans retour intermédiaire à une réhydratation complète des sols peut également induire une progression du front de dessiccation en profondeur au fil des années et ainsi conduire à des sinistres sur les bâtiments.

La présence d'une nappe et les fluctuations de son niveau en période de sécheresse jouent un rôle important dans les manifestations du phénomène de retrait-gonflement par l'influence qu'elles ont sur la teneur en eau des sols qui se trouvent au-dessus. En effet, au cours d'un épisode de sécheresse, le niveau de la nappe est susceptible de baisser ce qui provoque alors un assèchement des sols redoublé.

2.3. VULNERABILITE DE L'OUVRAGE

Des défauts de conception de la construction tant au niveau des fondations (sols d'assise hétérogènes, 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 ou entre blocs de charges différentes) constituent des facteurs de prédisposition indéniables qui expliquent l'apparition de désordres sur certains bâtiments, même en période de sécheresse à caractère non exceptionnel.

2.4. FACTEURS AGGRAVANTS

2.4.1. L'évapotranspiration / la végétation et les revêtements imperméables

Les précipitations et l'absence de précipitation régulent principalement la teneur en eau des sols. Toutefois l'évapotranspiration influence également les variations de teneur en eau par :

- le couvert végétal ou la simple présence d'un grand arbre ;
- la présence de terrasses ou d'éléments qui imperméabilisent les abords d'une construction.

La présence de végétation arborée à proximité d'un édifice construit sur sol sensible peut théoriquement, à elle seule, constituer un facteur déclenchant. Toutefois, c'est en condition de forte sécheresse que le processus agit le plus. Aussi, le plus souvent, la végétation arborée n'est qu'un élément aggravant.

Les racines des arbres soutirent l'eau contenue dans le sol, par un mécanisme de succion. Ceci crée une dépression locale autour du système racinaire. Le sol étant 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, il se produit alors des mouvements différentiels préjudiciables à l'ouvrage.

On considère en général que l'influence d'un arbre adulte se fait sentir jusqu'à une distance égale à une fois et demi sa hauteur (mais cela dépend des espèces). Dans ce périmètre, les racines seront naturellement poussées à se développer en direction de la maison puisque celle-ci possède, sous son emprise, une zone de sol non soumise à l'évaporation donc plus humide que les environs non protégés.

Contrairement au processus d'évaporation qui affecte surtout la tranche superficielle des trois premiers mètres, les racines d'arbres ont une influence jusqu'à 4 à 5 m de profondeur, voire davantage.

On considère qu'un peuplier ou un saule adulte a besoin de 300 litres d'eau par jour en été. En France, les arbres considérés comme les plus préjudiciables du fait de leur influence sur les

phénomènes de retrait sont les chênes, les peupliers, les saules, les cèdres, les frênes, les cyprès, les mûriers platanes... Des massifs de buissons ou arbustes situés près des façades peuvent aussi causer des dégâts (conifères rampants notamment).

A l'opposé, **la présence d'une terrasse** ou d'un revêtement imperméable sur le sol empêche l'évaporation. Cela peut avoir un aspect positif si toute la périphérie de l'ouvrage est protégée. Par contre, si la zone imperméabilisée est ponctuelle, c'est l'effet inverse qui se produit car au contact entre zone revêtue et non-revêtue le différentiel de mouvement dû au retrait-gonflement est maximal. Ceci constitue un facteur aggravant.

2.4.2. Actions anthropiques

Certains « sinistres retrait-gonflement » ne sont pas provoqués 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, sont susceptibles d'entraîner des variations de teneur en eau dans les sols superficiels.

La mise en place de drains à proximité d'un bâtiment peut créer un abaissement local de la teneur en eau et induire des mouvements différentiels au voisinage.

Inversement, la concentration d'eau pluviale ou de ruissellement au droit de la construction joue en particulier un rôle pathogène. De même que les fuites de réseaux.

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. Dans certaines conditions de mauvaise isolation, un plancher chauffant peut également constituer un facteur aggravant.

Enfin, l'abaissement du niveau d'une nappe phréatique, dont il a été question plus haut, peut être dû à l'influence de pompages situés à proximité.

2.4.3. Modifications hydrologiques

Le tarissement des circulations d'eau superficielles en période de sécheresse provoque une amplification de la dessiccation. A l'inverse, une source non captée proche d'une maison accroît le différentiel de teneur en eau aux abords de la zone concernée.

