

ANNEXE 1

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

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

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

1) Les formations du substratum tertiaire

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

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

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

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

2) Les formations superficielles ou altéritiques plio-quaternaires

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

ANNEXE 2

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

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

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

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

1. Introduction aux problèmes de « retrait-gonflement »

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

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

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

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

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

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

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

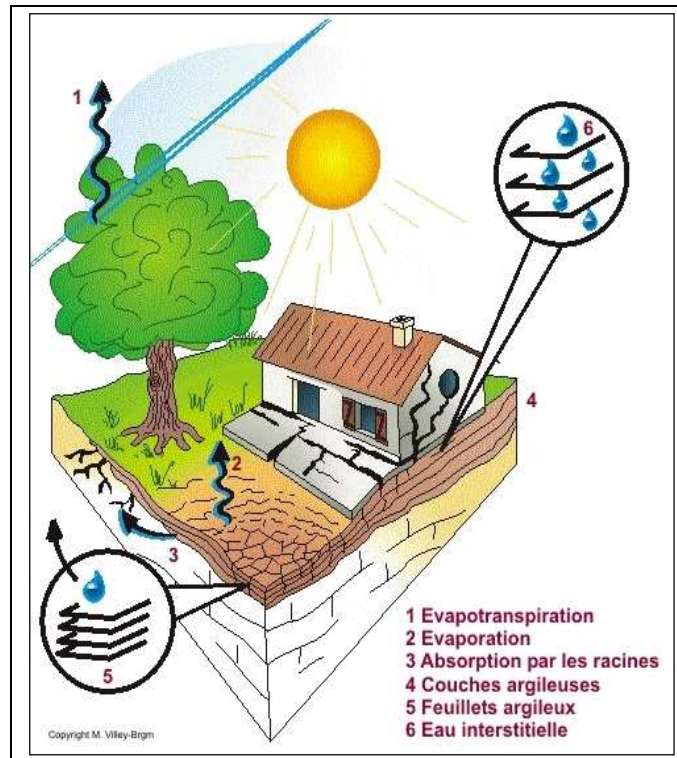


fig. 1 : illustration du mécanisme de dessiccation

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

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

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

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

2. Facteurs intervenant dans le mécanisme

2.1 Facteurs de prédisposition

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

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

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

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

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

2.2. Facteurs déclenchants et/ou aggravants

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

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

2.2.1. Phénomènes climatiques

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

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

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

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

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

2.2.2. Actions anthropiques

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

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

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

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

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

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

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

2.2.3. Conditions hydrogéologiques

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

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

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

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

2.2.4. Topographie

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

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

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

2.2.5. Végétation

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

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

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

On considère en général que l'influence d'un arbre adulte se fait sentir jusqu'à une distance égale à une fois et demi sa hauteur. Les racines seront naturellement incitées à se développer en direction de la maison puisque celle-ci limite l'évaporation et maintient donc sous sa surface une zone de sol plus humide. Contrairement au processus d'évaporation qui affecte surtout la tranche superficielle des deux premiers mètres, les racines d'arbres ont une influence jusqu' à 4 à 5 m de profondeur, voire davantage.

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

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

2.3. Mécanismes et manifestations des désordres

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

Gros-œuvre :

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

Second-œuvre :

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

Aménagement extérieur :

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

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

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

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

et reposant sur un sol argileux.

ANNEXE 3

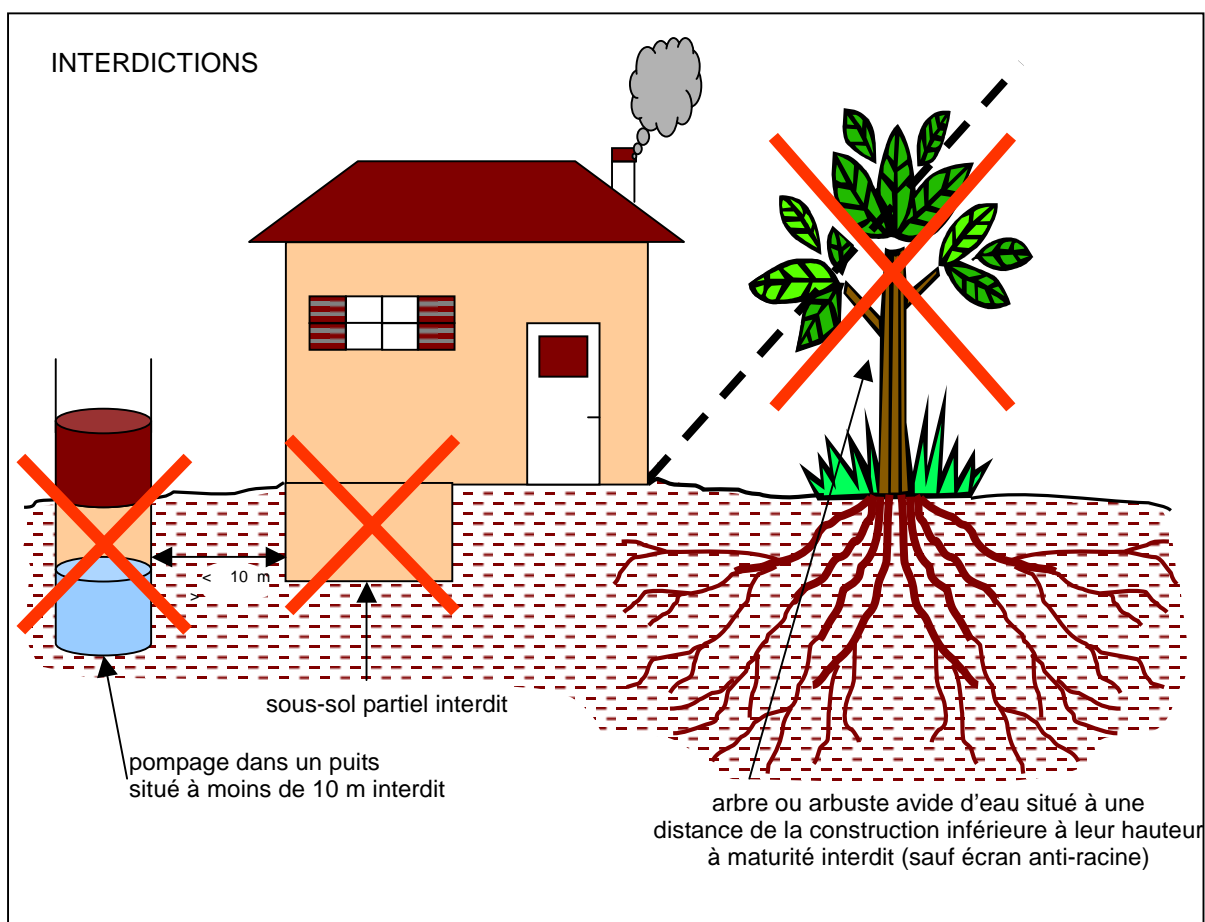
Liste des arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle au titre de mouvements différentiels de sols liés au retrait-gonflement des argiles, pris sur la commune de Saint-Nom la Bretèche à la date du 10 décembre 2008 (données prim.net)

