

Prévisions de la pollinisation du bouleau, des graminées et de l'ambroisie.

Gilles Oliver, Michel Thibaudon,
Jean-Pierre Besancenot

Sommaire

- Météo-France (bouleau et graminées)
- Climat et Santé / RNSA (ambroisie)
- Météo-Suisse (bouleau et graminées)
- Air Rhône-Alpes (ambroisie)
- Autres systèmes : SILAM, Cartopollen

Prévision de dispersion pollinique (bouleau et graminées)

Marion Pithon - Franck Souverain

Paramètres météorologiques et concentration pollinique

Les paramètres météorologiques influencent la concentration de pollens dans l'air en agissant sur la **production** (date et quantité), la **libération** et la **dispersion** des grains de pollen.

Les **facteurs primaires** interviennent sur la biologie des espèces végétales et commandent leur maturation :

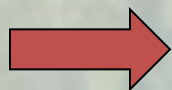
- **Cumul des températures**
- **Ensoleillement**
- **Précipitations**



Temps qu'il a fait les semaines ou mois précédant la floraison

Paramètres météorologiques et concentration pollinique

- **Les facteurs secondaires** gouvernent la libération des grains dans l'air :
 - **air sec**
 - **pression atmosphérique élevée et un temps chaud**
- **Les facteurs tertiaires** régissent la dispersion des grains :
 - **vent**
 - **précipitations**
 - **l'humidité**
 - **caractéristiques électriques de la basse atmosphère**



Temps qu'il fait au moment de la floraison

Variabilité inter-annuelle

Pour une même espèce :

- Observations d'**avances** ou **retards** des épisodes de pollinisation de **plus de deux semaines** par rapport à la normale.
- Fluctuation de la **production pollinique** dans un rapport de **1 à 10**.



La prévision est utile, les calendriers polliniques ne suffisent pas

- Prévision des **dates de début de pollinisation** pour un taxon donné.
- Prévision de la **concentration dans l'air** en pollen d'une espèce.

Les prévisions : deux approches

- Depuis 2007, développements de **modèles statistiques** construits à partir de données d'observation passées ; modèles basés sur des **paramètres météorologiques locaux** destinés à prévoir des **dates de début de pollinisation (DDP)**. En opération depuis 2011 pour le bouleau et les graminées sur une dizaine de communes.
- Depuis 2011, travaux, menés dans le cadre du projet MACC, pour une **prévision déterministe** des **taux polliniques** :
 - une représentation de la dispersion atmosphérique des pollens et de leur **transport** à longue distance.

