



Le retrait gonflement des argiles en Occitanie, comprendre le phénomène géologique et le risque associé



Mardi 10 février 2025
CAPEB 31

Isabelle Bouroullec - BRGM Occitanie (Toulouse)
en collaboration avec **Bastien COLAS** - BRGM Occitanie (Montpellier)

- ✓ Retrait-gonflement des sols argileux
- ✓ Sécheresse géotechnique
- ✓ Mouvements différentiels liés à la dessiccation et à la réhydratation des sols

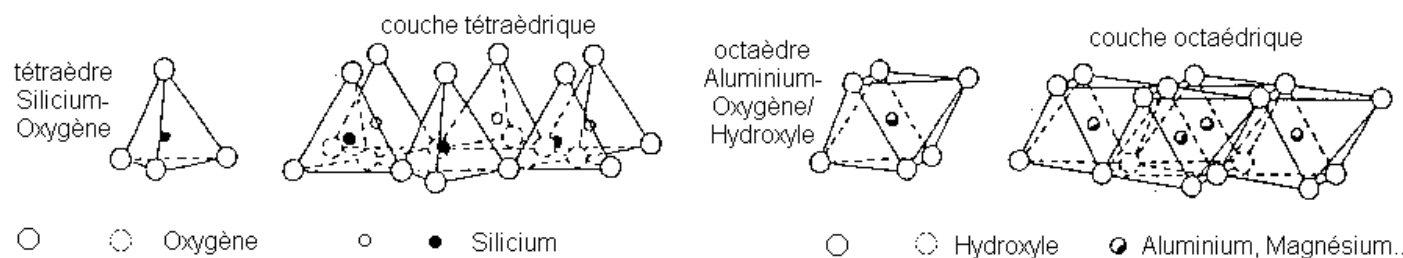


*Mouvements de terrain différentiels provoqués par des **variations de volume** de certains **minéraux argileux**, soumis à des **variations de teneur en eau***

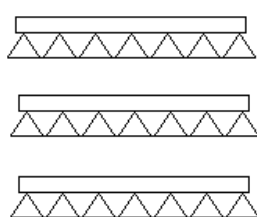


Argiles ?
Pourquoi ces variations ?

- ✓ Argiles : roches composées principalement de silicates **en feuillets** (phyllosilicates) d'Al



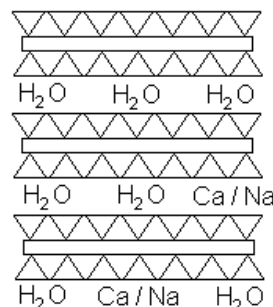
KAOLINITE $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$



couche octaédrique
couche tétraédrique

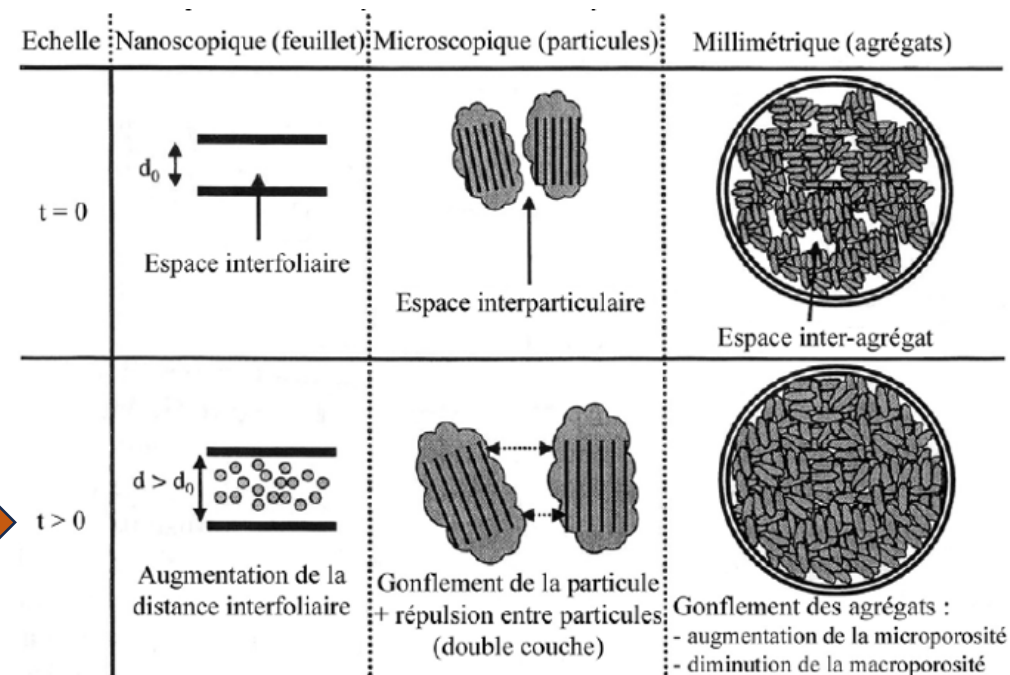
distance inter-
réticulaire: 7 Å

SMECTITES $2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 8\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \cdot n\text{H}_2\text{O}$
(Montmorillonite) $(\text{Mg}, \text{Ca})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$



substitution de Al
par Mg et Fe

distance 14 Å
gonfle à 17 Å



RGA = Minéralogie des argiles

Effet physico-chimique d'hydratation des argiles

- ✓ Concerne uniquement des **sols « argileux »**, avec une ampleur particulière en présence de minéraux gonflants

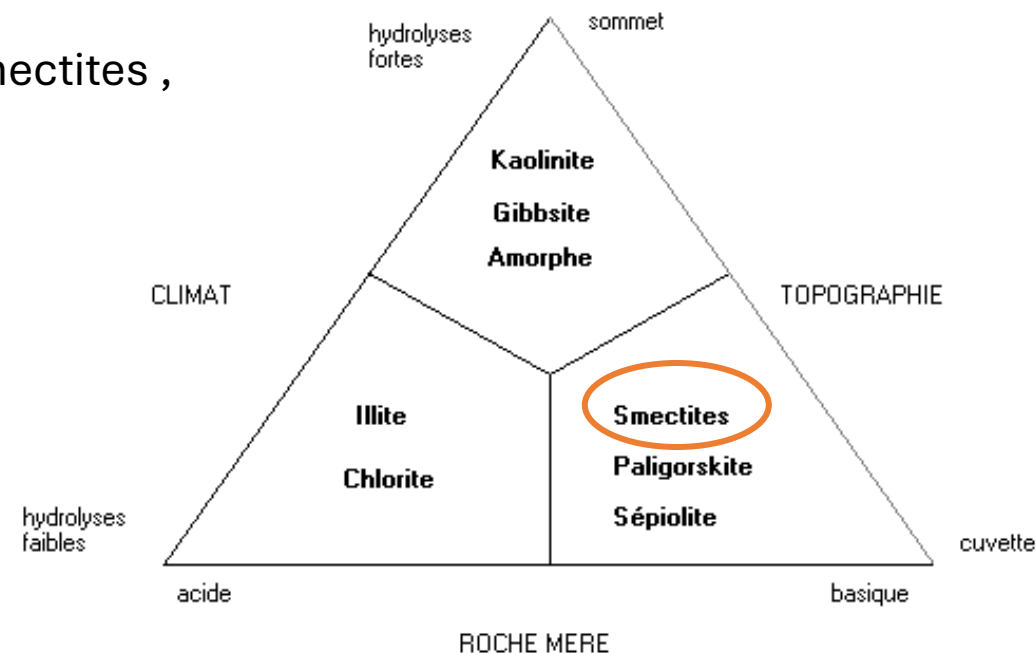
Une grande variété d'argiles selon leur structure : kaolinite, illite, smectites , etc... et de sous-catégories : montmorillonite, vermiculite, etc...