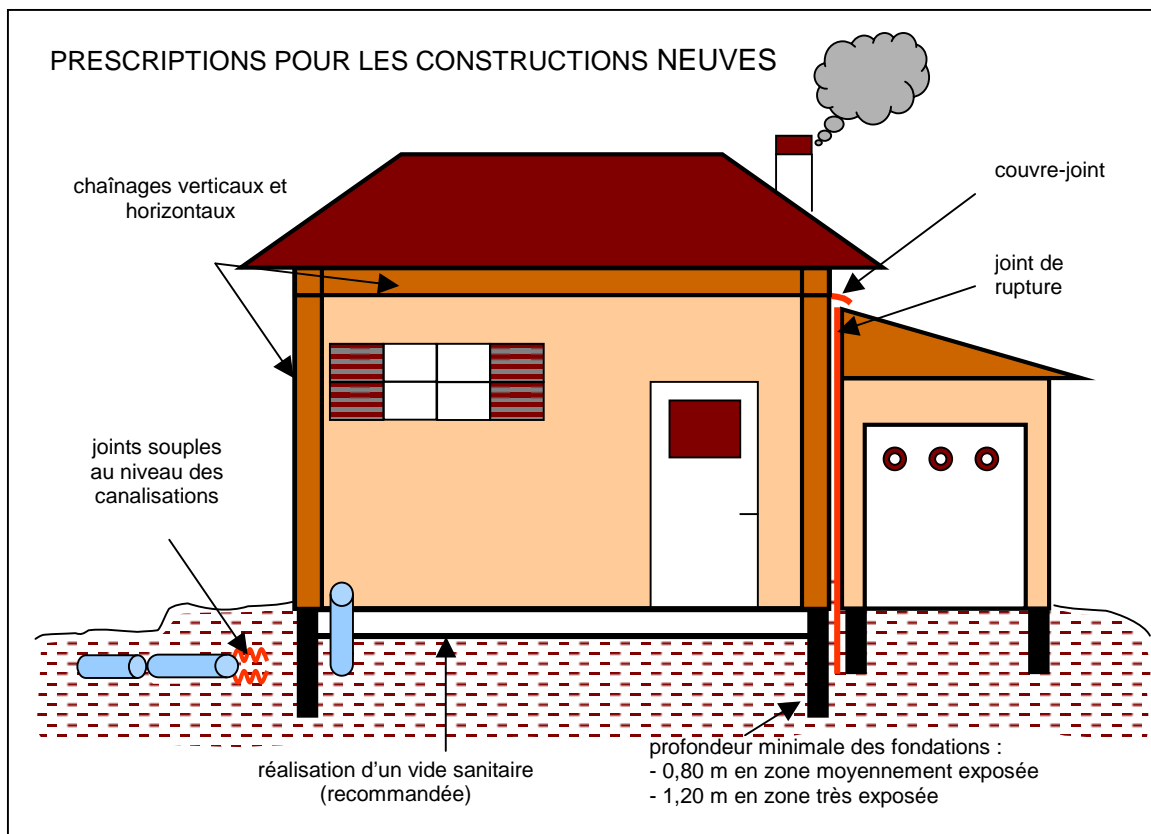
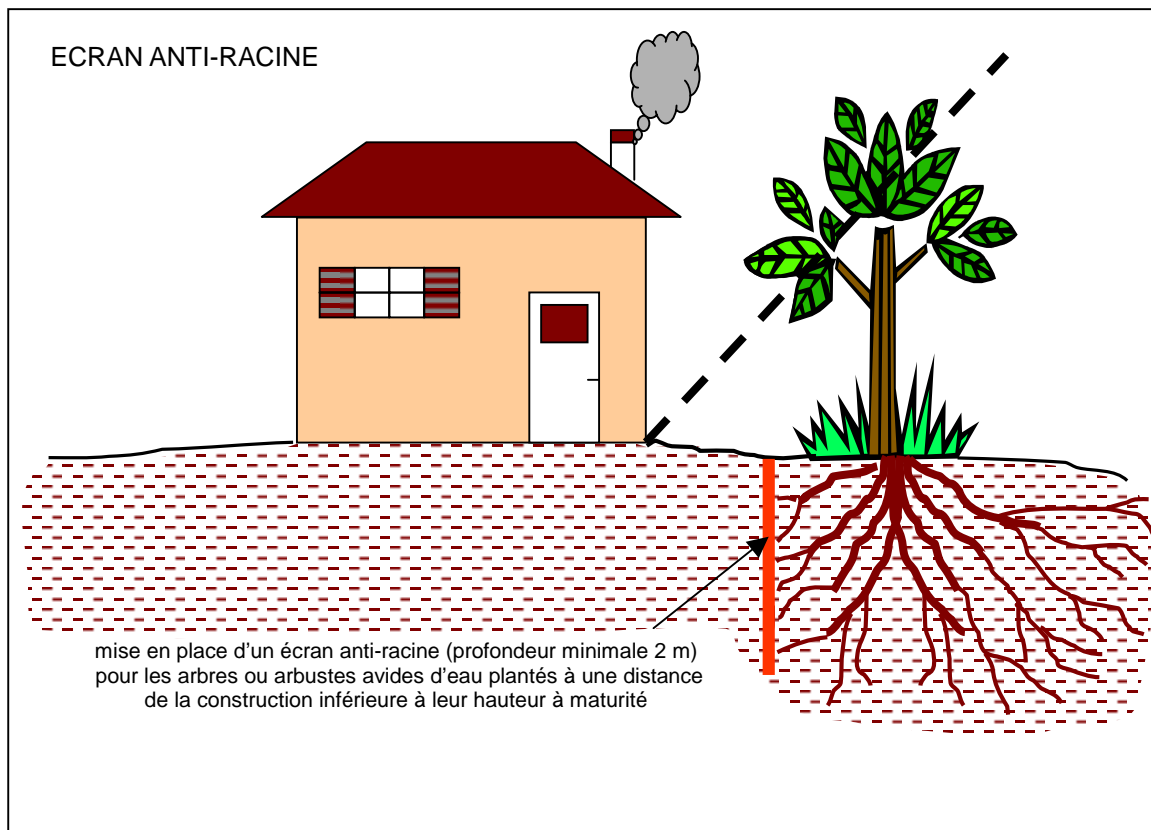
Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
Mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse	01/05/1989	31/12/1991	06/11/1992	18/11/1992
Mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse	01/01/1992	31/12/1992	06/12/1993	28/12/1993
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/1993	30/04/1996	09/12/1996	20/12/1996
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/05/1996	31/07/1998	22/10/1998	13/11/1998
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/2005	31/03/2005	05/12/2008	10/12/2008
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/07/2005	30/09/2005	05/12/2008	10/12/2008
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/2006	31/03/2006	05/12/2008	10/12/2008

