



cfms

COMITÉ FRANÇAIS DE MÉCANIQUE
DES SOLS ET DE GÉOTECHNIQUE

Webinaire « Doctorants en géotechnique »

Compréhension et modélisation du phénomène de retrait-gonflement des argiles et ses impacts



9 JANVIER 2024

BARTHELEMY Sophie

PARTENAIRES DU PROJET DE RECHERCHE



Centre National de Recherches Météorologiques (GMME/VEGEO)

Modélisation des surfaces
continentales en termes
de végétation, humidité
des sols et propriétés
radiatives



Géosciences pour une Terre durable
brgm

Bureau de Recherches Géologiques et Minières (DRP/RIG)

Direction risques et
prévention, risques et
instabilités gravitaires



Caisse Centrale de Réassurance

Réassureur français
100% détenu par l'état

Aspects assurantiels
Développement de
modèles d'impact de
catastrophes naturelles



cfms

COMITÉ FRANÇAIS DE MÉCANIQUE
DES SOLS ET DE GÉOTECHNIQUE

INTRODUCTION

Contexte et démarche scientifique



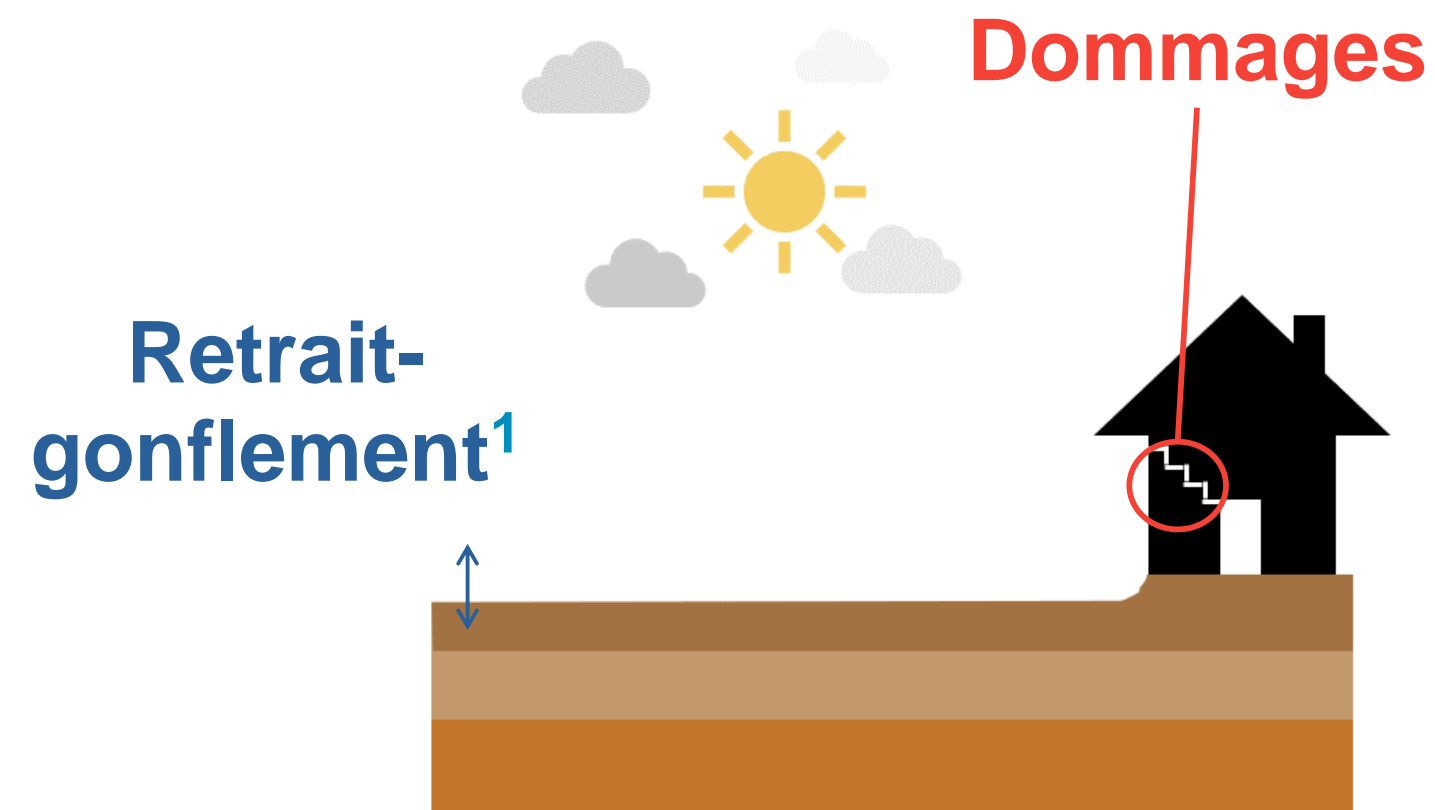
WEBINAIRE DOCTORANTS EN GÉOTECHNIQUE - 09/01/2024
S.BARTHELEMY

COMPRÉHENSION ET MODÉLISATION DU PHÉNOMÈNE DE
RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES ET SES IMPACTS



INTRODUCTION

Contexte



Régime d'indemnisation des catastrophes naturelles
Régime CatNat

20,8 Md€ 1989-2022 dont
2.9 Md€ pour 2022²

50% des maisons
individuelles concernées³

↗ coûts attendue
changement climatique⁴⁻⁸

Compréhension et modélisation multi-échelle du phénomène de **RGA** et de ses **impacts en termes financiers**. Éléments contributifs au régime d'indemnisation des catastrophes naturelles.