Une origine des minéraux est variable :

- Héritage : à partir de la roche-mère
- Transformation : à partir d'autres minéraux argileux
- Néoformation : à partir des ions transportés par l'eau du sol

L'importance de la roche-mère :

- l'altération d'une roche acide, comme le granite → kaolinite
- l'altération d'une roche basique, comme le basalte → smectites



www.u-picardie.fr/beauchamp/mst/argiles.htm

RGA = Minéralogie des argiles

Seules « quelques » familles à considérer
Dépendance « géologique » forte



✓ La géotechnique pour identifier ces **sols « argileux »**

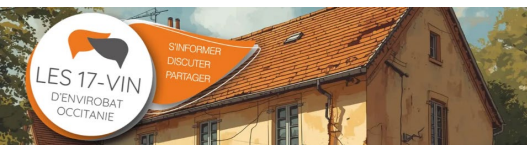
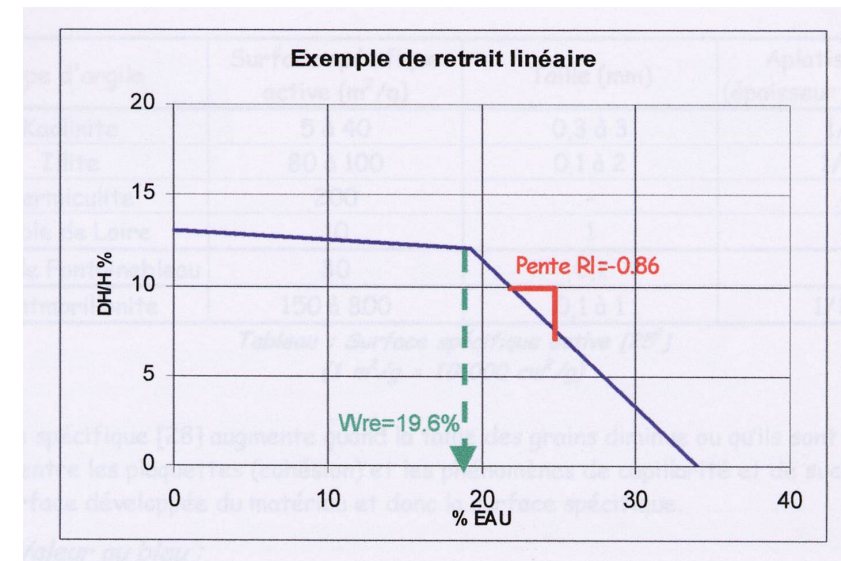
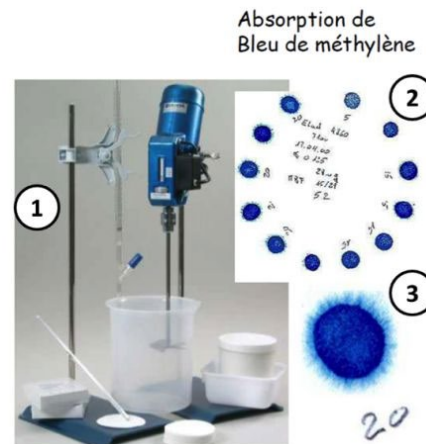
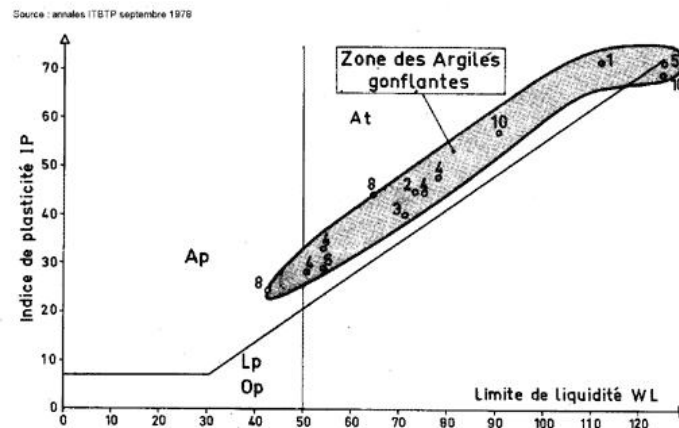
Une grande variété d'essais pour identifier le potentiel de RGA

- Essai œdométrique → mesure de C_g (indice de gonflement)
- Limites d'Atterberg → comportement du sol en présence d'eau
- Valeur au bleu de méthylène → argilosité et capacité d'absorption d'eau
- Essai de retrait-linéaire → variation de volume = f (teneur en eau)



