

DOSSIER

Préfecture du
Val-de-Marne

Direction régionale et
interdépartementale de
l'environnement et de
l'énergie Île-de-France

Pôle interdépartemental
de prévention
des risques naturels

Août 2018

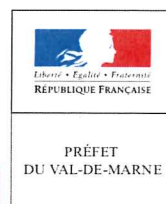
Annexé à l'arrêté préfectoral
n° 2018/3846 du 21 NOV. 2018

**Plan de prévention des risques
de mouvements de terrain différentiels
consécutifs à la sécheresse et à la
réhydratation des sols
dans le département du Val-de-Marne**

Note de présentation

VU ET RATTACHE A MON ARRÊTE EN DATE DU
LE PREFET, 21 NOV. 2018
Le Préfet du Val-de-Marne

Laurent PREVOST



Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie
d'Île-de-France

www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr

SOMMAIRE

1.INTRODUCTION.....	4
2.PRESENTATION DE LA ZONE ETUDIEE.....	5
2.1.Les limites de l'étude.....	5
2.2.Le contexte naturel départemental.....	5
3.DESCRPTION DES PHENOMENES ET DE LEURS CONSEQUENCES.....	8
3.1.Introduction aux problèmes de «retrait-gonflement».....	8
3.2.Facteurs intervenant dans le mécanisme.....	10
3.3.Mécanismes et manifestations des désordres.....	13
3.4.Les sinistres observés dans le département du Val-de-Marne.....	14
4.ELEMENTS TECHNIQUES.....	14
4.1.La détermination des aléas.....	14
4.2.La détermination des enjeux.....	17
5.ELEMENTS REGLEMENTAIRES.....	22
6.DISPOSITIONS RETENUES POUR LE ZONAGE ET LE RÈGLEMENT.....	22
6.1.Les dispositions retenues pour le zonage réglementaire.....	22
6.2.Les dispositions retenues pour le règlement.....	23
7.DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES PRÉVENTIVES.....	24
SIGLES ET ACRONYMES.....	26

INDEX DES ILLUSTRATIONS

Illustration 1: Carte synthétique des formations argileuses et marneuses du Val-de-Marne.....	7
Illustration 2: Mécanisme de dessiccation.....	9
Illustration 3: Classement des formations argileuses et marneuses par niveau d'aléa.....	15
Illustration 4: Carte d'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département du Val-de-Marne...	16
Illustration 5: Synthèse des Permis de Construire Maisons Individuelles (PCMI) Val-de-Marne - Base ADS année 2008.....	19
Illustration 6: Carte informative.....	21
Illustration 7: Synthèse des mesures techniques pour les constructions individuelles.....	25

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Description succincte des formations argileuses et marneuses affleurant dans le département du Val-de-Marne	
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 du Val-de-Marne à la date du 31 décembre 2016	
Annexe 3 : Extrait de la norme AFNOR NF P 94-500 (novembre 2013) intitulée « Missions d'ingénierie géotechnique – Classification et spécifications »	
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 : Homogénéité de l'ancrage pour les constructions réalisées sur un terrain en pente	
Annexe 6 : Notice d'information sur le risque dû aux Argiles	
Annexe 7 : Fiche instructeur sur le récolement	

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 teneur 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 1989, date à laquelle cette procédure a commencé à être appliquée à ce type de phénomène, jusqu'en 2006, plus de 7 300 communes françaises, réparties dans 90 départements ont ainsi été reconnues au moins une fois en état de catastrophe naturelle. Le coût cumulé d'indemnisation de ces sinistres a été évalué à 4,3 milliards d'euros sur la période 1989-2006 par la Caisse Centrale de Réassurance.

Le département du Val-de-Marne est particulièrement exposé à ce phénomène puisqu'il était classé en quatrième position des départements français en termes de coût cumulé d'indemnisation en novembre 2006. A la date du 31 août 2007, 78 arrêtés interministériels reconnaissant l'état de catastrophe naturelle y avaient été pris pour ce seul aléa, et pour des périodes comprises entre mai 1989 et septembre 2003, dans 39 communes, soit près de 83 % des 47 communes que compte le département. Dans le cadre de l'étude d'aléa achevée en juin 2007 par le BRGM, 2 868 sites de sinistres, répartis dans 39 communes du Val-de-Marne, 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 exposées 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 (PPR), qui consistent à délimiter des zones apparaissant exposées à un niveau de risque homogène et à définir, pour chacune de ces zones, les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent y être prises, en application de la loi n° 95-101 du 2 février 1995.

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

Cette réglementation concerne essentiellement les constructions futures. Quelques consignes s'appliquent toutefois aux bâtiments existants afin de limiter les facteurs déclenchant et/ou aggravants du phénomène de retrait-gonflement. Le non-respect des seules prescriptions du règlement du PPR 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. Les limites de l'étude

Le présent PPR couvre l'ensemble du territoire des 33 communes du département du Val-de-Marne ayant eu au moins une reconnaissance en catastrophe naturelle due au risque objet du présent PPR à la date de la prescription de son élaboration, le 9 juillet 2001. Ces communes sont les suivantes : Ablon-sur-Seine, Alfortville, Arcueil, Boissy-Saint-Léger, Bonneuil-sur-Marne, Bry-sur-Marne, Cachan, Champigny-sur-Marne, Chennevières-sur-Marne, Créteil, Fontenay-sous-Bois, Fresnes, L'Haÿ-les-Roses, Le Kremlin-Bicêtre, Limeil-Brévannes, Mandres-les-Roses, Marolles-en-Brie, Nogent-sur-Marne, Noisieu, Orly, Ormesson-sur-Marne, Périgny-sur-Yerres, Le Perreux-sur-Marne, Le Plessis-Tréville, La Queue-en-Brie, Saint-Maur-des-Fossés, Santeny, Sucy-en-Brie, Valenton, Villecresnes, Villejuif, Villeneuve-Saint-Georges et Villiers-sur-Marne.

2.2. Le contexte naturel départemental

2.2.1. La situation géographique

Le département du Val-de-Marne est divisé en 47 communes et couvre une superficie d'environ 245 km². Il comptait une population de 1 227 250 habitants au recensement INSEE de 1999. La densité de population y est de 5 029 hab./km², ce qui est nettement supérieur à la moyenne nationale et traduit le caractère particulièrement urbanisé du département, surtout dans sa moitié nord. Les communes principales sont celles de Créteil (82 154 habitants), L'Haÿ-les-Roses (29 660 habitants) et Nogent-sur-Marne (28 191 habitants).

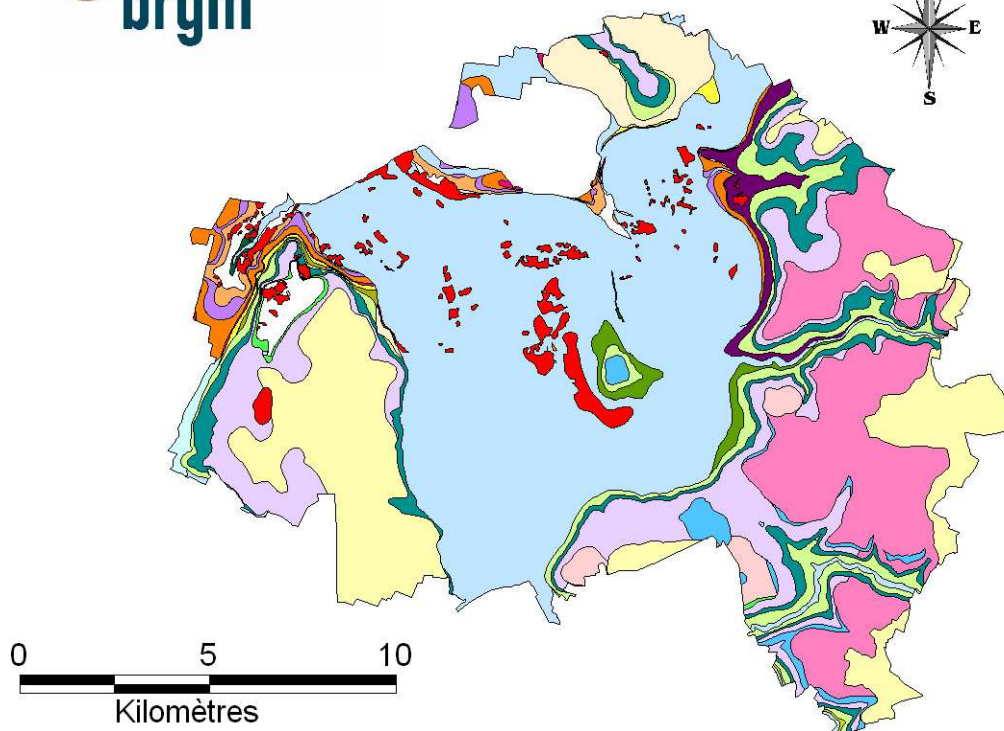
D'un point de vue géomorphologique, le département est centré sur la confluence de la Seine et de la Marne qui correspond à une large plaine alluviale, encadrée par deux plateaux sédimentaires. A l'ouest, le plateau du Long-Boyou s'étend de Villejuif, au nord, où l'altitude culmine à 118 m NGF, à Villeneuve-Saint-Georges, au sud, où l'altitude ne dépasse pas 86 m NGF. Ce plateau constitue le prolongement septentrional de la Beauce et est partiellement recouvert de loess fertile. Le plateau oriental, qui correspond à l'amorce de la Brie française, est lui recouvert de limons moins fertiles et humides sur lesquels s'étendent les surfaces boisées du département. Ce plateau est découpé par plusieurs cours d'eau qui s'écoulent vers l'ouest.

2.2.2. La 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 du Val-de-Marne, 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 ne figurent pas 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 la quasi-totalité de la superficie du département est concernée par des formations à dominante argileuse plus ou moins marquée, et donc soumis à un risque de retrait-gonflement plus ou moins élevé.



Formations argilo-marneuses

- X - Remblais
- C/g1SF - Colluvions polygéniques sur Sables de Fontainebleau
- CE - Colluvions polygéniques
- CF - Colluvions de versants et de fonds de vallons
- LP - Limons des plateaux
- Rfv/g1CB - Argiles à meulière de Brie
- FzB - Alluvions récentes de la Bièvre
- Fy-z - Alluvions anciennes de basse terrasse et alluvions récentes indifférenciées
- Fv-w-x - Alluvions anciennes de moyennes et hautes terrasses
- g1MH - Marnes à huîtres et argiles à Corbules
- g1CB - Calcaire de Brie et de Sannois, Caillasse d'Orgemont et Argiles à meulière
- g1AR - Argile verte, glaises à Cyrènes et/ou Marnes vertes et blanches (Argile verte de Romainville)
- e7MS - Marnes supragypseuses : Marnes blanches de Pantin, Marnes bleues d'Argenteuil
- e7G - Masses et marnes du gypse
- e7ML - Marnes Ludiennes (Faciès de transition)
- e7CCh-MP - Calcaire de Champigny, marnes à Pholadomies
- e6-7MGC - Marnes à Pholadomies et Formation du Gypse, Quatrième masse
- e6-7CH-SO - Marnes infragypseuses, Masses et marnes du gypse et Calcaire de Champigny
- e6SM - Sables de Monceau
- e6CSO - Calcaire de Saint-Ouen
- e6SB - Sables de Beauchamp
- e5MC - Marnes et caillasses
- e4AP - Argile plastique, sables et grès

Illustration 1: Carte synthétique des formations argileuses et marneuses du Val-de-Marne

Les principales formations argileuses ou marneuses qui affleurent dans le département du Val-de-Marne sont, par ordre d'importance décroissante en termes de superficie, les *Alluvions anciennes de basse terrasse et alluvions récentes indifférenciées* (37,7 % de la superficie totale du département), les *Limons des Plateaux* (14,2 %), les *Argiles à meulières de Brie* (12,9 %) et les *Calcaire de Brie et de Sannois, Caillasse d'Orgemont et Argiles à meulières* (10 %). Les autres

formations à composante argileuse couvrent toutes des surfaces inférieures à 5 % du département.

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 du Val-de-Marne, trois principales nappes peuvent jouer un rôle dans les phénomènes de retrait-gonflement : celle de l'Éocène supérieur, celle de l'Oligocène et la nappe phréatique des plateaux.

3.DESCRPTION DES PHENOMENES ET DE LEURS CONSEQUENCES

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.

3.1.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.

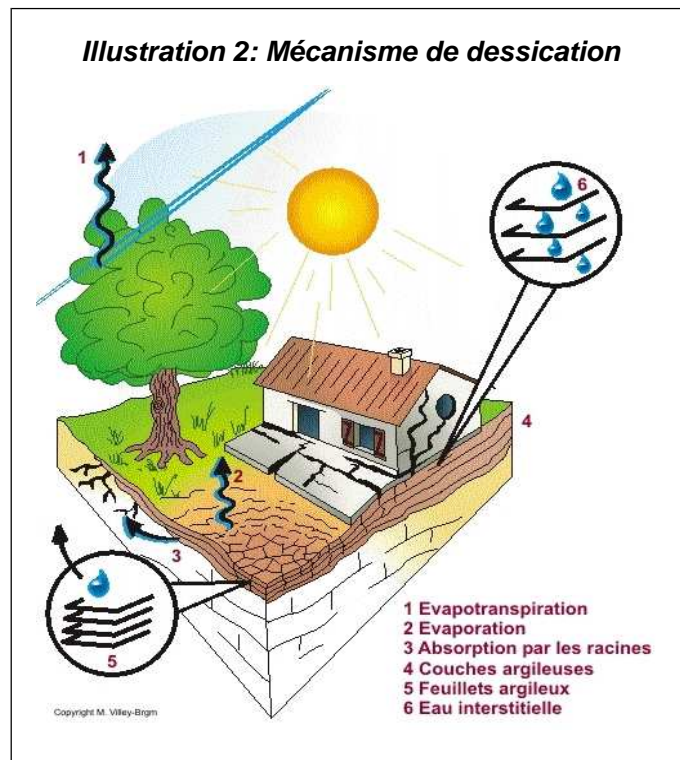
La construction d'un bâtiment débute généralement par l'ouverture d'une fouille qui se traduit par une diminution de la charge appliquée sur le terrain d'assise. Cette diminution de charge peut provoquer un gonflement du sol en cas d'ouverture prolongée de la fouille (c'est pourquoi il est préconisé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

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.



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 les facteurs qui vont influencer ce phénomène, soit en le provoquant (facteurs de déclenchement), soit en accentuant les effets (facteurs aggravants).

3.2.Facteurs intervenant dans le mécanisme

3.2.1.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.

3.2.2.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.

- Les 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. Cependant, 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.

- Les 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.

- Les 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 pompes situés à proximité, ou du fait d'un abaissement généralisé du niveau) ou le tarissement des circulations d'eaux 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.

- La 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.

- La végétation :

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

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

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

On considère en général que l'influence d'un arbre adulte se fait sentir jusqu'à une distance égale à sa hauteur. 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 de certains arbres peuvent avoir une influence jusqu'à 4 à 5 m de profondeur, voire davantage.