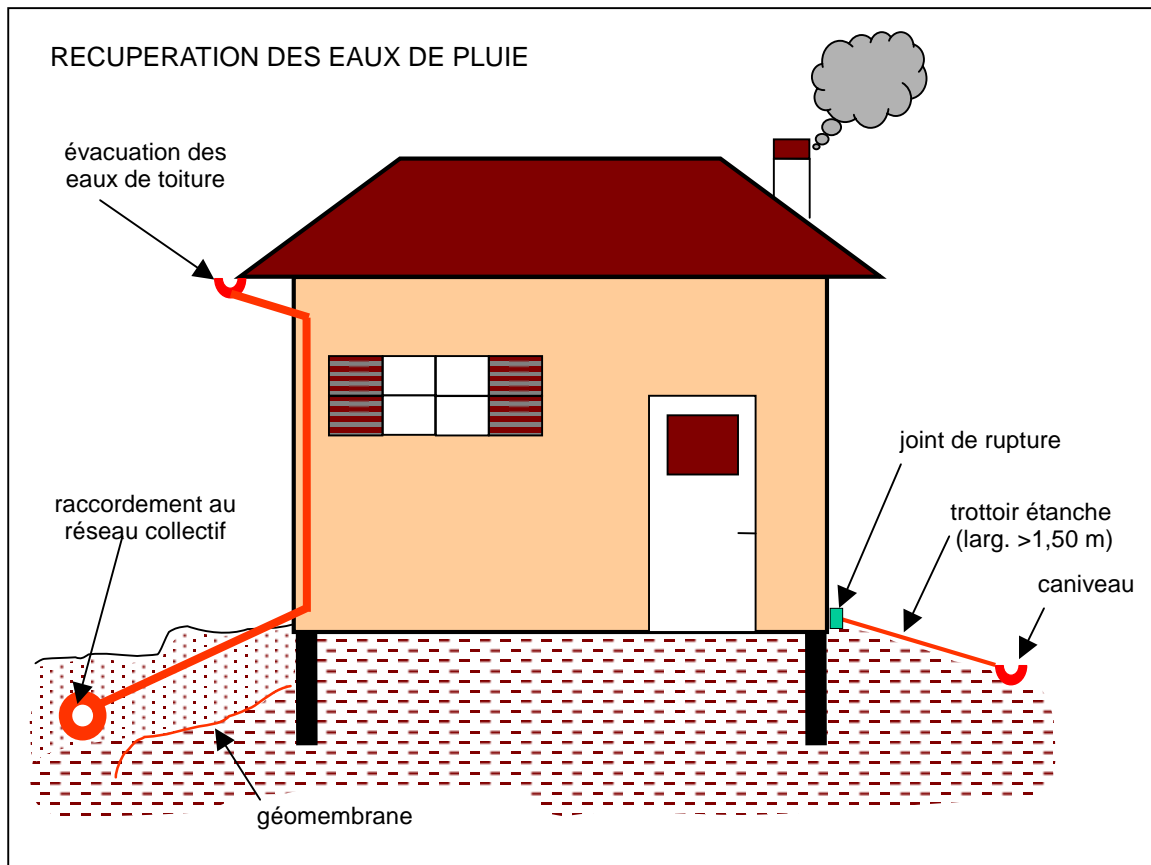
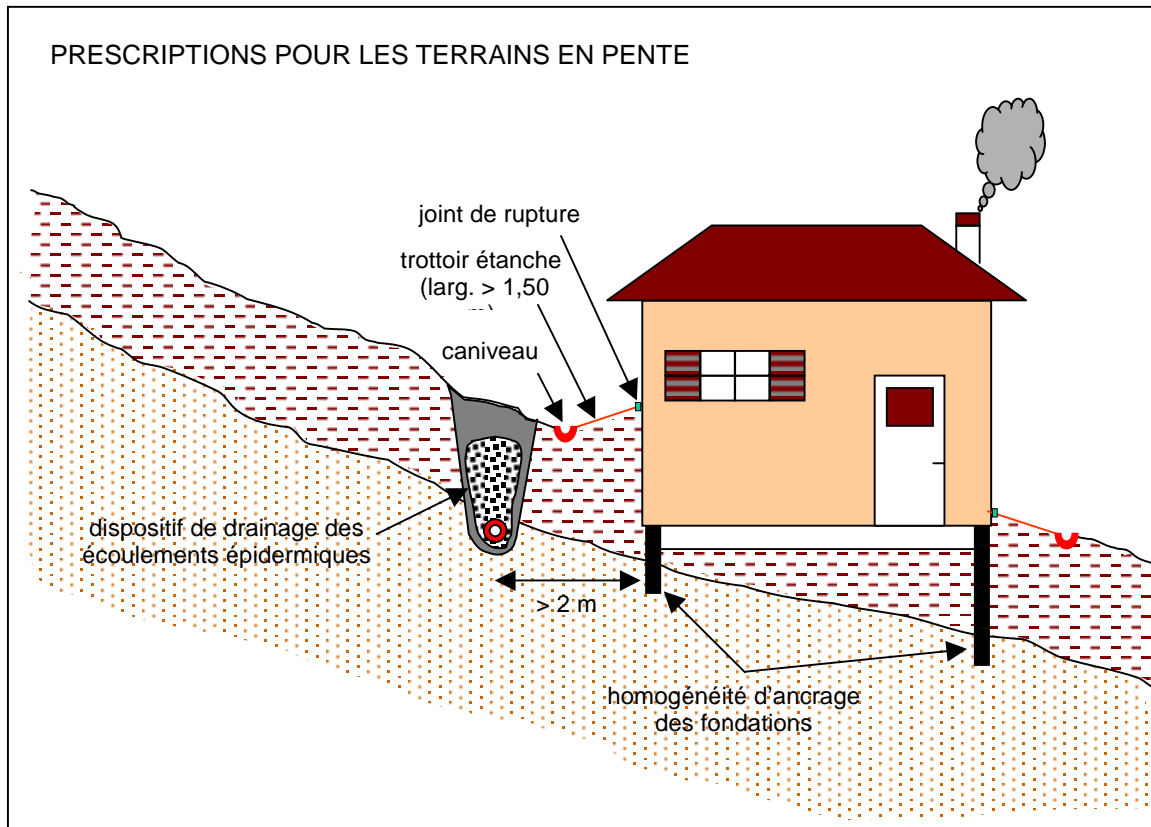
ANNEXE 4

