

Changement climatique, pollen et allergie: Les projets PAC et ATOPICA

Lynda Laguel (CNRS)

Robert Vautard (CNRS)

Nicolas Viovy (LSCE/CEA)

Dmitry Khvorostyanov (CNRS)

Augustin Colette (INERIS)

Semenov M. (RRes)

Storkey J. (RRes)

Stratonovitch P. (RRes)

Solmon F. (ICTP)

Chuine I. (CNRS)

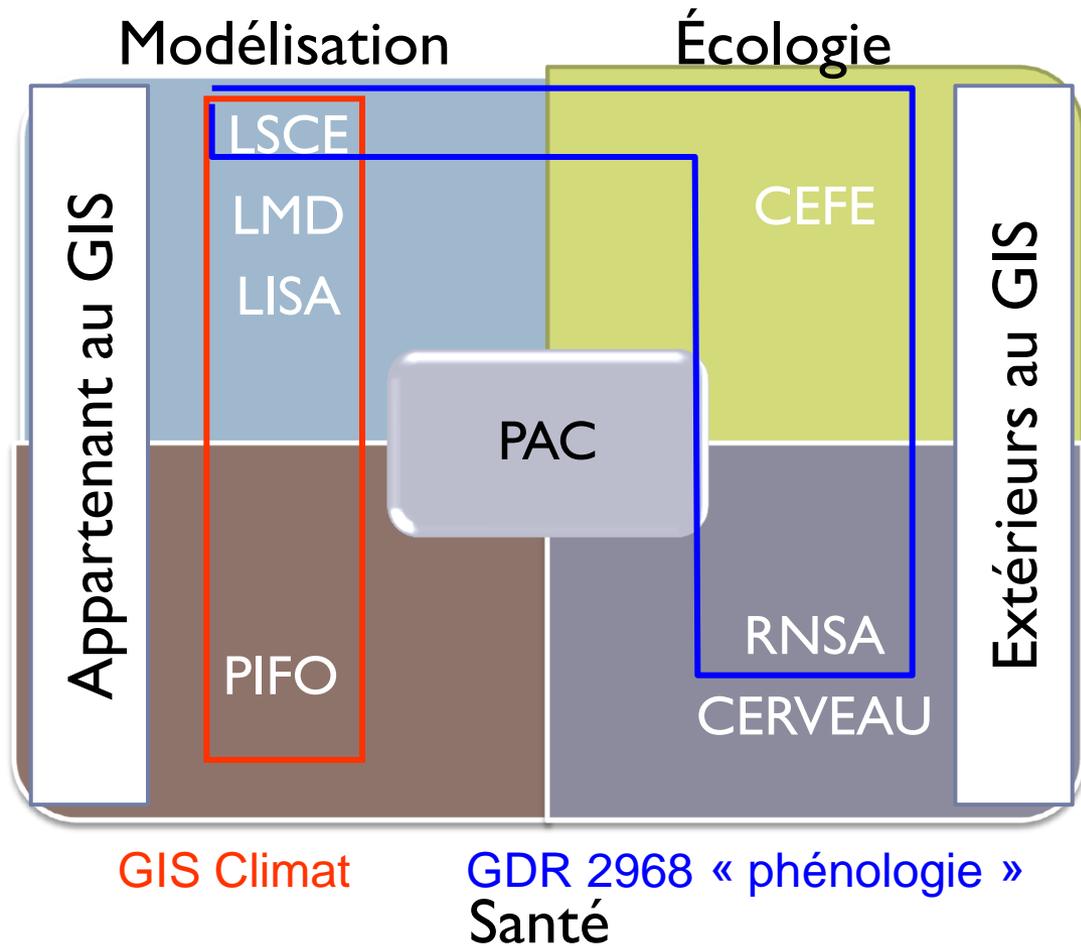
Introduction

- ▶ Le pollen devient un problème de santé public important
- ▶ Par exemple les pathologies liées aux allergies ont été multipliées par 3 en France depuis 25 ans.

Des liens multiples avec le changement climatique

- ▶ Changement de phénologie → change des périodes d'émissions
- ▶ Changement de productivité → changement de production de pollen
- ▶ Changement de distribution (+utilisation des terres + plantes invasives)
- ▶ Changement du transport atmosphérique.