Cependant, « pour la majorité des espèces, 80 % des racines se trouvent dans les 30 premiers centimètres du sol, et la plupart des 20 % de racines restantes se trouvent généralement à moins de 1 m à 1,50 m de la couche supérieure du sol, alors que certaines croissent à une profondeur atteignant 2 m et moins fréquemment au-delà de 3 m. Dans les sols argileux, on peut s'attendre à ce que la pénétration des racines soit plus difficile et que le pourcentage des racines se trouvant dans la couche supérieure dépasse 80 % et que la profondeur maximale des racines soit vraisemblablement plus faible... »¹. Le phénomène sera d'autant plus important que l'arbre est en pleine croissance et qu'il a un besoin d'eau accru. Ainsi par exemple, un peuplier ou un saule adulte a besoin de 300 litres d'eau par jour en été. En France, les arbres considérés comme les

¹ Extrait d'un article d'internet de la Société Canadienne d'Hypothèques et de Logement

Craul, P.J. 1992. *Urban Soil in Landscape Design*, John Wiley & Sons, Inc.

Gasson, P.E. and D.F. Cutler, 1990. *Tree Root Plate Morphology*. *Arboricultural Journal* Vol. 14, No. 3.

L'ACEF de l'est de Montréal, 1994. *Votre maison est fissurée : comment prévenir les dommages lorsque l'assèchement du sol est en cause*, brochure 2 produite pour le regroupement des propriétaires de maisons lézardées.

Perry, T.O. 1989. *Conditions for Plant Growth*, In *Proceedings of the Fourth Urban Forest Conference*, St. Louis, Missouri, American Forestry Association, pp. 103-110.

plus dangereux du fait de leur influence sur les phénomènes de retrait sont les peupliers, les saules, les cèdres, les chênes, l'orme et le bouleau. Ayant des besoins d'eau très importants, ils étendent leurs racines en surface et en profondeur. Il semble donc qu'il faille proscrire ces espèces, quoique de telles mesures paraissent difficiles à contrôler. Des recommandations pourraient cependant être formulées notamment, sur les espèces à éviter. Il est à noter que des massifs de buissons ou arbustes situés près des façades peuvent également générer des désordres importants.

En outre, il semble difficile, voire impossible dans certains cas, de respecter une distance égale à la hauteur de l'arbre en cas de nouvelle plantation à proximité d'une construction, compte tenu du tissu parcellaire pavillonnaire des communes du Val-de-Marne, constitué généralement de petites parcelles de l'ordre de 250 m² en centre urbain. De ce fait, des règles du PPR trop contraignantes sont susceptibles d'avoir un impact négatif en matière de paysage.

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.

3.3.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 réalisé 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.

3.4. Les sinistres observés dans le département du Val-de-Marne

Au 31 août 2007, 39 des 47 communes du département du Val-de-Marne (soit près de 83 % 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, sur la période comprise entre mai 1989 et septembre 2003. Au total, 78 arrêtés interministériels reconnaissant l'état de catastrophe naturelle sécheresse dans une ou plusieurs communes du Val-de-Marne ont été pris sur cette période. Le nombre total d'occurrences ainsi déterminées (nombre de périodes ayant fait l'objet d'une reconnaissance en distinguant commune par commune) s'élève à 150 (cf. annexe 2).

Le nombre total de sites de sinistres recensés et localisés avec précision dans le cadre de l'étude départementale d'aléa s'élève à 2 868, répartis dans 39 communes : ce nombre constitue une estimation approchée, quoique vraisemblablement minorée, de la réalité. D'après des données communiquées par la Caisse Centrale de Réassurance en novembre 2006, le Val-de-Marne serait classé en quatrième position des départements français en termes de coût cumulé d'indemnisation pour ce type de phénomène et dans le cadre du régime des catastrophes naturelles.

4. ELEMENTS TECHNIQUES

4.1. La détermination des aléas

Afin de délimiter les zones à risque, le BRGM a dressé pour l'ensemble du département une carte de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux. La première version de cette carte d'aléa, publiée en mai 2003, a été actualisée en 2007 pour tenir compte de l'évolution des connaissances acquises sur la répartition de ce phénomène en région Île-de-France. La version initiale affichée depuis fin 2004 sur le site www.argiles.fr a été remplacée en septembre 2007 par sa version actualisée en accord avec la DDE et la Préfecture du département (données désormais disponibles sur le site www.georisques.gouv.fr).

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

N° Ordre	Notation	Nom de la formation argilo-marneuse	Note d'aléa	Surfaces d'affleurement (km ²)	% d'affleurement
10	g1MH	Marnes à huîtres et argiles à Corbules	3	0,58	0,24%
12	g1AR	Argile verte, glaises à Cyrènes et/ou Marnes vertes et blanches (Argile verte de Romainville)	3	12,03	4,93%
13	e7MS	Marnes supragypseuses : Marnes blanches de Pantin, Marnes bleues d'Argenteuil	3	11,12	4,56%
15	e7ML	Marnes Ludiennes (Faciès de transition).	3	2,19	0,90%
23	e4AP	Argile plastique, sables et grès	3	0,21	0,09%
Total Fort				26,12	10,70%
3	CE	Colluvions polygéniques	2	6,72	2,76%
6	Rfv/g1CB	Argiles à meulière de Brie	2	31,49	12,90%
7	FzB	Alluvions récentes de la Bièvre	2	0,96	0,39%
14	e7G	Masses et marnes du gypse	2	0,38	0,15%
16	e7CCh-MP	Calcaire de Champigny, marnes à Pholadomies	2	3,00	1,23%
17	e6-7MGC	Marnes à Pholadomies et Formation du Gypse, Quatrième masse	2	0,83	0,34%
18	e6-7CH-SO	Marnes infragypseuses, Masses et marnes du gypse et Calcaire de Champigny	2	0,11	0,04%
Total Moyen				43,49	17,82%
1	X	Remblais	1	6,42	2,63%
2	C/g1SF	Colluvions polygéniques sur Sables de Fontainebleau	1	2,67	1,10%
4	CF	Colluvions de versants et de fonds de vallons	1	0,08	0,03%
5	LP	Limons des plateaux	1	34,57	14,17%
8	Fy-z	Alluvions anciennes de basse terrasse et alluvions récentes indifférenciées	1	91,91	37,66%
9	Fv	Alluvions anciennes de hautes et moyennes terrasses	1	3,09	1,27%
11	g1CB	Calcaire de Brie et de Sannois, Caillasse d'Orgemont et Argiles à meulière	1	24,34	9,97%
19	e6SM	Sables de Monceau	1	0,42	0,17%
20	e6CSO	Calcaire de Saint-Ouen	1	3,48	1,42%
21	e6SB	Sables de Beauchamp	1	2,16	0,88%
22	e5MC	Marnes et caillasses	1	1,92	0,79%
Total Faible				171,06	70,09%
Total "nul" (Formations à priori non argileuses)				3,38	1,38%
Total général				244,04	100,00%

Illustration 3: Classement des formations argileuses et marneuses par niveau d'aléa

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

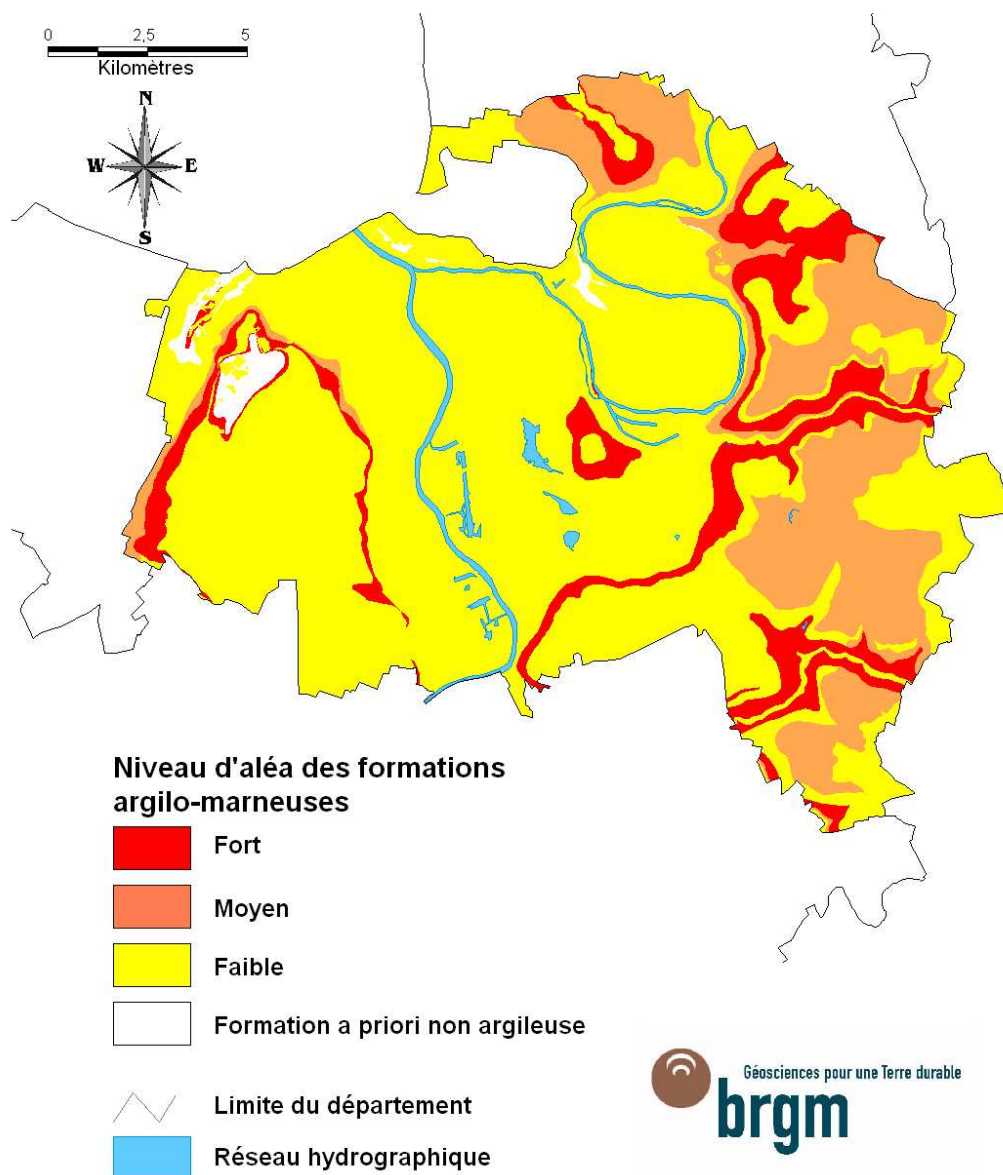


Illustration 4: Carte d'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département du Val-de-Marne

La carte montre que la quasi-totalité du territoire du département du Val-de-Marne est concerné par le phénomène :

- 10,7 % de la superficie du département est située en zone d'aléa fort,
- 17,8 % de la superficie du département est située en zone d'aléa moyen,
- 70,1 % de la superficie du département est située en zone d'aléa faible.

Le reste, soit 1,4 % 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.

4.2.La détermination des enjeux

Les enjeux ont été déterminés à partir des critères suivants :

- la moyenne du nombre de permis de construire des maisons individuelles délivrés par an (illustration 5),
- les zones d'anciennes exploitations de carrières à ciel ouvert (illustration 6, carte informative),
- les zones des PLU à vocation « pavillonnaire » et les sinistres constatés (illustration 6, carte informative).

La moyenne du nombre de permis de construire des maisons individuelles délivrés par an :

La moyenne du nombre de permis de construire des maisons individuelles (y compris les extensions de plus de 20 m²) a été extraite de la « Base ADS année 2008 » (illustration 5). Parmi les communes où le PPR est prescrit, d'après la base « ADS », il est délivré en moyenne (avec un écart allant de 2 à Valenton à 119 à St Maur-des-Fossés) :

- entre 10 et 30 permis de construire (extensions comprises) de maisons individuelles par an pour la quasi-totalité des communes,
- entre 50 à 80 permis de construire pour quatre communes (*Champigny-sur-Marne, Fontenay-sous-Bois, Sucy-en-Brie et Villiers-sur-Marne*),
- et environ 120 permis de construire pour deux communes (*Le Perreux-sur-Marne et Saint Maur-des-Fossés*).

En ce qui concerne les constructions de maisons individuelles, la somme des permis de construire délivrés par les communes de Champigny-sur-Marne, Fontenay-sous-Bois, Sucy-en-Brie, Villiers-sur-Marne, Le Perreux-sur-Marne et Saint Maur-des-Fossés, représente la moitié des permis de construire accordés en 2008 par l'ensemble des communes du Val-de-Marne.

Ces communes représentent donc en enjeu important vis-à-vis du risque de retrait gonflement des argiles, exception faite du cas particulier de la commune de Saint-Maur-des-Fossés qui sera traité ci-dessous.

les zones d'anciennes exploitations de carrières à ciel ouvert :

La majeure partie des sinistres enregistrés sur le territoire des six communes précitées se situe en aléa moyen ou fort, excepté pour Saint-Maur-des-Fossés, qui se trouve entièrement en zone d'aléa faible, et dont la plupart des sinistres sont situés dans des zones d'anciennes carrières, notamment des exploitations à ciel ouvert ayant été remblayées. Il en est de même pour des zones en aléa faible, hors secteur « pavillonnaire », pour les communes de Créteil et Bonneuil-sur-Marne.

Dans ces secteurs, vraisemblablement exploités sur plusieurs mètres de profondeur, certaines mesures « forfaitaires », initialement envisagées dans les avants-projets du « PPR argiles » notamment en ce qui concerne les profondeurs de fondations (0,80 m), pourraient se révéler inefficaces voir aggravantes.

Malgré le nombre de permis de construire délivrés sur cette commune, Saint-Maur-des-Fossés représente en conséquence un enjeu faible par rapport au risque de retrait gonflement des argiles. Le risque lié aux anciennes carrières, vraisemblablement prédominant, sera traité par le PPR carrières.

