

# ADAPTER LES FONDATIONS

## ALÉA



PRÉCIPITATIONS ET  
INONDATIONS



DYNAMIQUES  
LITTORALES



SÉCHERESSES

## ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE



CONSTRUCTION



RÉNOVATION

## PARTIE DU BÂTIMENT



FONDATIONS

## COÛT



faible moyen élevé

## NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS



élevé

Les fondations sont essentielles à la stabilité du bâtiment : elles transmettent au sol les charges et surcharges supportées par la structure du bâtiment et permettent de contrôler les tassements et infiltrations d'eau. Il existe deux principaux types de fondations : les fondations superficielles (peu profondes, pouvant être réalisées lorsque le sol est stable) et les fondations profondes (réalisées si les couches superficielles du sol sont trop fragiles).

### IMPACTS

De nombreux sinistres liés aux aléas climatiques sont causés par une mauvaise adaptation et/ou conception des fondations. Un **désordre au niveau des fondations** se fait souvent remarquer par l'apparition de **fissures** dans les murs, une **déformation** des cadres des portes et des fenêtres ou par une différence de niveaux entre les planchers.

Adapter les fondations permet de limiter les désordres dus aux mouvements des sols en cas de retrait gonflement des argiles (RGA) et à l'affouillement des fondations (déchaussement partiel ou complet des fondations) en cas d'inondation ou de submersion marine.

### GUIDE DE MISE EN PLACE

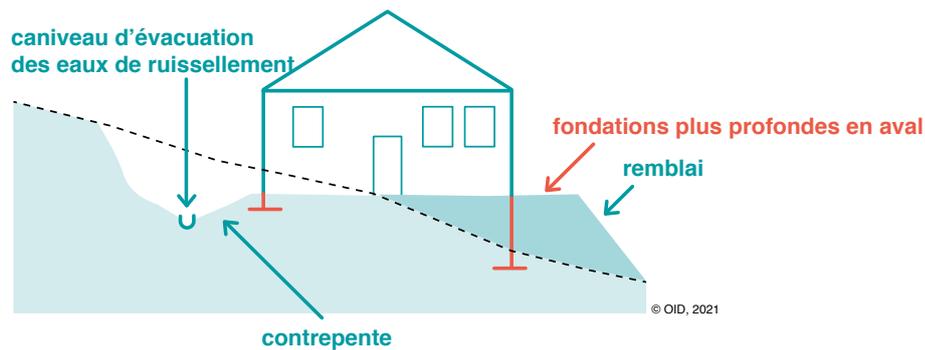
La mise en place de fondations adaptées compte tenu des risques climatiques, nécessite de :

1. **Connaître la nature du sol et du bâtiment** : il est important d'effectuer une étude de sol préalable afin de détecter tous les risques de mouvement de terrain liés au RGA. Une analyse croisée des caractéristiques du terrain et du bâtiment doit permettre de déterminer le type de fondation à utiliser et la profondeur d'ancrage des fondations : en cas de sol instable, de risque d'affaissement des fondations ou de charge du bâtiment importante, des fondations profondes devront être réalisées.
2. **Ancrer les fondations de manière homogène** : si un terrain est en pente, les fondations à l'aval doivent être ancrées plus profondément qu'à l'amont, afin de reposer sur la même couche du sol.
3. **Respecter une profondeur d'ancrage minimale** : de manière générale, pour les fondations superficielles, on considère que l'ancrage des fondations doit être de 0,80 m minimum en zone d'aléa faible à moyen et 1,20 m en zone d'aléa fort pour les maisons individuelles ([Agence Qualité Construction, 2004](#)).

**Si des désordres, notamment des fissures, apparaissent**, il est conseillé, d'effectuer un examen de la structure et une étude des sols afin de déterminer les vulnérabilités du bâtiment. Une reprise en sous-œuvre (renforcement des fondations par une nouvelle répartition des charges) peut alors être envisagée. Dans ce cas, deux techniques principales peuvent être utilisées : augmenter la largeur des fondations existantes ou ajouter de nouveaux éléments de fondation plus en profondeur.