Exemple de bâtis œdométriques

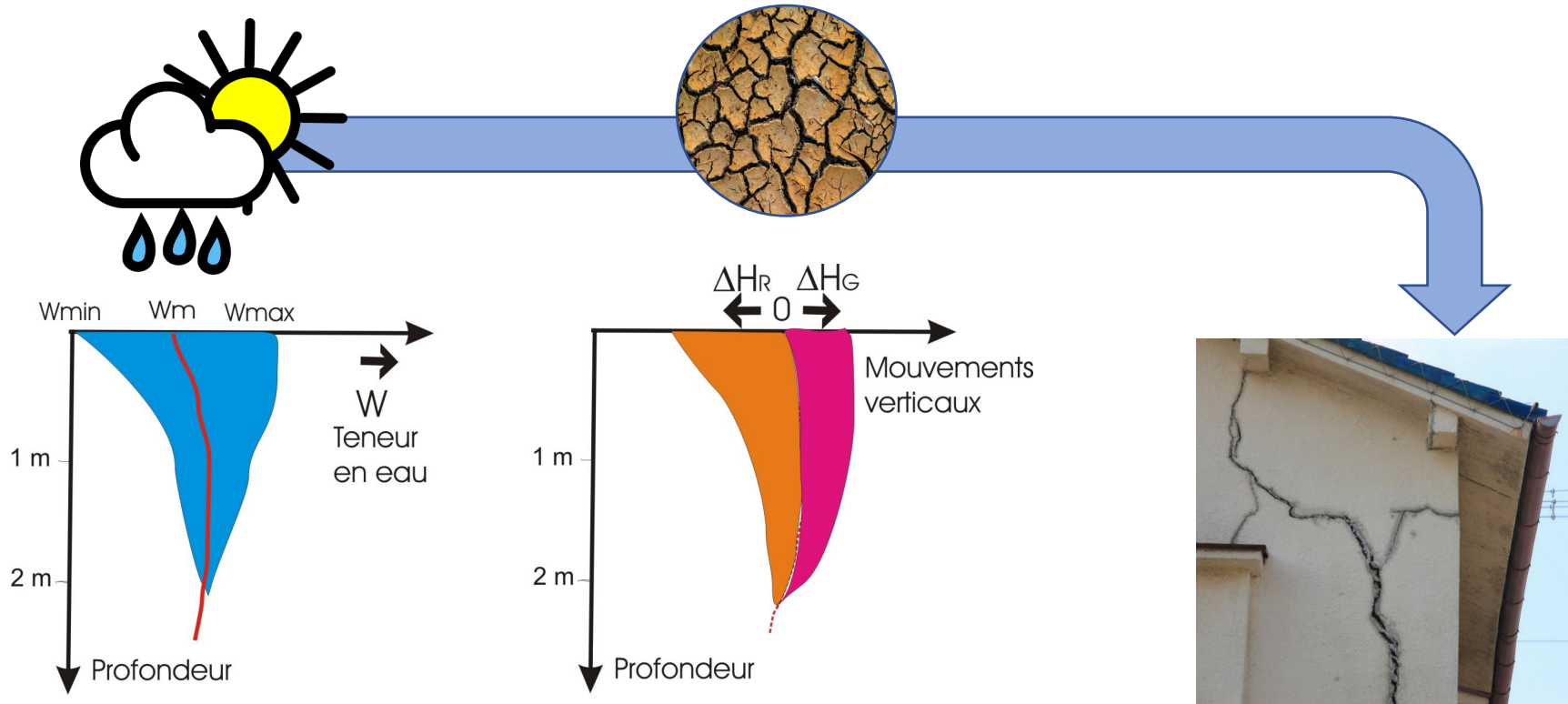
(doc. SOLEN)



RGA = Minéralogie des argiles

Une pseudo quantification de l'aléa possible

- ✓ Conséquence sur les variations de volume des **sols « argileux »**



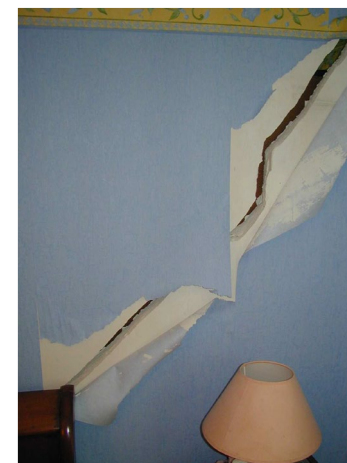
Quels impacts ?

RGA = Variations de volume cycliques
(tassement – gonflement) → Dommages

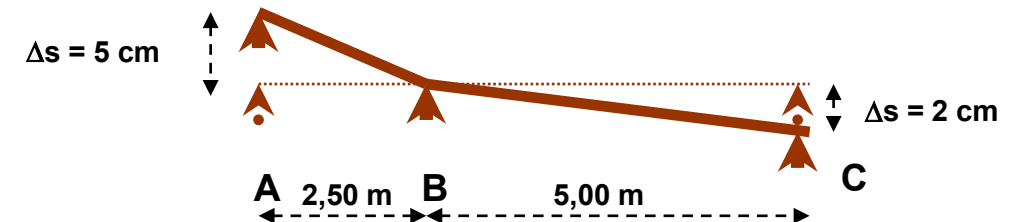
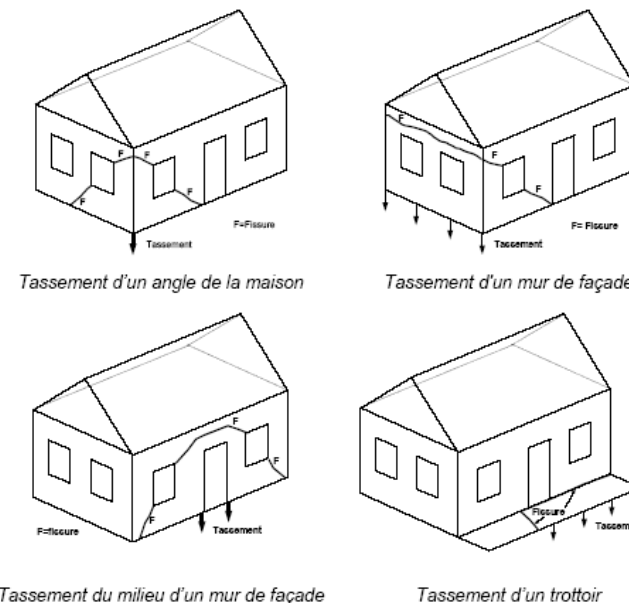
- ✓ Impacts sur les structures et infrastructures
 - Se manifeste surtout sur des **constructions individuelles** légères, **ancrées peu profondément**
 - Sur les infrastructures routières



Fissures au bâti → de l'« inconfort »
jusque intégrité structurelle engagée



- ✓ Impacts sur les structures et infrastructures
 - Se manifeste surtout sur des **constructions individuelles** légères, **ancrées peu profondément**
 - Sur les infrastructures routières



Désordres constatés

(bâtiments fondés superficiellement) :

- ✓ 1/1000 (5mm/5m) / fissuration des plâtres
- ✓ 1/250 : (2 cm/5m) / fissuration des murs porteurs sur semelles continues
- ✓ 1/50 (10cm/5m) / apparition de dommages de structure très graves

Fissures au bâti → dépend (aussi) de la structure

✓ Impacts sur les structures et infrastructures

- Se manifeste surtout sur des constructions individuelles légères, ancrées peu profondément
- Sur les infrastructures routières



Mormoiron (Vaucluse)



