



cfms

COMITÉ FRANÇAIS DE MÉCANIQUE
DES SOLS ET DE GÉOTECHNIQUE

RGA : Comprendre, Anticiper, Prévenir

Caractérisation de l'aléa

JST DU 06/03/2025

SOPHIE BARTHELEMY, SÉBASTIEN GOURDIER



cfms

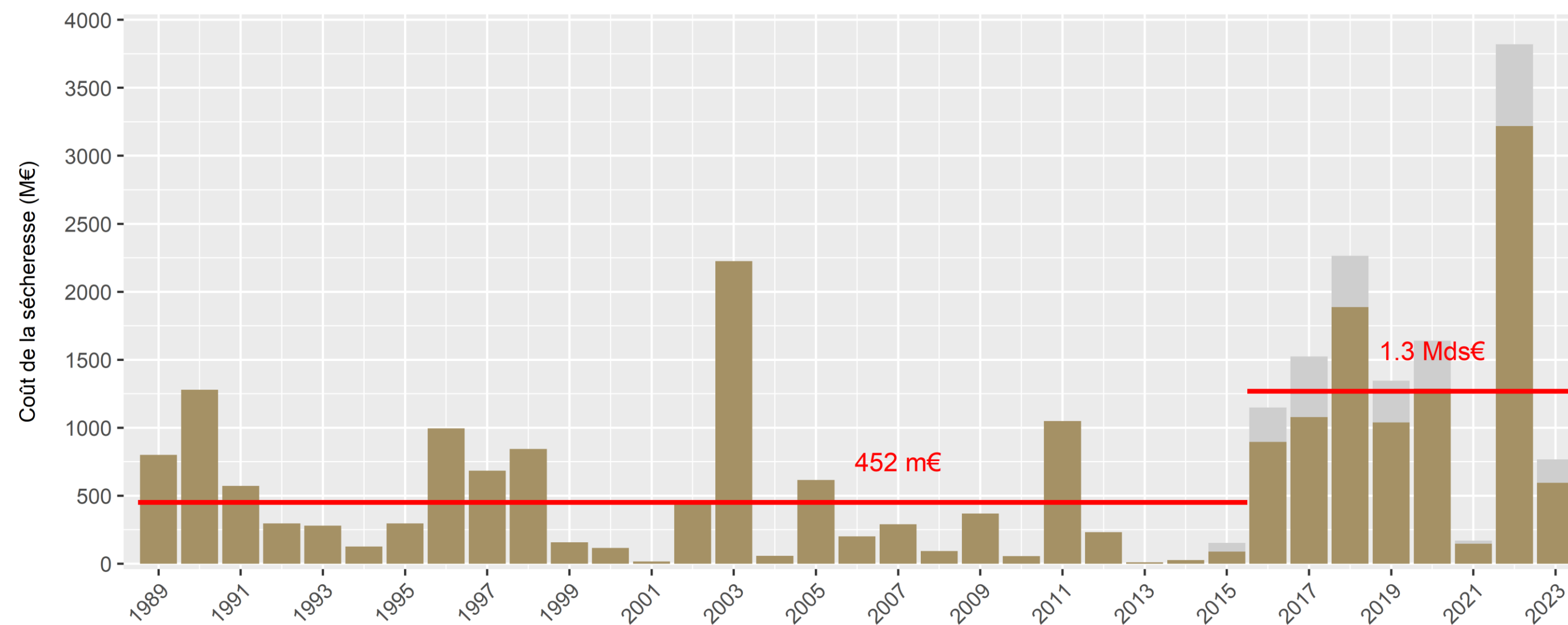
COMITÉ FRANÇAIS DE MÉCANIQUE
DES SOLS ET DE GÉOTECHNIQUE

Introduction

Introduction

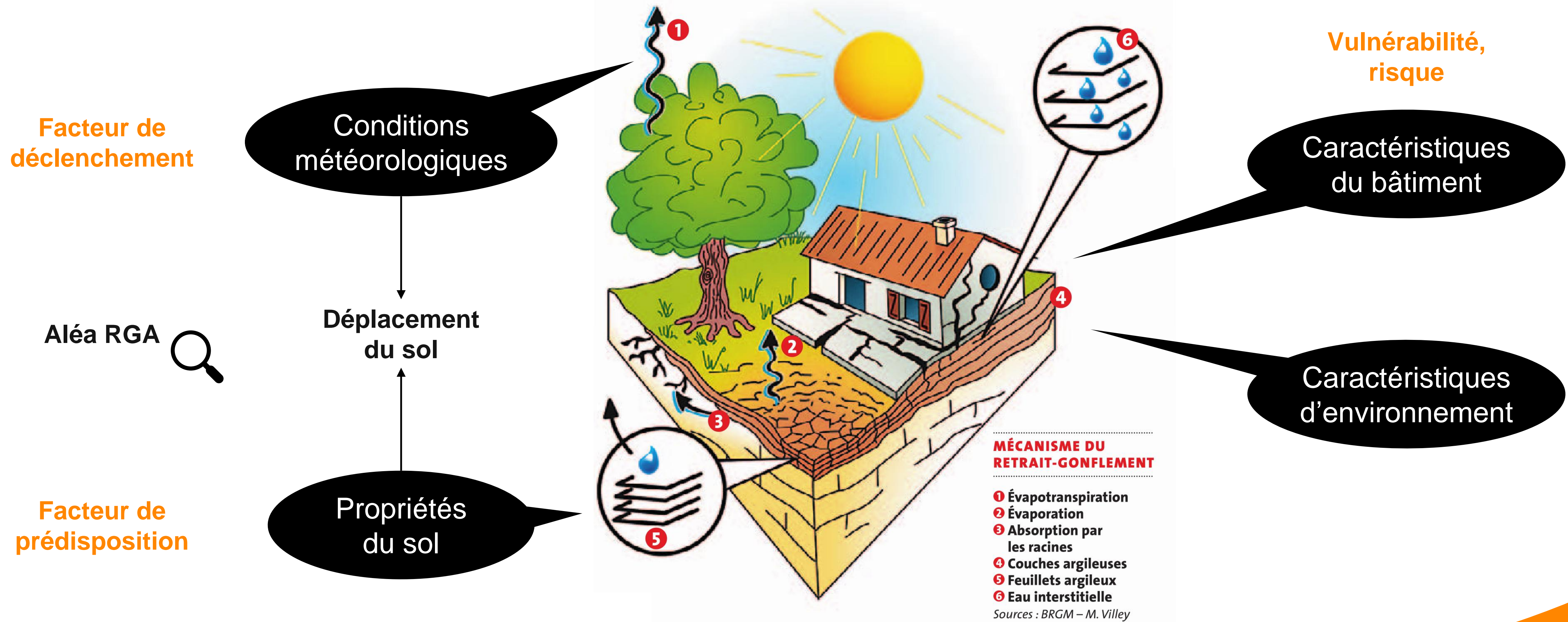
Quelques chiffres sur le RGA

- 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



Introduction

Un phénomène multifactoriel





cfms

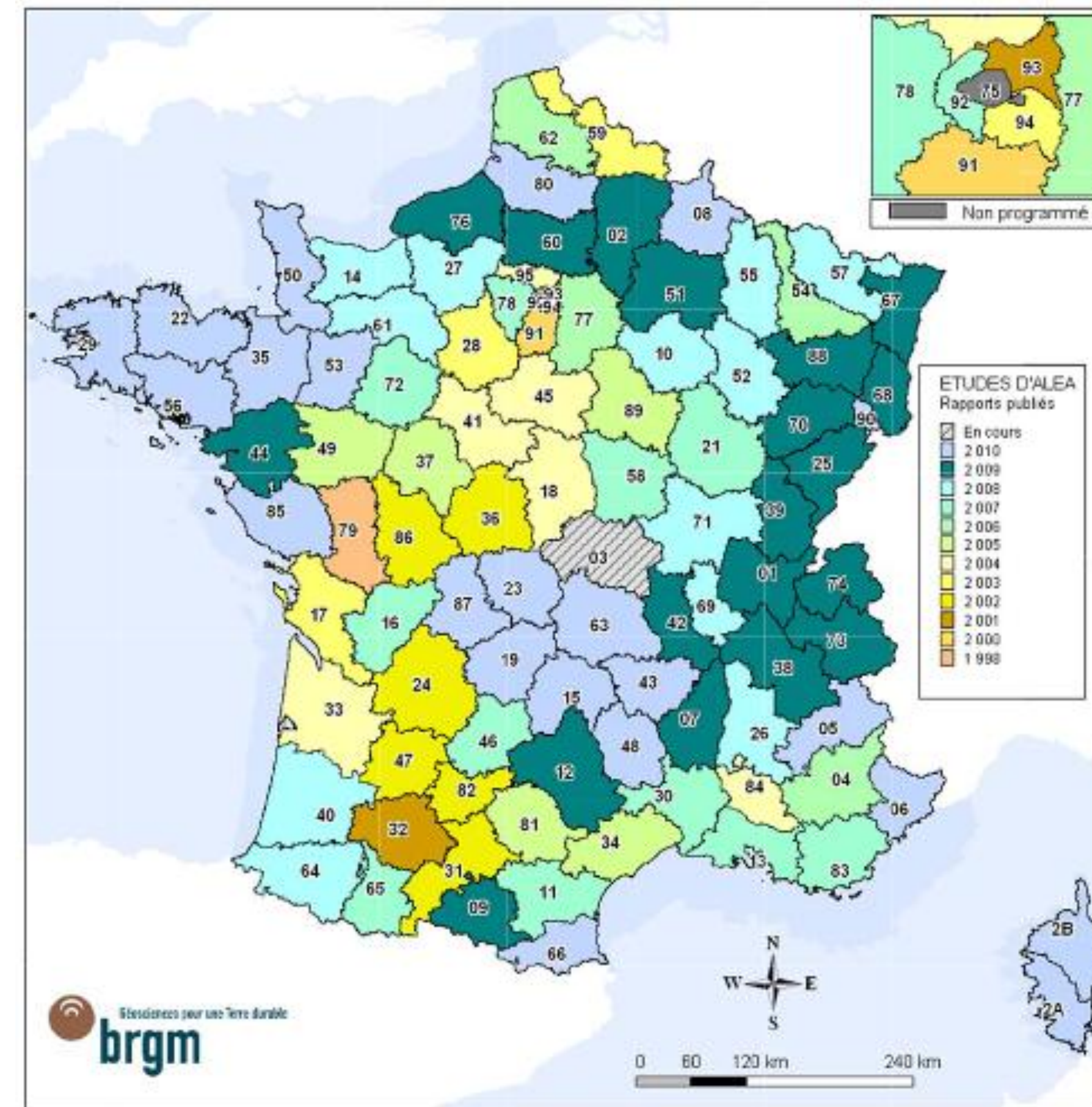
COMITÉ FRANÇAIS DE MÉCANIQUE
DES SOLS ET DE GÉOTECHNIQUE

Cartographie des propriétés des sols

Cartographie des propriétés des sols Historique

- Programme de cartographie à l'échelle départementale, de 1998 à 2011
- Cartes locales: Toulouse, Rennes, Pénestin
- Première carte d'exposition: 2019

Chronologie du programme de cartographie départemental BRGM: dates de publication des rapports



Rapport BRGM/RP-61347-FR

