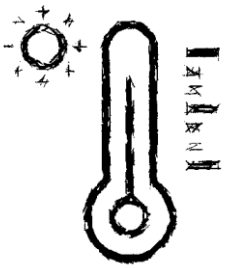
L'Observatoire de l'immobilier durable favorise l'adaptation des bâtiments au changement climatique avec les outils Bat-ADAPT :

- Les fiches aléa
- Une cartographie des risques climatiques et son référentiel
- Un guide des actions adaptatives

Fiche aléa – SÉCHERESSE & RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES



x 2

La surface annuelle touchée par la sécheresse a doublé entre les périodes avant et après 1990.

RGA

Le Retrait-Gonflement des Argiles désigne des mouvements des sols argileux liés aux sécheresses des sols. Ils peuvent dégrader les structures des constructions que ces sols soutiennent.

4,5 Mds €

Entre 1989 et 2010

Le coût estimé par la Caisse Centrale de Réassurance des dégâts causés par les RGA en France.

Définitions

Sécheresse

Les **sécheresses** sont des « déficits anormaux d'au moins une composante du cycle hydrologique terrestre sur une période prolongée ». Celle qui nous intéresse est la sécheresse agricole (ou édaphique), qui concerne l'humidité des sols. En particulier, on parle de « sécheresse géotechnique » dans le contexte particulier **des sols argileux sensibles aux retraits-gonflements**. La **sécheresse des sols,** qui nous intéresse ici, n'arrive pas seulement en cas de fortes chaleurs.

Retrait-gonflement des argiles

Les argiles sont des matériaux avec une **grande capacité de rétention**. Si cette caractéristique peut être valorisée dans certaines situations, elle peut aussi être un danger pour les constructions. En effet, en fonction de la teneur en eau, **les sols argileux se gonflent** (quand il y a plus d'humidité) **ou se rétractent** (avec moins d'humidité).

Les sols argileux présentent des variations de volume parfois importantes lorsque leur teneur en eau varie, en fonction des **conditions climatiques** et de la **végétation**. Ces variations de volume affectent les **fondations et les constructions en contact avec le sol** et sont la cause de dommages particulièrement importants dans les périodes de **sécheresse.** Dans les climats tempérés, les argiles sont généralement proches de leur état de saturation en eau. Lors des sécheresses a donc lieu la rétractation : **verticalement** (par un « tassement ») **et/ou horizontalement** (avec apparition de crevasses), avec des conséquences sur les constructions que ces sols soutiennent.

Indicateurs Bat-ADAPT

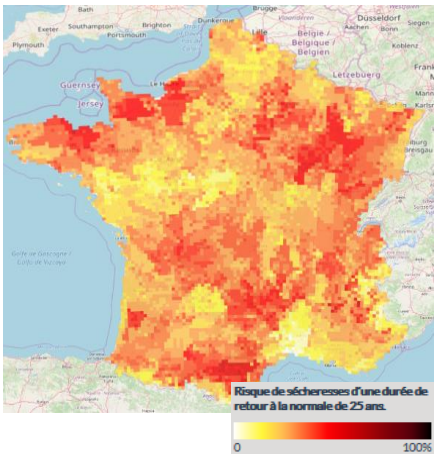
Sur Bat-ADAPT, **deux critères distincts** ont été choisis pour analyser les risques :

- L'indicateur « RGA » rend compte de la **vulnérabilité intrinsèque des territoires** et apporte donc une approche géographique.
- L'indicateur « Sécheresse » ajoute une **représentation temporelle évolutive** à l'étude des risques.

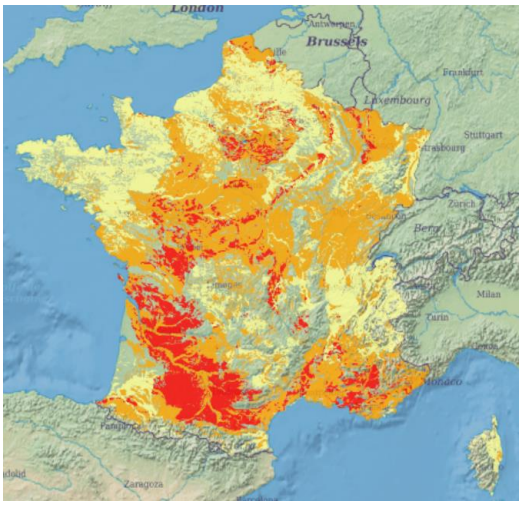
> **Aléa ponctuel**
>
> Arrive à un **instant précis** et pour une **période donnée** avant un **retour à la normale**.

