

SOLSCOPE 2023

SÉANCE : TRANSITIONS ET PERSPECTIVES
LE POINT DE VUE DES JEUNES PROFESSIONNELS

**Impacts du changement climatique sur le bâti exposé au phénomène
de RGA et les solutions d'adaptation en développement**

Lamine IGHIL AMEUR

Plan de présentation

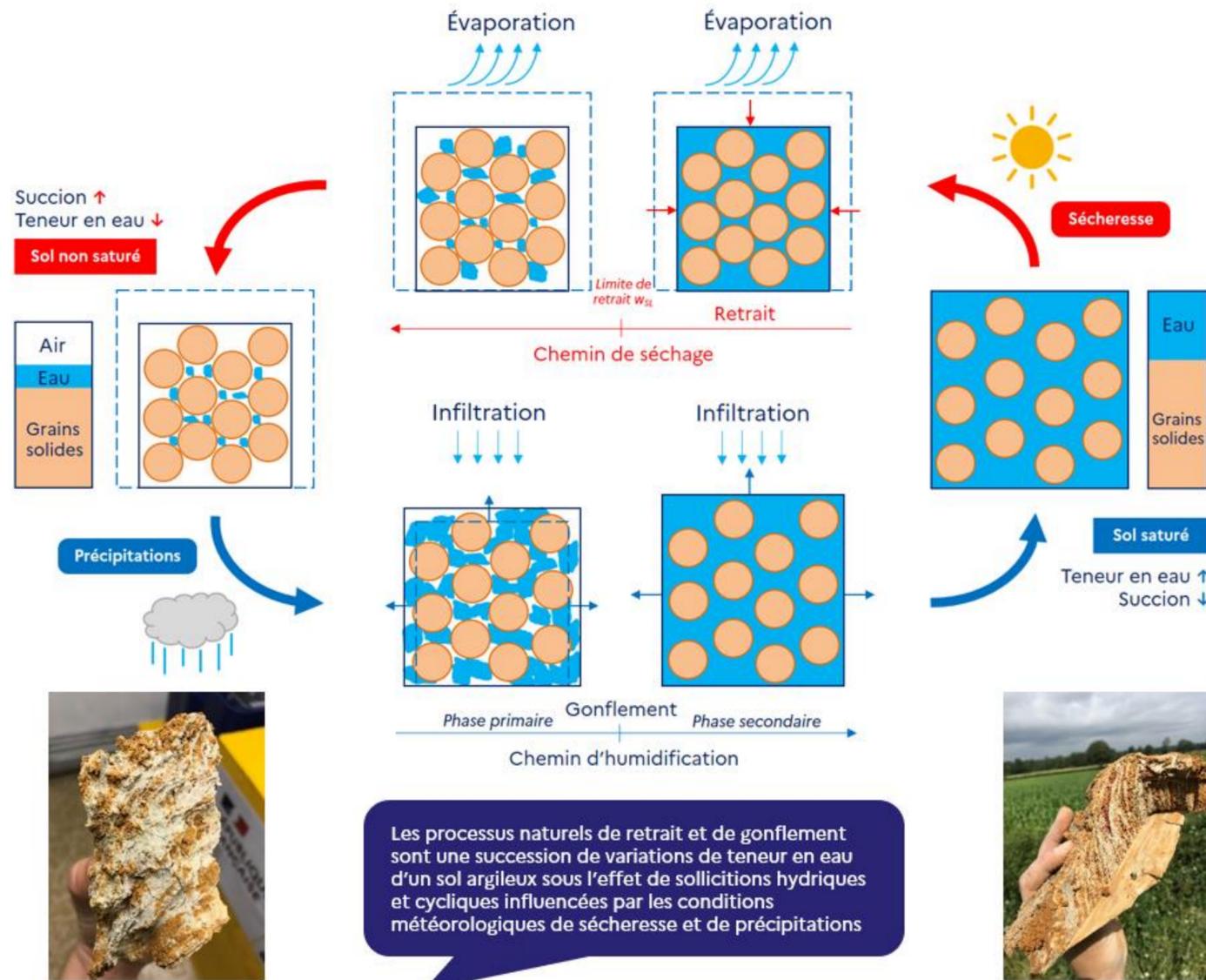


- Introduction au phénomène de RGA et ses conséquences
- Chiffres de l'exposition au RGA en France
- Impacts de la sécheresse sur les maisons et les routes
- Nouvelles solutions d'adaptation au changement climatique
- Conclusions et perspectives

1. Introduction au phénomène de RGA et ses conséquences

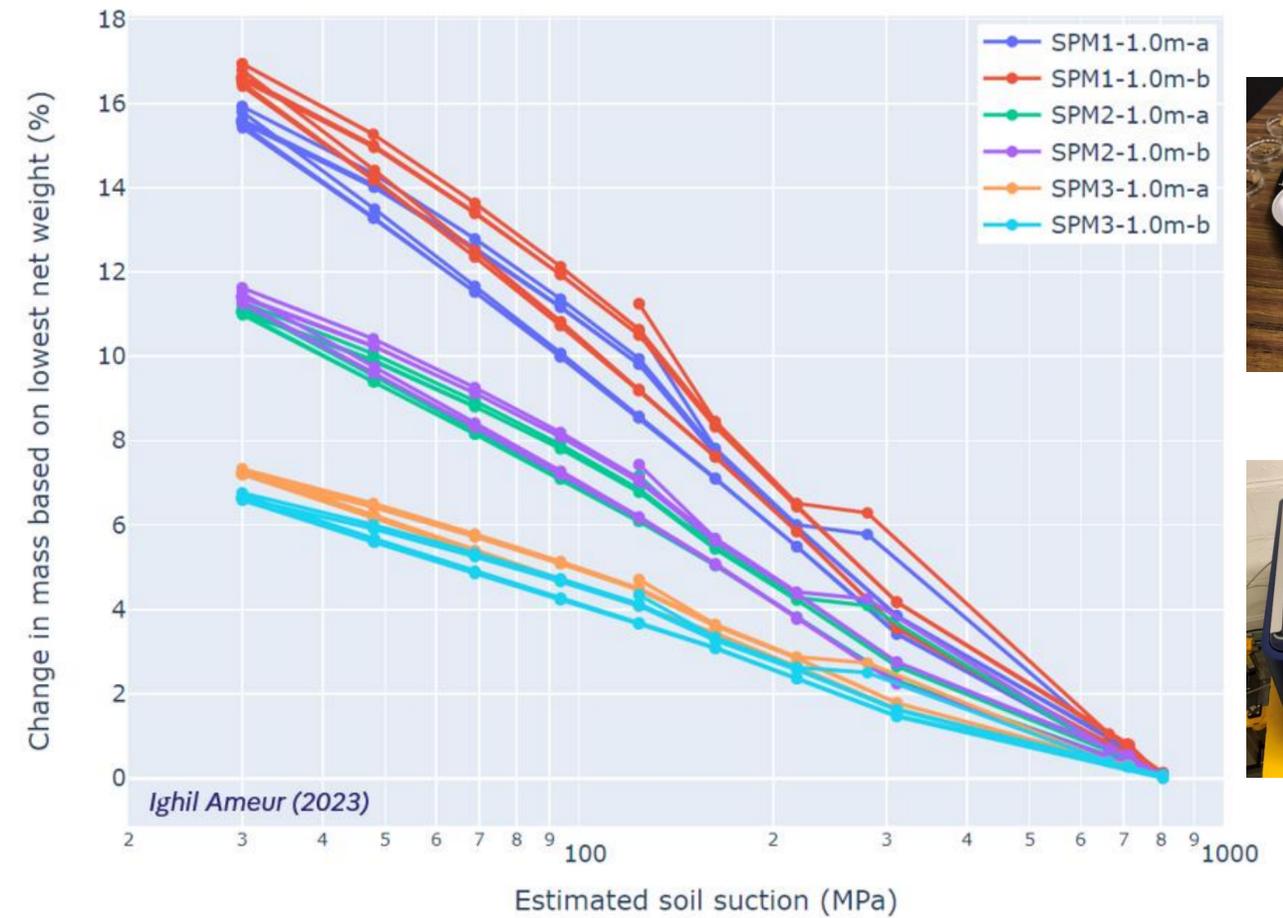
➤ Évolution du RGA sous l'effet du changement climatique

