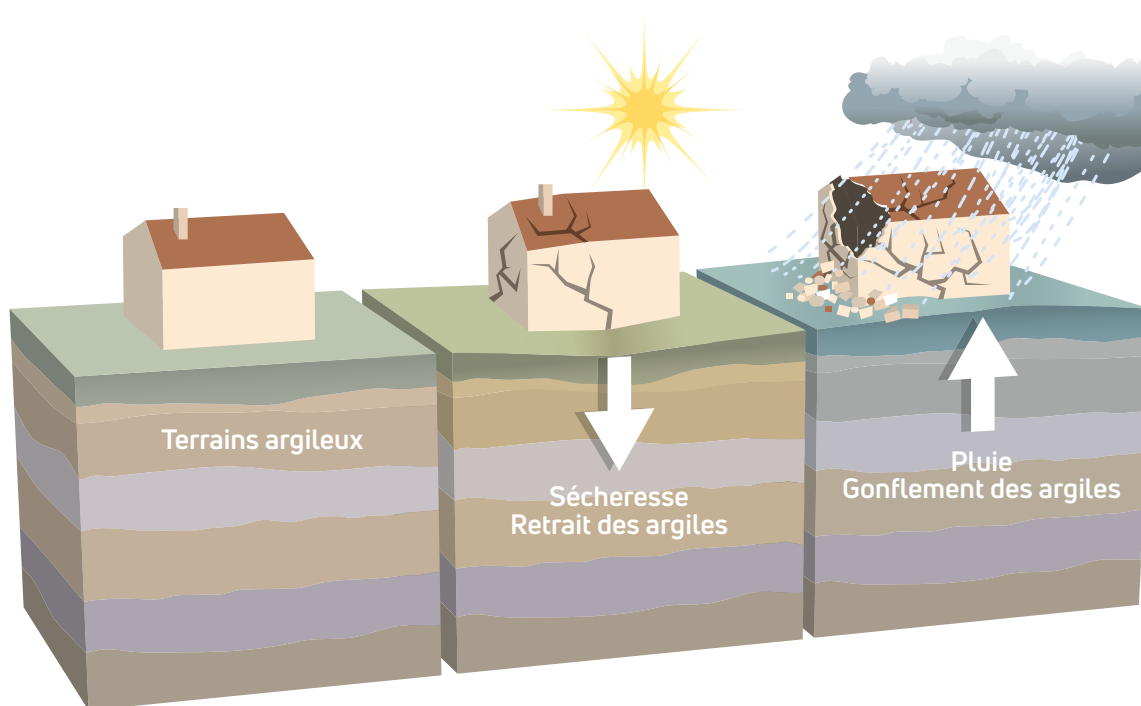


# ALÉA RETRAIT-GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX ET INFILTRATION DES EAUX PLUVIALES



*Fig. 1 : le retrait-gonflement des sols argileux (RGA) engendre des mouvements différentiels préjudiciables à la solidité des constructions [1, 2].*

## 1. CONTEXTE

Les politiques publiques de gestion des eaux pluviales désormais mises en place, et qui se généralisent, visent la gestion à la source, à la parcelle de ces eaux pluviales, avec à minima une gestion dite des petites pluies, celles de l'ordre de 10 mm par jour, voire moins et qui représentent en général 80% du volume des précipitations annuelles.