Une historique du projet PAC



Un projet multidisciplinaire relié aux thèmes 3 and 4 du GIS

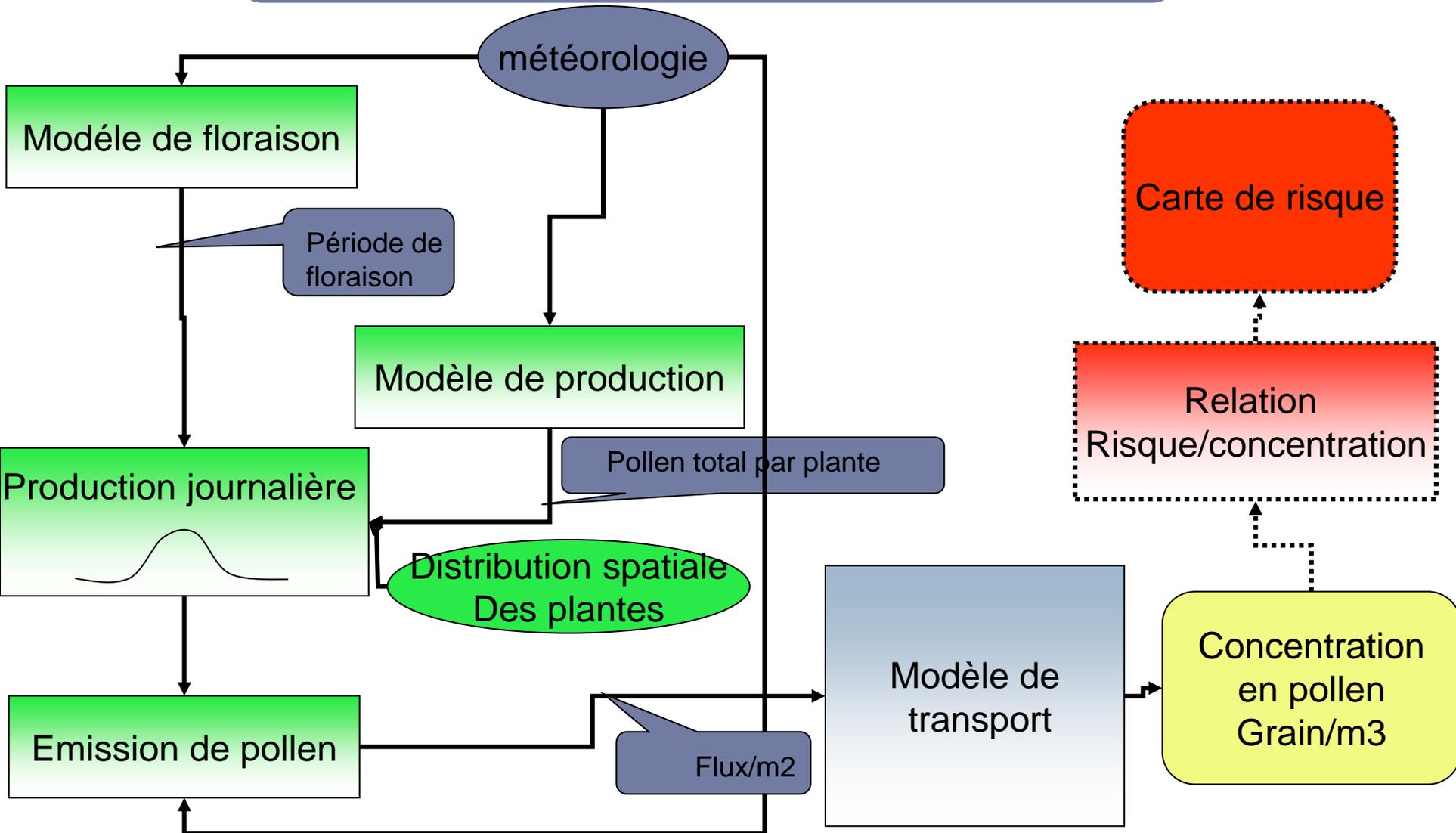
Le GIS: un bon écosystème

- Modélisation de la végétation (LMD/LSCE)
- modélisation chimie/transport (LMD/LSCE)
- Risque médical (PIFO)

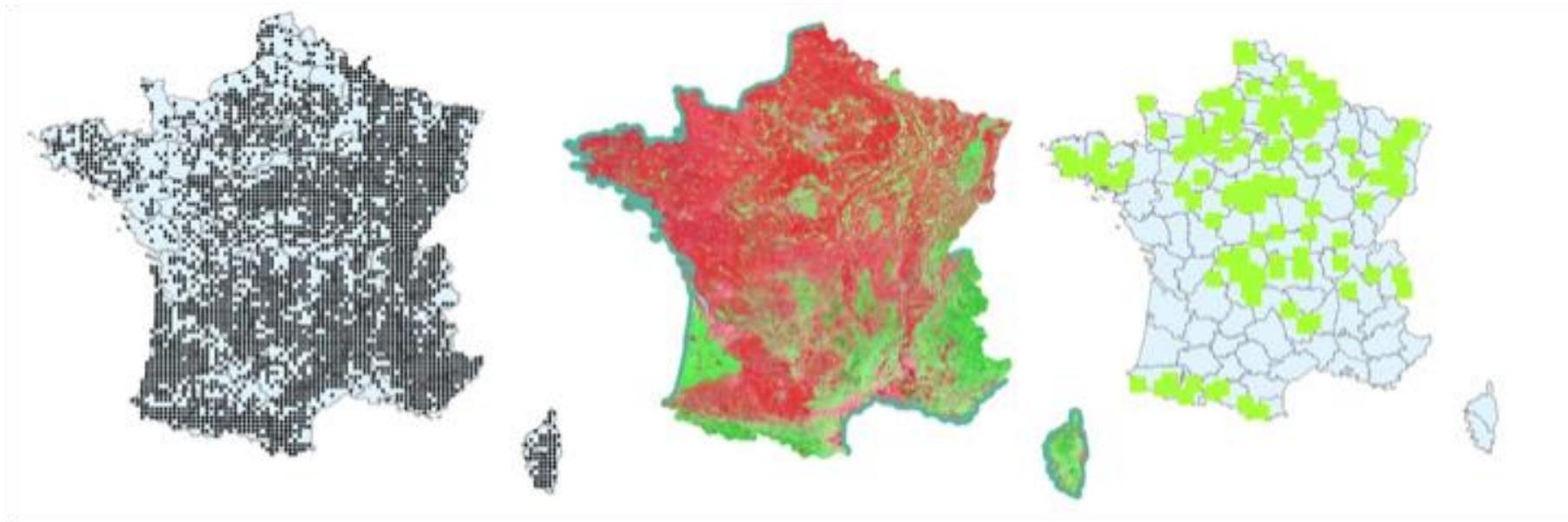
Lien avec GDR 2968 « phénologie »:

- I.Chuine (CEFE): modélisation phénologie
- M.Thibaudon (RNSA): observation POLLEN

La plateforme de modélisation



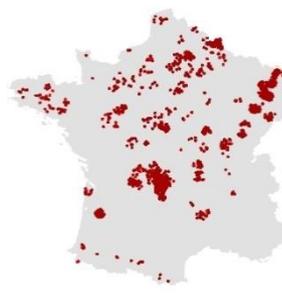
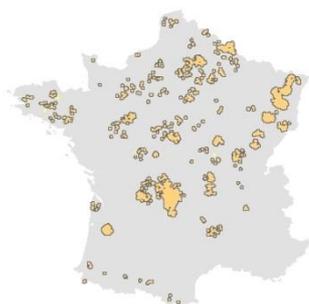
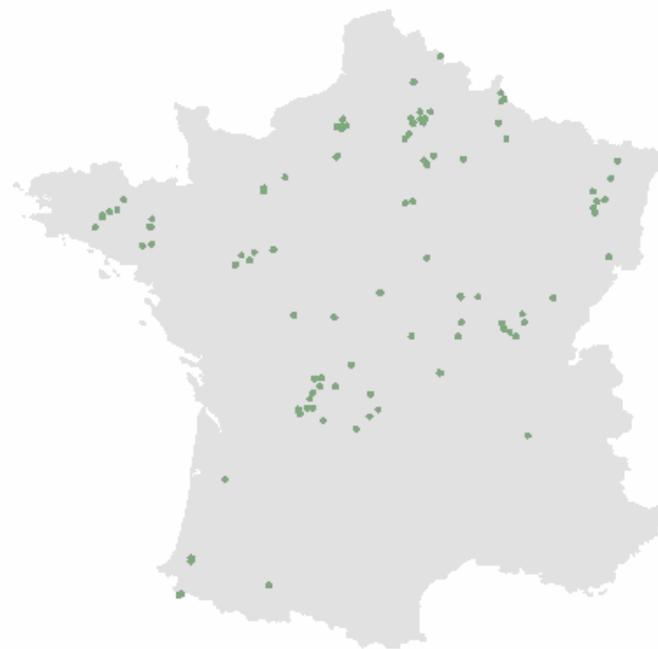
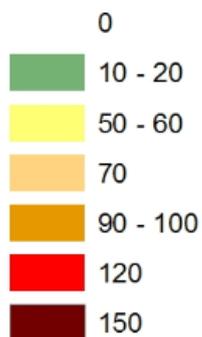
un premier cas d'étude: le bouleau



Cartes de bouleau à 8km

Evolution de la production du pollen de bouleau en 2008

Unité : 10^5 Grains / m^2



26/03

02/04

12/04

16/04

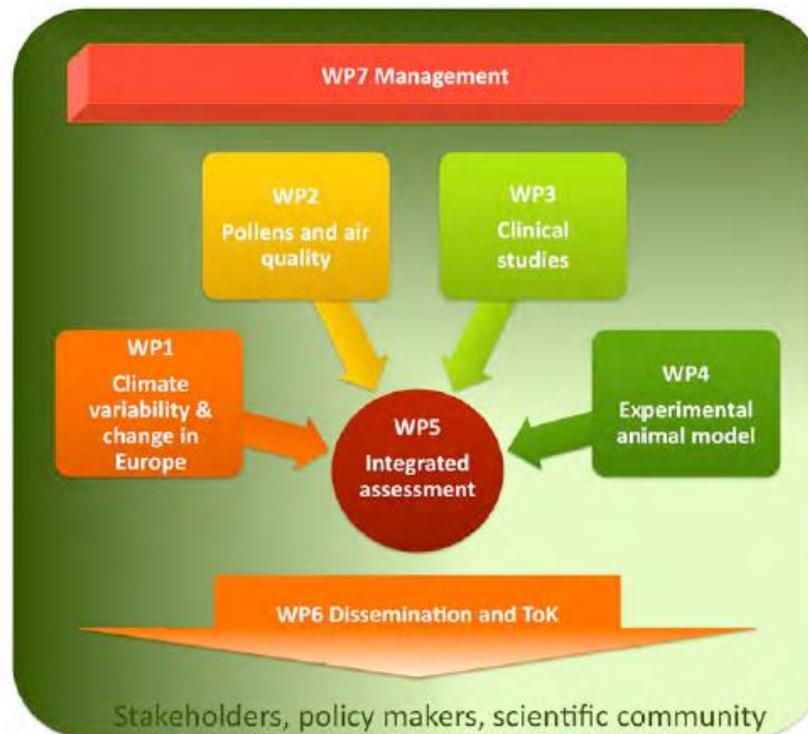
02/05

Suite de PAC: ATOPICA

► Le projet Européen ATOPICA

Coordination: université de médecine de Vienne

Objectif : Evaluation du risque d'allergie au pollen
d'Ambroisie sous contrainte du changement climatique