Dérèglement des cycles de séchage-humidification (élément idéalisé d'un sol)



Essais labo

Courbe de variations de la masse du sol en fonction de la succion estimée



Fredlund and Rahardjo (1993):
$$s = -\frac{\rho_w RT}{M_w} \ln\left(\frac{HR\%}{100}\right)$$



Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN



Impacts du changement climatique sur le bâti exposé au phénomène de RGA et les solutions d'adaptation en développement

Lamine IGHIL AMEUR

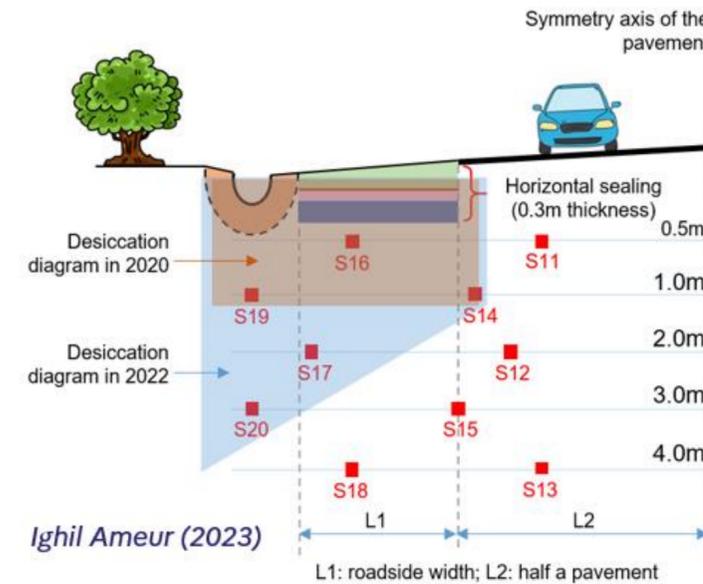
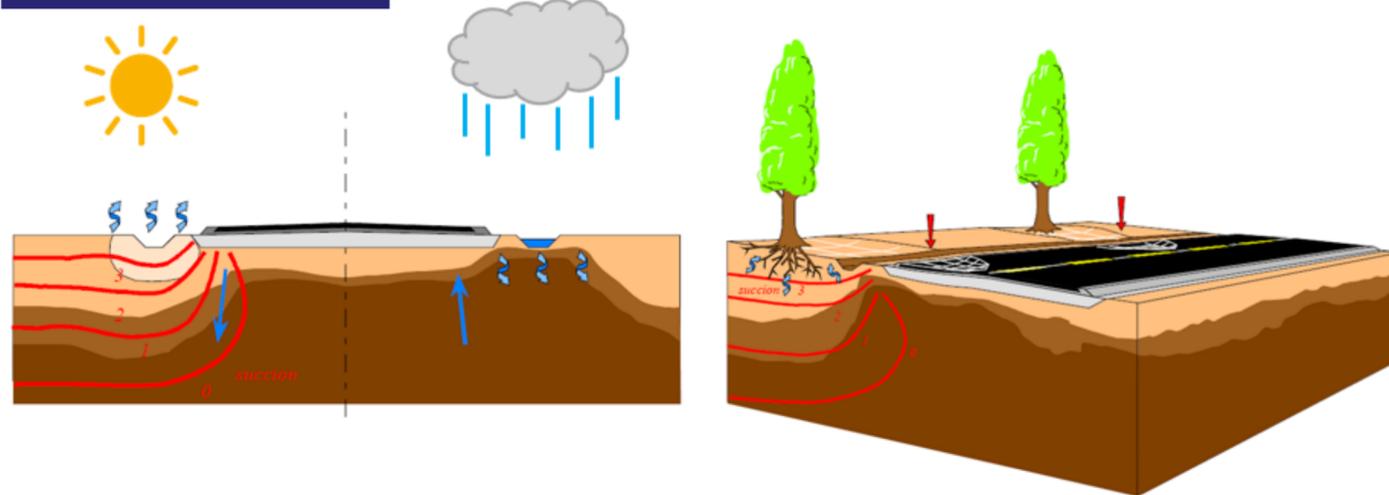


