

PREFECTURE DES YVELINES
DIRECTION DEPARTEMENTALE DES TERRITOIRES

**PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES
DE MOUVEMENTS DE TERRAIN
LIÉS AU PHÉNOMÈNE DE
RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES**

Commune de Saint-Cyr-l'Ecole

Note de présentation

Prescrit le : 21 août 2008

Approuvé le: **21** JUIN 2012

SOMMAIRE

1 INTRODUCTION.....	2
2 PRESENTATION DE LA ZONE ETUDIEE.....	3
2.1 Motivations de la prescription du PPRN.....	3
2.2 Contexte naturel départemental.....	3
2.2.1 Situation géographique.....	3
2.2.2 Géologie.....	3
2.2.3 Hydrogéologie.....	6
3 DESCRIPTION DES PHENOMENES ET DE LEURS CONSEQUENCES.....	6
4 SINISTRES OBSERVES DANS LE DEPARTEMENT.....	6
5 DESCRIPTION DE LA METHODOLOGIE D'ETABLISSEMENT DU PPRN.....	7
5.1 Carte de l'aléa retrait-gonflement.....	7
5.2 Etude des enjeux.....	10
5.2.1 Composition du territoire communal.....	10
5.2.2 La cartographie des enjeux.....	10
5.3 Plan de zonage réglementaire.....	10
6 REGLEMENTATION.....	11
6.1 Dispositions constructives préventives pour les projets (Titre II).....	11
6.1.1 Principes généraux.....	12
6.1.2 Dispositions forfaitaires.....	12
6.2 Mesures sur les biens et activités existant (titre III).....	13
6.2.1 Dispositions obligatoires	13
6.2.2 Recommandations.....	13
6.3 Mesures de prévention, de protection et de sauvegarde.....	13
6.3.1 Dispositions obligatoires (B1 et B2).....	13
6.3.2 Dispositions obligatoires en zone B1.....	14
6.3.3 Recommandations.....	14
7 MODALITES D'ASSOCIATION ET DE CONCERTATION.....	15
7.1 Association.....	15
7.1.1 Lancement du PPRN.....	15
7.1.2 Réunions du COPIL.....	15
7.2 Concertation du public.....	15

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Illustration 1 : Carte synthétique des formations argileuses et marneuses des Yvelines

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

Illustration 3 : Carte d'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département des Yvelines

Illustration 4 : Carte d'aléa retrait-gonflement des argiles sur la commune de Saint-Cyr l'Ecole

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Description succincte des formations argileuses et marneuses affleurant dans le département des Yvelines

Annexe 2 : Description des phénomènes de retrait-gonflement des sols argileux et de leurs conséquences

Annexe 3 : Liste des arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle au titre de mouvements différentiels de sols liés au retrait-gonflement des argiles, pris sur la commune de Saint-Cyr-l'Ecole à la date du 1er février 2005

Annexe 4 : Illustration des principales dispositions réglementaires de prévention des risques de mouvements de terrain différentiels liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles

Annexe 5 : Fiche d'information sur le règlement du PPRN à l'usage du service urbanisme

Annexe 6 : Classification des missions types d'ingénierie géotechnique (selon la norme Afnor NF P 94-500 de décembre 2006)

Annexe 7 : Carte des formations argileuses et marneuses sur la commune

Annexe 8 : Carte de susceptibilité des formations sur la commune

Annexe 9 : Carte des aléas sur la commune

Annexe 10 : Cartographie des enjeux recensés sur la commune

1 INTRODUCTION

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

La prise en compte, par les assurances, de sinistres résultant de mouvements différentiels dus au retrait-gonflement des argiles a été rendue possible par l'application de la loi n° 82-600 du 13 juillet 1982, relative à l'indemnisation des victimes de catastrophe naturelle. Depuis l'année 1989, date à laquelle cette procédure a commencé à être appliquée à ce type de phénomène, plus de 5 800 communes françaises, réparties dans 83 départements ont ainsi été reconnues en état de catastrophe naturelle. Le coût cumulé d'indemnisation de ces sinistres a été évalué à 3,3 milliards d'euros sur la période 1989-2002 par la Caisse Centrale de Réassurance.

Les Yvelines sont particulièrement touchées puisqu'il s'agit du département français dans lequel le coût cumulé des indemnisations versées pour des sinistres de ce type est le plus élevé. À la date du 30 septembre 2005, 46 arrêtés interministériels y avaient été pris, reconnaissant l'état de catastrophe naturelle, pour ce seul aléa et pour des périodes comprises entre mai 1989 et septembre 2003, dans 133 communes, soit plus de la moitié des 262 communes que compte le département. Dans le cadre de l'étude d'aléa achevée en août 2005 par le BRGM, 3 724 sites de sinistres, répartis dans 125 communes des Yvelines, ont ainsi été recensés et localisés.

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

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

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

2 PRESENTATION DE LA ZONE ETUDIEE

2.1 Motivations de la prescription du PPRN

Par arrêté en date du 21 août 2008, le préfet des Yvelines a prescrit un PPRN sur le territoire de la commune de Saint-Cyr-l'Ecole ainsi que sur quatre autres communes des Yvelines (Auteuil le Roi, Bréval, Magnanville, Saint-Nom la Bretèche). Ce choix a été fait en fonction de plusieurs critères.

Pour la prescription des PPRN, il a été calculé, pour chacune des 262 communes du département la proportion du territoire communal classé en aléa fort, moyen, faible ou a priori nul vis-à-vis de ce phénomène. Il a aussi été pris en compte la superficie totale de chaque commune, son taux d'urbanisation (calculé à partir du POS 99, sur la base de 14 types d'habitats correspondant pour l'essentiel à l'habitat individuel et collectif, les bureaux et les bâtiments administratifs), le nombre de sinistres recensés dans le cadre de l'étude BRGM de 2005 et le nombre d'arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle sécheresse dont la commune a déjà bénéficié (à la date d'édition du rapport BRGM).

Ce calcul a permis d'établir une première sélection de cinq communes sur la base des critères qui ont été jugés les plus pertinents :

- au moins trois arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle sécheresse concernant la commune depuis 1989 ;
- au moins 20 sinistres recensés sur la commune dans le cadre de l'étude ;
- une proportion significative (au moins 75 %) de la superficie communale couverte par une zone placée en aléa moyen ou fort, tout en accordant un poids double à l'aléa fort (ce qui permet une meilleure prise en compte de la hiérarchisation de l'aléa même si le pourcentage ainsi calculé ne se rapporte pas, en toute rigueur, à la superficie totale de la commune).

2.2 Contexte naturel départemental

2.2.1 Situation géographique

Le département des Yvelines est divisé en 262 communes et couvre une superficie d'environ 2 300 km². Il comptait une population de 1 353 957 habitants au recensement INSEE de 1999. La densité de population y est de 592 hab./km², ce qui est nettement supérieur à la moyenne nationale et traduit le caractère particulièrement urbanisé du département. Les agglomérations principales sont celles de Versailles (chef-lieu de département), Mantes-la-Jolie, Rambouillet et Saint-Germain-en-Laye, ces trois dernières villes ayant le statut de sous-préfectures.