Cartographie des propriétés des sols

Quelles propriétés ?

Identification des formations argileuses à partir de la carte géologique au 50.000ème

Susceptibilité

Lithologie

Description	Note
Formation non-argileuse, avec des passées argileuses locales	1
Terme argileux non prédominant	2
Formation à dominante argileuses, avec un terme non-argileux, ou < 3m	3
Formation argileuse/marneuse, épaisseur > 3m, continue	4

Notices de cartes géologiques

Minéralogie

% de minéraux gonflants	Note
<25%	1
25-50%	2
50-80%	3
>80%	4

Notices de cartes géologiques + analyses DRX

Propriétés géotechniques

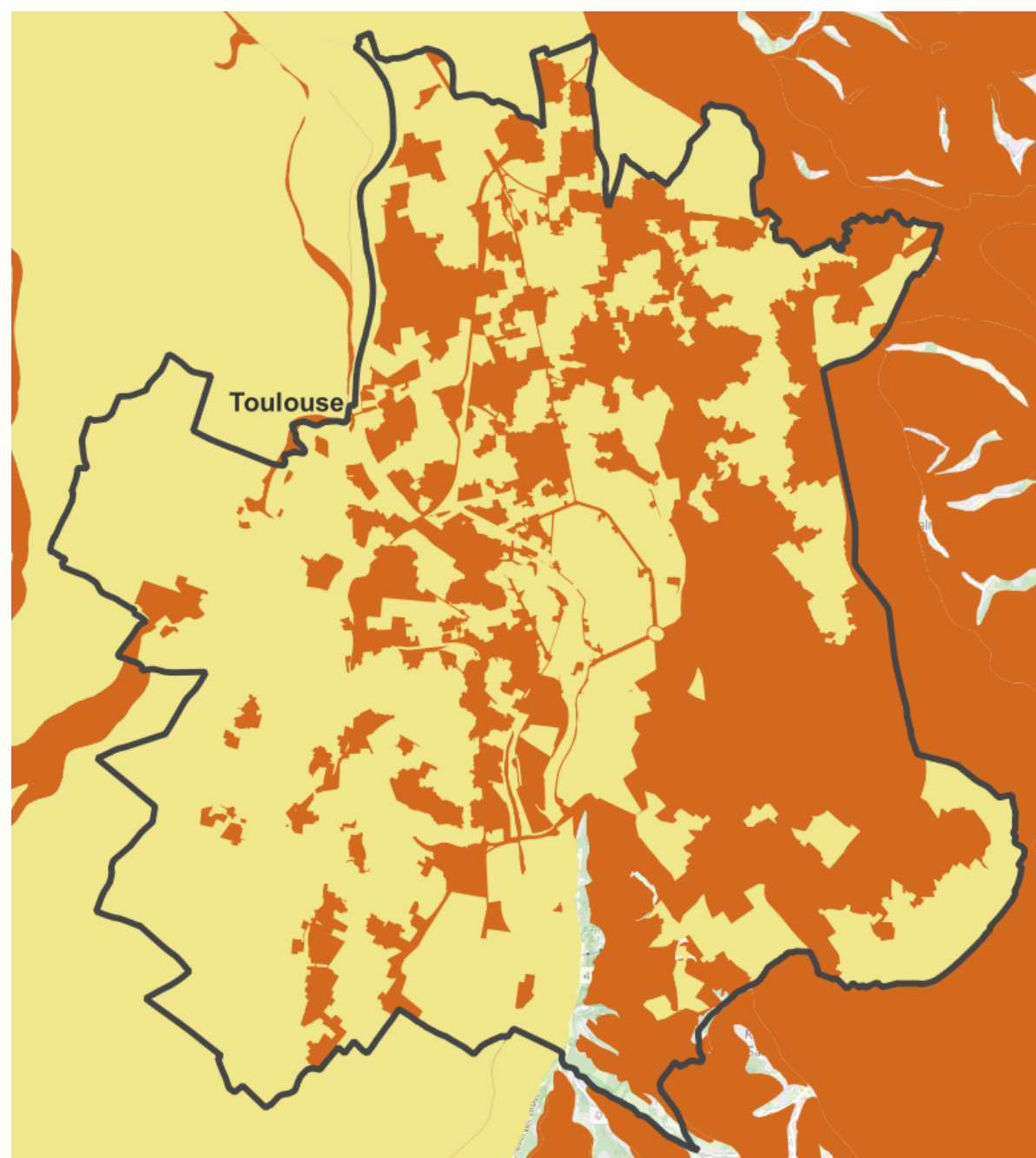
Indice de plasticité	Valeur au bleu	Retrait linéaire	Coefficient de gonflement	Note
$I_p < 12$	< 2.5	$RI < 0.4$	$C_g < 0.025$	1
$12 \leq I_p < 25$	2.5-6	$0.4 \leq RI < 0.65$	$0.025 \leq C_g < 0.035$	2
$25 \leq I_p < 40$	6-8	$0.65 \leq RI < 0.75$	$0.035 \leq C_g < 0.055$	3
$I_p \geq 40$	>8	$RI \geq 0.75$	$C_g \geq 0.55$	4