1. Introduction au phénomène de RGA et ses conséquences



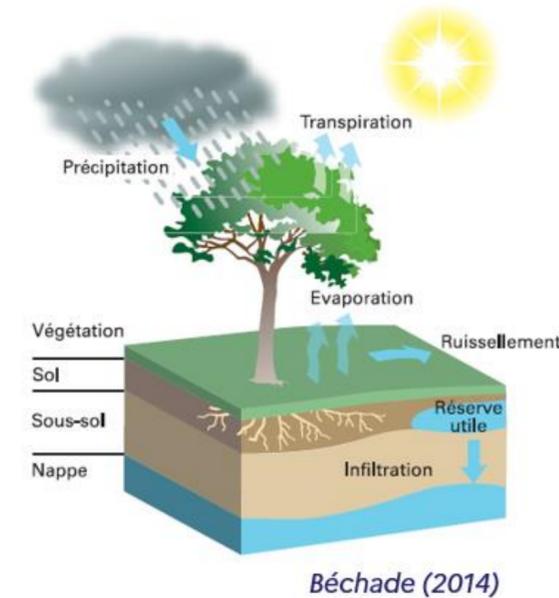
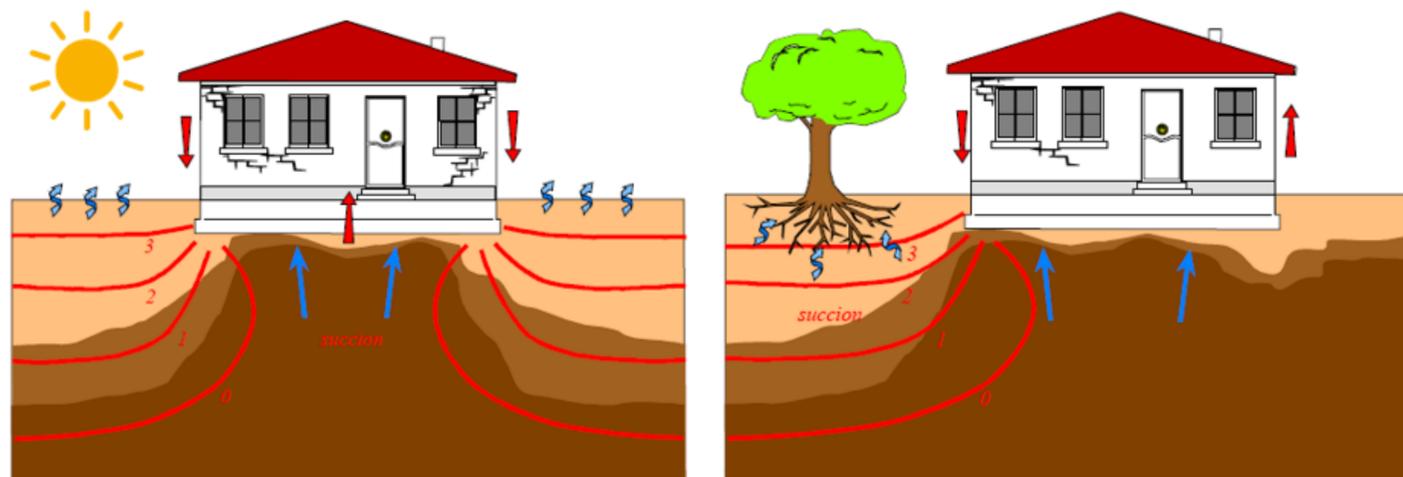
➤ Impacts du RGA sur les structures (routes et maisons) et effets de l'environnement proche

Impacts sur les routes



Impacts sur les maisons

Reiffsteck (1999)



Cerema

CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN



Impacts du changement climatique sur le bâti exposé au phénomène de RGA et les solutions d'adaptation en développement

Lamine IGHIL AMEUR

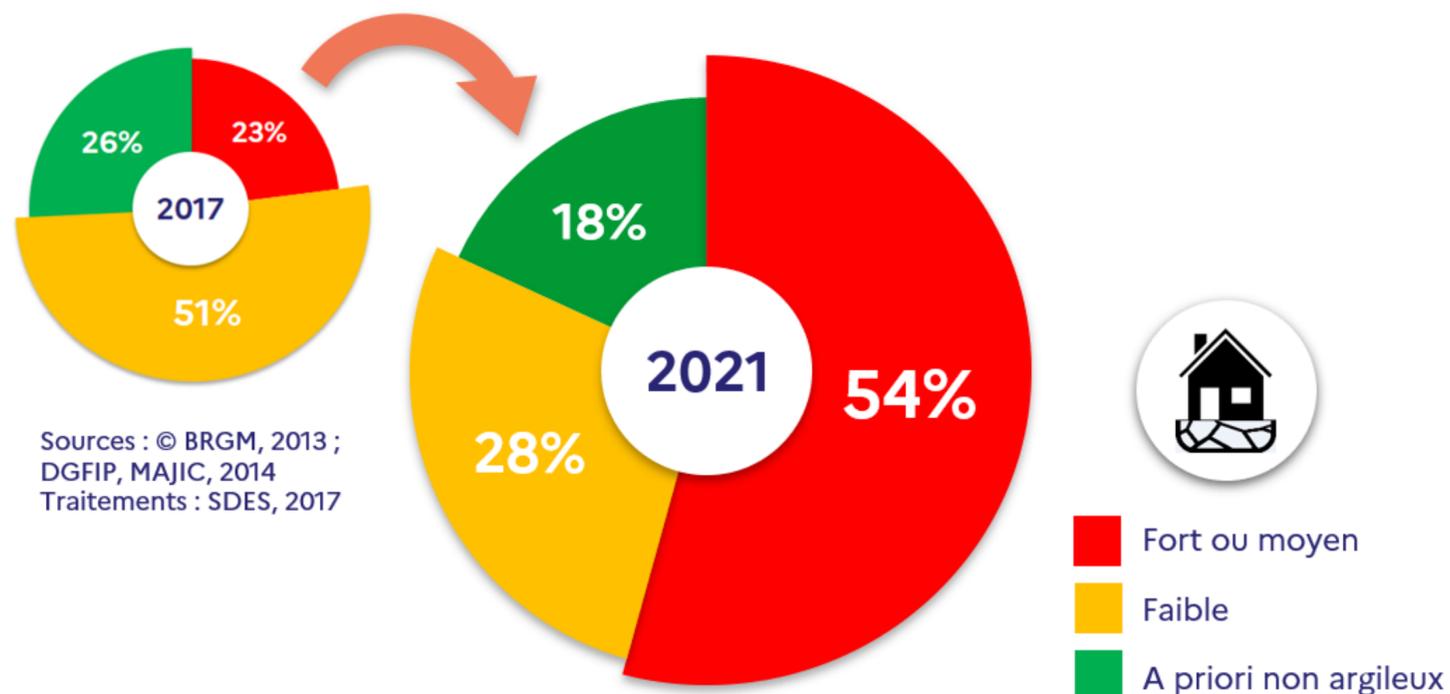


2. Chiffres de l'exposition au RGA en France



➤ Extension de l'exposition du bâti au phénomène de RGA en France

Nombre de maisons individuelles exposées à l'aléa RGA en France (en %)



