

# Webinaire AdaptaVille

Le risque de retrait-gonflement des argiles dans la Métropole du Grand Paris

Lamine Ighil Ameer et Laurent Arnaud (Cerema)

28 novembre 2025

# SOMMAIRE

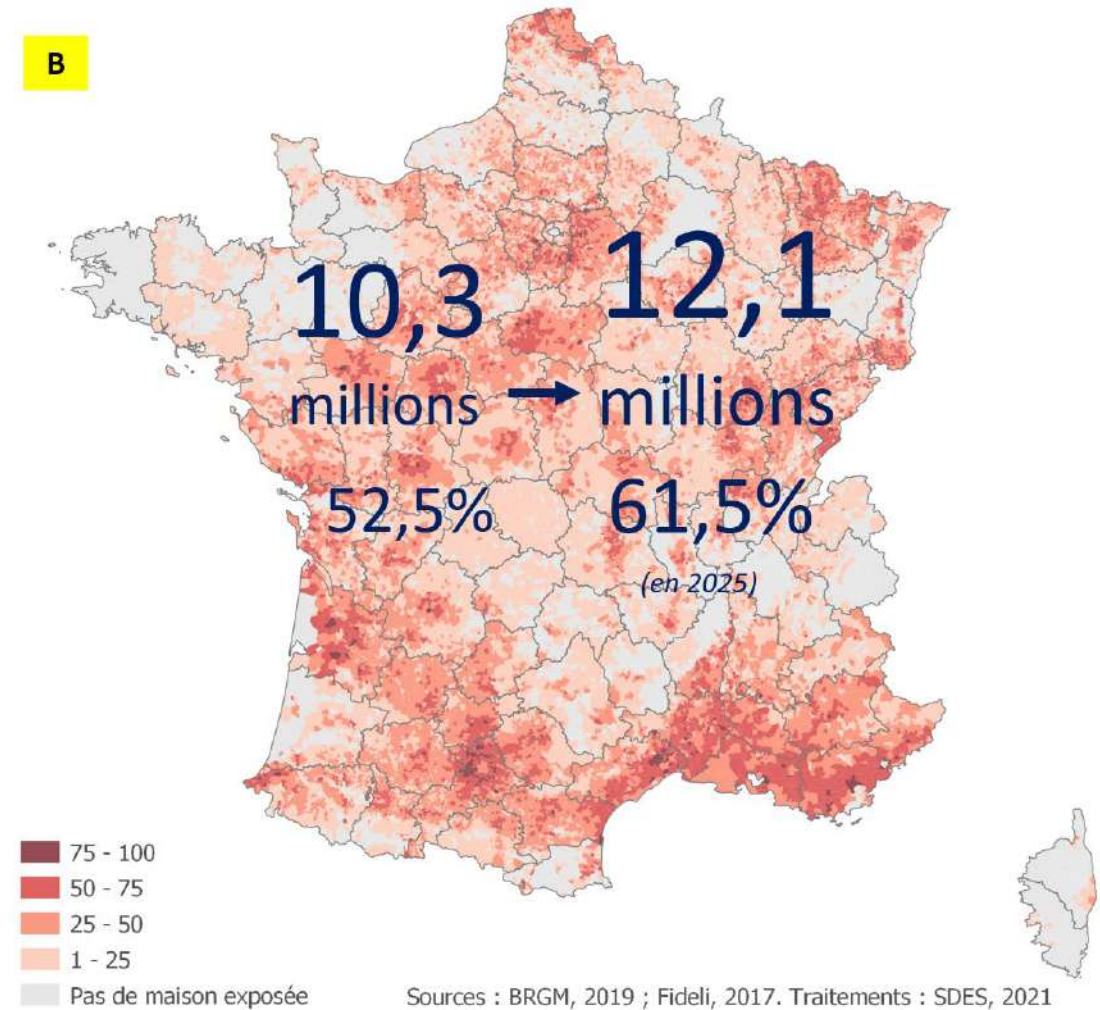
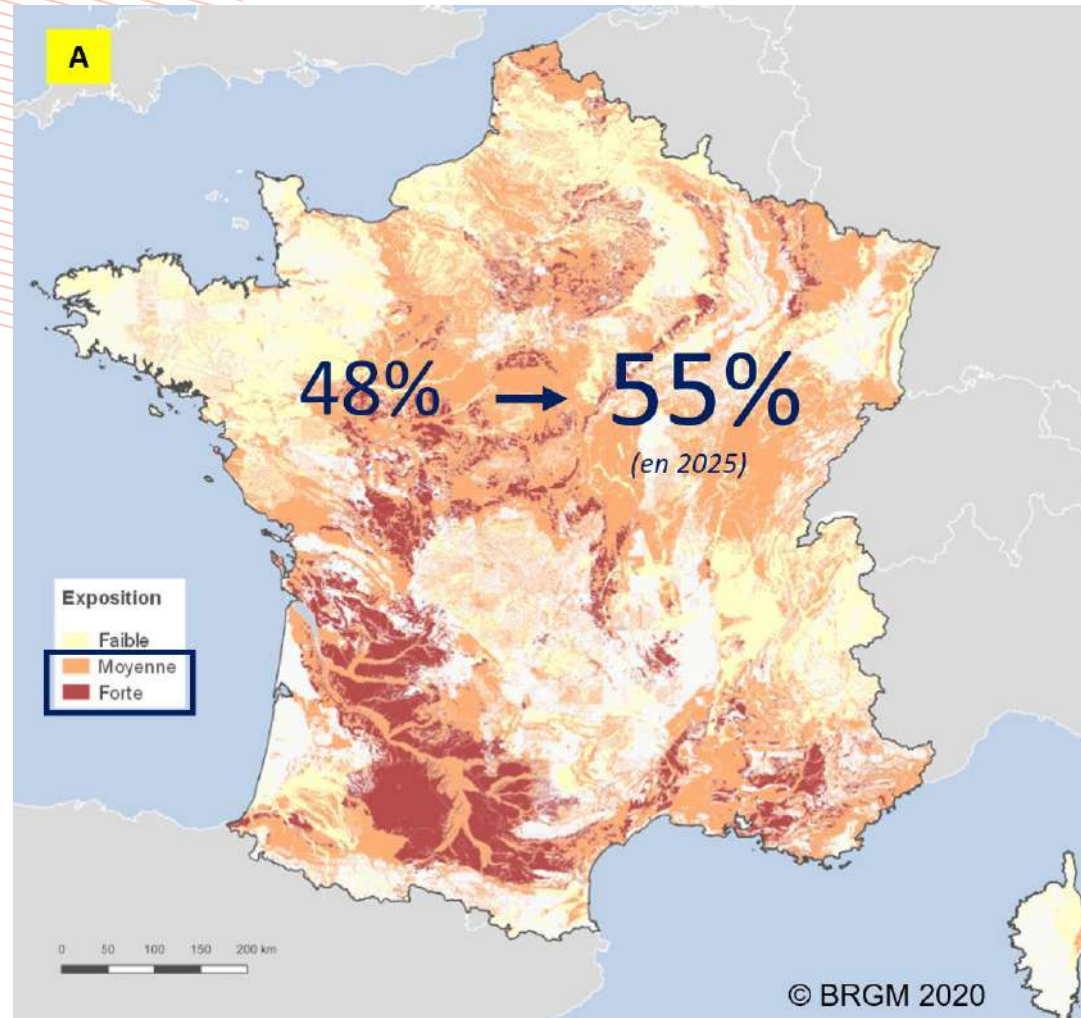
1. Introduction : actualités RGA
2. Phénomène de RGA et son évolution sous l'effet du changement climatique
3. Impacts et conséquences de la sécheresse sur les maisons
4. Quel diagnostic RGA ? Quelles solutions existantes ?
5. Solutions en développement

# 1. Introduction



# 1. Introduction

Mise à jour de la carte d'exposition RGA en 2025



Pour en savoir plus : [https://www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr/spip.php?page=article&id\\_article=3275](https://www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr/spip.php?page=article&id_article=3275)

# 1. Introduction

## Guide national et fonds de prévention RGA 2025

  
**GOUVERNEMENT**  
*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

Mesures de prévention,  
d'adaptation  
et de remédiation du  
phénomène de retrait  
et de gonflement des  
sols argileux (RGA)  
dans la construction

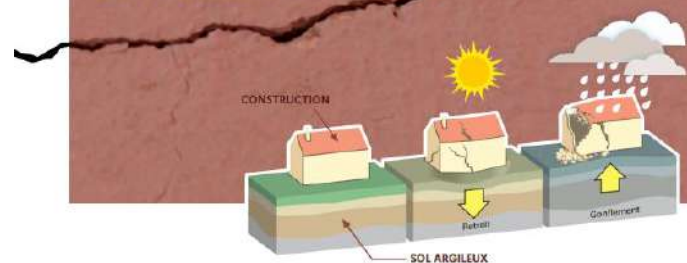
Guide à destination  
des particuliers  
et des collectivités  
territoriales

 **CSTB**  
Centre scientifique et technique  
de la construction

  
**GOUVERNEMENT**  
*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

## RETRAIT- GONFLEMENT DES ARGILES

comment protéger  
sa maison ?



### LE RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES, QU'EST-CE QUE C'EST ?


Lorsqu'un sol est argileux, il est fortement sensible aux variations de teneur en eau : il se rétracte lorsqu'il y a évaporation en période sèche et gonfle lorsque l'apport en eau est important en période pluvieuse ou humide. C'est le phénomène de retrait-gonflement des argiles (RGA). Les variations de teneur en eau dans le sol sont lentes, mais peuvent être la cause de mouvements de terrain à l'origine de dommages très importants dans les maisons existantes. Du fait de leurs fondations superficielles, les maisons individuelles sont les constructions les plus vulnérables.

  
**MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE**  
*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

### Fonds prévention argile

Retrait Gonflement des Argiles - Aides aux ménages



Zones éligibles (France Métropolitaine) : 

Allier (03), Alpes-de-Haute-Provence (04), Dordogne (24), Gers (32), Indre (36), Lot-et-Garonne (47), Meurthe-et-Moselle (54), Nord (59), Puy-de-Dôme (63), Tarn (81) et Tarn-et-Garonne (82).

Pour en savoir plus : <https://www.cerema.fr/fr/actualites/maisons-individuelles-retrait-gonflement-sols-argileux-guide>

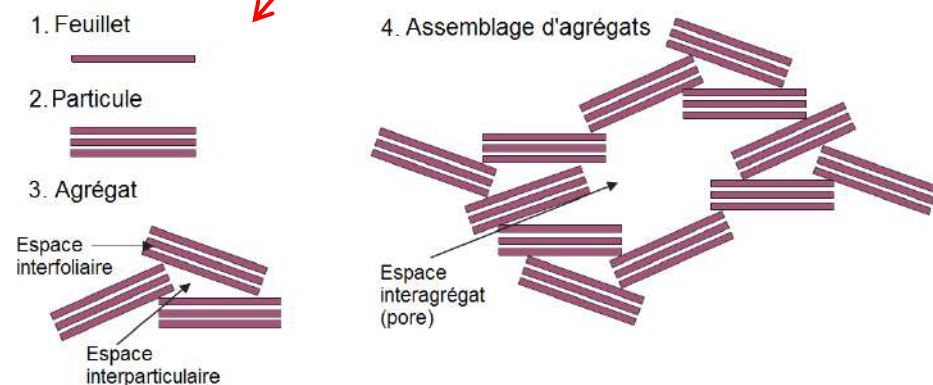


## 2. Phénomène de RGA et son évolution sous l'effet du changement climatique

## 2. Phénomène de RGA et son évolution sous l'effet du changement climatique

- Minéralogie et organisation structurale des argiles : exemples de la Kaolinite et la Smectite

