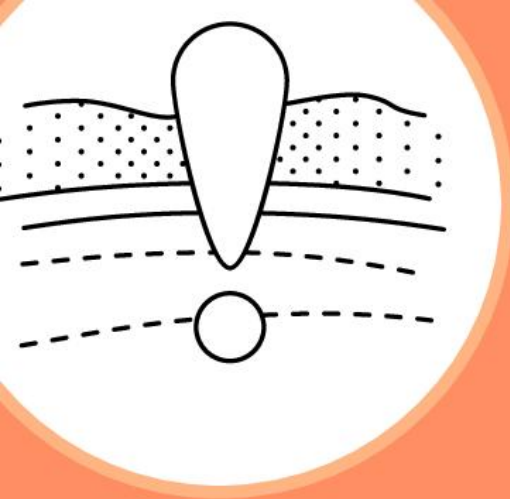




DOSSIER **ENJEUX DES GÉOSCIENCES**

RISQUES ET AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES





1 / Un phénomène naturel et un risque sérieux pour les habitations

UN RISQUE GÉOLOGIQUE LIÉ AUX CONDITIONS CLIMATIQUES

Le retrait-gonflement des argiles est un risque géologique non-dangereux pour l'homme mais potentiellement très dommageable pour le bâti. A ce titre, il peut être classé comme catastrophe naturelle et ouvrir droit à des indemnisations. En raison de sa durée d'apparition, il est néanmoins différent des autres événements naturels parfois classés comme catastrophiques, tels les tremblements de terre, les éruptions volcaniques, les submersions marines, ou les mouvements de terrain.



Fissuration de façades. © BRGM

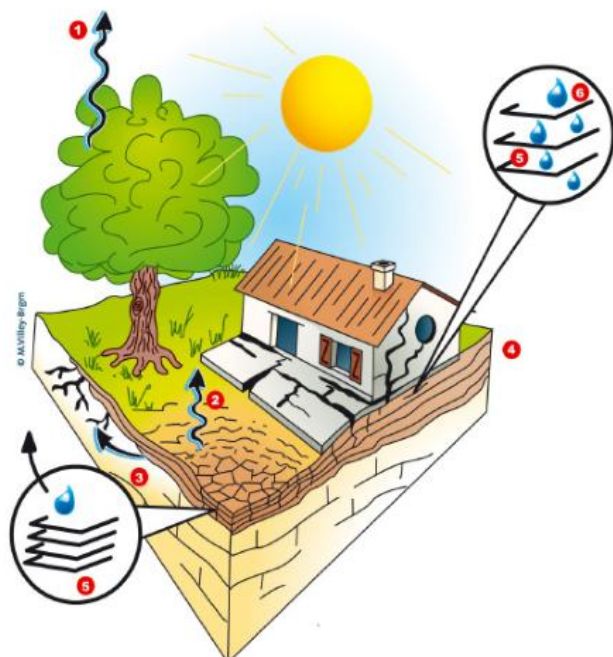
présente comme souple et malléable, tandis que ce même sol desséché sera dur et cassant. Des variations de volume plus ou moins conséquentes en fonction de la structure du sol et des minéraux en présence, accompagnent ces modifications de consistance. Ainsi, lorsque la teneur en eau augmente dans un sol argileux, on assiste à une augmentation du volume de ce sol, on parle alors de « gonflement des argiles ». Au contraire, une baisse de la teneur en eau provoquera un phénomène inverse de rétractation ou « retrait des argiles ». La succession plus ou moins rapide de ces variations peut engendrer des déplacements du sol préjudiciables au bâti.

UN PHÉNOMÈNE AUX CONSÉQUENCES COÛTEUSES

Non dangereux pour l'homme, le phénomène de retrait-gonflement des argiles est désormais bien connu des géotechniciens en raison des pressions qu'il impose au bâti. Pris en charge depuis 1989 par le régime d'indemnisation des catastrophes naturelles, il en représente le deuxième poste d'indemnisation (au premier rang figurent les inondations). Générant de sérieux dégâts sur l'habitat, c'est ainsi près de 12,3 milliards d'euros qui ont été dépensés entre 1989 et 2018 pour indemniser les propriétaires et limiter les désordres liés à ce phénomène¹. Les dommages causés en 2019 - particulièrement prégnants cette année-là en raison d'une sécheresse importante - sont estimés entre 600 et 870 millions d'euros.