On notera également que la suppression d'un système d'épandage (dispositif d'assainissement autonome) peut provoquer un assèchement des sols.

3. Exposition accrue des terrains en pente

Les terrains pentus peuvent être particulièrement propices à l'apparition de désordres sur les constructions en raison de mouvements différentiels du terrain d'assise liés au phénomène de retrait-gonflement.

Plusieurs caractères propres à ces terrains sont à considérer :

- Le ruissellement naturel limite leur recharge en eau, ce qui peut accentuer le phénomène de dessiccation du sol.
- Un terrain en pente exposé au sud sera plus sensible au différentiel d'évaporation, du fait de l'ensoleillement, qu'un terrain plat (ou exposé différemment).
- Les fondations, si elles sont descendues partout à la même cote, se trouvent encastrées plus superficiellement du côté aval par rapport au terrain d'origine.
- Les fondations d'un bâtiment sur terrain pentu se comportent comme une barrière hydraulique vis-à-vis des circulations d'eaux dans les couches superficielles le long du versant. Le sol à l'amont tend donc à conserver une teneur en eau plus importante qu'à l'aval.

4. 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 ;
- affaissement ou gonflement des dallages.

Second-œuvre :
- distorsion des ouvertures ;
- décollement des éléments composites (carrelage, plâtres, doublage…) ;
- rupture de tuyauteries et canalisations.

Aménagement extérieur :
- fissuration des terrasses, des murs de soutènements ;
- 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 mis en œuvre et bien sûr de l'importance des mouvements différentiels de terrain subis.

L'exemple type de la maison sinistrée par la dessiccation des sols est :

- une maison individuelle ;
- reposant sur un sol argileux ;
- 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 (moins de 80 cm) ;
- avec une structure en maçonnerie peu rigide, sans chaînage horizontal.

ANNEXE 2

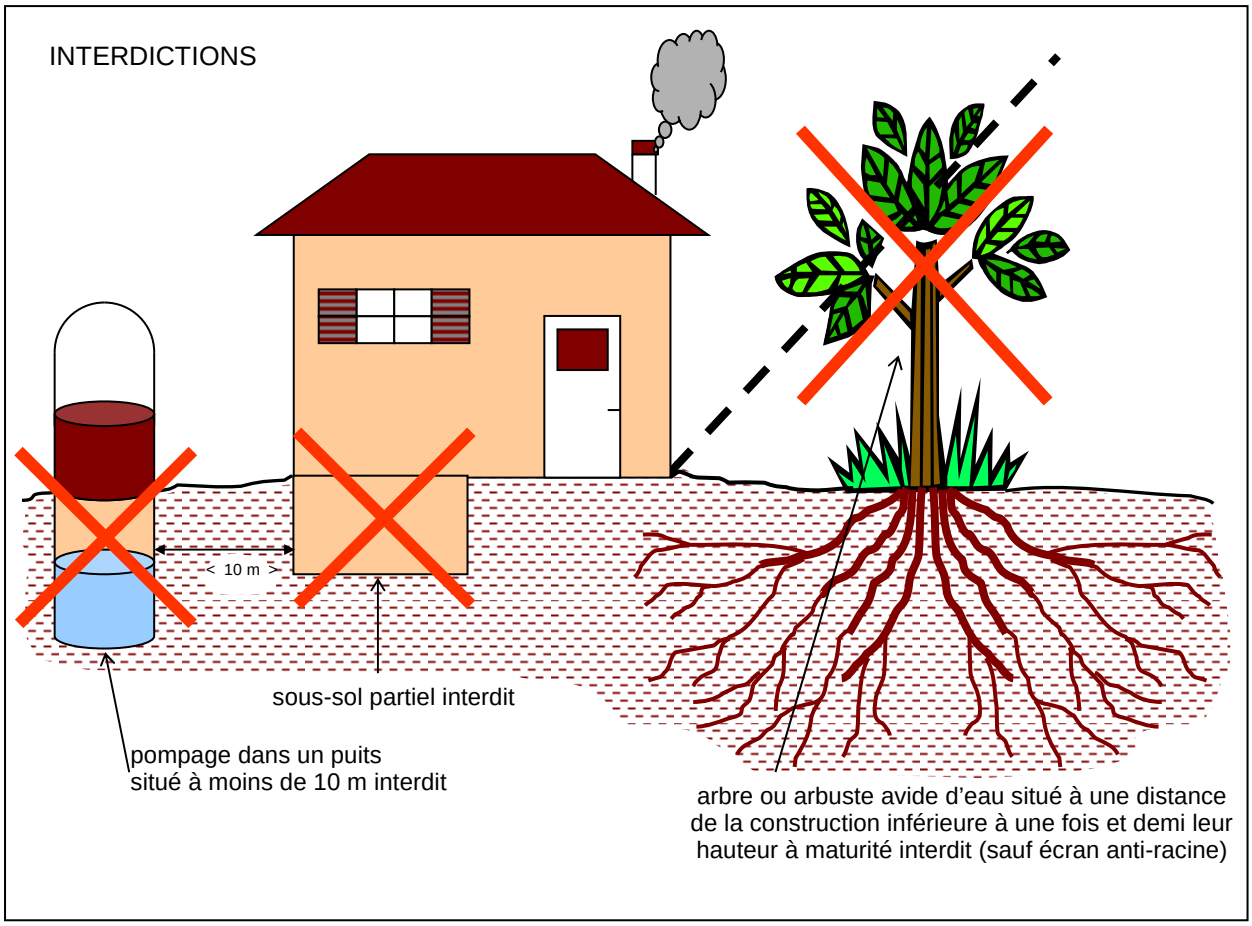
Liste des arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle au titre de mouvements différentiels de sols liés au retrait-gonflement des argiles, pris dans le département des Alpes-de-Haute-Provence - État au 4 mars 2015 (données www.prim.net)