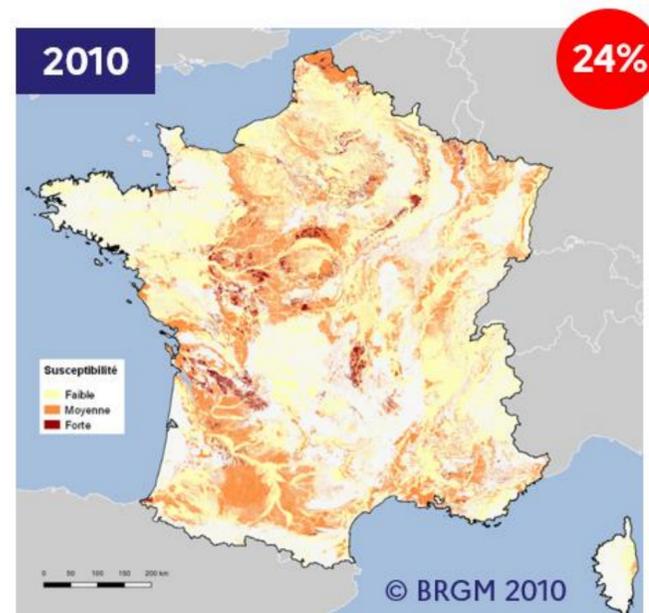
Sources : © BRGM, 2013 ;
DGFI, MAJIC, 2014
Traitements : SDES, 2017

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

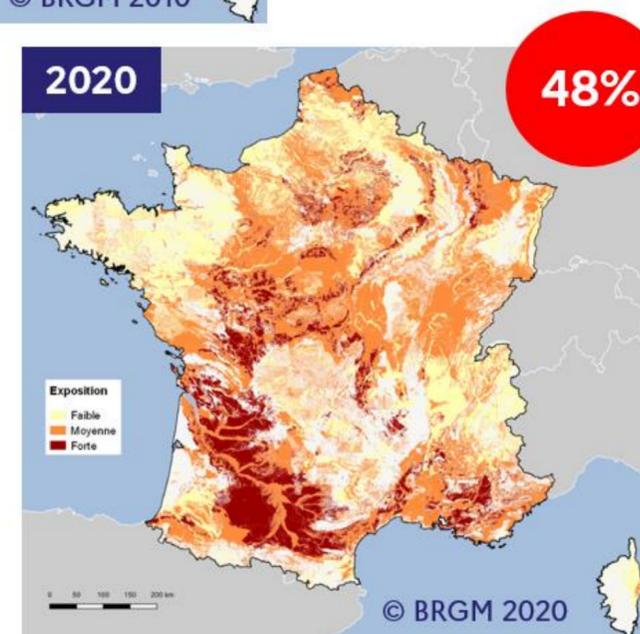
- Fort ou moyen
- Faible
- A priori non argileux

Par ailleurs, dans l'avis enregistré par le Sénat le 12 octobre 2021, sur la proposition de loi visant à réformer le régime d'indemnisation des catastrophes naturelles (<http://www.senat.fr/rap/a21-045/a21-0450.html>), de nouveaux chiffres de la CCR ont été cités sur l'exposition RGA en France, à savoir désormais 18,9 millions de maisons concernées :

- 12,8 millions (contre 10,4 en 2021 et 4,3 en 2017) de maisons sont **fortement ou moyennement exposées**
- 6,1 millions de maisons sont **faiblement exposées**



Part des sols métropolitains exposés moyennement ou fortement au RGA en France



Depuis 2021, plus de 10,4 millions de maisons (54%) sont très vulnérables au phénomène de RGA en France



