

ia4fire

Intelligence artificielle pour le suivi et la prévision des risques de feux et de leur impact écologique

JC Calvet, Y Baehr, B Bonan – CNRM

J Mothe, M Garouani – IRIT

Séminaire annuel O3T

3 juillet 2025





ia4fire 2024-2027 : thèse de Yann Baehr

**Défis
Clés**
OCCITANIE



Co-financement
O3T Région Occitanie
et Météo-France



Thèse CNRM, ED SDU2E
Employeur : CNRS
Co-direction IRIT



Institut de Recherche
en Informatique de Toulouse
CNRS - Toulouse INP - UT3 - UT Capitole - UT2

ia4fire 2024-2027

→ **Sujet :**

- **Suivi du danger de feu de végétation**
- **Occitanie en priorité, France métropolitaine, monde**

→ **Question scientifique :**

- **Les données satellitaires et l'apprentissage automatique peuvent-ils améliorer les méthodes actuelles ?**

→ **Objectif opérationnel :**

- **Améliorer les outils existants (Indice Forêt Météo)**
- **Utiliser de nouvelles observations**
- **Valider les outils**

Réchauffement climatique sans équivoque

→ Concentration en CO₂ de l'atmosphère :

420 ppm aujourd'hui

→ Les impacts sont déjà fortement perceptibles

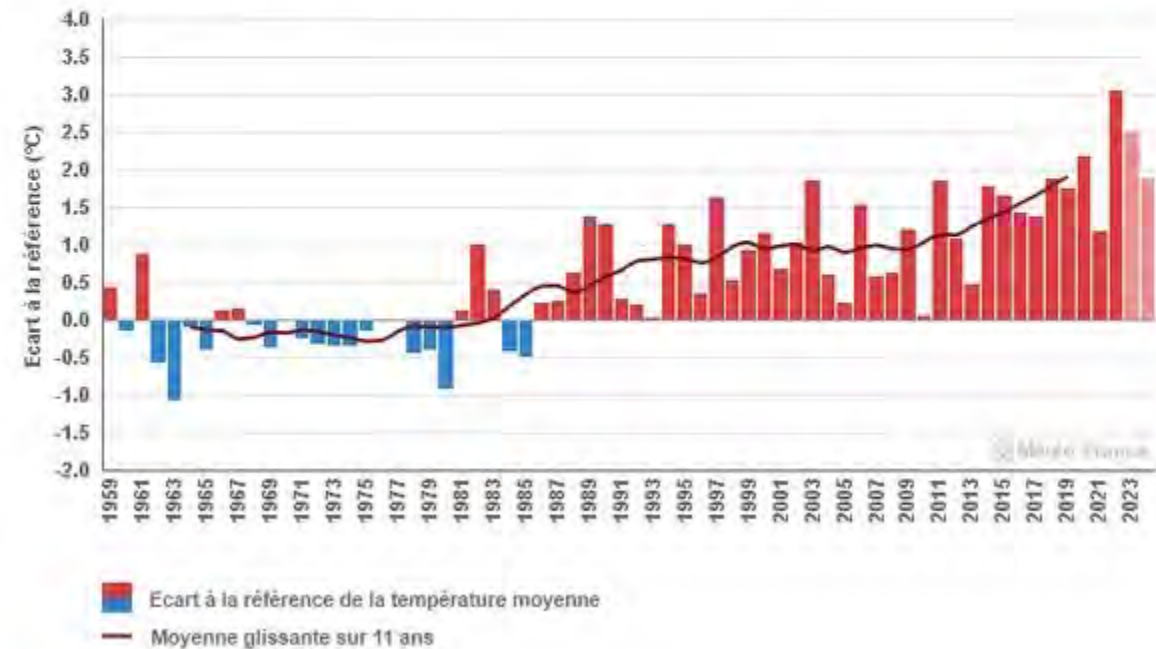
→ Comment agir ?

limiter les émissions de gaz à effet de serre

Toulouse-Blagnac

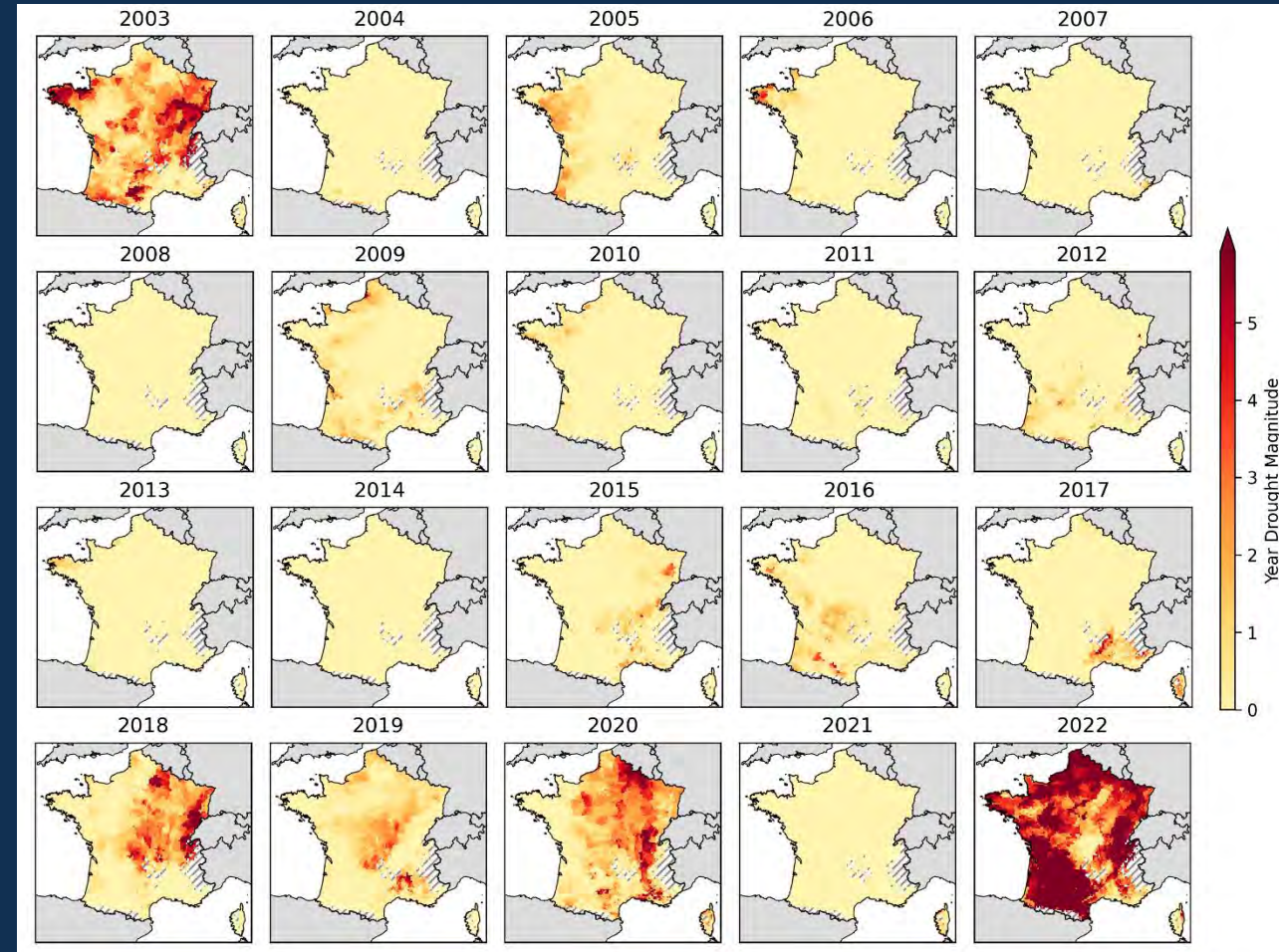
Température moyenne annuelle : écart à la référence 1961-1990