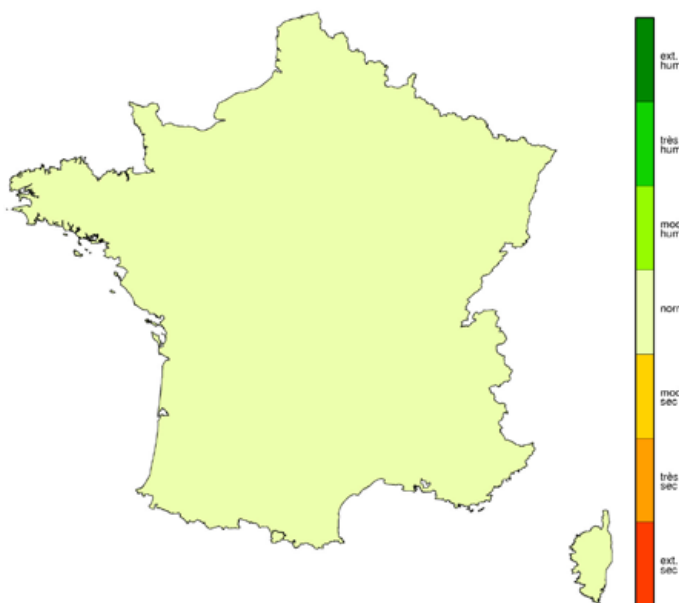
Or dans certaines régions françaises, la présence de sols argileux semble à ce jour compromettre cet objectif qui devient réglementaire. Il est en effet courant

de voir toute infiltration interdite dans ces zones. La présente fiche de sensibilisation n°6 a pour but de faire le point sur ce sujet et permettre d'envisager la possibilité de concilier ces **deux problématiques** :

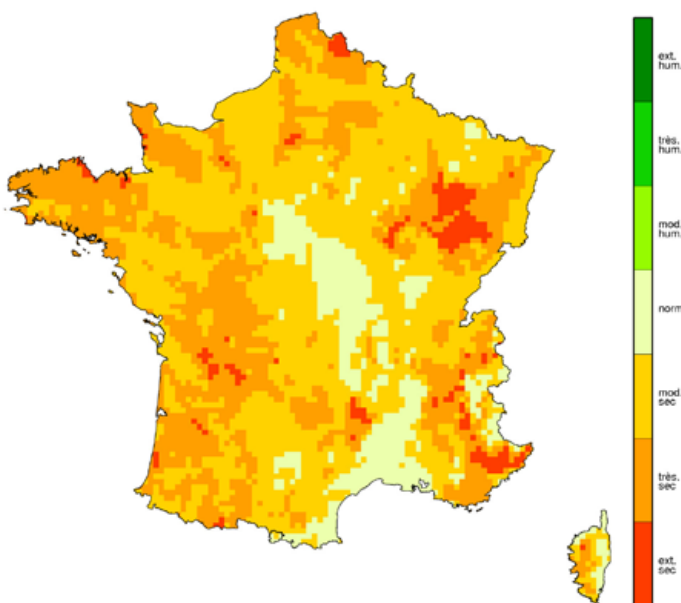
- ▶ prévenir les dommages causés aux constructions par le phénomène de retrait-gonflement des sols argileux (RGA) ;
- ▶ permettre une gestion locale et résiliente des eaux pluviales sur la parcelle, à minima les premiers 10 mm.

Elle s'inscrit dans une démarche d'adaptation au changement climatique, dont la nécessité est mise en évidence par les indicateurs des figures 2 et 3.

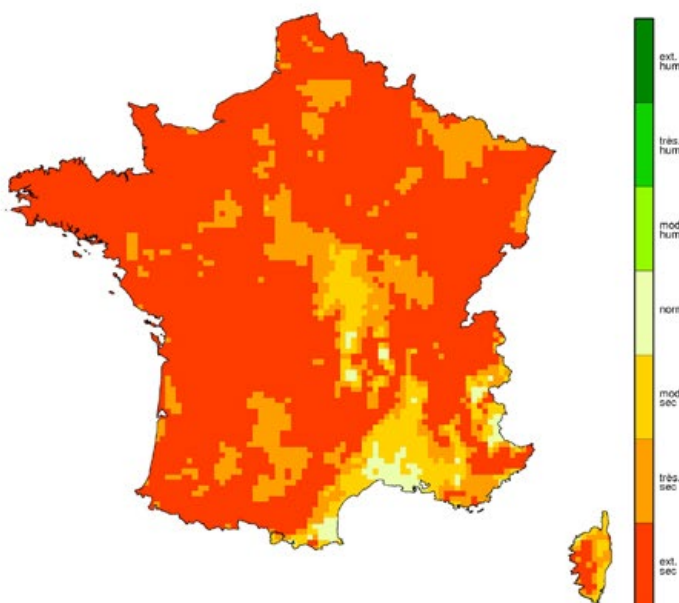
### Référence (année 1970)