Sécheresse

L'aléa « Sécheresse » permet d'avoir une représentation **temporelle** des risques de sécheresse des sols. L'indicateur choisi est le **risque d'être soumis à une sécheresse avec un temps de retour à la normale supérieur à 25 ans**, car ce sont celles qui ont un impact sur les constructions d'après le régime assurantiel Cat-Nat. Les données cartographiques utilisées proviennent du portail Drias[les futurs du climat] et ont été produites par le projet Climsec de Météo France. La modélisation est effectuée à partir du **scénario A2** du GIEC (scénario pessimiste de 2007).



Source : Bat-ADAPT, horizon 2030



Source : plateforme Géorisques

Retrait-gonflement

L'indicateur « Retrait-gonflement des argiles » représente la répartition géographique des risques d'exposition aux retraits et gonflements. Il est issu d'un travail du BRGM de cartographie des formations argileuses, hiérarchisées en fonctions des types d'argiles présentes. Ce travail a été complété en tenant compte de la sinistralité existante (densité des sinistres enregistrés). Cette cartographie est disponible sur la plateforme Géorisques.

Pour conclure, **4 niveaux de risques** ont été retenus :

- Risque nul
- Risque faible
- Risque moyen
- Risque fort.

> *Choix du scénario*
>
> Le scénario A2 de 2007 « pessimiste » (mais moins que le RCP8.5 de 2014) du GIEC a été choisi car il correspond à la trajectoire actuelle et à sa prolongation en l'absence de politique climatique coordonnée, au moment où les études du projet Climsec étaient en cours de recherche (2008-2011).

> *Limite de validité du critère des RGA*
>
> La carte proposée est à l'échelle 1/50 000, ce qui n'exclut pas la présence de zones à risques très ponctuels y compris là ou le risque est présenté comme nul. De même, les zones à risque élevé le sont inégalement sur le terrain.

Evolution due au changement climatique

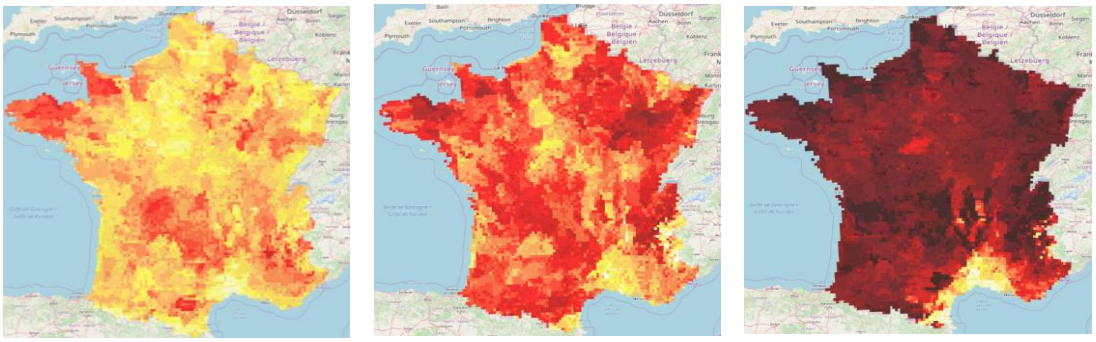
Expansion spatiale

- La surface annuelle touchée par la sécheresse a **doublé** entre les périodes avant et après 1990.
- A la fin du siècle, la majorité du territoire français sera concerné par des sécheresses.

Intensité renforcée

- A l'été 2003, exceptionnellement chaud, le coût des sinistres dus aux RGA a été multiplié par 6 à 7 par rapport aux années moyennes.
- A la fin du siècle, des étés aux températures semblables à 2003 auront lieu tous les 2 à 3 ans.