Toulouse-Blagnac



Sécheresses à répétition

→ Indicateur de
sécheresse extrême des
sols forestiers de
2003 à 2022
(arbres feuillus
décidus)



Construction des projections climatiques

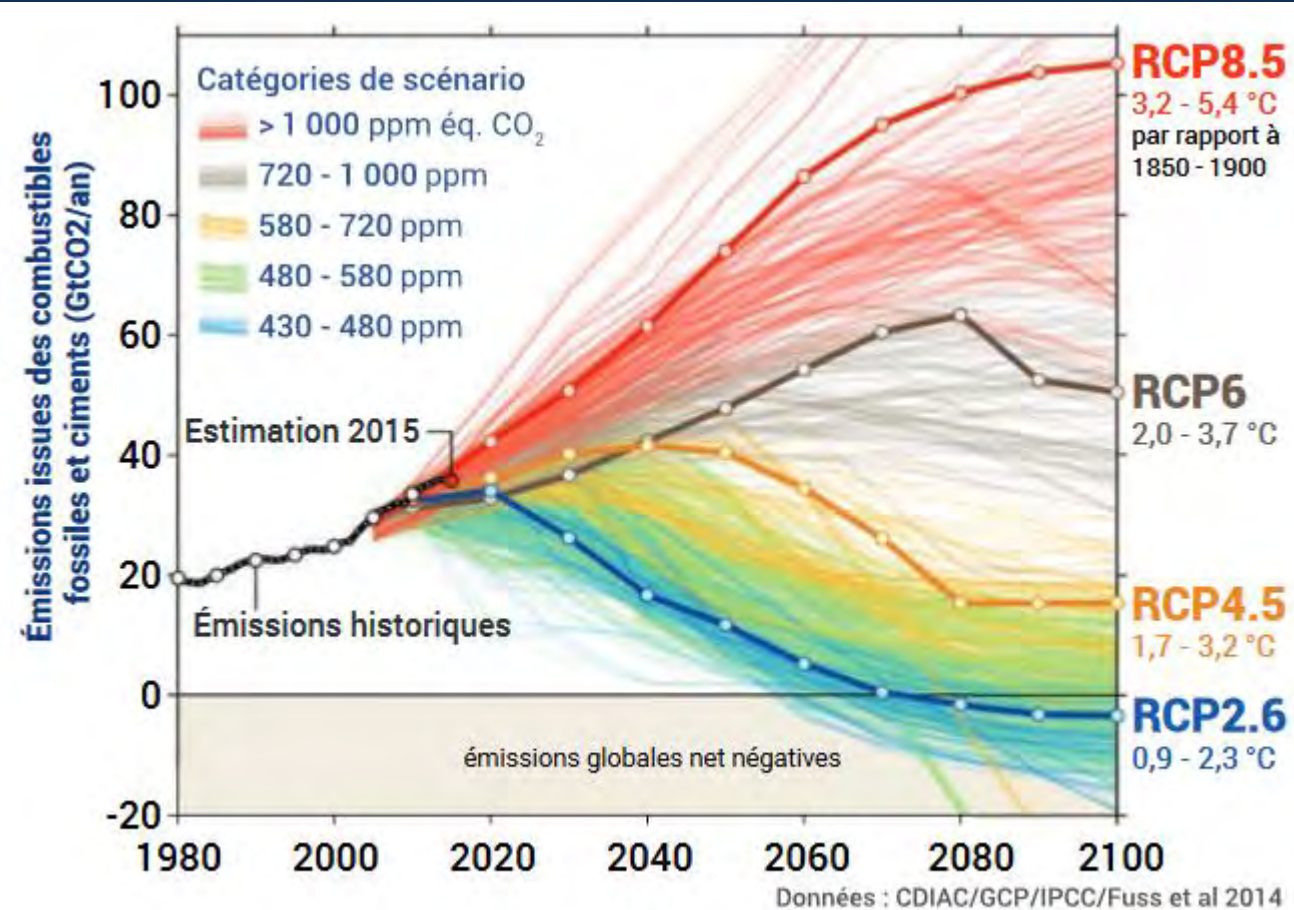
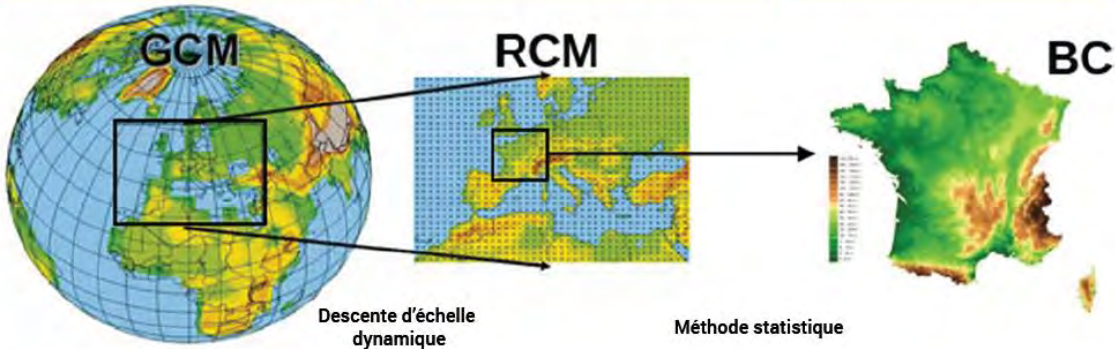
→ Scénarios climatiques