## ADAPTER LES FONDATIONS À UN TERRAIN EN PENTE

### Plate-forme en déblais-remblais



Source : ministère de la Transition écologique (2008)

### FREINS ET LEVIERS

- ⊖ Les travaux de reprise en sous-œuvre des fondations sont **très onéreux et délicats** car ils comportent des risques d'effondrement ou de tassement du bâtiment. En cas de rénovation et d'extension, il peut être préférable de désolidariser les éléments de structure pour améliorer la stabilité du bâti.
- ⊕ Afin de préserver l'intégrité des fondations et ainsi d'éviter d'avoir recours à ce procédé, des **solutions préventives de contrôle du taux d'humidité du sol** peuvent être mises en place à l'échelle du bâtiment. Des actions adaptatives permettant d'éviter les inondations ou submersions marines peuvent être mises en œuvre à l'échelle du territoire (bassins de gestion des eaux pluviales, désimpermeabilisation du sol, etc.).
- ⊕ La mise en place de fondations doit idéalement suivre les **préconisations des Documents Techniques Unifiés** (DTU) 13.11 et 13.12 pour les fondations superficielles et 13.2 pour les fondations profondes.
- ⊕ Alors que les sécheresses et les RGA s'intensifient, le **gouvernement français semble s'être emparé du sujet** avec pour objectif de diminuer le nombre de sinistres liés à ce phénomène : dans le cadre de la loi Elan de 2018, il est obligatoire depuis mai 2019 de réaliser deux études de sols lors de la vente d'un terrain constructible destiné à l'habitat individuel ou de la construction d'une maison et une carte d'exposition aux RGA a été publiée en juillet 2020.

### ! MALADAPTATION

Les maladadaptations peuvent résider dans les risques suivants :

#### Perturbations du sol et des structures avoisinantes

Certaines techniques d'adaptation des fondations, telles que l'ajout de contre-voiles en béton armé ou de butons, visent à renforcer la stabilité structurelle en répartissant les charges et en résistant aux forces latérales telles que le vent ou les pressions du sol. Cependant, ces ajustements peuvent exercer des forces latérales indésirables sur le sol environnant, altérant ainsi sa capacité à soutenir les charges et potentiellement perturbant les structures avoisinantes.

#### Perturbations de l'équilibre hydraulique naturel du sol

L'utilisation d'injections de résines ou de mortiers dans le sol, ainsi que l'introduction de fondations profondes, peuvent également perturber les équilibres hydrauliques naturels du sol, affectant les flux souterrains et la recharge des nappes phréatiques. Ces altérations hydrauliques peuvent conduire à des problèmes d'inondations locales ou de sécheresses, tout en impactant la stabilité à long terme des structures environnantes.

#### Inadéquation des mesures d'adaptation au changement climatique

Par ailleurs, si les prévisions climatiques ne sont pas correctement anticipées, les fondations adaptées pour les conditions actuelles pourraient ne pas être en mesure de résister aux futurs événements climatiques extrêmes tels que des tempêtes, des inondations ou des périodes de sécheresse prolongée. Cela pourrait entraîner une vulnérabilité accrue des bâtiments et des infrastructures à ces événements, compromettant ainsi leur résilience et leur durabilité.

# REPÈRES DE SUIVI



## LES RECOMMANDATIONS ESSENTIELLES Y AVEZ-VOUS PENSÉ ?

- ✓ AUGMENTER LA LARGEUR DES FONDATIONS EXISTANTES
- ✓ AJOUTER DES ÉLÉMENTS DE FONDATION PLUS EN PROFONDEUR
- ✓ RÉALISER DES INJECTIONS (RÉSINE EXPANSIVE, MORTIERS ETC.)
- ✓ AJOUTER DES PIEUX ET/OU MICROPIEUX
- ✓ AJOUTER DES BUTONS, TIRANTS D'ANCRAGE, CONTRES-VOILES EN BÉTON ARMÉ ETC.
- ✓ AJOUTER DES PICOTS D'INJECTION DE SOL (PIS)
- ✓ RÉALISER UNE ÉTUDE DE SOL