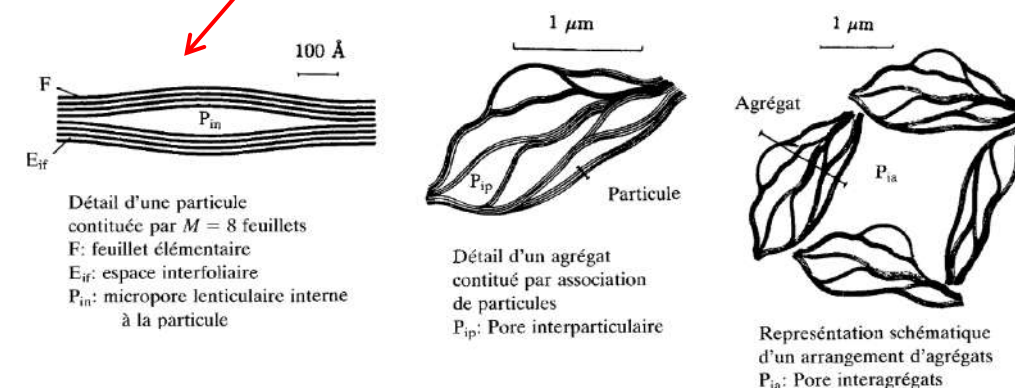
Argiles très peu gonflantes : exemple Kaolinite



Bergaya and Lagaly (2006)



Argiles très gonflantes : exemple Smectite

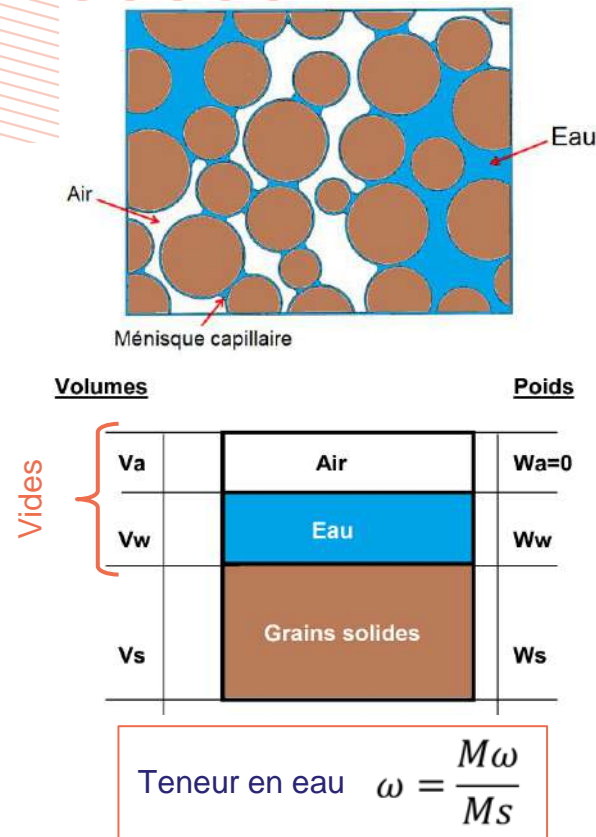


Touret et al. (1990)

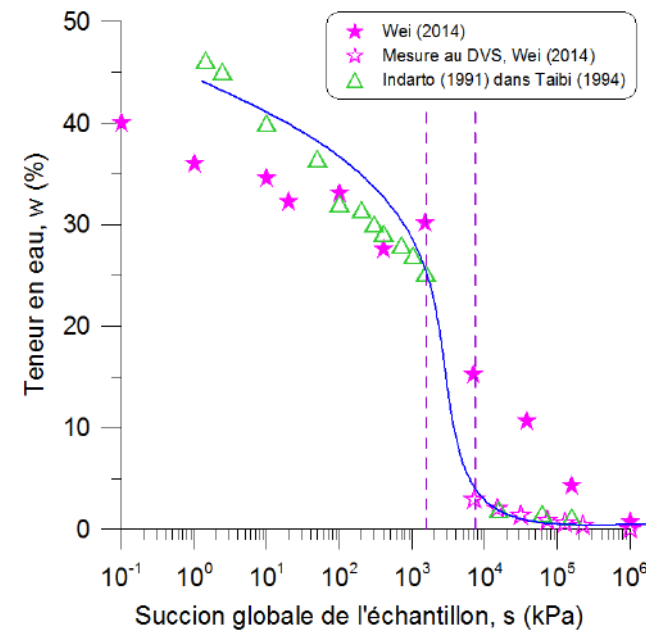
## 2. Phénomène de RGA et son évolution sous l'effet du changement climatique

- Quelques définitions de mécanique des sols

Modèle élémentaire d'un sol

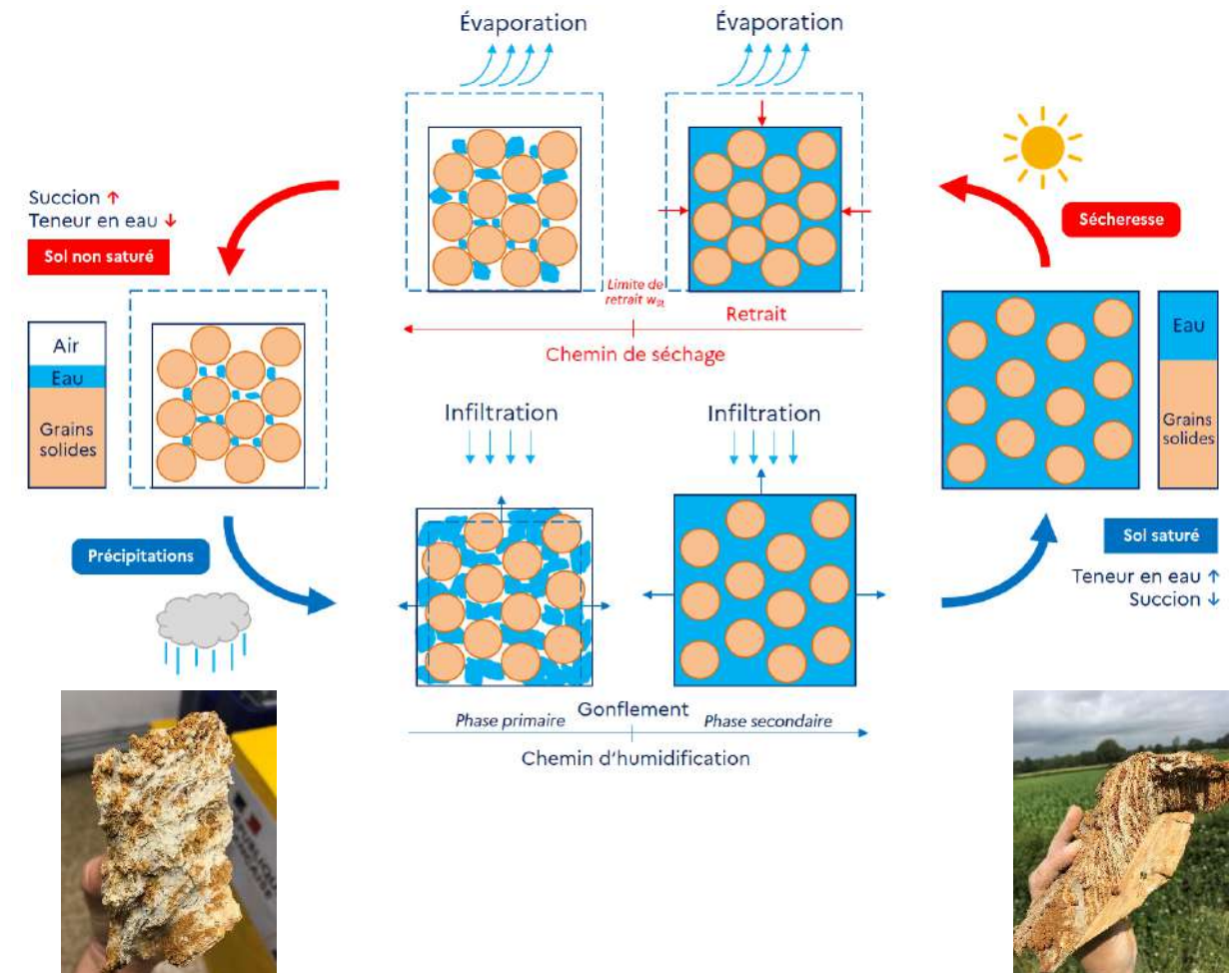


Relation entre la teneur en eau « w » et la succion du sol « s »



Ighil Ameur (2016)

Cycles de séchage-humidification (élément idéalisé d'un sol)

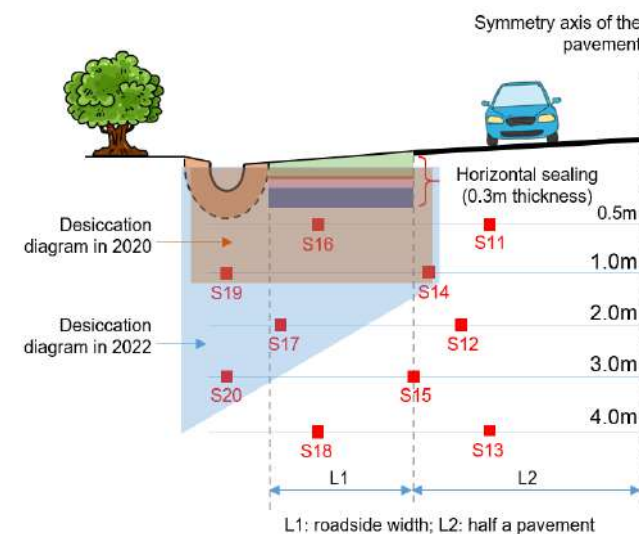
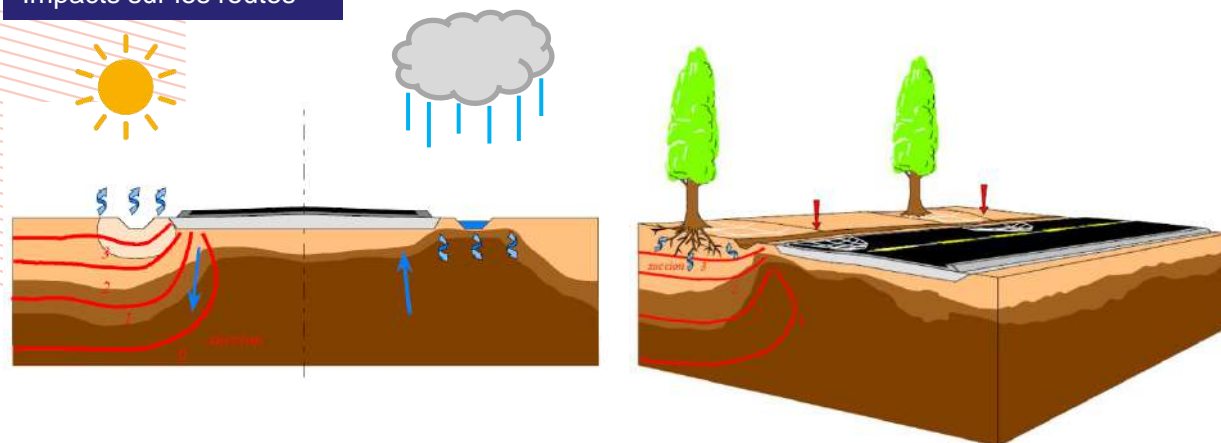