→ Indicateurs au niveau national

Modèle climatique globale

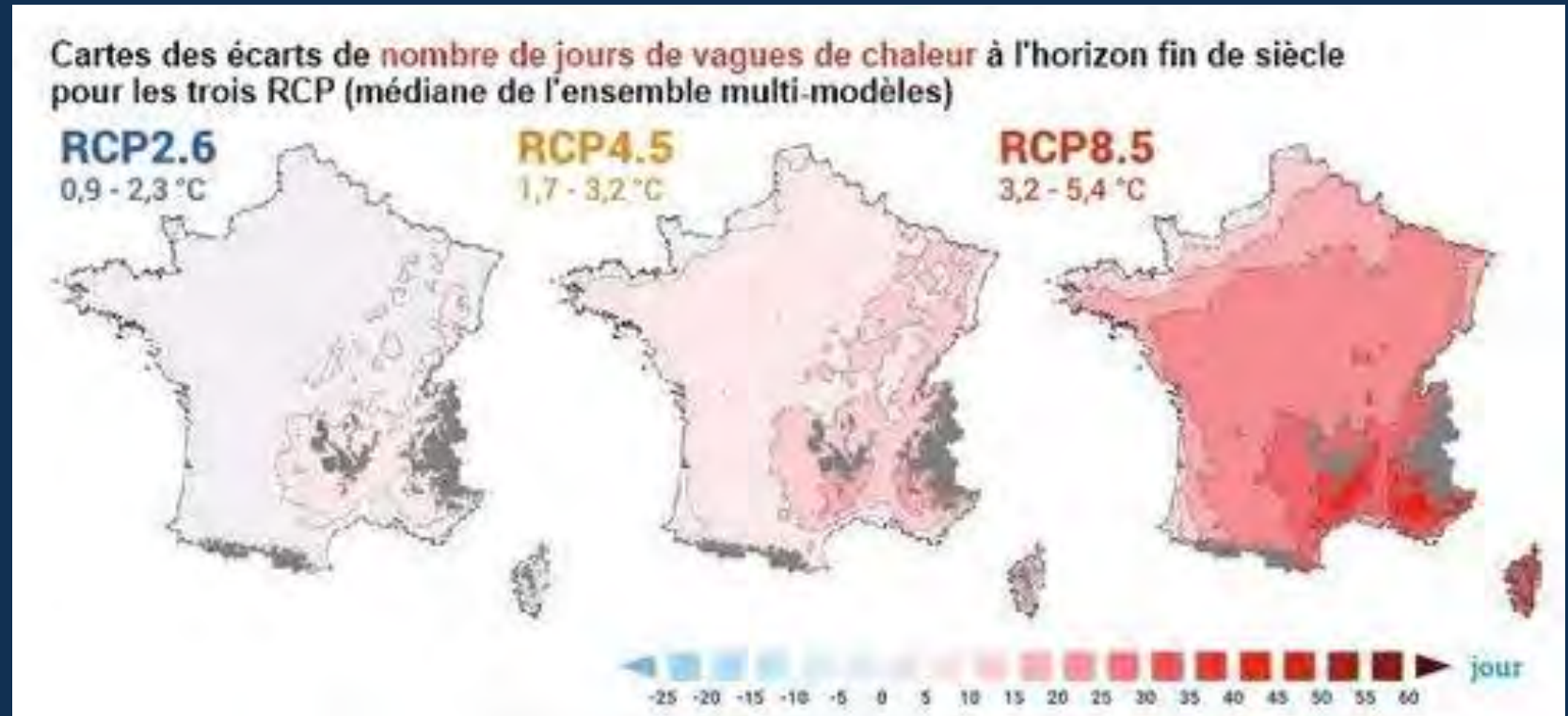
Modèle climatique régional

Correction de biais



Construction des projections climatiques

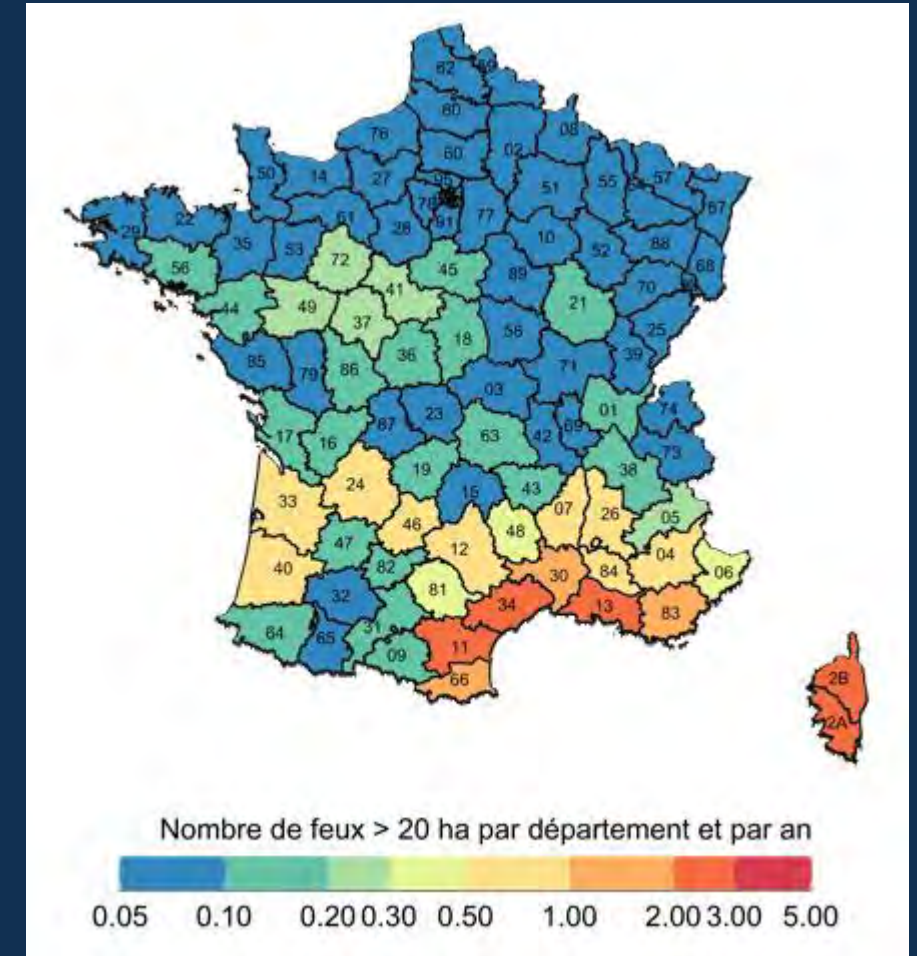
→ Sécheresses et vagues de chaleur



Feux de végétation : danger en hausse

→ Surtout dans le bassin méditerranéen

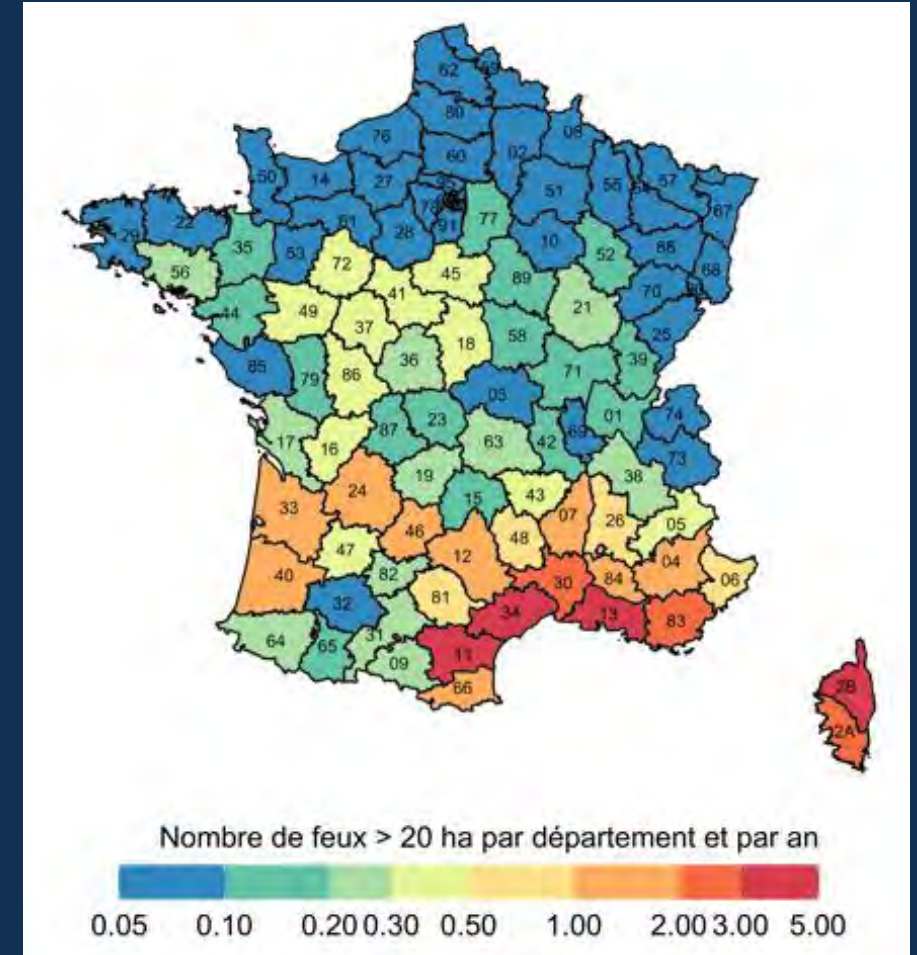
RCP8.5 – 2001-2020



Feux de végétation : danger en hausse

→ Surtout dans le bassin méditerranéen

