

PORTER A CONNAISSANCE COMMUNAL

Retrait-gonflement des sols argileux



COMMUNE DE CLAVIERS

EDITION 2011

Sommaire

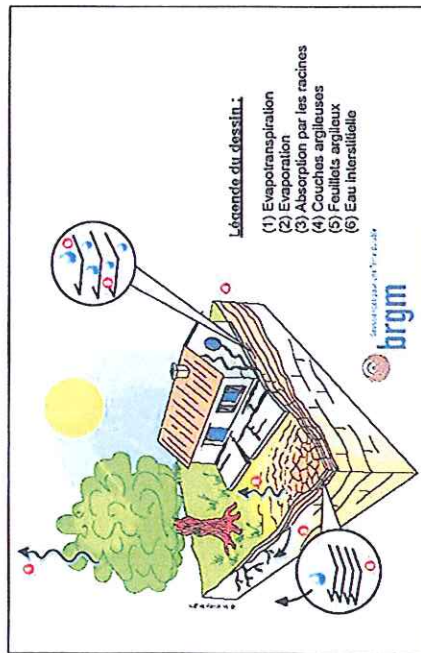
LE PHÉNOMÈNE.....	5
L'IMPACT SUR LES CONSTRUCTIONS.....	7
LA CARTOGRAPHIE DE L'ALEA.....	9
LE RISQUE DE RETRAIT-GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX DANS LA COMMUNE.....	11
LES MESURES DE PREVENTION POUR CONSTRUIRE.....	13
POUR EN SAVOIR PLUS	15

LE PHÉNOMÈNE

Chacun sait qu'un matériau argileux voit sa consistance se modifier en fonction de sa teneur en eau : dur et cassant lorsqu'il est desséché, il devient plastique et malléable à partir d'un certain niveau d'humidité. On sait moins en revanche que ces modifications de consistance s'accompagnent de variations de volume, dont l'amplitude peut être parfois spectaculaire.

En climat tempéré, les argiles sont souvent proches de leur état de saturation, si bien que leur potentiel de gonflement est relativement limité. En revanche, elles sont souvent éloignées de leur limite de retrait, ce qui explique que les mouvements les plus importants sont observés en période sèche. La tranche la plus superficielle de sol, sur 1 à 2 m de profondeur, est alors soumise à l'évaporation. Il en résulte un retrait des argiles, qui se manifeste verticalement par un tassement et horizontalement par l'ouverture de fentes de retrait, classiquement observées dans les fonds de mares qui s'assèchent. L'amplitude de ce tassement est d'autant plus importante que la couche de sol argileux concernée est épaisse et qu'elle est riche en minéraux gonflants. Par ailleurs, la présence de drains et surtout d'arbres (dont les racines pompent l'eau du sol jusqu'à 3 voire 5 m de profondeur) accentue l'ampleur du phénomène en augmentant l'épaisseur de sol asséché.

Ces mouvements sont liés à la structure interne des minéraux argileux qui constituent la plupart des éléments fins des sols (la fraction argileuse étant, par convention, constituée des éléments dont la taille est inférieure à 2 µm). Ces minéraux argileux (phyllosilicates) présentent en effet une structure en feuillets, à la surface desquels les molécules d'eau peuvent s'adsorber, sous l'effet de différents phénomènes physico-chimiques, provoquant ainsi un gonflement, plus ou moins réversible, du matériau. Certaines familles de minéraux argileux, notamment les smectites et quelques interstratifiés, possèdent de surcroît des liaisons particulièrement lâches entre feuillets constitutifs, si bien que la quantité d'eau susceptible d'être adsorbée au cœur même des particules argileuses, peut être considérable, ce qui se traduit, par des variations importantes de volume du matériau.



L'IMPACT SUR LES CONSTRUCTIONS

Le sol situé sous une maison est protégé de l'évaporation en période estivale et il se maintient dans un équilibre hydrique qui varie peu au cours de l'année. De fortes différences de teneur en eau vont donc apparaître dans le sol au droit des façades, au niveau de la zone de transition entre le sol exposé à l'évaporation et celui qui en est protégé. Ceci se manifeste par des mouvements différentiels, concentrés à proximité des murs porteurs et particulièrement aux angles de la maison. Ces tassements différentiels sont évidemment amplifiés en cas d'hétérogénéité du sol ou lorsque les fondations présentent des différences d'ancrage d'un point à un autre de la maison (cas des sous-sols partiels notamment, ou des pavillons construits sur terrain en pente).