## 2. Phénomène de RGA et son évolution sous l'effet du changement climatique

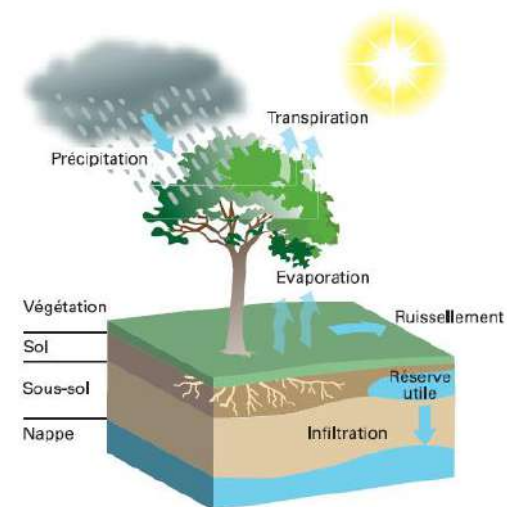
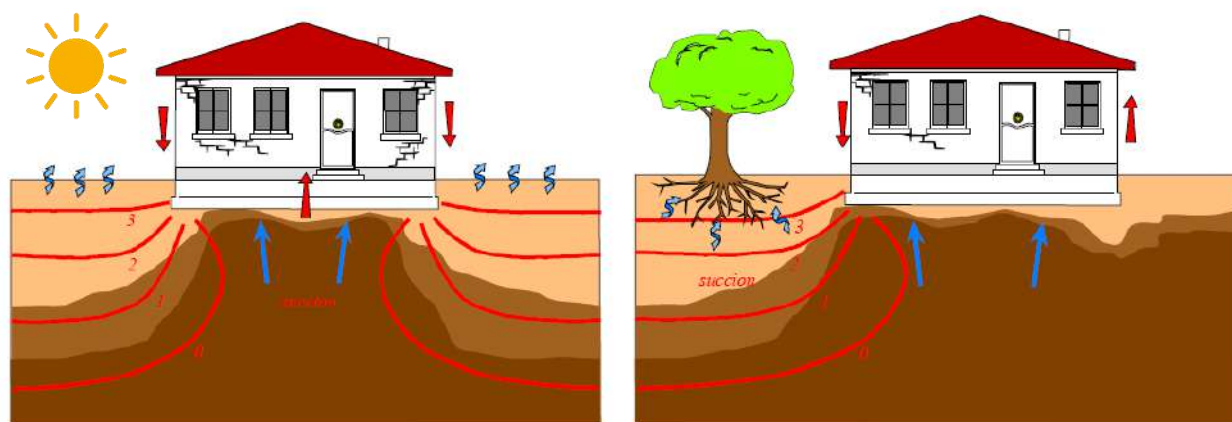
- Impacts du RGA sur les structures (routes et maisons) et effets de l'environnement proche

### Impacts sur les routes



### Impacts sur les maisons

Reiffsteck (1999)



Béchade (2014)

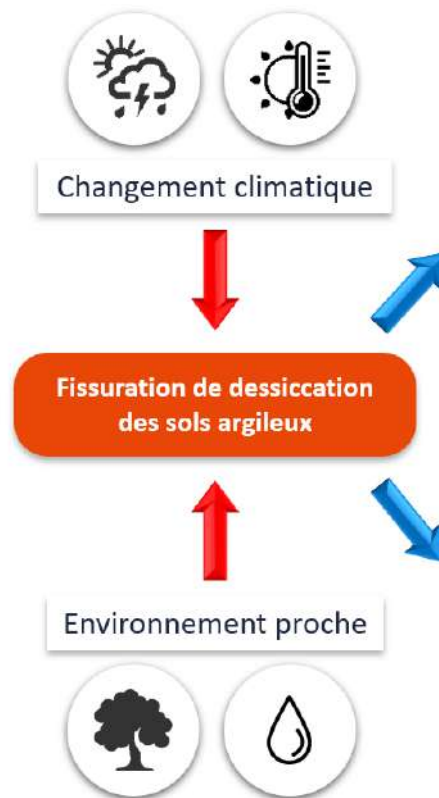


## 2. Phénomène de RGA et son évolution sous l'effet du changement climatique

- Comment le phénomène de RGA évolue en France post-2015 ?

### Faits marquants post-2015 :

- L'expansion de la sécheresse impacte d'autres ouvrages et infrastructures
- Extension géographique de l'exposition RGA
- 1 maison sur 2 est potentiellement très exposée au RGA
- La sécheresse devient la catastrophe naturelle la plus coûteuse de ces 10 dernières années
- La sécheresse s'étend progressivement sur toute la France
- La dessiccation des sols se propage en profondeur (> 3 m)
- Une sécheresse 2022 exceptionnelle



Les routes



Les pistes cyclables



Les ouvrages en terre

Les maisons



Les voies ferrées





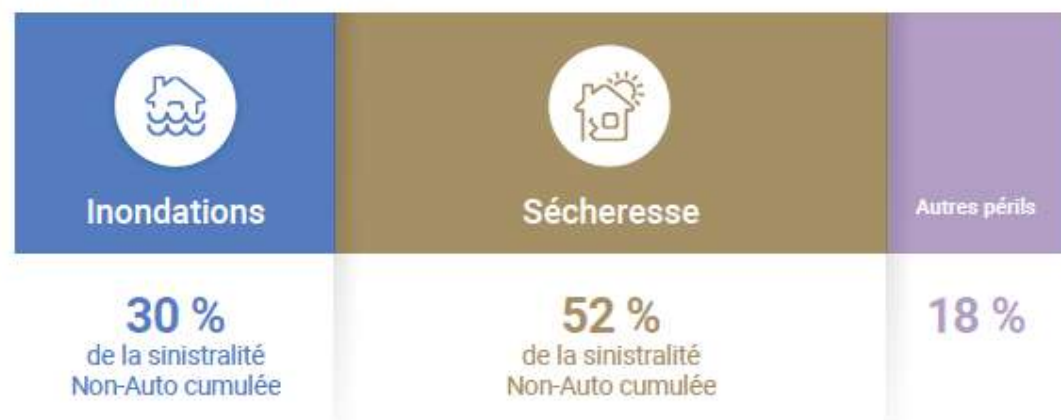
## 2. Phénomène de RGA et son évolution sous l'effet du changement climatique

- La sécheresse devient la catastrophe naturelle la plus coûteuse de ces 10 dernières années

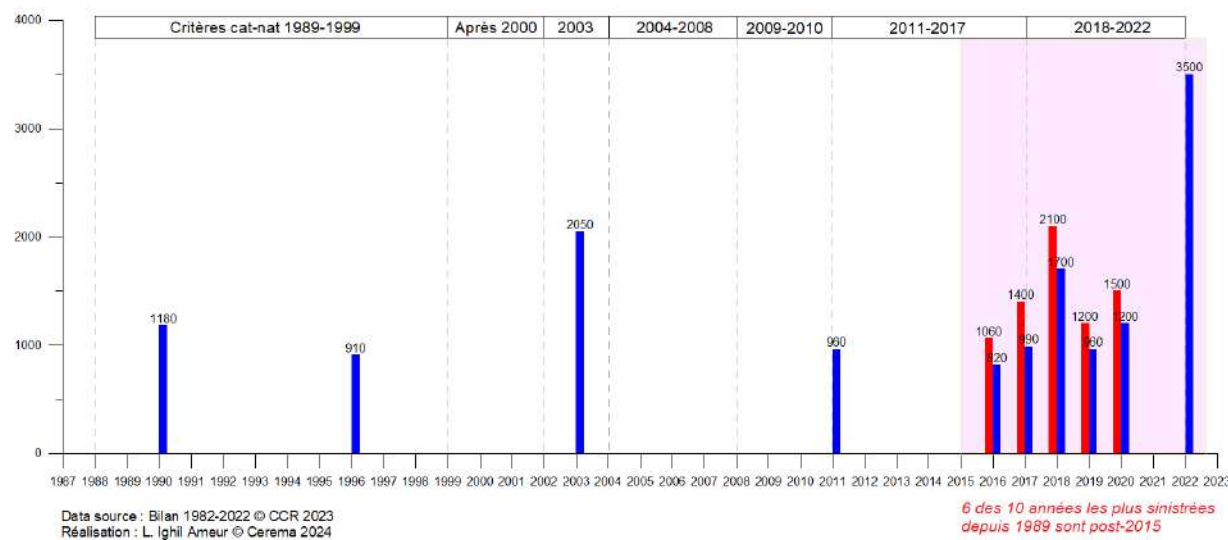
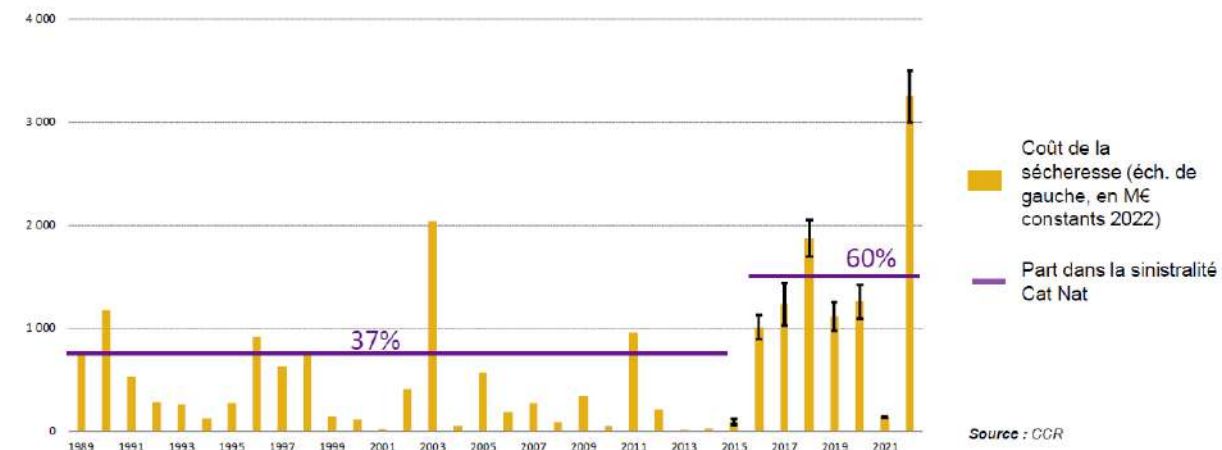
DEPUIS 1982



SUR LES 10 DERNIÈRES ANNÉES



CCR Les catastrophes naturelles en France - Bilan 1982-2024

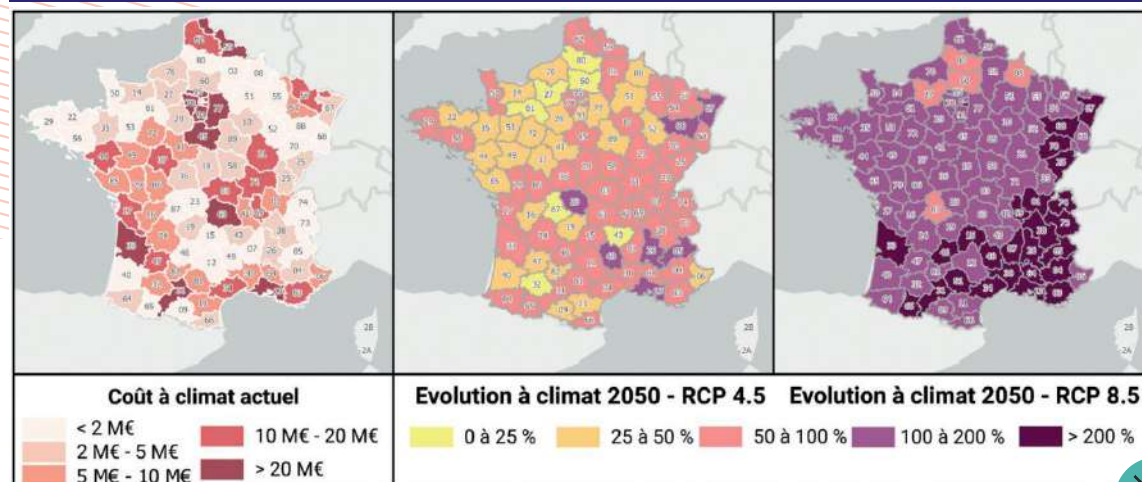




## 2. Phénomène de RGA et son évolution sous l'effet du changement climatique

- Projections à horizon 2050 et enquête d'opinion

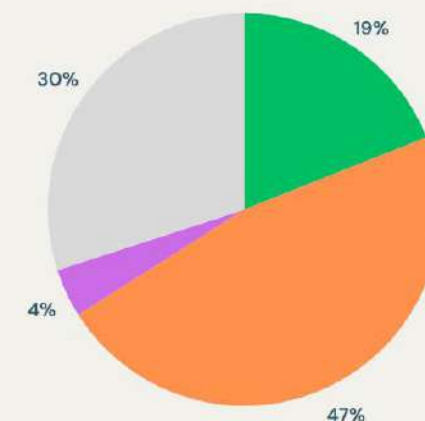
Répartition des coûts moyens annuels dus à la sécheresse par département sur le territoire métropolitain à climat actuel et à horizon 2050 (CCR, 2023)



Enquête d'opinion sur l'impact de la sécheresse sur le logement des français (HomeServe, 2024)