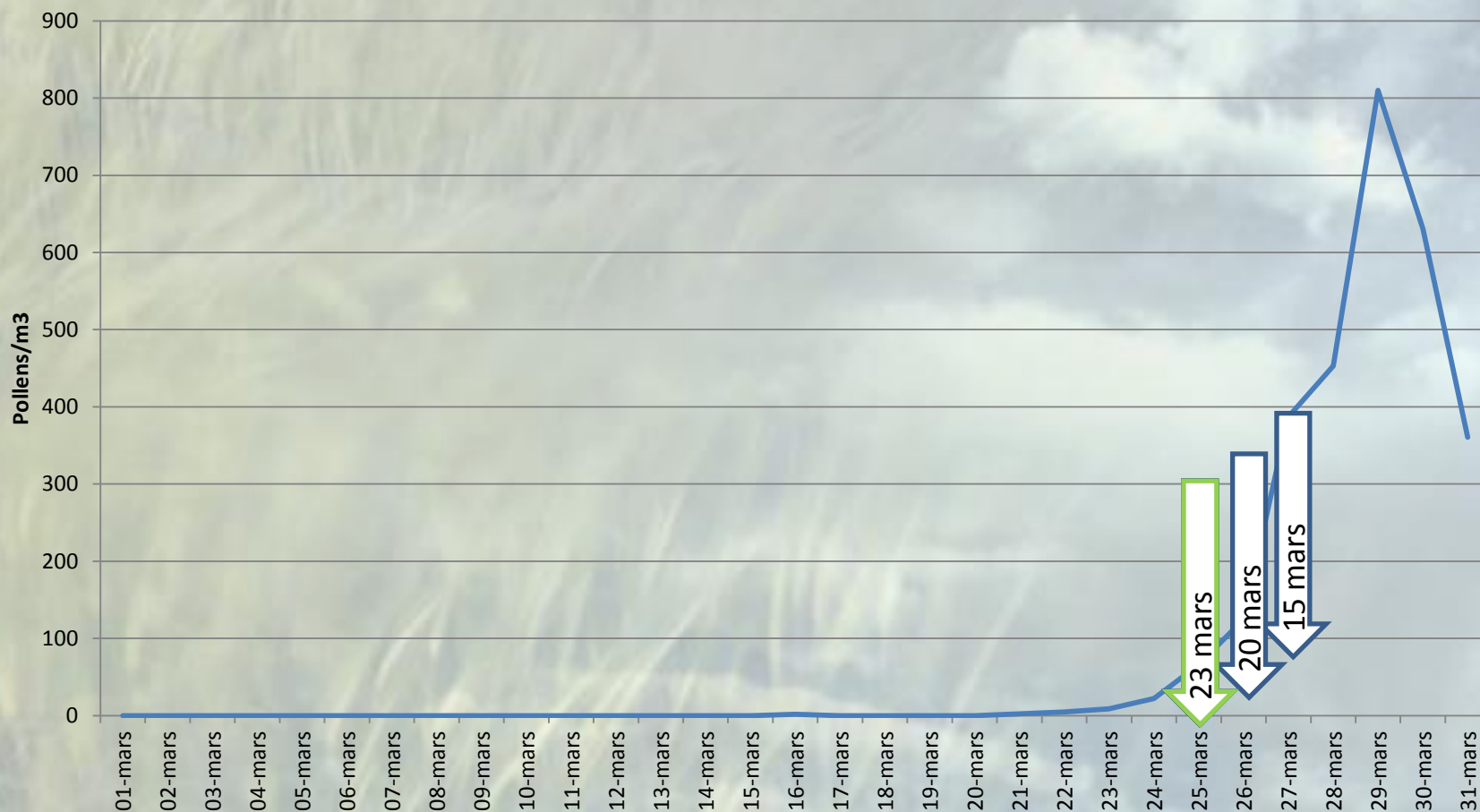
Méthode statistique : méthodologie

- **Détermination de la Date de Début de Pollinisation de référence** : A partir des observations quotidiennes des taxons par ville, on détermine les DDP sur un historique de plusieurs années. Il existe de nombreuses méthodes empiriques adaptées aux variétés.
- La méthode **Lejoly-Gabriel**, indépendante du taxon et plus stable sur le plan **inter-annuel**, a été retenue :