2.2.2 Géologie

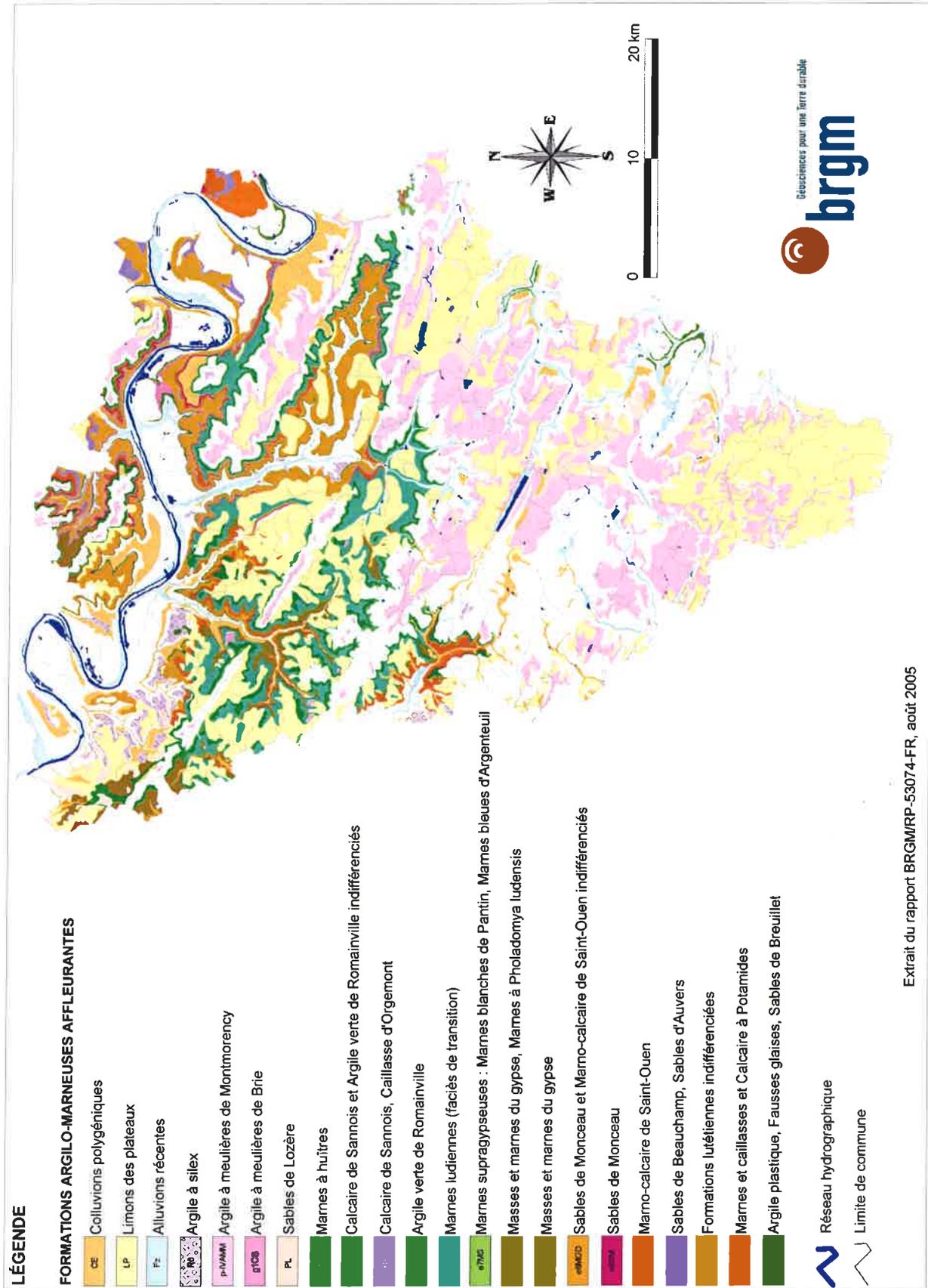
La connaissance de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux passe par une étude détaillée de la géologie, en s'attachant particulièrement aux formations à composante argileuse (argiles proprement dites mais aussi marnes, altérites, limons fins, sables argileux, etc.). Ceci nécessite de déterminer, pour chaque formation, la nature lithologique des terrains ainsi que les caractéristiques minéralogiques et géotechniques de leur phase argileuse. Cette analyse a été effectuée principalement à partir des données déjà disponibles sur le sujet et notamment à partir des cartes géologiques à l'échelle 1/50 000 publiées par le BRGM, complétées d'une part par l'analyse de données de sondages contenues dans la

Banque des données du Sous-Sol gérée par le BRGM, et d'autre part par de nouvelles analyses réalisées à partir d'échantillons représentatifs. Elle reflète donc l'état actuel des connaissances sur la géologie des formations superficielles des Yvelines, mais est susceptible d'évoluer au fur et à mesure de l'acquisition de nouvelles données sur le proche sous-sol.

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

Cette synthèse géologique départementale montre que près des deux-tiers de la superficie du département sont concernés par des formations à dominante argileuse plus ou moins marquée, et donc soumis à un risque de retrait-gonflement plus ou moins élevé.

Les principales formations argileuses ou marneuses qui affleurent dans le département des Yvelines sont, par ordre d'importance décroissante en terme de superficie, les *Limons des Plateaux* (21 % de la superficie totale du département), les *Argiles à meulières de Montmorency* (13,3 %), les *Alluvions récentes* (5,4 %) et les *Formations lutétiennes indifférenciées* (5,3 %). Les autres formations à composante argileuse couvrent toutes des surfaces inférieures à 5 % du département.



Extrait du rapport BRGM/RP-53074-FR, août 2005

Illustration 1 : Carte synthétique des formations argileuses et marneuses des Yvelines

2.2.3 Hydrogéologie

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

Dans le département des Yvelines, ce sont essentiellement les nappes alluviales qui vont avoir une influence importante sur le retrait-gonflement des sols. Ainsi, les alluvions récentes, qui correspondent au lit majeur des cours d'eau, sont largement baignées par la nappe alluviale, ce qui atténue le phénomène de retrait, puisque des remontées capillaires vont limiter la dessiccation. Cependant, les niveaux sablo-graveleux, à fortes perméabilités, peuvent être périodiquement dénoyés, ce qui est de nature à aggraver localement la dessiccation de niveaux argileux sus-jacents, en cas de sécheresse prolongée.

Ce phénomène concerne aussi certaines nappes discontinues et non pérennes développées notamment dans les *Limons des Plateaux* au dessus des *Argiles à meulière de Montmorency*. De même, certaines sources qui drainent la nappe des *Sables de Fontainebleau* au contact avec les *Marnes à huîtres* sous-jacentes tarissent à l'étiage ce qui accentue la dessiccation des terrains à proximité, et notamment des colluvions et éboulis de pente fréquents à ce niveau.

3 DESCRIPTION DES PHENOMENES ET DE LEURS CONSEQUENCES

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

4 SINISTRES OBSERVES DANS LE DEPARTEMENT

Au 30 septembre 2005, 133 des 262 communes que compte le département des Yvelines (soit plus de la moitié d'entre elles) avaient été reconnues au moins une fois en état de catastrophe naturelle au titre de mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des argiles, pour des périodes comprises entre mai 1989 et septembre 2003.

Le nombre total de sites de sinistres recensés et localisés avec précision par le BRGM dans le cadre de l'étude départementale d'aléa s'élève à 3 724, répartis dans 125 communes : ce nombre constitue une estimation approchée, quoique vraisemblablement minorée, de la réalité. D'après des données communiquées par la Caisse Centrale de Réassurance et couvrant la période 1989-2002, les Yvelines seraient le département français pour lequel le coût cumulé d'indemnisation des sinistres retrait-gonflement des argiles est le plus élevé.

Au total, 46 arrêtés interministériels reconnaissant l'état de catastrophe naturelle sécheresse dans une ou plusieurs communes des Yvelines ont été pris entre juin 1991 et mai 2005. Le nombre total d'occurrences ainsi déterminées (nombre de périodes ayant fait l'objet d'une reconnaissance en distinguant commune par commune) s'élève à 293, ce qui, de ce point de vue, place les Yvelines à la 15^{ème} position des départements les plus touchés.