.Comment quantifier les facteurs d'occurrence RGA ?

.Quels étaient-ils par le passé ?
A quoi s'attendre dans le futur ?

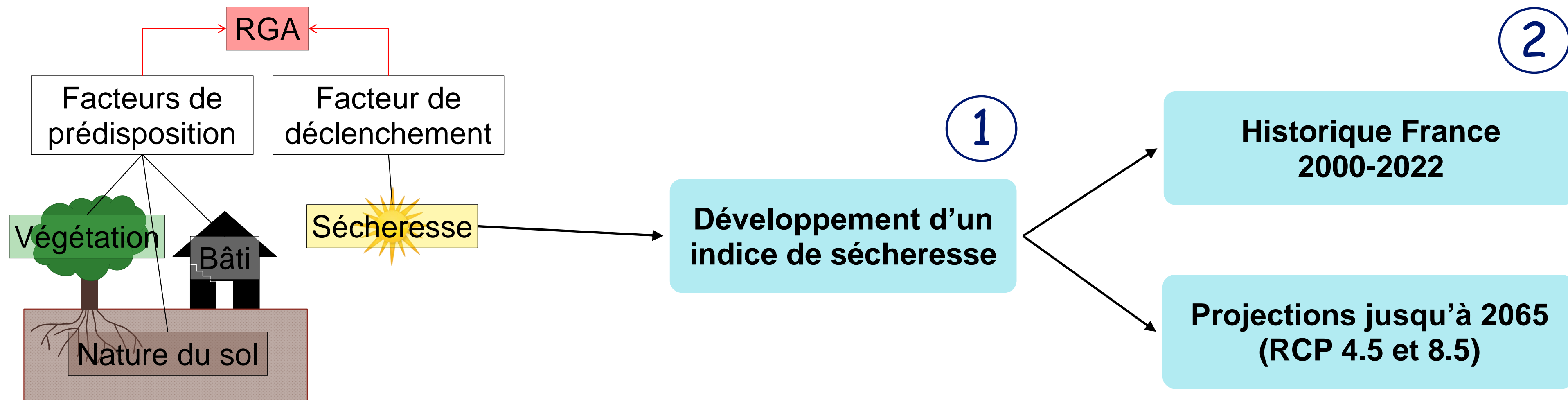
.Comment à partir d'eux remonter aux dommages ?



INTRODUCTION

Démarche scientifique

Compréhension et modélisation multi-échelle du phénomène de **RGA** et de ses impacts



CCR

Données de sinistralité

METEO FRANCE

Modèle de surface ISBA^{9,10}

brgm

Cartes, modèles géotechniques et mesures sur sites instrumentés





cfms

COMITÉ FRANÇAIS DE MÉCANIQUE
DES SOLS ET DE GÉOTECHNIQUE

INDICE DE SÉCHERESSE Quantification du facteur de déclenchement RGA



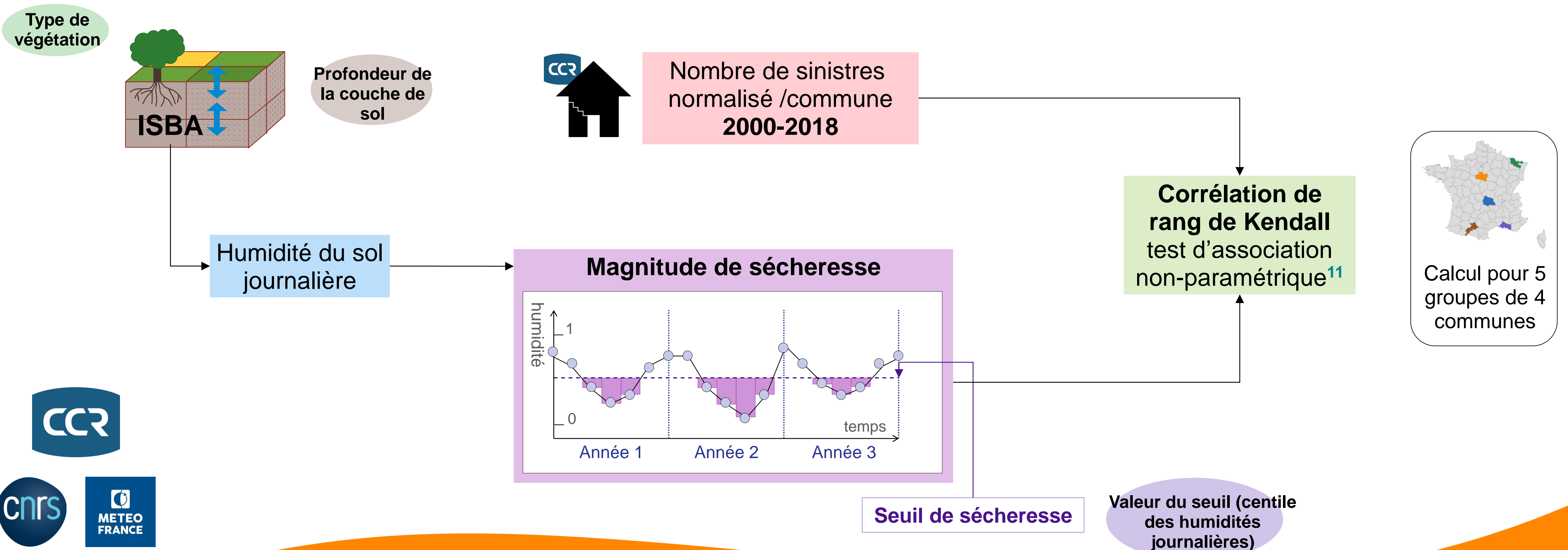
WEBINAIRE DOCTORANTS EN GÉOTECHNIQUE - 09/01/2024
S.BARTHELEMY

COMPRÉHENSION ET MODÉLISATION DU PHÉNOMÈNE DE
RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES ET SES IMPACTS



INDICE DE SÉCHERESSE Méthodologie

Quantifier la sécheresse d'une année donnée en maximisant une **métrique** calculée par comparaison avec les **sinistres**