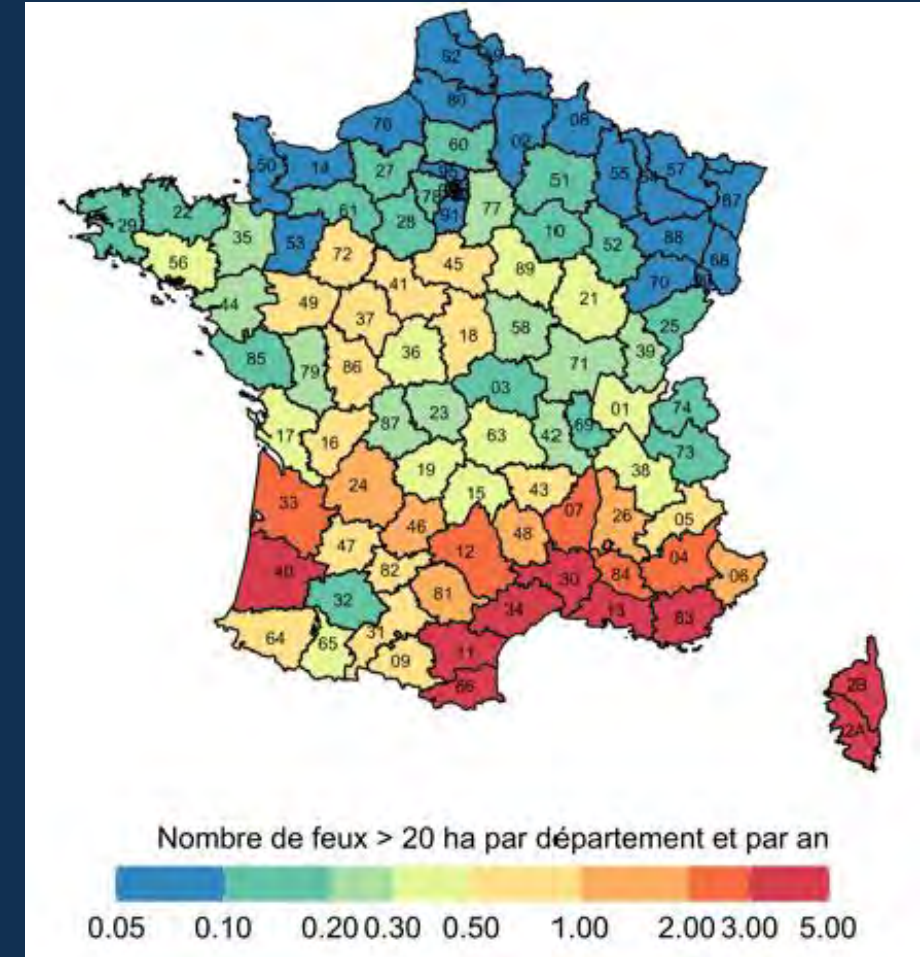
RCP8.5 – 2050



Feux de végétation : danger en hausse

→ Surtout dans le bassin méditerranéen

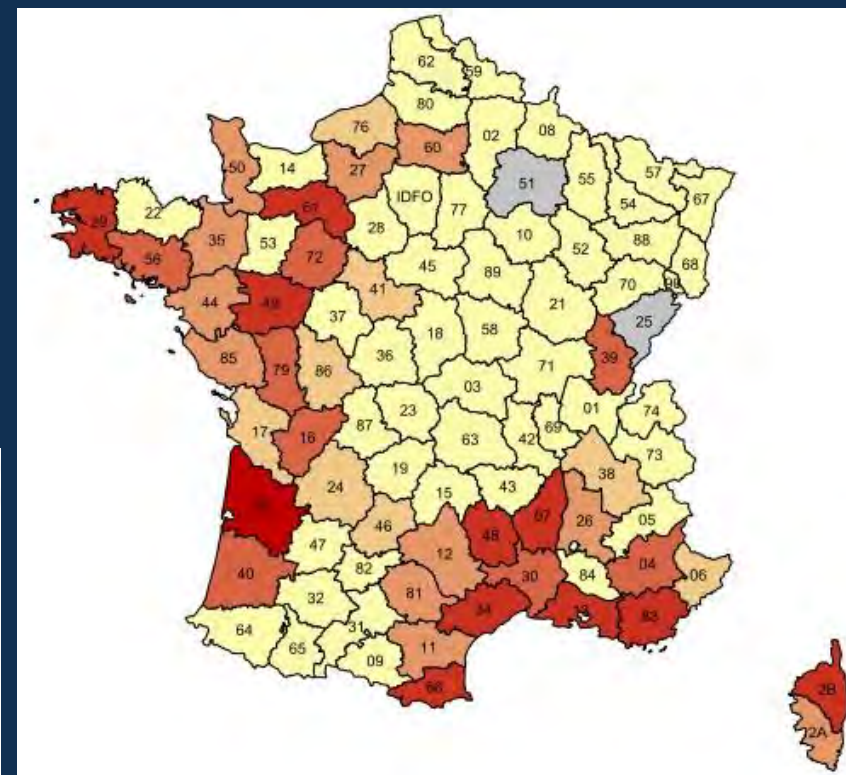
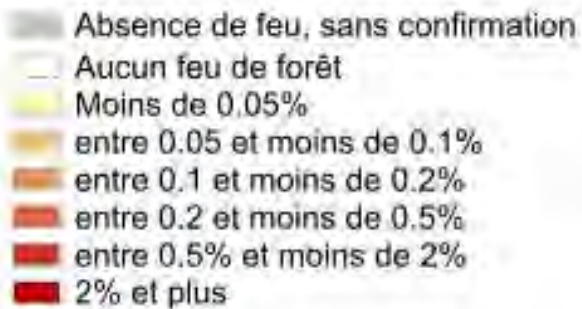
RCP8.5 – 2090



Feux de végétation : danger en hausse

Surface totale parcourue par les feux de forêt par rapport à la surface forestière (%)

→ La sécheresse de 2022 a confirmé que toute la France métropolitaine est potentiellement concernée



<https://bdiff.agriculture.gouv.fr/indicateurs/cartes>

Services d'aide à la décision

BFM RMC

CHARLES MATIN APOLLINE MATIN FACE À FACE LES GRANDES GUEULES ESTELLE MIDI SUPER MOSCATO SHOW ROTHEN S'ENFLAMME

ACTUALITÉS > POLICE-JUSTICE

CANADAIR, "MÉTÉO DE LA FORÊT": LE PLAN D'EMMANUEL MACRON POUR LUTTER CONTRE LES INCENDIES

G.D. avec AFP Le 28/10/2022 à 12h17



Emmanuel Macron lors de sa visite au Congrès national des sapeurs-pompiers à Marseille, le 16 octobre 2021 - Pascal POCHARD-CASABIANCA © 2019 AFP