Dans le cas de la commune de Saint-Cyr-l'Ecole, ce sont 4 arrêtés qui ont été pris à la date du 1^{er} juin 2011.

5 DESCRIPTION DE LA METHODOLOGIE D'ETABLISSEMENT DU PPRN

5.1 Carte de l'aléa retrait-gonflement

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

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

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

Code	Formations géologiques	% de la superficie départementale
Formations à aléa fort		
e7ML	Marnes ludiennes (faciès de transition)	4,14
g1SA	Calcaire de Sannois et Argile verte de Romainville indifférenciés	2,44
g1MH	Marnes à huitres	0,93
e4APS / e4GA / e4GS	Argile plastique, Fausses glaises, Sables de Breuillet	0,85
g1AR	Argile verte de Romainville	0,06
e7MS	Marnes supragypseuses : Marnes blanches de Pantin, Marnes bleues d'Argenteuil	0,02
Total superficie affleurement en aléa fort		8,43
Formations à aléa moyen		
p-IVAMM	Argile à meulrières de Montmorency	13,29
CE	Colluvions polygéniques de versants	4,25
e7G-MP	Masses et marnes du gypse, Marnes à <i>Pholadomya ludensis</i>	1,23
Rc	Argile à silex	1,06
e7G	Masses et marnes du gypse	0,01
Total superficie affleurement en aléa moyen		19,84
Formations à aléa faible		
LP	Limons des plateaux	20,94
Fz	Alluvions récentes	5,36
e5C	Formations lutéliennes indifférenciées	5,31
e6CSO	Mamo-calcaire de Saint-Ouen	2,07
PL	Sables de Lozère	1,63
e6SB-A	Sables de Beauchamp, Sables d'Auvers	1,02
e6MOD	Sables de Monceau et Mamo-calcaire de Saint-Ouen indifférenciés	0,85
e5MC	Marnes et caillasses et Calcaire à Potamides	0,64
e6SM	Sables de Monceau	0,14
g1CB	Argile à meulrières de Brie	0,07
g1BS	Calcaire de Sannois, Caillasse d'Orgemont	0,02
Total superficie affleurement en aléa faible		38,04

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

La répartition cartographique des zones d'aléa est présentée sur la carte ci-dessous.

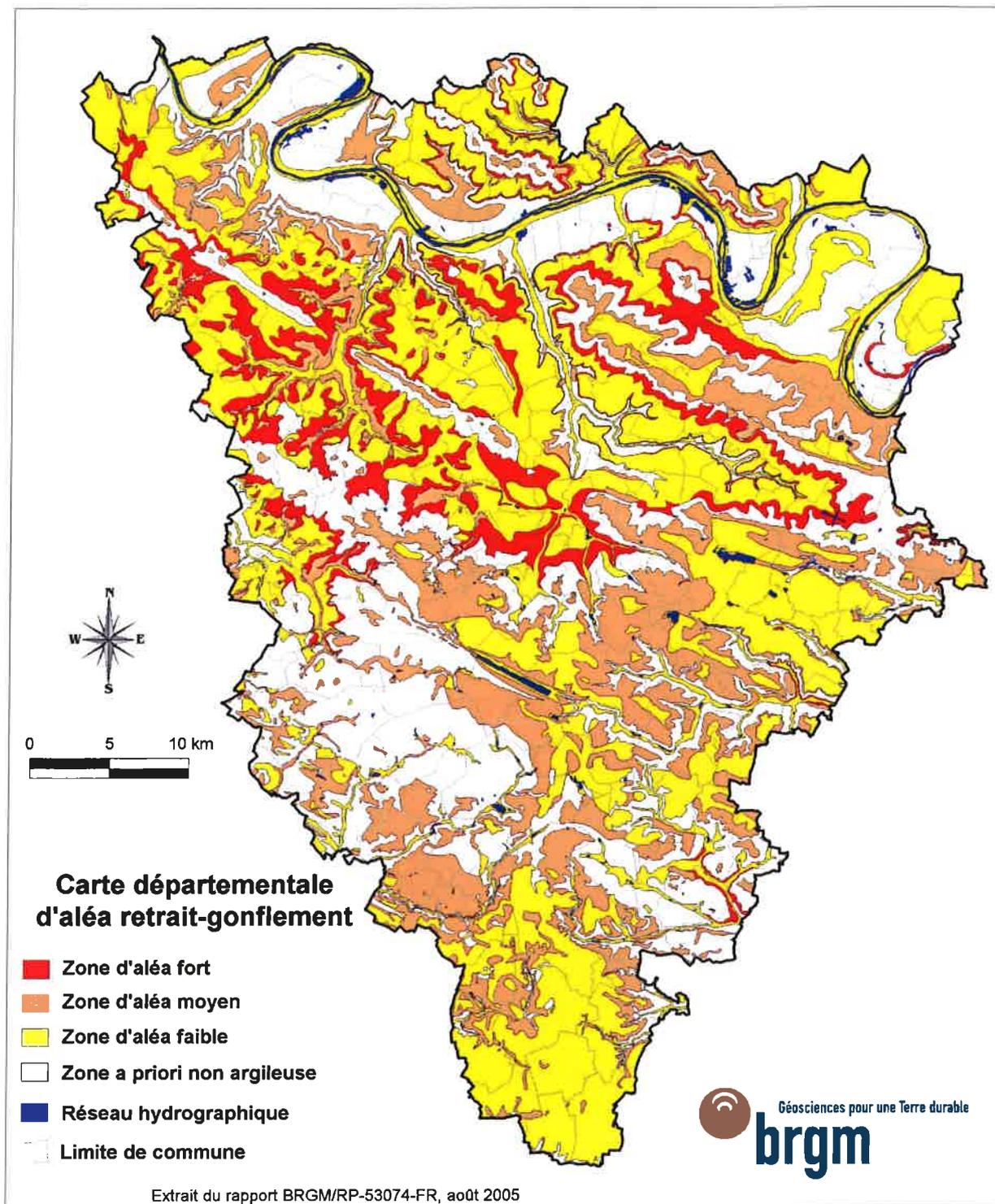


Illustration 3 : Carte d'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département des Yvelines

En définitive, seulement 8,4 % de la superficie du département est située en zone d'aléa fort, tandis que 19,8 % du département est considéré en aléa moyen et 38 % en aléa faible. Le reste, soit 33,7 % du département, correspond à des zones a priori non argileuses (y compris le réseau hydrographique), en principe non exposées aux risques de retrait-

gonflement, ce qui n'exclut pas la présence, localement, de poches ou de placages argileux non cartographiés.

La répartition des zones d'aléa retrait-gonflement des argiles est cependant assez homogène sur l'ensemble du département puisque, au vu de la carte établie, aucune commune n'est totalement épargnée par le phénomène et seules 24 d'entre elles sont situées à plus de 95 % de leur superficie communale sur des zones en aléa faible à nul. Inversement, 163 communes des Yvelines, soit plus de 60 % d'entre elles, possèdent des zones d'aléa fort qui couvrent au moins 1 % de leur surface communale. Ces chiffres sont cependant à pondérer en prenant plutôt en compte la répartition de l'aléa dans les secteurs réellement en voie d'urbanisation qui sont les zones à enjeu où il importe que des règles de prévention soient respectées.

Un extrait de cette carte sur la commune de Saint-Cyr-l'Ecole figure ci-dessous en illustration n°4. L'annexe 9 reprend également cette carte d'une manière plus précise.