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

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

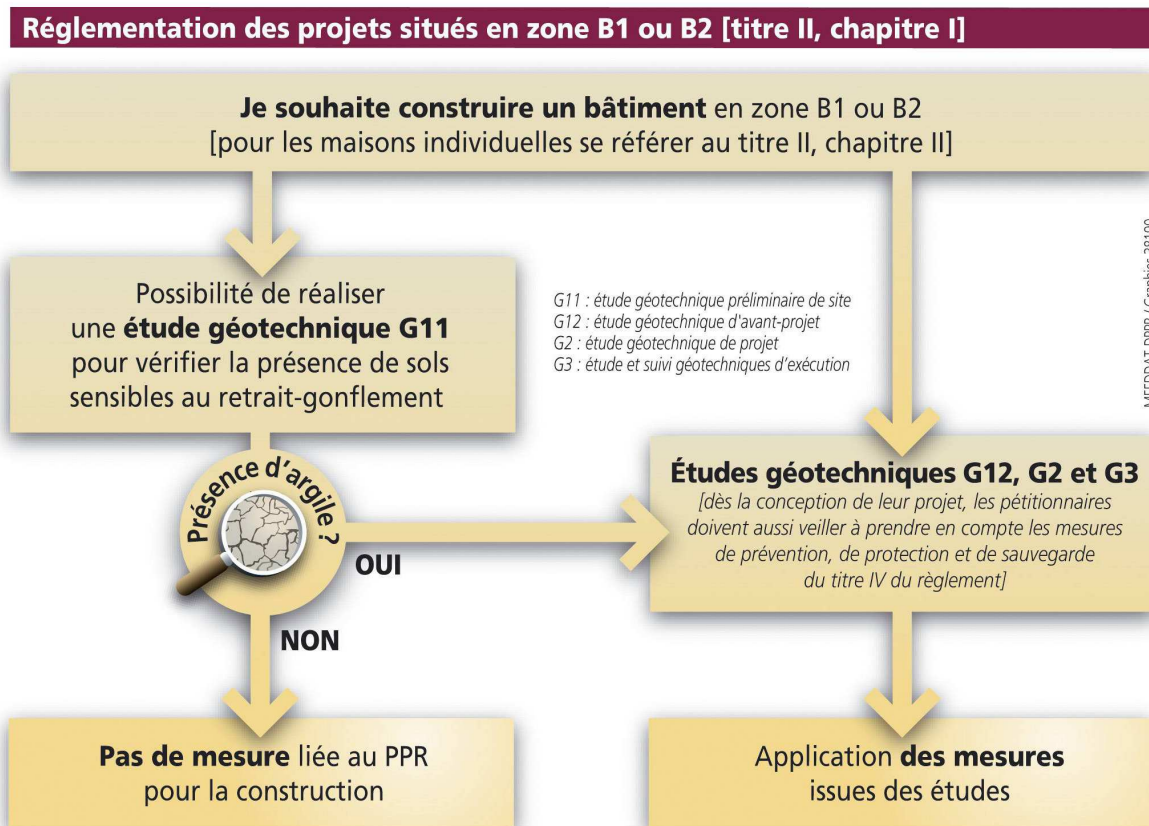




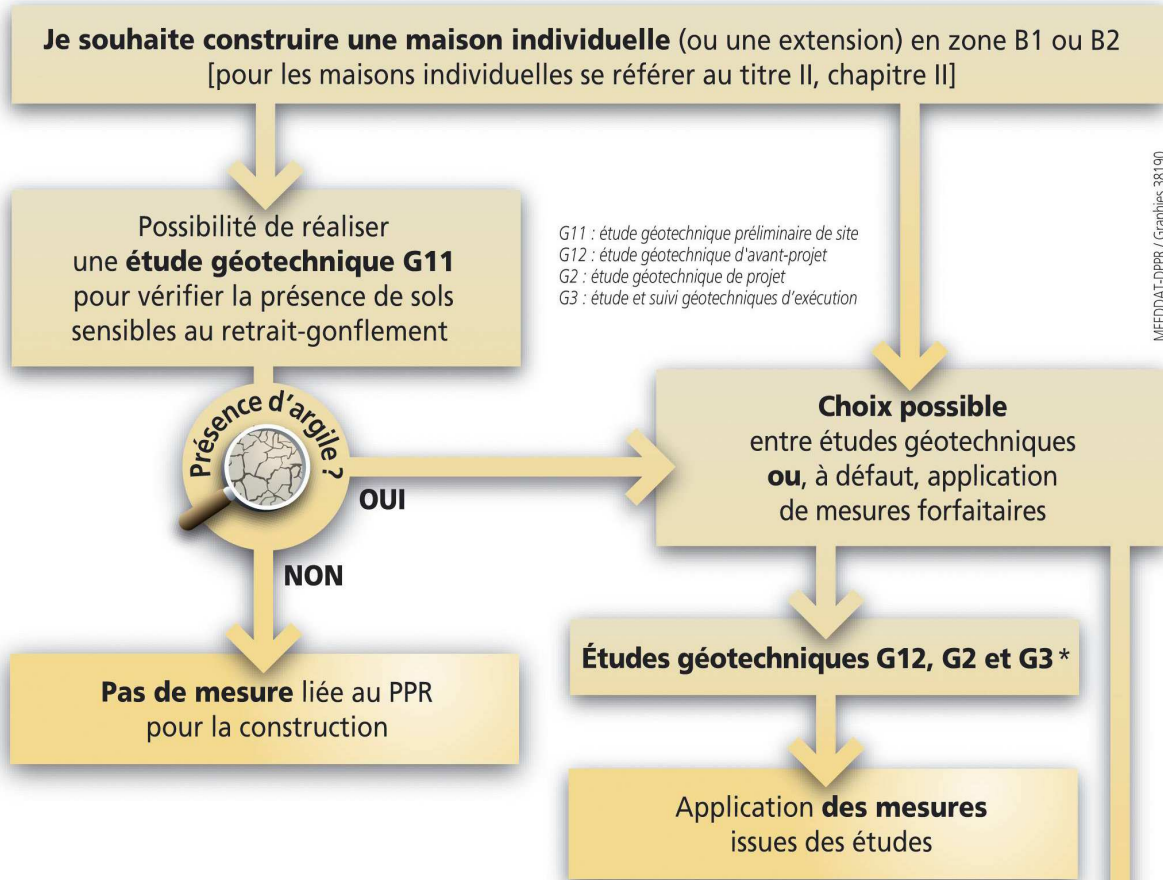


ANNEXE 5

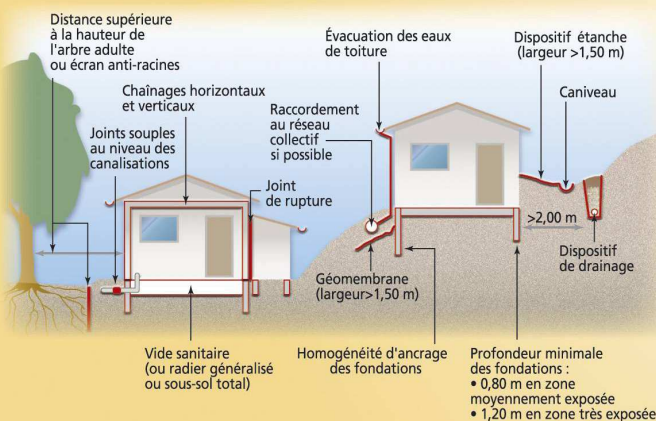
Fiche d'information sur le règlement du PPRN à l'usage du service urbanisme



Réglementation des projets situés en zone B1 ou B2 [titre II, chapitre II]



Application des **mesures forfaitaires** pour les maisons individuelles ou leurs extensions *



Règles de construction

- Interdiction de sous-sol partiel.
- Approfondissement des fondations selon zonage et adaptation supplémentaire pour les terrains en pente.
- Chaînage des murs porteurs.