Madagascar

Déformations de chaussée

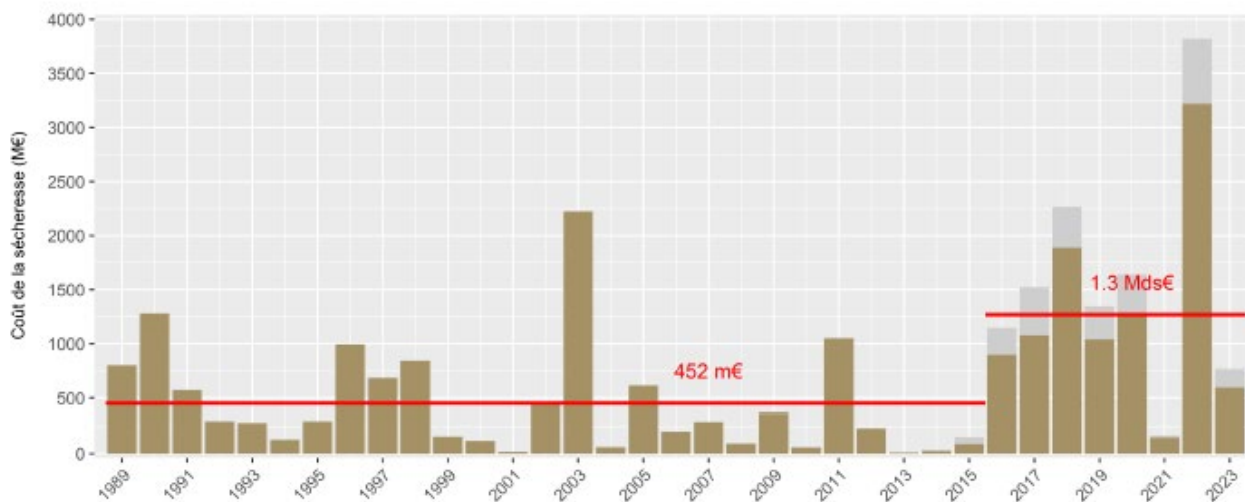
- Fissuration longitudinale sur chaussées souple
- Fissuration longitudinale & transversale sur chaussée semi-rigide

✓ Un coût colossal (donnée sur les biens assurés, CCR)

➤ Coût total des sinistres liés au RGA pour la période 1989-2023 : **22,3 milliards d'euros** (estimation CCR)

➤ Plus de **14 000 communes** reconnues en état de catastrophe naturelle (7187 en 2022)

➤ Plus de **60 000 arrêtés** pris depuis 1989



Coût moyen d'un sinistre :

- 10,5 k€ en 92
- 29,5 k€ en 2003
- 35 k€ 2007 !!
- Coût max 100-150 k€
- plus de 300 000 maisons sinistrées

En 2016, près de 50% des événements en coûts assurés pour la « Sécheresse » dans le « Top 20 »

2022, près de 3,9 Mrds € !

A noter coût CatNat, ajouter franchises, sinistres non indemnisés...



Que faire ?

Programme national de prévention du risque RGA

Quelques définitions pour définir le risque (dont le RGA)

Aléa : Un phénomène naturel qui peut causer des dommages aux biens et aux personnes
→ caractérisé par la probabilité d'occurrence du phénomène d'intensité donnée pendant une période donnée



Susceptibilité à un phénomène naturel : conditions spatiales de réalisation d'un phénomène naturel (ou prédisposition) → caractérisé par une probabilité spatiale de réalisation du phénomène (sans tenir compte des facteurs de déclenchement du phénomène)



Risque : Le risque est la possibilité qu'un aléa se produise et touche des enjeux caractérisés par leur vulnérabilité → caractérisé par des dommages (économiques, pertes humaines, etc...)



Vulnérabilité : Elle exprime le niveau d'effet prévisible d'un phénomène naturel (qualifié par son intensité) sur des enjeux → caractérisé par la capacité de résistance à l'aléa



Exposition : Elle réfère à la mesure dans laquelle un enjeu est susceptible de subir les effets des aléas (sans présumer a priori de sa vulnérabilité)