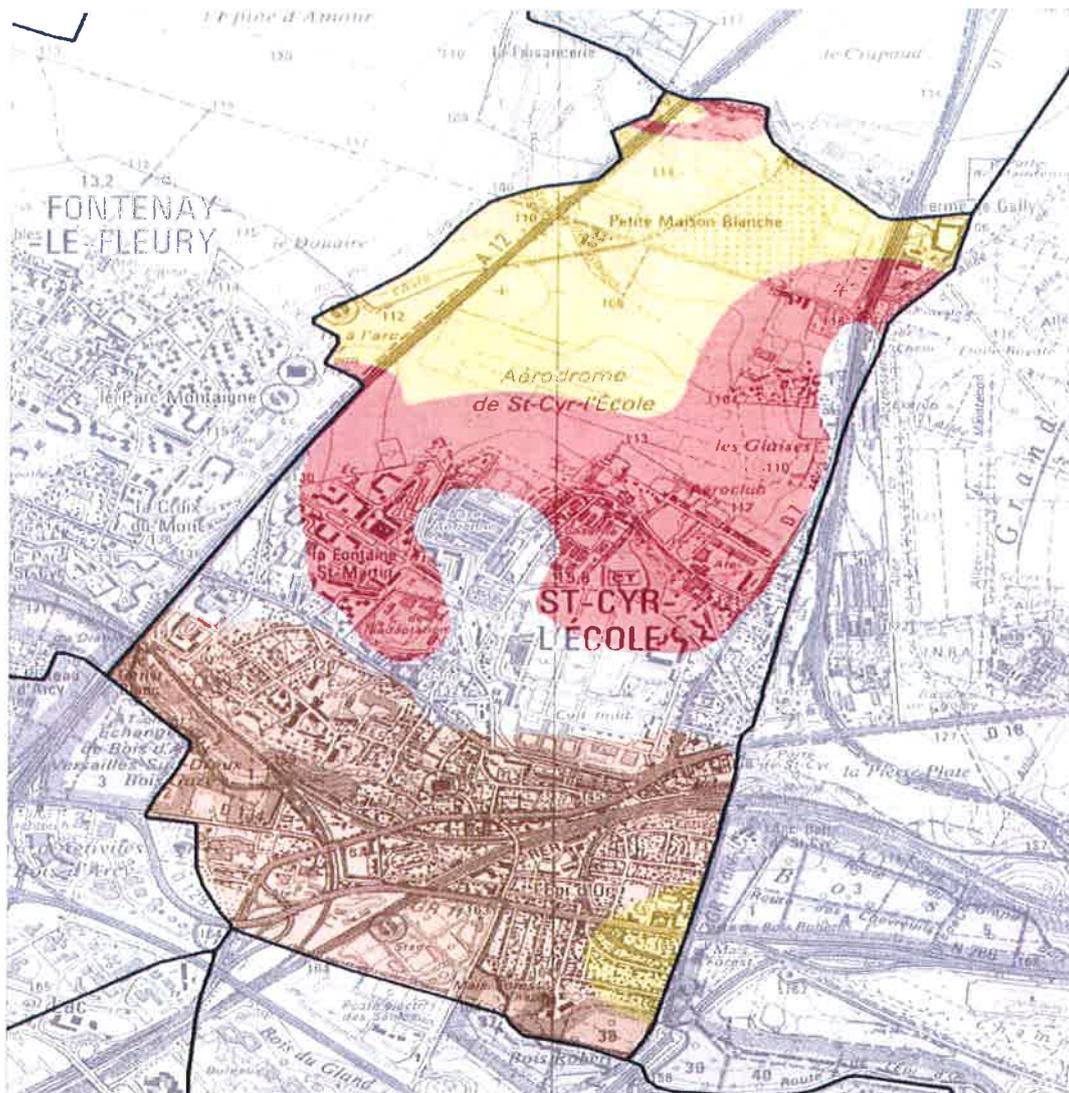


Illustration 4 : Carte d'aléa retrait-gonflement des argiles sur la commune de Saint-Cyr-l'Ecole

5.2 Etude des enjeux

5.2.1 Composition du territoire communal

La commune de Saint-Cyr-l'École est située à quatre kilomètres environ à l'ouest de Versailles et à 24 kilomètres à l'ouest-sud-ouest de Paris. Son territoire s'étend en grande partie dans la plaine de Versailles et est délimité au nord par le ru de Gally, remontant progressivement vers le sud urbanisé puis par un talus nettement marqué au pied des voies ferrées jusqu'à un plateau culminant à 170 m d'altitude environ. Ce territoire est bordé à l'ouest par l'autoroute A12 et à l'est par la voie ferrée dite de *Grande Ceinture* (fermée au trafic) reliant Versailles à Saint-Germain en Laye et traversé dans sa partie nord-ouest par l'aqueduc de l'Avre.

La partie nord de la commune, très peu urbanisée, accueille des cultures ainsi que l'aérodrome de Saint-Cyr l'un des plus anciens aérodrome civils de France. Dans la partie sud-ouest se trouve le Bois Gazé culminant à 175 m d'altitude et traversé par le sentier de grande randonnée GR11.

La partie sud de la commune, située sur le plateau au-dessus des voies ferrées se nomme 'Épi d'Or et est quelque peu excentrée mais permet l'accès direct à la banlieue sud de Paris par la RN 286 à caractéristiques de voie rapide.

Les principaux projets sur la commune sont l'aménagement de la ZAC Charles Renard (activités, habitats) ainsi que la ZAC Santos Dumont (activités), la réalisation de différentes petites opérations de logements collectifs, la création d'une résidence étudiants et des petits secteurs de développement d'activités (tous ces projets étant repris et localisés sur la carte de enjeux figurant en annexe 10).

5.2.2 La cartographie des enjeux

A partir des informations collectées et exposées ci-dessus, une carte des enjeux a été établie en lien avec la commune afin de synthétiser les informations recueillies. Cette cartographie est reproduite au format A3 à l'annexe 10.

5.3 Plan de zonage réglementaire

Le tracé du zonage réglementaire établi pour chacune des communes des Yvelines a été extrapolé directement à partir de la carte d'aléa, en intégrant une marge de sécurité de 50 m de largeur pour tenir compte de l'imprécision des contours qui sont valides à l'échelle 1/50 000.

Le plan de zonage est présenté sur fond cartographique extrait des cartes IGN à l'échelle 1/25 000 et agrandi à l'échelle 1/10 000.

Les zones exposées à un aléa fort sont notées B1 et représentées avec un figuré de couleur bleu foncé ; celles correspondant à un aléa faible à moyen ont été regroupées en une zone unique, de couleur bleu clair, notée B2. La carte réglementaire traduit ainsi directement la carte d'aléa et présente donc seulement deux zones réglementées.

6 REGLEMENTATION

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

Lié au plan de zonage, il définit, en fonction des zones B1 et B2 :

- * les mesures générales applicables aux projets de construction de bâtiment [Titre II, Chapitre 1] ;
- * les mesures particulières applicables aux constructions de maisons individuelles et de leurs extensions [Titre II, Chapitre 2];
- * les mesures applicables aux biens et activités existants [Titre III];
- * les mesures générales de prévention, de protection et de sauvegarde [Titre IV].

Le PPRN approuvé vaut servitude d'utilité publique et est opposable aux tiers. A ce titre il doit être annexé au Plan Local d'Urbanisme (PLU) conformément à l'article 126.1 du Code de l'Urbanisme. Comme spécifié dans l'article L.562-4 du Code de l'Environnement, le respect des prescriptions obligatoires s'applique, dès l'approbation du PPRN, à toute nouvelle construction située dans les zones concernées.

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

Les propriétaires des constructions existantes disposent au maximum d'un délai de cinq ans pour s'y conformer, dans le cas des mesures les plus contraignantes (mesures des titres III et IV).

En application de l'article L. 125-6 du code des Assurances, l'assureur peut (lors de la souscription initiale ou du renouvellement du contrat), sur décision du bureau central de tarification, excepter un bien du contrat ou procéder à des abattements spéciaux sur les indemnités à verser (augmentation de la franchise) si le propriétaire ne se conforme pas aux mesures de réduction de la vulnérabilité rendues obligatoires par le Titre III du règlement du présent PPRN dans le délai prescrit (ou à défaut 5 ans) sur les biens et activités existants.