### SÉCHERESSE, RGA ET FISSURES : QU'EN PENSENT LES FRANÇAIS\* ?

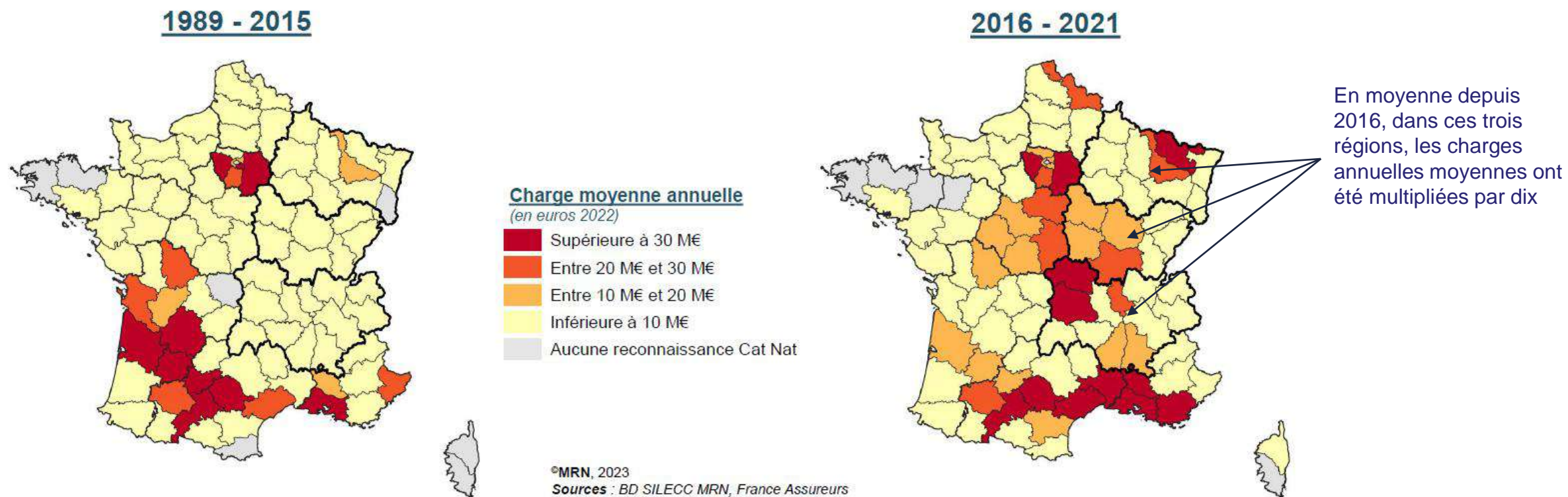
- Ignorer et s'en occuper seulement en temps voulu
- Essayer d'anticiper le problème
- Ne pas croire au risque de sécheresse sur sa maison
- Pas au courant des conséquences de la sécheresse sur son logement



\*Etude OpinionWay pour HomeServe © 2024

## 2. Phénomène de RGA et son évolution sous l'effet du changement climatique

- La sécheresse s'étend progressivement sur toute la France



Comparaison des charges annuelles moyennes par département avant et depuis 2016 (© MRN 2023)

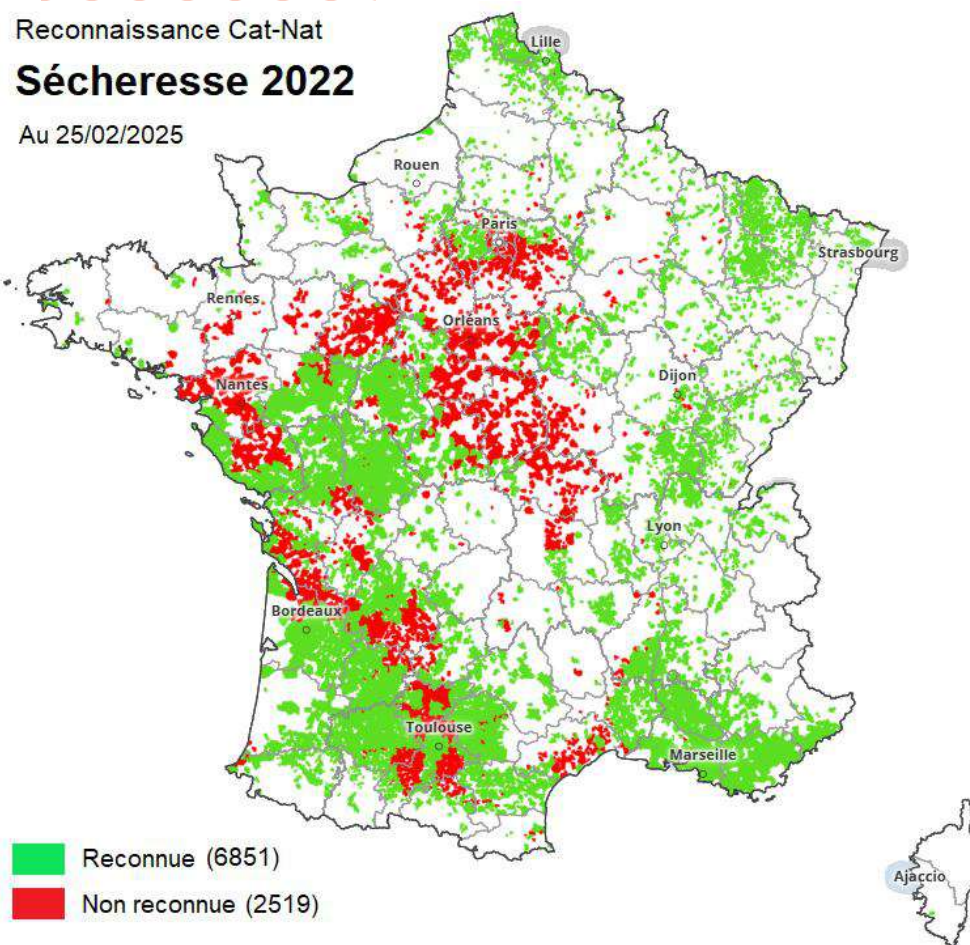


## 2. Phénomène de RGA et son évolution sous l'effet du changement climatique

- Impacts du RGA sur les structures (routes et maisons) et effets de l'environnement proche

### Reconnaissance Cat-Nat Sécheresse 2022

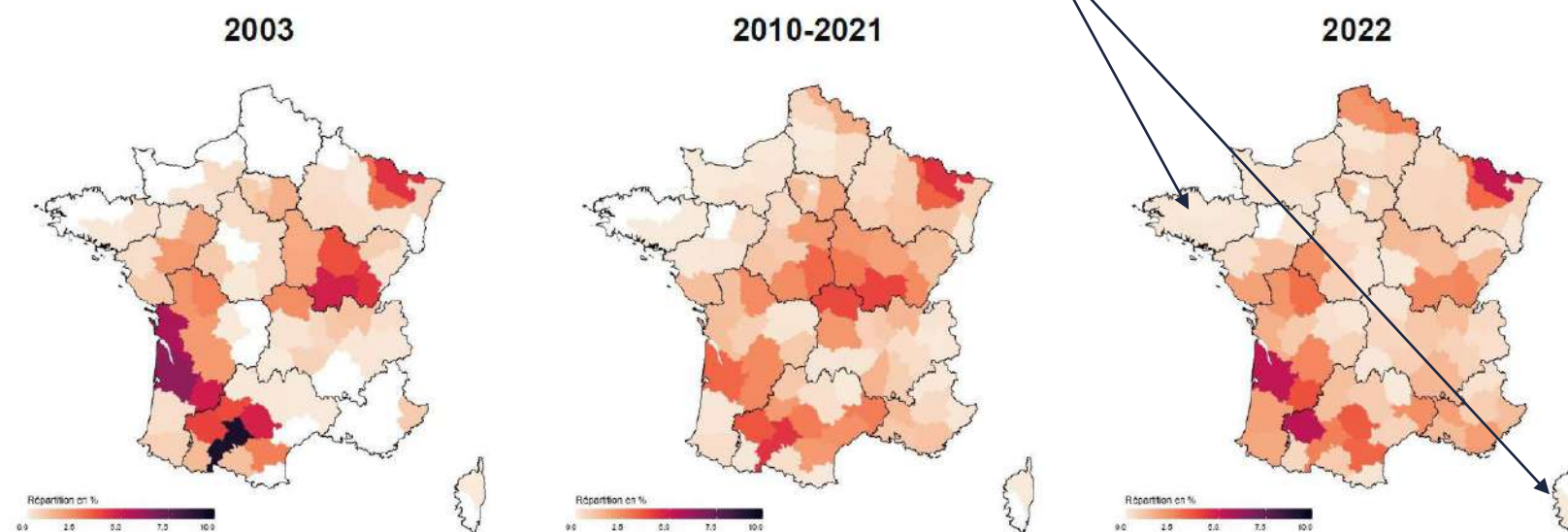
Au 25/02/2025



Réalisation : L. Ighil Ameur © Cerema 2025

Géographie au 01/01/2024 - © IGN - Insee 2024

En 2022, la sécheresse a touché la quasi-totalité du territoire métropolitain : 92 départements dont 3 pour la première fois de l'histoire (Côtes d'Armor, Finistère, Corse du Sud)



Source : France Assureurs  
(1) situation à la date du 16 octobre 2023.

Répartition des décrets Cat-Nat sécheresse (© France Assureurs 2023)

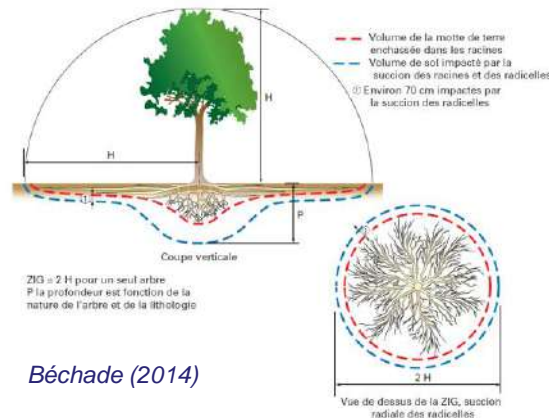


# 3. Impacts et conséquences de la sécheresse sur les maisons

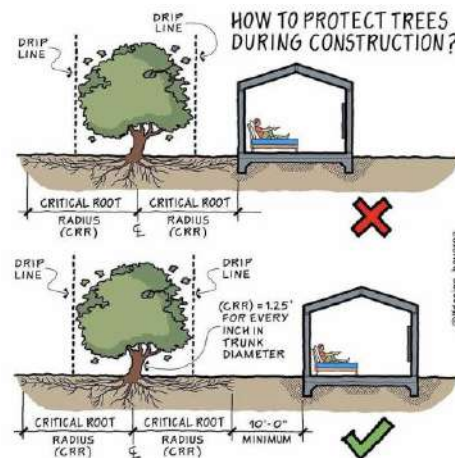
# 3. Impacts et conséquences de la sécheresse sur les maisons

- Importance de l'environnement proche pour identifier les effets des sécheresses sur les maisons

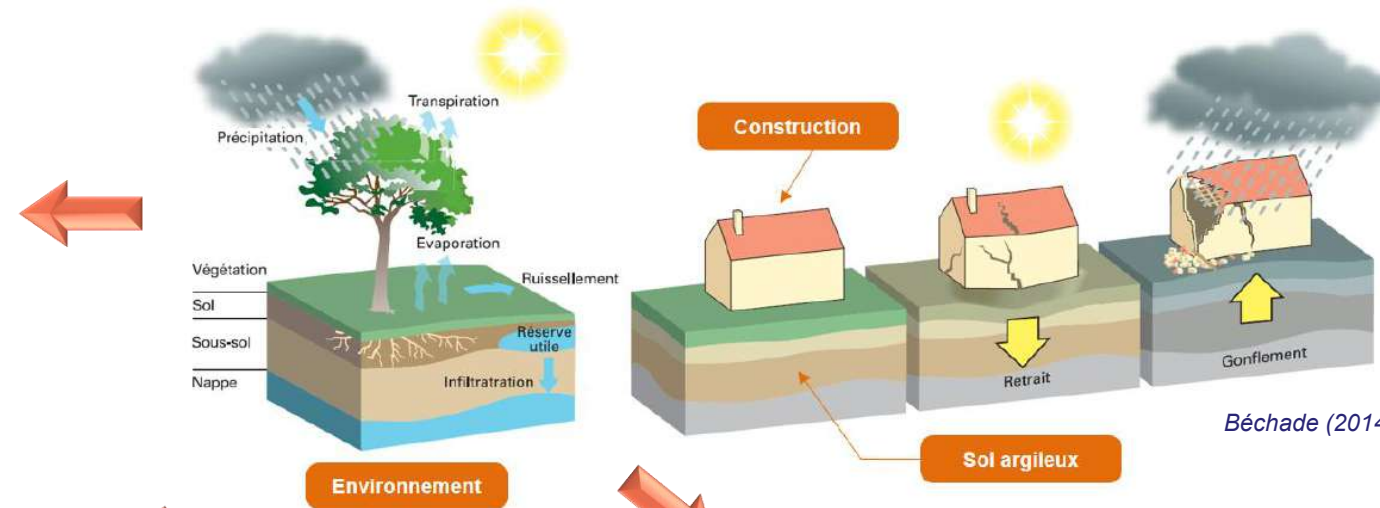
## Influence de la végétation



Béchade (2014)