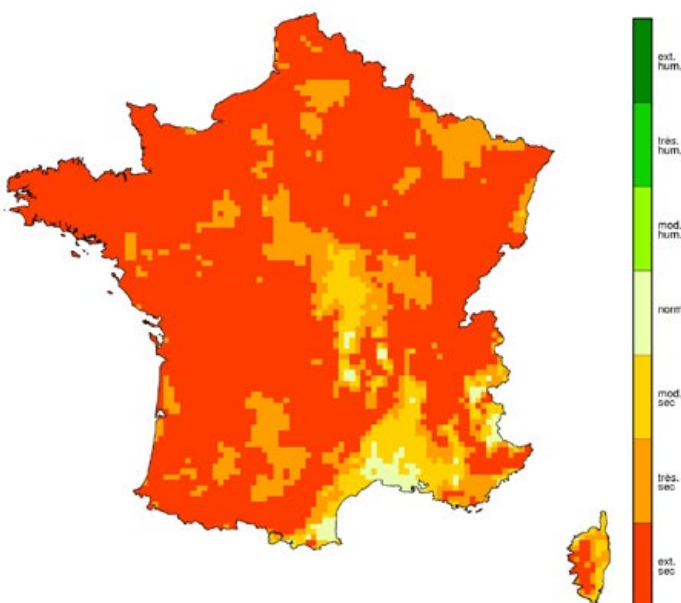
### Horizon proche (année 2035)



### Horizon moyen (année 2055)



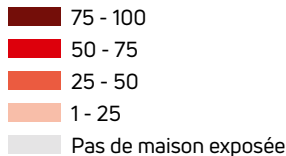
### Horizon lointain (année 2085)



**Fig. 2 :** indice sécheresse d'humidité des sols (SSWI) du modèle ISBA, modèle Arpege-V4.6 étiré de Météo-France, scénario d'évolution socio-économique intermédiaire (A1B) [3]

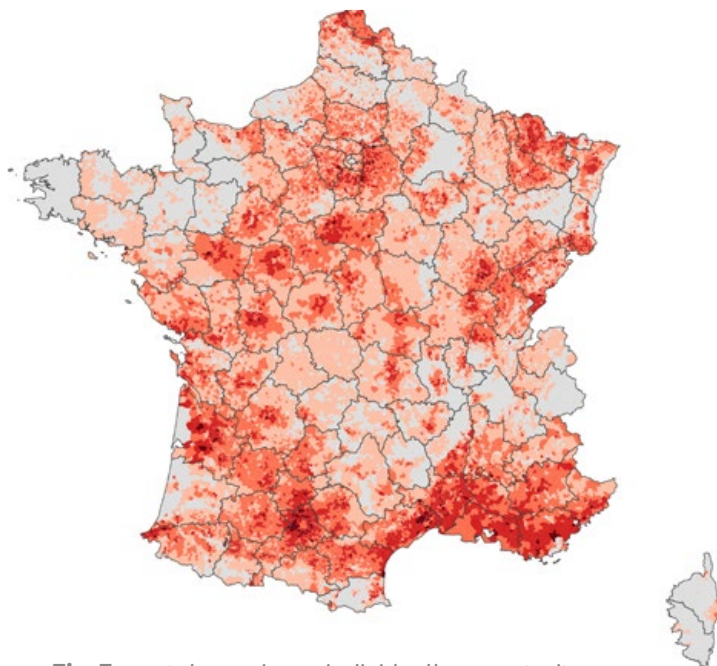
### Part en aléa fort ou moyen

Part des maisons construites après 1976 exposées (en %)



Sources : BRGM, 2019 ; Fideli, 2017. Traitements : SDES, 2021

Un groupe de travail, dont le comité de pilotage comporte divers experts du sujet, émanant notamment de l'Université Gustave Eiffel et du Cerema, a été créé pour dresser un état des lieux des connaissances sur la problématique, et étendre la réflexion à d'autres acteurs.