Essais récupérés projets infrastructures

Cartographie des propriétés des sols

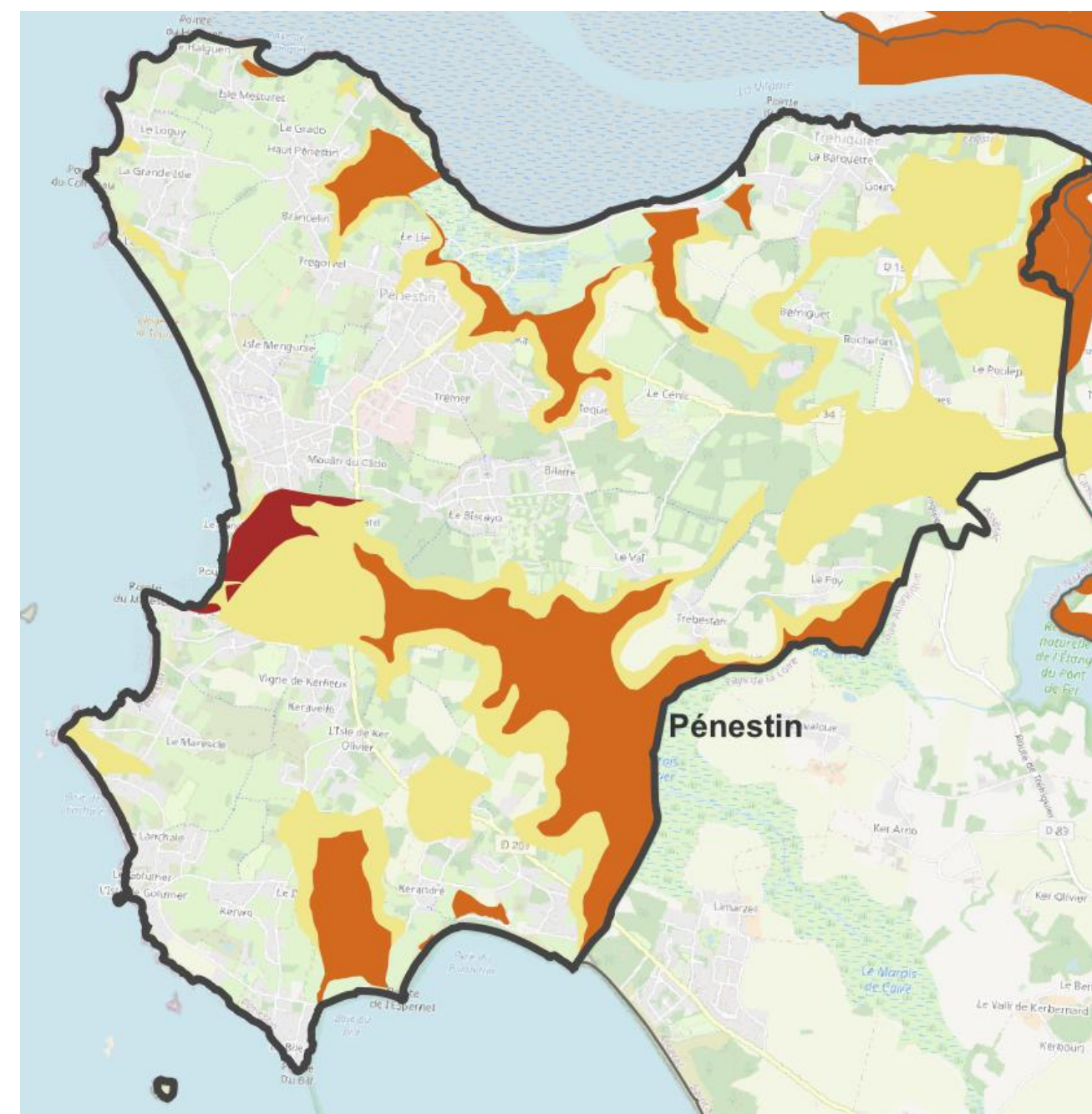
Cartes locales

Toulouse (31)



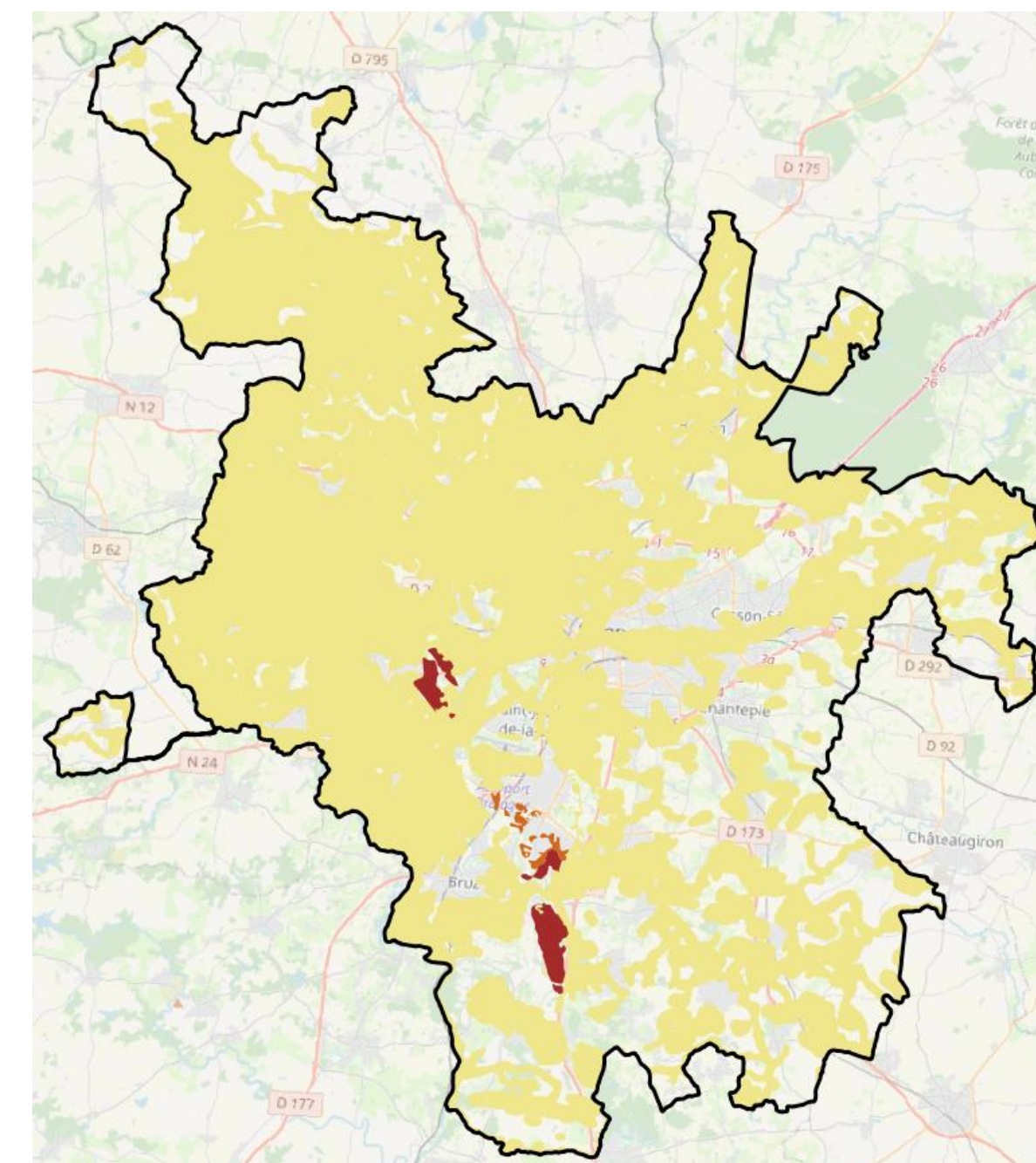
Rapport BRGM/RP55361-FR

Pénestin (56)