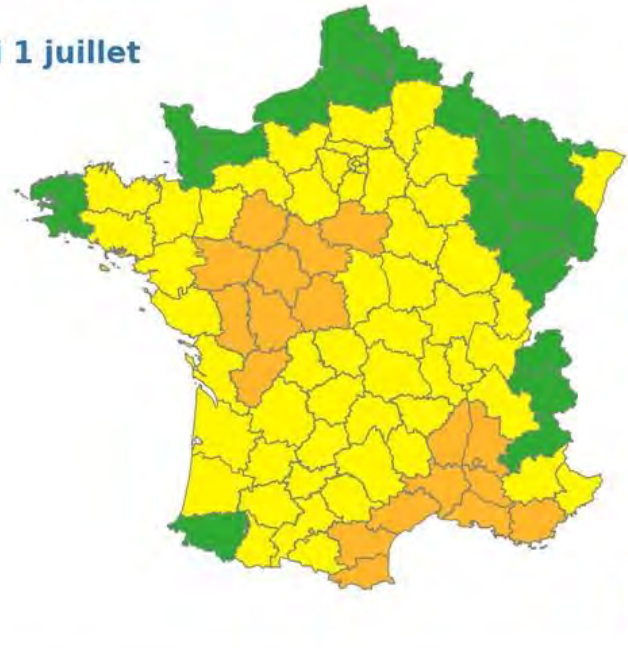
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

MÉTÉO FRANCE
A VOUS CÔTÉS, DANS UN
CLIMAT QUI CHANGE

Météo des forêts

Niveau prévu de danger feux
Diffusion : lundi 30 juin 2025 à 17h00

Mardi 1 juillet



Danger Feux	
Très élevé	Orange
Elevé	Jaune
Modéré	Vert clair
Faible	Vert foncé

La Météo des forêts estime le danger de feux prévu à partir des conditions météorologiques. La Météo des forêts n'informe pas sur les feux en cours.

<https://meteofrance.com/meteo-des-forets>

Services d'aide à la décision

Google Research Wildfires

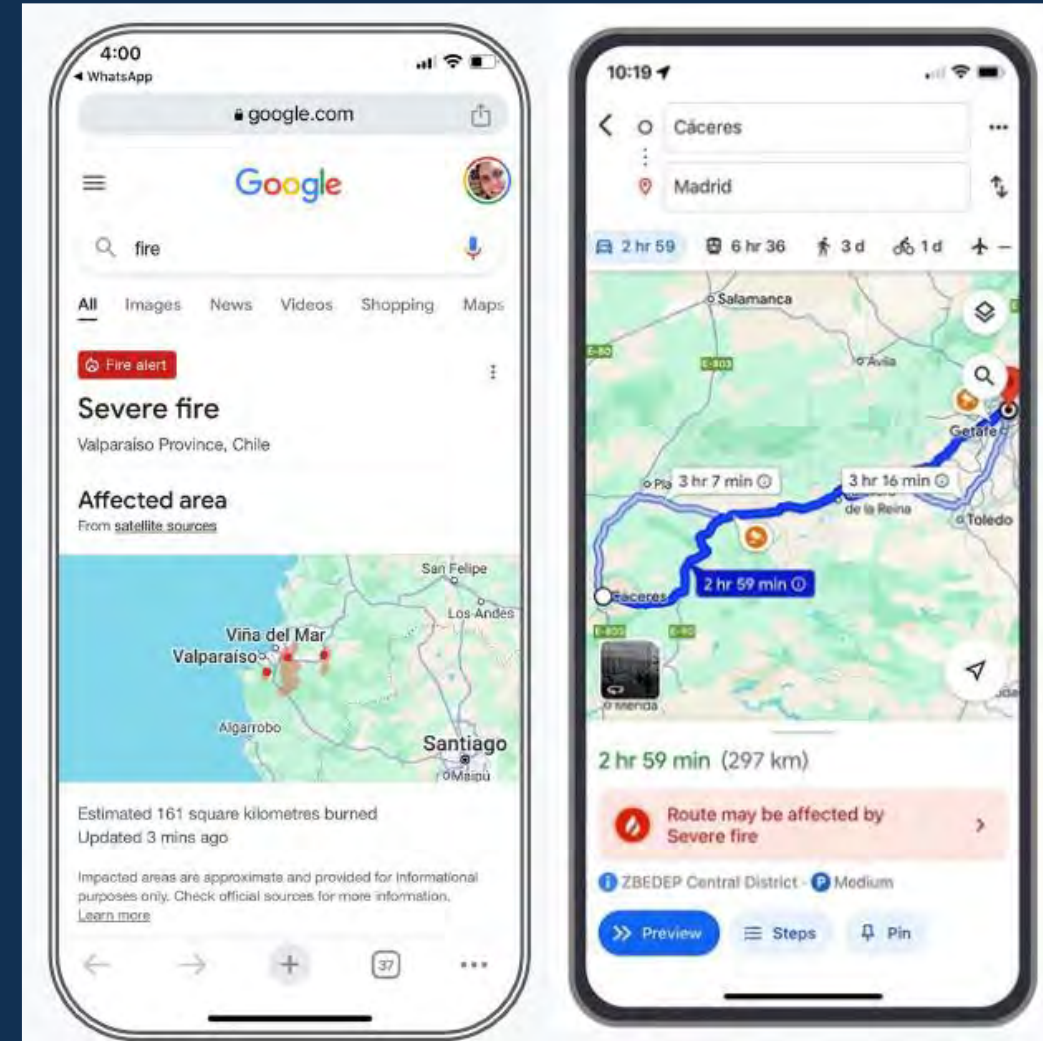
Google is well positioned to help people cope with wildfires