Importance des définitions...
beaucoup d'amalgames constatés

Phénomène

Impacts

Cartographie

Bilan

Facteur de déclenchement

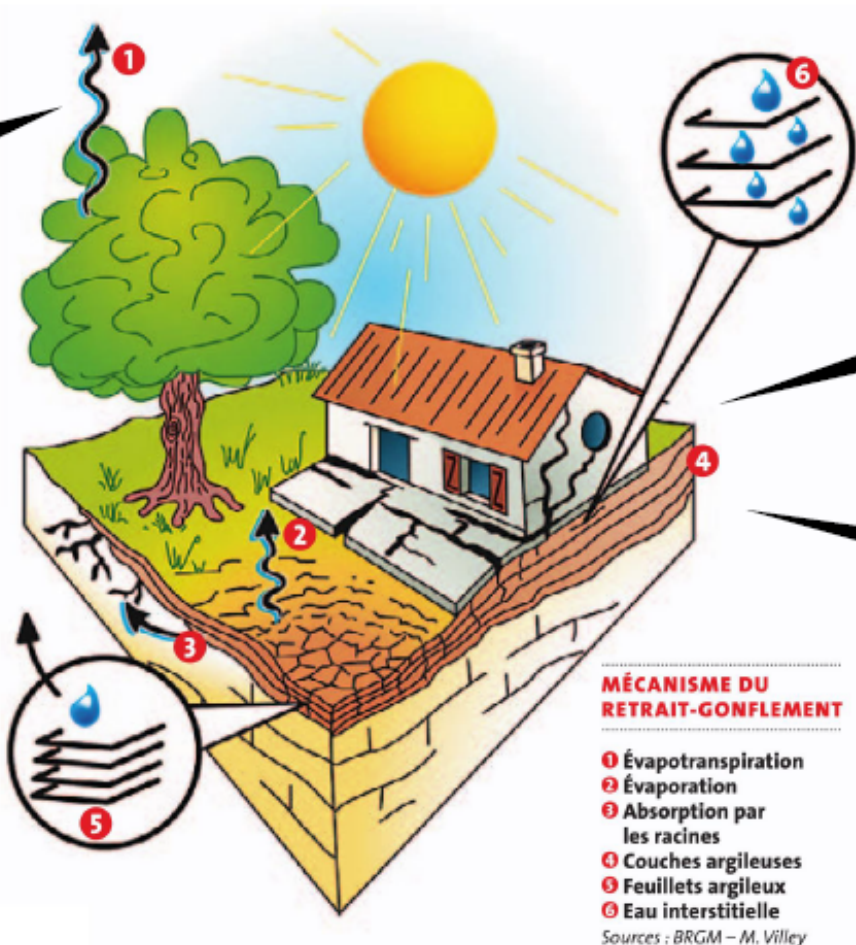
Aléa RGA

Conditions météorologiques

Déplacement du sol

Propriétés du sol

Facteur de prédisposition



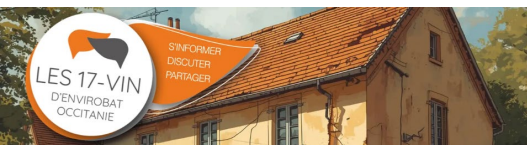
Vulnérabilité, risque

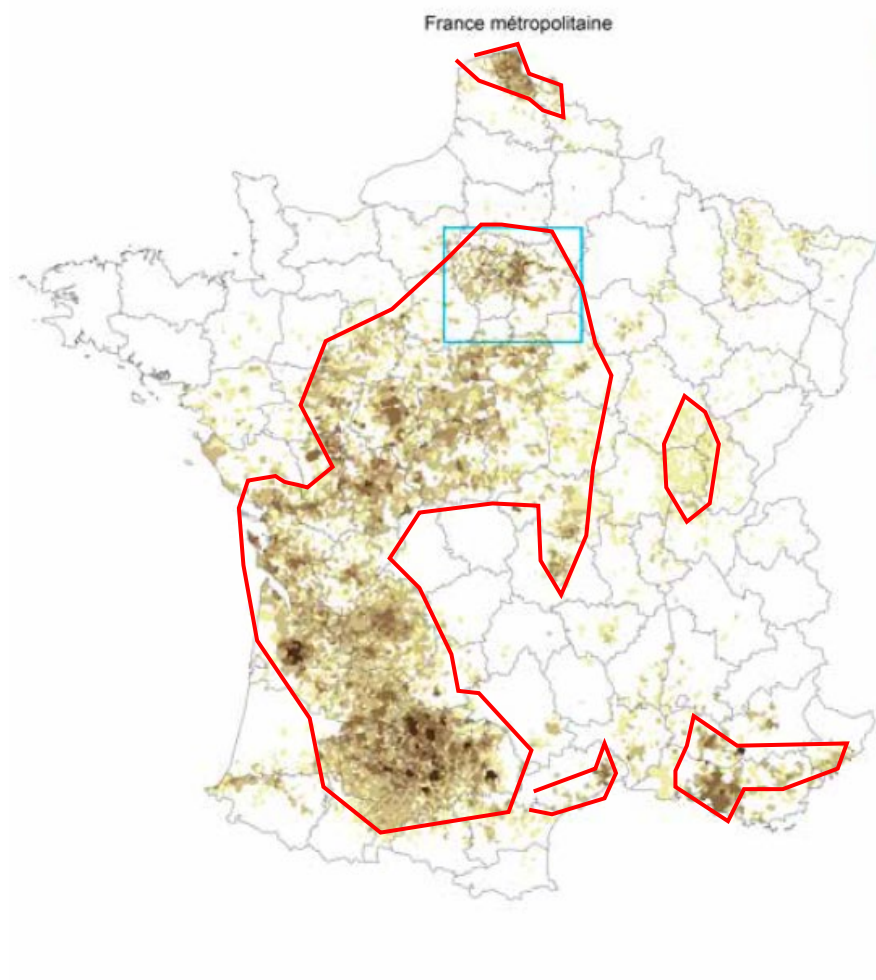
Caractéristiques du bâtiment

Caractéristiques d'environnement

Risque = aléa × vulnérabilité d'un enjeu

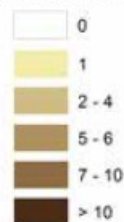
RGA = un risque multi-factoriel



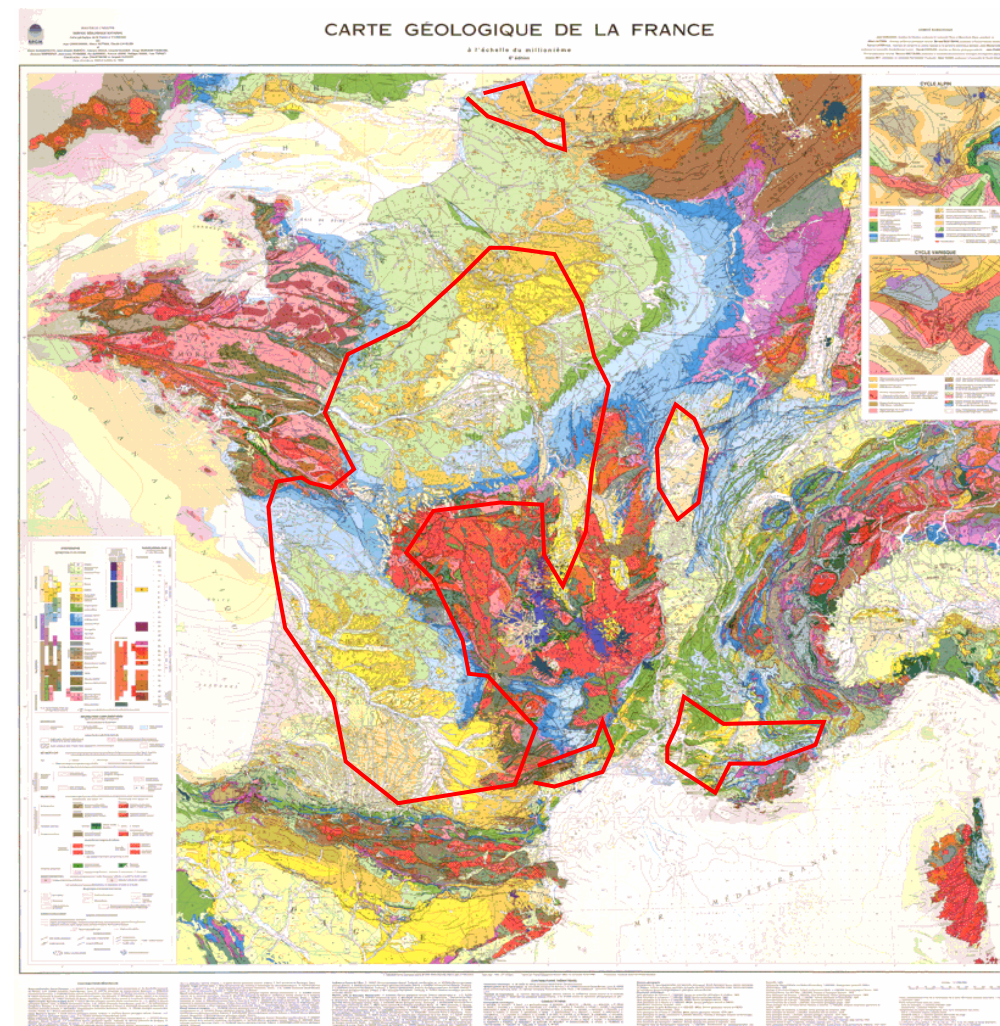


Corrélation avec la carte géologique : le facteur principal de prédisposition est lié à la géologie des formations superficielles