- Respect les règles des DTU pour fondation et plancher.
- Joint de rupture entre les parties de bâtiments.
- Isolement de source de chaleur en sous-sol.

Règles environnementales

- Interdiction de planter à proximité du bâti.
- Assurer l'étanchéité des canalisations.
- Récupération des eaux et évacuation dans le réseau collectif ou éloignement du bâti.
- Mise en place d'un dispositif anti-évaporation.
- Écran anti-racine pour arbres existants.

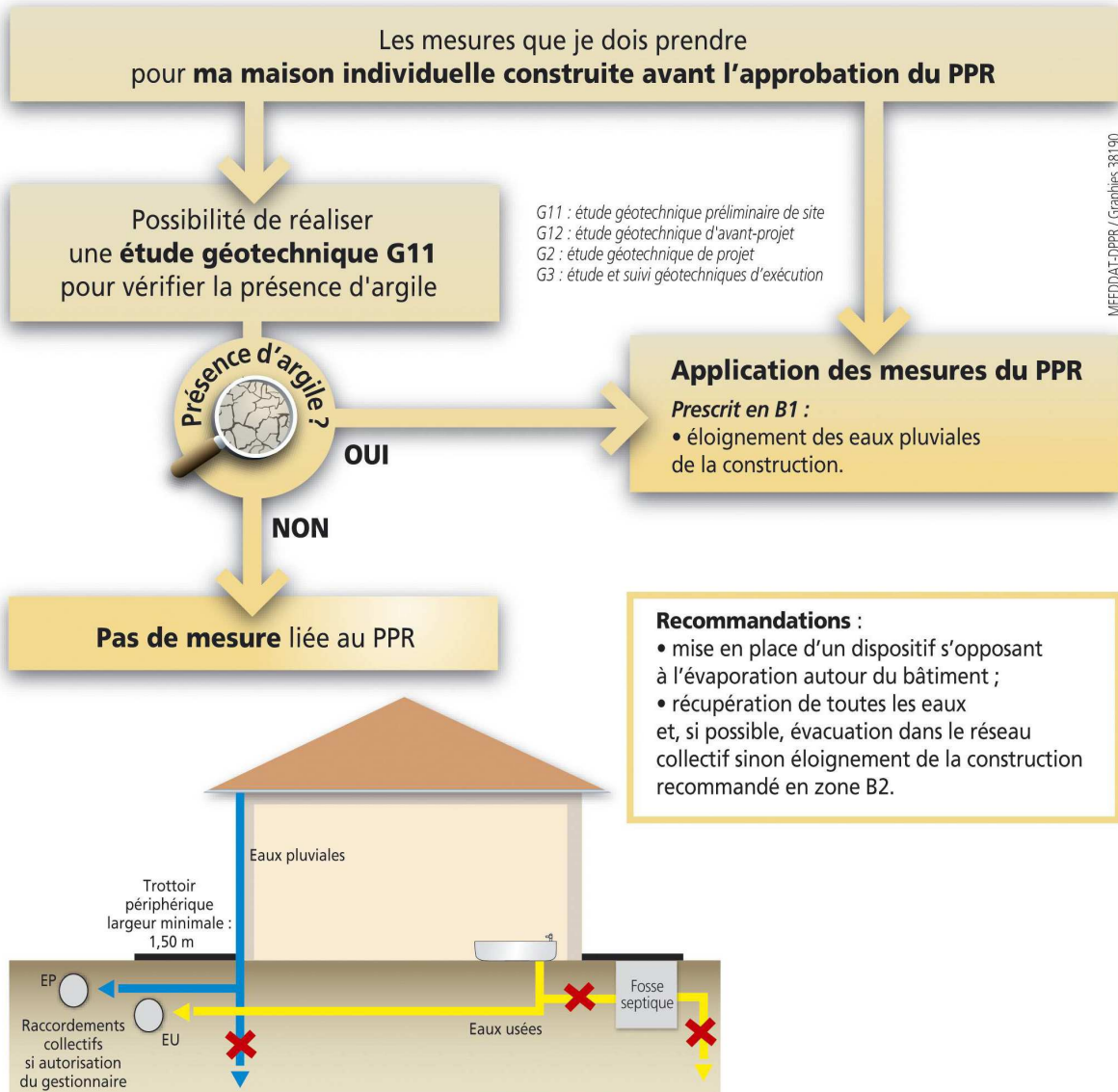


* Dès la conception de leur projet, les pétitionnaires doivent aussi veiller à prendre en compte les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde du titre IV du règlement.