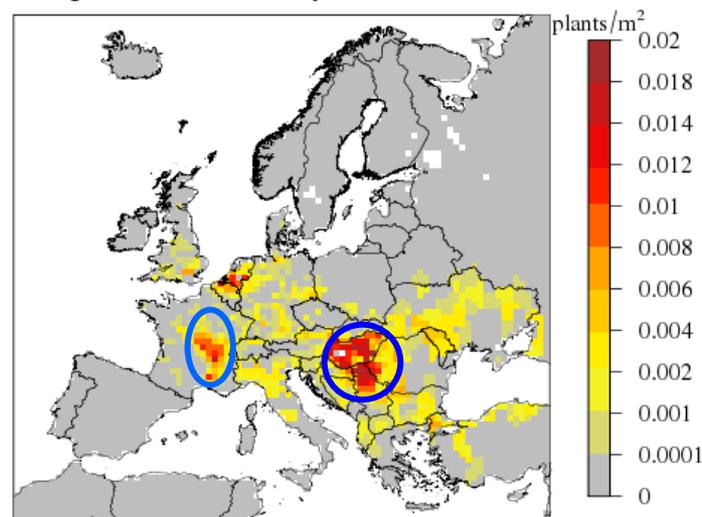


Estimation de la distribution d'ambroisie

Pour estimer la densité d'ambroisie on considère:

- ✓ Le nombre de cellules de $10 \times 10 \text{ km}^2$ ou **l'ambroisie est présente** dans une grille ATOPICA de $50 \times 50 \text{ km}^2$.
cette information est fournie par la base d'observation du CEH .
- ✓ On considère que l'ambroisie se développe uniquement sur les surfaces cultivées et urbaines .
- ✓ Elle ne se développe qu'en zone climatiquement propice définie par un **"indice de survie climatique"** (*Storkey et al., 2014, PLOS ONE*)

First guess Ambrosia density for current climate



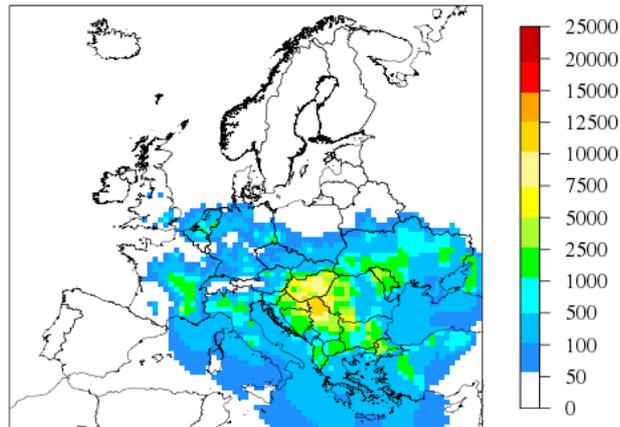
Calibration sur la période 2000-2012

Période 2000-2012 : *Calibration et validation par rapport aux observations* du reseau EAN

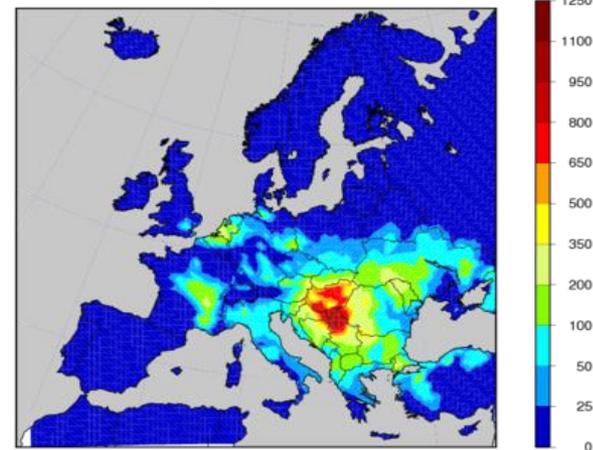
Le cumul de pollen (du 15 juillet au 12 octobre) peut atteindre 12500 grains /m³ et le **maximum** journalier dépasser les 700 grains /m³ pour les zones les plus infestées.