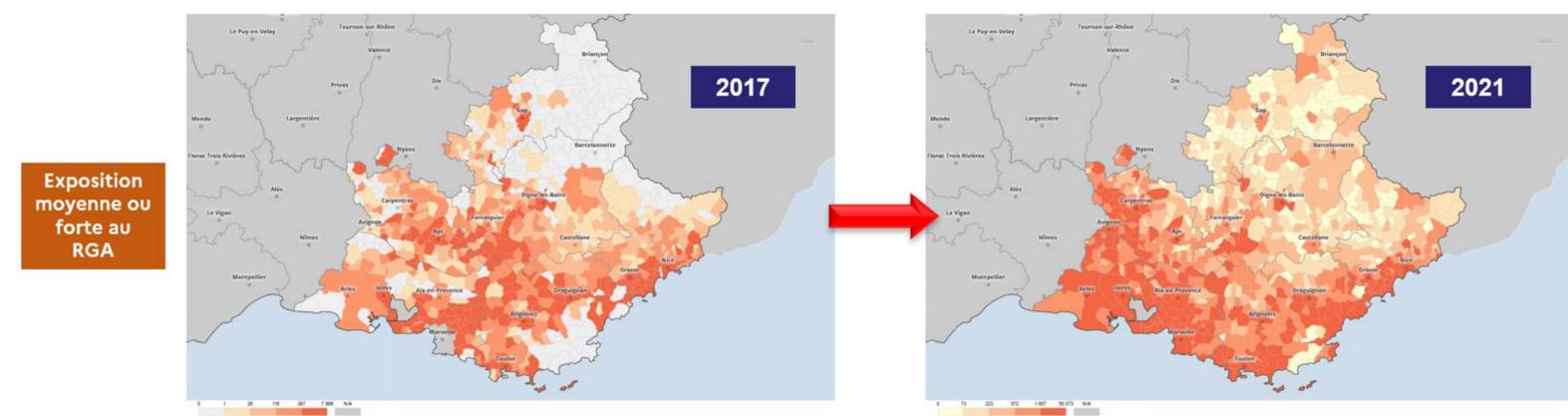
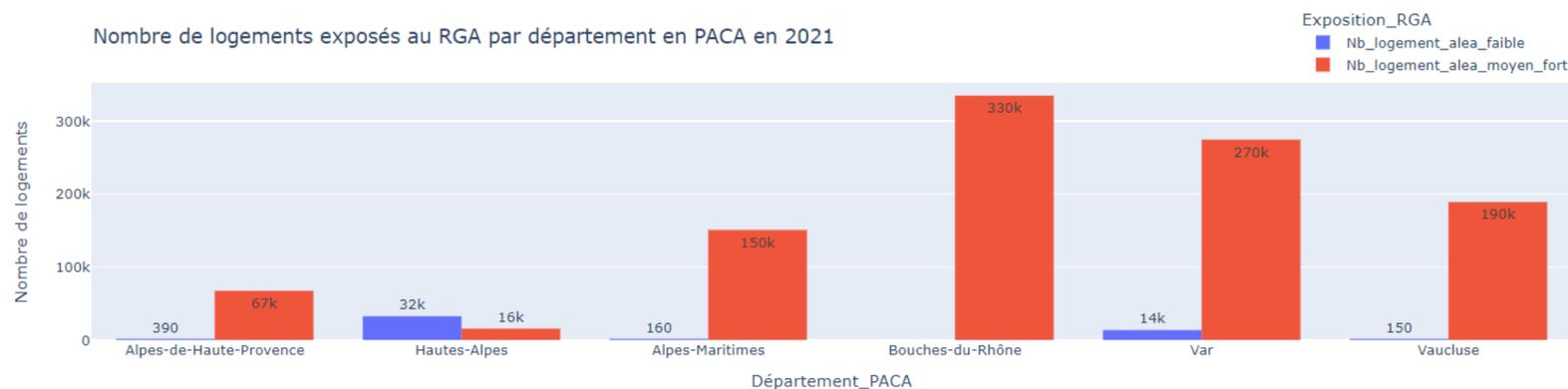
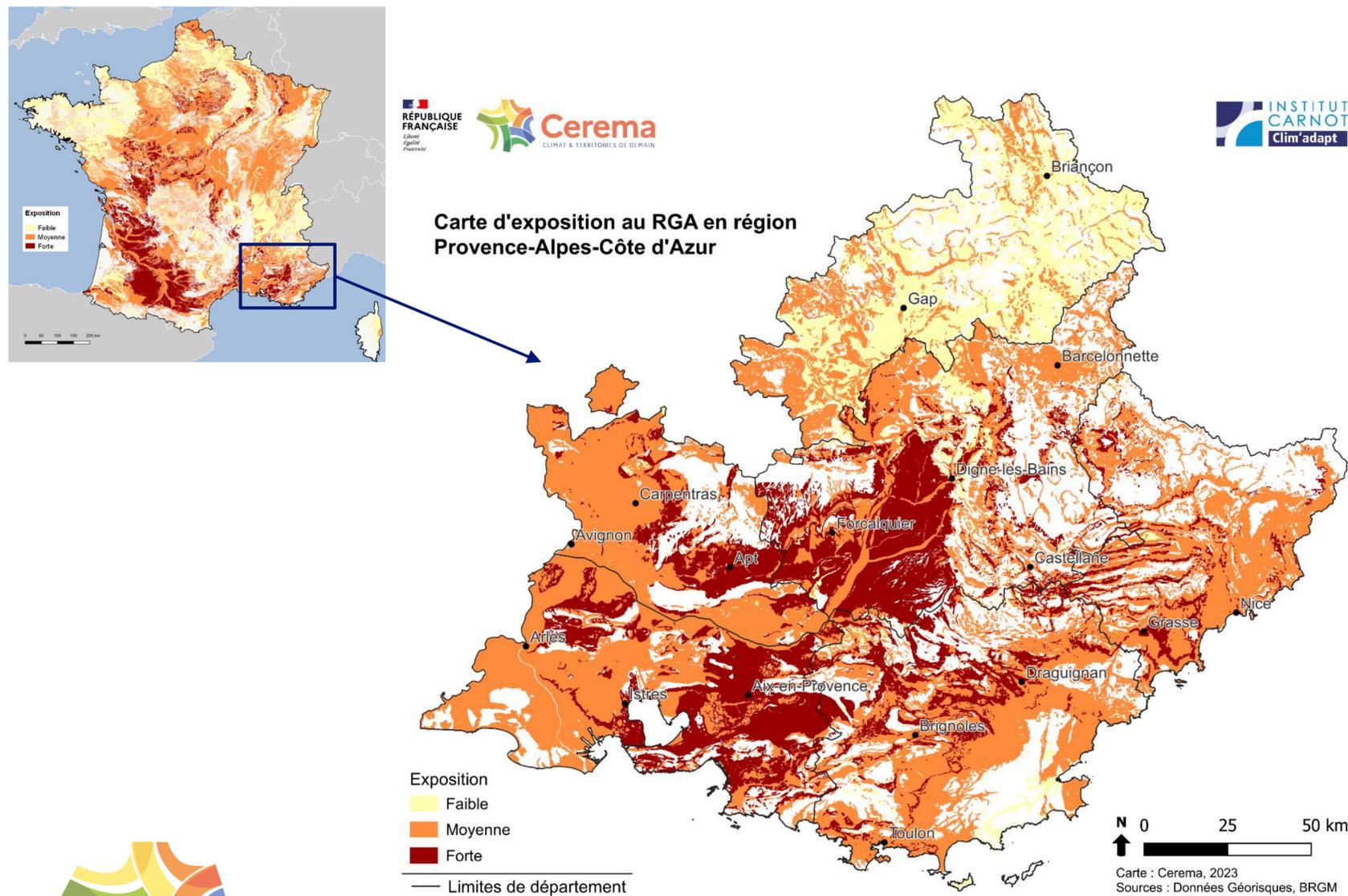
Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN



2. Chiffres de l'exposition au RGA en France



➤ Extension de l'exposition du bâti au phénomène de RGA en région PACA



Impacts du changement climatique sur le bâti exposé au phénomène de RGA et les solutions d'adaptation en développement