Recommandation

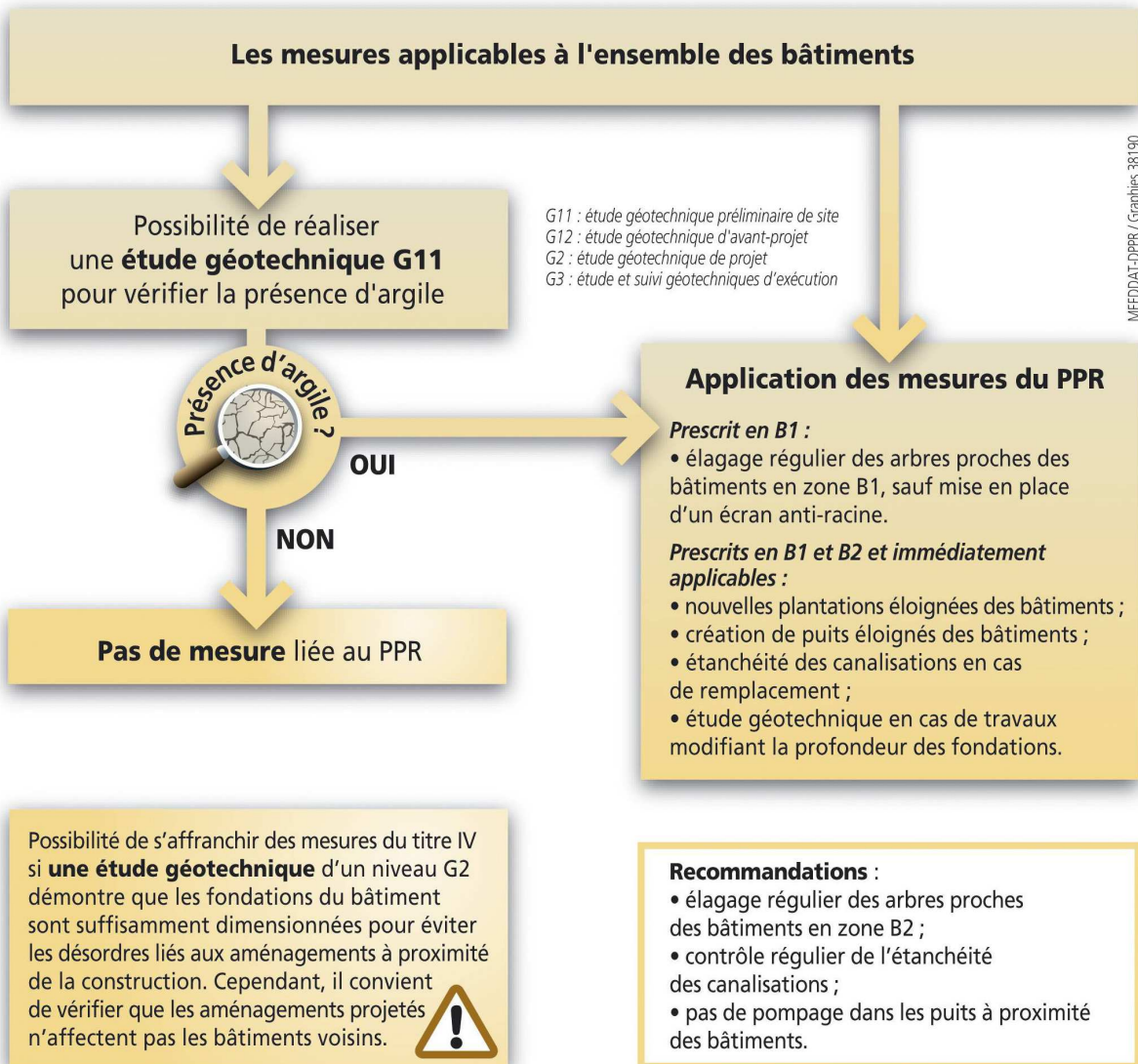
Respect d'un délai d'un an entre l'arrachage d'arbres et le début des travaux de construction.

Mesures applicables aux biens et activités existants [titre III]



MEEDDAT-PPPR / Graphies 38190

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



ANNEXE 6

Extraits de la norme AFNOR NF P 94-500 (décembre 2006)

Intitulée : « Missions géotechniques – Classifications et spécifications »

Cette norme «définit les différentes missions susceptibles d'être réalisées par les géotechniciens à la demande d'un maître d'ouvrage ou d'un constructeur. [Elle] donne une classification de ces missions. [Elle] précise le contenu et définit les limites des six missions géotechniques types : réalisation des sondages et essais, étude de faisabilité géotechnique, étude de projet géotechnique, étude géotechnique d'exécution, diagnostic géotechnique avec ou sans sinistre, ainsi que l'enchaînement recommandé des missions au cours de la conception, de la réalisation et de la vie d'un ouvrage ou d'un aménagement de terrain».

Classification des missions géotechniques types : elle est donnée par le schéma ci-dessous et le tableau en page suivante.

Étape	Phase d'avancement du projet	Missions d'ingénierie géotechnique	Objectifs en termes de gestion des risques liés aux aléas géologiques	Prestations d'investigations géotechniques *
1	Étude préliminaire Étude d'esquisse	Étude géotechnique préliminaire de site (G11)	Première identification des risques	Fonction des données existantes
	Avant projet	Étude géotechnique d'avant-projet (G12)	Identification des aléas majeurs et principes généraux pour en limiter les conséquences	Fonction des données existantes et de l'avant-projet
2	Projet Assistance aux Contrats de Travaux (ACT)	Étude géotechnique de projet (G2)	Identification des aléas importants et dispositions pour en réduire les conséquences	Fonction des choix constructifs
3	Exécution	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3)	Identification des aléas résiduels et dispositions pour en limiter les conséquences	Fonction des méthodes de construction mises en œuvre
		Supervision géotechnique d'exécution (G4)		Fonction des conditions rencontrées à l'exécution
Cas particulier	Étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques	Diagnostic géotechnique (G5)	Analyse des risques liés à ces éléments géotechniques	Fonction de la spécificité des éléments étudiés

* NOTE À définir par l'ingénierie géotechnique chargée de la mission correspondante.