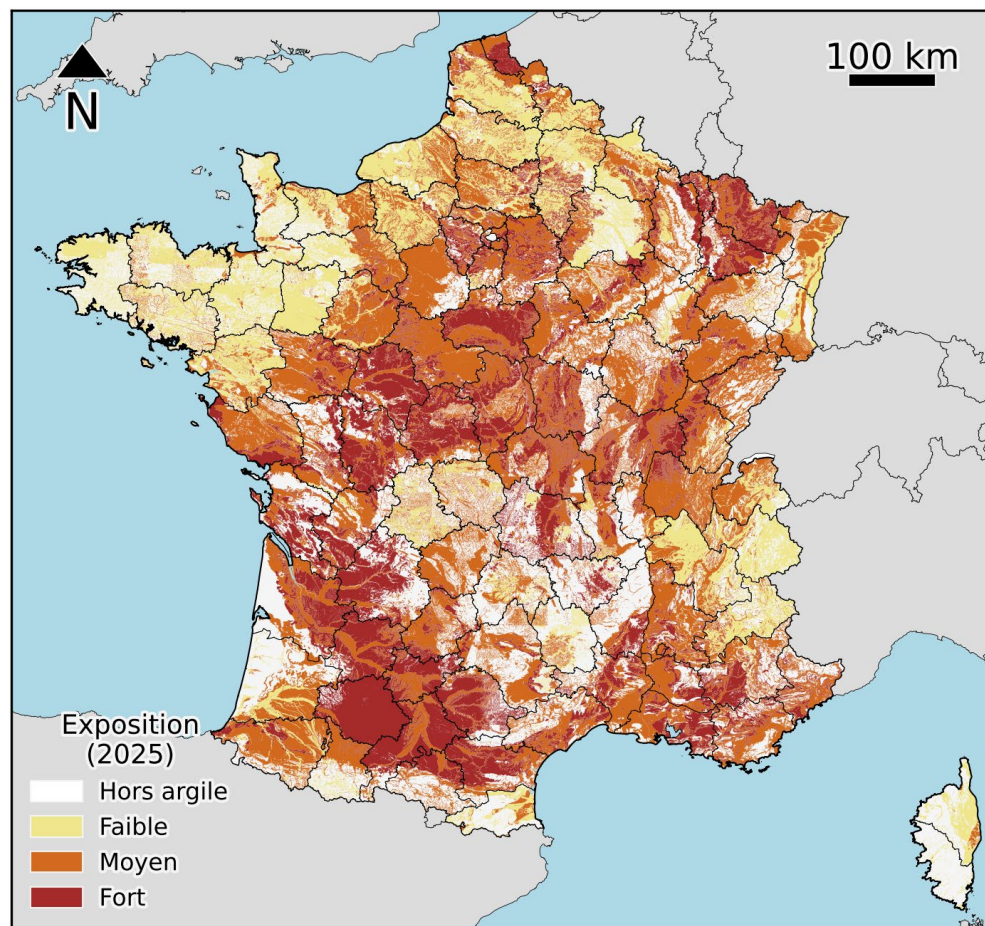
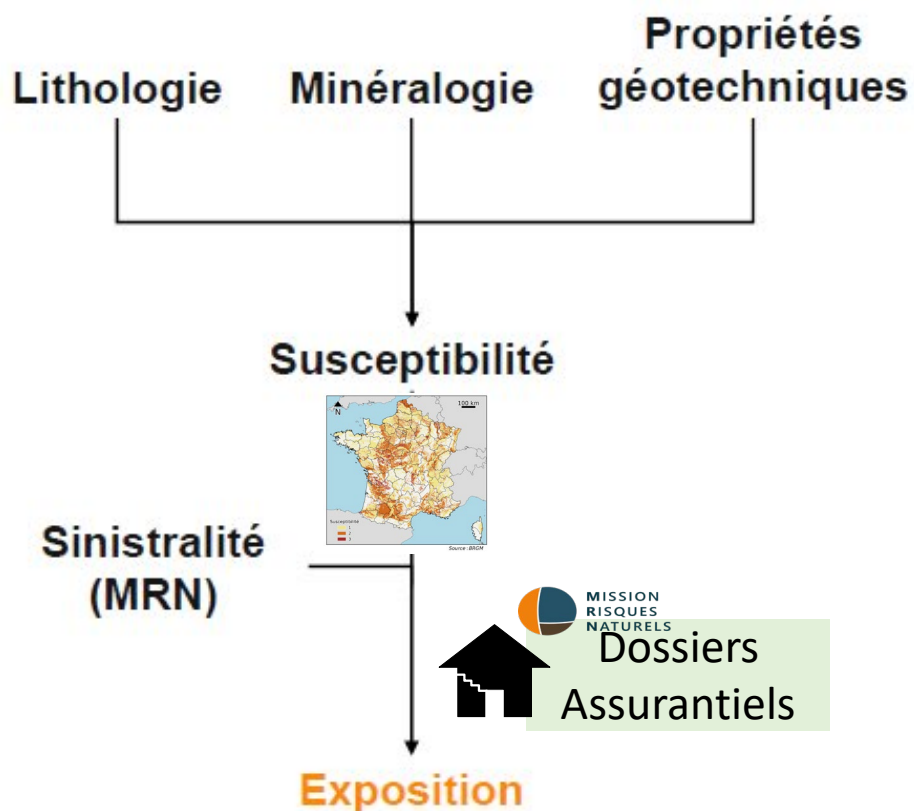
Nombre de reconnaissances par commune



Corse



RGA, une carte nationale d'exposition



Source : BRGM

Carte d'exposition 2025 :

- Première carte d'exposition publiée en 2019
- Mise à jour 2025 (intègre la sinistralité récente*+ des cartes locales réalisées)
- Entrée en vigueur de la carte 2025 au 1^{er} juillet 2026

*240 000 sinistres RGA survenus entre 2018 et 2022 (58% des données, source MRN)