Crédit photo : Luis Furushio © LF Design

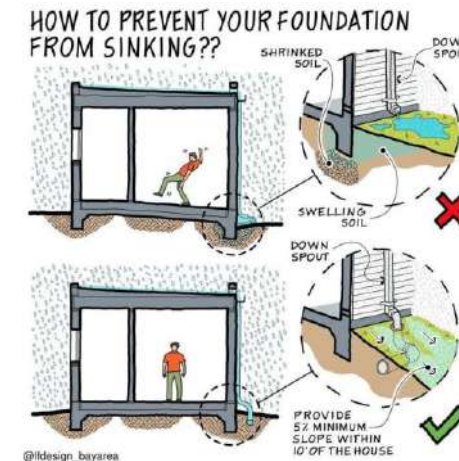


Béchade (2014)

La présence de la **végétation** n'est pas problématique lorsqu'elle est plantée à bonne distance afin d'éviter l'aggravation de la succion du sol par les racines



Pour en savoir plus



Crédit photo : Luis Furushio © LF Design

## Influence de la gestion des eaux

La gestion des **eaux** autour de la construction doit être aux normes et fiable pour éviter l'infiltration indésirable pouvant provoquer l'affaissement des fondations



Pour en savoir plus



### 3. Impacts et conséquences de la sécheresse sur les maisons

- Origines des désordres et exemples de conséquences sur l'habitation

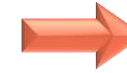
Présence de la végétation



Défauts de construction

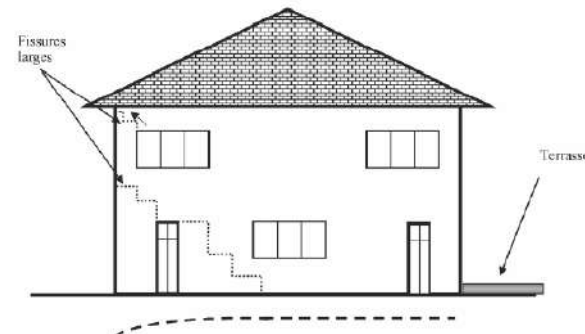


Mauvaise gestion des eaux de pluie

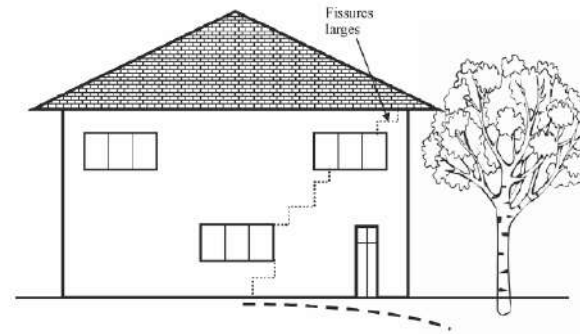


Hiver

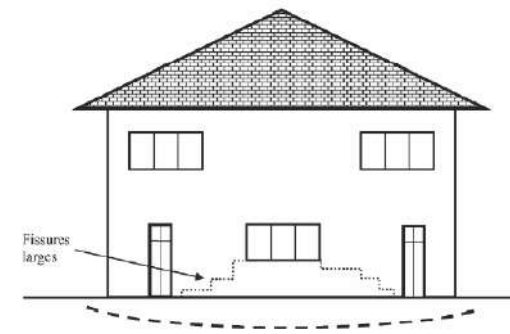
Mécanismes d'apparition des fissures



Mode de déformation provoqué par un retrait périphérique du sol sous la maison



Mode de déformation provoqué par un retrait localisé du sol induit par la présence d'un arbre



Mode de déformation provoqué par le tassement d'un mur de façade

Crédits photos : Ifsttar et Ineris (2017)



Pour en savoir plus



Été



### 3. Impacts et conséquences de la sécheresse sur les maisons

- Exemple : impact de l'environnement proche d'une maison sinistrée dans la commune de Dhuizon (L. Ouerdi, 2021)





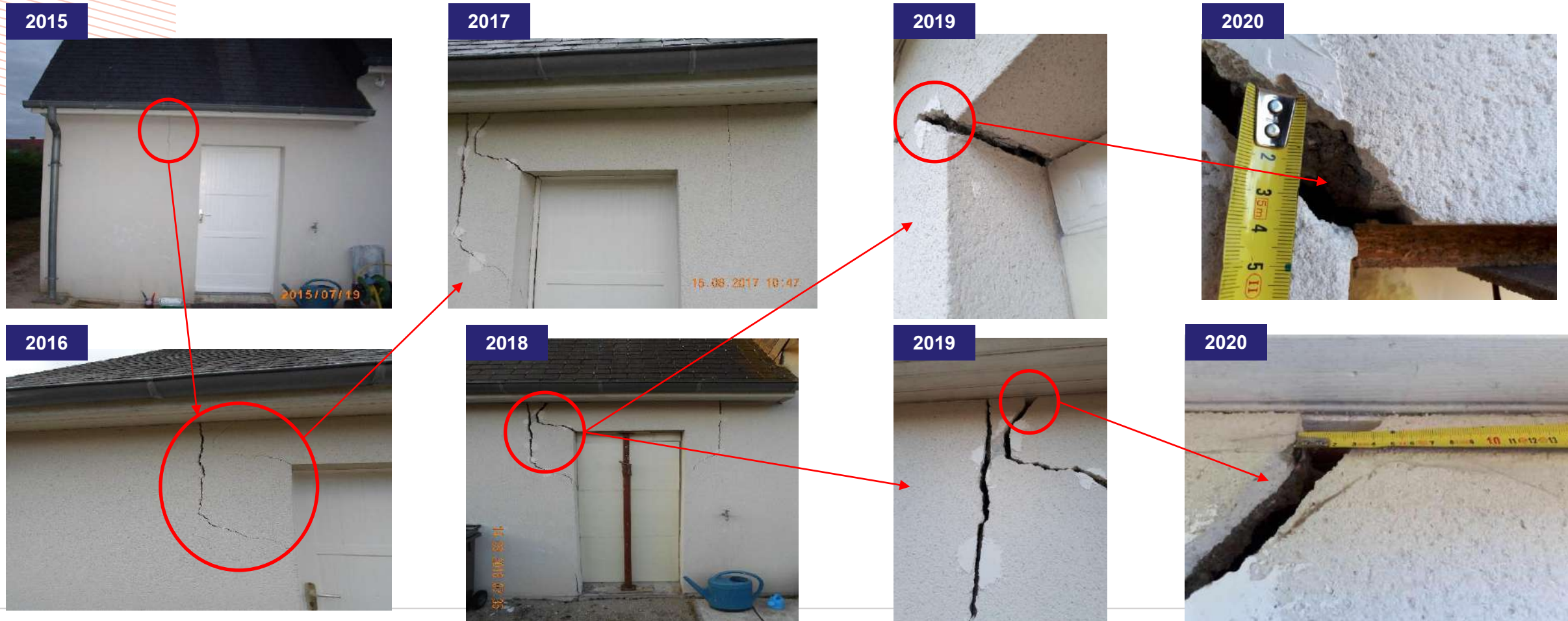
### 3. Impacts et conséquences de la sécheresse sur les maisons

- Focus sur l'aggravation de la fissuration d'une maison à Cour-Cheverny sous l'effet des sécheresses de 2015 à 2020



#### Fissuration et dommages (Photos : © N. Debenne)

Exemple d'une maison de la commune de Cour-Cheverny, construite en 1998 et achetée par sa propriétaire actuelle en 2010 : les premières fissures se sont développées en 2015 et se sont aggravées durant les six années de sécheresses récurrentes et intenses jusqu'en 2020





### 3. Impacts et conséquences de la sécheresse sur les maisons

- Exemples de maisons fissurées et effets des facteurs de l'environnement proche





## 4. Quel diagnostic RGA ? Quelles solutions existantes ?

## 4. Quel diagnostic RGA ? Quelles solutions existantes ?

- Mieux connaître les risques près de chez soi : Géorisques



Site web Géorisques



Pour en savoir plus

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET DE LA COHESION DES TERRITOIRES

**GÉORISQUES** Géorisques  
Mieux connaître les risques sur le territoire

Contact Paramètres d'affichage

Rechercher

Particulier Collectivité Expert

**Connaître les risques près de chez moi**

Veuillez renseigner votre adresse

Adresse, code postal, nom de commune

Accéder à mes risques

**M'informer sur un risque**  
Comprendre les risques

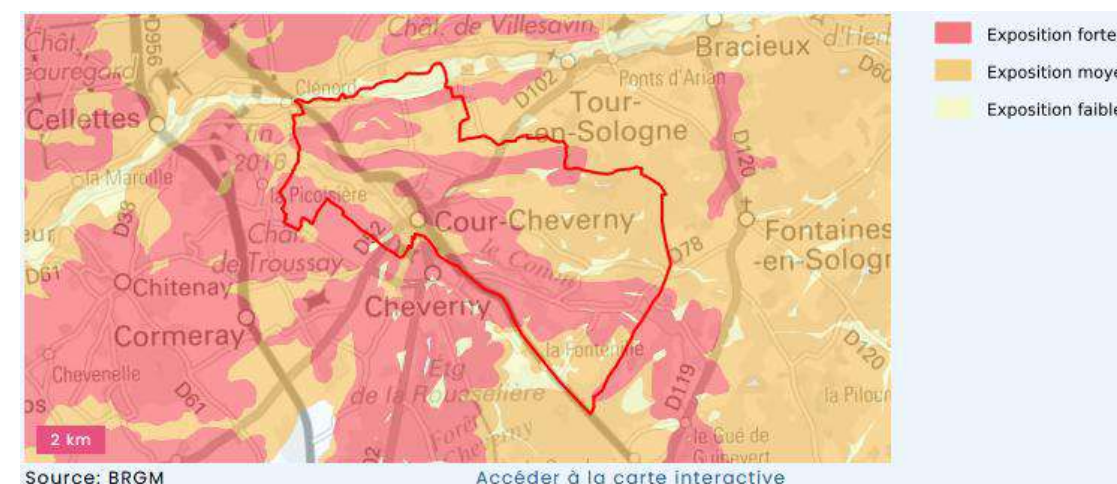
**Me préparer, me protéger**  
Réduire ma vulnérabilité

**Être accompagné**  
Connaître les aides financières et les démarches à effectuer (Information acquéreur-locataire...)



Exposition RGA

Cour-Cheverny



Nombre de maisons individuelles exposées à l'aléa RGA (Nbr total de logements : 1349)

1300

Fort ou moyen

49

Faible

0

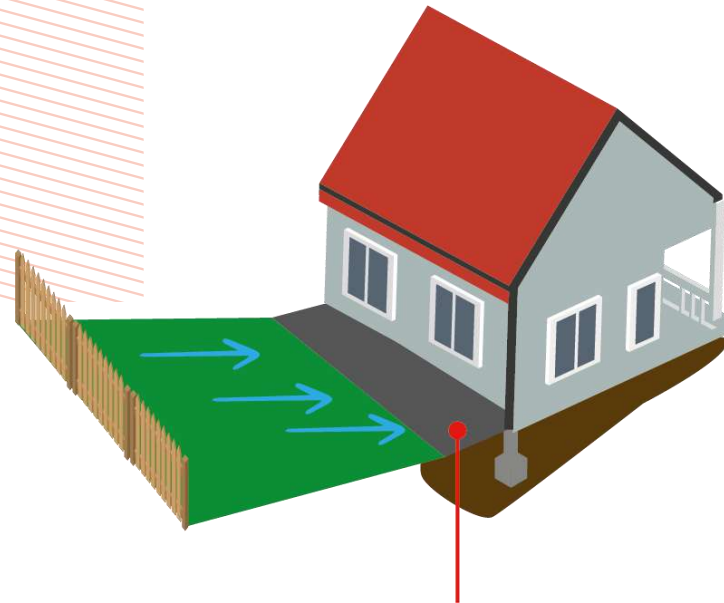
A priori non argileux

Data source : SDES 2021



## 4. Quel diagnostic RGA ? Quelles solutions existantes ?

- Comment réduire la vulnérabilité de sa maison exposée au RGA face à la sécheresse ?