Rapport BRGM/RP-62681-FR

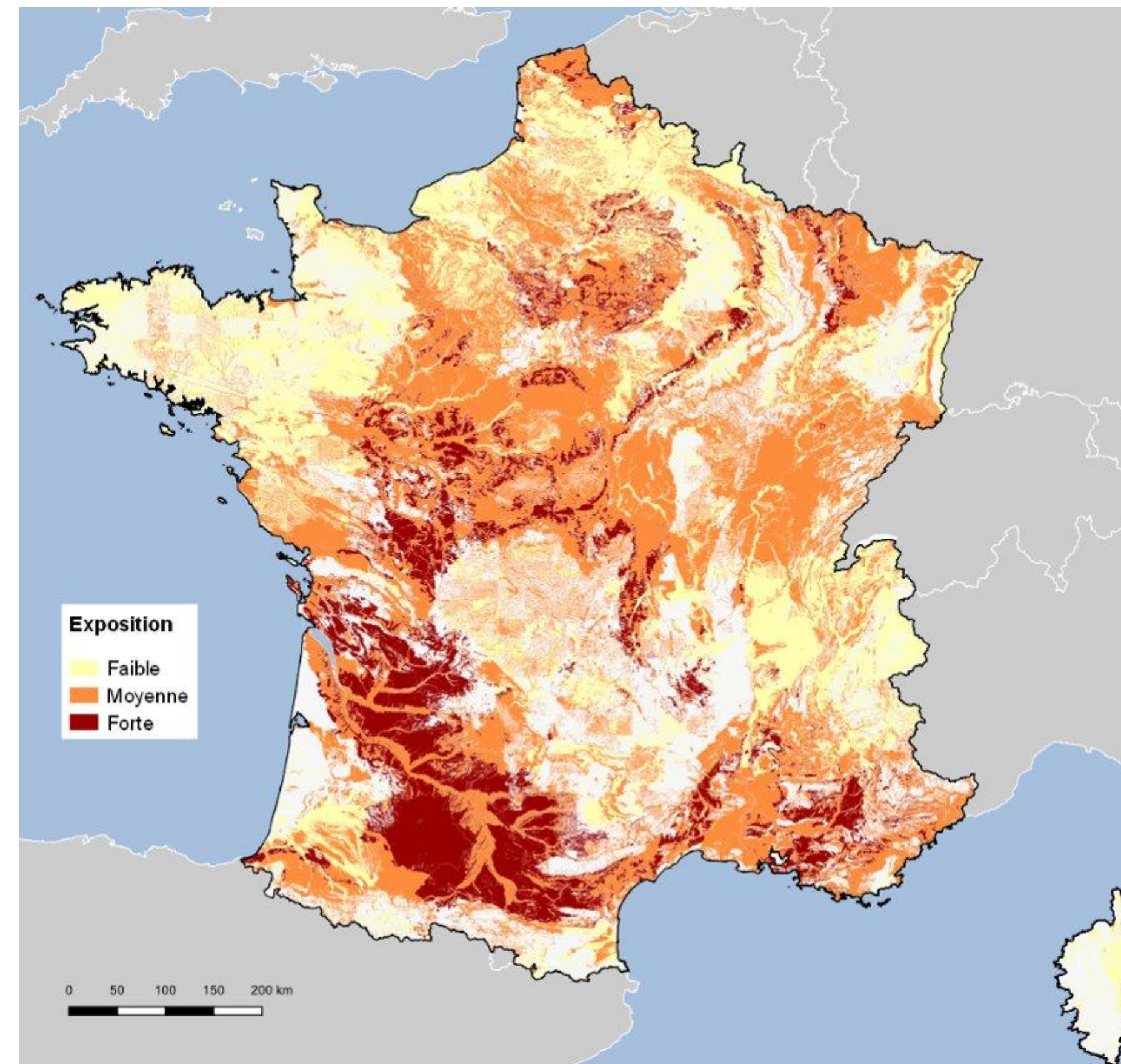
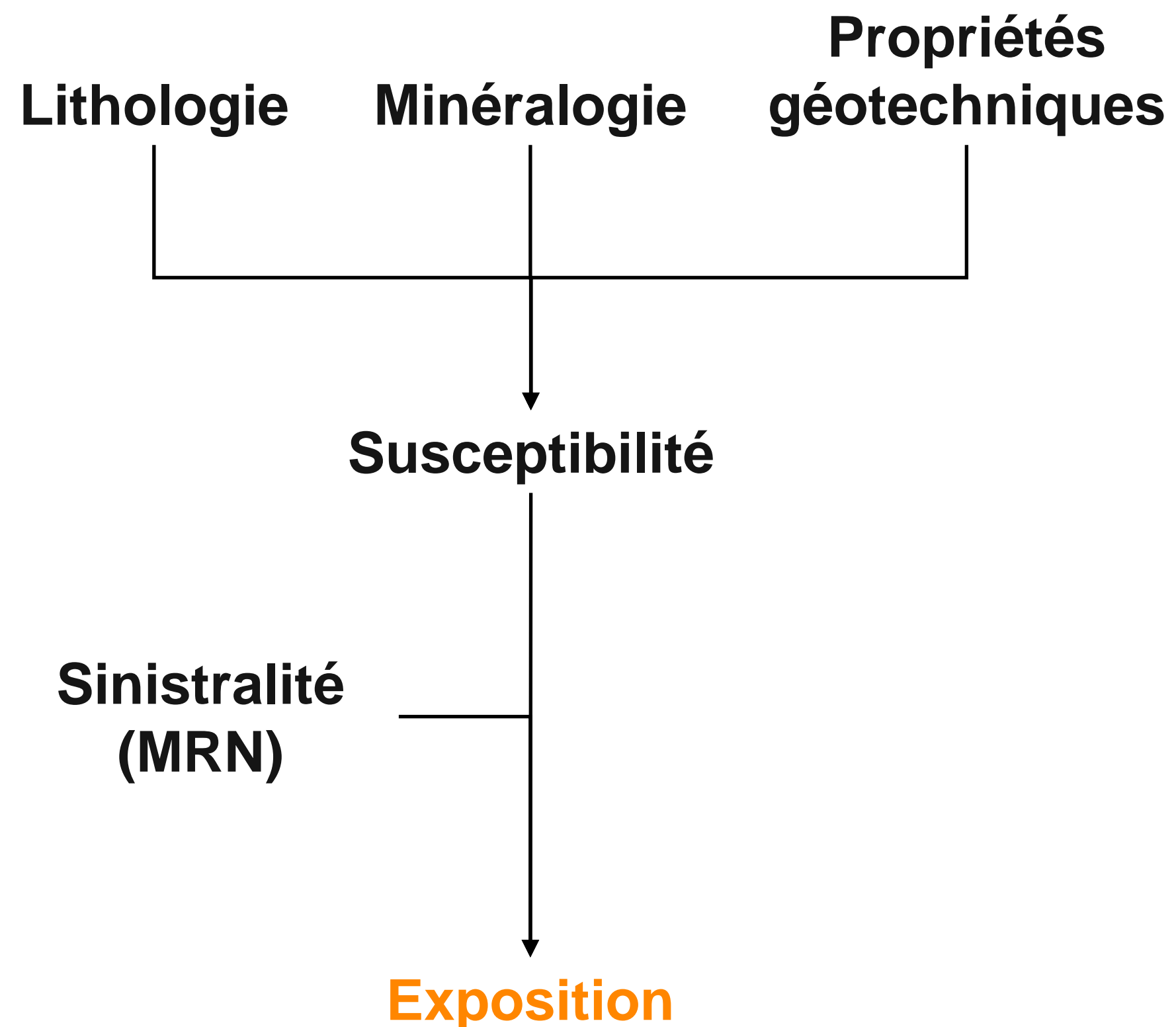
Rennes (35)



Rapport BRGM/RP-72291-FR

Cartographie des propriétés des sols

Carte d'exposition au retrait-gonflement des argiles



Rapport BRGM/RP-70996-FR

Carte d'exposition
2019

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

- Mise à jour prévue pour 2025
- Sinistralité 2022
- Intégration des cartes locales



cfms

COMITÉ FRANÇAIS DE MÉCANIQUE
DES SOLS ET DE GÉOTECHNIQUE

Conditions déclenchantes et changement climatique

Conditions déclenchantes et changement climatique

Thèse Météo-France/BRGM/CCR

- **Compréhension et modélisation du phénomène de retrait-gonflement des argiles**
- Modélisations de l'humidité du sol ISBA Météo-France, données assurantielles de sinistres CCR, cartes et données de sites instrumentés BRGM
- **Barthélemy, S. (2024)** - Understanding and multi-scale modelling of clay shrinkage-swelling. PhD, Université de Toulouse. En ligne <<https://theses.hal.science/tel-04845472>>.

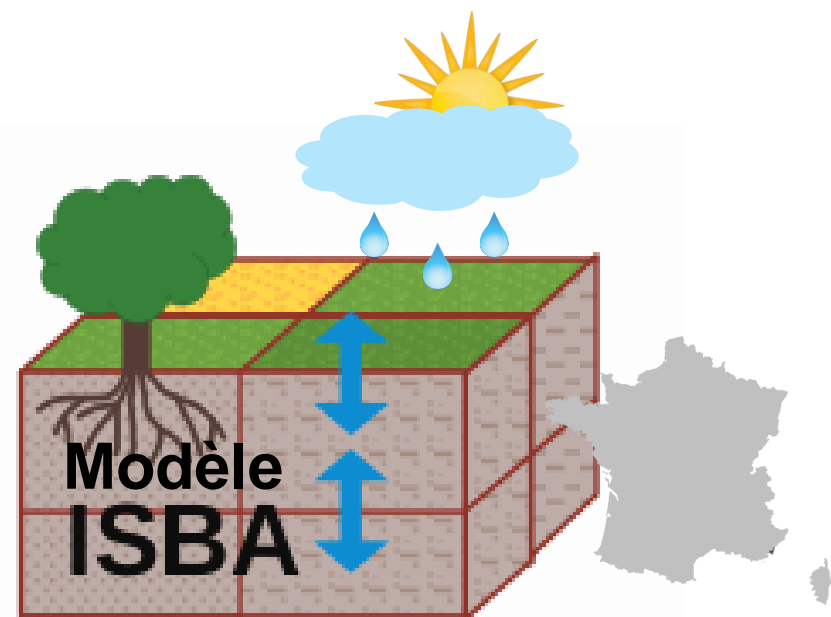
1. Indice de sécheresse RGA
2. Evaluation historique
3. Projections sous changement climatique



Conditions déclenchantes et changement climatique

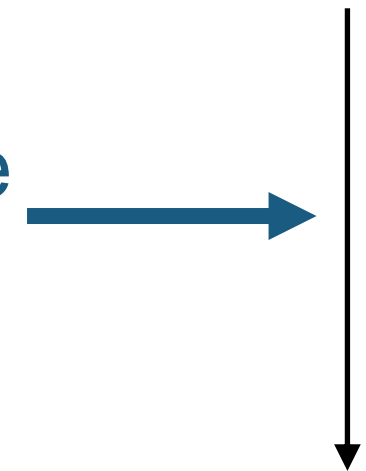
Indice de sécheresse RGA et analyse historique