COMMUNES	PPR MT Argiles	Nombre de PCMI pour 2008	Superficie par aléas (%)			
			Nul	Faible	Moyen	Fort
ABLON S/ SEINE	PPR prescrit	13	0,00%	97,44%	0,00%	2,56%
ALFORTVILLE	PPR prescrit	10	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
ARCUEIL	PPR prescrit	13	17,30%	69,86%	2,69%	10,15%
BOISSY ST LEGER	PPR prescrit	14	0,00%	46,83%	38,68%	14,49%
BONNEUIL S/ MARNE	PPR prescrit	9	0,00%	85,73%	0,12%	14,15%
BRY S/ MARNE	PPR prescrit	35	0,00%	67,75%	16,87%	15,38%
CACHAN	PPR prescrit	9	9,83%	68,46%	8,09%	13,63%
CHAMPIGNY S/ MARNE	PPR prescrit	82	0,30%	60,01%	20,92%	18,77%
CHARENTON LE PONT		5	7,77%	92,23%	0,00%	0,00%
CHENNEVIERES S/ MARNE	PPR prescrit	12	0,00%	35,99%	51,24%	12,77%
CHEVILLY LARUE		11	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
CHOISY LE ROI		19	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
CRETEIL	PPR prescrit	35	0,00%	91,60%	0,00%	8,40%
FONTENAY S/ BOIS	PPR prescrit	69	0,01%	16,85%	71,55%	11,59%
FRESNES	PPR prescrit	5	0,00%	54,13%	17,33%	28,54%
GENTILLY		11	33,87%	65,88%	0,00%	0,25%
L'HAY LES ROSES	PPR prescrit	23	4,52%	63,41%	8,54%	23,53%
IVRY S/ SEINE		25	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
JOINVILLE LE PONT		8	9,13%	90,87%	0,00%	0,00%
LE KREMLIN BICETRE	PPR prescrit	7	1,10%	78,10%	10,02%	10,78%
LIMEIL BREVANNES	PPR prescrit	15	0,00%	94,09%	0,00%	5,91%
MAISONS ALFORT		32	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
MANDRES LES ROSES	PPR prescrit	3	0,00%	31,33%	64,03%	4,63%
MAROLLES EN BRIE	PPR prescrit	7	0,00%	21,57%	57,43%	21,00%
NOGENT S/ MARNE	PPR prescrit	10	0,00%	37,83%	30,93%	31,23%
NOISEAU	PPR prescrit	17	0,00%	12,10%	65,75%	22,15%
ORLY	PPR prescrit	13	0,00%	94,17%	0,00%	5,83%

COMMUNES	PPR MT Argiles	Nombre de PCMI pour 2008	Superficie par aléas (%)			
			Nul	Faible	Moyen	Fort
ORMESSON S/ MARNE	PPR prescrit	12	0,01%	18,49%	47,98%	33,51%
PERIGNY S/ YERRES	PPR prescrit	9	0,00%	74,95%	12,84%	12,22%
LE PERREUX S/ MARNE	PPR prescrit	118	0,00%	57,82%	42,13%	0,05%
LE PLESSIS TREVISE	PPR prescrit	24	0,00%	27,56%	71,25%	1,19%
LA QUEUE EN BRIE	PPR prescrit	12	0,00%	55,25%	26,28%	18,47%
RUNGIS		16	0,00%	98,87%	0,00%	1,13%
SAINTE MANDE		5	0,01%	99,99%	0,00%	0,00%
ST MAUR DES FOSSES	PPR prescrit	119	1,53%	98,47%	0,00%	0,00%
SAINTE MAURICE		1	0,81%	99,19%	0,00%	0,00%
SANTENY	PPR prescrit	23	0,00%	31,04%	56,55%	12,40%
SUCY EN BRIE	PPR prescrit	61	0,00%	49,00%	35,31%	15,69%
THIAIS		19	0,00%	94,57%	0,00%	5,43%
VALENTON	PPR prescrit	2	0,00%	92,31%	0,00%	7,69%
VILLECRESNES	PPR prescrit	33	0,00%	62,22%	7,57%	30,21%
VILLEJUIF	PPR prescrit	18	28,83%	59,20%	2,66%	9,31%
VILLENEUVE LE ROI		19	0,00%	99,49%	0,00%	0,51%
VILLENEUVE ST GEORGES	PPR prescrit	31	0,00%	93,13%	0,10%	6,77%
VILLIERS S/ MARNE	PPR prescrit	48	0,00%	31,85%	11,96%	56,20%
VINCENNES		10	0,03%	80,11%	19,87%	0,00%
VITRY S/ SEINE		67	0,00%	91,57%	3,55%	4,88%
TOTAL PCMI	Avec PPR	Département				
	911	1159				

Illustration 5: Synthèse des Permis de Construire Maisons Individuelles (PCMI) Val-de-Marne - Base ADS année 2008

☑ **Les zones des PLU à vocation « pavillonnaire » et les sinistres constatés :**

Le phénomène de retrait-gonflement des sols argileux concerne essentiellement les constructions de maisons individuelles non groupées ainsi que leurs extensions et leurs annexes accolées. Sur la carte informative (illustration 6 ci-après), les zones des PLU à vocation « pavillonnaire ou mixte, (hors secteur d'études du foncier mutable) » ont été reportées.

On observe que la quasi-totalité des sinistres, à quelques exceptions près, s'est produite dans ces zones pavillonnaires, généralement situées dans les zones d'aléas dû au retrait gonflement des argiles fort et moyen.

Alors que ces zones pavillonnaires soumises à un aléa fort ou moyen ne représentent que 28 % du territoire, 74 % des sinistres s'y sont produits sur les 2 868 recensés depuis 1989 jusqu'en 2006 :

- **742 sinistres** se sont produits dans les zones en **aléa faible**, représentant une superficie totale de 171,06 km² (environ 4 sinistres au km²),
- **873 sinistres** se sont produits dans les zones en **aléa moyen**, représentant une superficie totale de 43,49 km² (environ 20 sinistres au km², soit **5 fois plus qu'en aléa faible**),
- **1 253 sinistres** se sont produits dans les zones en **aléa fort**, représentant une superficie totale de 26,12 km² (environ 48 sinistres au km², soit **12 fois plus qu'en aléa faible**).

Une différenciation des mesures en fonction de chaque aléa est donc justifiée ainsi qu'une « réglementation technique forfaitaire », dans les zones pavillonnaires d'aléas fort et moyen où l'enjeu est élevé. A l'inverse, dans les zones d'aléa faible, où les enjeux sont moins importants, il est proposé de recommander une étude géotechnique.

**Plan de Prévention des Risques
de mouvements de terrain différentiels
consécutifs à la sécheresse et à
la réhydratation des sols**

CARTE INFORMATIVE

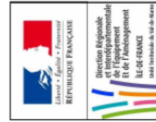
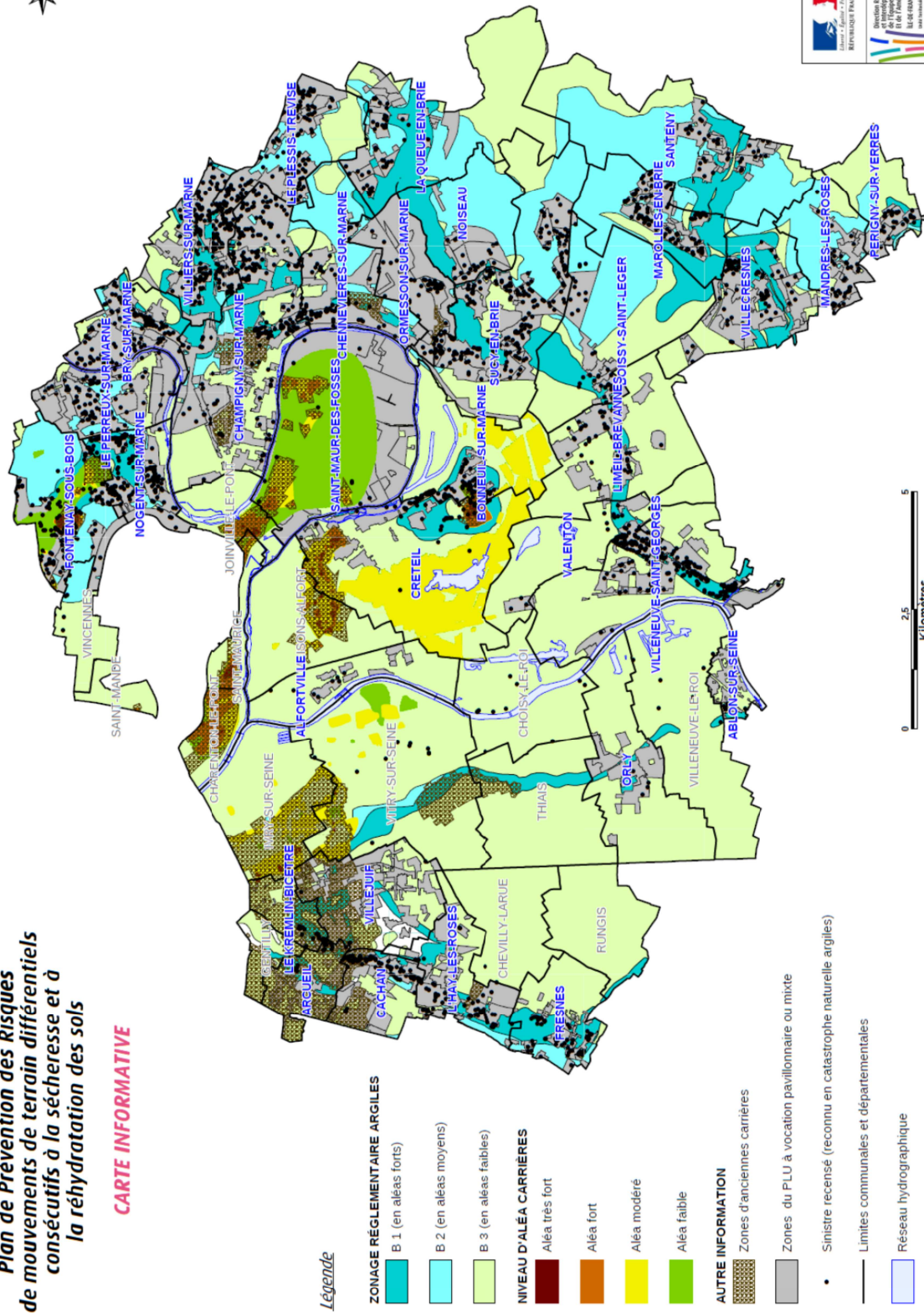


Illustration 6: Carte informative

5.ELEMENTS REGLEMENTAIRES

Le règlement du PPR énonce des recommandations et des prescriptions destinées à s'appliquer au sein des zones réglementées. Il s'agit pour l'essentiel de dispositions constructives, qui concernent surtout les nouvelles constructions. Certaines mesures s'appliquent néanmoins aussi aux constructions existantes, avec pour principal objectif de ne pas aggraver la vulnérabilité actuelle de ces maisons vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement.

Le PPR approuvé vaut servitude d'utilité publique et est opposable aux tiers. A ce titre, il est annexé au Plan Local d'Urbanisme (PLU) conformément à l'article L. 153-60 du Code de l'Urbanisme. Comme spécifié dans l'article 16.1 de la loi n° 95-101 du 2 février 1995, le respect des prescriptions obligatoires s'applique, dès l'approbation du PPR, à toute nouvelle construction située dans les zones concernées.

Le fait de construire ou d'aménager un terrain dans une zone réglementée par un PPR, 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 PPR peut notamment entraîner une restriction des dispositifs d'indemnisation en cas de sinistre, même si la commune est reconnue en état de catastrophe naturelle au titre de mouvements différentiels de terrain liés au retrait-gonflement des argiles.

6.DISPOSITIONS RETENUES POUR LE ZONAGE ET LE RÈGLEMENT

6.1.Les dispositions retenues pour le zonage réglementaire

Dans son règlement type, élaboré au niveau national, le BRGM préconise de traduire la carte des aléas en deux zones réglementées : une zone bleu foncé pour la zone exposée à l'aléa fort, et une zone bleu clair pour les zones exposées aux aléas moyens et faibles.

En ce qui concerne le département du Val-de-Marne, le croisement des zones d'aléas et des zones d'enjeux a conduit à la création de trois zones réglementées correspondant aux trois zones d'aléa :

- une zone de couleur bleu foncé (B1) correspondant à l'aléa fort,
- une zone de couleur bleu clair (B2) correspondant à l'aléa moyen,
- une zone de couleur verte (B3) correspondant à l'aléa faible.

En effet, comme on l'a vu dans l'analyse des enjeux, une différenciation de la réglementation et donc du zonage réglementaire en fonction de chaque zone d'aléa est justifiée. A l'inverse, un regroupement des zones d'aléa moyen avec les zones d'aléa faible, comme cela était envisagé dans les avant-projets, n'apparaît pas adapté pour le département du Val-de-Marne.

A noter que le tracé du zonage réglementaire établi pour chacune des communes du Val-de-Marne a été extrapolé directement à partir de la carte départementale d'aléa, en intégrant une marge de sécurité de 50 m de largeur pour tenir compte de l'imprécision des contours qui sont valides à l'échelle 1/50 000. Le plan de zonage est présenté sur fond de plan à l'échelle 1/10 000 ou 1/15 000.

6.2. Les dispositions retenues pour le règlement

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

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

6.2.1. Maisons individuelles

Concernant les constructions nouvelles y compris pour les constructions de maisons individuelles groupées en zones réglementées par le PPR et pour ce qui est des maisons individuelles ainsi que leurs extensions ou annexes accolées, dans les zones bleues (B1 et B2), le choix est laissé entre deux options :

- la première option consiste à appliquer directement un certain nombre de mesures préventives forfaitaires, appelées **mesures techniques** et explicitées dans le règlement du PPR. Ces mesures concernent autant la construction elle-même que son environnement immédiat, et sont de nature à éviter a priori tout risque de désordre important, même en présence de matériaux très sensibles au retrait-gonflement.
- la seconde option consiste à faire réaliser par un bureau d'études en ingénierie géotechnique une étude géotechnique préalable de type G1 – ES (cf. annexe 3) qui permettra de vérifier si, au droit de la parcelle, le proche sous-sol contient effectivement des matériaux sujets au retrait-gonflement.

Dans le cas où la présence d'argile n'est pas avérée, aucune mesure préventive n'est rendue obligatoire.

Dans le cas contraire, le choix est laissé au maître d'ouvrage entre d'une part l'application des mesures préventives forfaitaires évoquées précédemment, et d'autre part, la réalisation par un bureau d'études en ingénierie géotechnique des missions G2 – AVP, G2 – PRO et G3 suivie de la mise en œuvre des mesures spécifiques préconisées par les conclusions de l'étude.

Les mesures préventives forfaitaires, dites mesures techniques :

- **Dans les zones de couleur bleu foncé (B1)**, représentant la zone la moins importante en superficie mais la plus concernée par les sinistres constatés, et où le risque est 12 fois plus élevé qu'en zone verte (B3), les mesures techniques du règlement comportent des règles de construction, avec des interdictions et des prescriptions, ainsi que des mesures applicables à l'environnement immédiat avec des interdictions, notamment en ce qui concerne les plantations d'arbres, des prescriptions et des recommandations.
- **Dans les zones de couleur bleu clair (B2)**, où le risque est cinq fois plus élevé qu'en zone verte (B3) mais moins qu'en zone (B1), les mesures techniques du règlement comportent des règles de construction, avec des interdictions et des prescriptions, ainsi que des mesures applicables à l'environnement immédiat avec des prescriptions et des recommandations.
- **Dans les zones de couleur verte (B3)**, représentant la zone la plus importante en superficie mais qui est la moins concernée par les enjeux et les sinistres constatés, il est recommandé la réalisation d'une étude géotechnique conforme à la norme NF P 94 500 pour les constructions nouvelles.

En zone B1 et B2, la plupart des prescriptions sont communes aux deux zones. Toutefois, compte tenu de la forte concentration des sinistres en aléa fort (2,5 fois plus qu'en aléa moyen) et de la contrainte d'interdire les plantations d'arbres, il est proposé de limiter cette contrainte à la seule zone d'aléa fort et de la recommander en zone d'aléa moyen. Il est également proposé d'assimiler un sous-sol avec des fondations de 2,50 m minimum de profondeur à un écran anti-racines.

☑ Les mesures applicables aux constructions existantes :

Dans les zones de couleur bleu (B1) et (B2), le règlement comporte des interdictions, des prescriptions et des recommandations. Dans la zone (B3) le règlement édicte uniquement des recommandations.

6.2.2. 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).

La réalisation d'une étude géotechnique conformément à la norme NF P 94-500, définissant les dispositions constructives nécessaires pour assurer la stabilité des constructions vis-à-vis du risque avéré de tassement ou de soulèvement différentiel de terrain et couvrant 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 **est prescrite dans les trois zones (B1, B2 et B3).**

6.2.3. Mesures de prévention, de protection et de sauvegarde

On notera dans ce chapitre les mesures pour les nouvelles plantations dans le domaine public en zones (B1) et (B2), notamment des prescriptions pour les plantations dans les parcs publics et des recommandations pour les plantations sur les voiries.

7. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES PRÉVENTIVES

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

- Les fondations doivent être suffisamment profondes pour s'affranchir de la zone superficielle où le sol est sensible à l'évaporation. Elles doivent être suffisamment armées et coulées à pleine fouille le plus rapidement possible, en évitant que le sol mis à nu en fond de fouille ne soit soumis à des variations significatives de teneur en eau ;
- Elles doivent être ancrées de manière homogène sur tout le pourtour du bâtiment (ceci vaut notamment pour les terrains en pente ou à sous-sol hétérogène, mais explique aussi l'interdiction des sous-sols partiels qui induisent des hétérogénéités d'ancrage) ;
- La structure du bâtiment doit être suffisamment rigide pour résister à des mouvements différentiels, d'où l'importance des chaînages haut et bas ;
- En cas de source de chaleur en sous-sol le long des murs périphériques (chaudière notamment), les échanges thermiques à travers les parois doivent être limités pour éviter d'aggraver la dessiccation du terrain en périphérie ;
- 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.

	MESURES	ZONES REGLEMENTAIRES		
		B 1	B 2	B 3
REGLES DE CONSTRUCTION	Sous-sol partiel	interdit sauf joint de rupture		
	Profondeur fondations	Prescrit 1,20 m	Prescrit 0,80 m	ETUDES RECOMMANDEES
	Profondeur des fondations plus importante à l'aval d'une pente	Prescrit	Prescrit	
	Fondations semelles continues armées	Prescrit	Prescrit	
	Plancher porteur sur vide sanitaire, sous-sol total ou radier général	Prescrit	Prescrit	
	Chaînage horizontal et vertical	Prescrit	Prescrit	
	Joint de rupture pour bâtiment fondé différemment	Prescrit	Prescrit	
	Chaudière en sous sol sur cloison ou isolation	Prescrit	Prescrit	
ENVIRONNEMENT IMMEDIAT	Nouvelle plantation d'arbre à une distance de toute construction existante inférieure à leur hauteur de coupe	In terdit sauf écran anti racine ou sous-sol fondé à 2,50m	Recommandé d'éviter	
	Mettre en place sur la périphérie de la construction, un trottoir étanche ou une géomembrane	Prescrit	Prescrit	
	Récupération des eaux pluviales à une distance minimale de 1,50m	Prescrit	Prescrit	
	Captage des écoulements de faible profondeur à une distance minimale de 2m	Prescrit	Prescrit	
	La mise en place de dispositifs (joints souples) évitant les ruptures des canalisations d'EU et d'EP	Prescrit	Prescrit	
	Rejet des EU et EP dans le réseau collectif ou à une distance minimale de 5 mètres	Prescrit	Prescrit	
	Respect d'un délai de 1 an entre le déboisement et le début de travaux	Recommandé	Recommandé	
	Arracher ou tailler les arbres situés trop près d'une construction future ou écran anti racines	Recommandé	Recommandé	
	Elagage périodique des arbres et arbustes	Recommandé	Recommandé	
	Eviter tout pompage dans un puits situé à moins de 10m d'une construction entre mai et octobre	Recommandé	Recommandé	
MESURES SUR L'EXISTANT	Création d'un puits d'infiltration d'EP à une distance inférieure à 5 m de toute construction	Interdit	Interdit	Recommandé d'éviter
	Travaux de déblais ou de remblais modifiant la profondeur d'encastrement des fondations	Etude géotechnique prescrite	Etude géotechnique prescrite	Etude géotechnique recommandée
	Nouvelle plantation d'arbre à une distance de toute construction existante inférieure à leur hauteur de coupe	In terdit sauf écran anti racine ou sous sol fondé à 2,50m	Recommandé d'éviter	Recommandé d'éviter
	En cas de remplacement des canalisations d'évacuation d'EU et d'EP (joints souples...)	Prescrit	Prescrit	Recommandé
	S'assurer de l'étanchéité des branchements	Recommandé	Recommandé	Recommandé
	Elagage périodique des plantations	Recommandé	Recommandé	Recommandé
	Eloigner au maximum des constructions, les eaux de toiture et les eaux de ruissellement	Recommandé	Recommandé	Recommandé
	Eviter tout pompage dans un puits situé à moins de 10m d'une construction entre mai et octobre	Recommandé	Recommandé	Recommandé
	Mettre en place sur la périphérie de la construction, un trottoir étanche ou une géomembrane	Recommandé	Recommandé	Recommandé
	En cas de modification du chauffage et implantation de la chaudière en sous-sol, la positionner sur cloison ou isolation	Recommandé	Recommandé	Recommandé
Mesures dans le domaine public	Pour les nouvelles plantations, respect d'une distance de toute construction existante supérieure à leur hauteur de coupe sauf mise en place d'un écran anti racines	Prescrit pour les parcs publics et recommandé pour les voiries		néant

Illustration 7: Synthèse des mesures techniques pour les constructions individuelles

SIGLES ET ACRONYMES

A.D.S. : Application du Droit des Sols

B.R.G.M. : Bureau de Recherches Géologiques et Minières

D.D.E. : Direction Départementale de l'Équipement (devenue **U.D.E.A.** : Unité Départementale de l'Équipement et de l'Aménagement depuis le 1^{er} juillet 2010)

D.D.R.M. : Dossier Départemental des Risques Majeurs

D.I.C.R.I.M. : Dossier d'Information Communal sur les Risques Majeurs

E.P. : Eaux Pluviales

E.U. : Eaux Usées

I.N.S.E.E. : Institut National de la Statistique et des Études Économiques

J.O. : Journal Officiel

L.R.E.P. : Laboratoire Régional de l'Est Parisien (devenu CEREMA depuis le 1^{er} janvier 2014)

N.G.F. : Nivellement Général de la France

P.A.C. : Porter A Connaissance

P.C.M.I. : Permis de Construire de Maisons Individuelles

P.L.U. : Plan local d'Urbanisme

P.P.R. : Plan de Prévention des Risques

P.P.R.M.T. : Plan de Prévention des Risques Mouvements de Terrain

ANNEXE 1

**Description succincte des formations argileuses et
marneuses affleurant dans le département du Val-de-Marne**

Description succincte des formations argileuses et marneuses affleurant dans le département du Val-de-Marne

La présente annexe décrit de manière succincte les 23 formations géologiques essentiellement ou partiellement argileuses et/ou marneuses qui affleurent sur la quasi-totalité du territoire du département du Val-de-Marne. 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.

Remblais (X)

Conformément à l'option retenue en Seine-Saint-Denis, les Remblais ont été pris en compte, car ils sont affectés d'un nombre de sinistres non négligeable dans ce département et qu'ils peuvent contenir localement une certaine proportion de fraction argileuse selon l'origine et la nature des matériaux utilisés. Il est cependant à noter que seuls les remblais de grande extension sont repérés sur les cartes géologiques à 1/50 000.

Colluvions (C/g1SF, CE, CF)

Sont regroupés sous l'appellation « colluvions » tous les dépôts de versant et de pente dont la mise en place correspond soit à une gravité dominante (éboulis), soit à un ruissellement dominant. Trois types de colluvions ont été différenciés selon leur origine : les *Colluvions de versants et de fonds de vallons (CF)*, les *Colluvions polygéniques (CE)* et les *Colluvions sur Sables de Fontainebleau (C/g1SF)*.

Limons des plateaux (LP)

Cette formation présente une extension importante sur le département et une grande variété. Il s'agit généralement de limons éoliens, ou lœss calcaires, présentant une altération pédogénétique en limon brun, décarbonaté, ou lehm à leur partie supérieure. Ces lœss reposent très souvent sur un cailloutis de base résultant d'une altération et d'un remaniement des *Sables de Lozère* et de la Formation des *Argiles à meulière de Beauce*. On observe également des limons remaniés, limons de ruissellement ou solifluxion, provenant des précédents. L'épaisseur des limons n'est pas toujours connue, aussi est-il difficile de savoir si un sinistre est lié au substratum argileux (par exemple l'*Argile à meulière*) ou bien à la phase argileuse du limon lui-même.

Argiles à meulière de Brie (Rfv/g1CB)

Cette formation correspond au faciès d'altération qu'est l'*Argile à meulière* de la formation des *Calcaires de Brie*. Cette altération présente une répartition de faciès aléatoire à l'affleurement, d'où la difficulté de distinguer cartographiquement le *Calcaire de Brie* de l'*Argile à meulière*. Pourtant, cette dernière présente une forte proportion de minéraux argileux et notamment des smectites.

Alluvions (FzB, Fz, Fv-w-x-y)

Trois types d'alluvions ont été distingués : les *Alluvions récentes de la Bièvre*, les *Alluvions anciennes de basse terrasse et alluvions récentes indifférenciées* et les *Alluvions anciennes de hautes et moyennes terrasses*.

a. Alluvions récentes de la Bièvre (FzB)

Les *Alluvions récentes de la Bièvre*, bien identifiées sur la carte des formations argilo-marneuses des Hauts-de-Seine ont été différenciées des autres alluvions récentes puisqu'elles présentent, d'après les données du LREP, des caractéristiques géotechniques différentes des autres formations alluviales et une forte sinistralité. Cette différenciation permet d'assurer la continuité au niveau de l'aléa entre les Hauts-de-Seine et le Val-de-Marne.

b. Alluvions anciennes de basse terrasse et alluvions récentes indifférenciées (Fy-z)

Ces deux formations alluviales ont été cartographiquement regroupées.

- **Alluvions anciennes (Fy)** : Dominant la Seine de 10 à 20 m, au-dessus de l'étiage, ces alluvions de basse terrasse ont une composition assez semblable à celle de la moyenne terrasse.

- **Alluvions modernes (Fy)** : Ce sont des dépôts sableux, limoneux et argileux à graviers fins, pouvant renfermer des niveaux tourbeux. Elles sont activement exploitées dans la vallée de la Seine.

c. Alluvions anciennes (Fv-w-x-y)

Cette formation regroupe les *Alluvions anciennes de moyenne terrasses* (Fx), les *Alluvions anciennes de hautes terrasses* (Fv) et les *Alluvions anciennes de très haute terrasse* (Fw). Ces alluvions peuvent renfermer une certaine proportion d'argile et sont le siège de sinistres.

Marnes à huîtres et Argiles à corbules (g1MH)

Cette formation, d'épaisseur variable qui n'excède pas 4,50 m, datée du Stampien s.s. est intercalée entre le *Calcaire de Brie*, à la base, et les *Sables et Grès de Fontainebleau*, au sommet. Elle constitue un intercalaire laguno-marin peu épais et discontinu. Elles sont essentiellement marneuses, grisées, jaunâtres ou verdâtres.

Calcaire de Brie et de Sannois, Caillasse d'Orgemont et Argile à Meulière (g1CB)

Cette formation, dont l'épaisseur peut atteindre 10 à 15 m, est composée de marnes calcareuses blanches, tendres, farineuses, et de calcaires plus ou moins marneux, blancs, passant à des calcaires souvent siliceux, meulièrement 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 meulière de Brie*, parfois épaisse de plusieurs mètres, dont la répartition n'est pas toujours aisée à déterminer.

Argile verte, glaises à Cyrènes et/ou Marnes vertes et blanche (Argile verte de Romainville) (g1AR)

Ces horizons de la base du Stampien inférieur (Sannoisien inférieur) sont le plus souvent bien individualisés au-dessus des *Marnes supragypseuses*, et sous la formation des *Calcaires et argiles à meulière*. Les Glaises à Cyrènes, épaisses de 0,50 à 3,20 m au maximum sont des argiles ou des marnes brunâtres à vertes, souvent varvées, feuilletées, parfois sableuses, pouvant renfermer de fins niveaux de gypse. L'*Argile verte de Romainville*, sus-jacente, est compacte et peut renfermer des nodules calcaires. Son épaisseur varie de 0 à 7,70 m. En bordure de versant, l'effet de fauchage des couches, ainsi que les phénomènes de fluage et de décompression, peuvent provoquer des surépaisseurs localisées.

Marnes supragypseuses : Marnes blanches de Pantin, Marnes bleues d'Argenteuil (e7MS)

Cette formation, datée du Priabonien supérieur, comprend deux termes : les *Marnes bleues d'Argenteuil*, à la base, et les *Marnes blanches de Pantin*, au sommet. Son épaisseur totale varie de 11 à 19 m maximum. En contexte morphologique de versant, elle est souvent remaniée dans des colluvions, voire glissée. Les *Marnes d'Argenteuil* sont les plus épaisses, 9 à 12 m ; ce sont des marnes argileuses compactes, gris bleuté, renfermant souvent des débris ligniteux. Elles sont plus argileuses que les *Marnes de Pantin*. Ces dernières ont une épaisseur de 2 à 8 m et sont constituées de marnes blanches, parfois vert clair, « calcareuses », plus riches en argiles à leur sommet.

Masses et marnes du gypse (e7G)

Le Ludien correspond à l'installation d'un régime lagunaire qui se traduit, au Nord de la Marne, par un faciès sursalé où se déposent alternativement des masses de gypse saccharoïde et des bancs de marnes à intercalations gypseuses. L'exploitation intensive du gypse a facilité l'examen de la série sédimentaire. L'ensemble atteint 30 à 35 m d'épaisseur. Les différentes couches ont été dénommées par les carriers en commençant par le haut :

- « 1^{ère} Masse du gypse » ou « Haute Masse » ;
- « Marnes d'entre deux masses » ou « Marnes à fers de lance » ;
- « 2^{ème} Masse du gypse » ou « Masse moyenne » ;
- « Marnes à Lucines » ;
- « 3^{ème} Masse du gypse ».

Marnes ludiennes (faciès de transition) (e7ML)

Cette formation constitue un ensemble marneux où les teintes verdâtres dominent et dont l'épaisseur varie de 5 à 15 m en général.

Calcaire de Champigny, marnes à pholadomyes (e7CCh-MP)

- **Calcaire de Champigny.** Cette formation représente l'équivalent latéral des trois premières masses de gypse de la formation des *Masses et Marnes du gypse*. La zone de transition entre les deux faciès coïncide avec la vallée de la Marne. D'une vingtaine de mètre d'épaisseur, il se présente sous forme de calcaires blancs fracturés ou sous son faciès marneux.
- **Marnes à *Pholadomya ludensis*.** Lorsque leur épaisseur est faible (1 à 2 m), les Marnes à *Pholadomya ludensis* ont été associées au *Calcaire de Champigny*. La description est identique à celle faite précédemment.

Marnes à pholadomyes et formation du Gypse, quatrième masse (e6-7CH-SO)

Elles représentent le dernier épisode marin ou laguno-marin avant l'installation du régime laguno-lacustre qui va conduire au dépôt du gypse et du *Calcaire de Champigny*. Elles sont largement transgressives, mais leur épaisseur reste faible. Ce sont des marnes blanchâtres ou jaunâtres, entrecoupées de feuilletts argileux, avec parfois un cordon de nodules gypseux sphériques de 10 à 15 cm de diamètre. Elles renferment des moulages de trémies de sel gemme qui peuvent atteindre 5 cm de longueur.