6.1 Dispositions constructives préventives pour les projets (Titre II)

Les dispositions constructives décrites dans le règlement du PPRN ne sont pas exhaustives en ce sens qu'elles ne se substituent pas aux documents normatifs en vigueur (NF – DTU) mais qu'elles les complètent. La mise en application de ces dispositions ne dispense donc pas de respecter l'ensemble des règles de l'art en vigueur dans le domaine de la construction. Par ailleurs, il s'agit de dispositions préventives et non curatives. Elles ne s'appliquent donc pas nécessairement en cas de sinistre avéré, pour lequel il convient de faire appel à des méthodes de réparation spécifiques. Une partie des mesures décrites dans le règlement est illustrée par des schémas en annexe 4.

6.1.1 Principes généraux

Concernant les constructions nouvelles en zones réglementées par le PPRN et pour ce qui est des maisons individuelles (hors permis de construire groupé), le choix est laissé entre deux options. La première consiste en la **réalisation d'une série d'études géotechniques** sur l'ensemble de la parcelle. Elles définissent les dispositions constructives et environnementales nécessaires pour assurer la stabilité des bâtiments vis-à-vis du risque de tassement différentiel et couvrent les missions géotechniques de type G12 (étude géotechnique d'avant-projet), G2 (étude géotechnique de projet) et G3 (étude et suivi géotechniques d'exécution) au sens de la norme géotechnique NF P 94-500 (cf. annexe 6). Au cours de ces études, une attention particulière devra être portée sur les conséquences néfastes que pourrait créer le nouveau projet sur les parcelles voisines (influence des plantations d'arbres, rabattement de nappe ou rejet d'eau trop proche des limites parcellaires par exemple). Toutes les dispositions et recommandations issues de ces études devront être appliquées.

La seconde option consiste à appliquer directement un certain nombre de **mesures préventives**, explicitées dans le règlement du PPRN, qui concernent autant la construction elle-même que son environnement immédiat, mesures de nature à éviter a priori tout risque de désordre important, même en présence de matériaux très sensibles au retrait-gonflement.

La première option est préférable, d'une part parce qu'elle permet de lever d'éventuelles incertitudes quant à la nature exacte du sol au droit de la parcelle à construire, et, d'autre part, parce qu'elle permet une adaptation plus fine du projet au contexte géologique local.

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

Ces principes sont illustrés sur les fiches de l'annexe 5. Ces documents, utiles à la compréhension du règlement, peuvent être utilement diffusés aux pétitionnaires du permis de construire par les services en charge de la délivrance des autorisations d'urbanisme.

6.1.2 Dispositions forfaitaires

Concernant les mesures constructives et d'environnement préconisées en cas de non réalisation des études géotechniques, les principes ayant guidé leur élaboration sont en particulier les suivants :

- les fondations doivent être suffisamment profondes pour s'affranchir de la zone superficielle où le sol est sensible à l'évaporation. Elles doivent être suffisamment armées et coulées à pleine fouille le plus rapidement possible, en évitant que le sol mis à nu en fond de fouille ne soit soumis à des variations importantes de teneur en eau ;
- elles doivent être ancrées de manière homogène sur tout le pourtour du bâtiment (ceci vaut notamment pour les terrains en pente ou à sous-sol hétérogène, mais explique aussi l'interdiction des sous-sols partiels qui induisent des hétérogénéités d'ancrage sauf en cas de présence d'un joint de rupture) ;
- la structure du bâtiment doit être suffisamment rigide pour résister à des mouvements différentiels, d'où l'importance des chaînages haut et bas ;
- 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.

6.2 Mesures sur les biens et activités existant (titre III)

Concernant les biens et activités déjà construits à la date d'approbation du PPRN, il est nécessaire, en fonction de la zone réglementée (B1 ou B2), de suivre des prescriptions ou des recommandations. Ces prescriptions/recommandations ne s'appliquent qu'aux maisons individuelles, compte-tenu de leur vulnérabilité face au risque de retrait-gonflement des sols argileux.

6.2.1 Dispositions obligatoires

Les dispositions obligatoires sont limitées à la zone réglementée B1.

Afin de réduire les variations de teneur en eau dans le sol aux abords des biens et activités existant en zone, il est prescrit l'éloignement du rejet des eaux pluviales de tout bâtiment lorsque celles-ci ne sont pas renvoyées au réseau collectif. La distance minimale de 5 mètres est obligatoire mais peut être augmentée tant que cela n'affecte pas les constructions voisines.

En cas de stockage de ces eaux pluviales, une enceinte étanche doit être utilisée, et l'évacuation du trop plein doit obéir à la règle d'éloignement du rejet de 5 mètres minimum.

Cette obligation devient une recommandation en zone B2.

6.2.2 Recommandations

Afin de réduire les variations de teneur en eau dans le sol aux abords des biens et activités existants il est recommandé, quelque soit la zone réglementée, de mettre en place un dispositif s'opposant à l'évaporation du sol. Ce dispositif peut être, par exemple, une géomembrane ou bien un trottoir étanche d'au moins 1,50 m.

Pour les mêmes raisons que précédemment, il est recommandé dans la zone réglementée B2, d'éloigner les rejets d'eaux pluviales des abords de la construction (cf. 6.2.1.)

6.3 Mesures de prévention, de protection et de sauvegarde

Il est possible de s'affranchir des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde si une étude géotechnique de niveau minimum G2 au sens de la norme NF P 94-500 (cf. annexe 6) démontre que les fondations de la construction ou du projet sont suffisamment dimensionnées pour éviter les désordres liés aux aménagements à proximité du bâti.

6.3.1 Dispositions obligatoires (B1 et B2)

La nouvelle plantation d'arbre ou d'arbuste à proximité d'une ou plusieurs constructions (nouvelles ou existantes) est susceptible de modifier fortement l'équilibre hydrique du sol et donc d'amplifier le phénomène de retrait-gonflement des argiles. Le règlement du PPRN propose donc que :

- ✓ soit la distance prévue entre chaque construction située à proximité et la plantation reste supérieure à la hauteur de l'arbre adulte, moyennant un élagage régulier si

nécessaire (la distance à respecter est de 1,5 fois cette hauteur dans le cas d'un rideau d'arbre ou d'arbuste) ;

- ✓ soit un écran anti-racines d'une profondeur minimale de 2 mètres doit être mis en place.

Les distances imposées sont justifiées par le fait que la taille du système racinaire d'un arbre est équivalente à celle de son système foliaire.

Afin de réduire les variations de teneur en eau dans le sol aux abords des biens et activités existants et des projets de construction, le règlement interdit le pompage d'eau à usage domestique entre mai et octobre dans les puits situés à moins de 10 mètres des constructions existantes et dont la profondeur du niveau de l'eau (par rapport au terrain naturel) est inférieure à 10 mètres.

Afin d'éviter les infiltrations localisées d'eau dans le sol, le règlement impose qu'en cas de remplacement des canalisations d'évacuation des eaux usées et/ou pluviales, il soit mis en place des dispositifs assurant leur étanchéité (raccords souples notamment).

Dans le cas d'une modification du système de chauffage avec implantation de la source de chaleur en sous-sol, cette dernière devra être positionnée le long des murs intérieurs. A défaut, il devra être mis en place un dispositif spécifique d'isolation des murs. Ces précautions sont prises car la limitation des échanges thermiques à travers les parois permet d'éviter d'aggraver la dessiccation du terrain en périphérie.