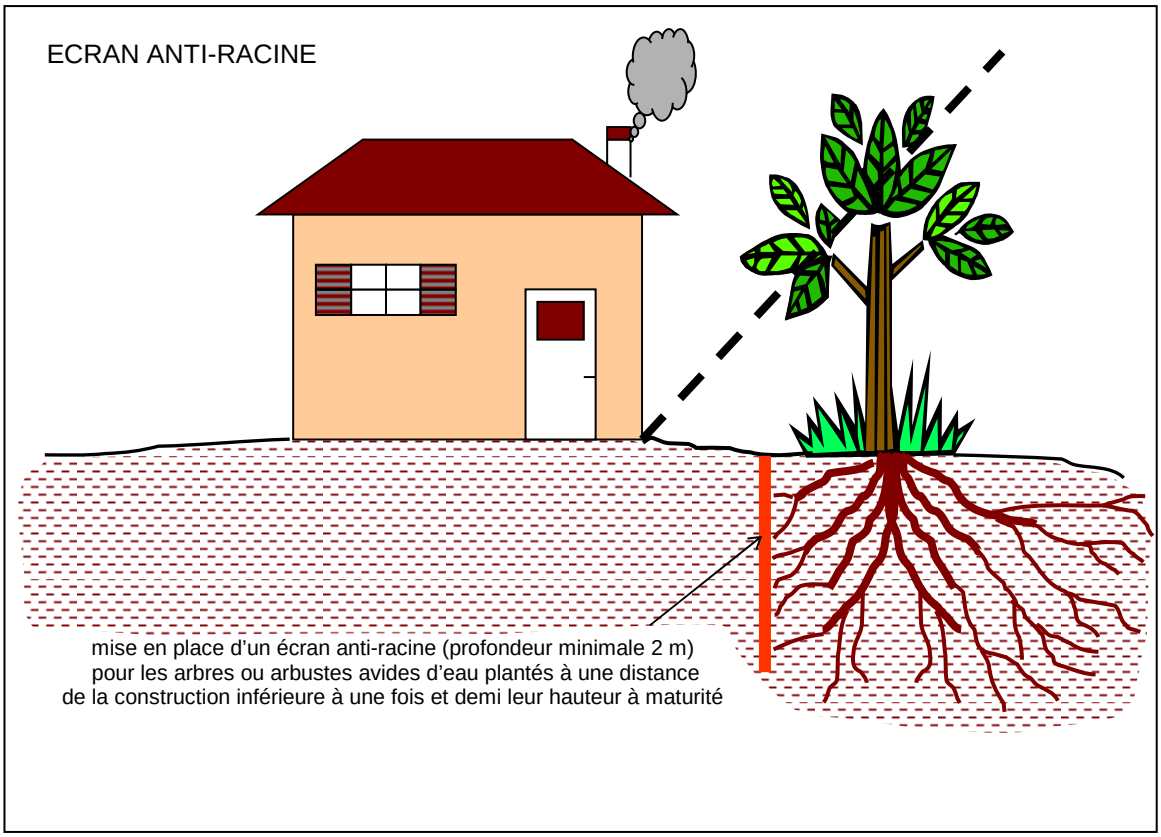
INSEE	Commune	Date début	Date fin	Date arrêté	Date JO
4001	Aiglun	01/01/1998	30/09/1999	27/12/2000	29/12/2000
		01/10/1990	31/12/1997	22/10/1998	13/11/1998
		01/05/1989	30/09/1990	12/08/1991	30/08/1991
4020	Barles	01/01/2002	30/09/2002	27/05/2005	31/05/2005
		01/08/1998	31/12/1999	27/05/2005	31/05/2005
4036	Brusquet	01/07/2007	30/09/2007	07/08/2008	13/08/2008
4040	Castellard-Melan	01/01/2007	31/03/2007	07/08/2008	13/08/2008
		01/07/2007	30/09/2007	07/08/2008	13/08/2008
4047	Champtercier	01/04/1997	30/06/1998	27/12/2000	29/12/2000
		01/05/1989	30/09/1990	12/08/1991	30/08/1991
4070	Digne-les-Bains	01/01/2007	31/03/2007	07/08/2008	13/08/2008
		01/01/2005	31/03/2005	07/08/2008	13/08/2008
		01/03/1998	31/12/1998	27/12/2001	18/01/2002
		01/03/1998	30/09/1998	06/07/2001	18/07/2001
		01/10/1991	31/12/1997	22/10/1998	13/11/1998
		01/05/1989	30/09/1991	25/01/1993	07/02/1993
4075	Entrepierres	01/05/1989	30/09/1990	29/10/2002	09/11/2002
		01/04/1997	30/09/1999	29/10/2002	09/11/2002
4079	Escale	01/01/1999	30/09/1999	01/08/2002	22/08/2002
4088	Forcalquier	01/01/2008	31/03/2008	20/07/2009	23/07/2009
4110	Mallemoisson	01/10/1990	31/12/1997	22/10/1998	13/11/1998
		01/05/1989	30/09/1990	12/08/1991	30/08/1991
4112	Manosque	01/01/2012	30/09/2012	08/07/2013	11/07/2013
		01/01/2008	31/03/2008	16/10/2009	21/10/2009
		01/01/2007	31/03/2007	05/12/2008	10/12/2008
		01/01/2005	31/03/2005	15/05/2008	22/05/2008
		01/01/2002	30/06/2002	15/06/2004	07/07/2004
		01/09/1998	30/09/1999	27/12/2001	18/01/2002
		01/09/1998	30/09/1998	06/07/2001	18/07/2001
		01/07/1996	31/08/1998	16/04/1999	02/05/1999
		01/09/1993	30/06/1996	12/05/1997	25/05/1997