## POUR SUIVRE MES ACTIONS ADAPTATIVES AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

+/- : indicateur quantitatif      ★ : indicateur qualitatif

| INDICATEURS DE MOYENS   | INTERPRÉTATION   |
|---|--|
| Pourcentage de fissures surveillées parmi celles qui sont supérieures à 1 mm d'ouverture et/ou supérieures à 10 cm de longueur (%)<br>+/- | ▶ A maximiser  |
| Etat hydrique du sol de fondation défini à l'aide d'une étude hydrométrique du sol définissant la situation témoin*<br>★                  | ▶ -  |
| Comparaison de la tension de l'eau et celle de la situation témoin* (centibars)<br>+/-  | ▶ Stabilisation au cours du temps                      |
| Pourcentage de recommandations essentielles suivies (%)<br>+/-  | ▶ Le maximum de recommandations doit être mis en œuvre |

| INDICATEURS DE RÉSULTATS   | INTERPRÉTATION  |
|--|---|
| Nombre de fissures supérieures à 1 mm d'ouverture et/ou supérieure à 10 cm de longueur<br>+/-  | ▶ Absence d'augmentation du nombre de fissures  |
| Nombre de fissures dont l'ouverture et/ou la longueur a augmenté parmi celles supérieures à 1 mm d'ouverture et/ou supérieures à 10 cm de longueur<br>+/-                    | ▶ Absence d'élargissement des fissures  |
| Différence de nivellement entre plusieurs points de référence répartis sur les fondations de même profondeur d'un bâtiment, à comparer avec une situation témoin* (m)<br>+/- | ▶ La différence de nivellement entre les points de référence doit varier le moins possible (éviter d'un tassement différentiel des fondations). |

\*La situation témoin est définie par les paramètres fixés permettant d'isoler l'influence de l'action adaptative (conditions similaires : météo, heure de mesure, espace, etc.).



## OUTIL

- Une **jauge d'ouverture de fissures** est principalement destinée à mesurer l'ouverture linéaire d'une fissure spécifique, tandis qu'un fissuromètre est un instrument plus complet qui mesure divers paramètres de fissure (déformation, largeur, longueur, forme etc.), surveille la fissure dans plusieurs directions et enregistre les variations avec le temps.
- Le **nivellement différentiel** est réalisé à l'aide d'outils de nivellement tels que des niveaux à bulle, des lasers ou des instruments de nivellement précis.
- Les **sondes tensiométriques** permettent un suivi annuel des données tensiométriques (mesure en continu et en temps réel). Le Cerema expérimente le **procédé MACH** (MAison Confortée par Humidification) : lorsque la tension dans le sol atteint un niveau critique qui indique un sol trop sec (défini par rapport à l'étude hydrométrique), le sol de fondation est humidifié en injectant de l'eau de pluie récupérée et stockée. Cette eau est diffusée dans le sol gravitairement à travers plusieurs points d'injection répartis autour des façades fissurées. Cela permet la stabilisation des habitations dégradées par le phénomène du RGA.



## RÉGLEMENTATION / CRITÈRE

- Les **fissures ayant plus d'1 mm d'ouverture** sont à surveiller plus rigoureusement. Pour la longueur, cela dépend de l'élément concerné mais il est conseillé de surveiller à partir de 10 cm ([Baticopro, 2020](#)).

### EN SAVOIR PLUS

BRGM (2009), [Rapport final du projet ARGIC \(Analyse du Retrait-Gonflement des Argiles et de ses Incidences sur les Constructions\)](#)

Ifsttar et CSTB (2017), [Retrait et gonflement des argiles - Protéger sa maison de la sécheresse : conseils aux constructeurs de maisons neuves](#)

LAVARDE, C. (2023), [Rapport d'information fait au nom de la commission des finances sur le financement du risque de retrait gonflement des argiles et de ses conséquences sur le bâti](#)

OID (2020), [Fiche aléa – Sécheresse & retrait-gonflement des argiles](#)