Configuration
de sol,
végétation

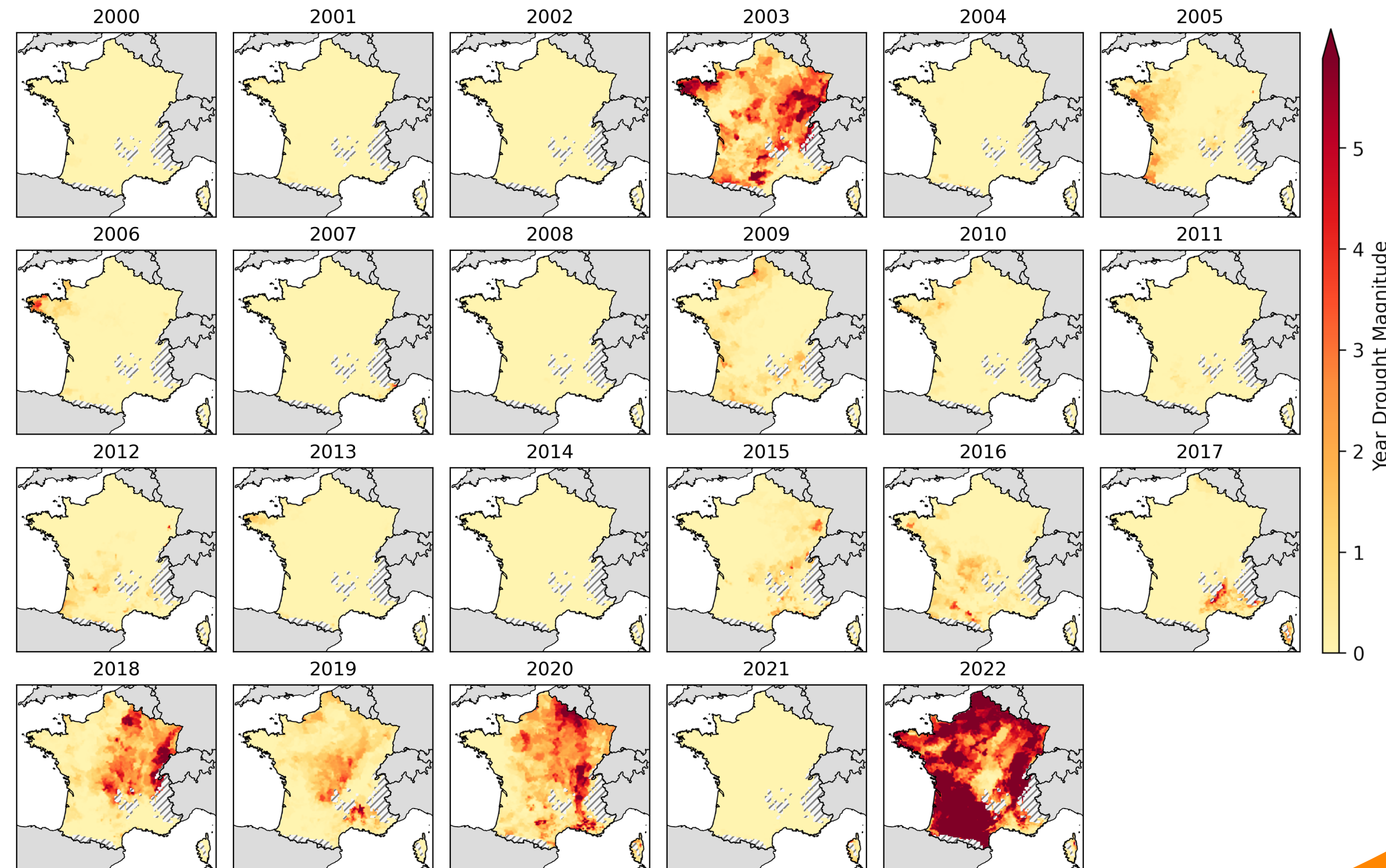


Humidité
volumique du sol

Sinistralité
CCR



Year Drought Magnitude Index YDMI
 ≈ intensité et durée déficit annuel en eau
 du sol entre 80cm et 1m
 doi: [10.5194/nhess-24-999-2024](https://doi.org/10.5194/nhess-24-999-2024).



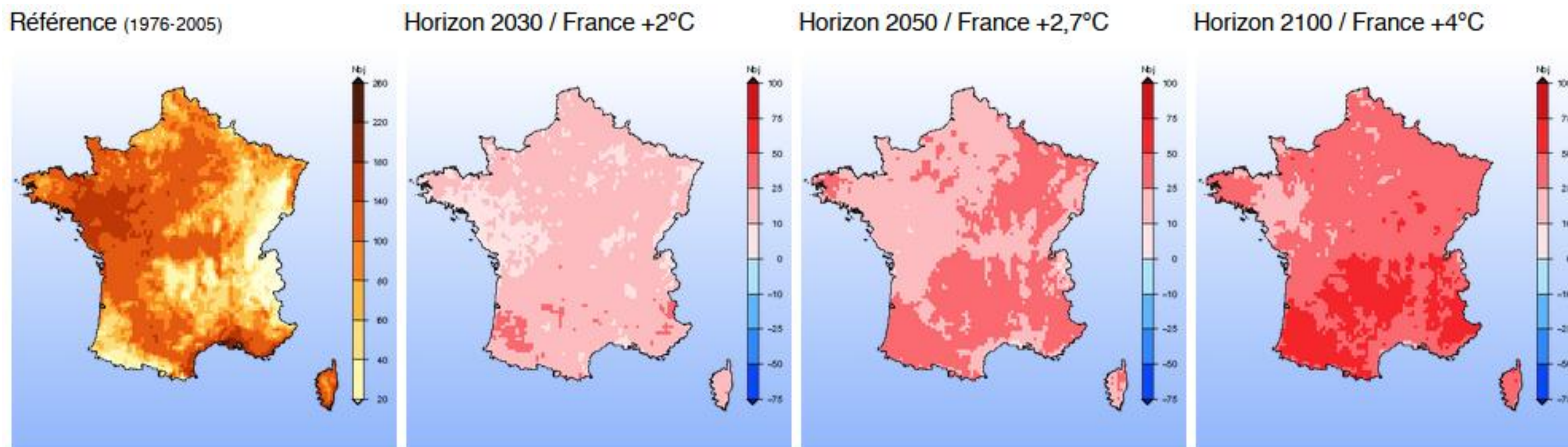
doi: [10.5194/egusphere-2024-1079](https://doi.org/10.5194/egusphere-2024-1079).



Conditions déclenchantes et changement climatique

Effet du changement climatique

Soubeyroux, J.-M.,
Dubuisson, B.,
Bernus, S.,
Samacoïts, R.,
Rousset, F.,
Schneider, M., Drouin,
A., Madec, T., Tardy,
M., Corre, L. (2024) - A
quel climat s'adapter en
France selon la
TRACC ? Meteo-
France. En ligne
<<https://hal.science/hal-04797481>>.

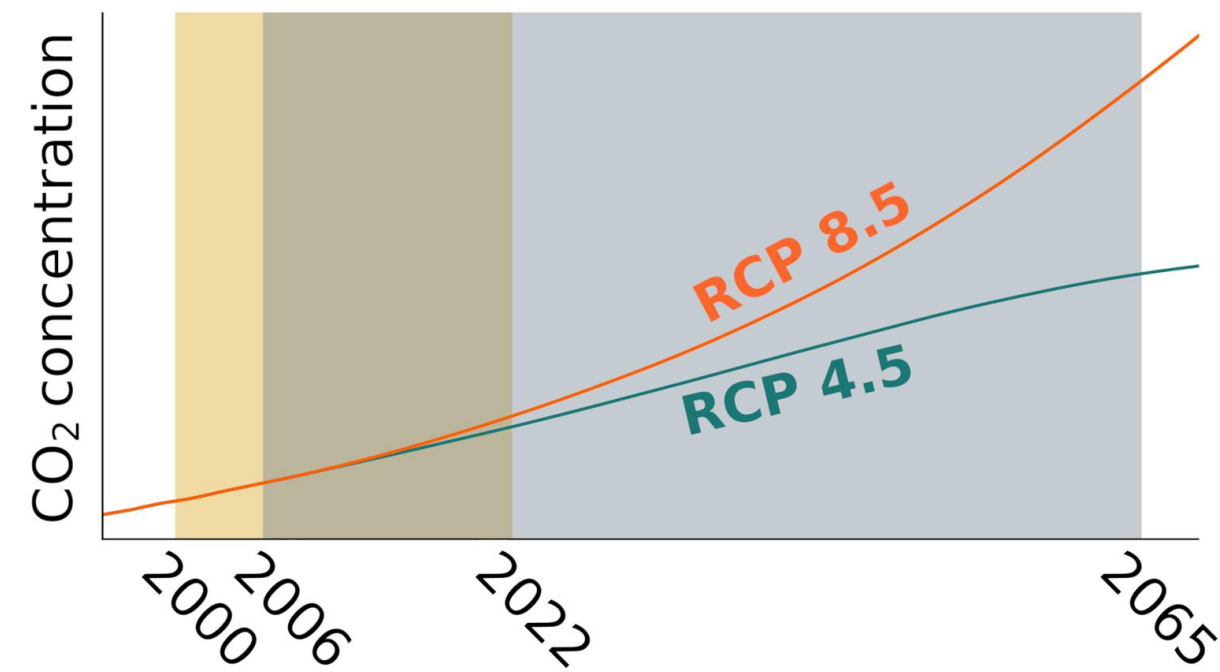


Écart du nombre de jours annuel avec un sol sec ($SWI < 0.4$) par rapport à la période de référence, selon la **trajectoire de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC)** – médiane multi-modèle de climat