		01/04/1992	31/08/1993	30/06/1994	09/07/1994
		01/10/1990	01/03/1992	25/01/1993	07/02/1993
		01/05/1989	30/09/1990	28/03/1991	17/04/1991
4121	Mézel	01/01/2007	31/03/2007	07/08/2008	13/08/2008
4122	Mirabeau	01/10/1990	30/11/1997	12/06/1998	01/07/1998
		01/05/1989	30/09/1990	28/03/1991	17/04/1991
4128	Montfuron	01/04/1997	31/07/1999	27/12/2000	29/12/2000
4132	Montsalier	01/01/2007	31/03/2007	07/08/2008	13/08/2008
		01/01/2005	31/03/2005	15/05/2008	22/05/2008
4140	Omergues	01/07/1988	31/08/1991	09/12/1996	20/12/1996
4145	Peipin	01/05/1999	30/09/1999	06/07/2001	18/07/2001
		01/01/1990	31/12/1990	15/11/1994	24/11/1994
		01/05/1989	31/12/1989	31/08/1990	16/09/1990
4149	Peyruis	01/01/2007	31/03/2007	05/12/2008	10/12/2008
4152	Pierrevert	01/01/2007	31/03/2007	07/08/2008	13/08/2008
		01/01/2005	31/03/2005	11/06/2008	14/06/2008
		01/09/1998	30/09/1999	27/12/2001	18/01/2002
		01/09/1998	30/09/1998	06/07/2001	18/07/2001
		01/07/1996	31/08/1998	16/04/1999	02/05/1999
		01/09/1993	30/06/1996	12/05/1997	25/05/1997
		01/10/1990	31/08/1993	30/06/1994	09/07/1994
		01/05/1989	30/09/1990	28/03/1991	17/04/1991
4160	Reillanne	01/02/1997	31/08/1998	16/04/1999	02/05/1999
4172	Roumoules	01/01/2005	31/03/2005	11/06/2008	14/06/2008
4188	Saint-Maime	01/01/1997	31/12/1997	22/10/1998	13/11/1998
4197	Sainte-Tulle	01/03/1998	30/09/1999	29/10/2002	09/11/2002
		01/05/1989	30/09/1990	29/10/2002	09/11/2002
4208	Simiane-la-Rotonde	15/06/2012	15/09/2012	21/05/2013	25/05/2013
		01/01/2005	31/03/2005	07/10/2008	10/10/2008
4209	Sisteron	01/01/2005	31/03/2005	15/05/2008	22/05/2008
		01/01/1999	30/09/1999	17/12/2002	08/01/2003
		01/05/1989	31/08/1993	12/03/1998	28/03/1998
4217	Thoard	01/05/1989	30/09/1990	12/08/1991	30/08/1991