Sables de Monceau (e6SM)

Cette formation, de très faible extension, est décrite par Donsimoni *et al.* (2003) comme pouvant contenir des bancs d'argiles et a donc été ajoutée conformément aux départements limitrophes. De teinte dominante verdâtre (présence de glauconie), les *Sables de Monceau* ou Sables verts infragypseux, sont des sables localement indurés (grès), renfermant des niveaux d'argiles, de calcaires et de gypse saccharoïde. Ils débutent généralement par un lit irrégulier de silex noirs. Les fossiles de milieu marin ou saumâtre sont assez rares.

Calcaire de Saint-Ouen (e6CSO)

D'une épaisseur de 10 à 12 m, dont 50 % (en moyenne) de calcaires durs, cette formation est la couche la plus résistante des diverses strates tertiaires. Cette formation laguno-lacustre est constituée d'une alternance de bancs calcaires bancs, parfois siliceux, et de marnes avec passées d'argiles sombres à dominante d'attapulgite et présence de sépiolite (argiles fibreuses magnésiennes). Ils renferment des bancs de gypse ; celui-ci est généralement saccharoïde, rarement en « fers de lance ».

Sables de Beauchamp (e6SB)

Les *Sables de Beauchamp* (8 à 18 m d'épaisseur) sont des sables quartzeux fins à très fins, blancs à gris, vert-bleu ou jaunes, bien classés, à stratification plane. Ces sables deviennent humifères vers le sommet ; ils prennent une teinte mauve à noire et exposent de grandes dalles discontinues de grès présentant souvent des traces de racines (paléosols post-auversiens). Ils contiennent des niveaux argileux ou gréseux et des bancs de gypse. L'épaisseur et la disposition des bancs de grès et des niveaux argileux peuvent être très irrégulières.

Marnes et caillasses (e5MC)

Les *Marnes et Caillasses* constituent une série laguno-lacustre, puissante de 15 à 30 m environ, qui affleure dans le Nord et le Nord-Ouest du département.

D'une façon générale, cette formation comporte une alternance de calcaires très durs, grisâtres, d'aspect parfois bréchique, tantôt siliceux, tantôt dolomitiques, alternant avec des marnes riches en attapulgite. Au sommet, prédominent les marnes blanches, plus ou moins argileuses et magnésiennes, alors qu'à la base, les bancs de calcaires siliceux (caillasses) deviennent plus nombreux.

Argile plastique, sables et grès (e4AP)

Ces formations souvent regroupées sur les cartes géologiques affleurent très localement, en fond de vallée, à l'ouest du département, sur les communes d'Arcueil et de Gentilly. Elles comprennent quatre termes qui sont de haut en bas :

- les *Sables du Soissonais*, qui sont constitués par des sables quartzeux blancs et gris, parfois grossiers, avec passées argileuses et couches gréseuses ;
- les *Fausses glaises*, qui sont de nature argileuse et renferment des passées ligniteuses ;
- les *Sables d'Auteuil*, qui sont des sables quartzeux, grossiers, d'origine fluviatile ;
- l'*Argile plastique*, qui constitue le terme basal du Sparnacien et représente une masse compacte d'argiles grises, noires, jaunes, lie de vin, et bariolées à la base. Son épaisseur peut dépasser 12 m. Elle est constituée à 75 % par des interstratifiés à kaolinite et smectite.

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 du Val-de-Marne à la date du 31 décembre 2016

**Liste des arrêtés de reconnaissance de l'état de
catastrophe naturelle au titre de mouvements différentiels
de sols liés au retrait-gonflement des argiles,
pris dans le département du Val-de-Marne
à la date du 31 décembre 2016 (données Géorisques)**

Code INSEE	Nom Commune	Début de l'évènement	Fin de l'évènement	Date de l'arrêté	Date du J.O.
94001	Ablon-sur-Seine	01-juin-89	31-août-93	08-sept-94	25-sept-94
		01-juil-03	30-sept-03	11-janv-05	01-févr-05
94002	Alfortville	01-juil-91	31-juil-96	19-sept-97	11-oct-97
		01-juil-03	30-sept-03	11-janv-05	01-févr-05
94003	Arcueil	01-juin-89	31-déc-91	06-nov-92	18-nov-92
		01-janv-92	31-août-93	27-mai-94	10-juin-94
94004	Boissy-Saint-Léger	01-juin-89	31-déc-90	10-juin-91	19-juil-91
		01-janv-91	31-oct-92	18-mai-93	12-juin-93
		01-nov-92	30-sept-93	08-sept-94	25-sept-94
		01-janv-93	30-juin-97	12-mars-98	28-mars-98
		01-juil-97	31-août-98	29-déc-98	13-janv-99
		01-juil-03	30-sept-03	11-janv-05	01-févr-05
		01-janv-05	31-mars-05	20-févr-08	22-févr-08
		01-juil-05	30-sept-05	20-févr-08	22-févr-08
94011	Bonneuil-sur-Marne	01-juin-89	31-déc-90	10-juin-91	19-juil-91
		01-janv-91	31-déc-92	16-août-93	03-sept-93
		01-janv-93	31-mai-97	12-mars-98	28-mars-98
		01-juil-03	30-sept-03	11-janv-05	01-févr-05
94015	Bry-sur-Marne	01-juin-89	31-déc-90	12-août-91	30-août-91
		01-janv-91	31-oct-92	18-mai-93	12-juin-93
		01-nov-92	30-sept-93	03-mars-95	17-mars-95
		01-oct-93	30-sept-95	17-juin-96	09-juil-96
		01-oct-95	31-déc-96	12-mai-97	25-mai-97
		01-janv-97	31-déc-97	09-avr-98	23-avr-98
		01-juil-03	30-sept-03	25-août-04	26-août-04
		01-juil-05	30-sept-05	20-févr-08	22-févr-08

Code INSEE	Nom Commune	Début de l'évènement	Fin de l'évènement	Date de l'arrêté	Date du J.O.
94016	Cachan	01-juin-89	31-déc-90	10-juin-91	19-juil-91
		01-janv-91	31-déc-91	06-nov-92	18-nov-92
		01-janv-92	31-août-93	27-mai-94	10-juin-94
		01-sept-93	31-déc-98	16-avr-99	02-mai-99
		01-juil-03	30-sept-03	11-janv-05	01-févr-05
94017	Champigny-sur-Marne	01-juin-89	31-déc-90	10-juin-91	19-juil-91
		01-janv-91	31-déc-92	16-août-93	03-sept-93
		01-janv-93	31-déc-96	12-mai-97	25-mai-97
		01-janv-97	31-août-98	29-déc-98	13-janv-99
		01-juil-03	30-sept-03	25-août-04	26-août-04
94019	Chennevières-sur-Marne	01-juin-89	31-déc-90	10-juin-91	19-juil-91
		01-janv-91	31-juil-93	06-déc-93	28-déc-93
		01-août-93	31-oct-97	12-mars-98	28-mars-98
		01-juil-03	30-sept-03	11-janv-05	01-févr-05
		01-juil-05	30-sept-05	31-mars-08	04-avr-08
		01-janv-06	31-mars-06	18-avr-08	23-avr-08
		01-juil-09	30-sept-09	13-déc-10	13-janv-11
		01-avr-11	30-juin-11	18-oct-12	21-oct-12
94021	Chevilly-Larue	01-juil-03	30-sept-03	22-nov-05	13-déc-05
94022	Choisy-le-Roi	01-juil-03	30-sept-03	27-mai-05	31-mai-05
94028	Créteil	01-juin-89	31-déc-91	06-nov-92	18-nov-92
		01-janv-92	30-avr-97	17-déc-97	30-déc-97
		01-mai-97	31-déc-97	27-déc-00	29-déc-00
		01-juil-03	30-sept-03	11-janv-05	01-févr-05
94033	Fontenay-sous-Bois	01-juin-89	31-déc-90	10-juin-91	19-juil-91
		01-janv-91	31-oct-92	18-mai-93	12-juin-93
		01-nov-92	31-déc-95	17-juil-96	04-sept-96
		01-janv-96	31-déc-97	26-mai-98	11-juin-98
		01-juil-03	30-sept-03	25-août-04	26-août-04
		01-juil-05	30-sept-05	20-févr-08	22-févr-08

Code INSEE	Nom Commune	Début de l'évènement	Fin de l'évènement	Date de l'arrêté	Date du J.O.
94034	Fresnes	01-juin-89	31-déc-90	01-avr-92	03-avr-92
		01-janv-91	31-déc-91	06-nov-92	18-nov-92
		01-janv-92	31-juil-93	06-déc-93	28-déc-93
		01-août-93	30-nov-96	11-févr-97	23-févr-97
		01-déc-96	31-mars-98	10-août-98	22-août-98
		01-juil-03	30-sept-03	11-janv-05	01-févr-05
		01-juil-05	30-sept-05	31-mars-08	04-avr-08
94038	Haÿ-les-Roses	01-juin-89	31-déc-90	10-juin-91	19-juil-91
		01-janv-91	31-déc-91	06-nov-92	18-nov-92
		01-janv-92	31-août-93	30-juin-94	09-juil-94
		01-sept-93	31-déc-96	28-mai-97	01-juin-97
		01-janv-97	31-déc-97	21-juil-99	24-août-99
		01-juil-03	30-sept-03	11-janv-05	01-févr-05
		01-juil-05	30-sept-05	05-déc-08	10-déc-08
94041	Ivry-sur-Seine	01-juil-03	30-sept-03	22-nov-05	13-déc-05
94043	Kremlin-Bicêtre	01-juil-96	31-déc-97	27-déc-00	29-déc-00
		01-juil-03	30-sept-03	11-janv-05	01-févr-05
94044	Limeil-Brévannes	01-juin-89	30-sept-91	31-juil-92	18-août-92
		01-oct-91	31-août-93	27-mai-94	10-juin-94
		01-sept-93	30-avr-97	17-déc-97	30-déc-97
		01-mai-97	31-déc-97	21-juil-99	24-août-99
		01-juil-03	30-sept-03	11-janv-05	01-févr-05
94047	Mandres-les-Roses	01-juin-89	31-déc-92	16-août-93	03-sept-93
		01-janv-93	31-août-98	23-févr-99	10-mars-99
		01-juil-03	30-sept-03	11-janv-05	01-févr-05
		01-juil-05	30-sept-05	31-mars-08	04-avr-08
94048	Marolles-en-Brie	01-juin-89	31-déc-90	10-juin-91	19-juil-91
		01-janv-91	31-déc-92	16-août-93	03-sept-93
		01-janv-93	30-avr-97	02-févr-98	18-févr-98
		01-mai-97	31-déc-98	19-mai-99	05-juin-99
		01-juil-03	30-sept-03	25-août-04	26-août-04
		01-juil-05	30-sept-05	20-févr-08	22-févr-08

Code INSEE	Nom Commune	Début de l'évènement	Fin de l'évènement	Date de l'arrêté	Date du J.O.
94052	Nogent-sur-Marne	01-juin-89	30-sept-91	31-juil-92	18-août-92
		01-oct-91	31-oct-92	18-mai-93	12-juin-93
		01-nov-92	31-déc-96	11-févr-97	23-févr-97
		01-janv-97	31-déc-98	16-avr-99	02-mai-99
		01-juil-03	30-sept-03	25-août-04	26-août-04
94053	Noiseau	01-juin-89	31-déc-90	12-août-91	30-août-91
		01-janv-91	31-oct-92	18-mai-93	12-juin-93
		01-nov-92	30-juin-96	01-oct-96	17-oct-96
		01-juil-96	31-déc-98	16-avr-99	02-mai-99
		01-juil-03	30-sept-03	11-janv-05	01-févr-05
		01-juil-05	30-sept-05	20-févr-08	22-févr-08
		01-janv-06	31-mars-06	31-mars-08	04-avr-08
94054	Orly	01-juin-89	31-déc-92	16-août-93	03-sept-93
		01-janv-93	31-mars-98	10-août-98	22-août-98
		01-juil-03	30-sept-03	11-janv-05	01-févr-05
94055	Ormesson-sur-Marne	01-juin-89	30-sept-91	31-juil-92	18-août-92
		01-oct-91	31-août-93	30-juin-94	09-juil-94
		01-sept-93	30-juin-97	12-mars-98	28-mars-98
		01-juil-03	30-sept-03	11-janv-05	01-févr-05
94056	Périgny	01-juin-89	31-déc-90	01-avr-92	03-avr-92
		01-janv-91	31-oct-92	18-mai-93	12-juin-93
		01-nov-92	31-déc-96	12-mai-97	25-mai-97
		01-juil-03	30-sept-03	11-janv-05	01-févr-05
94058	Perreux-sur-Marne	01-juin-89	31-déc-90	10-juin-91	19-juil-91
		01-janv-91	31-août-93	27-mai-94	10-juin-94
		01-sept-93	31-mars-97	17-déc-97	30-déc-97
		01-avr-97	31-déc-97	06-juil-01	18-juil-01
		01-juil-03	30-sept-03	11-janv-05	01-févr-05

Code INSEE	Nom Commune	Début de l'évènement	Fin de l'évènement	Date de l'arrêté	Date du J.O.
94059	Plessis-Tréville	01-juin-89	31-déc-90	10-juin-91	19-juil-91
		01-janv-91	31-déc-91	06-nov-92	18-nov-92
		01-janv-92	31-août-93	27-mai-94	10-juin-94
		01-sept-93	31-oct-96	11-févr-97	23-févr-97
		01-nov-96	31-mars-98	15-juil-98	29-juil-98
		01-juil-03	30-sept-03	25-août-04	26-août-04
		01-juil-05	30-sept-05	20-févr-08	22-févr-08
		01-janv-06	31-mars-06	31-mars-08	04-avr-08
		01-sept-09	31-déc-09	13-déc-10	13-janv-11
		01-mai-11	30-juin-11	11-juil-12	17-juil-12
94060	Queue-en-Brie	01-juin-89	31-déc-90	01-avr-92	03-avr-92
		01-janv-91	31-déc-91	06-nov-92	18-nov-92
		01-janv-92	31-oct-96	11-févr-97	23-févr-97
		01-nov-96	31-mars-98	15-juil-98	29-juil-98
		01-juil-03	30-sept-03	11-janv-05	01-févr-05
		01-janv-09	30-juin-09	13-déc-10	13-janv-11
		01-juil-09	24-nov-09	04-nov-14	07-nov-14
94068	Saint-Maur-des-Fossés	01-mai-89	31-déc-95	01-oct-96	17-oct-96
		01-juil-03	30-sept-03	11-janv-05	01-févr-05
94070	Santeny	01-juin-89	31-déc-91	06-nov-92	18-nov-92
		01-janv-92	31-déc-96	17-déc-97	30-déc-97
		01-juil-03	30-sept-03	11-janv-05	01-févr-05
94071	Sucy-en-Brie	01-juin-89	31-déc-90	10-juin-91	19-juil-91
		01-janv-91	31-déc-91	06-nov-92	18-nov-92
		01-janv-92	31-oct-92	18-mai-93	12-juin-93
		01-nov-92	31-oct-93	06-déc-93	28-déc-93
		01-nov-93	31-déc-95	03-avr-96	17-avr-96
		01-janv-96	31-déc-96	08-juil-97	19-juil-97
		01-janv-97	31-mars-98	18-sept-98	03-oct-98
		01-juil-03	30-sept-03	25-août-04	26-août-04
		01-juil-05	30-sept-05	31-mars-08	04-avr-08
		01-avr-11	30-juin-11	11-juil-12	17-juil-12