Tableau - Classification des missions géotechniques types

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

Annexe A (informative)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Tableau A.1 — Étude géotechnique préliminaire de site
(dans le cas d'un ouvrage simple en contexte géotechnique simple)

	Prestations du géotechnicien	Actions du client
1		Demande d'étude préliminaire de site (G11) comportant : — la localisation du site, — les informations disponibles sur le site.
2	Proposition de contrat précisant les modalités d'études envisagées (y compris les prestations d'investigations géotechniques éventuelles, telles que sondages et essais) et le délai.	Accord sur le contrat.
3	Recueil et analyse des données disponibles sur ce site. Définition d'investigations géotechniques complémentaires éventuelles. Réalisation de ces investigations, ou suivi technique de celles-ci. Inventaire des risques connus (stabilité du site, cavités, sols médiocres, terrains remblayés, gel, retrait et gonflement des sols argileux, notamment). Étude des contraintes éventuelles dues aux eaux superficielles ou souterraines. Commentaires sur la constructibilité du site. Validation du contexte géotechnique simple du site Rédaction d'un rapport	
4		Acceptation du rapport. Ce rapport ne peut pas servir de base pour un projet sans nouvelle intervention d'une ingénierie géotechnique pour réaliser une mission d'étude géotechnique de conception (voir le tableau A.2).

Tableau A.2 — Étude géotechnique de conception du projet site
(dans le cas d'un ouvrage simple en contexte géotechnique simple)

	Prestations du géotechnicien	Actions du client
1		Demande d'étude géotechnique de conception (étude géotechnique d'avant projet, de projet et d'exécution) comportant : — la localisation du site, — le projet de construction, — les informations disponibles sur le site.
2	Proposition de contrat précisant les modalités d'études envisagées (y compris les prestations d'investigations géotechniques éventuelles, telles que sondages et essais) et le délai.	Accord sur le contrat.
3	Détermination de la zone d'influence géotechnique de la construction prévue. Recueil et analyse des données disponibles sur ce site. Définition, réalisation ou suivi technique des investigations géotechniques complémentaires éventuelles. Validation de l'inventaire des risques réalisé lors de l'étude géotechnique préliminaire de site (stabilité du site, cavités, sols médiocres, terrains remblayés, gel, retrait et gonflement des sols argileux, notamment). Si ces risques sont confirmés sur le site, des études spécifiques détaillées sont nécessaires. Étude des contraintes éventuelles dues aux eaux superficielles ou souterraines. Définition des conditions de calcul des fondations, soutènements et pentes. Calcul ou spécification des dimensions des fondations. Spécifications concernant l'exécution des travaux (eau, protection des fouilles, notamment). Rédaction d'un rapport	
4		Acceptation du rapport.

ANNEXE 7 : CARTE DES FORMATIONS ARGILEUSES ET MARNEUSES SUR LA COMMUNE DE SAINT-NOM-LA-BRETÈCHE

LÉGENDE

FORMATIONS ARGILO-MARNEUSES AFFLEURANTES

Formations superficielles quaternaires

- CE Colluvions polygéniques
- LP Limons des plateaux
- Alluvions récentes
- Argile à silex
- p-IVAMM Argile à meulière de Montmorency
- g1CB Argile à meulière de Brie

Formations oligocènes (Rupélien : Stampien s.s.)

- Sables de Lozère

Formations oligocènes (Rupélien : Stampien s.s.)

- g1MH Marnes à huîtres

Formations oligocènes (Rupélien : Sannoisien)

- g1SA Calcaire de Sannois et Argile verte de Romainville indifférenciés
- Calcaire de Sannois, Caillasse d'Orgemont
- g1AR Argile verte de Romainville

Formations éocènes (Priabonien : Ludien)

- e7ML Marnes ludiennes (faciès de transition)
- e7MS Marnes supragypseuses : Marnes blanches de Pantin, Marnes bleues d'Argenteuil
- Masses et marnes du gypse, Marnes à Pholadomya ludensis
- Masses et marnes du gypse

Formations éocènes (Bartonien : Auversien)

- e6MOD Sables de Monceau et Marno-calcaire de Saint-Ouen indifférenciés
- Sables de Monceau
- Marno-calcaire de Saint-Ouen

Formations éocènes (Lutétien supérieur à inférieur)

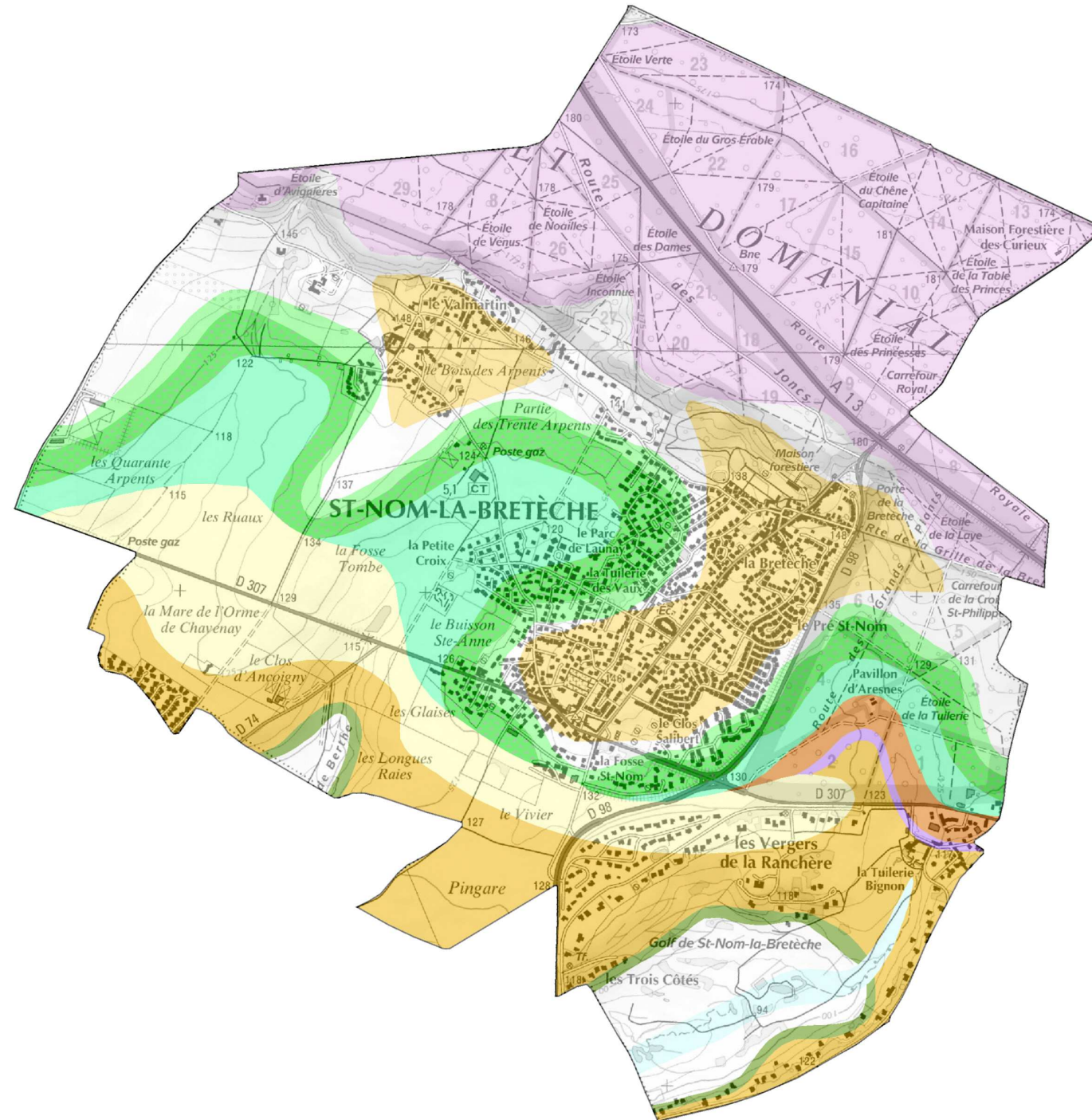
- e6SB-A Sables de Beauchamp, Sables d'Auvers