Ceci se traduit par des fissurations en façade, souvent obliques et passant par les points de faiblesse que constituent les ouvertures. Les désordres se manifestent aussi par des décollements entre éléments jointifs (garages, perrons, terrasses), ainsi que par une distorsion des portes et fenêtres, une dislocation des dallages et des cloisons et, parfois, la rupture de canalisations enterrées (ce qui vient aggraver les désordres car les fuites d'eau qui en résultent provoquent des gonflements localisés).

Les maisons individuelles sont les principales victimes de ce phénomène et ceci pour au moins deux raisons : la structure de ces bâtiments, légers et peu rigides, mais surtout fondés de manière relativement superficielle par rapport à des immeubles collectifs, les rend très vulnérables à des mouvements du sol d'assise ; par ailleurs, la plupart de ces constructions sont réalisées sans études géotechniques préalables qui permettraient notamment d'identifier la présence éventuelle d'argile gonflante et de concevoir le bâtiment en prenant en compte le risque associé.

Depuis la vague de sécheresse des années 1989-91, le phénomène de retrait-gonflement est intégré au régime des catastrophes naturelles instauré par la loi du 13 juillet 1982. Depuis, ce risque naturel est devenu en France la deuxième cause d'indemnisation, juste derrière les inondations, et le montant total des remboursements effectués à ce titre a été évalué en septembre 2008 par la Caisse Centrale de Réassurance (CCR) à environ 3,9 milliard d'euros dont 1 milliard pour la seule année 2003, ce qui correspond à plusieurs centaines de milliers de maisons sinistrées sur l'ensemble de la France entre 1989 et 2003. Par ailleurs, un montant supplémentaire de 218,5 millions d'euros a été accordé dans le cadre d'une procédure exceptionnelle pour indemniser les sinistres les plus graves survenus en 2003 dans des communes non reconnues en état de catastrophe naturelle.

Dans le Var, 45 communes sur les 153 que compte le département ont été reconnues au moins une fois en état de catastrophe naturelle entre 1989 et 2007. D'après la CCR, le département est situé en 22^{ème} position en termes de coût total d'indemnisation au titre des catastrophes naturelles sécheresse, avec un montant de 53,2 millions d'euros pour la période 1989-2003. D'autre part, 82 communes n'ayant pu être reconnues en état de catastrophe naturelle sécheresse pour l'été 2003 ont été concernées par la procédure exceptionnelle mise en place par la loi de finances 2006. Sur les 1 171 dossiers de sinistres introduits dans ce cadre, 532 ont bénéficié d'une indemnisation, pour un montant total hors franchise de 11,8 millions d'euros. Il est à noter enfin que 2 882 sinistres attribués au retrait-gonflement ont été recensés dans le Var, à l'occasion de la cartographie d'aléa réalisée par le BRGM en 2005-2007.

En ce qui concerne la commune de Claviers, la commune n'a fait l'objet d'aucun arrêté de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle relatif aux mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols.

D'autre part, aucun sinistre lié au phénomène n'a été recensé dans le cadre de la cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux, réalisée en 2007.

LA CARTOGRAPHIE DE L'ALEA

Afin de tenter de diminuer à l'avenir le nombre de sinistres causés par le phénomène de retrait-gonflement des argiles, il importe de cartographier l'aléa associé, ce qui revient à délimiter les secteurs potentiellement exposés au phénomène, pour y diffuser les règles de prévention à respecter.

L'aléa désigne théoriquement la probabilité qu'un phénomène naturel d'intensité donnée survienne sur un secteur géographique donné et dans un laps de temps donné. Ici, l'aléa est évalué de manière qualitative et la carte produite permet seulement de délimiter les zones exposées *a priori* à un même niveau vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement des sols argileux, sans pouvoir réellement quantifier la probabilité d'occurrence.