<https://www.drias-climat.fr>

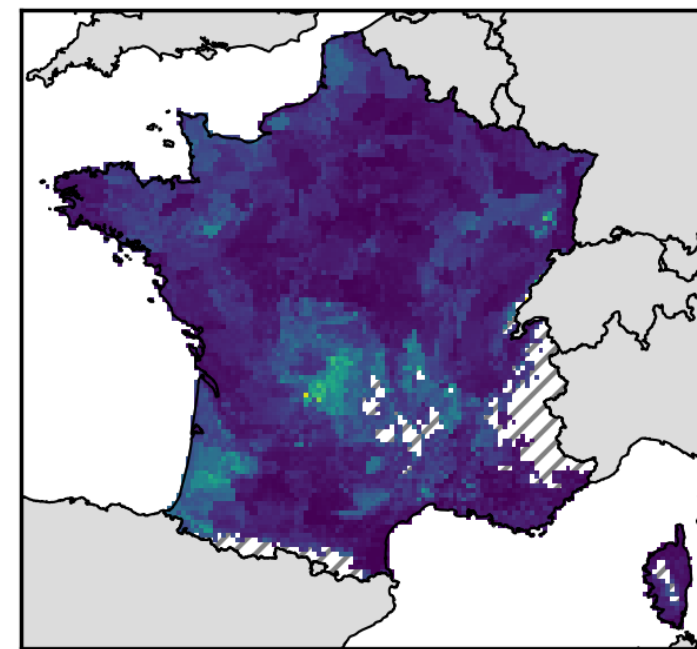
Conditions déclenchantes et changement climatique