Lamine IGHIL AMEUR

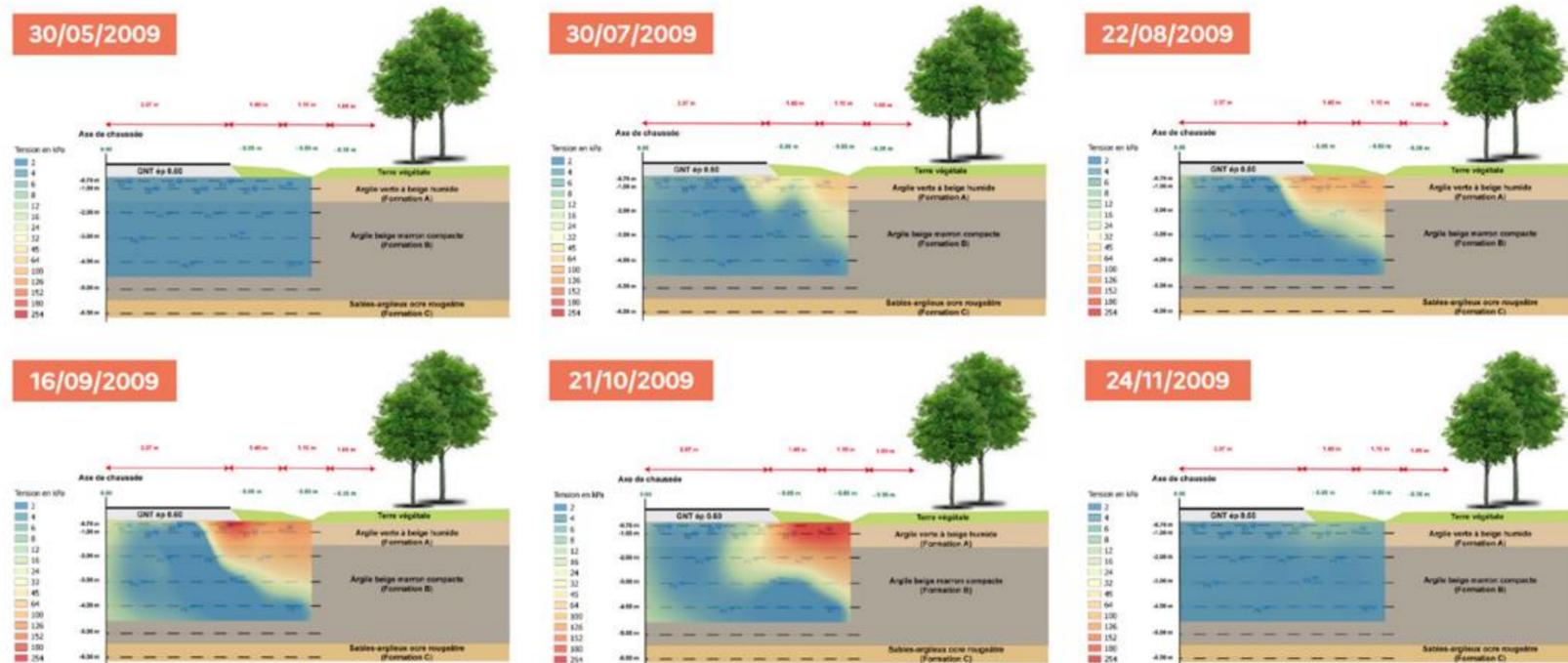


3. Impacts de la sécheresse sur les maisons et les routes



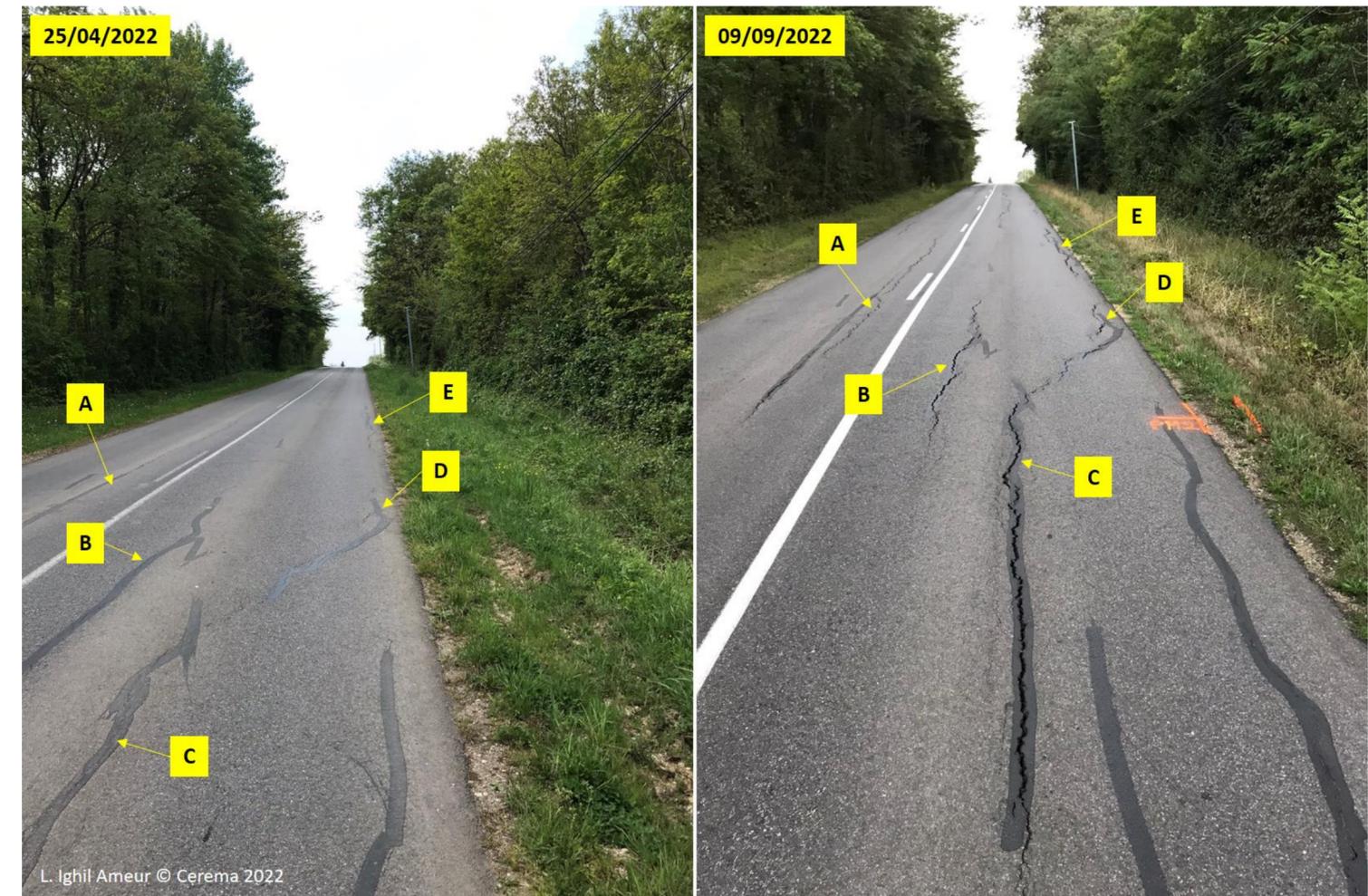
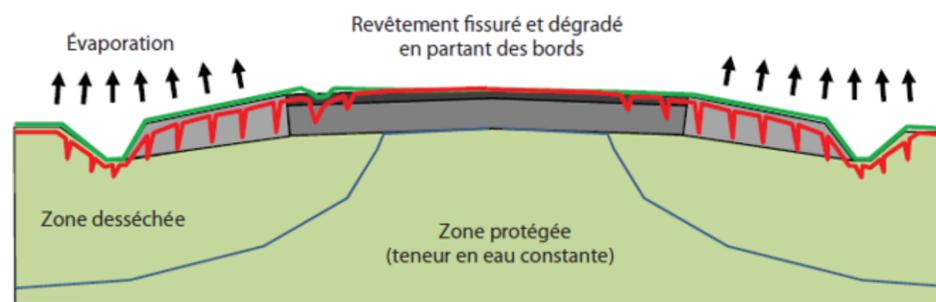
➤ Comment les routes exposées au RGA se fissurent par la sécheresse ?