Formations éocènes (Lutétien supérieur à inférieur)

- e5C Formations lutétiennes indifférenciées
- e5MC Marnes et caillasses et Calcaire à Potamides

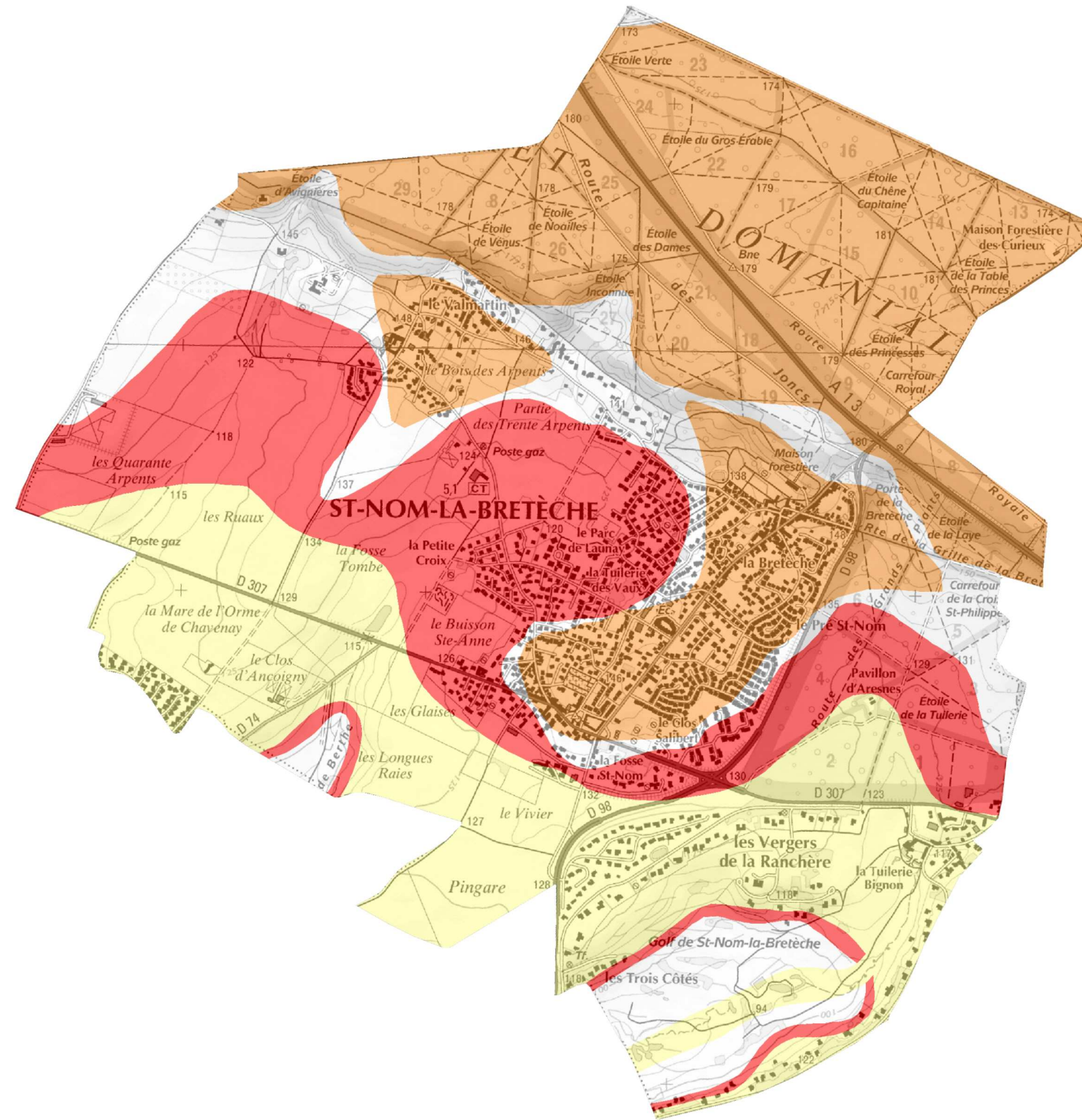
Formations éocènes (Yprésien : Sparnacien)

- Argile plastique, Fausses glaises, Sables de Breuillet



ANNEXE 8 : CARTE DE SUSCEPTIBILITÉ DES FORMATIONS SUR LA COMMUNE DE SAINT-NOM-LA-BRETÈCHE

Niveau de susceptibilité des formations



ANNEXE 9 : CARTES DES ALÉAS SUR LA COMMUNE DE SAINT-NOM-LA-BRETÈCHE



LÉGENDE

Niveau d'aléa des formations




- Fort
- Moyen
- Faible
- Limite de commune
- Réseau hydrographique

ANNEXE 10 : CARTES DES ENJEUX SUR LA COMMUNE DE SAINT-NOM-LA-BRETÈCHE

Légende

-  Constructions d'intérêt public
-  Espaces Naturels à protéger
-  Logements - Opération Val de Gally
-  Possibilité de construire quelques maisons sur des parcelles de grande taille
-  Secteurs d'activité : vocation à confirmer
-  Secteurs d'équipements : vocation à confirmer et/ou à renforcer
-  Secteurs d'habitations récents réalisés soit sous forme d'opérations d'ensemble, soit sous forme d'habitat diffus : pas de bouleversement, protection des jardins, possibilité d'extension modérée du bâti
-  Village - pôles de centralité : Mise en valeur du bâti ancien. Protection du patrimoine architectural et poursuite des opérations de réhabilitation

Niveau d'aléa des formations

- Formation à priori non susceptible
-  Faible
-  Moyen
-  Fort