La carte d'aléa du Var, publiée en avril 2007, a été réalisée par le BRGM à la demande du ministère en charge de l'environnement, dans le cadre d'un programme national de cartographie qui couvrira à terme l'ensemble du territoire métropolitain. La donnée de départ utilisée est celle des cartes géologiques publiées par le BRGM à l'échelle 1/50 000. Leur analyse permet d'identifier les formations à composante argileuse, affleurantes ou sub-affleurantes, et d'en établir une cartographie numérique, homogène à l'échelle départementale. Des regroupements de formations sont opérés et des précisions sont apportées localement pour intégrer des données ponctuelles issues de forages récents ou communiqués par des organismes tiers : bureaux d'études géotechniques, maîtres d'ouvrages publics ou privés, experts d'assurance, etc.

Les formations argileuses ainsi identifiées font ensuite l'objet d'une hiérarchisation en fonction de leur susceptibilité vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement. Celle-ci est évaluée sur la base de trois critères qui se recoupent plus ou moins :

- leur nature lithologique,
- la composition minéralogique de leur phase argileuse,
- leur comportement géotechnique.

La combinaison de ces différentes observations permet d'établir une carte de susceptibilité au retrait-gonflement. La carte d'aléa est ensuite issue de cette carte de susceptibilité en intégrant de surcroît la sinistralité enregistrée depuis 1989. Ceci nécessite de recenser et localiser avec précision les sinistres survenus dans le département, afin d'obtenir une représentation statistique réaliste des probabilités d'occurrence du phénomène. Le nombre de sinistres ainsi pris en compte dans le Var est de 2 882. Ces données permettent de calculer, pour chacune des formations argileuses identifiées, une densité de sinistres qui est rapportée, pour permettre les comparaisons, à 100 km² de surface d'affleurement réellement urbanisée (il est en effet nécessaire pour cela de tenir compte du taux d'urbanisation qui peut présenter des disparités importantes d'un point à l'autre du département).

L'échelle de validité de la carte départementale d'aléa ainsi établie est celle de la donnée de base utilisée pour leur réalisation, à savoir les cartes géologiques (levées à l'échelle 1/25 000 mais éditées au 1/50 000). Le degré de précision et de fiabilité des cartes d'aléa est nécessairement limité par la qualité et la densité des données accessibles, notamment via les cartes géologiques. En particulier, les hétérogénéités lithologiques, qui caractérisent de nombreuses formations géologiques, ne sont pas toujours bien identifiées sur les cartes actuellement disponibles.

Il n'est donc pas exclu que, sur les secteurs considérés d'aléa *a priori* nul, se trouvent localement des zones argileuses d'extension limitée, liées à l'atération localisée des calcaires, à des lentilles argileuses intercalées ou à des placages argileux non

cartographiés, correspondant notamment à des amas glissés en pied de pente. Non significatives à l'échelle départementale, ces poches argileuses localisées peuvent être de nature à provoquer des sinistres isolés à l'échelle de la parcelle constructible.

Inversement, il est possible que, localement, certaines parcelles situées pourtant dans un secteur jugé potentiellement exposé à l'aléa retrait-gonflement des argiles soient en réalité constituées de terrains non sujets au phénomène. Ceci ne peut cependant être mis en évidence qu'à l'occasion d'investigations géotechniques spécifiques, car les données géologiques accessibles au moment de l'étude ne l'indiquent pas.

La carte d'aléa retrait-gonflement des sols argileux du Var, réalisée par le BRGM (rapport BRGM/RP-55471-FR, avril 2007) est disponible en ligne depuis novembre 2008 sur le site internet www.argilles.fr. Un extrait de la carte sur la commune de Clavières est présenté à l'échelle 1/25 000 en annexe.

LE RISQUE DE RETRAIT-GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX DANS LA COMMUNE

Les formations argileuses sont largement présentes sur la commune de Clavières puisqu'elles couvrent plus de 86% de la surface communale totale. Dans le cadre de l'établissement, en 2007, de la carte départementale d'aléa retrait-gonflement des sols argileux, les formations argileuses affleurantes ont fait l'objet d'un regroupement à l'échelle départementale.