Cartographies de la succion du sol mesurée in situ sous une demi chaussée et son accotement entre le 30/05 et le 24/11/2009



© Cerema

Mécanismes de dégradation d'une chaussée exposée à la sécheresse (Magnan, 2013)



L. Ighil Ameur © Cerema 2022



Cerema

CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN



Impacts du changement climatique sur le bâti exposé au phénomène de RGA et les solutions d'adaptation en développement

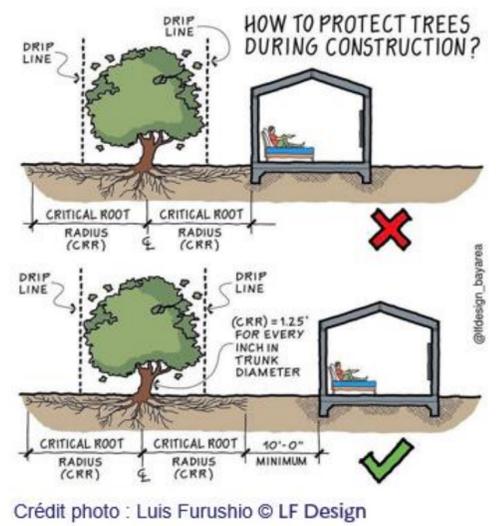
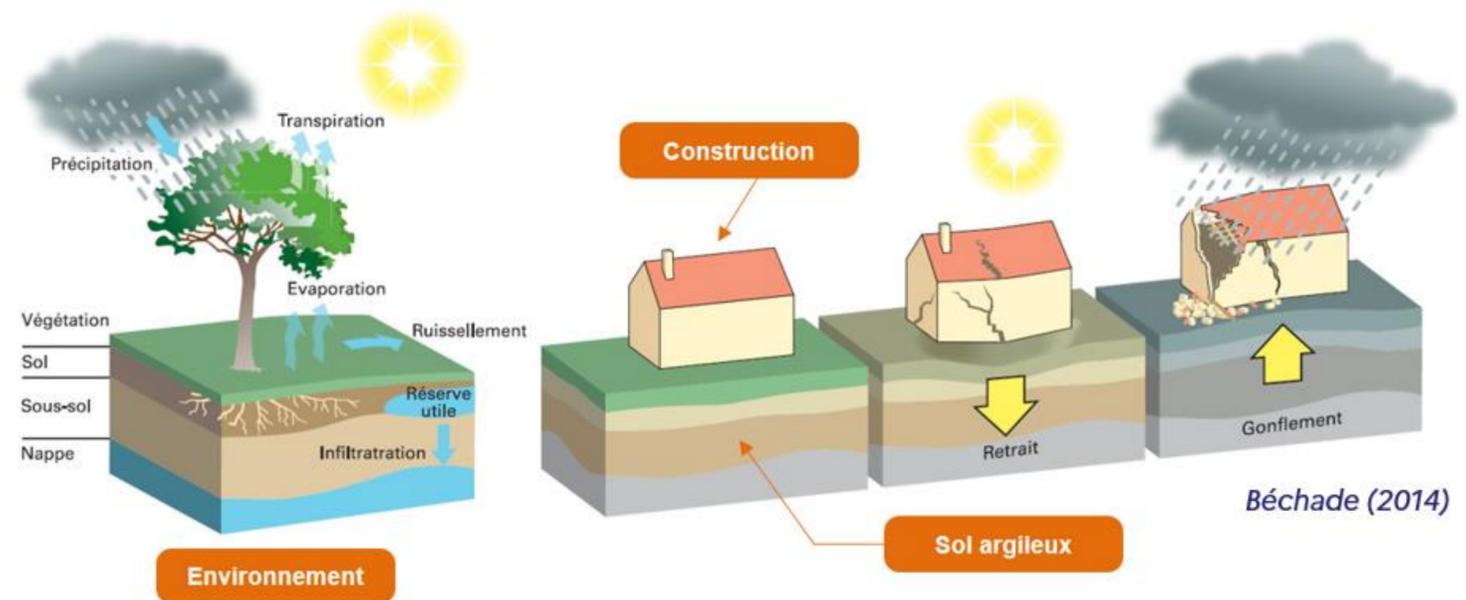
Lamine IGHIL AMEUR



3. Impacts de la sécheresse sur les maisons et les routes



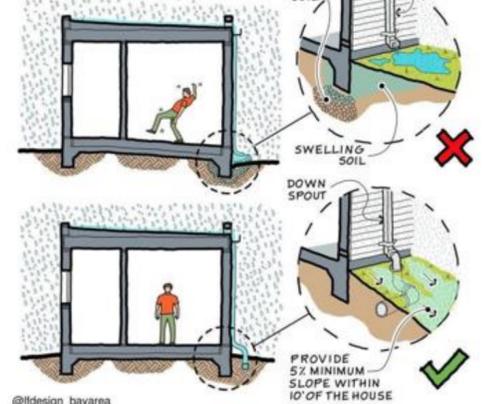
- Importance de l'environnement proche pour identifier les effets de la sécheresse sur les maisons



Influence de la végétation

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

HOW TO PREVENT YOUR FOUNDATION FROM SINKING??



Influence de la gestion des eaux

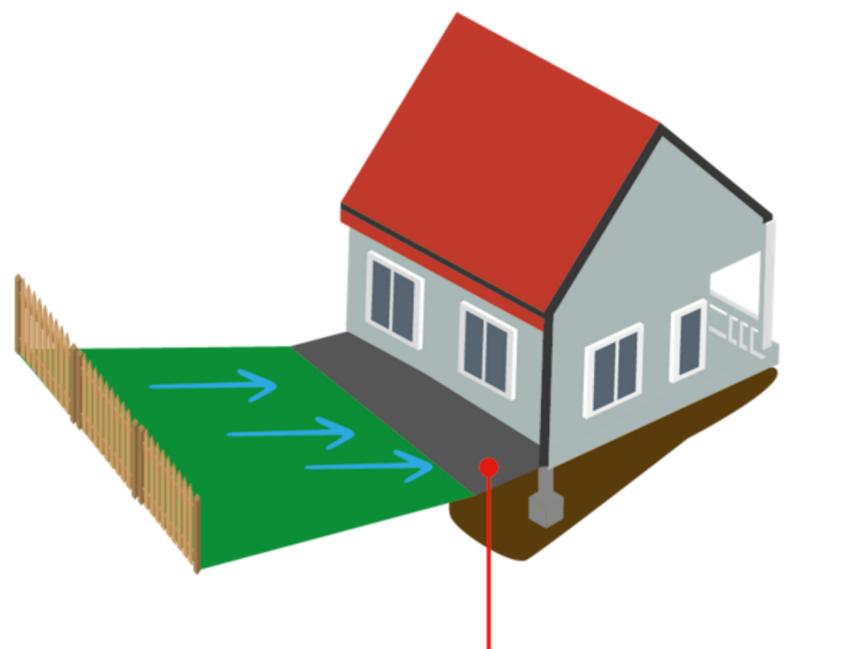
La gestion des eaux autour de la construction doit être aux normes et fiable pour éviter l'infiltration indésirable pouvant provoquer l'affaissement des fondations