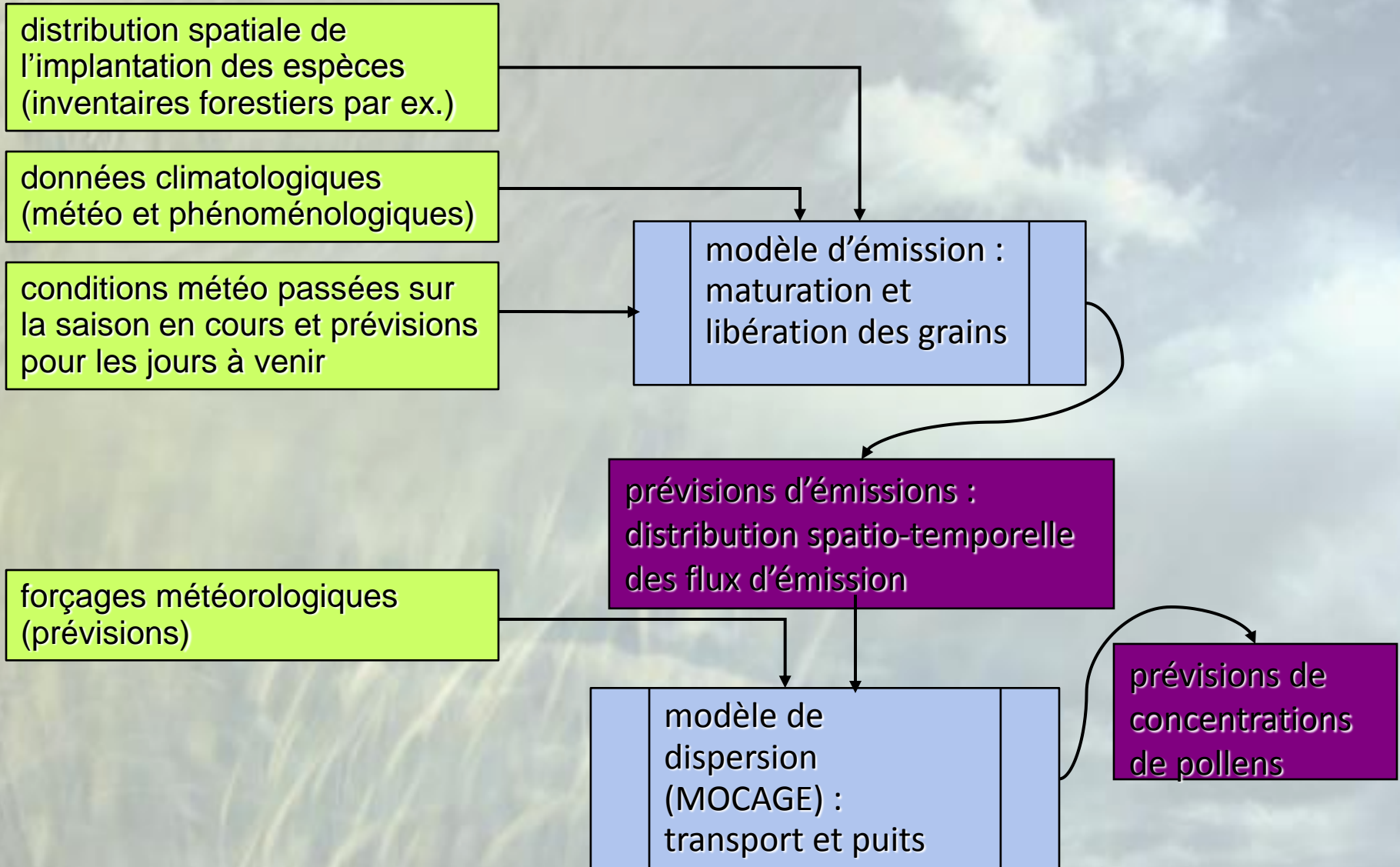
DDP = Premier jour où la production du jour atteint 1% de la production totale et la production cumulée depuis le début de la saison atteint 5% de la production totale.

- Plantes concernées : **graminées et bouleaux**
- Respectivement, 20 et 21 années de données
- Respectivement, 8 et 5 villes étudiées