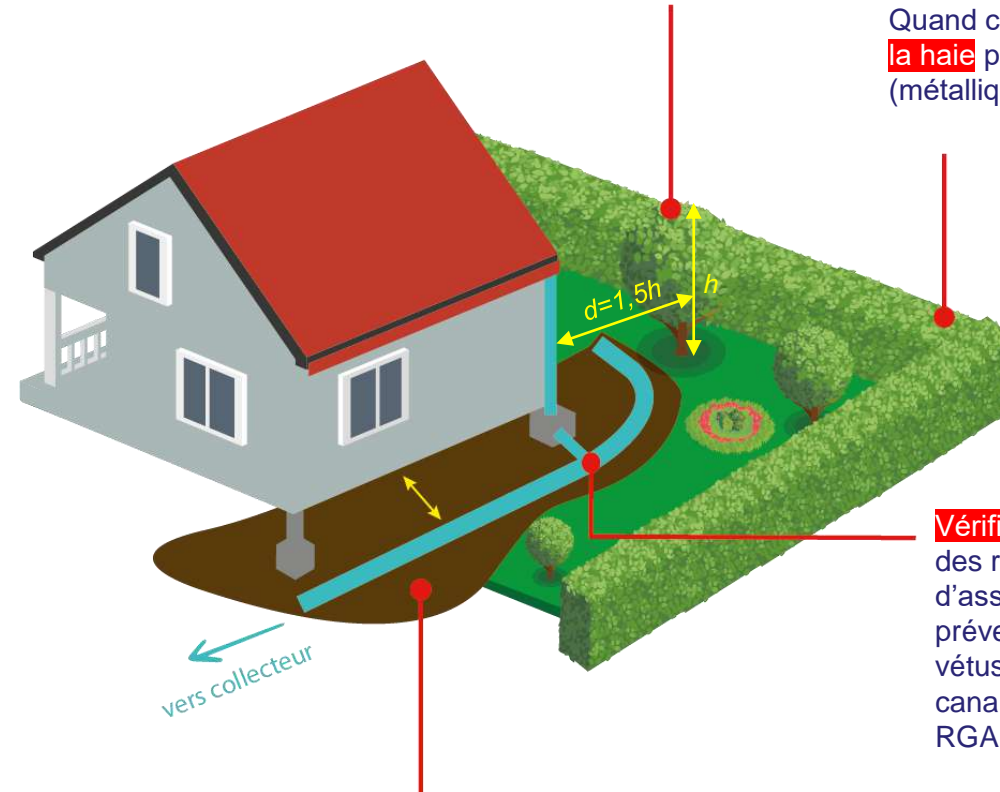


Face à un terrain en pente et un pourtour nu exposé, appliquer les recommandations nécessaires pour l'**étanchéification horizontale périphérique** et de **drainage des eaux adéquat**



Pour en savoir plus

Quand cela est possible, **éloigner toute végétation (arbre, arbuste, haie, etc)** des façades (à titre indicatif, la distance recommandée est  $d = 1,5$  fois la hauteur de la végétation à maturité)



Quand cela est possible, **remplacer la haie** par une clôture non végétale (métallique ou en bois par exemple)

**Vérifier régulièrement l'état** des réseaux d'assainissement pour prévenir les fuites dues à la vétusté ou la fissuration des canalisations enterrées par le RGA

Quand cela est possible, par prévention, **écarter les réseaux enterrés** par rapport aux façades pour éviter, en cas de fuites, l'incidence sur les fondations en attendant la rénovation des canalisations endommagées

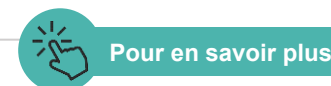
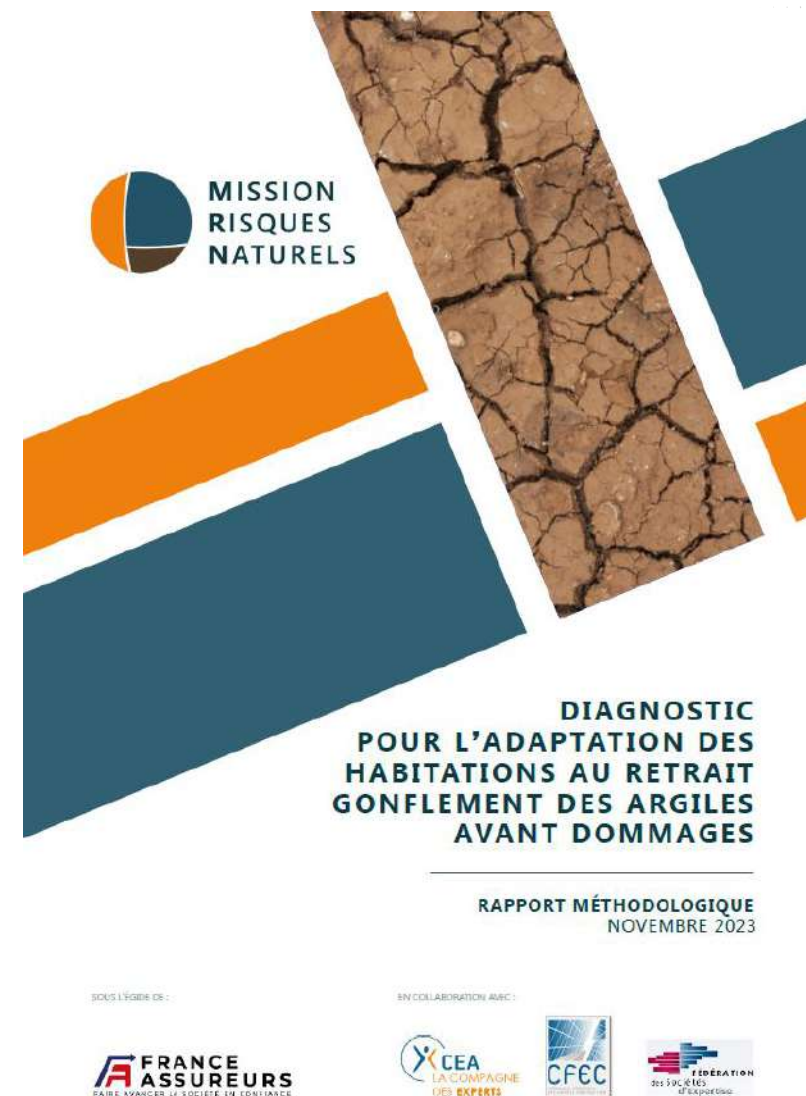


## 4. Quel diagnostic RGA ? Quelles solutions existantes ?

- Exemples de guides de diagnostic RGA

Synthèse des étapes clés de la méthodologie de diagnostic RGA (CEBTP, 1991a)

Étape	Description
N° 1 : Visites d'expert – Enquête et recueil des données	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relevé des désordres apparents</li> <li>Recueil des données sur l'environnement</li> <li>Recueil des données sur le type de structure et les aménagements extérieurs, notamment les niveaux de fondation</li> <li>Recueil des données géotechniques sur les sols de fondation</li> </ul>
N° 2 : Établissement du diagnostic à partir des données précédentes	<ol style="list-style-type: none"> <li>Réponse à la question : « Les désordres constatés sont-ils attribuables à la sécheresse ? »</li> <li>Si oui : Analyse et interprétation des désordres <ul style="list-style-type: none"> <li>Structure, gravité du cas vis-à-vis du niveau des réparations à prévoir</li> <li>Aménagements extérieurs</li> <li>Désordres du second œuvre</li> </ul> </li> </ol>
N° 3 : Étude des solutions	<ol style="list-style-type: none"> <li>Solutions élémentaires relevant de : <ul style="list-style-type: none"> <li>L'environnement</li> <li>La restitution d'un aspect esthétique satisfaisant</li> <li>La réparation de l'ossature et des fondations suivant les cas</li> <li>La remise en état des éléments intérieurs du second œuvre (dallages/cloisons)</li> <li>La réparation des aménagements extérieurs</li> </ul> </li> <li>Synthèse et choix d'une ou plusieurs combinaisons optimales en tenant compte : <ul style="list-style-type: none"> <li>de la compatibilité des solutions élémentaires combinées</li> <li>des risques et effet de retour par regonflement du sol</li> <li>des coûts comparés</li> </ul> </li> <li>Établissement de recommandations associées aux conditions de réalisation, à l'optimisation de la période de réalisation, à l'ordre des phases d'exécution</li> </ol>



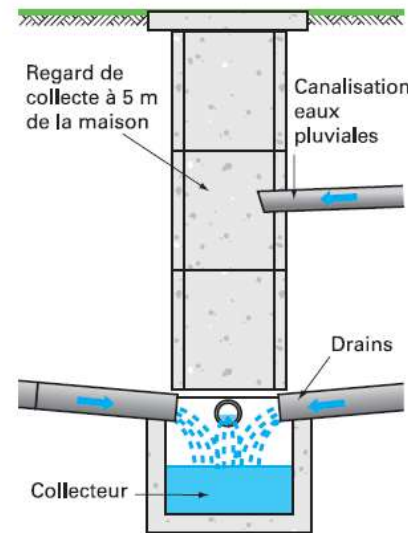
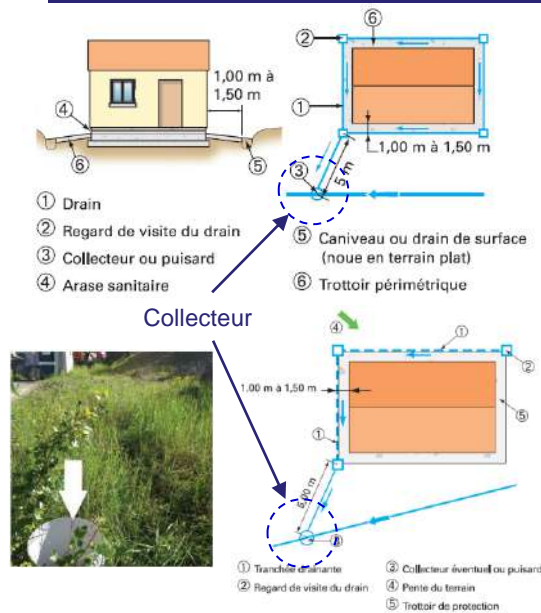
## 4. Quel diagnostic RGA ? Quelles solutions existantes ?