**Fig. 3 :** part des maisons individuelles construites après 1976 exposées au RGA en aléa fort ou moyen. Copyright - © SDES, 2021 [4].

## 2. LA CONNAISSANCE DE L'ALÉA RETRAIT-GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX

### CONNAISSANCE GÉOGRAPHIQUE

Des cartes d'exposition à l'aléa RGA existent. Elles sont issues des travaux du BRGM<sup>A</sup> et de la MRN<sup>B</sup>, et de l'établissement des PPRN<sup>C</sup> liés à ce risque. Elles sont consultables sur divers sites ou lieux, par exemple sur le site du BRGM Infoterre<sup>D</sup>, Georisques<sup>E</sup>, Géoportail<sup>F</sup>, Google Earth<sup>G</sup>, voire au PLU(i) en cas de PPRN existant. Ces cartes établies au 1/50 000<sup>e</sup> ne sont toutefois pas assez précises pour juger de leur applicabilité à une parcelle concernée par un projet de construction.

### CONNAISSANCE TYPOLOGIQUE

On distingue de nombreuses familles d'argiles selon leur composition minéralogique et leur structure. Certaines argiles, comme la kaolinite, gonflent peu lorsqu'elles sont hydratées, tandis que d'autres types, comme les smectites (dont les montmorillonites), gonflent fortement en présence d'eau. Ce sont

surtout les secondes qui présentent des risques vis-à-vis des constructions du fait de leur pouvoir gonflant 10 fois supérieur aux premières. Or, les cartographies disponibles ne les distinguent pas.

### CONNAISSANCE LOCALE

Désormais, suite à un renforcement de la réglementation [5], pour toute construction nouvelle envisagée dans une zone en exposition moyenne ou forte, une étude de sol est obligatoire pour adapter les modalités de fondations et de construction de l'immeuble projeté au risque potentiel. Cette étude de sol ou étude géotechnique doit donc comporter en premier lieu l'identification des sols argileux en place. Des essais en laboratoire permettent ensuite d'évaluer leur pouvoir gonflant, caractérisé par la Valeur de Bleu du Sol (VBS), les limites d'Atterberg exprimant leur plasticité ( $W_p$ ), leur liquidité ( $W_L$ ) et leur limite de retrait ( $W_R$ ).

<sup>A</sup> Bureau de Recherches Géologiques et Minières  
<sup>E</sup> <https://www.georisques.gouv.fr/>

<sup>B</sup> Mission Risques Naturels  
<sup>F</sup> <https://www.geoportail.gouv.fr/>

<sup>D</sup> Plan de Prévention des Risques Naturels  
<sup>G</sup> <https://www.google.fr/intl/fr/earth/>

<sup>D</sup> <https://infoterre.brgm.fr/>

### 3. LES RISQUES LIÉS AU PHÉNOMÈNE DE RGA

Le phénomène de RGA intervient dans les sols dont les fractions argileuses sont sensibles aux échanges hydriques induits par les cycles de séchage-humidification auxquels ces sols sont soumis. Il s'agit le plus souvent de sols argileux très plastiques (indice de plasticité  $I_p > 40$ ). Les sécheresses intenses devenues fréquentes depuis l'été 2015 dans un contexte global de changement climatique fragilisent davantage les sols argileux (fig. 4) plastiques et par conséquent les ouvrages construits sur ces sols. Que ce soit pour une maison individuelle ou une route départementale, les conséquences du RGA peuvent être dramatiques. L'exposition forte ou moyenne au phénomène RGA concerne désormais 48% des sols métropolitains [4].



Fig. 4 : fentes de dessiccation sur un sol argileux [6]

Ainsi, touchant environ un tiers du territoire français, la sécheresse est classée en 2020 comme le premier risque naturel en termes de coûts des dommages engendrés sur les maisons individuelles, évalués entre 1 et 1,2 Md€ par an [7]. En plus de l'impact psychologique, les sinistrés doivent faire face à la longue et complexe procédure d'indemnisation et, le cas échéant, aux lourds travaux de réparation à entreprendre.