Google has AI capabilities and compute

Google can disseminate data in real time

People rely on Google at crisis times

Identify large wildfire events and notify nearby population to enable end - users to act on reliable and fresh information



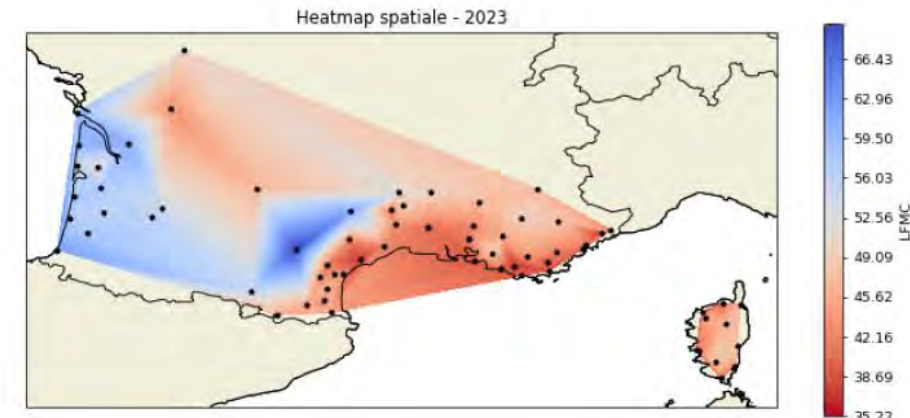
Allier in situ, satellite, modèle

- Pour le suivi du contenu en eau de la végétation
- Un réseau de neurones alimenté par un modèle des surfaces terrestres intégrant des données satellitaires est entraîné sur les mesures in situ de l'ONF

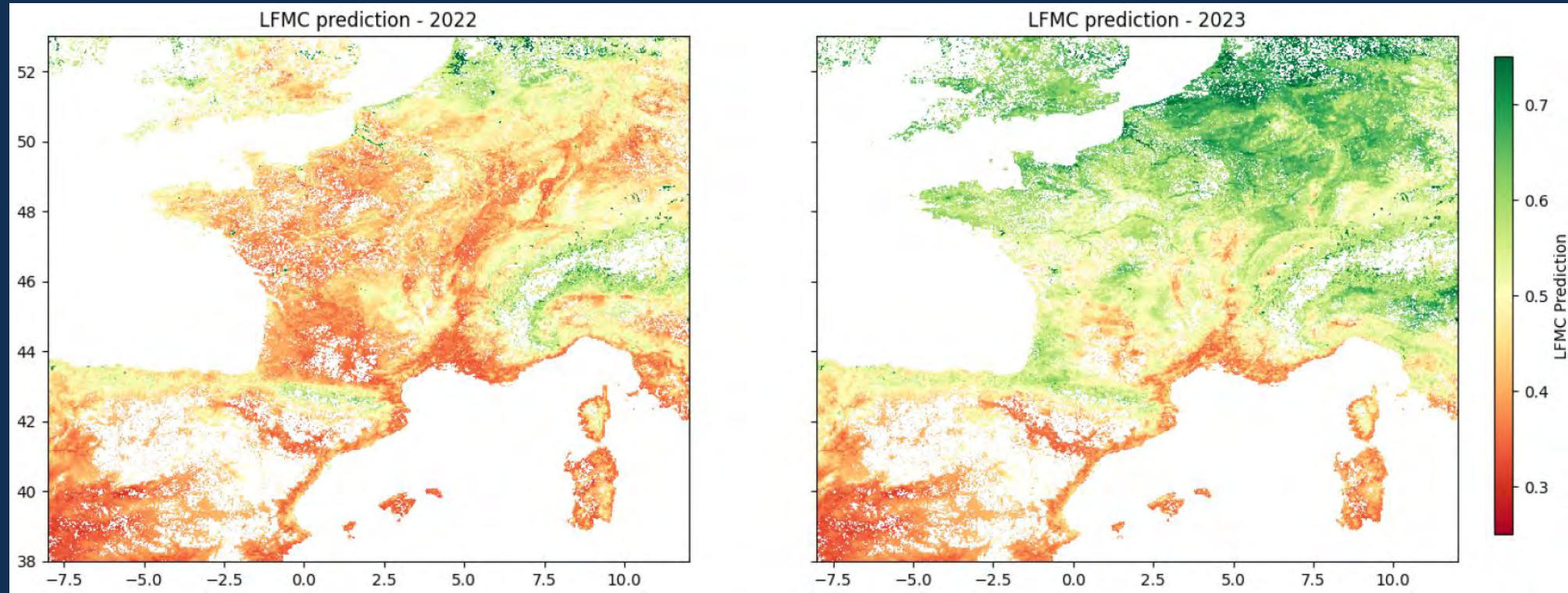
Since 1996, the ONF has been collecting LFMC (Living Fuel Moisture Content) values in France.
(Yebra, M. et al., 2013)¹

$$LFMC(\%) = \frac{FreshMass - DryMass}{DryMass}$$

- **Fire ignition** (Chuvieco et al., 2004b)²
- **Fire propagation** (Rossa, 2017; Pimont, 2019)^{3,4}