INDICE DE SÉCHERESSE Magnitude optimale

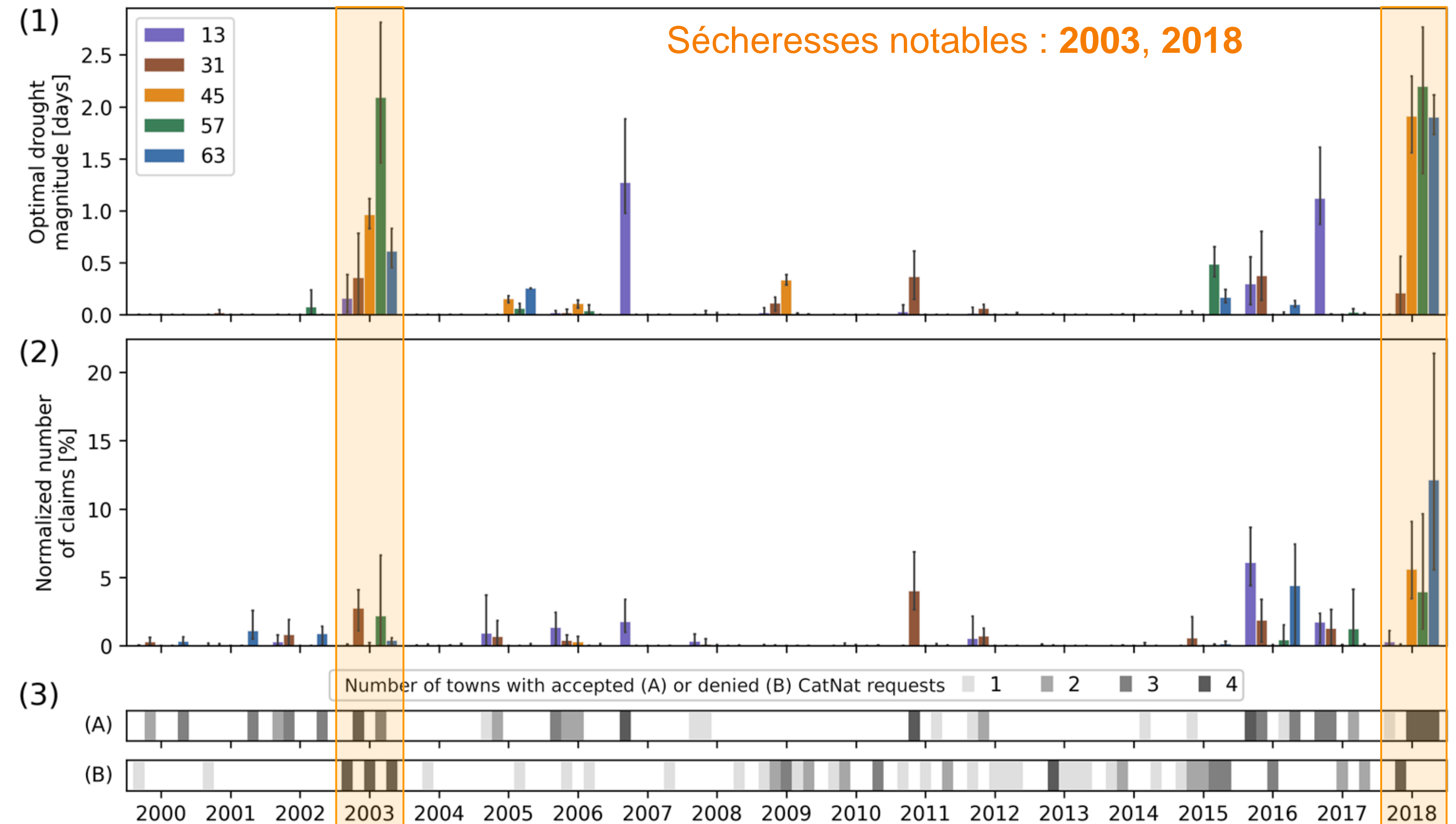
Résultats

Feuillus caduques

Couche de sol 8,
(entre 0.8 et 1m)