Effet du changement climatique et RGA

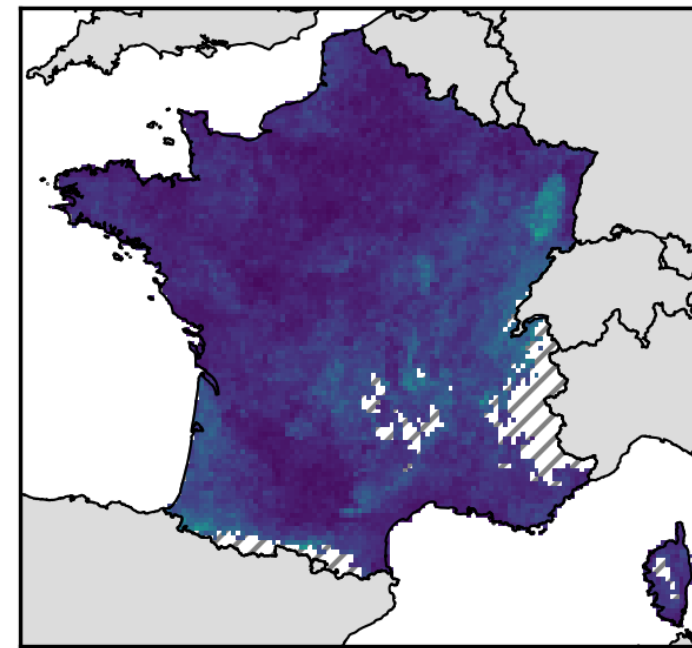


→ Calcul de YDMI sous climat futur

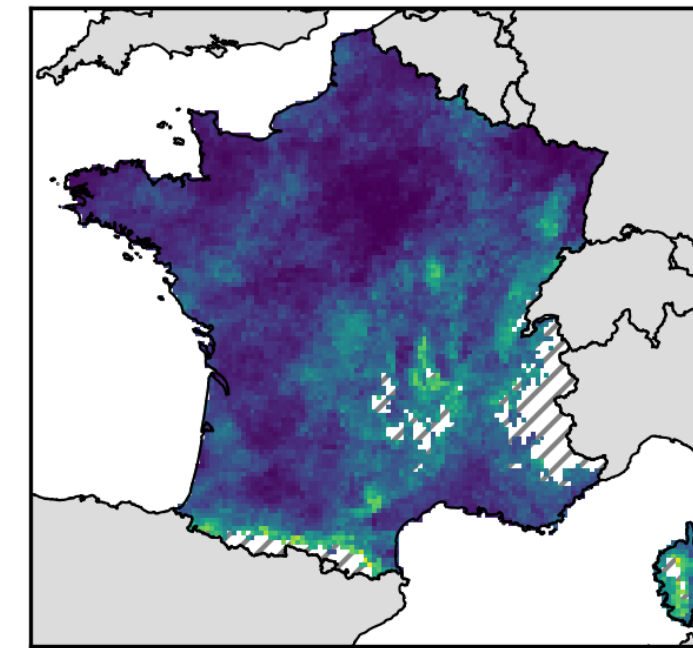
2000-2022, historical



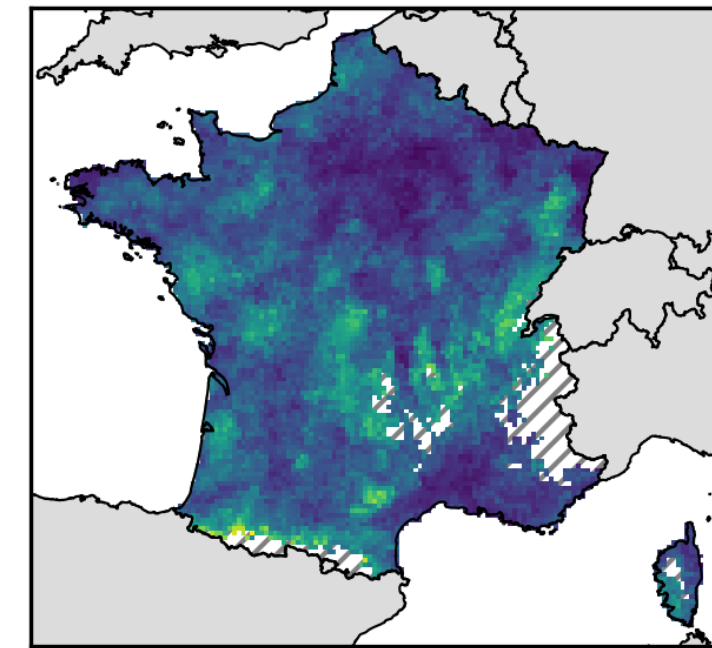
RCP4.5
2006-2025, all models



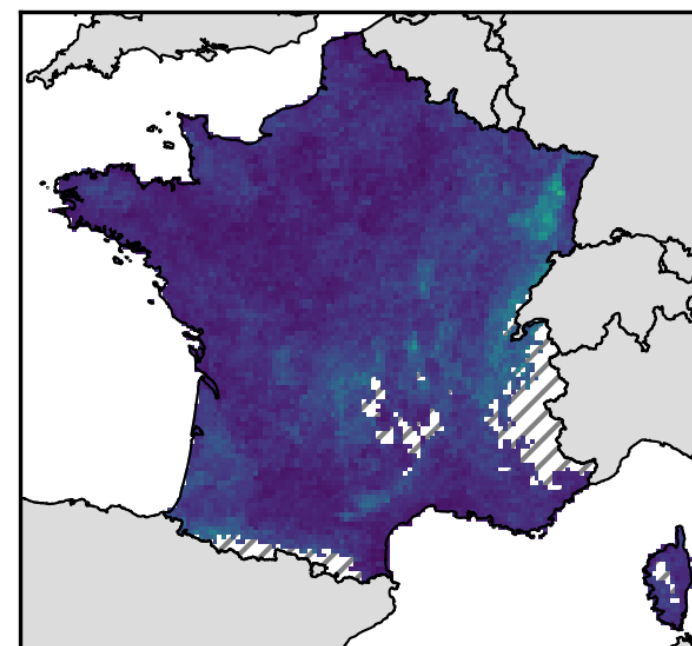
RCP4.5
2026-2045, all models



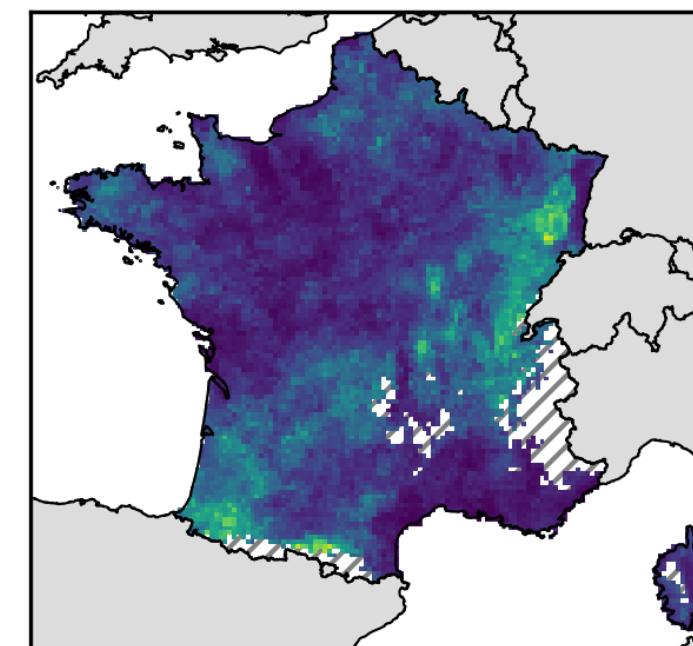
RCP4.5
2046-2065, all models



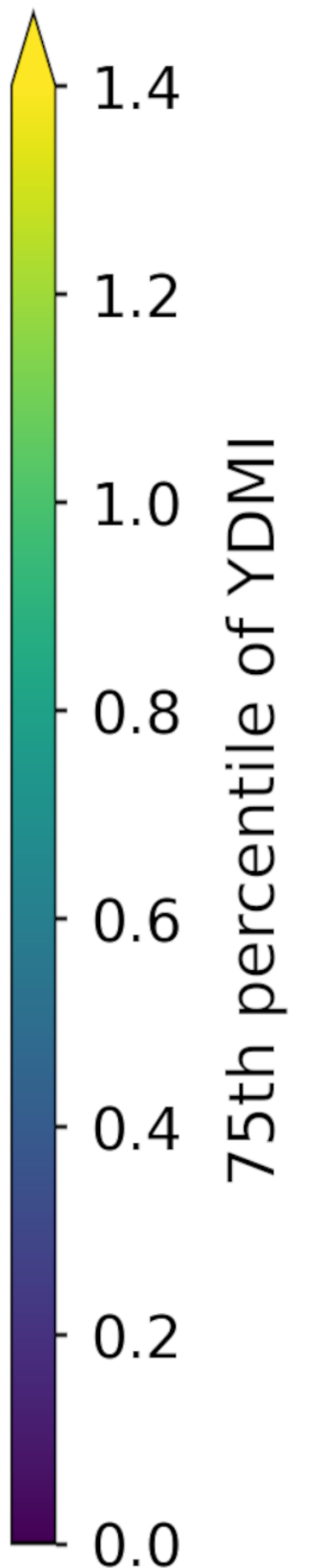
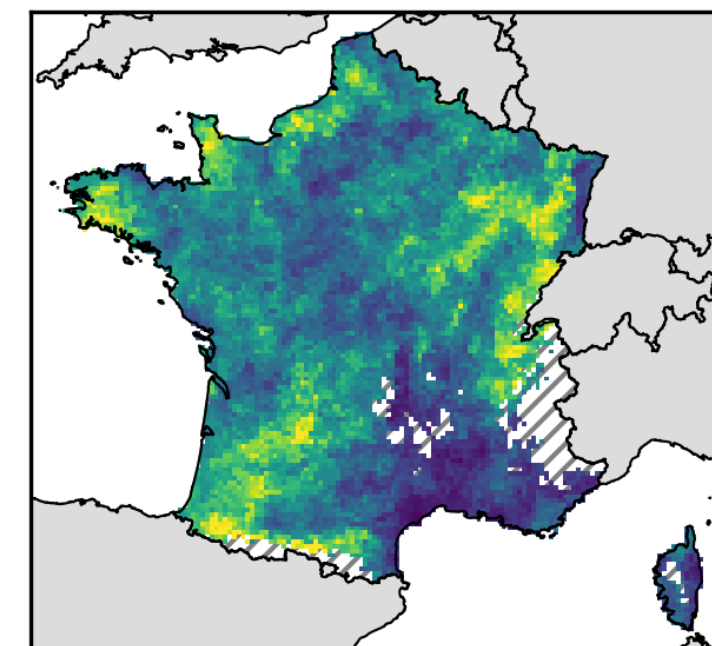
RCP8.5
2006-2025, all models



RCP8.5
2026-2045, all models



RCP8.5
2046-2065, all models



→ Intensification sécheresses

doi: [10.5194/egusphere-2024-1079](https://doi.org/10.5194/egusphere-2024-1079).