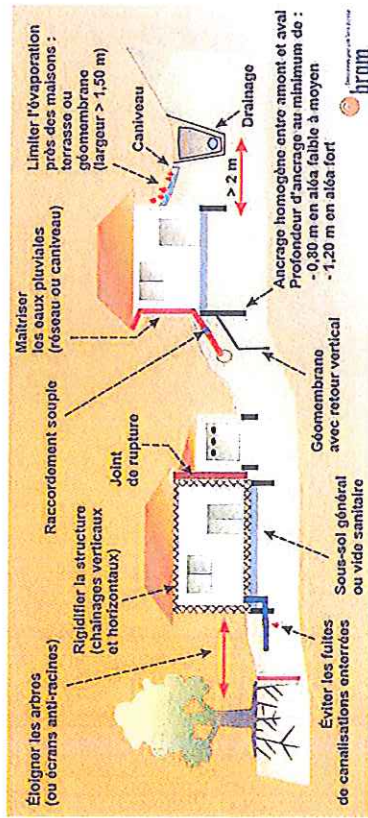
La formation des Calcaires argileux et dolomies du Muschelkalk (Trias) est la formation argileuse prédominante sur la commune, sa surface d'affleurement représentant plus de 58% de la surface communale totale (Roque Boulière, Boussaque, centre ville, quartiers des Caux, la Lioure, la Font du Saulé, le Plan, les Bréaux). Cette formation est faiblement sensible au retrait-gonflement.

La formation des Marnes, évaporites, dolomies et gypse du Muschelkalk et du Keuper (Trias) affleure sur 20% de la surface communale totale (quartiers des Tuvères, les Moulères, Saint-Guillaume, les Ginestières, la Font du Roure). Cette formation est classée en aléa moyen vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement des sols argileux.

La rivière du Riou et ses affluents (Riou du Clavières) qui traversent la commune, ont engendré le dépôt d'alluvions de part et d'autre de leur lit. Ces alluvions, composées de sables, cailloutis, graviers et souvent de limons sont faiblement sensibles au retrait-gonflement.

LES MESURES DE PREVENTION POUR CONSTRUIRE

Les dispositions préventives généralement prescrites pour construire sur un sol argileux sujet au phénomène de retrait-gonflement obéissent aux quelques principes suivants, sachant que leur mise en application peut se faire selon plusieurs techniques différentes dont le choix reste de la responsabilité du constructeur.