RGA, une carte nationale d'exposition

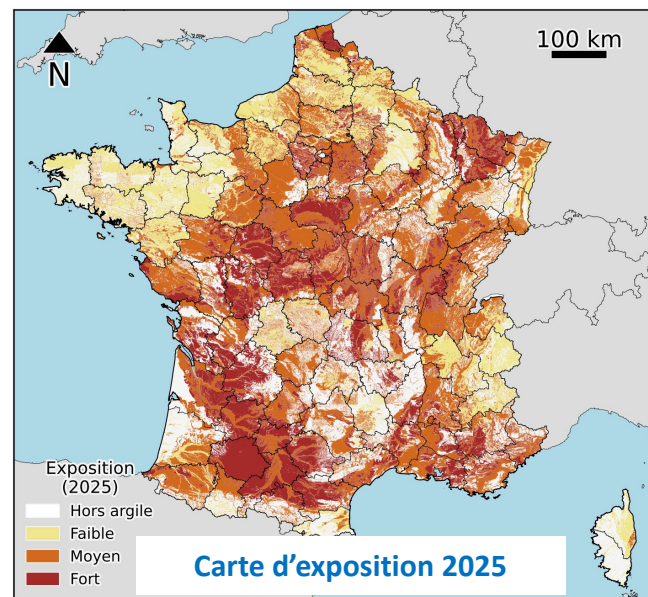


Phénomène

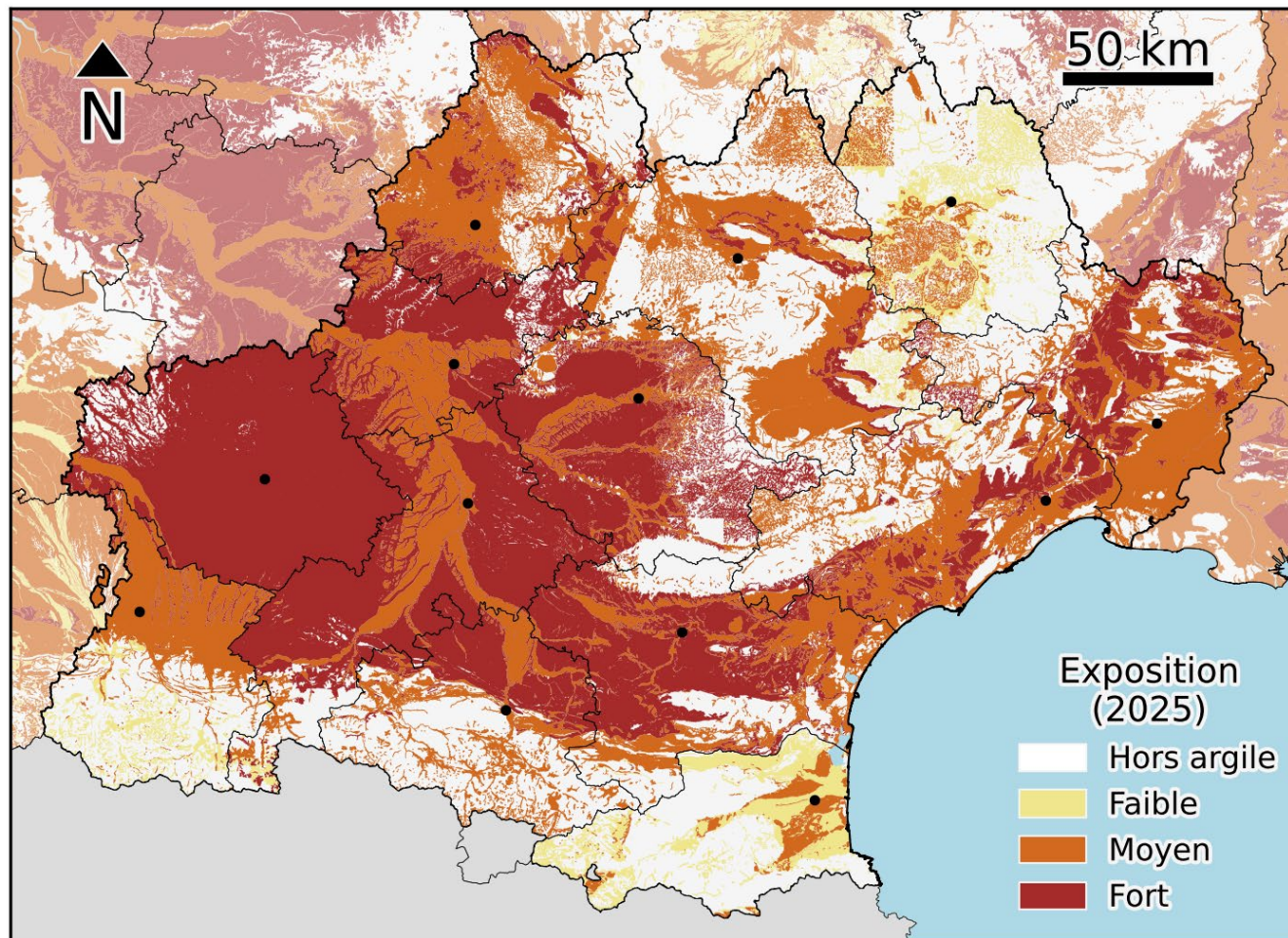
Impacts

Cartographie

Bilan



Source : BRGM



Source : BRGM

**Transcription
réglementaire
pour les
projets
nouveaux
(Loi ELAN)**



RGA, de l'exposition à la réglementation

Phénomène

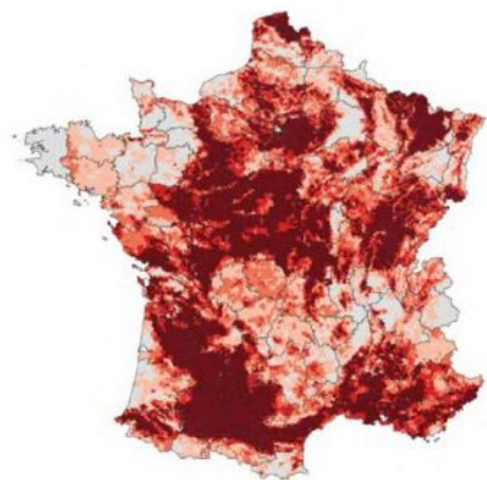
Impacts

Cartographie

Bilan

Carte A

PART DE LA SURFACE COMMUNALE EXPOSÉE AU RETRAIT-GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX MOYEN OU FORT EN 2019



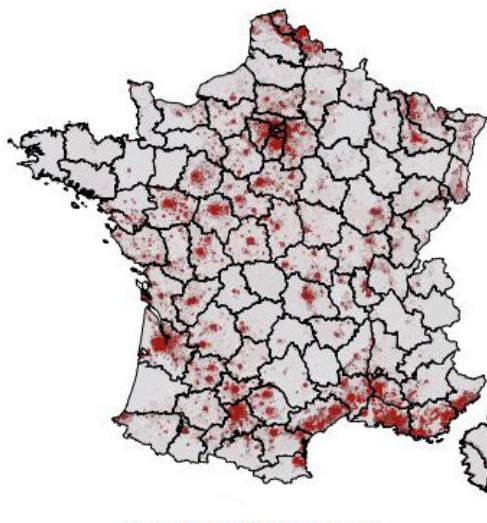
Part de la surface communale exposée (en %)

- 75 - 100
- 50 - 75
- 25 - 50
- 1 - 25
- Pas de surface exposée

Source > SDES 2021, données BRGM 2019.