- Agir sur l'environnement proche de l'habitation : étanchéification horizontale par trottoir en béton avec système de drainage

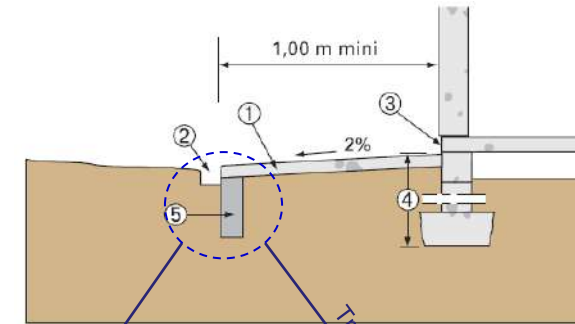
### Trottoir et drainage périphériques



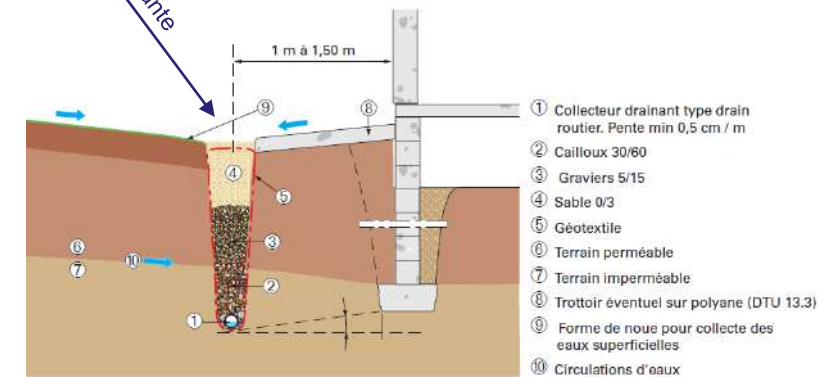
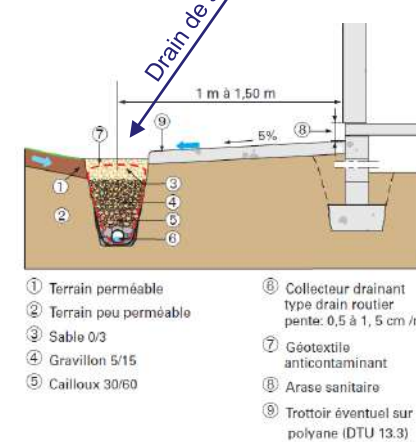
### Collecteur commun des eaux de drainage



### Trottoir périphérique en béton avec caniveau



- 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



Béchade (2014)





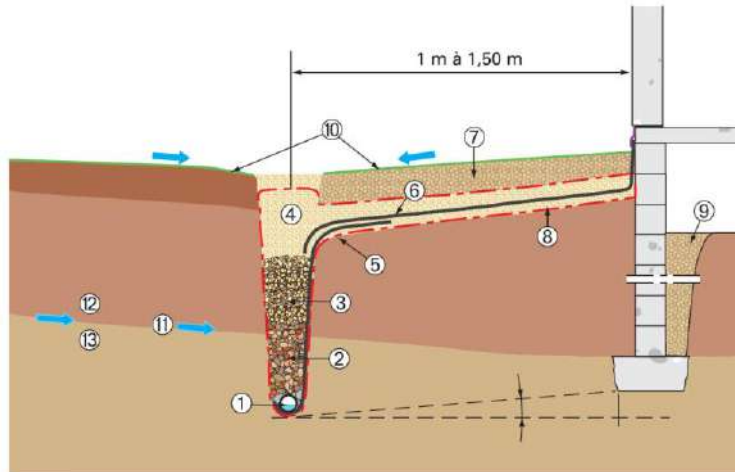
## 4. Quel diagnostic RGA ? Quelles solutions existantes ?

- Agir sur l'environnement proche de l'habitation : étanchéification horizontale par géomembrane avec système de drainage

Pose de la géomembrane périphérique



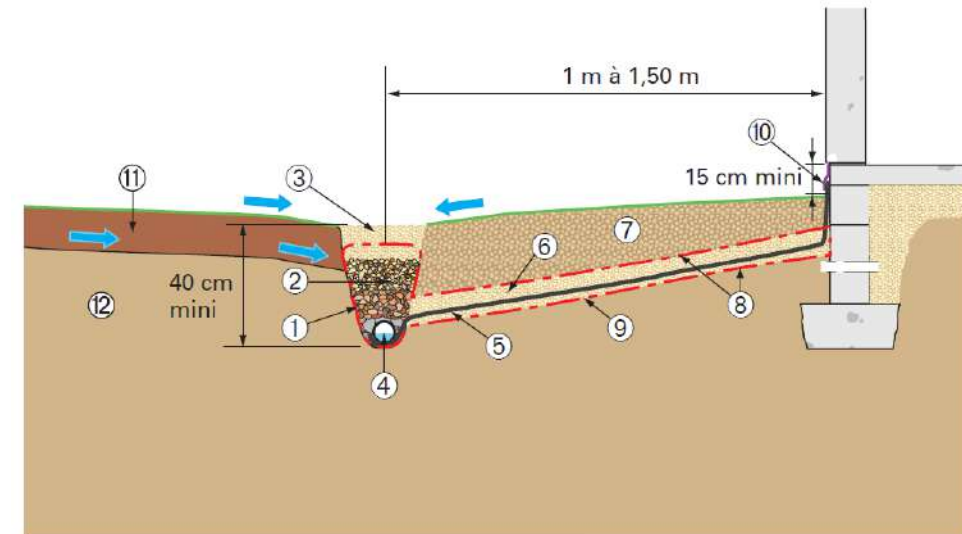
Géomembrane avec une tranchée drainante



- ① Cailloux 30/60
- ② Gravier 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

Béchade (2014)

Géomembrane avec un drain de surface



- ① Cailloux 30/60
- ② Gravier 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

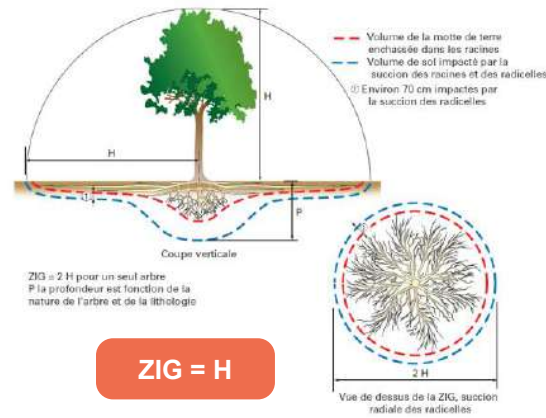


Pour en savoir plus

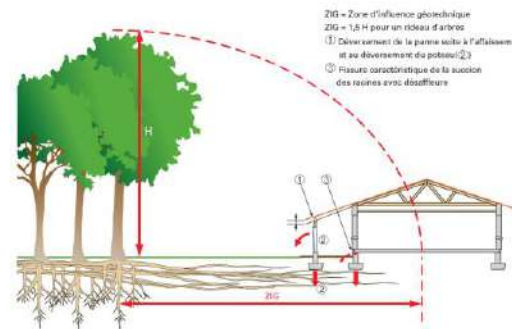
## 4. Quel diagnostic RGA ? Quelles solutions existantes ?

- Agir sur l'environnement proche de l'habitation : gestion de la végétation

### Zone d'influence géotechnique (ZIG) des arbres



**ZIG = H**

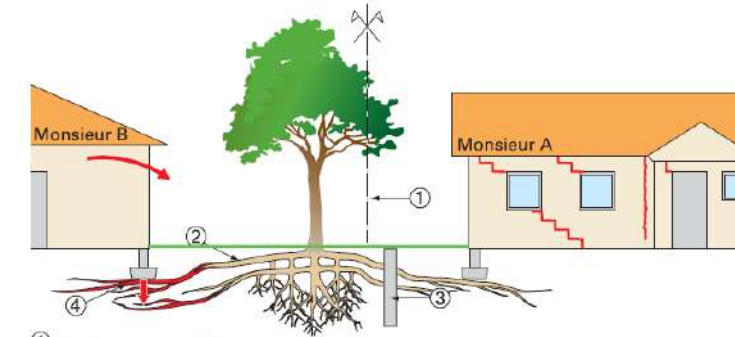
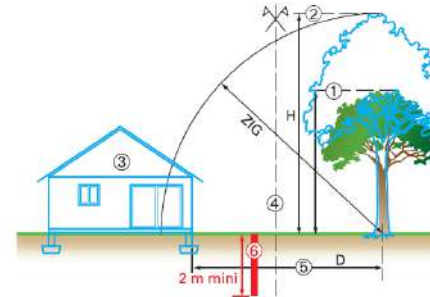


Béchade (2014)



Pour en savoir plus

### Techniques d'implantation des écrans anti-racines



Voile polyester. La coupure capillaire est protégée par deux films plastiques alvéolés



Écran en béton classique (tranchée de 30 cm coulée en béton pleine fouille)



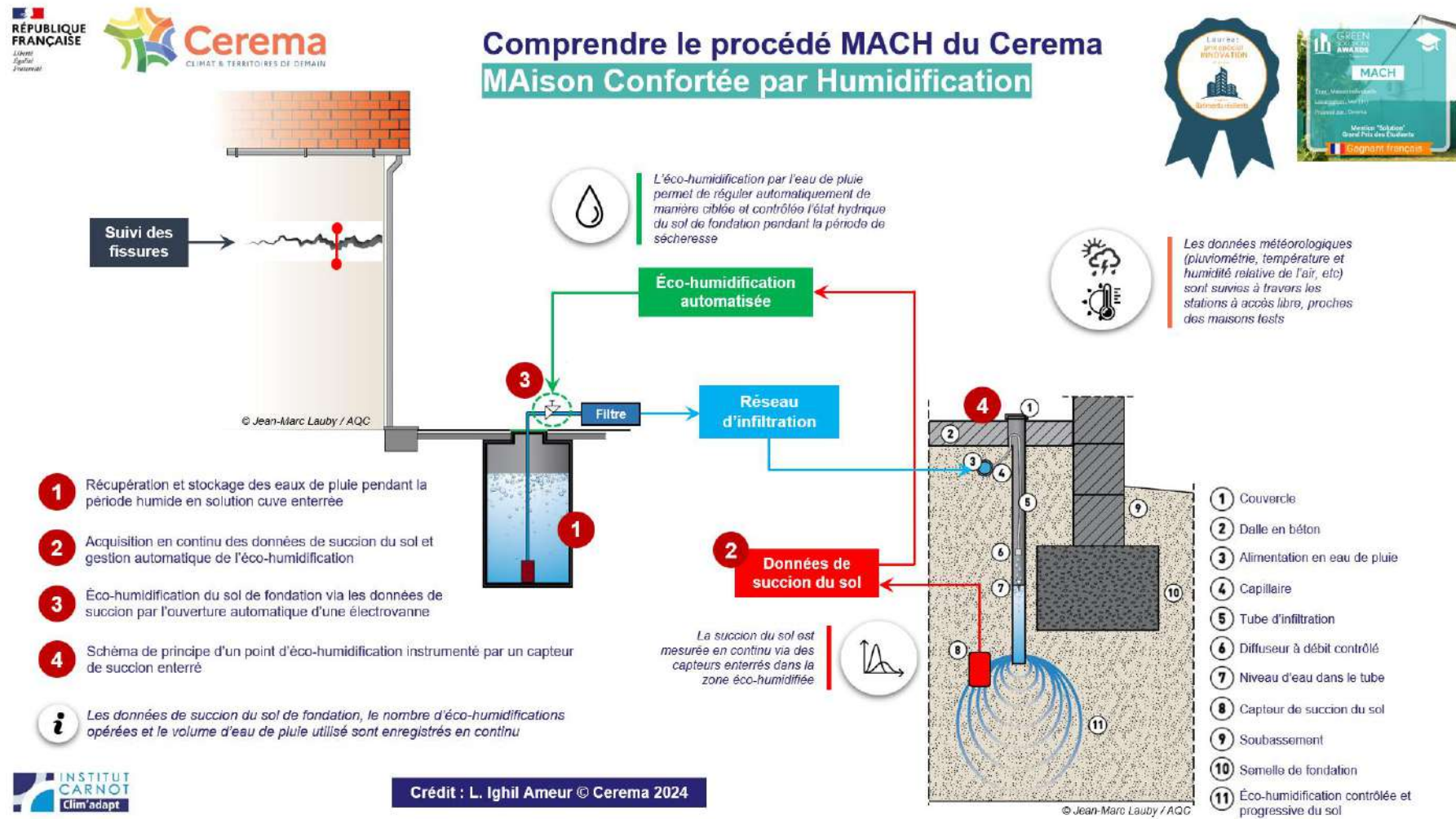
Écran métallique placé à une distance minimale de 4 m de l'arbre