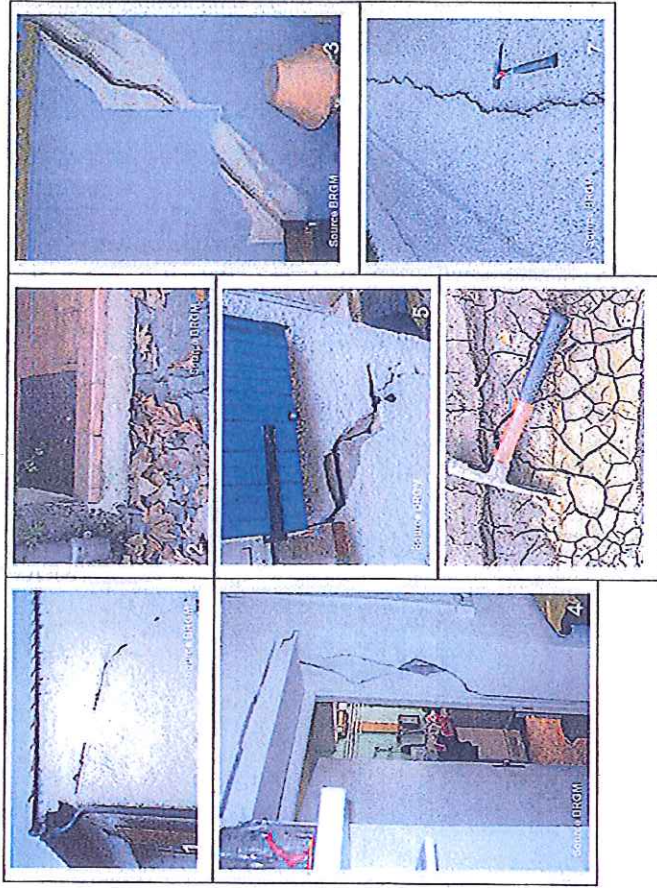


Les fondations sur semelle filante doivent être armées et suffisamment profondes pour s'affranchir de la zone superficielle où le sol est sensible à l'évaporation. A titre indicatif, on considère que cette profondeur d'ancrage, qui doit être au moins égale à celle imposée par la mise hors gel, doit atteindre au minimum 0,80 m en zone d'aléa faible à moyen et 1,20 m en zone d'aléa fort. Une construction sur vide sanitaire ou avec sous-sol généralisé est préférable à un simple dallage sur terre-plein. Un radier généralisé, conçu et réalisé dans les règles de l'art, peut aussi constituer une bonne alternative à un approfondissement des fondations. Les fondations doivent être ancrées de manière homogène sur tout le pourtour du bâtiment (ceci vaut notamment pour les terrains en pente (où l'ancrage aval doit être au moins aussi important que l'ancrage amont) ou à sous-sol hétérogène. En particulier, les sous-sols partiels qui induisent des hétérogénéités d'ancrage sont à éviter à tout prix.

La structure du bâtiment doit être suffisamment rigide pour résister à des mouvements différentiels, d'où l'importance des chaînages horizontaux et verticaux convenablement armés. Deux éléments de construction accolés et fondés de manière différente doivent être désolidarisés et munis de joints de rupture sur toute leur hauteur pour permettre des mouvements différentiels.

Tout élément de nature à provoquer des variations saisonnières d'humidité du terrain (arbre, drain, pompe ou au contraire infiltration localisée d'eaux pluviales ou d'eaux usées) doit être le plus éloigné possible de la construction. On considère en particulier que l'influence d'un arbre s'étend jusqu'à une distance égale à au moins sa hauteur à maturité. Sous la construction, le sol est à l'équilibre hydrique alors que tout autour il est soumis à évaporation saisonnière, ce qui tend à induire des différences de teneur en eau au droit des fondations. Pour l'éviter, il convient d'entourer la construction d'un dispositif, le plus large possible, sous forme de trottoir périphérique ou de géomembrane enterrée, qui protège sa périphérie immédiate de l'évaporation. En cas de source de chaleur en sous-

sol (chaudière notamment), les échanges thermiques à travers les parois doivent être limités par une isolation adaptée pour éviter d'aggraver la dessiccation du terrain en périphérie. Les canalisations enterrées d'eau doivent pouvoir subir des mouvements différentiels sans risque de rompre, ce qui suppose notamment des raccords souples au niveau des points durs.



Illustrations : 1 – Angle de maison fissuré ; 2 – Décollement du seuil de la maison ; 3 – Fissuration d'une cloison intérieure ; 4 – Fissuration d'un linteau à l'intérieur ; 5 – Fissuration du soubassement extérieur ; 6 – Forme de dessiccation d'un sol argileux ; 7 – Fissuration de la chaussée.

Pour plus d'informations sur les mesures de prévention à adopter pour construire sur sol sujet au retrait-gonflement, un dossier spécifique a été réalisé par le ministère en charge de l'environnement. Ce document est consultable sur le site www.drim.net, à l'adresse http://catalogue.drim.net/44_dmpc-secthermesse-v5lib4.pdf, il contient notamment des fiches détaillées décrivant les mesures à prendre pour limiter les dommages sur le bâti existant ou les constructions futures de maisons individuelles.

POUR EN SAVOIR PLUS

Dans le Var, une carte départementale de l'aléa retrait-gonflement a été réalisée par le BRGM en 2005-2007 (rapport BRGM/RP-55471-FR, avril 2007) et est accessible sur Internet (www.argiles.fr) depuis novembre 2008. Il est possible de la télécharger en même temps que le rapport d'étude correspondant qui précise les conditions de sa réalisation, la nature des données prises en compte et ses limites de validité.