En ce qui concerne les routes, les dommages caractérisés par de larges fissures et des déformations très significatives constituent un réel danger pour la sécurité des usagers et un gouffre financier pour les gestionnaires. Rappelons que les routes départementales (les plus touchées par le RGA) ne sont pas assurées et que la charge due à leur entretien revient aux départements.

Vu le dérèglement actuel du cycle de l'eau, le manque de précipitations durant des périodes habituellement saturées en eaux de pluie est inquiétant. Associée à la problématique de RGA sur les maisons individuelles mais aussi sur les routes, les sols sont de plus en plus secs, favorisant ainsi l'endommagement et la fissuration, et par conséquent la détérioration de leurs propriétés mécaniques, induisant l'instabilité des ouvrages qui en dépendent.

### 4. LES ÉTUDES RÉCENTES SUR L'ALÉA RGA

Devant la recrudescence des sinistres sur les édifices depuis notamment la sécheresse de 2003, les instances nationales se sont penchées sur ce sujet, en demandant la réalisation d'études sur la caractérisation du risque, sur les solutions préventives à respecter par les nouvelles constructions, et aussi sur les modalités de reprise des sinistres pour leur réparation. Cela a donné lieu à trois guides techniques rédigés sous l'égide de l'IFSTTAR en juillet 2017 [8-10]. Ces guides font notamment état des dispositifs de protection qui peuvent être mis en place (fig. 5, 6 et 7).

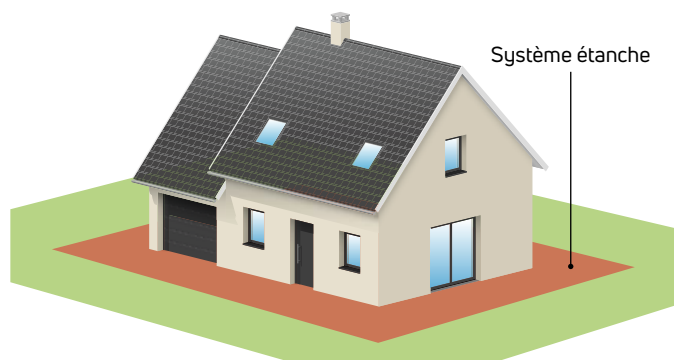


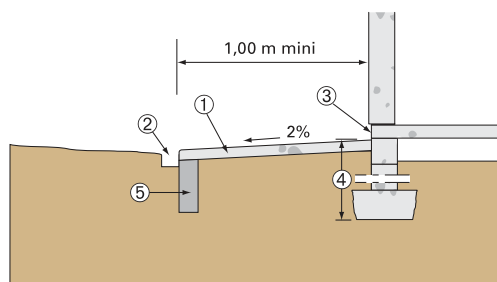
Fig. 5 : système étanche autour d'une maison [2]

Le guide n°2 indique, en page 18, la possibilité d'infiltrer sur la parcelle. En outre, dans les pays dont le climat est humide, le phénomène de retrait est plus problématique que celui de gonflement [11]. En effet, c'est pendant la période de sécheresse (retrait sous l'effet du séchage) que le sol argileux plastique est susceptible de fissurer et ainsi altérer ses propriétés mécaniques.

Le rapport final du projet ARGIC indique que réduire les remontées capillaires tout en accumulant l'eau dans les périodes de pluie offre une solution alternative à la pose d'une nappe de géosynthétique étanche tout autour de la construction [5].

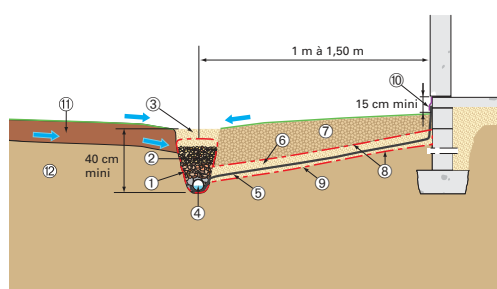
Le Cerema mène par ailleurs des expérimentations de terrain sur une habitation où il s'agit de réhydrater le sol sous-jacent de la construction et de réduire l'assèchement du sol de fondation (projet MACH) [12].