MÉCANISME DU RETRAIT-GONFLEMENT

- ① Évapotranspiration
- ② Évaporation
- ③ Absorption par les racines
- ④ Couches argileuses
- ⑤ Feuillets argileux
- ⑥ Eau interstitielle



© BRGM – M. Villey

Les sols argileux possèdent la propriété de voir leur consistance se modifier en fonction de leur teneur en eau. Ainsi, en contexte humide, un sol argileux se

¹ Chiffres de la Caisse Centrale de Réassurance (2019) www.ccr.fr

2 / *Les argiles, des matériaux aux propriétés particulières*

Les sols argileux sont d'origine sédimentaire. En effet, ils sont issus de l'agrégation de multiples éléments arrachés à différentes autres roches. La plasticité particulière de l'argile s'explique par le type de minéraux agglomérés et par une structure atypique en feuillet.

UNE STRUCTURE MINÉRALOGIQUE EN FEUILLET

Observées au microscope, les argiles apparaissent sous forme de plaquettes superposées. On parle de structure en feuillets. L'espace entre les différentes couches ou feuillets de minéraux peut accueillir de l'eau et des ions conférant aux argiles leurs propriétés de dilatation et de rétraction. On distingue trois familles d'argiles, en fonction de l'épaisseur des feuillets, de leurs minéraux constitutifs et de la distance interfeuillets.

LA PLASTICITÉ DES ARGILES

Un matériau argileux a une consistance variable selon la teneur en eau du sol. Dur et cassant lorsqu'il est sec, il devient meuble à partir d'un certain degré d'humidité. Ces modifications de consistance s'accompagnent également de variations de volume dont l'amplitude peut être parfois spectaculaire. La plasticité de l'argile dépend des minéraux qui le constituent. La smectite, la vermiculite et la montmorillonite sont des minéraux dits sensibles, du fait de leur potentiel de déformation élevé, alors que ce dernier est plus faible pour des minéraux tels que l'illite et la kaolinite.

UN FACTEUR CLIMATIQUE DÉCLENCHANT

Le phénomène qui intéresse les ingénieurs-géologues concerne surtout les premiers mètres du sol. En effet, l'état d'hydratation des sols impacte directement la structure des argiles en place. En période sèche, la tranche la plus superficielle du sol est soumise à l'évaporation, les molécules d'eau captives des espaces interfeuillets sont ainsi libérées.



Fentes de dessiccation sur un sol argileux
© BRGM

Se produit alors une rétraction des argiles avec pour conséquences un tassement des sols et l'apparition de fentes de dessiccation (voir photo ci-dessus). A contrario, en période humide, les sols se gorgent d'eau et les argiles subissent des phénomènes de gonflement. En climat tempéré, les sols argileux sont en général proches de la saturation en eau, si bien que leur potentiel de gonflement est relativement limité. En revanche, ils sont, par conséquence, éloignés de leur limite de retrait, ce qui explique que les mouvements les plus importants sont observés en période sèche.



3 / *Le risque de retrait-gonflement des argiles, un phénomène connu et maîtrisable*

Le phénomène de retrait-gonflement des argiles est directement lié aux conditions météorologiques et notamment au manque de précipitations. Ce risque est identifié depuis les années 1950.

Les manifestations du phénomène de retrait-gonflement des sols argileux ont été mises en évidence en Angleterre dès les années 1950, plus tardivement en France lors de la sécheresse de l'été 1976. Depuis la vague de sécheresse des années 1989-91, le phénomène de retrait-gonflement a été intégré au régime des catastrophes naturelles mis en place par la loi du 13 juillet 1982. À ce titre, les dommages qui lui sont attribués sont susceptibles d'être indemnisés par les assureurs.