Lyon - 2012 bouleau

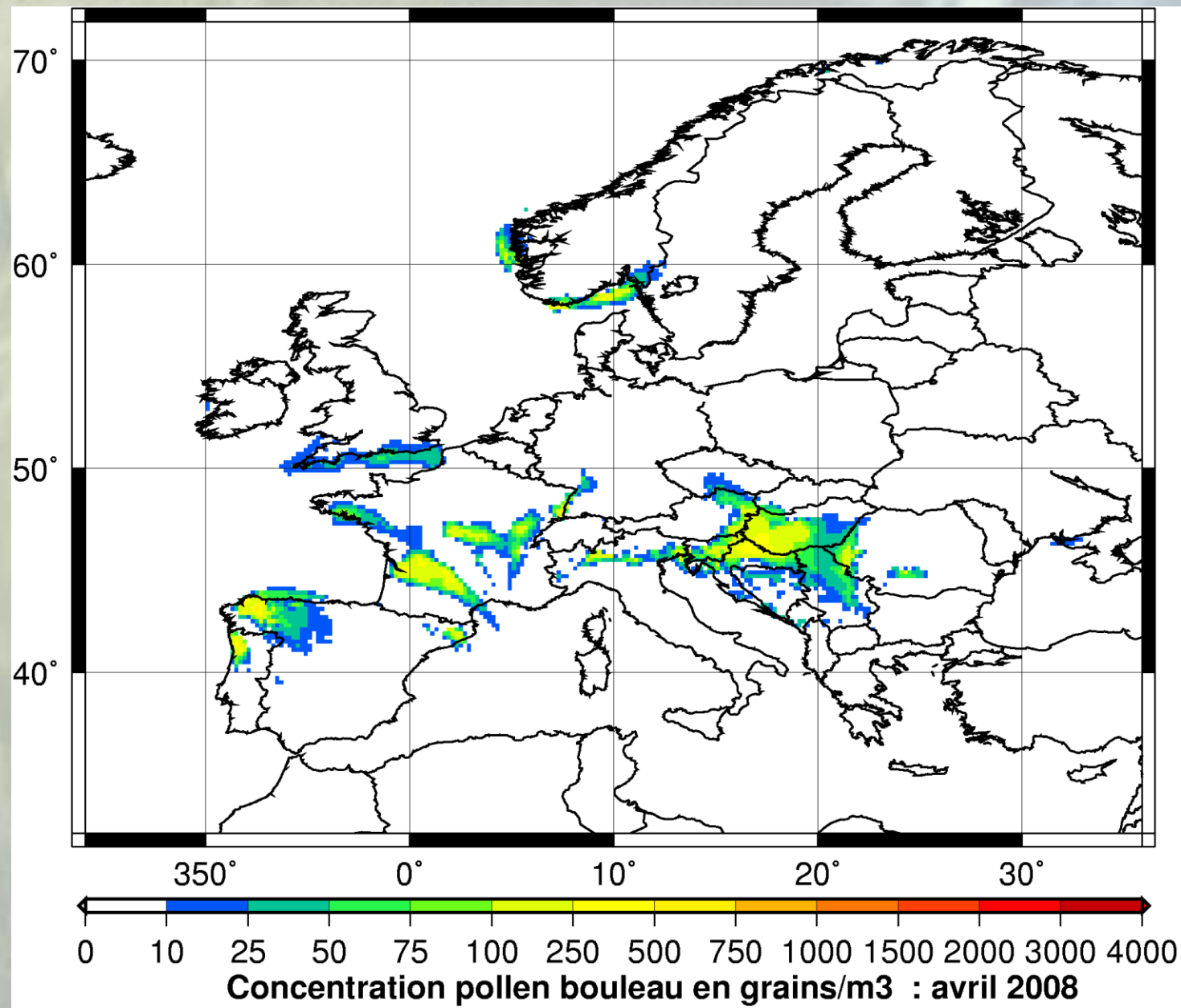


Principe de la prévision déterministe



Pollens bouleau sur l'Europe : 1 avril au 6 mai 2008

Concentrations prévues par MOCAGE



Prévision déterministe

- Intérêt

- ✓ Dans la représentation des **émissions**, prise en compte des **conditions météorologiques** particulières de la situation au **jour le jour** (fort ensoleillement versus précipitations, présence ou absence de vent...).
- ✓ **Représentation du transport** aux échelles régionales et continentales dans la prévision locale de la concentration de

- Cependant ...

Plus lourd à mettre en œuvre que prévisions statistiques (moyens de calcul importants).