Années 2020 | *Années 2050* | *Années 2090*



Risque de sécheresses d'une durée de retour à la normale de 25 ans :

0 % — 100 %

Source : Bat-ADAPT

Les données et cartes ci-dessus sont les résultats **du projet Climsec de Météo France** basés sur le scénario A2 du GIEC (scénario pessimiste, suivi sans la mise en place de politiques environnementales coordonnées).

Impacts pour le secteur de l'immobilier

Retrait Gonflement des Argiles

Alors que le sol sous le bâti est protégé de l'évaporation, celui qui est autour ne l'est pas. Ainsi, les mouvements différentiels du sol ont lieu principalement au niveau des murs et des angles des bâtiments, avec l'apparition sur ceux-ci de fissures.

Source : BRGM – P. Barchi

Pour les structures

- **Apparition de fissures**, principalement en façade et autour des points sensibles de la structure (angles, ouvertures)
- Remise en question de la **structure du bâtiment** : distorsion et/ou dislocation des intérieurs (portes, fenêtres, cloisons, dallage, etc.)
- Décollement au niveau des **éléments jointifs** (garage, perrons, terrasses)

Pour les usagers

- Problèmes de **sécurité des usagers** (fragilisation des structures)
- **Coût et temps de réparation** des dégâts, éventuellement relogement temporaire nécessaire
- Augmentation des **primes d'assurance**

Pour les réseaux

- Risque **de fuites des réseaux enterrés** (eau, eaux usées, gaz de ville)
- Risque de **rupture des réseaux enterrés**

Sécheresse

Pour l'eau et la végétation

- **Assèchement** général de la végétation environnante
- Limitation des **réserves d'eau** (bassins, fontaines, arrosage)

Critères de vulnérabilité des bâtiments

Structure et matériaux

- **Âge et typologie du bâtiment**
- **Faible profondeur des fondations**
- **Rigidité et poids de la structure**
- **Eléments jointifs :** garages, perrons, terrasses qui favorisent la désolidarisation
- **Choix de conception** : construction sur dalle, sous-sol partiel

Environnement et réseaux

- **Sol à forte susceptibilité de retrait-gonflement :** absence d'étude préliminaire
- **Proximité de la végétation au cadre bâti :** les arbres augmentent l'assèchement des sols
- **Proximité de circulations d'eau :** évacuations d'eau de pluie, drains, fuites peuvent modifier localement l'humidité du sol
- **Dépendance aux réseaux :** alimentation en eau potable
- **Source de chaleur en sous-sol :** à proximité d'un mur, augmente l'assèchement du sol environnant

Les maisons individuelles, principales concernées

Les **maison individuelles** sont les **principales impactées par les phénomènes de retrait-gonflement des argiles**. En effet, elles accumulent un certain nombre des critères de vulnérabilité :

- Structure légère et peu rigide
- Fondations relativement superficielles donc plus vulnérables aux mouvements du sol
- Peu d'études géotechniques en amont des constructions
- Plus d'éléments jointifs : garages, perrons, terrasses

Eau et gonflements additionnels

Les phénomènes de retraits-gonflements peuvent créer des situations de cercles vicieux : cela arrive en cas de **fuites ou ruptures de canalisations** qui vont amplifier les **différences d'humidité des sols** environnant le bâti, avec l'apparition de gonflements supplémentaires.

Facteurs aggravants du territoire

La sécheresse est le principal facteur aggravant des retraits-gonflements des argiles. Le retrait-gonflement des argiles est sinon surtout tributaire de la vulnérabilité intrinsèque du territoire.

Les sols très secs à la suite des sécheresses sont imperméabilisés, ce qui augmente les **risques d'inondations** en cas d'intempéries fortes et soudaines.

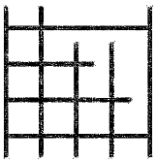
Les **risques d'incendies** sont amplifiés par la sécheresse, à cause de la raréfaction de la ressource en eau, feux de forêt par l'assèchement de la végétation et les feux domestiques par la surchauffe des systèmes électriques.