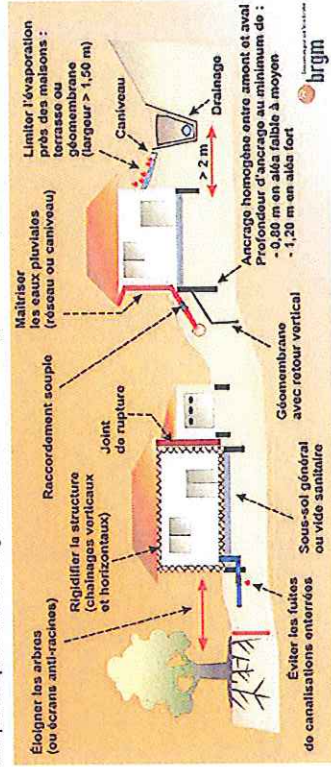
Pour savoir quels sont les risques naturels connus dans la commune de Clavières et quels sont les arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle dont la commune a déjà bénéficié, il est conseillé de consulter le site Internet développé par le ministère en charge de l'environnement à l'adresse suivante : www.prim.net. Le document spécifique détaillant les mesures constructives préventives recommandées est également consultable sur le site www.prim.net.

Pour obtenir les coordonnées de bureaux d'études géotechniques spécialisés, il est possible de contacter l'Union Syndicale de Géotechnique à l'adresse suivante : Maison de l'Ingénierie - 3, rue Léon Bonnat - 75 016 Paris - Tél. : 01 44 30 49 00, ou via le site Internet www.U-S-G.COM.

Construire, aménager ou rénover sur un sol sensible au retrait-gonflement

Les dispositions préventives généralement prescrites pour construire sur un sol argileux sujet au phénomène de retrait-gonflement obéissent aux quelques principes suivants, sachant que leur mise en application peut se faire selon plusieurs techniques différentes dont le choix reste de la responsabilité du constructeur.

Dans les zones sensibles au phénomène de retrait-gonflement, il est vivement conseillé de faire procéder, par un bureau d'étude spécialisé, à une reconnaissance de sol avant construction (fiche « Reconnaissance géotechnique adaptée aux sols argileux sensibles au retrait-gonflement »).



Adapter les fondations, rigidifier la structure et désolidariser les bâtiments accolés

- Respecter la profondeur minimale de fondation : 0,80 m en aléa moyen à faible.
- Prévoir des fondations continues, armées et bétonnées à pleine fouille.
- Éviter toute dissymétrie dans l'ancrage des fondations (ancrage homogène même pour les terrains en pente, éviter les sous-sols partiels).
- Préférer les sous-sols complets ou planchers sur vide sanitaire aux dallages sur terre-plein.
- Prévoir des chaînages horizontaux (hauts et bas) et verticaux (poteaux d'angle) pour les murs porteurs.
- Prévoir des joints de rupture sur toute la hauteur entre bâtiments accolés (garages, annexes...).
- Prévoir une isolation thermique en cas de chaudière au sous-sol.

Éviter les variations localisées d'humidité

- Éviter les drains à moins de 2,00 m de la construction, ainsi que les pompages à usage domestique à moins de 10,00 m.
- Éloigner les eaux de ruissellement des bâtiments (caniveau) et privilégier le rejet des eaux pluviales et usées dans le réseau lorsque c'est possible.
- Assurer l'étanchéité des canalisations enterrées (joints souples au niveau des raccords).
- Réaliser un trottoir anti-évaporation d'une largeur minimale de 1,50 m sur le pourtour de la construction (terrasse ou géomembrane).
- Prendre toutes les précautions nécessaires en cas d'action sur le bâtiment, telle que changement de destination, extension, ajout d'annexe, restauration lourde susceptible d'entraîner une intervention sur les structures porteuses.

Éloigner les plantations d'arbres

- Ne pas planter d'arbre à une distance de la construction inférieure à la hauteur de l'arbre adulte, ou mettre en place des écrans anti-racines de 2,00 m de profondeur au minimum.

RECONNAISSANCE GEOTECHNIQUE ADAPTÉE AUX SOLS ARGILEUX SENSIBLES AU RETRAIT-GONFLEMENT

Comment organiser une reconnaissance géotechnique adaptée aux sols argileux ?