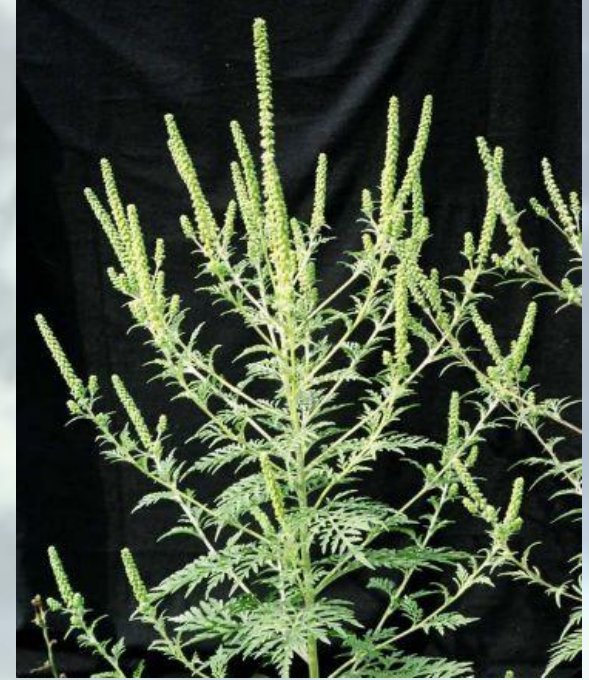
Date de démarrage ambroisie RNSA

Jean-Pierre Besancenot

Ambrosie à Lyon

DDP = date de début de pollinisation
Premier jour (J) atteignant 6 grains/m³
avec un total cumulé d'au moins 18 grains
de J à J₊₂

Date moyenne observée 1987-2012
= 12 août [31 juillet - 22 août]



- Laaidi M, Thibaudon M, Besancenot JP, 2003. Two statistical approaches to forecasting the start and duration of the pollen season of Ambrosia in the area of Lyon (France). *International Journal of Biometeorology* 48(2) : 65-73.
- Laaidi M, Thibaudon M, Besancenot JP, 2004. How to predict the date of the start of the pollination of a plant from the meteorological data: the example of ragweed at Lyon. *Allergie & Immunologie* 36(7) : 268-271.
- Cassagne E, 2008 : *Prévision journalière des pollens sur le territoire national français, avec un objectif d'information sanitaire des populations allergiques*. Université de Bourgogne, Thèse de doctorat, 340 p.

Plusieurs méthodes sont employées successivement, qui font intervenir :