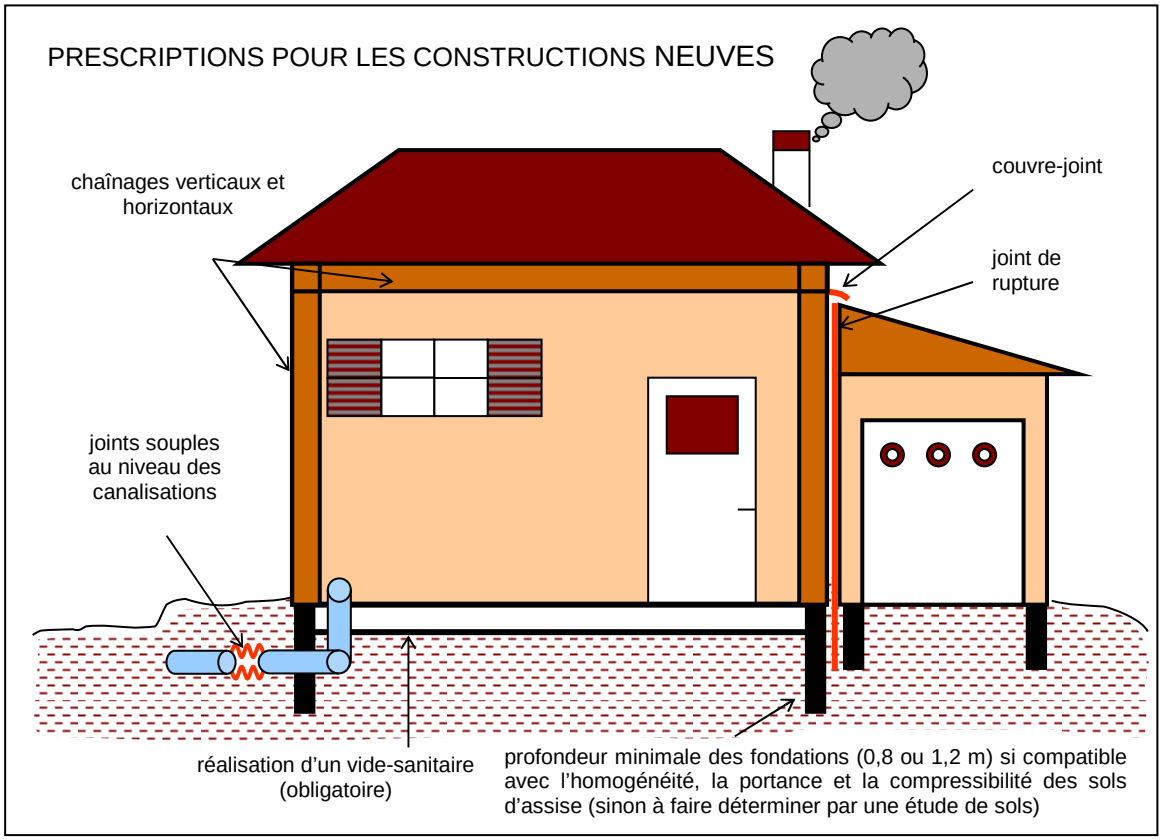
ANNEXE 3

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

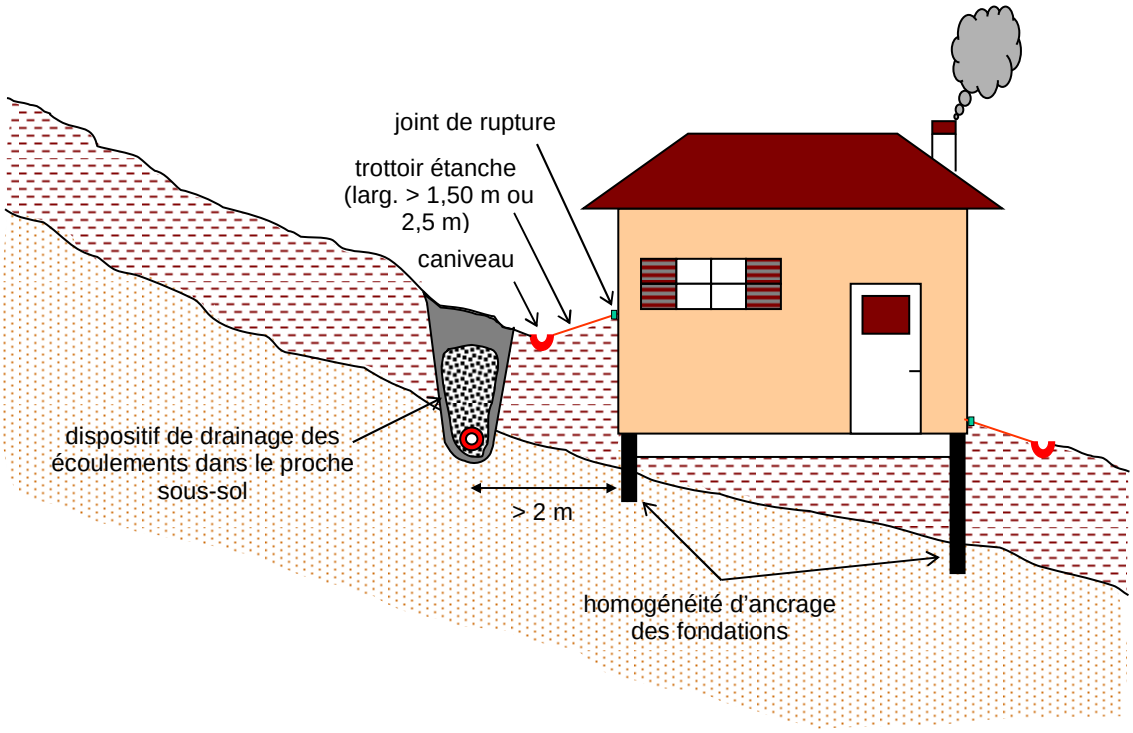
Les illustrations qui suivent présentent une partie des prescriptions et recommandations destinées à s'appliquer dans la zone réglementée par le PPRN. Suivant le type de construction (existante ou projetée) certaines de ces mesures sont obligatoires, d'autres non, et l'on se reportera donc au règlement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