3. Impacts de la sécheresse sur les maisons et les routes

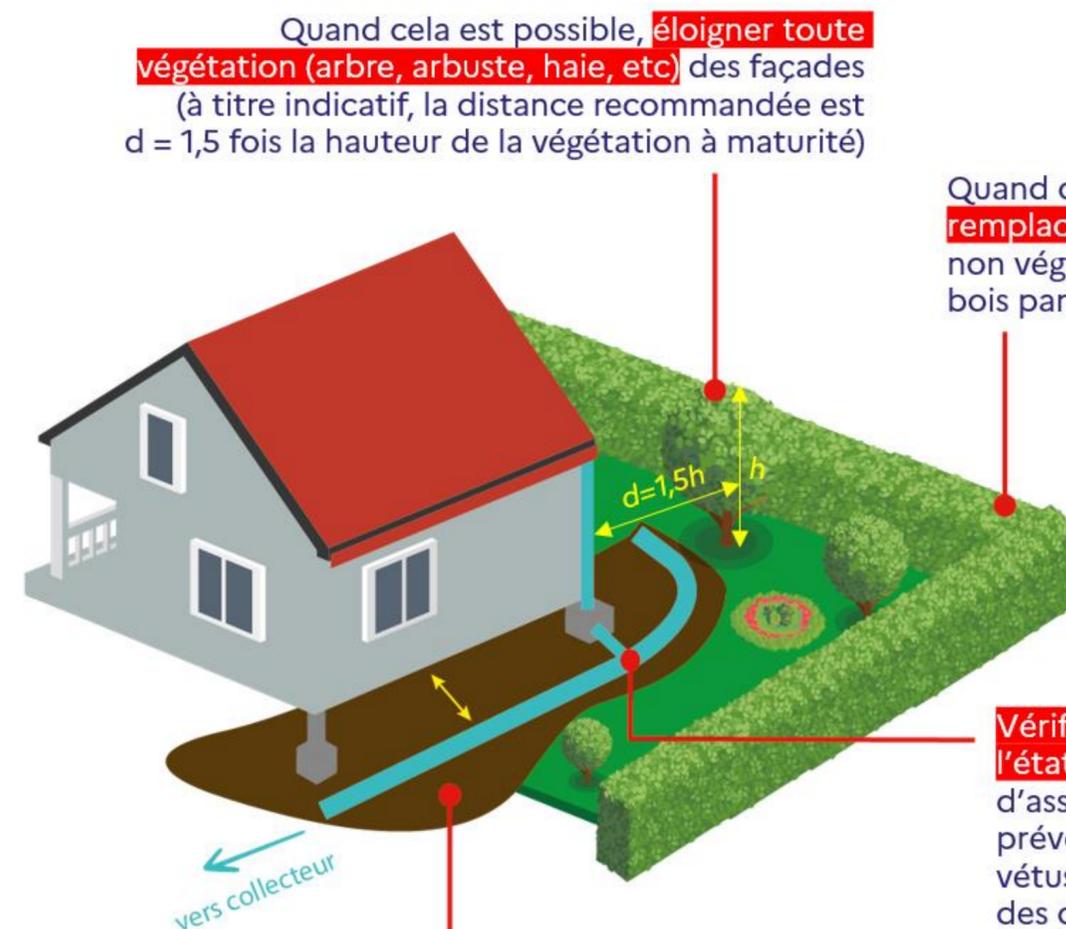


➤ Comment réduire la vulnérabilité de sa maison exposée au RGA face à la sécheresse ?



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**

Crédit : L. Ighil Aneur © Cerema 2023



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



Cerema

CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN



4. Nouvelles solutions d'adaptation au changement climatique



➤ Illustration des procédés innovants expérimentés à ce jour dans le cadre de l'Observatoire

Solutions catégorie 1



- 1 Réhabilitation de l'enrobé avec le principe du Recyclovia® (seul et renforcé par une géogrid)
- 2 Stabilisation mécanique de la couche porteuse par deux lits de géogrid triaxiale TriAx®
- 3 Consolidation de la structure de chaussée par pose de blocs de Compostyrène®

Solutions catégorie 2



- 4 Étanchéification verticale par encapsulage avec une géomembrane
- 5 Étanchéification horizontale des accotements (par géomembrane ou par enduit de surface)
- 6 Consolidation du sol sous chaussée par injection de résine expansive URETEK®

Solution catégorie 3



- 7 Stabilisation chimique du sol sous chaussée par injection du Remediate Clay®

4. Nouvelles solutions d'adaptation au changement climatique



- Extension des expérimentations du procédé MACH (MAison Confortée par Humidification) du Cerema



Projet pilote avec le groupe Covéa

- Convention cadre Covéa x Cerema en cours de signature (signée par Covéa le 06/02/2023)
- Démarrage prévu début 2023
- Expérimentation du dispositif MACH sur quelques dizaines de maisons en région Centre-Val de Loire



Installation et instrumentation

- Travaux d'instrumentation des maisons sélectionnées et démarrage de l'acquisition des données (suction du sol et paramètres météo)



Extension des expérimentations

- Courant 2023 et en parallèle au projet pilote, élargissement à l'échelle nationale du projet MACH Series en partenariat avec tous les acteurs socio-économiques intéressés



Certification

- Début 2025, passage devant la C2P (Commission Prévention Produits) pour obtenir la certification de la solution MACH Series comme technique courante



Commercialisation

- Fin 2025, commercialiser la solution MACH Series avec un coût accessible à tous les sinistrés pour contribuer à l'adaptation du bâti exposé au RGA, selon la compatibilité requise pour la mise en œuvre



Cerema

CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN



Impacts du changement climatique sur le bâti exposé au phénomène de RGA et les solutions d'adaptation en développement

Lamine IGHIL AMEUR



5. Conclusions et perspectives



- Les **sécheresses**, devenues de plus en plus fréquentes et intenses, subies ces 7 dernières années en France ont considérablement contribué à la **dégradation** des structures en surface (routes, maisons individuelles, etc)
- Ces ouvrages, construits sur des **sols sensibles au RGA**, sont affectés par des **fissures** de dessiccation accentuées par les facteurs de l'environnement proche
- Dans le contexte du **changement climatique**, les solutions de confortement classiques ne sont pas adaptées en termes de récurrence et d'intensité des événements météorologiques extrêmes
- Le Cerema, en partenariat avec les acteurs socio-économiques, mène actuellement divers **projets de recherche** sur le phénomène RGA et son évolution sous l'effet du changement climatique pour la **résilience** et la **réduction des vulnérabilités** des ouvrages exposés
- La conception et le développement des **nouvelles solutions de remédiation** RGA pour les routes et les maisons nécessitent une phase d'expérimentation prévue jusqu'en 2025 et une étude de leur **modèle économique** dans la perspective in fine de les **commercialiser**





Merci pour votre attention



Lamine IGHIL AMEUR
lamine.ighil-ameur@cerema.fr