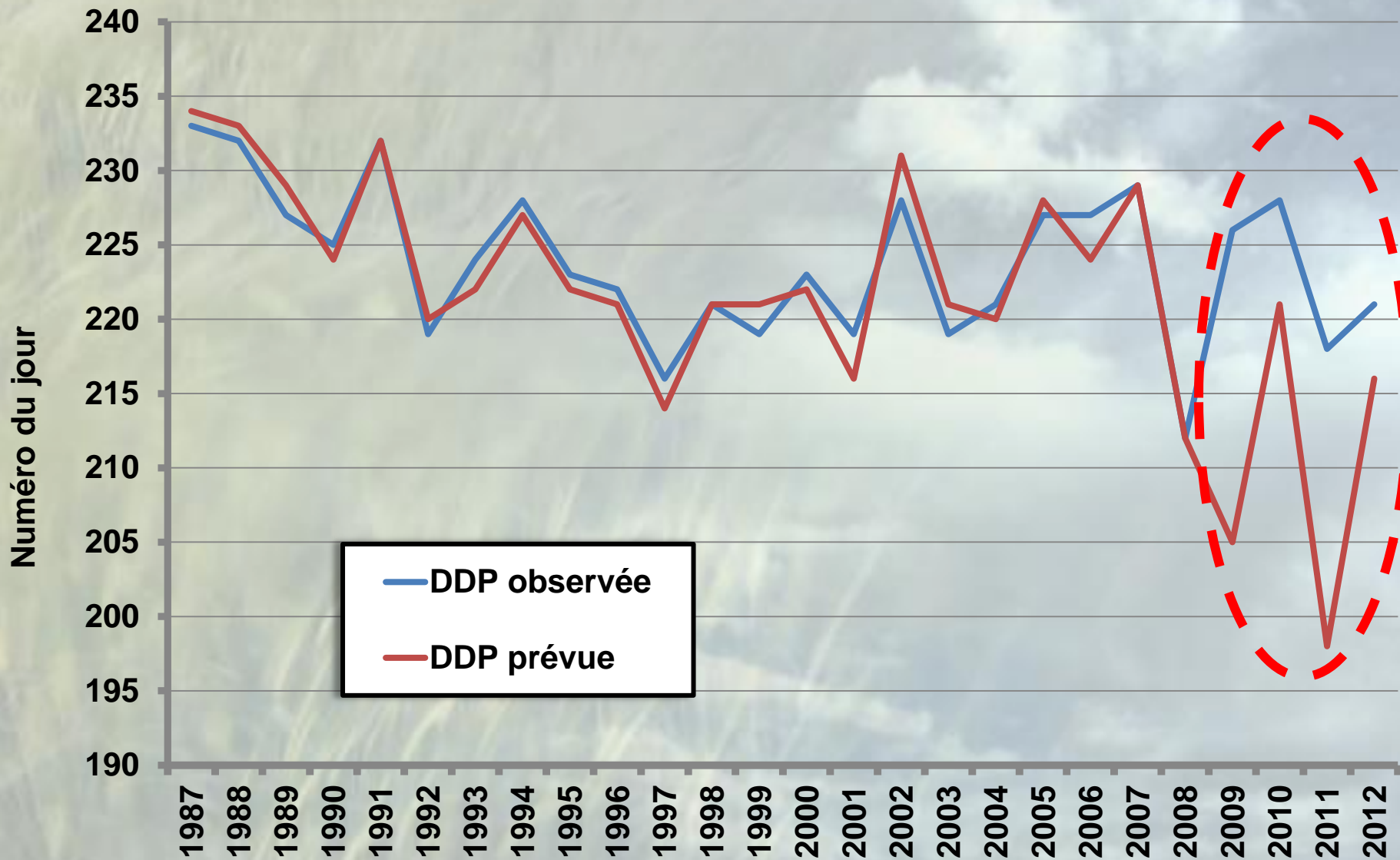
- Soit une **régression linéaire multiple**, qui prend en compte la *conjonction* de plusieurs variables météorologiques, dans toute la mesure du possible indépendantes les unes des autres, reconnues pour leur influence sur la maturation du pollen, et qui peuvent exercer un rôle pendant les mois, les semaines ou les jours précédant le début de la pollinisation
- Soit un **cumul de températures** journalières, à partir d'une date prédéfinie (supposée correspondre au début de la période végétative de l'ambroisie), au-delà d'un certain seuil thermique (à partir duquel on considère que la plante peut se développer) et jusqu'à obtention d'un total jugé suffisant pour que le pollen arrive à maturité ; le jour où ce cumul est atteint correspond à la DDP prévue par le modèle

Prévision « initiale » (réalisable dès le 1^{er} juin)