Seuil compris entre
le 1^{er} et le 5^{ème}
centile des
humidités
journalières

**Indice optimal
(1), sinistres
normalisés (2)
et demandes
CatNat
acceptées (3A)
et refusées (3B)**



→ <https://doi.org/10.5194/egusphere-2023-1366>





cfms

COMITÉ FRANÇAIS DE MÉCANIQUE
DES SOLS ET DE GÉOTECHNIQUE

ANALYSE HISTORIQUE

Calcul de magnitude de sécheresse pour la France de 2000 à 2022



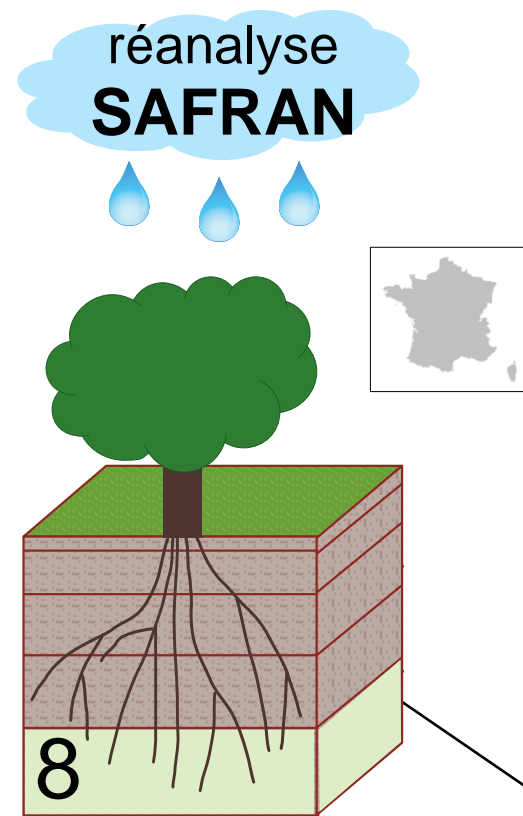
WEBINAIRE DOCTORANTS EN GÉOTECHNIQUE - 09/01/2024
S.BARTHELEMY

COMPRÉHENSION ET MODÉLISATION DU PHÉNOMÈNE DE
RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES ET SES IMPACTS



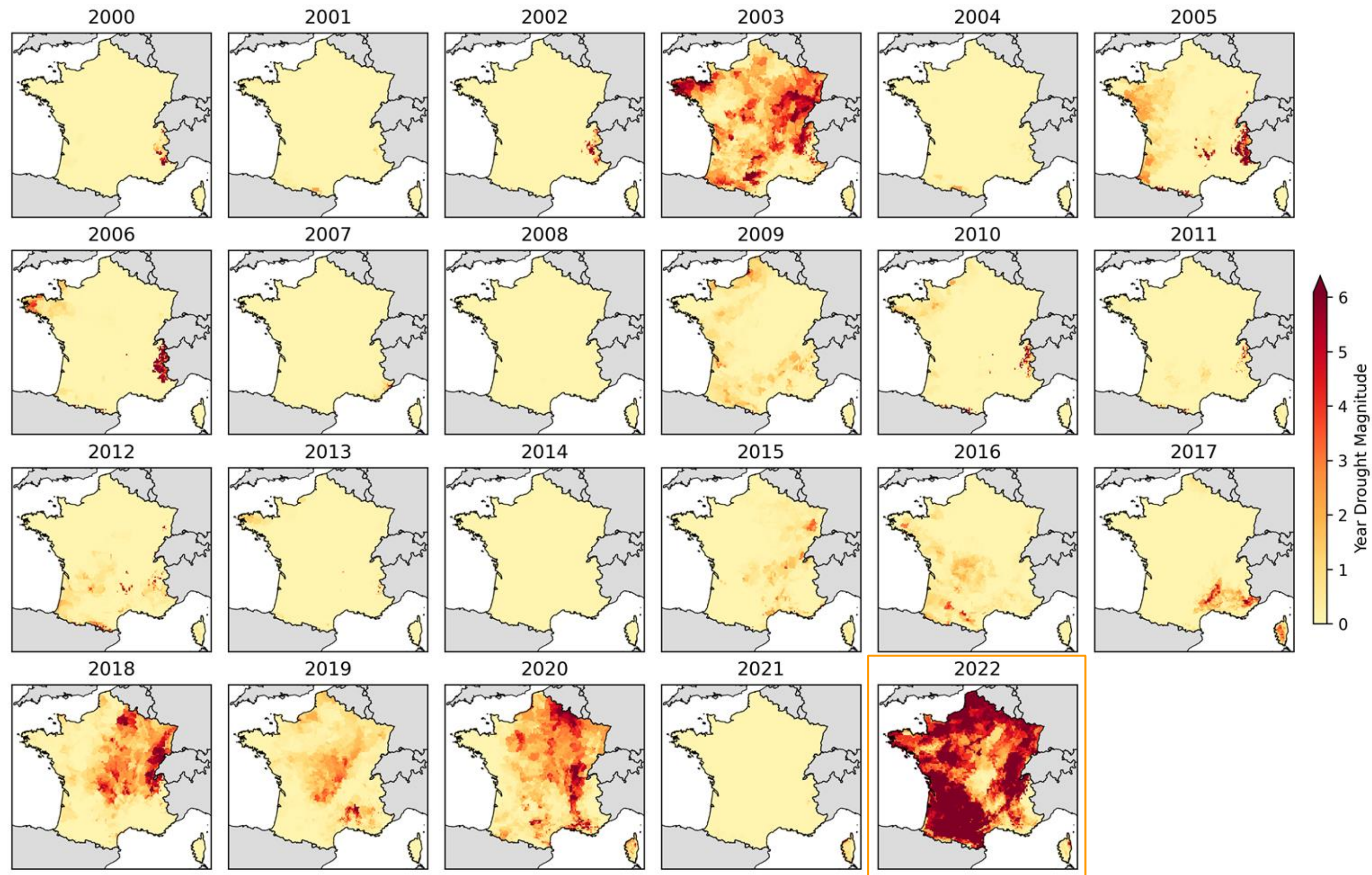
ANALYSE HISTORIQUE

2000-2022



humidité

magnitude



Sécheresses notables en 2003, 2018, 2020 et surtout 2022 !