LES PÉRIODES DE SÉCHERESSE COMME FACTEUR DÉCLENCHANT

Sous climat tempéré, tel que nous le connaissons en France, les sols sont généralement proches de la saturation, hydratés par des précipitations régulières. Les épisodes de sécheresse, caractérisés par des températures élevées, un déficit pluviométrique et une très forte évapotranspiration,

ont pour répercussion immédiate d'assécher les sols. L'alternance sécheresse-réhydratation des sols entraîne localement des mouvements de terrain, non uniformes, provoquant des dégâts plus ou moins sérieux sur les bâtiments.

LES DOMMAGES À L'HABITAT

Les mouvements de terrain induits par le retrait et le gonflement des argiles se traduisent principalement par des fissurations en façade des habitations, souvent obliques, et passant par les points de faiblesse du bâti 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).

UNE LOI EN ÉVOLUTION

En application de l'article 68 de la loi **ELAN** du 23 novembre 2018, le décret du 22 mai 2019 a créé une section du Code de la construction et de l'habitation spécifiquement consacrée à la prévention des risques de mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols. Selon le législateur, l'objectif est de réduire le nombre de sinistres liés à ce phénomène en imposant la réalisation d'études de sol préalablement à la construction dans les zones exposées au retrait-gonflement d'argile.

La carte d'exposition, publiée depuis janvier 2020 sur Géorisques.fr, doit permettre d'identifier les zones exposées au phénomène de retrait-gonflement des argiles où s'appliquent les nouvelles dispositions réglementaires (zones d'exposition moyenne et forte). L'arrêté ministériel du 22 juillet 2020 officialise ce zonage.

Le décret du 22 mai 2019 impose la **réalisation de deux études de sol** dans les zones d'exposition au retrait-gonflement des argiles. A la vente d'un terrain constructible : le vendeur a l'obligation de faire réaliser un **diagnostic du sol** au regard du risque lié à ce phénomène. Au moment de la construction de la maison : l'acheteur doit faire réaliser une étude géotechnique à destination du constructeur. Si cette étude révèle un risque de mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols, le constructeur doit en suivre les recommandations et respecter les techniques particulières de construction définies par voie réglementaire.

L'arrêté du 22 juillet 2020 définit le contenu des **études géotechniques** à réaliser dans les zones exposées au phénomène de retrait-gonflement des argiles.



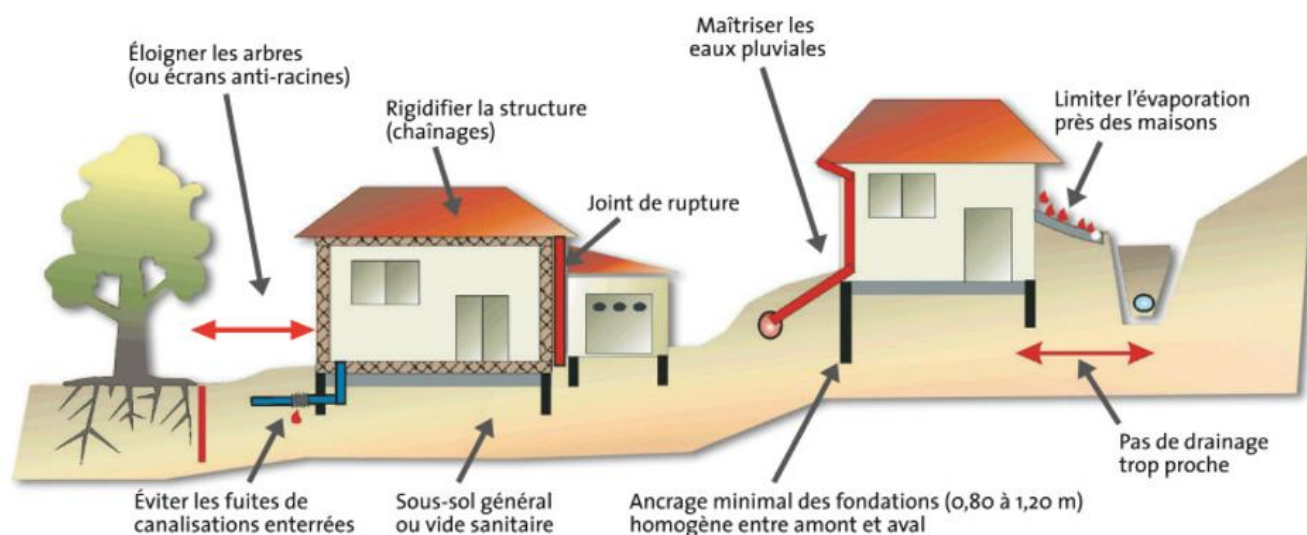
ANTICIPER LE RISQUE POUR MIEUX LE MAÎTRISER