# 5. Solutions en développement

## 5. Solutions en développement

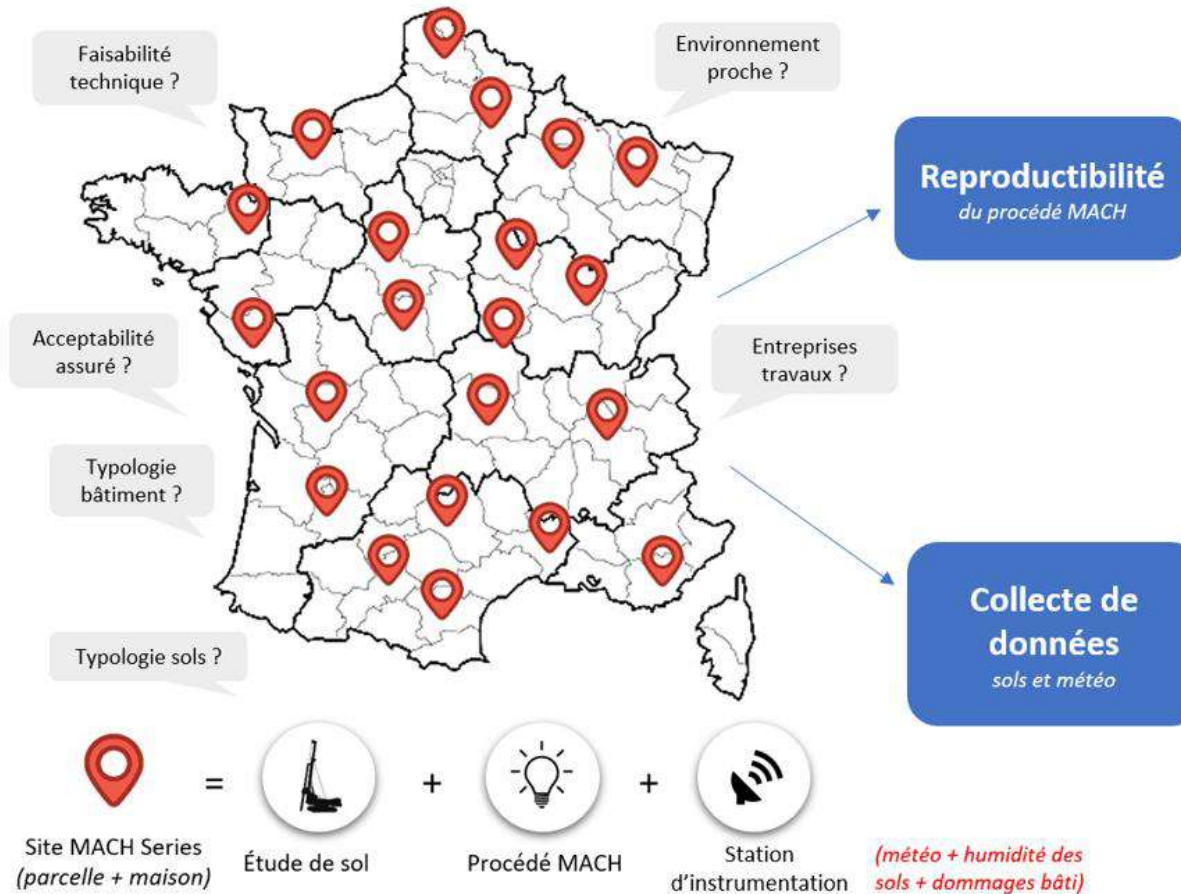
- Réhydratation des sols argileux par le procédé MACH du Cerema





## 5. Solutions en développement

- MACH Series : partenariat avec Covéa



Projet MACH Series\*  
(2023 – 2026)



\*Fait partie du projet « Initiative Sécheresse » de MRN, CCR et France Assureurs

### Objectifs :

- Vérifier la reproductibilité du procédé MACH quelque soit la configuration du site (bâtiment, environnement proche, nature du sol, etc)
- Collecter les données sols et météo et interaction avec le bâti pour alimenter la base de donnée permettant de développer la solution MACH+



Première maison MACH Series équipée en 2024 près de Poitiers (86)

## 5. Solutions en développement

- Montage de deux programmes de recherche AAP France 2030 piloté par ADEME (février 2023 – juin 2024)

**SEHSAR** : *Surveillance Etendue du niveau d'Humidité des Sols argileux pour l'Adaptation et la Résilience du bâti face au changement climatique*

**Objectif** : porté par le Cerema en partenariat avec le BRGM (2024 – 2029), l'objectif est de développer un outil de veille et d'anticipation du niveau de la sécheresse des sols argileux en France



**SAFE RGA** : *Solutions innovantes d'Adaptation du bâti exposé à la sécheresse Face à l'Expansion du phénomène de RGA*

**Objectif** : porté par le Cerema dans le cadre d'un consortium composé avec l'AQC, CEAD, Fondasol et Université d'Orléans (2024 – 2029), l'objectif est de développer de nouvelles solutions innovantes pour l'adaptation et la prévention RGA



**Lauréat**

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Financé par



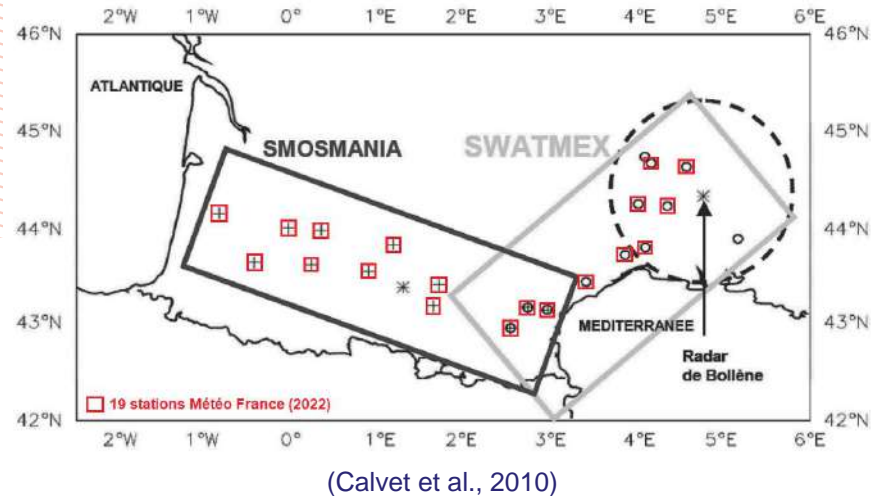
Pour en savoir plus : <https://www.cerema.fr/fr/actualites/deux-projets-construire-solutions-face-au-retrait-gonflement>



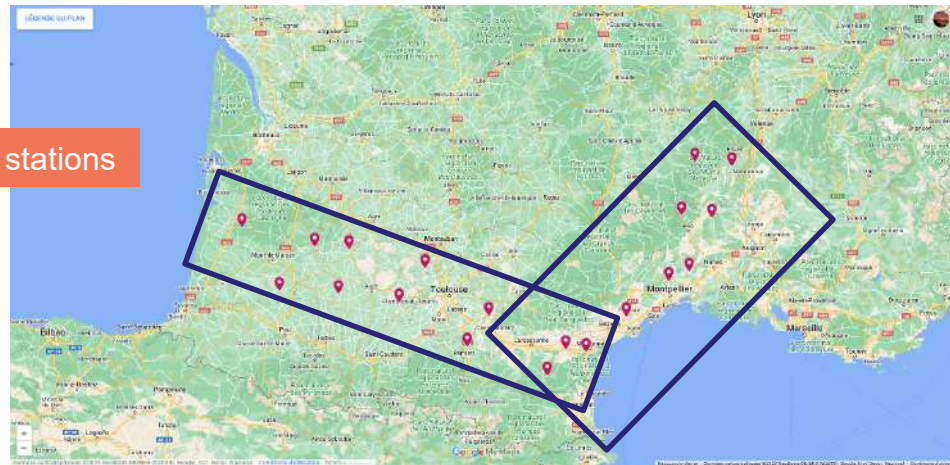
## 5. Solutions en développement

- Projet SEHSAR

### Etat actuel de la mesure de l'humidité des sols en France

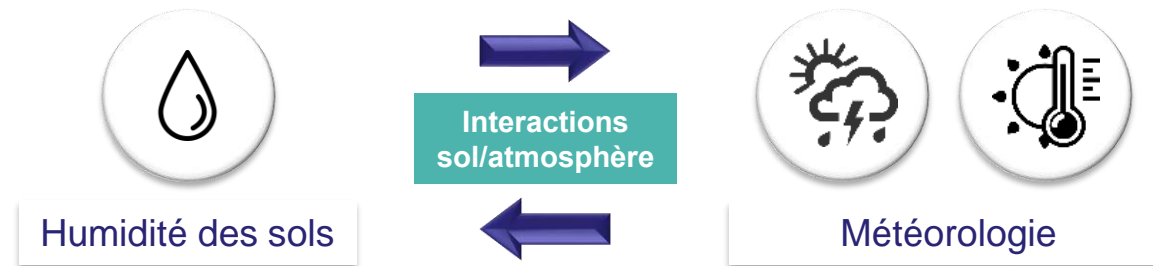


19 stations



### Objectifs

- Étendre la mesure **in situ** de l'évolution de l'humidité des sols argileux dans le contexte du changement climatique
- SEHSAR** → **Coupler** données du sol et données météorologiques pour mieux adapter le bâti et prévenir la sécheresse des sols

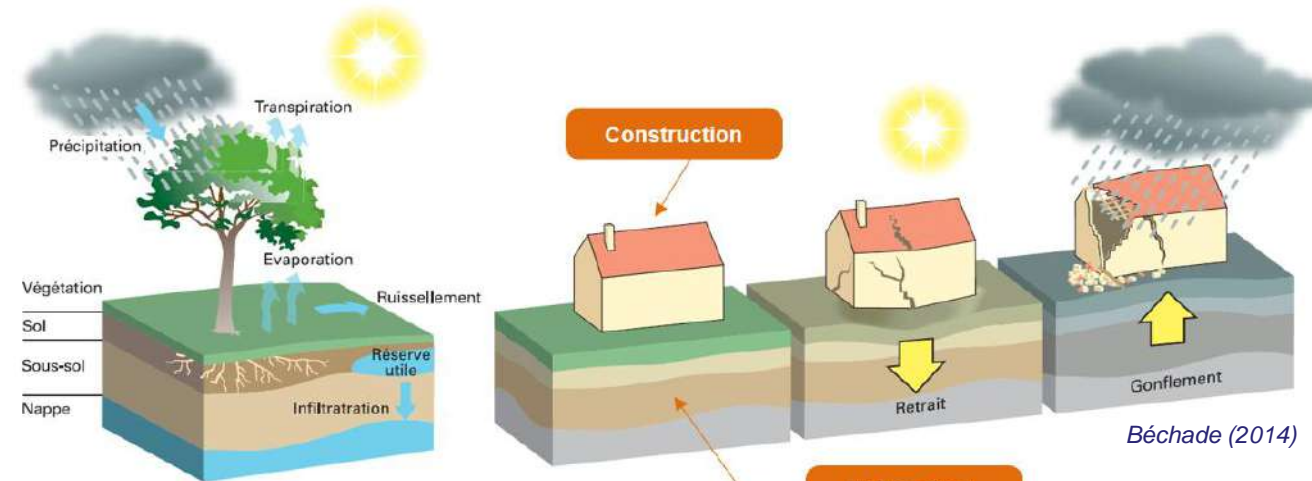


### Applications

- Météo France : mieux documenter l'indice d'humidité des sols utilisé comme critère pour la reconnaissance Cat-Nat
- Agriculteurs : mieux anticiper et gérer les besoins en eau des sols
- Services de secours : mieux anticiper les feux de forêt

## 5. Solutions en développement

- Projet SAFE RGA



Expérimenter sur une vingtaine de maisons en zone argileuse des solutions constructives (imperméabilisation périphérique, drains et descentes EP déportés, éloignement des arbres) et suivi de leur efficacité par des mesures (humidité des sols...)

Lot 4

Sol argileux

Stabilisation physico-chimique du sol argileux par ajout de sable et de sel

Lot 2

Stabilisation chimique du sol argileux par ajout de lait de chaux

Lot 3



**Merci pour votre attention**

[www.cerema.fr](http://www.cerema.fr)