Carte B

NOMBRE DE MAISONS INDIVIDUELLES EXPOSÉES À L'ALÉA RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES MOYEN OU FORT EN 2021



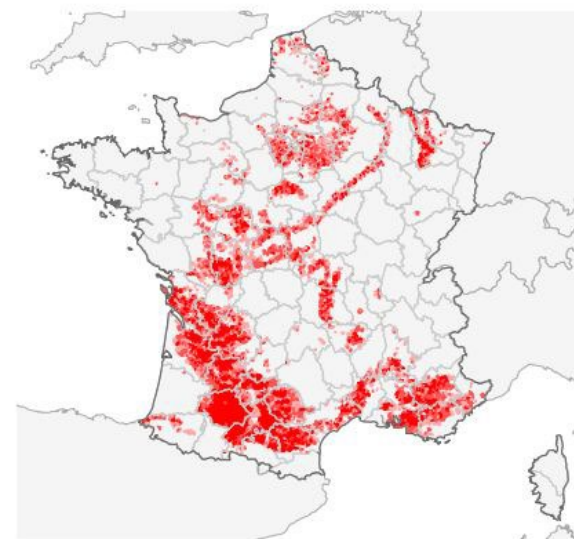
Nombre de maisons individuelles exposées toute période confondue

- 20 000

Source > SDES 2021, données BRGM 2019
Fideli 2017.

Carte C

PROPORTION DE MAISONS INDIVIDUELLES EN ZONE À RISQUE RGA FORT PAR COMMUNE (2022)

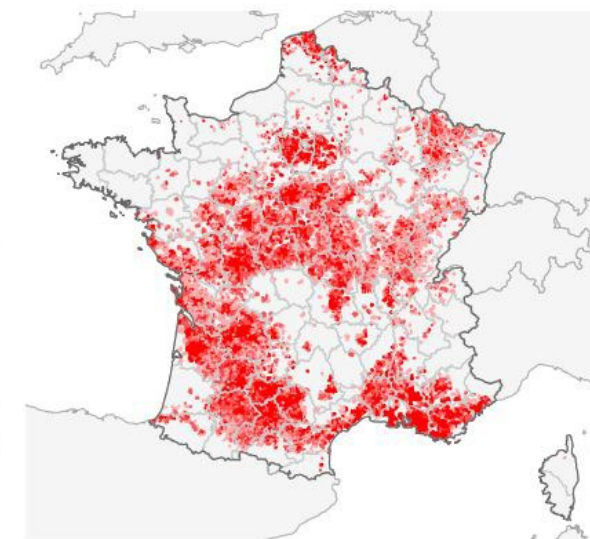


Entre 0 % et 30 %
Entre 30 % et 50 %
Entre 50 % et 80 %
Entre 80 % et 90 %
Plus de 90 %

Sources > France Assureurs, données BRGM, MRN.

Carte D

COÛT CUMULÉ DES SINISTRES SÉCHERESSE PAR COMMUNE (PÉRIODE 1995-2018)



Moins de 0,1 M€
Entre 0,1 et 0,5 M€
Entre 0,5 et 2 M€
Entre 2 et 10 M€
Plus de 10 M€

Sources > France Assureurs, données Observatoire national des risques naturels

La moitié du territoire (48 %) 2019 classée en exposition moyenne à forte

Un parc de 20,3 millions de maisons individuelles

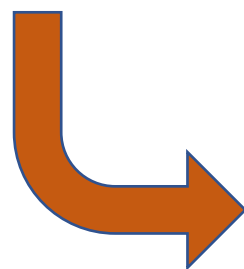
- ✓ 1 maison sur 2 (11,1 M) est située en zone d'exposition moyenne à forte
- ✓ 1 maison sur 6 (3,3 M) se situe en zone d'exposition forte



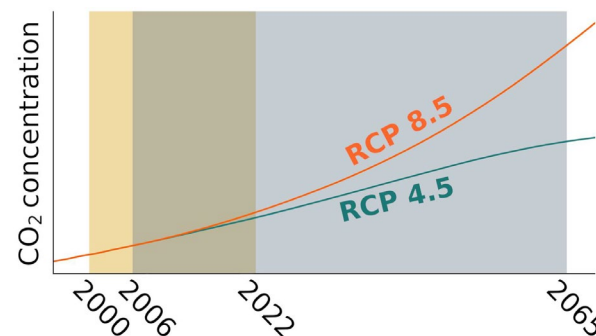


RGA et changement climatique

2003, coût d'environ **1,6 Mds €**
(période de retour 24 ans en 2015)



	RCP 4.5	RCP 8.5
2020 – 2050	1 an sur 3	1 an sur 2
2050 – 2080	1 an sur 2	tous les ans
2080 – 2100	2 ans sur 3	tous les ans



« le coût moyen annuel devrait augmenter de + 83 % d'ici à 2050 (soit + 606 M€/an) du fait de l'aléa et de + 103 % (soit + 747 M€/an) du fait de l'aléa et de l'évolution des enjeux assurés. »

« Les travaux de CCR montrent que les sécheresses pluriannuelles comparables à la séquence 2016-2020 (avec 1 Mrd € de dommages en moyenne chaque année), vont voir leur fréquence augmenter significativement »



Phénomène

Impacts

Cartographie

Bilan



Mieux connaître les risques sur le territoire

<https://www.georisques.gouv.fr/consulter-les-dossiers-thematiques/retrait-gonflement-des-argiles>

TECHNIQUES ET MÉTHODES

Retrait et gonflement des argiles

Caractériser un site
pour la construction

Guide 1



TECHNIQUES ET MÉTHODES

Retrait et gonflement des argiles

Analyse et traitement des désordres
créés par la sécheresse

Guide 3



TECHNIQUES ET MÉTHODES

Retrait et gonflement des argiles

Protéger sa maison de la sécheresse

Conseils aux constructeurs de maisons neuves

Guide 2



<https://www.georisques.gouv.fr>



Construire en terrain argileux

La réglementation et
les bonnes pratiques



Novembre 2021



Géosciences pour une Terre durable

brgm



**Merci de votre
attention !**

Isabelle Bouroullec - BRGM Occitanie (Toulouse)

Mardi 10 février 2025
CAPEB 31