Code INSEE	Nom Commune	Début de l'évènement	Fin de l'évènement	Date de l'arrêté	Date du J.O.
94074	Valenton	01-juin-89	31-déc-92	06-sept-93	19-sept-93
		01-janv-93	31-déc-95	09-déc-96	20-déc-96
		01-janv-96	31-déc-96	11-févr-97	23-févr-97
		01-janv-97	31-déc-97	27-déc-00	29-déc-00
		01-juil-03	30-sept-03	25-août-04	26-août-04
94075	Villemecresnes	01-juin-89	31-déc-90	10-juin-91	19-juil-91
		01-janv-91	31-oct-92	18-mai-93	12-juin-93
		01-nov-92	31-déc-96	12-mai-97	25-mai-97
		01-janv-97	30-juin-98	10-août-98	22-août-98
		01-juil-03	30-sept-03	11-janv-05	01-févr-05
94076	Villejuif	01-juin-89	31-déc-92	18-mai-93	12-juin-93
		01-juil-03	30-sept-03	11-janv-05	01-févr-05
		01-janv-05	31-mars-05	31-mars-08	04-avr-08
		01-juil-05	30-sept-05	31-mars-08	04-avr-08
		01-janv-06	31-mars-06	18-avr-08	23-avr-08
94077	Villeneuve-le-Roi	01-juil-03	30-sept-03	22-nov-05	13-déc-05
94078	Villeneuve-Saint-Georges	01-juin-89	30-sept-91	31-juil-92	18-août-92
		01-oct-91	30-avr-97	17-déc-97	30-déc-97
		01-mai-97	31-déc-98	22-juin-99	14-juil-99
		01-juil-03	30-sept-03	11-janv-05	01-févr-05
94079	Villiers-sur-Marne	01-juin-89	31-déc-90	10-juin-91	19-juil-91
		01-janv-91	31-juil-93	06-déc-93	28-déc-93
		01-août-93	31-déc-95	17-juil-96	04-sept-96
		01-janv-96	30-sept-97	12-mars-98	28-mars-98
		01-juil-03	30-sept-03	25-août-04	26-août-04
		01-janv-06	31-mars-06	18-avr-08	23-avr-08
		01-janv-09	12-nov-09	13-déc-10	13-janv-11
94080	Vincennes	01-juil-03	30-sept-03	22-nov-05	13-déc-05
94081	Vitry-sur-Seine	01-juil-03	30-sept-03	22-nov-05	13-déc-05

ANNEXE 3

**Extrait de la norme AFNOR NF P 94-500 (novembre 2013)
intitulée : « Missions d'ingénierie géotechnique –
Classification et spécifications »**

**Extrait de la norme AFNOR NF P 94-500 (décembre 2013)
intitulée : « Missions d'ingénierie géotechnique – Classification et
spécifications »**

Cette norme « définit les différentes missions de l'ingénierie géotechnique et en donne une classification. [Elle] précise leur contenu et définit leurs limites : étude géotechnique préalable, étude géotechnique de conception, étude et suivi géotechniques d'exécution, supervision géotechnique d'exécution, diagnostic géotechnique.

[Elle] précise leur enchaînement au cours de la conception, de la réalisation et de la vie d'un ouvrage ou d'un aménagement de site. [Elle] donne également le contenu et les limites des prestations d'investigations géotechniques indispensables pour collecter les informations nécessaires à la réalisation de ces missions d'ingénierie géotechnique ».

L'enchaînement et la classification des missions d'ingénierie géotechnique
sont donnés dans les tableaux en pages suivantes.

4.2.4 Tableaux synthétiques

Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

Enchaînement 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 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude 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	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude 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	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude 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 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (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)	Étude 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	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	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		
À 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.

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (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).

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE 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, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)**ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)****ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES 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 GÉOTECHNIQUE 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 GÉOTECHNIQUE (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.

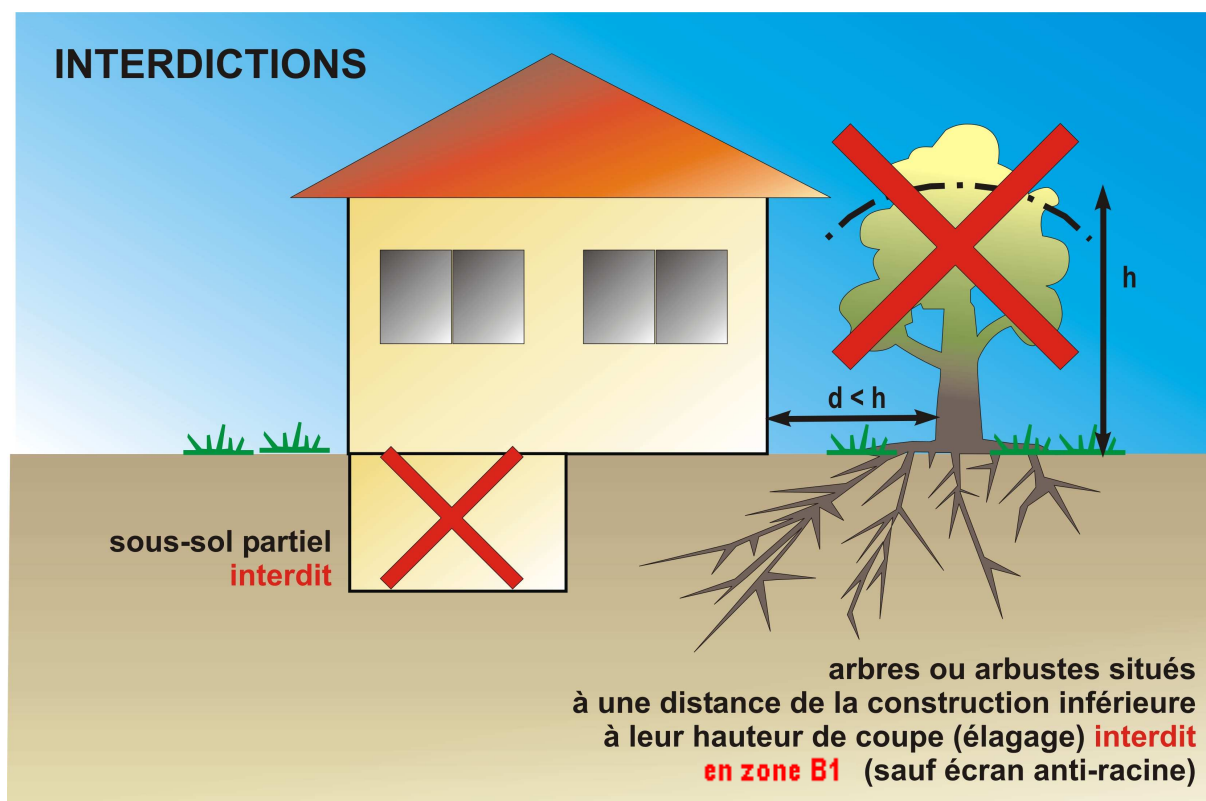
- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre 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).

ANNEXE 4

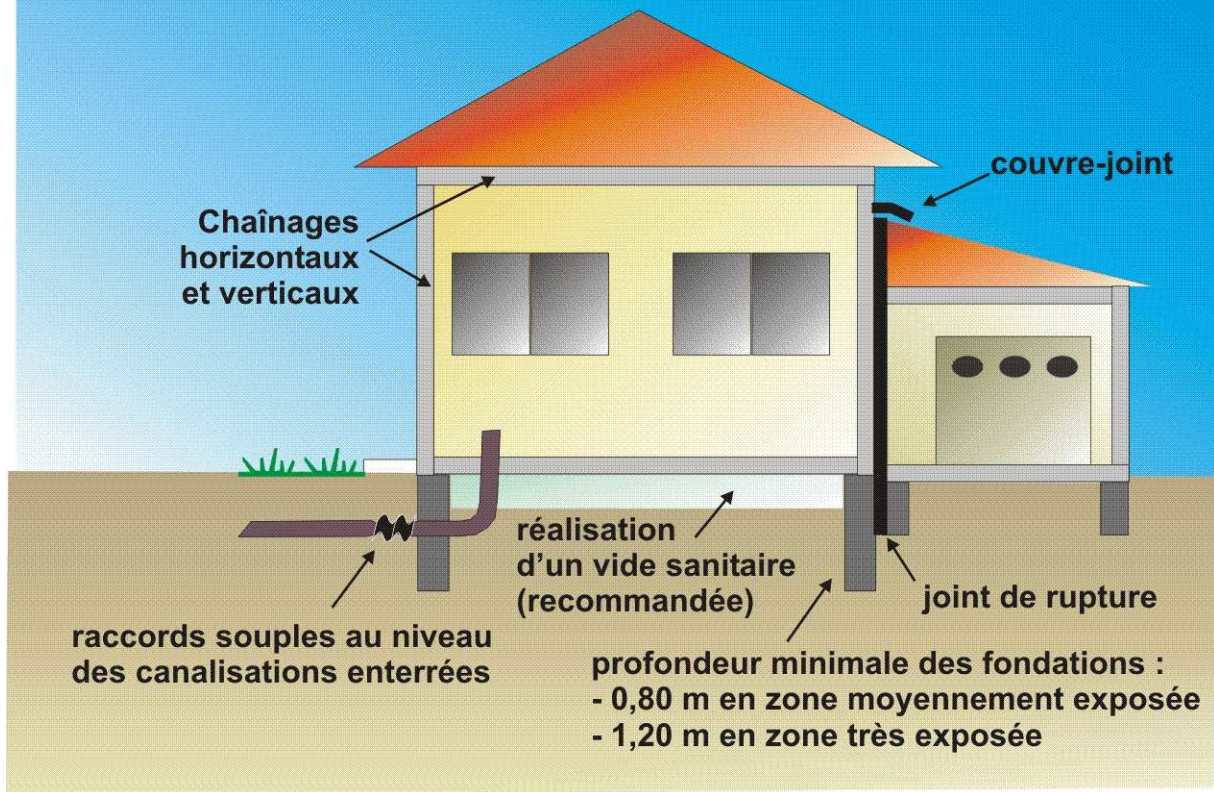
**Illustration des principales dispositions réglementaires
de prévention des risques de mouvements de terrain
différentiels liés au phénomène de retrait-gonflement
des argiles**

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

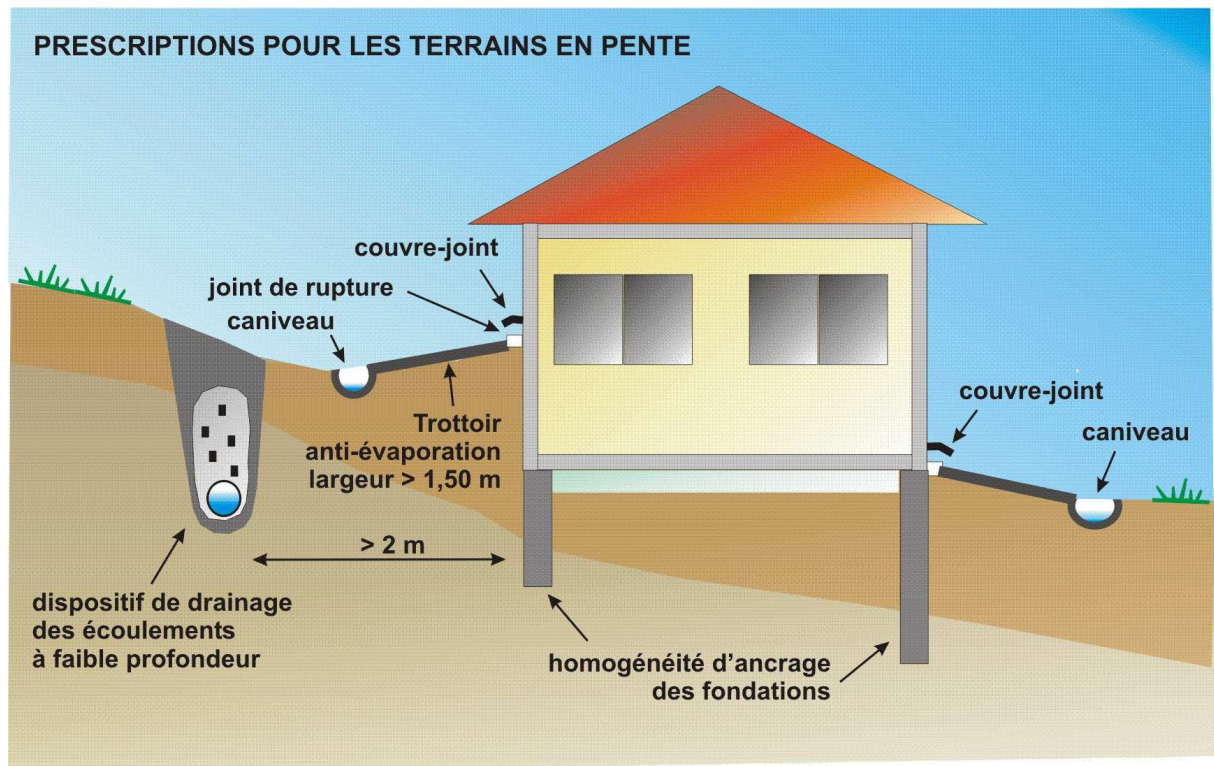
Les illustrations qui suivent présentent une partie des prescriptions et recommandations destinées à s'appliquer dans les zones réglementées par le PPR. Suivant le type de construction (existante ou projetée) certaines de ces mesures sont obligatoires, d'autres non, et l'on se reportera donc au règlement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



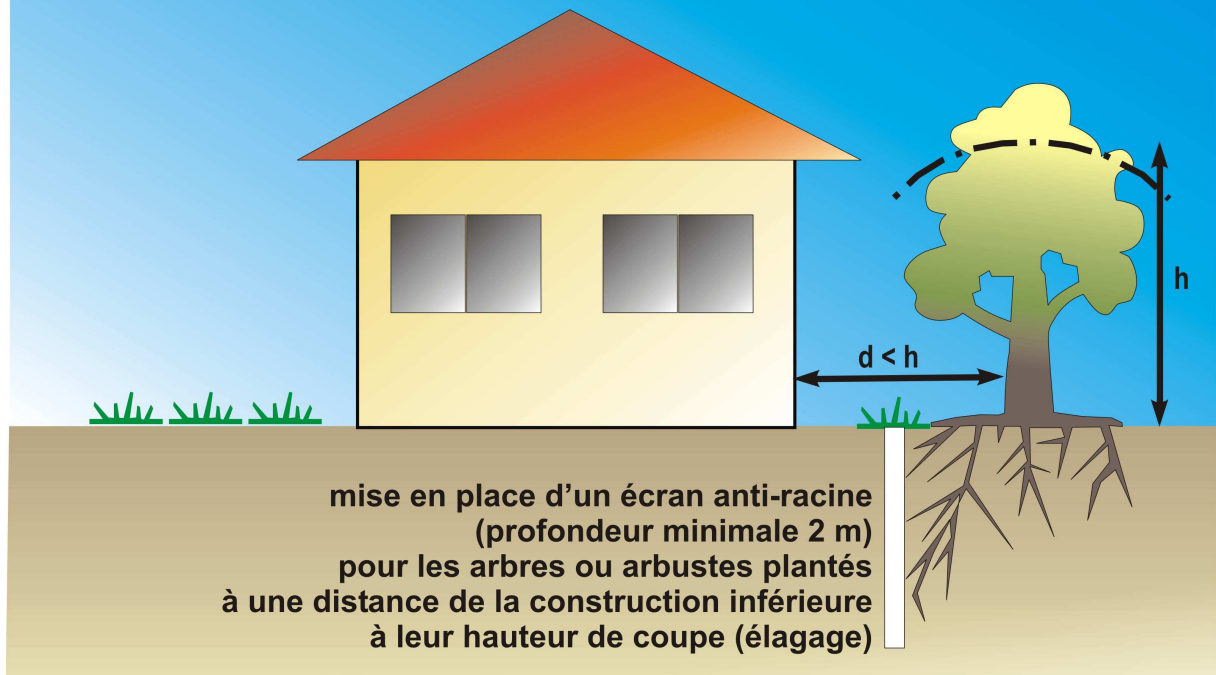
PRESCRIPTIONS POUR LES CONSTRUCTIONS NEUVES