Actions adaptatives

Analyse et conception

- Effectuer une **analyse géotechnique** préliminaire
- Densifier et mutualiser la **connaissance des analyses géotechniques**
- Définir et dimensionner une **structure cohérente et homogène**

Fondations



- Améliorer les **fondations superficielles**
- Augmenter la **profondeur d'appui des fondations** via un sous-sol total ou des semelles filantes approfondies
- Préférer des **fondations profondes ou semi-profondes** à une construction sur dalle
- Installer des **micropieux** dans les fondations

L'enjeu des études préliminaires

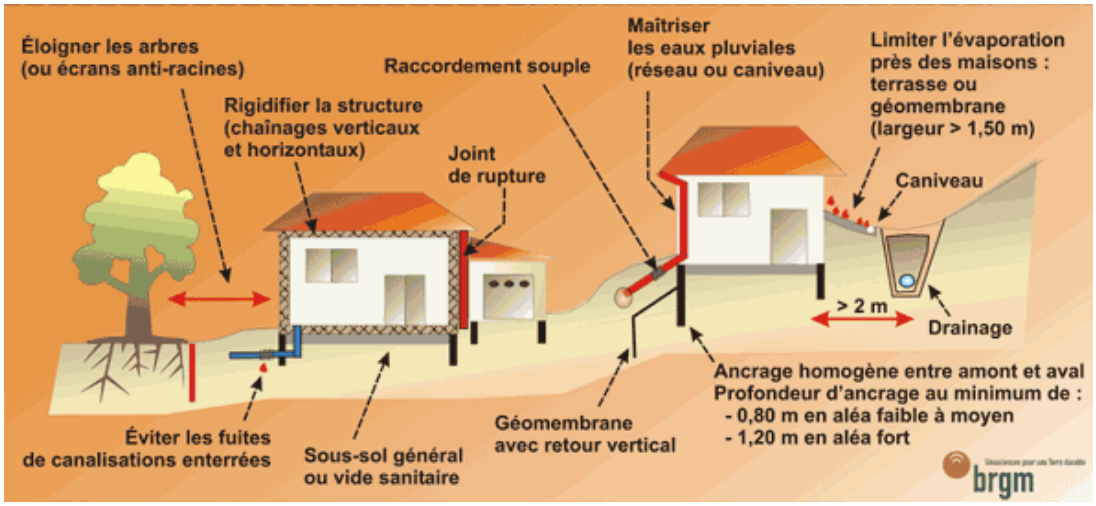
Sur le plan technique, **on sait parfaitement construire** de manière à éviter les désordres liés aux retraits-gonflements des argiles, pour des coûts abordables.
L'important est donc principalement **d'identifier les parcelles à risques** et de **prendre les mesures adaptées** pour éviter l'impact que pourrait avoir l'aléa sur le bâti.

Aller plus loin sur les fondations

Les fondations doivent atteindre une profondeur supérieure à **la couche d'argile superficielle** qui est concernée par les phénomènes de retraits-gonflements. Cette profondeur est d'au moins 0,80 m en zone d'aléa faible à moyen, 1,20 m en zone d'aléa fort.
De plus, il est important que **l'ancrage du bâtiment soit homogène** sur tout le bâtiment, particulièrement sur des terrains en pente.

Le **schéma ci-contre** souligne que les solutions d'adaptation proposées ne sont **ni incompatibles entre elles ni toujours adaptées aux mêmes circonstances.**

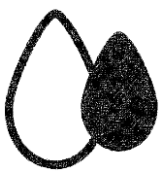
Elles doivent au contraire être **sélectionnées en fonction des contraintes et besoins** du bâtiment à protéger.



Structure et matériaux

- Privilégier les **constructions en pierre sèches sans enduits**
- Réaliser des **joints de rupture verticaux** entre les éléments bâtis
- **Rigidifier la structure** (chaînages horizontaux et verticaux)
- Créer un **vide sanitaire** sous le bâtiment (zone tampon entre les sols de l'habitation et du terrain)
- Préférer une **structure homogène** sur le terrain (éviter les sous-sols partiels)

Contrôle de la teneur en eau



- **Distancer la zone soumise aux variations d'humidité** du bâti (par des trottoirs périphériques ou une géomembrane enterrée)
- Eloigner et améliorer les outils de **maîtrise de l'infiltration** (drainage, eaux pluviales)
- Favoriser le **stockage et le réemploi des eaux pluviales**
- Adapter la **végétation** (éviter les arbres ou placer des écrans anti-racines)

Coût de la non-adaptation

Les coûts liés aux retraits-gonflements des argiles sont globalement élevés : d'après le Commissariat Général au Développement Durable, **l'indemnisation moyenne pour une maison est de l'ordre de 15 000 €** pour ce type de sinistre. Dans certains cas, des travaux lourds et une étude géotechnique sont nécessaires, entraînant un coût à la fois temporel et financier.