Seuil estimé d'impact possible sur la santé : 10 grains/m³

Total seasonal pollen count for HC period

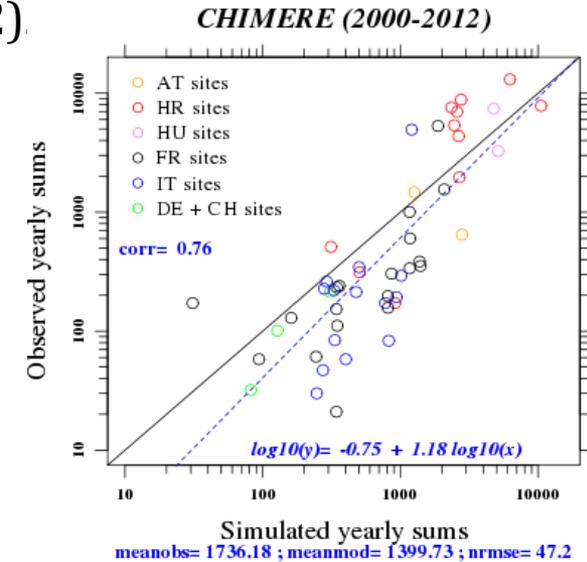


Maximum pollen counts "Hindcast period" [grains.m-3]

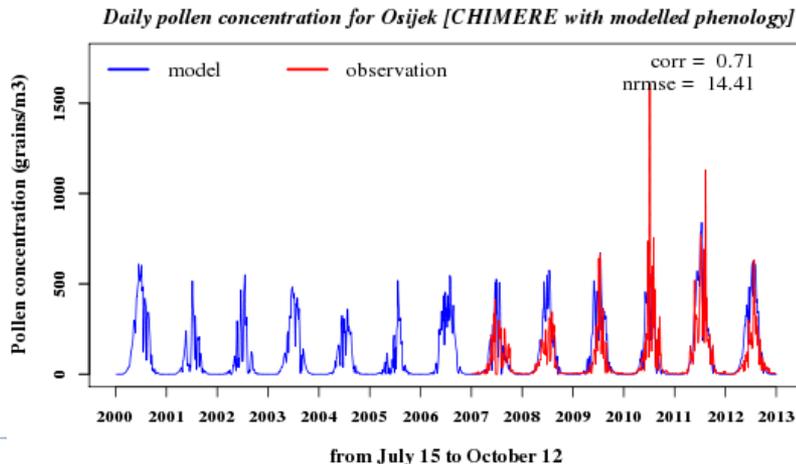


Quantité total de pollen (gauche) and maximum journalier (droite) (2000–2012) du 15 Juillet au 12 octobre

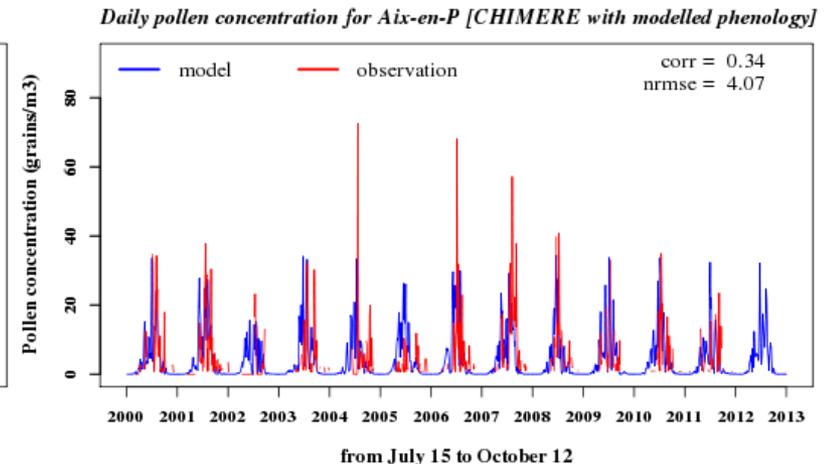
- ▶ Scatter plot des sommes observées/modélisées (2000-2012)
- ▶ Coefficient de corrélation: **0.76**
- La corrélation est >0.5 pour 75% des sites dont la concentration moyenne excède 10 grains/m³.