cfms

COMITÉ FRANÇAIS DE MÉCANIQUE
DES SOLS ET DE GÉOTECHNIQUE

ANALYSE PROJETÉE

Calcul de magnitude pour la France jusqu'à 2065



WEBINAIRE DOCTORANTS EN GÉOTECHNIQUE - 09/01/2024
S.BARTHELEMY

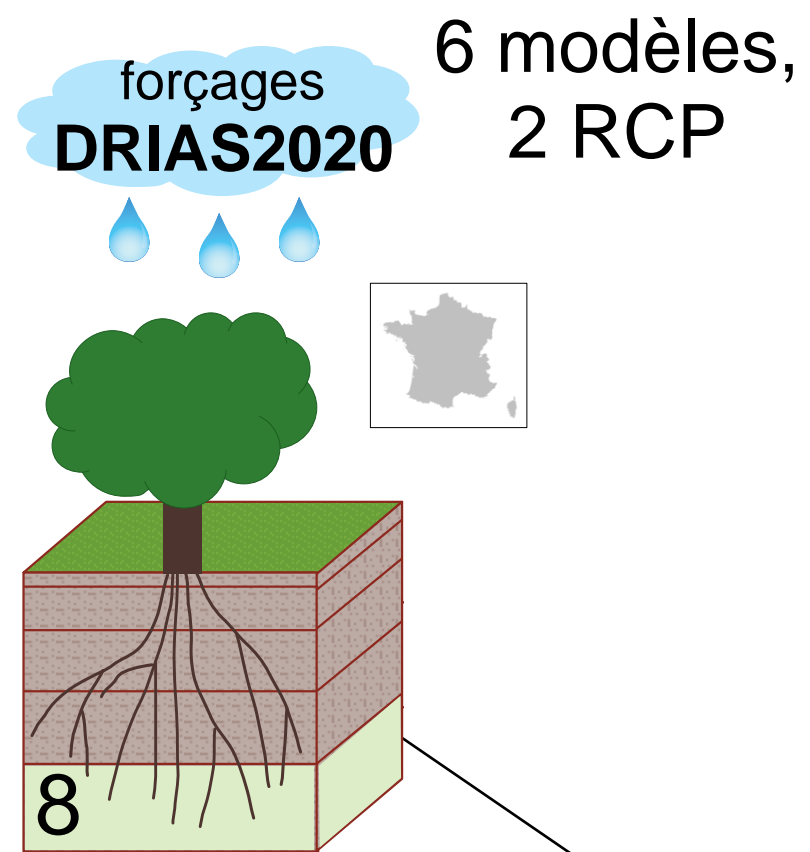
COMPRÉHENSION ET MODÉLISATION DU PHÉNOMÈNE DE
RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES ET SES IMPACTS



ANALYSE PROJETÉE

Zones géographiques

2006-2065



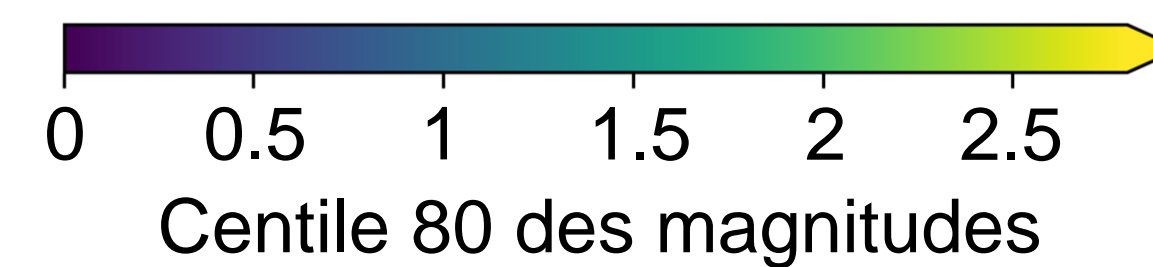
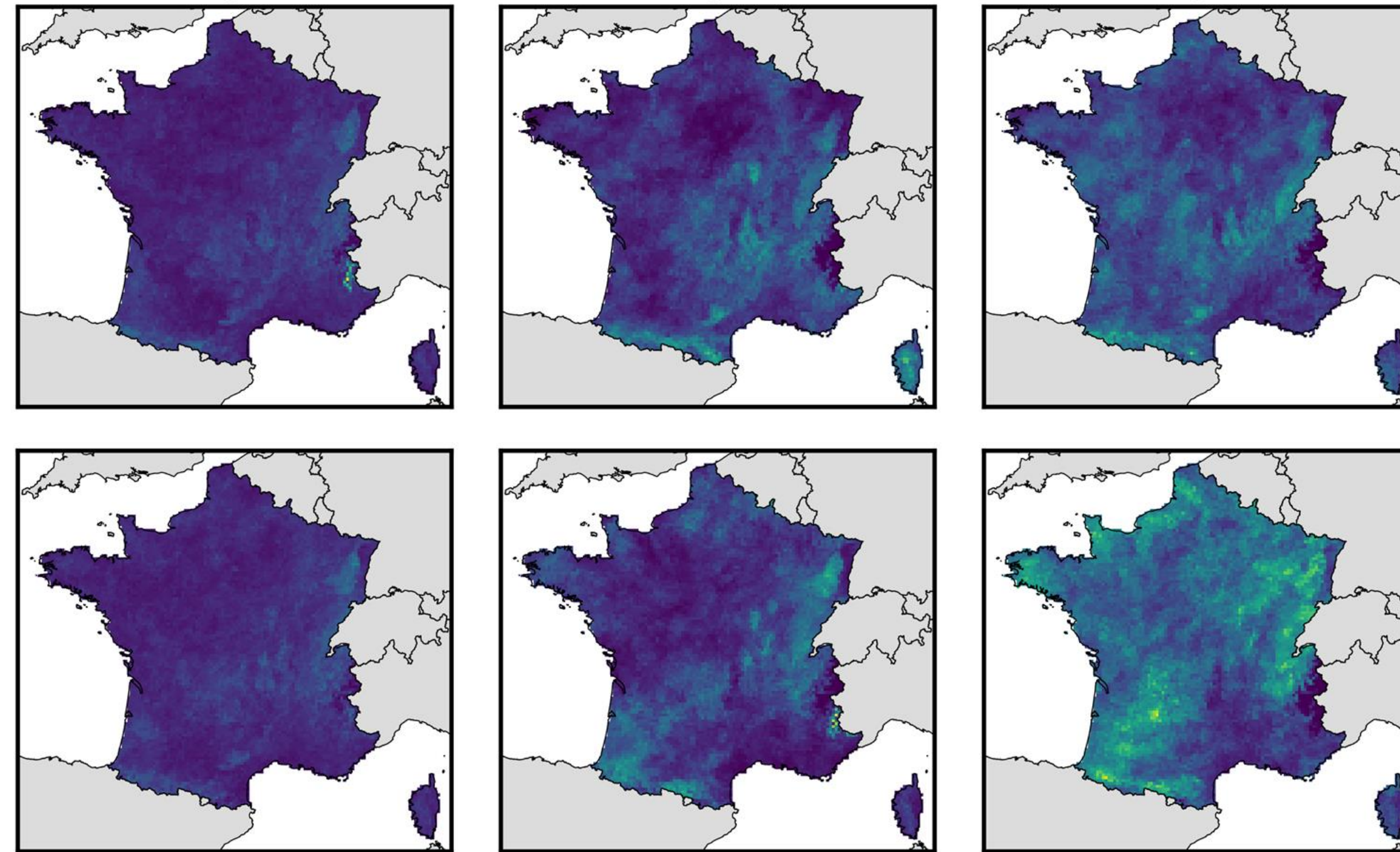
2006-2025