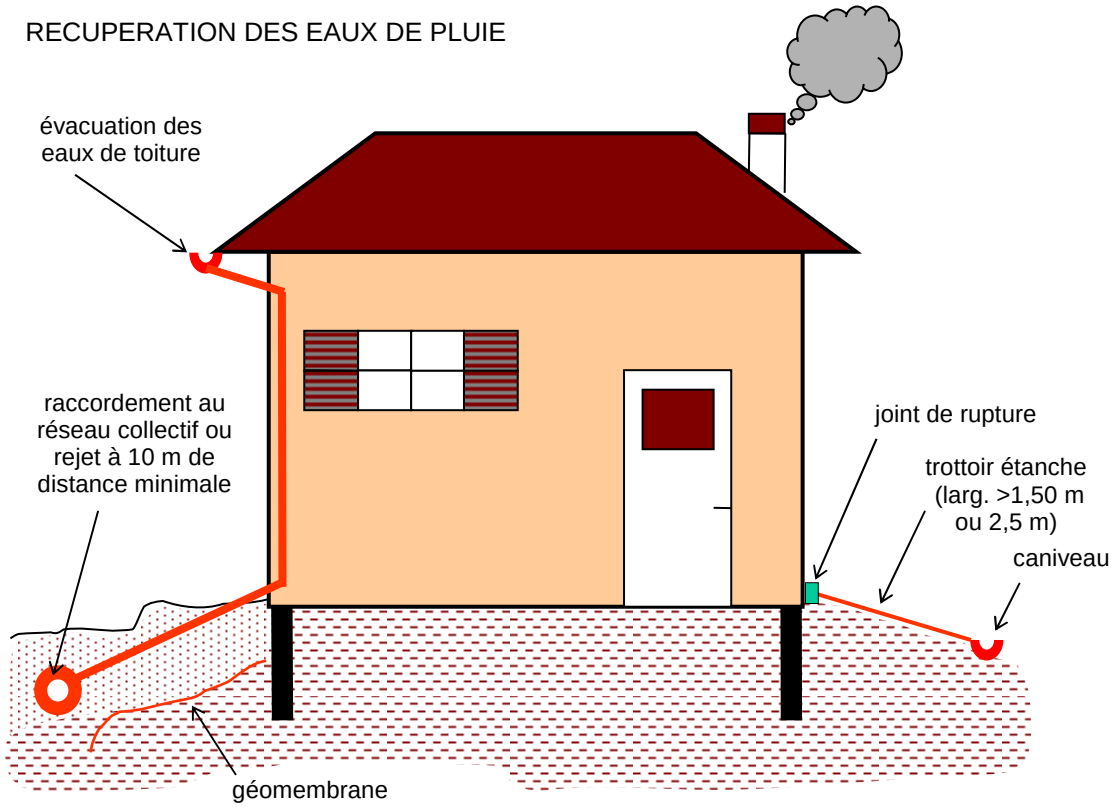

ECRAN ANTI-RACINE
mise en place d'un écran anti-racine (profondeur minimale 2 m)
pour les arbres ou arbustes avides d'eau plantés à une distance
de la construction inférieure à une fois et demi leur hauteur à maturité


PRESCRIPTIONS POUR LES CONSTRUCTIONS NEUVES
chaînages verticaux et horizontaux
couvre-joint
joint de rupture
joints souples au niveau des canalisations
réalisation d'un vide-sanitaire (obligatoire)
profondeur minimale des fondations (0,8 ou 1,2 m) si compatible avec l'homogénéité, la portance et la compressibilité des sols d'assise (sinon à faire déterminer par une étude de sols)

PRESCRIPTIONS POUR LES TERRAINS EN PENTE



RECUPERATION DES EAUX DE PLUIE



ANNEXE 4

Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

(*Extraits de la norme NF P 94-500 du 30 novembre 2013 – Chapitre 4.2*)

Le Maître d'Ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la Maîtrise d'Œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception, puis de réalisation de l'ouvrage. Le Maître d'Ouvrage, ou son mandataire, doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives à la Maîtrise d'Œuvre du projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du Maître d'Ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3, la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

Enchainement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : **Etude géotechnique préalable (G1)**		Etude géotechnique préalable (G1) **Phase Etude de Site (ES)**		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Etude préliminaire, Esquisse, APS	Etudes géotechnique préalable (G1) **Phase Principes Généraux de Construction (PGC)**		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonctions des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : **Etude géotechnique de conception (G2)**	APD/AVP	Etude géotechnique de conception (G2) **Phase Avant-projet (AVP)**		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (*choix constructifs*)
	PRO	Etudes géotechniques de conception (G2) **Phase Projet (PRO)**		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (*choix constructifs*)
	DCE/ACT	Etude géotechnique de conception (G2) **Phase DCE/ACT**		Consultation sur le projet de base/choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Etudes géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Etude de suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Etude (en interaction avec la phase suivi)	**Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution** (*en interaction avec la phase supervision du suivi*)	Etude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (*réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience*)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Etude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi (en interaction avec la Phase Etude	**Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution** (*en interaction avec la phase Supervision de l'étude*)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
A toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

Tableau 2 - Classification des missions d'ingénierie géotechnique

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1)

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases:

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site. - Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases:

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin 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, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site. - Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participé à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)
ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives:

Phase Étude

- Définir si besoin 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 établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs: plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives:

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- Donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

- 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, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).