Croatie : chargement important



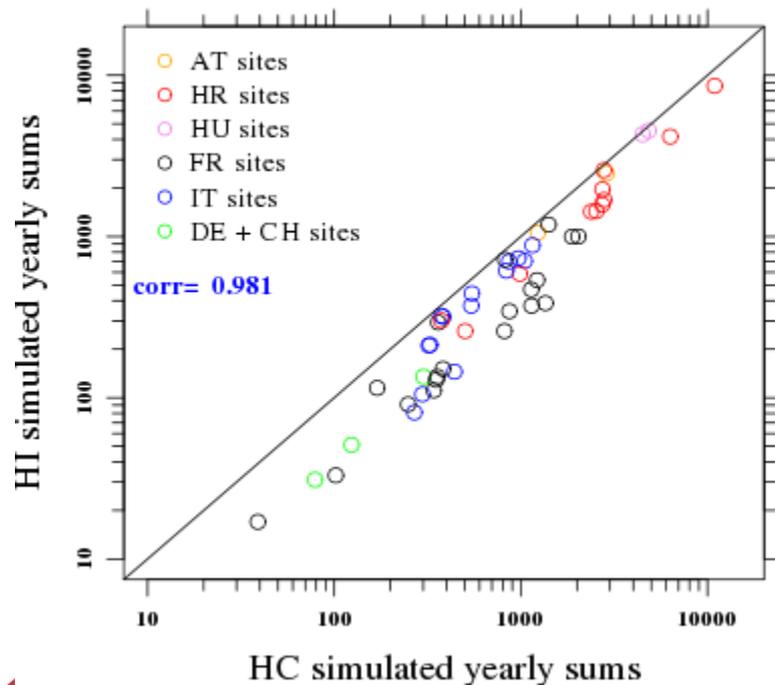
French : Chargement Faible



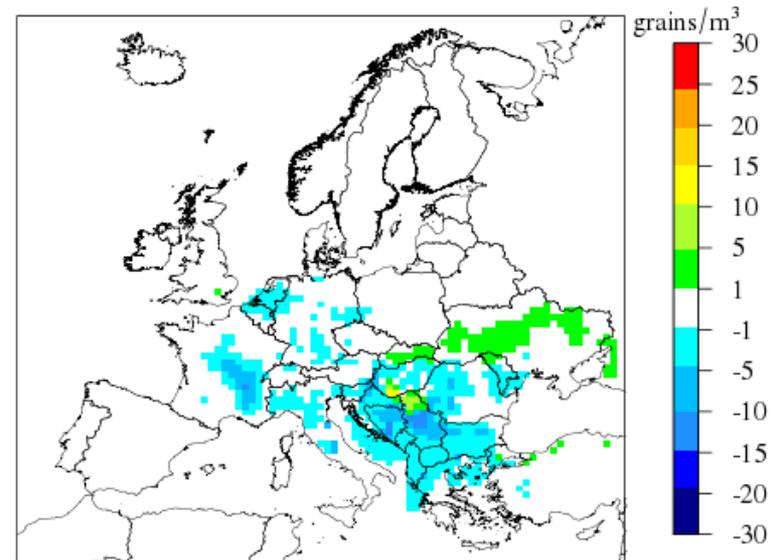
SIMULATION SUR LA PÉRIODE HISTORIQUE

- ▶ 20 ans de simulations sur la période 1986-2005 en utilisant *la densité d'ambroisie calibrée*. En utilisant WRF contraint par les réanalyses ERA40
- ▶ Comparaison avec une simulation WRF sans rappel d'ERA40 pour évaluer l'impact du climat GCM par rapport à la réanalyse

CHIMERE-WRF



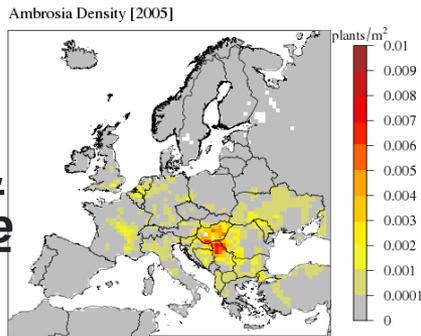
Difference between HIST and HC periods CHIMERE



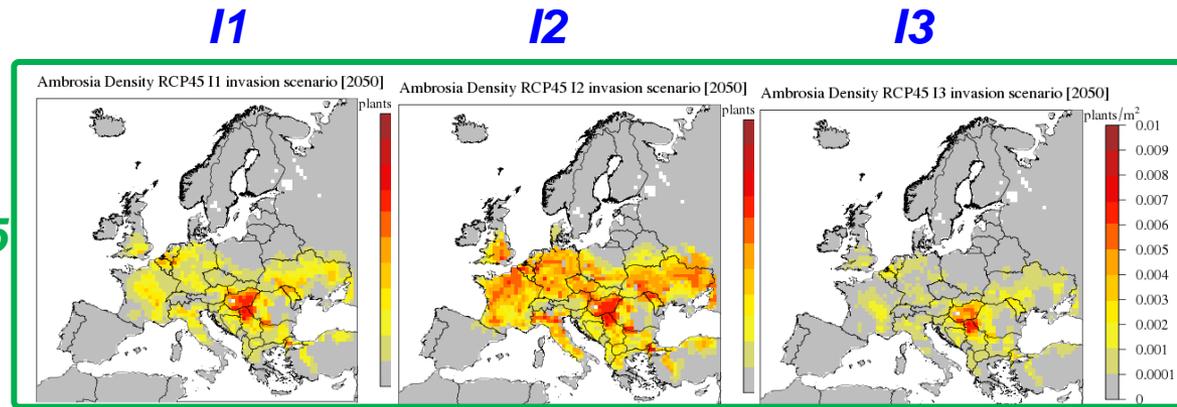
SIMULATIONS FUTURES: DISTRIBUTION D'AMBROISIE

- ▶ 2 scénarios considérés:: RCP4.5 and RCP8.5 pour le futur proche 2021-2040 et moitié du XXI^{ème} siècle 2041-2060 .
- ▶ Développement d'un modèle simplifié d'invasion de l'ambroisie à partir d'une vitesse de propagation du flux de graines basé sur *Richter et al (2012)* , modulé par le l'indice de survie et l'évolution de l'utilisation des terres
- ▶ 3 scénarios considérés:
 - I1 : scénario standard
 - I2 : invasion rapide
 - I3 : invasion lente