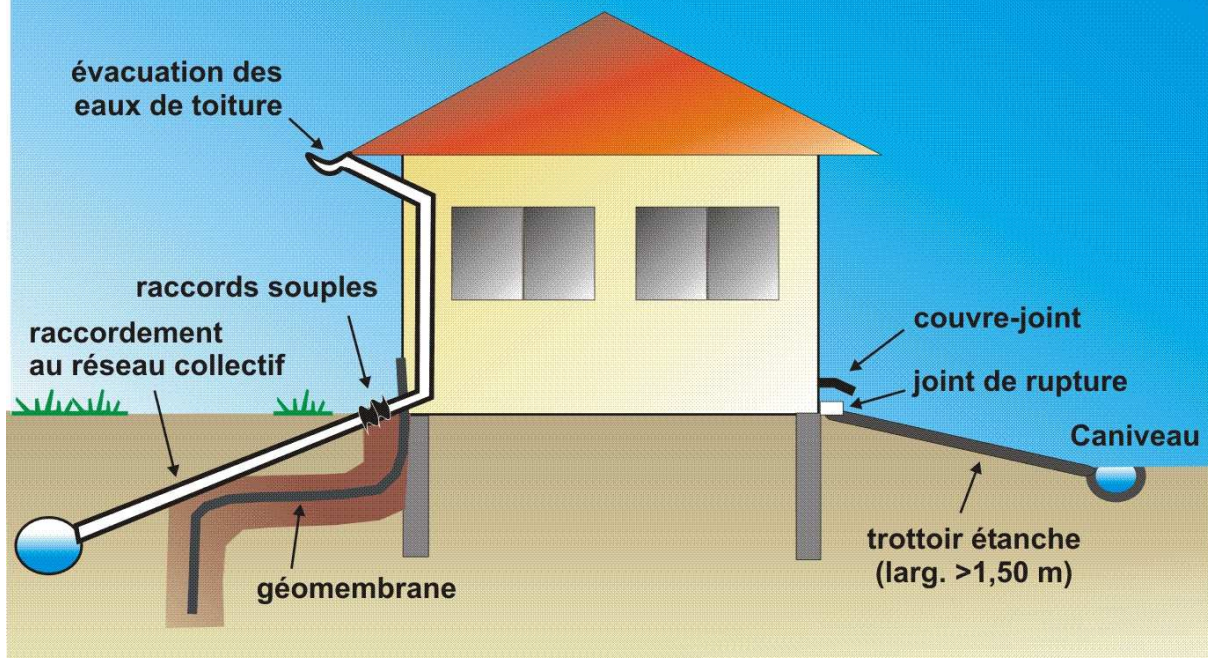
PRESCRIPTIONS POUR LES TERRAINS EN PENTE



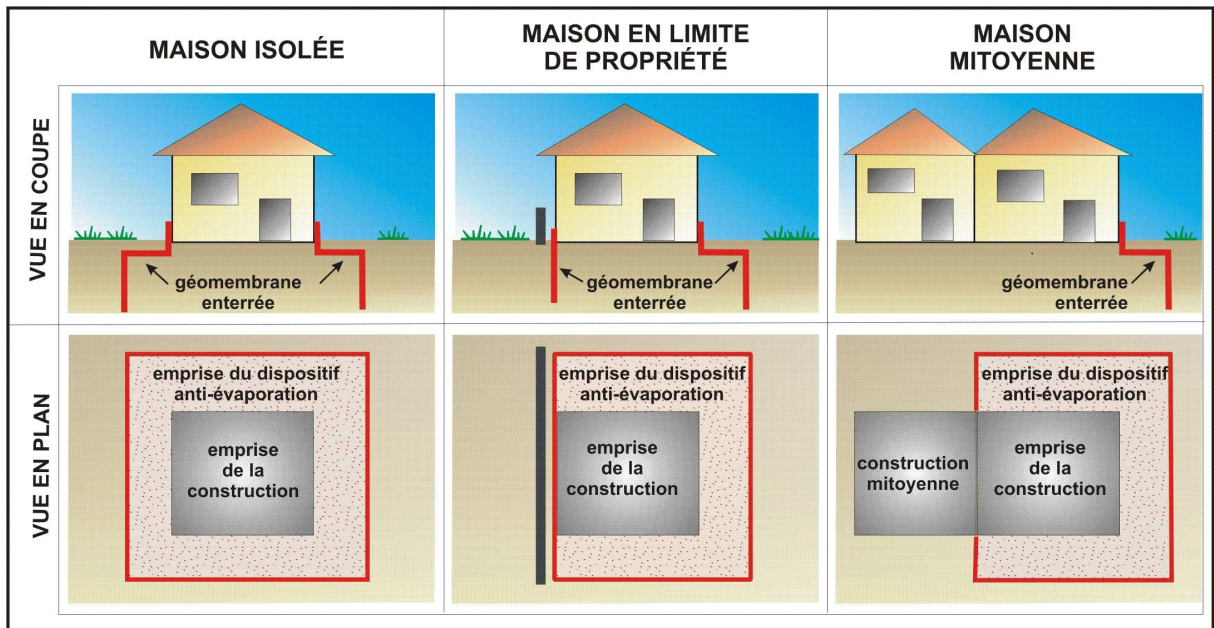
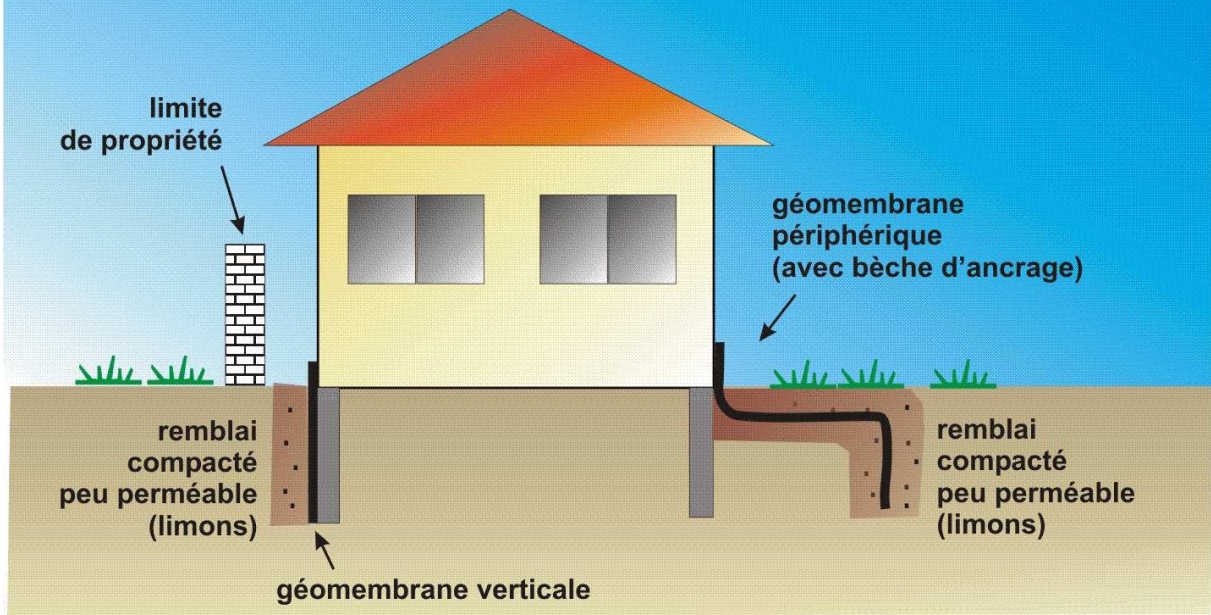
ÉCRAN ANTI-RACINE



RECUPERATION DES EAUX DE PLUIE ET DISPOSITIF ANTI-ÉVAPORATION



DISPOSITIF ANTI-ÉVAPORATION



ANNEXE 5

**Homogénéité de l'ancrage pour les constructions
réalisées sur un terrain en pente**

Homogénéité de l'ancrage pour les constructions réalisées sur un terrain en pente

Ancrage : dans le cadre de la fondation d'ouvrage, ce terme correspond à la profondeur de pénétration de l'élément de fondation (une semelle par exemple) dans la couche porteuse.

Ce terme est à distinguer de l'encastrement qui est l'épaisseur minimale de terre au-dessus du niveau de la fondation (schéma 1 – selon « Fondations et ouvrages en terre » / G.Philipponnat et B.Hubert / Eyrolles 1997).

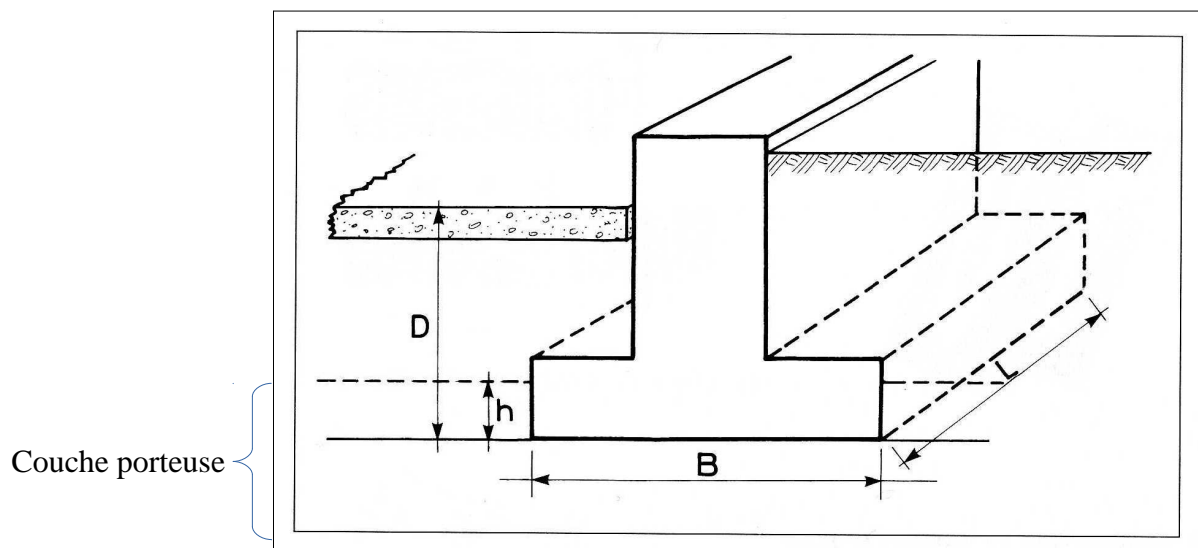


Schéma 1 : Terminologie d'une fondation superficielle

D : hauteur d'encastrement

H : hauteur d'ancrage

B : largeur de la semelle

➤ Dans le cas d'une construction sur une pente en sols argileux, il convient d'appréhender successivement l'impact potentiel des phénomènes de retrait-gonflement et les possibles tassements sous l'effet des descentes de charges.

Afin de s'affranchir des phénomènes de retrait gonflement, il convient de descendre la fondation au-delà de la zone influencée par les variations climatiques : augmenter l'encastrement à 0,8 m ou 1,2 m selon la zone considérée.

L'amplitude des tassements sous l'effet d'une descente de charges donnée dépendent directement des caractéristiques mécaniques des sols. Pour les sols en place, on peut estimer schématiquement que ces caractéristiques augmentent linéairement avec la profondeur (schéma 2 – cas d'un site en pente).

Il convient de noter que l'état mécanique des sols résulte de leur histoire géologique et qu'une modification topographique contemporaine de la construction n'occasionne pas de modification immédiate d'état mécanique : **pour avoir un état mécanique homogène, il faut descendre à une même profondeur par rapport au Terrain Naturel initial.**

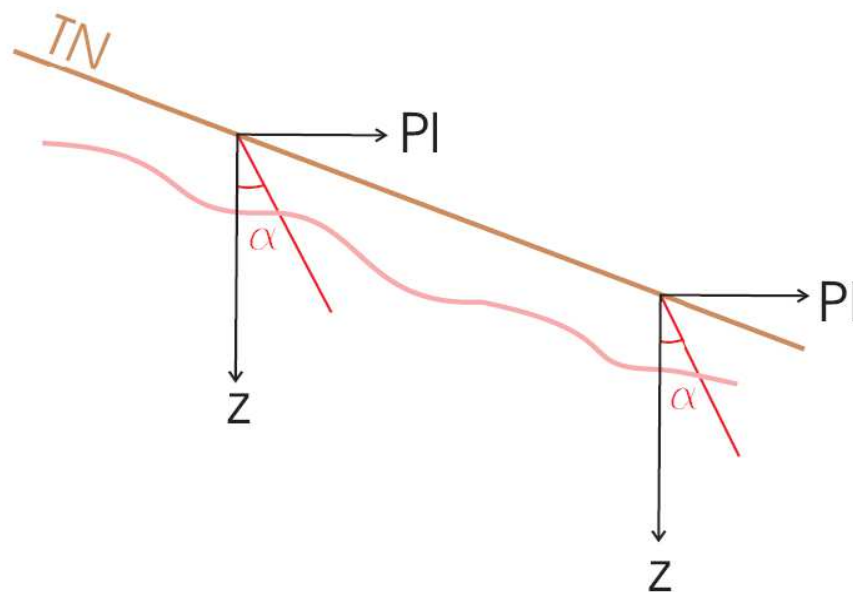


Schéma 2 : Évolution théorique des caractéristiques mécaniques (PL : Pression Limite) en fonction de la profondeur

➤ Sur un terrain en pente, la construction nécessite généralement le terrassement d'une plate-forme qui se traduit par un déblai en partie amont et un remblai en partie aval. Si l'implantation des fondations en amont et en aval au-delà de 0.8 m (exemple en zone modérément exposée) permet de s'affranchir des possibles effets du retrait-gonflement, la recherche d'un niveau d'assise homogène du point de vue mécanique imposera de descendre les fondations plus profondément en aval qu'en amont (schéma 3).