1) Caractérisation du contexte géologique local à partir des données existantes

Avant toute étude de sol, une première étape consiste à réaliser une synthèse des données existantes permettant d'appréhender le contexte géologique local et d'orienter le programme de reconnaissance. Ces données déjà disponibles peuvent être : les cartes géologiques et les sondages réalisés à proximité (accessibles notamment via la Banque des données du Sous-sol) consultables sur le site infoterre (<http://infoterre.brgm.fr>), ainsi que la carte départementale d'aléa retrait-gonflement (www.archives.fr). Ces données sont à compléter par des observations in-situ et éventuellement une enquête de voisinage.

2) Identification des sols au droit de la construction et caractérisation de leur répartition spatiale afin de repérer d'éventuelles hétérogénéités verticales et horizontales

Cette étape peut être réalisée à l'aide :

- de sondages destructifs à la tarière ;
- de l'ouverture de puits à la pelle mécanique (en dehors de l'emprise de la construction pour ne pas affecter la qualité du sol de fondation) ;
- éventuellement au moyen d'essais mécaniques (pressiomètre ou pénétromètre) ou de reconnaissance géophysique.

3) Identification de la présence éventuelle d'argiles gonflantes et détermination de leur potentiel de retrait et de gonflement en cas de variation des conditions hydriques

Si la présence de sols argileux est avérée, des prélèvements d'échantillons intacts nécessaires à la réalisation d'essais en laboratoire sont à réaliser. Pour cela, la réalisation de sondages ponctuels à la pelle mécanique autour du projet de construction est une solution économique qui fournit une reconnaissance précise de la lithologie et de ses variations pour essais d'identification (granulométrie, réactivité au travers de la valeur de bleu, retrait-linéaire, potentiel de gonflement...) et mesure de teneur en eau, éléments indispensables à une description et une classification objectives du sol.

4) Localisation sur la parcelle d'éventuels facteurs d'aggravation susceptibles de modifier localement la teneur en eau dans le sol

Cette phase comprend :

- un examen de la végétation arborée éventuellement présente à proximité de la future construction (ou de la maison sinistrée) ;
- une analyse des circulations d'eaux, superficielles et souterraines ;
- une analyse de l'adéquation des aménagements prévus (future surface imperméabilisée, pente des talus, systèmes de drainage, réseau d'évacuation des eaux pluviales...).

Quels sont les délais de réalisation et les coûts correspondants pour une reconnaissance géotechnique de sols argileux ?

Dans le cas des constructions de maisons individuelles, ces études se caractérisent le plus souvent par des délais de réalisation assez courts (souvent de l'ordre de quelques semaines) et des budgets relativement limités (généralement inférieurs à 5 000 € et le plus souvent compris dans une fourchette de 1 000 à 3 000 € pour rester dans des proportions acceptables pour un projet de construction de ce type).

A qui s'adresser pour mener ce type de reconnaissances géotechniques ?

Ce type d'étude est mise en œuvre par les bureaux d'études géotechniques. Il en existe un certain nombre dont la majorité est regroupée en deux principales fédérations : Syntec-Ingénierie et Union Syndicale de Géotechnique (USG).

Pour obtenir les coordonnées de bureaux d'études géotechniques spécialisés, il est possible de contacter l'Union Syndicale de Géotechnique à l'adresse suivante : Maison de l'Ingénierie - 3, rue Léon Bonnat - 75 016 Paris (tél. : 01 44 30 49 00), ou de consulter le site internet de la fédération Syntec-Ingénierie qui permet de sélectionner les bureaux d'étude sur une région donnée : <http://www.syntec-ingenierie.fr/fr/ingenierieetsyntec-ingenierie/syntec-ingenierie/annuaire/adherents/index.html>

L'Agence Qualité Construction (AQC) met également en ligne des fiches conseil sur la prévention des pathologies observées sur les constructions (constat, diagnostic des désordres, points sensibles, conseils de prévention) consultables sur le site <http://www.qualification-construction.com/outils/fiches-pathologie.html>.



**ALEA RETRAIT/GONFLEMENT
DES ARGILES**

Commune : CLAVIERS

OCTOBRE 2008

Echelle : 1/25000

Source : BRGM - Avril 2007
SCAN2501GN2007

N