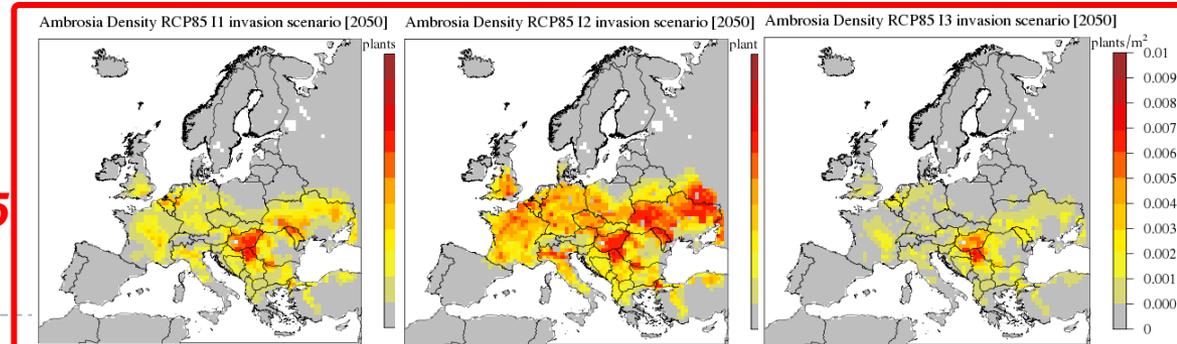
Distrib.
actuelle



RCP4.5



RCP8.5



Cas 1: Scénario à distribution constante (actuelle) pour évaluer l'impact de climat seul

- La concentration moyenne augmente pour les 2 scénarios RCP4.5 and RCP8.5.
- On note de effets opposés sur la concentration lié au changement de biomasse:

- ➔ (↓) de la concentration lié à un stress hydrique plus fort
- ➔ Mais (↑) de la concentration lié à l'effet de fertilisation du CO₂

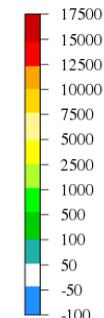
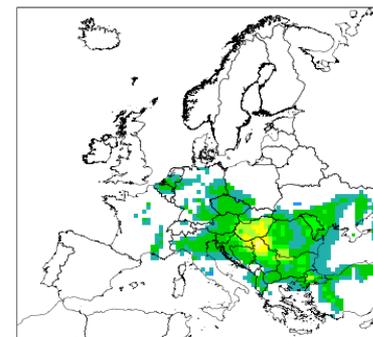
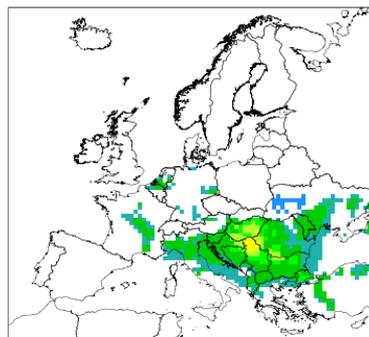
L'effet CO₂ est dominant

RCP4.5

RCP8.5

RCP4.5 IO 2030 minus HIST total pollen

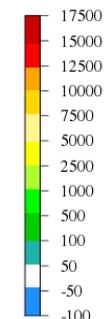
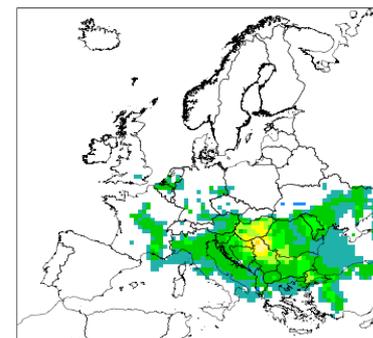
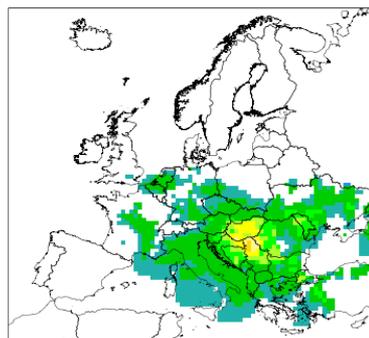
RCP8.5 IO 2030 minus HIST total pollen



2030

RCP4.5 IO 2050 minus HIST total pollen

RCP8.5 IO 2050 minus HIST total pollen



2050

SIMULATIONS FUTURES: EVOLUTION DE LA CONCENTRATION EN POLLEN

Cas 2: effet climat+ invasion

- L'invasion de l'ambrosie devrait faire augmenter la concentration dans toute la zone infecté jusqu'à **150 pollens/m³** dans certaines régions.

reference

rapid

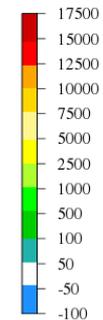
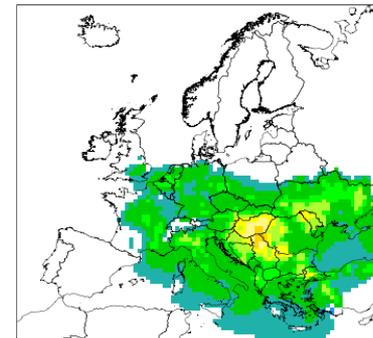
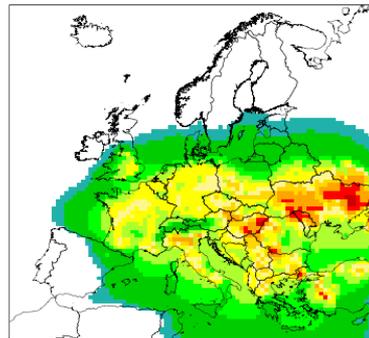
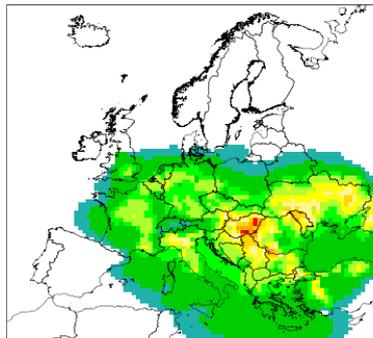
slow