Ce projet se poursuit aujourd'hui, d'une part, par une étude de reproductibilité de la solution développée, d'autre part, par l'intégration de l'intelligence artificielle pour la réhumidification automatique du sol en fonction des seules données météorologiques locales [13].



**Fig. 6 :** coupe schématique d'un trottoir périphérique avec caniveau [1]

- ① Trottoir en béton armé sur polyane
- ② Caniveau ou drain superficiel éventuel
- ③ Arase sanitaire et coupure capillaire
- ④ Ancrage inférieur à l'ancrage forfaitaire RGA
- ⑤ Bèche éventuelle



**Fig. 7 :** coupe schématique de mise en œuvre d'une géomembrane avec drain en terrain plat et en présence d'un sol perméable de couvert de faible épaisseur [1]

- ① Cailloux 30/60
- ② Graviers 5/15
- ③ Sable 0/3
- ④ Collecteur drainant type drain routier. Pente de 0,5 à 1,5 cm / m
- ⑤ Géomembrane pente 5%
- ⑥ Sable 0/3. 2 couches de 5 cm
- ⑦ Remblai matériaux d'origine ou aménagement
- ⑧ 2 Géotextiles anticontaminants
- ⑨ Fond de forme du terrassement 5%
- ⑩ Profilé métallique ou plastique
- ⑪ Terrain perméable
- ⑫ Terrain peu perméable

## 5. PREMIERS ÉLÉMENTS DE RÉPONSE ET BESOINS D'APPROFONDISSEMENT

En présence d'argile, la perméabilité des sols se trouve réduite. Un ordre de grandeur de perméabilité répandu est  $10^{-7}$  m/s, c'est-à-dire qu'en une journée, il n'est possible d'infiltrer que 10 mm de colonne d'eau environ. Or, cette hauteur de précipitation correspond à celle des petites pluies courantes, dont l'envoi aux réseaux d'assainissement publics est à éviter. Il ne s'agit donc pas de recourir à une infiltration massive, mais de gérer à minima ces petites pluies de la manière la plus diffuse possible.

Aussi, pour concilier les deux objectifs cités en préambule, il apparaît possible de gérer ces 10 premiers

mm de pluie, en les « épandant » sur la parcelle tout en s'éloignant de la construction, laquelle est désormais fondée selon les modalités préconisées pour ces types de sol, voire chaînée et entourée d'un parterre étanche (ou d'une nappe de géosynthétique).

Il est par ailleurs à noter que toute construction s'entoure d'espaces verts, pelouses, plantations diverses (lesquelles doivent respecter certaines distances par rapport à la construction, afin que les racines n'assèchent pas l'assise de la construction, provoquant le retrait). Le sol supportant ces plantations est un sol vivant présentant une porosité bien supérieure à celle

de l'argile sous-jacente. Cette partie pédologique présente fréquemment des porosités de l'ordre de 40%. Ainsi, une épaisseur de sol de 30 cm possède une capacité de rétention d'environ 120 mm d'eau, valeur bien supérieure aux 10 mm que l'on cherche à gérer sur place. L'eau ainsi absorbée par le sol alimentera l'évapotranspiration par la végétation, contribuant au rafraîchissement de l'atmosphère, et participant ainsi à l'atténuation de l'îlot de chaleur urbain.

L'objectif visé est double :

- ▶ d'une part, répondre aux attentes des collectivités, qui cherchent désormais à réduire les rejets d'eau pluviale dans leurs réseaux publics ;
- ▶ d'autre part, préserver la sécurité et la pérennité des constructions, dont il est tout à fait légitime d'assurer

la sauvegarde sans grever les dépenses des assureurs au titre des sinistres à couvrir. En effet, la sécheresse représente désormais le premier poste de leurs débours, et risque de s'aggraver lourdement avec le dérèglement climatique et l'assèchement annoncé des sols argileux exposés au RGA.