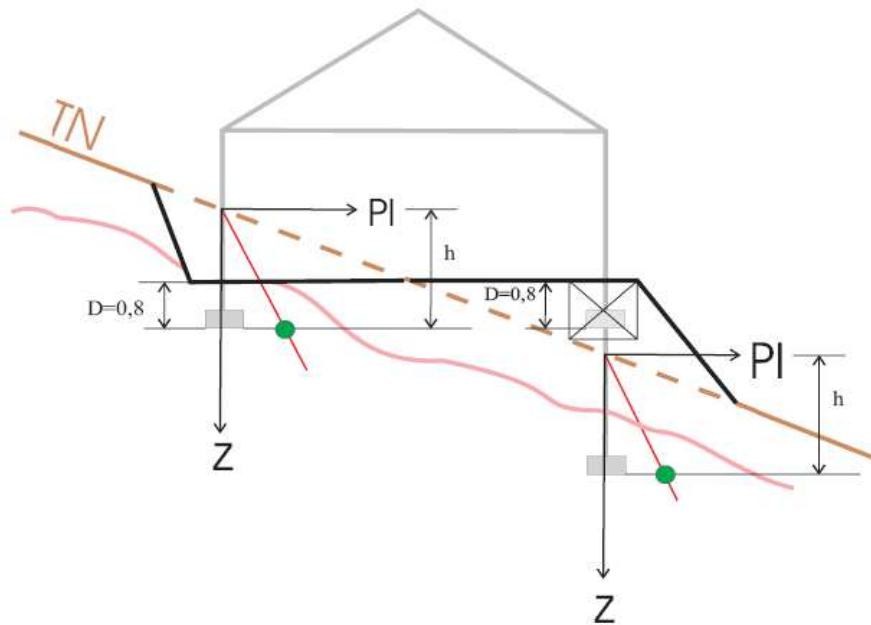


Schéma 3 : Ancrage des fondations pour des conditions mécaniques (pression limite) homogènes

➤ Pour compléter cette disposition, il convient de rappeler la règle fixée par le DTU 13.12 (article 2.42) : « Lorsque le sol d'assise ne peut donner lieu à un glissement de terrain, les niveaux des fondations successives doivent être tels qu'une pente maximale de 3 de base pour 2 de hauteur relie les arêtes des semelles les plus voisines » (schéma 4).

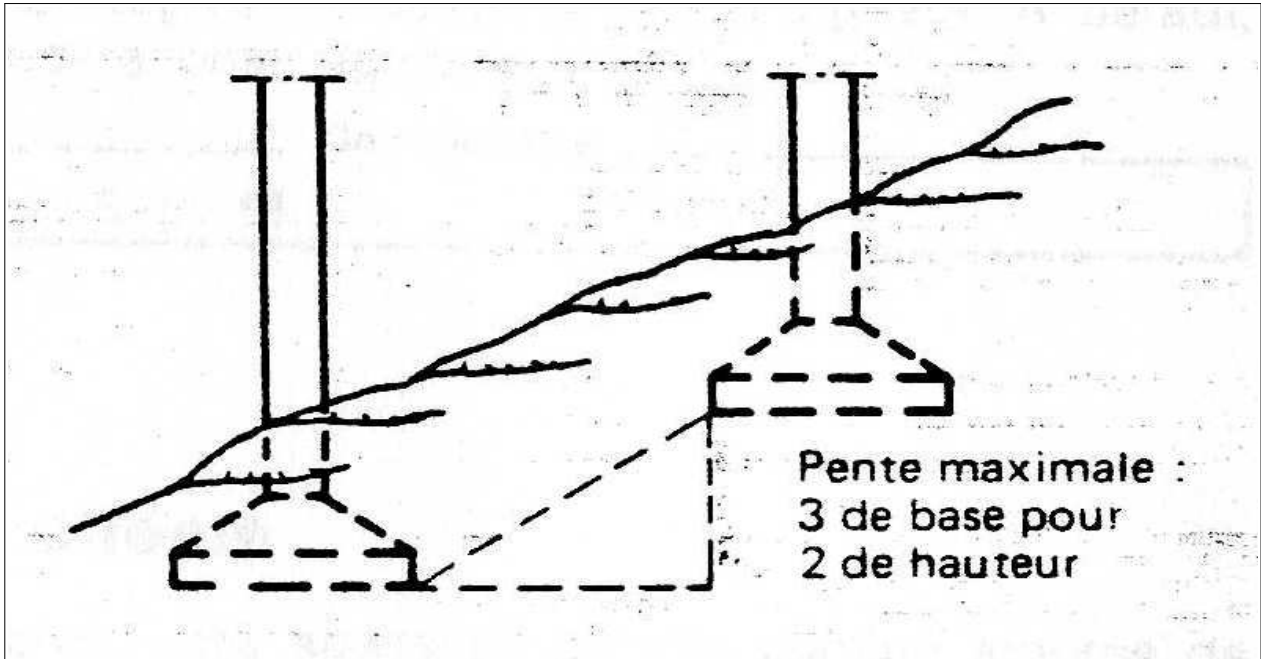


Schéma 4 : Pente maximale entre deux fondations successives selon le DTU 13.12

ANNEXE 6

Notice d'information sur le risque dû aux Argiles



Notice d'information sur le risque dû aux Argiles

PPRMT différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols dans le département du Val-de-Marne

Permis de construire ou déclaration de travaux

Numéro :

Parcelle :

Adresse commune code postal

Objet du permis

- Construction de maisons individuelles non groupées, ainsi que de leurs extensions ou d'annexes accolées
- Construction d'annexes non accolées ou de bâtiments à usage agricole
- Autres constructions

Application directe des mesures techniques ou réalisation d'une étude géotechnique

Non concernés par le PPRMT

Réalisation d'une étude géotechnique

Zone applicable

Zone bleu foncé B1

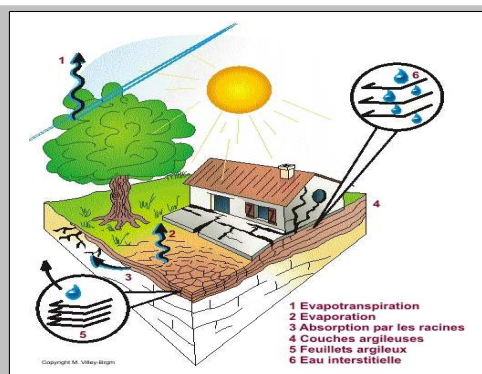
Zone bleu clair B2

Zone verte B3

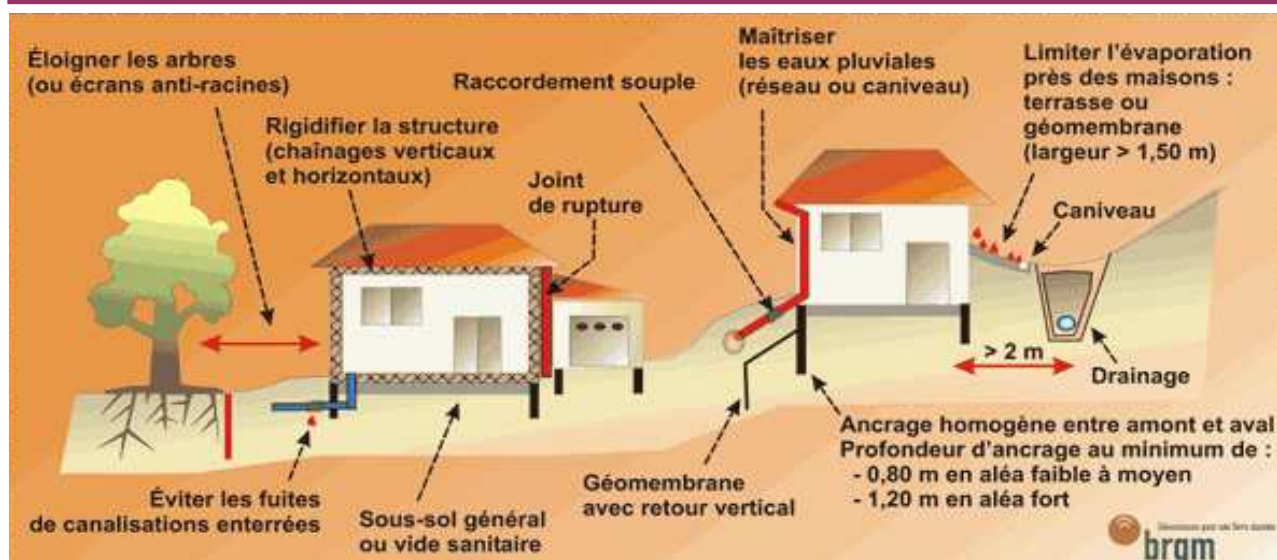
Les risques encourus par les biens situés sur sol argileux

Un sol argileux change de volume selon son humidité comme le fait une éponge ; il gonfle avec l'humidité et se resserre avec la sécheresse. Ces variations de volume, rarement uniformes, se traduisent par des tassements différentiels entre les secteurs qui sont soumis à l'évaporation (terrain autour de la construction) et ceux qui en sont protégés (terrain sous la construction) ce qui peut se traduire sur les constructions par :

- Des fissurations sur les structures
- Des distorsions des portes et des fenêtres
- Des décollements entre structures
- Des dislocations des dallages et des cloisons
- Des ruptures des canalisations enterrées



Prescriptions et recommandations pour les constructions sur sol argileux



Pour en savoir plus

Synthèse des mesures techniques pour les constructions individuelles

		MESURES	ZONES REGLEMENTAIRES				
			B 1	B 2	B 3		
MESURES APPLICABLES AUX CONSTRUCTIONS NOUVELLES	REGLES DE CONSTRUCTION	Sous-sol partiel	interdit sauf joint de rupture	interdit sauf joint de rupture	ETUDES RECOMMANDEES		
		Profondeur fondations	Prescrit 1,20 m	Prescrit 0,80 m			
		Profondeur des fondations plus importante à l'aval d'une pente	Prescrit	Prescrit			
		Fondations semelles continues armées	Prescrit	Prescrit			
		Plancher porteur sur vide sanitaire, sous_sol total ou radier général	Prescrit	Prescrit			
		Chaînage horizontal et vertical	Prescrit	Prescrit			
		Joint de rupture pour bâtiment fondé différemment	Prescrit	Prescrit			
		Chaudière en sous sol sur cloison ou isolation	Prescrit	Prescrit			
	ENVIRONNEMENT IMMEDIAT	Nouvelle plantation d'arbre à une distance de toute construction existante inférieure à leur hauteur de coupe	In terdit sauf écran anti racine ou sous-sol fondé à 2,50m	Recommandé d'éviter			
		Mettre en place sur la périphérie de la construction, un trottoir étanche ou une géomembrane	Prescrit	Prescrit			
		Récupération des eaux pluviales à une distance minimale de 1,50m	Prescrit	Prescrit			
		Captage des écoulements de faible profondeur à une distance minimale de 2m	Prescrit	Prescrit			
		La mise en place de dispositifs (joints souples) évitant les ruptures des canalisations d'EU et d'EP	Prescrit	Prescrit			
		Rejet des EU et EP dans le réseau collectif ou à une distance minimale de 5 mètres	Prescrit	Prescrit			
		Respect d'un délai de 1 an entre le déboisement et le début de travaux	Recommandé	Recommandé			
		Arracher ou tailler les arbres situés trop près d'une construction future ou écran anti racines	Recommandé	Recommandé			
		Élagage périodique des arbres et arbustes	Recommandé	Recommandé			
		Éviter tout pompage dans un puits situé à moins de 10m d'une construction entre mai et octobre	Recommandé	Recommandé			
		MESURES SUR L'EXISTANT	Création d'un puits d'infiltration d'EP à une distance inférieure à 5 m de toute construction	Interdit		Interdit	Recommandé d'éviter
			Travaux de déblais ou de remblais modifiant la profondeur d'encastrement des fondations	Étude géotechnique prescrite		Étude géotechnique prescrite	Étude géotechnique recommandée
Nouvelle plantation d'arbre à une distance de toute construction existante inférieure à leur hauteur de coupe	In terdit sauf écran anti racine ou sous sol fondé à 2,50m		Recommandé d'éviter	Recommandé d'éviter			
En cas de remplacement des canalisations d'évacuation d'EU et d'EP (joints souples...)	Prescrit		Prescrit	Recommandé			
S'assurer de l'étanchéité des branchements	Recommandé		Recommandé	Recommandé			
Élagage périodique des plantations	Recommandé		Recommandé	Recommandé			
Éloigner au maximum des constructions, les eaux de toiture et les eaux de ruissellement	Recommandé		Recommandé	Recommandé			
Éviter tout pompage dans un puits situé à moins de 10m d'une construction entre mai et octobre	Recommandé		Recommandé	Recommandé			
Mettre en place sur la périphérie de la construction, un trottoir étanche ou une géomembrane	Recommandé		Recommandé	Recommandé			
En cas de modification du chauffage et implantation de la chaudière en sous-sol, la positionner sur cloison ou isolation	Recommandé		Recommandé	Recommandé			

ANNEXE 7

Fiche instructeur sur le récolement



PPRMT différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols dans le département du Val-de-Marne

Règles d'urbanisme à contrôler

Nom : Prénom :

Référence PC :

Adresse commune code postal

L'article R. 462-7 du code de l'urbanisme prévoit que le récolement est obligatoire « lorsqu'il s'agit de travaux réalisés dans un secteur couvert par un plan de prévention des risques naturels prévisibles ou par un plan de prévention des risques technologiques établi en application du code de l'environnement, ou par un plan de prévention des risques miniers établi en application du code minier. Toutefois, le récolement n'est pas obligatoire lorsque le plan de prévention n'impose pas d'autre règle que le respect de normes paracycloniques ou parasismiques ou l'obligation de réaliser une étude préalable permettant de déterminer l'aptitude du terrain à recevoir la construction compte tenu de la destination de celle-ci. »

- Reçu attestation de réalisation de l'étude
- Reçu étude

Pour les constructions nouvelles, à l'exception des constructions pour lesquelles le pétitionnaire a réalisé une étude géotechnique préalable, conformément aux articles 2 des chapitres 1 et 2 du titre II du règlement du PPRMT, les contrôles à effectuer lors du récolement doivent porter sur les dispositions suivantes :

- Présence, sur toute la périphérie de la construction d'un trottoir périphérique en béton, ou tout autre matériau possédant une étanchéité suffisante s'opposant à l'évaporation, d'une largeur minimale de 1,5 m
- Récupération des eaux pluviales et de ruissellement aux abords de la construction et évacuation de ces eaux par un dispositif de type caniveau éloigné à une distance minimale de 1,5 m de tout bâtiment
- Raccordement au réseau collectif, lorsqu'il existe, pour le rejet des eaux usées des eaux pluviales
- En cas d'assainissement autonome, rejets des eaux usées et/ou des eaux pluviales à une distance minimale de 5 m de toute construction existante
- En cas d'assainissement autonome, rejets des eaux usées et/ou des eaux pluviales à une distance minimale de 5 m des limites de la parcelle (sauf impossibilité)

Dispositions dont le contrôle n'est pas obligatoire dans le cadre du récolement

Profondeur et nature des fondations

Présence d'un plancher porteur sur vide sanitaire, sous sol total ou radier général

Présence d'un chaînage horizontal et vertical liaisonné sur les murs porteurs

Présence d'un joint de rupture sur toute la hauteur de la construction dans le cas de parties de bâtiments fondées différemment

Absence de source de chaleur en sous-sol le long d'un mur périphérique

Hauteur des arbres inférieure à leur distance de toute construction existante

Captage des écoulements de faible profondeur

Présence de dispositifs assurant l'étanchéité et évitant les ruptures des canalisations d'évacuation des eaux usées et pluviales