2ème cause d'indemnisation en France

Les inondations sont les 1ères avec un coût de 540 Mio € par an.

365 Millions d'€ par an

C'est le coût des dommages liés aux RGA.

Au total, le coût des sinistres dus aux retraits-gonflements des argiles sur la période 1990-2013 sont estimés à **4,5 milliards d'euros** par la Caisse Centrale de Réassurance. Cela représente **des centaines de milliers de maisons sinistrées** pour ce qui est la deuxième cause d'indemnisation après les inondations.

Une réparation parfois possible

Quand la cause principale du mouvement des argiles peut être facilement éliminée (arbre, évacuation des eaux de pluie, fuites), **les fissures peuvent être rebouchées** à l'aide d'enduit une fois l'équilibre hydrique revenu, le tout à moindre coût.
Cela ne représente néanmoins qu'une **part limitée des désordres** liés au retraits-gonflements des argiles.

Réglementation et normes

Les **Plans de Prévisions des risques (PPR)** sont des instruments qui présentent et réglementent les zones à risques à **l'échelle des communes**. Les zones concernées par les RGA restent constructibles mais **des mesures doivent être prises** (voir ci-contre) pour la construction de bâtiments. Dans le cas contraire, **le risque est de ne pas être indemnisé** en cas de sinistre.

Le **décret n°2019-1223 du 25 novembre 2019** précise les **techniques de construction** dans les zones exposées aux phénomènes de RGA, avec 3 objectifs :

- « **Limiter les déformations de l'ouvrage** » par la conception et les matériaux choisis
- « **Limiter les variations de teneur en eau du terrain** »
- « **Limiter les apport thermiques entre l'ouvrage et le terrain** »

Le **code de la construction et de l'habitation**, modifié en janvier 2020 par l'ordonnance n°2020-71, **règlemente la construction** dans les zones soumises aux RGA dans les articles L132-4 à L132-9. En particulier, le texte oblige à **mener une étude géotechnique préliminaire** dans les zones à risques avant la construction de petits bâtiments (moins de 2 logements) et à suivre des mesures en fonction des résultats de l'étude.

Des conditions de sécheresse peuvent entrainer des **arrêtés préfectoraux** pour restreindre localement les utilisations de l'eau, en particulier l'arrosage et l'irrigation.

Ressources utiles

- BRGM, Le retrait-gonflement des argiles
- BRGM, Rapport final du projet ARGIC (Analyse du Retrait-Gonflement des Argiles et de ses Incidences sur les Constructions)
- Compte Rendu de l'atelier 2 du GT Adaptation de l'OID – 25/06/2019
- Elsa Richard, « L'action publique territoriale face au défi de l'adaptation : déterminants et effets de la prise en compte des changements climatiques à l'échelle régionale », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*
- Hossein Nowamooz. Retrait/gonflement des sols argileux compactés et naturels. Sciences de l'ingénieur, Institut National Polytechnique de Lorraine - INPL, 2007.
- Légifrance, Code de la construction et de l'habitation et sa réécriture des règles de reconstruction
- Météo France, CNRM, Impact du changement climatique sur les sècheresses au XXIème siècle - Résultats du projet CLIMSEC (Support du séminaire de restitution - 2011)
- Météo France, Changement climatique et sécheresses
- ONERC, Changement climatique, coûts des impacts et pistes d'adaptation
- Plateforme Géorisques, Aléa retrait-gonflement des argiles

Remerciements

aux membres du comité de pilotage de Bat-ADAPT pour leurs conseils avisés et leur relecture et aux scientifiques partenaires.