Si les dégâts provoqués par ce phénomène sont coûteux et pénibles à vivre pour les propriétaires, la construction sur des sols argileux n'est en revanche pas impossible. En effet, des mesures préventives simples peuvent être prises afin de construire une maison en toute sécurité.

- **Les fondations** : en premier lieu, les fondations doivent être suffisamment profondes et ancrées de manière homogène afin de s'affranchir de la zone la plus superficielle du sol, sensible à l'évapotranspiration et donc susceptible de connaître les plus grandes variations de volumes.
- **La structure du bâtiment** : afin de résister à la force des mouvements verticaux et horizontaux, les murs de l'habitation peuvent être renforcés par des chaînages internes renforçant ainsi sa structure.
- **Éloigner les sources d'humidité** : on considère comme mesure préventive efficace, la mise à distance de l'habitation de toute zone humide ainsi que d'éléments tels que les arbres, des drains et autres matériels de pompage. Les géotechniciens conseillent également la pose d'une géomembrane isolant le bâtiment du sol de manière à s'affranchir du phénomène saisonnier d'évapotranspiration. Enfin, il est capital que les canalisations d'eau enterrées puissent subir des mouvements différentiels sans risque de rompre, ce qui suppose le recours à des systèmes non rigides.

SCHÉMA DES DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES

© BRGM – M. Imbault





4 / *Le Bureau de recherches géologiques et minières en première ligne*

Le service géologique national apporte une expertise fondamentale pour cartographier les risques, étudier les phénomènes pour y apporter une réponse et intervenir sur le terrain.

COMMENT LE BRGM CARTOGRAPHIE LE RISQUE DE RETRAIT-GONFLEMENT

Forte d'une direction comprenant près de 250 agents, la Direction Risques & Prévention du BRGM couvre le risque sismique, les mouvements de terrain, les phénomènes de retrait-gonflement des argiles, les effondrements liés aux carrières souterraines et aux cavités naturelles, les risques côtiers... Ainsi, des équipes dédiées travaillent au quotidien à la connaissance des phénomènes et à leur modélisation, à l'évaluation des dangers associés, à la surveillance, à l'étude de la vulnérabilité des sites exposés, à l'évaluation du risque et sa prévention, à la gestion de crises, mais aussi à la formation des différents acteurs concernés.

En matière de risque retrait-gonflement des argiles,

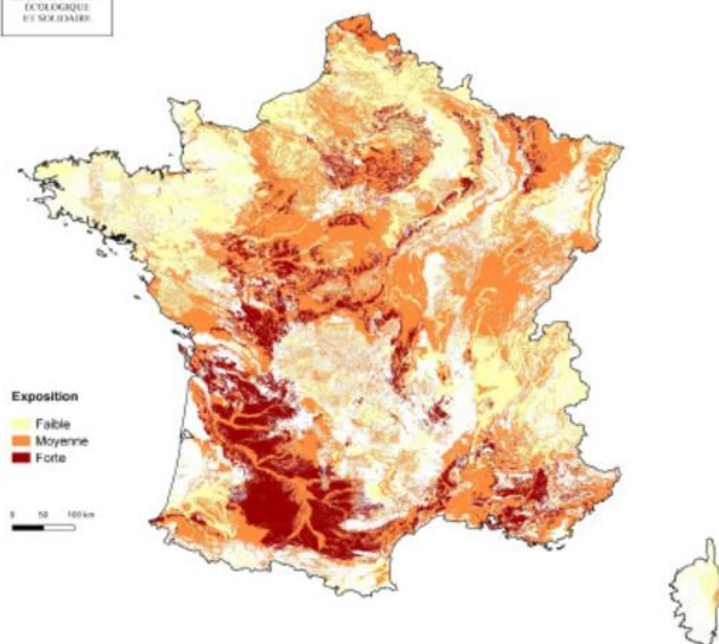
le BRGM dispose d'une équipe spécialisée dans son centre scientifique et technique d'Orléans, qui s'appuie sur les compétences d'un réseau d'ingénieurs géotechniciens dans ses différentes implantations régionales.