2026-2045

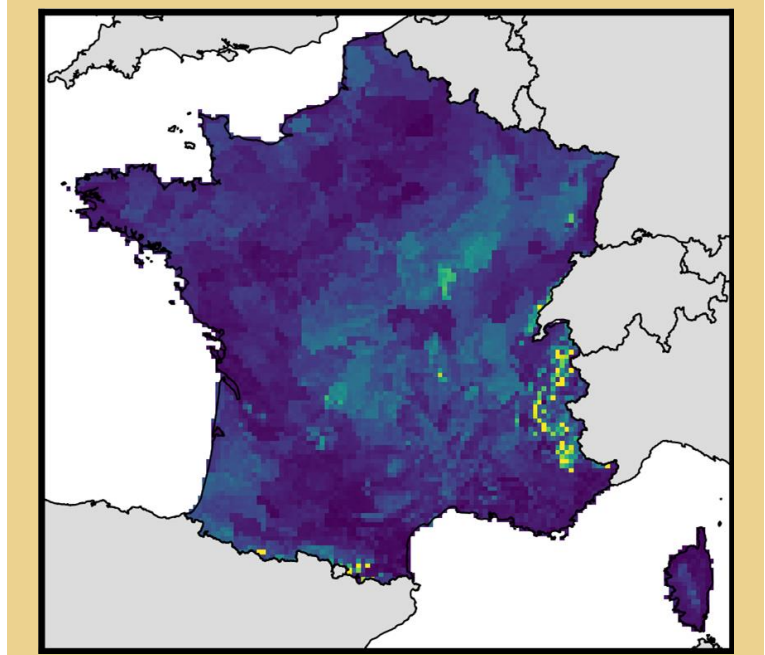
2046-2065

RCP 4.5

RCP 8.5



Historique,
2000-2022



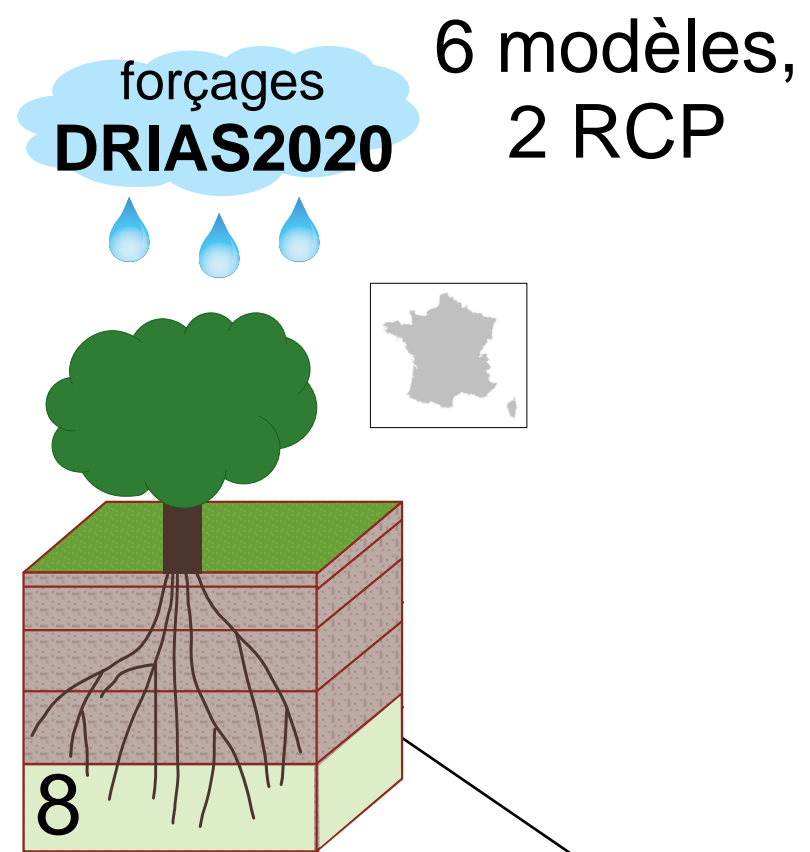
Augmentation
marquée dans le
sud-ouest et l'est,
plus marquée pour
RCP 8.5