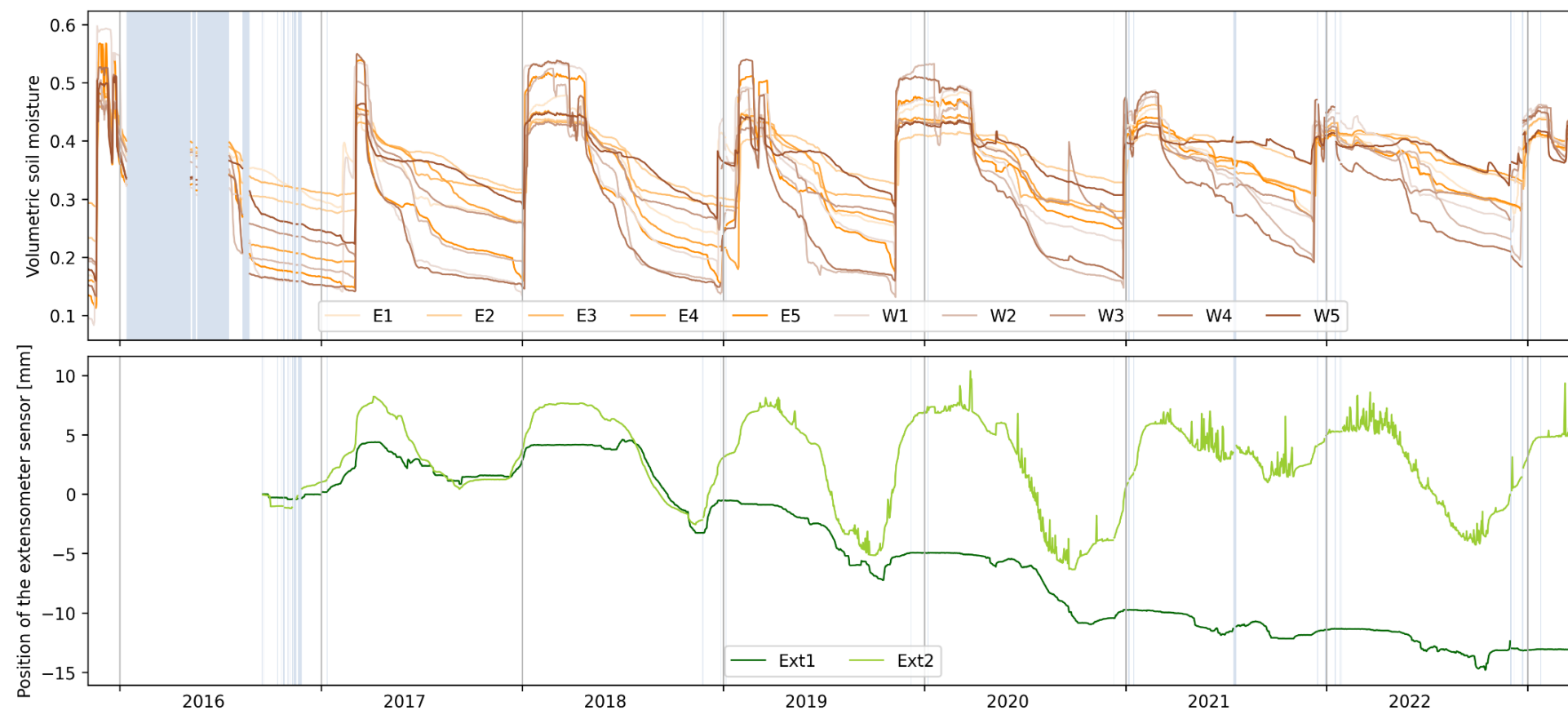
cfms

COMITÉ FRANÇAIS DE MÉCANIQUE
DES SOLS ET DE GÉOTECHNIQUE

Caractérisation à partir de dispositifs in-situ

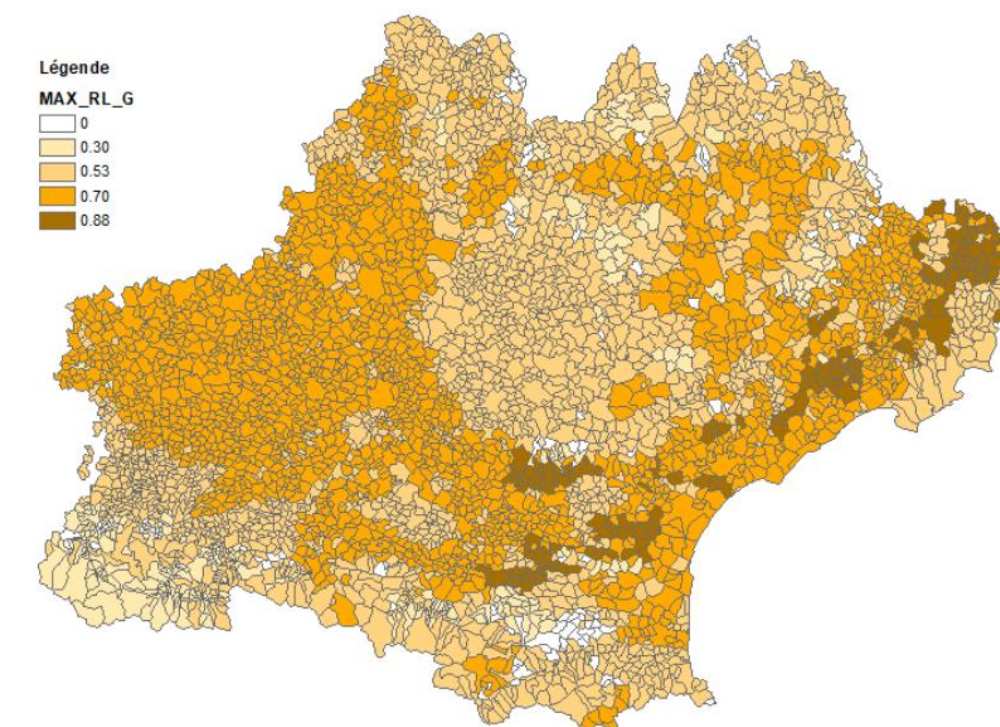
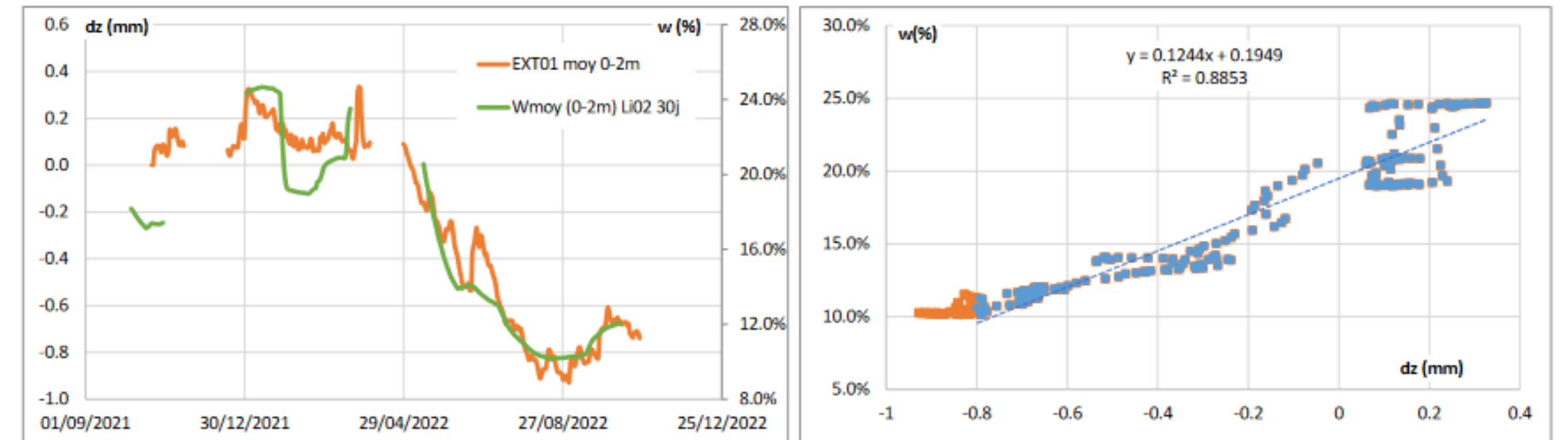
Dispositifs in-situ Sites existants BRGM

Site de Chaingy, Loiret (45)



Rapport BRGM/RP-67802-FR

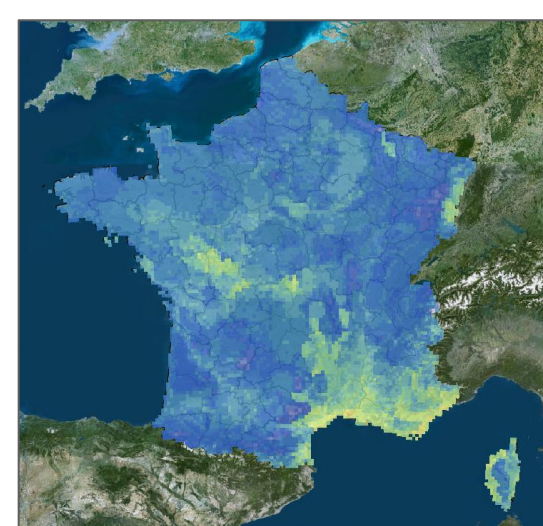
Sites ViSéGéo, Haute-Garonne (31)



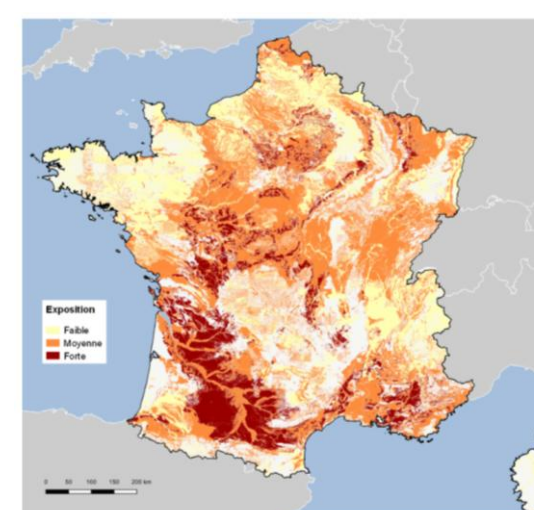
Rapport BRGM/RP-72231-FR

Dispositifs in-situ Projet SEHSAR

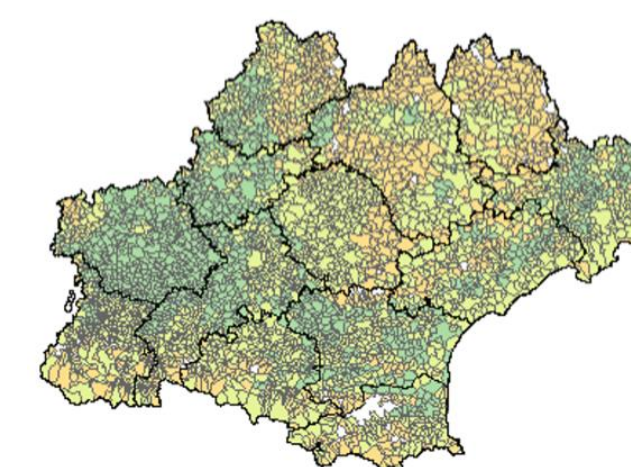
- Surveillance Etendue du niveau d'Humidité des Sols argileux pour l'Adaptation et la Résilience du bâti face au changement climatique
- CEREMA porteur, BRGM partenaire
- Création d'un réseau de sites expérimentaux, capitaliser et diffuser les données
- Observer et modéliser les variations spatio-temporelles de la teneur en eau et des déplacements
- Déterminer un indicateur de risque basé sur les déplacements modélisés



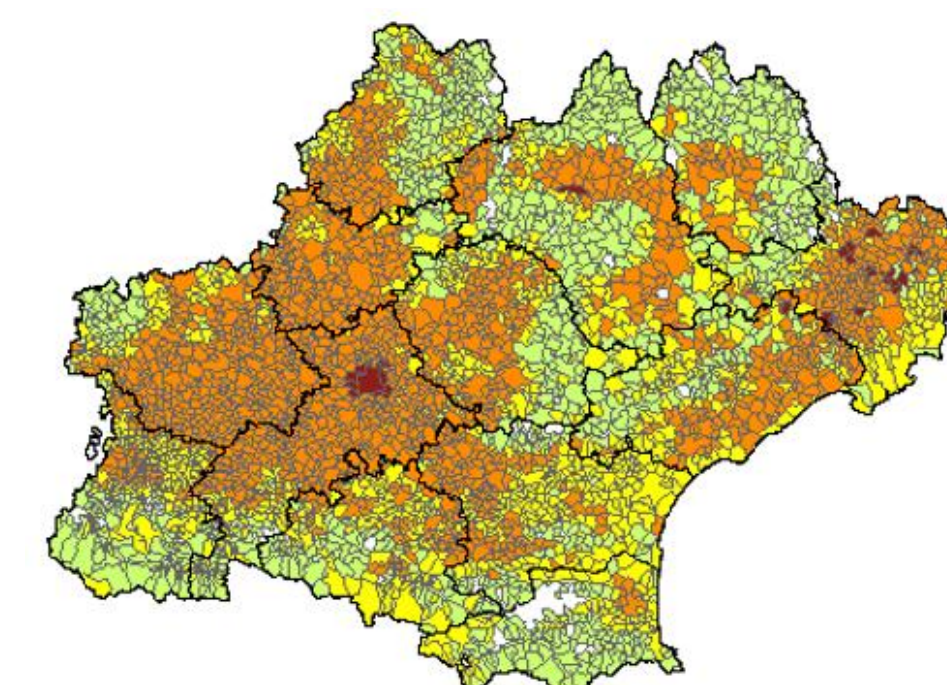
Variations d'humidités



Susceptibilité



Déplacements



Indicateur de risques

Caractérisation de l'aléa RGA

Conclusion

- Travaux sur la cartographie des propriétés de sol
- Évolution des conditions déclenchantes RGA, et projections climatiques
- Progression dans la compréhension du phénomène par le biais de sites instrumentés



cfms

COMITÉ FRANÇAIS DE MÉCANIQUE
DES SOLS ET DE GÉOTECHNIQUE

Merci de votre attention !