RCP4.5 I1 2050 minus HIST total pollen

RCP4.5 I2 2050 minus HIST total pollen

RCP4.5 I3 2050 minus HIST total pollen

RCP4.5

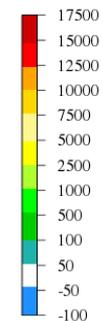
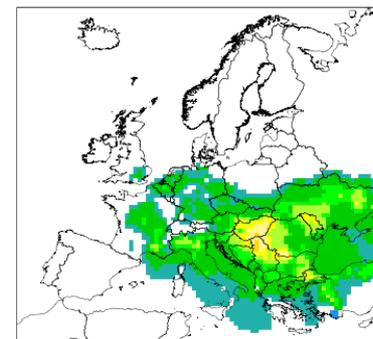
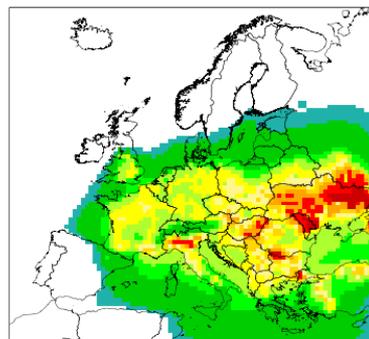
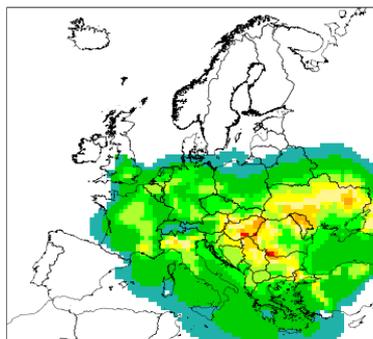


RCP8.5 I1 2050 minus HIST total pollen

RCP8.5 I2 2050 minus HIST total pollen

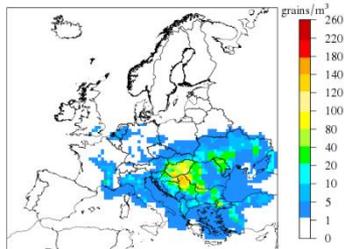
RCP8.5 I3 2050 minus HIST total pollen

RCP8.5

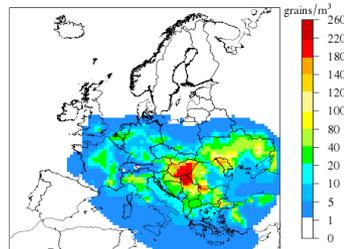


Incertitude lié au modèle de climat/transport: Comparaison CHIMERE et RegCM

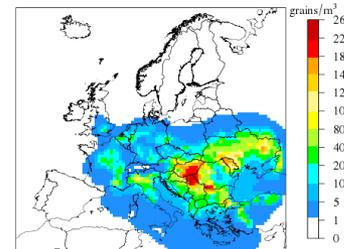
Pollen average counts for HIST period CHIMERE



RCP45 I1 2050 average pollen counts CHIMERE

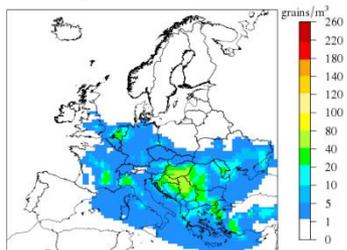


RCP85 I1 2050 average pollen counts CHIMERE

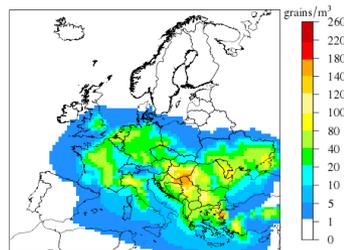


CHIMERE

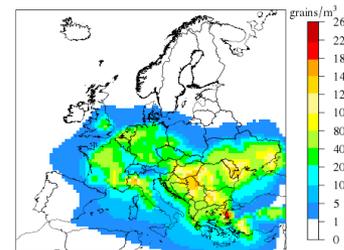
Pollen average counts for HIST period REGCM



RCP45 I1 2050 average pollen counts REGCM



RCP85 I1 2050 average pollen counts REGCM



RegCM

CONCLUSIONS

- ❑ Nous avons pu établir une chaîne complète de modélisation qui offre l'avantage de simuler l'ensemble des processus de la production à l'émission et au transport
- ❑ La comparaison aux réseaux de mesures aérobiologiques montre des résultats encourageants même si l'incertitude reste importante et dans le cas de l'ambrosie en premier lieu liée à l'estimation de la distribution de l'ambrosie
- ❑ Le changement climatique joue positivement sur la productivité du pollen en particulier au travers de l'effet fertilisant du CO₂.
- ❑ L'effet prépondérant reste l'invasion de l'ambrosie elle aussi favorisée par le climat qui augmente la niche écologique de l'ambrosie
→ importance des campagnes d'éradication et de suivi de l'invasion
- ❑ Le lien avec le risque médical reste à faire !!!