ANALYSE PROJÉTÉE

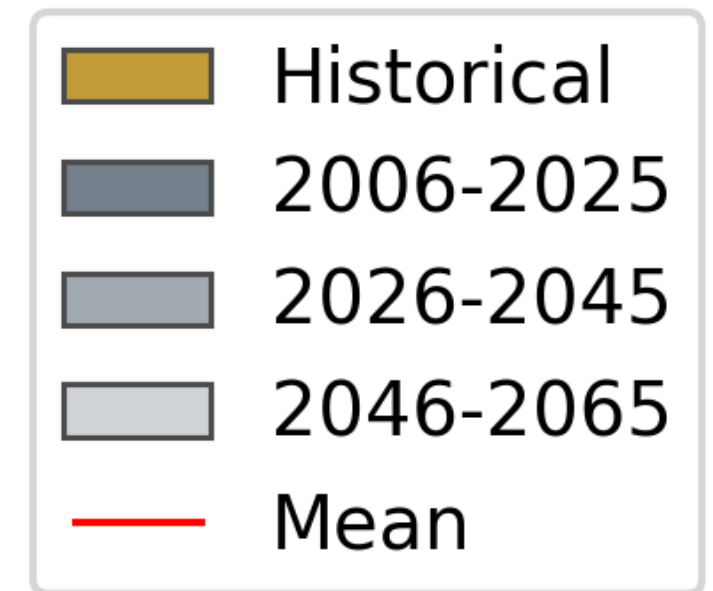
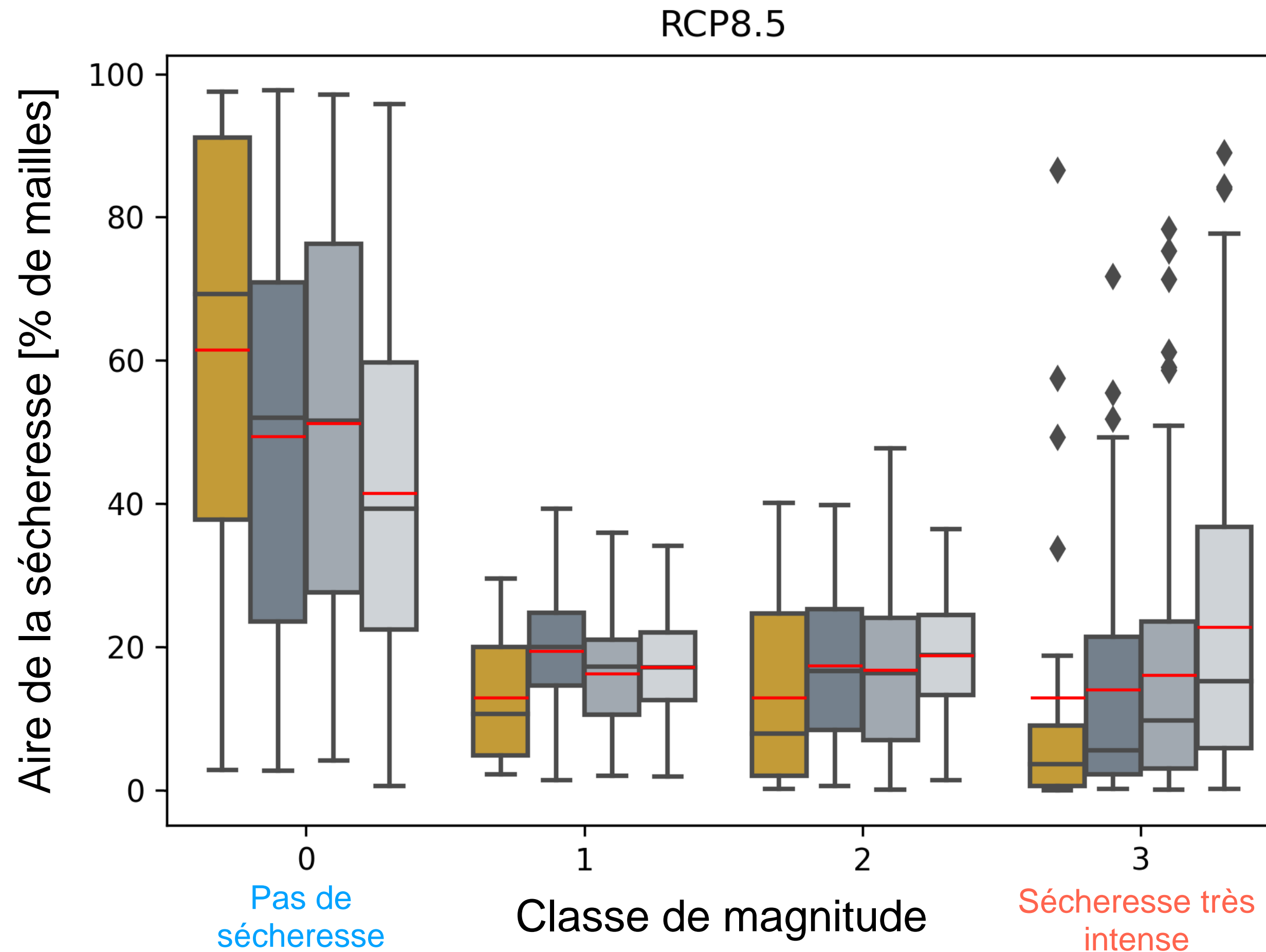
Evolution de l'aire impactée par la sécheresse