Tous travaux de déblais ou de remblais modifiant localement la profondeur d'encastrement des fondations doivent être précédés d'une étude géotechnique de type G12 au sens de la norme NF P94-500, pour vérifier qu'ils n'aggraveront pas la vulnérabilité du bâti. En effet, les déblais, comme les remblais, tendent à modifier la siccité (sécheresse) existante ou non, des sols :

- ✓ les déblais concourent à exposer davantage le sous-sol aux intempéries climatiques, et donc aux variations du taux d'humidité des sols ;
- ✓ à contrario, les remblais tassent les sols et modifient, en conséquence, les conditions initiales d'infiltration des eaux dans le sol considéré.

6.3.2 Dispositions obligatoires en zone B1

Comme précisé au point 6.3.1., il est estimé que la taille du système foliaire de l'arbre est équivalente à celle de son système racinaire. La réduction de la taille du branchage permet donc de contrôler la croissance des racines. Le règlement impose donc l'élagage régulier (au minimum tous les 3 ans) de tous les arbres ou arbustes implantés à une distance des maisons individuelles inférieure à leur hauteur à maturité. La mise en place d'un écran anti-racine d'une profondeur minimale de 2 m interposé entre la plantation et les bâtiments, peut toutefois être une alternative

Cet élagage doit permettre de maintenir stable le volume de l'appareil aérien de l'arbre (feuillage et branchage). En effet,

Cette prescription, obligatoire en zone B1, devient une recommandation en zone B2.

6.3.3 Recommandations

Il est enfin recommandé le contrôle régulier d'étanchéité des canalisations d'évacuation des eaux usées et pluviales existantes et leur étanchéification en tant que de besoin. Cette recommandation concerne les particuliers et les gestionnaires des réseaux.

7 MODALITES D'ASSOCIATION ET DE CONCERTATION

Conformément à l'arrêté de prescription pris le 21 août 2008 par la préfète des Yvelines, le plan a été élaboré en association avec la commune de Saint-Cyr -l'Ecole et en concertation avec le public potentiellement concerné.

7.1 Association

7.1.1 Lancement du PPRN

La première réunion de lancement du PPRN de Saint-Cyr-l'Ecole s'est déroulée en sous-préfecture en avril 2007. Elle a permis de présenter les principes des risques liés aux argiles et la démarche PPRN.

La prescription des Plans de Prévention des Risques Technologiques (PPRT) et la modification des priorités pour la DDEA, ont contraint à différer la poursuite du plan.

Ce n'est que lors de la réunion du 5 octobre 2010, que la démarche d'association a été officiellement lancée par la validation de la composition du comité de pilotage (commune, DDT 78 et Conseil Général des Yvelines).

7.1.2 Réunions du COPIL

La réunion du 16 février 2011 a permis la présentation des cartographies concernant, les aléas, les enjeux et le zonage réglementaire ainsi que la présentation du règlement (rappel des mesures réglementaires applicables à tout projet de construction et aux constructions existantes).

Lors de la réunion du 9 juin 2011, le projet de PPRN a été présenté dans sa globalité devant la commission d'urbanisme élargie. Le règlement a été validé dans son articulation et ses principes généraux. Les points spécifiques ont été étudiés et validés. Le planning a été validé dans ses grandes lignes en prenant en compte les délais incompressibles d'organisation.

7.2 Concertation du public

La concertation du public a été menée au travers d'une réunion publique et par la mise en ligne du projet de PPRN (zonage, règlement et note de présentation). Afin de toucher le public en dehors de la réunion, un article a été publié dans le magazine de la ville du mois de septembre 2011.

Afin d'informer au mieux les habitants, une réunion publique de concertation a été organisée. Cette réunion ouverte à tous les habitants de la commune concernés par le PPRN s'est déroulée le 10 novembre 2011. Cette dernière a réuni près d'une cinquantaine de personnes et a permis la présentation du projet et les réponses à de nombreuses questions.

Le projet de PPRN a été porté à la connaissance de la population lors d'une enquête publique d'un mois qui s'est tenue du 3 janvier au 4 février 2012 inclus, en mairie de Saint-Cyr-l'Ecole. Le commissaire-enquêteur a remis son rapport d'enquête publique en Préfecture des Yvelines le 24 février 2012.

Après analyse du dossier, du déroulement de l'enquête publique et des observations recueillies, le commissaire enquêteur a émis un avis très favorable au projet de PPRN porté à l'enquête publique.

En conclusion, considérant ce qui précède, le plan de prévention des risques naturels (PPRN) a été proposé à l'approbation de monsieur le Préfet des Yvelines.

ANNEXE 1

Description succincte des formations argileuses et marneuses affleurant dans le département des Yvelines

La présente annexe décrit de manière succincte les 22 formations géologiques essentiellement ou partiellement argileuses et/ou marneuses qui affleurent sur 67 % environ du territoire du département des Yvelines. Les autres formations affleurantes ont été considérées comme, a priori, non argileuses, bien qu'il ne soit pas exclu d'y trouver localement des lentilles ou des poches d'argiles (non identifiées sur les cartes géologiques dans leur version actuelle). Certaines de ces formations correspondent, en réalité, à des regroupements d'unités stratigraphiquement distinctes mais dont les caractéristiques lithologiques et, par conséquent, le comportement vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement sont similaires.

Les 22 formations argileuses et/ou marneuses sont décrites de la plus ancienne à la plus récente. On distingue les formations du substratum tertiaire et les formations superficielles ou altéritiques plio-quadernaires.

1) Les formations du substratum tertiaire

- **Argile plastique, Fausses glaises, Sables de Breuillet (e4APS / e4GA / e4GS)** : cette formation éocène, datée de l'Yprésien (Sparnacien), dont la puissance varie localement de 6 à 12 m, affleure assez largement dans la moitié nord du département. Il s'agit d'une formation globalement argileuse, avec des niveaux sablo-gréseux, ligniteux ou carbonatés subordonnés, et comprenant trois termes. L'*Argile plastique* (terme inférieur de la formation, sur 4 à 9 m d'épaisseur) est constituée d'argile compacte bariolée à forte dominante smectitique. Les *Fausses Glaises* (4 m environ) sont constituées d'argiles noires, riches en smectites, avec des niveaux sableux et ligniteux intercalés. Les *Sables de Breuillet* correspondent à des sables quartzeux grisâtres, grossiers, hétérométriques, entrecoupés de lits argileux et ligniteux ;
- **Marnes et caillasses et Calcaire à Potamides (e5MC)** : cette assise éocène, datée du Lutétien supérieur, est bien développée dans la moitié nord du département. A la base, le *Banc Vert* correspond à des calcaires argileux en plaquettes et des marnes. Le *Calcaire à Cérithes* est composé de bancs calcaires et de calcaires argileux, riches en smectites. Les *Marnes et Caillasses* sont constituées de calcaires durs alternant avec des lits marneux ou argileux à attapulgite et des calcaires dolomitiques. Le *Calcaire à Potamides* est formé de calcaires sublithographiques ou bréchiques en plaquettes avec des calcaires silicifiés au sommet ;
- **Formations lutétiennes indifférenciées (e5C)** : Les diverses formations lutétiennes ont été regroupées cartographiquement à l'Ouest du département. Elles s'épaississent du SW au NE avec un léger pendage dans cette direction. La présence d'horizons argilo-marneux dans les Marnes et caillasses nous a conduit à considérer cet ensemble lithostratigraphique, à faciès majoritairement carbonatés, comme potentiellement sensible au retrait-gonflement ;
- **Sables de Beauchamp, Sables d'Auvers (e6SB-A)** : cette formation éocène, datée du Bartonien inférieur (Auversien) et dont l'épaisseur totale oscille entre 15 et 20 m, affleure dans la partie nord du département où elle regroupe deux termes. Les *Sables d'Auvers*, à la base, sont des sables entrecoupés de dalles gréseuses. Les *Sables de Beauchamp* sont des sables quartzeux fins à très fins, devenant humifères au sommet (paléosols) et

contenant des niveaux argileux, gréseux ou gypseux. Les niveaux argileux, riches en smectites, peuvent constituer jusqu'à 30 % de l'ensemble ;