Allier in situ, satellite, modèle

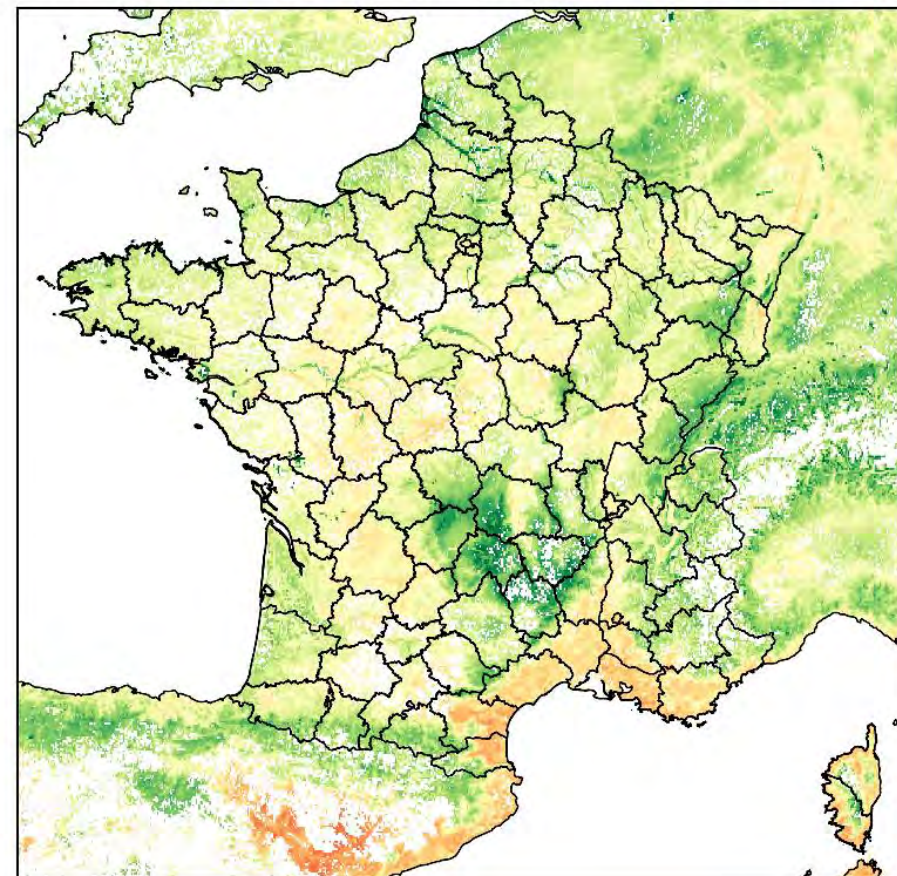


LFMC Maps of the 10th of August 2022 and 2023

Allier in situ, satellite, modèle

→ Mise en place d'une chaîne de prévision journalière du LFMC en temps réel, en test pour la saison des feux 2025

LFMC arbres feuilles caduques au 30-06-2025 0900



0.3

0.4

0.5

0.6

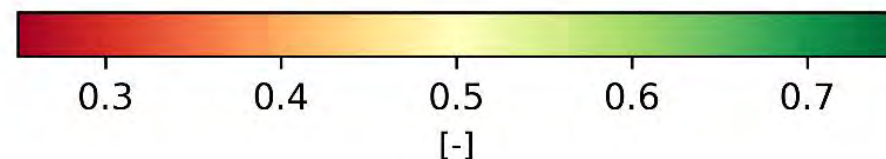
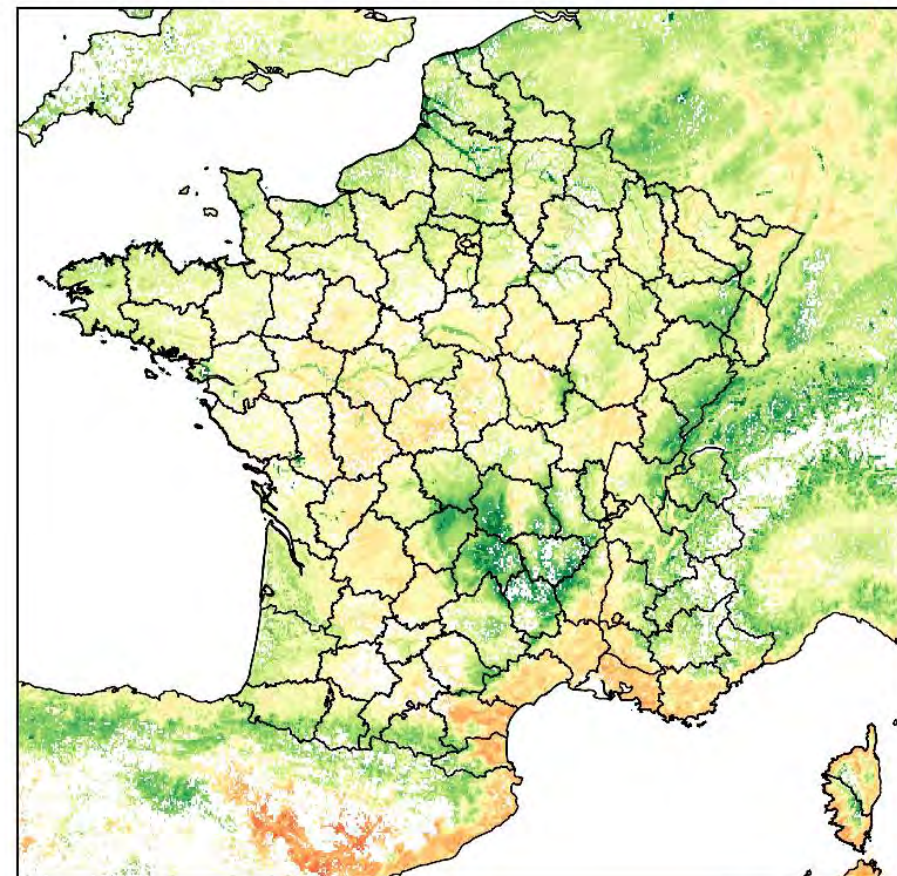
0.7

[-]

Allier in situ, satellite, modèle

→ Mise en place d'une chaîne de prévision journalière du LFMC en temps réel, en test pour la saison des feux 2025

LFMC arbres feuilles caduques au 02-07-2025 0900



Conclusions

- **Thèse de Yann Baehr :**
 - **Premier article en cours de rédaction**
 - **Contribution à la Météo des Forêts (en test)**

- **Prochaines étapes à préciser avec le comité de suivi**
 - **Comparaison avec les produits opérationnels**
 - **Validation à l'échelle mondiale**
 - **Evaluation du contenu en information de nouvelle observations satellitaires**
 - **Evaluation du combustible**
 - ...

ia4fire 2024-2027

MERCI DE VOTRE
ATTENTION