2006-2065



humidité

magnitude



↘ Aire classe 0
 ↗ Aire classe 3
 → Aggravation des sécheresses dans le futur



cfms

COMITÉ FRANÇAIS DE MÉCANIQUE
DES SOLS ET DE GÉOTECHNIQUE

CONCLUSION

Synthèse et perspectives



WEBINAIRE DOCTORANTS EN GÉOTECHNIQUE - 09/01/2024
S.BARTHELEMY

COMPRÉHENSION ET MODÉLISATION DU PHÉNOMÈNE DE
RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES ET SES IMPACTS



CONCLUSION

Comment quantifier les facteurs d'occurrence RGA ?

➤ **Magnitude de sécheresse**

Quels étaient-ils par le passé ? A quoi s'attendre pour le futur ?

➤ Sécheresses remarquables en 2003, 2018, 2020 et **2022**

➤ **Aggravation des sécheresses dans le futur**, plus marquée pour le **RCP 8.5**

Comment à partir d'eux remonter aux dommages ?

➤ De la sécheresse aux déplacements: site instrumenté BRGM dans le Loiret

➤ Jusqu'aux dommages: calibration d'un modèle de dommages CCR

➤ **Fin de thèse en novembre 2024**





cfms

COMITÉ FRANÇAIS DE MÉCANIQUE
DES SOLS ET DE GÉOTECHNIQUE

Merci de votre attention !



9 JANVIER 2024

BARTHELEMY Sophie

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES (1)

1. Bronswijk, J. J. B. PREDICTION OF ACTUAL CRACKING AND SUBSIDENCE IN CLAY SOILS: *Soil Sci.* 148, 87–93 (1989).
<https://doi.org/10.1097/00010694-198908000-00002>
2. Caisse Centrale de Réassurance. LES CATASTROPHES NATURELLES EN FRANCE BILAN 1982-2022. https://catastrophes-naturelles.ccr.fr/documents/148935/368920/BILAN+Cat+Nat+2022_HD_12062023.pdf/5b5397f0-2118-2252-608f-76ece6e195a1?t=1686731142230
3. MTES. Cartographie de l'exposition des maisons individuelles au retrait-gonflement des argiles (2021)
https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2021-06/note_methode_croisement_retrait_gonflement_argiles_juin2021v3.pdf
4. CCR & Météo-France. CONSÉQUENCES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LE COÛT DES CATASTROPHES NATURELLES EN FRANCE À HORIZON 2050. (2018)
<https://www.ccr.fr/documents/35794/35836/Etude+Climatique+2018+version+complete.pdf/6a7b6120-7050-ff2e-4aa9-89e80c1e30f2?t=1536662736000>
5. France Assureurs. IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR L'ASSURANCE À L'HORIZON 2050. (2021)
https://www.franceassureurs.fr/wp-content/uploads/2022/09/vf_france-assureurs_impact-du-changement-climatique-2050.pdf



RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES (2)

6. Covéa & RiskWeatherTech. *Changement climatique & Assurance : Quelles conséquences sur la sinistralité à horizon 2050 ?* (2022) https://www.covea.com/sites/default/files/2022-02/202202_Livre_Blanc_Cov%C3%A9a_Risques_Climatiques.pdf
7. Gourdier, S. & Plat, E. *Impact du changement climatique sur la sinistralité due au retrait-gonflement des argiles.* (2018) <https://brgm.hal.science/hal-01768395>
8. CCR (2023) *Conséquences du changement climatique sur le coût des catastrophes naturelles en France à horizon 2050.:* <https://www.ccr.fr/documents/35794/1255983/CCR+Etude+climat+BAG+23102023+page+22mo.pdf/68b95f6e-8238-4dcc-6c56-025fa410257b?t=1698161402128>.
9. Noilhan, J. & Planton, S. *A Simple Parameterization of Land Surface Processes for Meteorological Models.* *Mon. Weather Rev.* 117, 536–549 (1989). [https://doi.org/10.1175/1520-0493\(1989\)117%3C0536:ASPOLS%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0493(1989)117%3C0536:ASPOLS%3E2.0.CO;2)
10. Noilhan, J. & Mahfouf, J.-F. *The ISBA land surface parameterisation scheme.* *Glob. Planet. Change* 13, 145–159 (1996). [https://doi.org/10.1016/0921-8181\(95\)00043-7](https://doi.org/10.1016/0921-8181(95)00043-7)
11. Wilks, D. S. *Statistical methods in the atmospheric sciences.* (Elsevier/Academic Press, 2011). ISBN 978-0-12-385022-5
12. Barthélemy, S. et al. (2023) 'A new drought index fitted to clay shrinkage induced subsidence over France : benefits of interactive leaf area index'. *Egusphere*. Available at: <https://doi.org/10.5194/egusphere-2023-1366>