- **Marno-calcaire de Saint-Ouen (e6CSO)** : cette formation éocène, datée du Bartonien supérieur (Marinésien), existe surtout dans le Nord du département et n'atteint des épaisseurs notables que dans la zone synclinale ; elle est plus réduite vers le Sud. Elle comprend quatre termes successifs dont les trois premiers sont de faible épaisseur (1 cm à 1,50 m). A la base, les *Sables d'Ézanville* sont des sables quartzeux à quartzocalcaires. Le *Calcaire de Ducy* est un calcaire dur passant localement à une marne sableuse riche en illite. Les *Sables de Mortefontaine* correspondent à un sable ou une marne sableuse. Le *Marno-calcaire de Saint-Ouen* (0 à 15 m d'épaisseur ; 4 à 6 m généralement) est formé d'une alternance de calcaires compacts et de marnes blanc crème, avec une fraction argileuse riche en smectites ;
- **Sables de Monceau (e6SM)** : la série sableuse du Marinésien (Bartonien supérieur) comprend deux termes peu épais. A la base, les *Sables de Cresnes* sont des sables quartzeux hétérométriques. Au sommet, les *Sables de Monceau* sont plus fins, localement indurés, généralement riches en glauconie (teinte verdâtre) et contiennent des niveaux argileux smectitiques intercalés ;
- **Sables de Monceau et Marno-calcaire de Saint-Ouen indifférenciés (e6MOD)** : sur la carte de Mantes-la-Jolie (Nord-Ouest du département), ces deux dernières formations sont regroupées de manière indistincte dans un ensemble qui comprend également le *Calcaire de Noisy-le-Sec* (constitué de marnes calcareuses verdâtres) et la *Quatrième Masse du Gypse* (banc de gypse saccharoïde très dur) ;
- **Masses et marnes du gypse (e7G)** : cet ensemble, également daté du Priabonien (Ludien moyen), atteint une trentaine de mètres d'épaisseur au Nord-Est du département (butte de Viroflay), où il regroupe, à partir de la base, la *Troisième Masse du gypse* (composée de gypse saccharoïde avec passées de marnes magnésiennes), les *Marnes à Lucines* (marnes magnésiennes riches en attapulgite et smectites, parfois entrecoupées de gypse), la *Deuxième Masse du gypse* (bancs de gypse avec passées marneuses intercalées), les *Marnes d'entre-deux masses* (constituées d'une succession de marnes calcaires blanches, de marnes magnésiennes dolomitiques et de marnes gypseuses séparées par des lits d'argiles sépiolitiques feuilletées), et enfin la *Première Masse du gypse* (formée de bancs massifs de gypse).
- **Masses et marnes du gypse, Marnes à *Pholadomya ludensis* (e7G-MP)** : dans la moitié nord-ouest du département, la série gypso-marneuse du Priabonien (Ludien inférieur à moyen) évolue progressivement vers des faciès marno-gypseux, voire marno-calcaires, et ne présente plus une différenciation lithologique aussi marquée, si bien que les *Marnes à *Pholadomya ludensis** et les *Masses et marnes du gypse* n'ont pu être distinguées cartographiquement sur la feuille de Houdan, en particulier ;
- **Marnes supragypseuses : Marnes blanches de Pantin, Marnes bleues d'Argenteuil (e7MS)** : bien développée dans la moitié orientale du département, cette formation, également datée du Priabonien (Ludien supérieur), comprend deux termes. A la base, les *Marnes bleues d'Argenteuil*, de 9 à 12 m d'épaisseur, sont des marnes argileuses gris bleuté, riches en smectites et illite, avec des niveaux intercalaires calcaires et dolomitiques, voire sableux. La base de l'assise, brun jaunâtre, contient surtout des argiles fibreuses (attapulgite, sépiolite). Le terme supérieur est constitué par les *Marnes blanches de Pantin*, qui correspondent à une formation marno-calcaire, gris verdâtre à la base, blanchâtre au sommet, de 5 à 7 m d'épaisseur ;

- **Marnes ludiennes (faciès de transition) (e7ML)** : Les différentes formations sannoisiennes et ludiennes décrites ci-dessus, présentes sur les feuilles de Dourdan, Houdan et Rambouillet, sont représentées du *Calcaire de Brie* aux *Marnes d'Argenteuil*. Elles n'ont pas pu être différenciées cartographiquement du fait leur épaisseur réduite, de certaines similitudes de faciès et de leur état de remaniement à l'affleurement. Elles constituent un ensemble marneux où les teintes verdâtres dominant et dont l'épaisseur varie de 5 à 15 m, en général ;
- **Argile verte de Romainville (g1AR)** : ces argiles et marnes, vertes et brunâtres, dont l'épaisseur n'excède pas 8 m, sont datées du Rupélien (Sannoisien). Ces formations, tout comme les formations priaboniennes sous-jacentes, affleurent sur les versants des buttes témoins. Très plastiques, elles ont tendance à fluer vers le bas des coteaux, où elles peuvent s'accumuler sur plus de 10 m d'épaisseur. Le terme de base est constitué par les *Glaises à Cyrènes*, qui sont des marnes brunâtres, finement feuilletées, riches en smectites et illite. Les *Marnes vertes s.l.*, qui les surmontent, débutent par 2 à 3 m de marnes argileuses verdâtres, recouvertes d'un banc de marne calcaire, puis d'un niveau d'argile verte à minces intercalations discontinues de calcaire argileux, blanc. Au plan minéralogique, les *Glaises à Cyrènes* sont généralement marquées par la dominance des smectites sur l'illite. La kaolinite est souvent présente en faibles quantités, accompagnée de quartz. Dans les *Marnes vertes s.l.*, la proportion de l'illite par rapport aux smectites augmente du bas vers le haut ;
- **Calcaire de Sannois, Caillasse d'Orgemont (g1BS)** : également datée du Rupélien (Sannoisien), cette formation présente une épaisseur globale de 3 à 6 m. A la base, la *Caillasse d'Orgemont* (épaisseur : 0,5 à 2 m) est une formation lacustre, constituée de bancs calcaires blanchâtres, entrecoupés d'argiles feuilletées grises ou vertes, à attapulгите seule ou attapulгите et sépiolite. Au-dessus, le *Calcaire de Sannois* (épaisseur : 2 à 4 m) est formé de marnes et marnes sableuses jaunâtres avec quelques niveaux calcaires intercalés. L'attapulгите y est encore abondante à la base, tandis que le couple smectite-illite domine nettement le reste de la formation ;
- **Calcaire de Sannois et Argile verte de Romainville indifférenciés (g1SA)** : Les formations sannoisiennes *Argile verte de Romainville* et *Calcaire de Sannois*, décrites ci-dessus, ont localement été regroupées cartographiquement du fait de leur puissance très réduite. Cette assise a été reconnue comme argileuse dans son ensemble, même si certains de ses termes correspondent partiellement à des faciès sableux ou calcaires (*Calcaire de Sannois*) ;
- **Marnes à huîtres (g1MH)** : d'âge Rupélien supérieur (Stampien s.s.), cette formation peu épaisse (4 à 5 m) affleure largement sur les feuilles Houdan et Versailles. Il s'agit d'une alternance de marnes grisâtres (riches en illite, smectites et interstratifiés illite-smectites), de calcaires gréseux et de calcaires graveleux. La partie supérieure (*Argile à corbules*) est un niveau argileux grisâtre, surmonté de sable argileux ;
- **Sables de Lozère (PL)** : cette formation fluviatile, d'âge miocène (Burdigalien) apparaît sous forme de sables grossiers, mal triés, mélangés à des argiles kaoliniques compactes et bariolées. Les *Sables de Lozère* sont disposés en « poches », parfois profondes, d'une vingtaine de mètres d'épaisseur et en placage sur les plateaux, en contrebas des buttes stampiennes. Ils recouvrent aussi, sur la rive gauche de la Seine, la craie, l'*Argile à silex* et les terrains tertiaires à l'exception des *Sables de Fontainebleau*. Ils contaminent la plupart des formations superficielles (argiles à silex, graviers des très hautes terrasses, limon des plateaux). Plus au Sud dans le département (feuilles de Nogent-le-Roi et Rambouillet), ils sont épars et mêlés aux formations argileuses et résiduelles à meulrières.