Ce sont donc ces deux enjeux, pouvant sembler antinomiques, qu'il s'agit de concilier : c'est la contribution que ce groupe de travail entend apporter. Afin de conforter ces possibilités, le groupe de travail national initié a pour objet d'être élargi en deux temps à d'autres organisations : techniques d'abord (CSTB<sup>A</sup>, BRGM, Météo France, collectivités territoriales intéressées...), institutionnelles ensuite (DHUP<sup>B</sup>, France Assureurs...).

## Composition du groupe de travail initial :

Jean-Jacques HERIN, Florent LOCATELLI – ADOPTA

Emmanuel BERTHIER, Lamine IGHIL AMEUR, Bruno KERLOC'H, Jérémie SAGE – Cerema

Fabrice RODRIGUEZ – Université Gustave Eiffel

## Références :

- [1] A.-F. Béchade, « La pathologie des fondations superficielles - Diagnostic, réparations et prévention », 2e éd., Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), 2021.
- [2] Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement Durables, « Le retrait-gonflement des argiles – Comment prévenir les désordres dans l'habitat individuel ? » 2007.
- [3] DRIAS Les futurs du climat, 2021. [En ligne]. Disponible sur : <http://www.drias-climat.fr/>
- [4] « Nouveau zonage d'exposition au retrait-gonflement des argiles : plus de 10,4 millions de maisons individuelles potentiellement très exposées », site du service des données et études statistiques (SDES), 23/06/2021, <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/nouveau-zonage-dexposition-au-retrait-gonflement-des-argiles-plus-de-104-millions-de-maisons>
- [5] Vincent Marc, Roger Cojean, Jean-Marie Fleureau, Yu-Jun Cui, Catherine Jacquard, et al.. Projet ARGIC: Analyse du retrait-gonflement et de ses incidences sur les constructions. rapport final. 2011. <hal-00584466>
- [6] « Le retrait-gonflement des argiles », BRGM, Dossier Enjeux des Géosciences, juillet 2016
- [7] CCR, « Retour sur les événements 2018-2019 », in *Les catastrophes naturelles en France - Bilan 1982-2019*, 2020.
- [8] Ifsttar et Armines - Retrait et gonflement des argiles - Caractériser un site pour la construction, guide 1. Marne-la-Vallée : Ifsttar, 2017. Techniques et méthodes, GT1 4-1, 46 pages, numéro ISBN 978-2-85782-724-5.
- [9] Ifsttar et CSTB - Retrait et gonflement des argiles - Protéger sa maison de la sécheresse : conseils aux constructeurs de maisons neuves, guide 2. Marne-la-Vallée : Ifsttar, 2017. Techniques et méthodes, GT1 4-2, 50 pages, numéro ISBN 978-2-85782-725-2.
- [10] Ifsttar et Ineris - Retrait et gonflement des argiles - Analyse et traitement des désordres créés par la sécheresse, guide 3. Marne-la-Vallée : Ifsttar, 2017. Techniques et méthodes, GT1 4-3, 58 pages, numéro ISBN 978-2-85782-726-9.
- [11] J.-P. Magnan, « Panorama des sols gonflants en géotechnique », Bull. Lab. Ponts Chaussées, no. 280-281, pp 85-103, 2013.
- [12] « Stabilisation du phénomène de retrait-gonflement des sols argileux sous les habitations : un système innovant par infiltration d'eau de pluie », site du Cerema, 17/09/2019, <https://www.cerema.fr/fr/actualites/stabilisation-du-phenomene-retrait-gonflement-sols-argileux>
- [13] « La solution MACH : MAison Confortée par Humidification de CEREMA » [Vidéo], Mission Risques Naturels, 12/07/2021, YouTube, [https://youtu.be/vVW\\_abhV32I](https://youtu.be/vVW_abhV32I)

<sup>A</sup> Centre Scientifique et Technique du Bâtiment

<sup>B</sup> Direction de l'Habitat, de l'Urbanisme et des Paysages