Dans le cadre de sa mission de service public, le BRGM a notamment mené des programmes de cartographie de ce risque, mandaté par le Ministère de l'environnement. Les géologues se sont appuyés sur les cartes au 1/50 000ème du BRGM afin d'identifier les formations géologiques marneuses et argileuses. Elles ont été classées selon trois critères : la lithologie (nature des roches), les caractéristiques géotechniques (résistance, plasticité...) et la minéralogie (espèces chimiques qui constituent le sol). Ces critères combinés permettent de déterminer la susceptibilité du sol au retrait-gonflement. Les spécialistes ont recoupé ces informations avec les données de sinistralité enregistrées entre 1989 et 2017. La carte d'exposition au retrait-gonflement des argiles en est issue, elle informe de la probabilité de survenue du phénomène.

Il est possible d'utiliser cette cartographie très précise en consultant le portail de référence créé par le BRGM: georisques.gouv.fr.



Carte d'exposition des formations argileuses au phénomène de mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols



DES RECHERCHES POUR MIEUX COMPRENDRE ET CONTRER LE PHÉNOMÈNE

Le BRGM est également engagé dans plusieurs projets de recherche aux côtés de divers partenaires pour caractériser les sols à risque. Outre un site de plein air dédié à l'étude du phénomène à Chaingy [voir encadré], qui doit permettre de modéliser avec plus de précision le retrait-gonflement des argiles pour mieux comprendre la temporalité, les transferts et les effets de seuil, le service géologique national mène des recherches sur la télédétection du phénomène par satellite. Le but est notamment d'affiner la cartographie de ce risque.



Site de Chaingy. © BRGM

UN SITE POUR MESURER LE RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES SUR LE TEMPS LONG

Pour suivre le phénomène et nourrir ses travaux de modélisation numérique et de cartographie, le BRGM dispose d'un site expérimental de suivi du retrait gonflement des argiles. L'instrumentation d'un site à Mormoiron (Vaucluse) durant 10 ans, de 2005 à 2014, a permis d'acquérir une grande quantité de données et d'étudier la dessiccation des sols argileux en période de déficit hydrique. Les résultats récents, notamment en termes de modélisation des déplacements, ont renouvelé le besoin de diversification des observations pour obtenir des données issues de contextes climatiques différents, représentatifs des différentes régions de France métropolitaine.

Afin de répondre à ce besoin, le Ministère de l'environnement et le BRGM ont instrumenté en 2015 un nouveau site pour l'observation des argiles, sur la commune de Chaingy, située à douze kilomètres d'Orléans. La nouvelle station mesure en continu l'humidité et la température des sols argileux, l'humidité et la température de l'air, l'ensoleillement et la pluviométrie. Des capteurs de déplacement permettent de mesurer les tassements du sol. « La première année a servi à bien calibrer les instruments. Depuis quatre ans, nous acquérons de la donnée. Nous attendons d'en avoir une quantité suffisante pour pouvoir faire des séries statistiques représentatives », explique Sébastien Gourdiér, ingénieur-géologue au BRGM.



SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL



Géosciences pour une Terre durable

brgm

SIÈGE – CENTRE SCIENTIFIQUE ET
TECHNIQUE

3, avenue Claude-Guillemain

BP 36009

45060 Orléans Cedex 2 - France

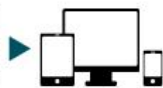
Tél. : (33) 2 38 64 34 34

www.brgm.fr



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



ACCÉDEZ AU SITE WEB
EN FLASHANT CE CODE