2) Les formations superficielles ou altéritiques plio-quadernaires

- **Argile à meulères de Brie (g1CB)** : Le *Calcaire de Brie* (g1BS), est composé de marnes calcaireuses blanches, tendres, farineuses, et de calcaires plus ou moins marneux, blancs, passant à des calcaires souvent siliceux, meulérés en surface. Ces blocs de meulière caverneuse et très dure, souvent de grande taille, sont enrobés dans une argile grisâtre au voisinage de la surface topographique. C'est l'*Argile à meulères de Brie*, parfois épaisse de plusieurs mètres, qui s'étend sur les plateaux. Il s'agit en fait d'altérites récentes de répartition aléatoire. Leur âge se situe vers le Pliocène supérieur et le Quaternaire ancien ;
- **Argile à meulères de Montmorency (p-IVAMM)** : cette formation couronne les buttes témoins sous la forme d'affleurements discontinus, dont l'épaisseur varie entre 2 et 6 m. Il s'agit d'une formation altéritique très hétérogène qui s'est développée au Plio-Quaternaire par altération et silicification d'un substrat calcaire ou marno-calcaire formé par le *Calcaire d'Étampes* (d'âge rupélien). Le faciès argileux est constitué d'une argile plastique de décalcification, grise ou rougeâtre, ferrugineuse, à kaolinite et montmorillonite, renfermant des blocs de meulière compacte ou caverneuse ;
- **Argile à silex (Rc)** : il s'agit d'un produit d'altération de la craie crétacée, développé après l'exondation post-oligocène du bassin de Paris et se présentant sous forme d'une argile de décalcification ferrugineuse, de couleur brun-rouge, riche en kaolinite et beidellite, avec présence de silex anguleux et de résidus issus des formations tertiaires. L'épaisseur de cette formation peut atteindre localement 10 m dans des poches de dissolution d'origine karstique ;
- **Alluvions récentes (Fz)** : localisés le long des cours d'eau actuels, ces dépôts sont essentiellement constitués de vases argilo-sableuses noirâtres, avec présence de graviers siliceux arrachés aux alluvions anciennes. Leur épaisseur peut dépasser 12 m dans la vallée de la Seine. Les faciès rencontrés sont généralement riches en niveaux de limons argileux, d'argiles sableuses, de sables fins et, localement, de tourbes ;
- **Limons des plateaux (LP)** : ce terme englobe deux formations souvent regroupées sur les cartes géologiques actuelles. Les *Limons des plateaux* proprement dits, de texture sablo-argileuse, et dont la composition dépend étroitement de la nature du substratum, recouvrent le sommet des plateaux d'une épaisseur très variable, généralement comprise entre 0,5 et 5 m, mais pouvant dépasser localement 10 m (avec de surcroît des phénomènes d'accumulation en bas de pente). Le *Lœss* se retrouve, quant à lui, en placage sur les versants exposés au Nord et au Nord-Est : il correspond à un dépôt éolien, parfois colluvionné, de limon jaune clair, calcaire, de granulométrie régulière ;
- **Colluvions polygéniques de versants (CE)** : issues du remaniement, par fluage et glissement sur les versants des plateaux, des niveaux sableux, argileux et gypseux de l'Éocène supérieur et de l'Oligocène, ces colluvions constituent une formation très hétérogène dont l'épaisseur peut dépasser 10 m, surtout en périphérie des buttes témoins. Leur nature est surtout argilo-marneuse lorsqu'elles dérivent de l'*Argile verte de Romainville* et des *Marnes supragypseuses*. Elles peuvent être également sableuses lorsqu'elles sont issues du colluvionnement des *Sables de Fontainebleau*, et contiennent localement des débris de meulères et des blocs de calcaires.

ANNEXE 2

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

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

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

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

1. Introduction aux problèmes de « retrait-gonflement »

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

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

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

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

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

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

s'amplifient lorsque le bâtiment perd de sa rigidité et que la structure originelle des sols s'altère.

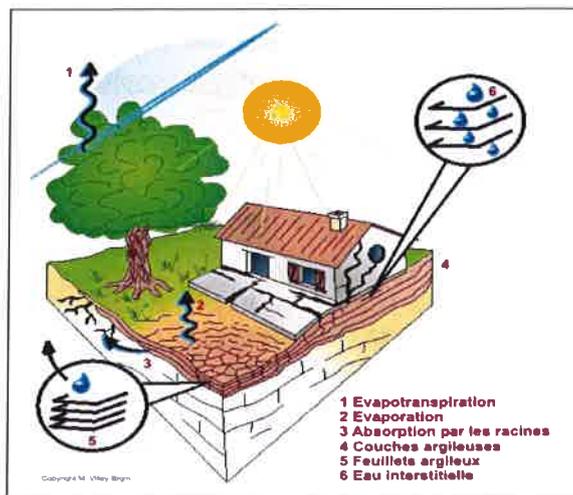


fig. 1 : illustration du mécanisme de dessiccation

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

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

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

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

2. Facteurs intervenant dans le mécanisme

2.1 Facteurs de prédisposition

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

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

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

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

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

2.2. Facteurs déclenchants et/ou aggravants

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

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

2.2.1. Phénomènes climatiques

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

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

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

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

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

2.2.2. Actions anthropiques

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

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

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

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

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

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

désordres sur certains bâtiments, même en période de sécheresse à caractère non exceptionnel.

2.2.3. Conditions hydrogéologiques

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

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

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

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

2.2.4. Topographie

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

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

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

2.2.5. Végétation

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

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

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

On considère en général que l'influence d'un arbre adulte se fait sentir jusqu'à une distance égale à une fois et demi sa hauteur. Les racines seront naturellement incitées à se développer en direction de la maison puisque celle-ci limite l'évaporation et maintient donc

sous sa surface une zone de sol plus humide. Contrairement au processus d'évaporation qui affecte surtout la tranche superficielle des deux premiers mètres, les racines d'arbres ont une influence jusqu' à 4 à 5 m de profondeur, voire davantage.

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

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

2.3. Mécanismes et manifestations des désordres

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

Gros-œuvre :

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

Second-œuvre :

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

Aménagement extérieur :

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

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

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

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

et reposant sur un sol argileux.

Plan de Prévention des Risques Naturels liés au retrait-gonflement des sols argileux

Note de présentation

Commune de Saint-Cyr l'Ecole

ANNEXE 3

Liste des arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle au titre de mouvements différentiels de sols liés au retrait-gonflement des argiles, pris sur la commune de Saint-Cyr l'Ecole à la date du 1er février 2005 (données prim.net)

Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
Mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse	01/05/1989	31/12/1990	10/06/1991	19/07/1991
Mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse	01/01/1991	31/12/1992	06/09/1993	19/09/1993
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/1993	30/06/1997	12/03/1998	28/03/1998
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005

ANNEXE 4

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

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