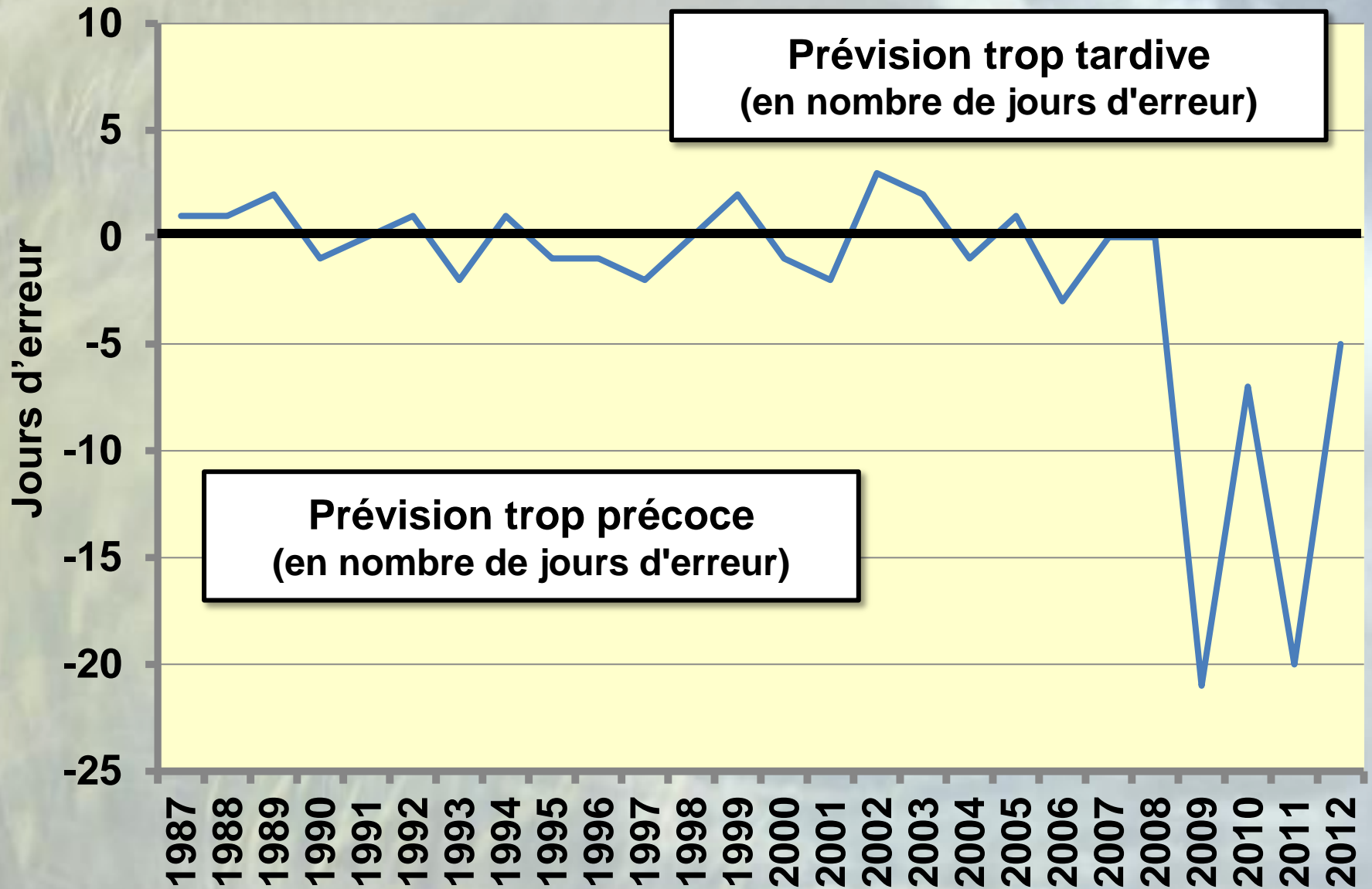
| | |
|----------------------------|--|
| humidité relative maximale | 2^{ème} quinzaine d'avril |
| durée d'insolation | |
| température minimale | 2^{ème} quinzaine de mai |
| humidité relative moyenne | |
| durée d'insolation | |

Exemple : prévision de 2012 = **période du 4 au 7 août**

Dates prévues et observées de la pollinisation de l'ambroisie à Lyon, entre 1987 et 2012



Qualité de la prévision initiale



La prévision ainsi obtenue présente une *erreur moyenne* très faible (< 1,5 jour sur la série 1987-2008, 3,1 jours sur la série complète)

Son intérêt majeur tient à l'absence de toute variable des mois de juin et juillet – ce qui permet de diffuser très tôt une information

Toutefois, cette prévision peut être entachée certaines années d'une marge d'erreur élevée (conditions météorologiques « anormales » au cours du bimestre juin-juillet ? changement sur les années récentes ?)

 **Nécessité d'affiner la prévision initiale à mesure que l'on avance dans la saison**

L'affinement de la prévision « initiale » (1)

- Par une autre régression linéaire multiple, qui prend en compte des variables météorologiques jusqu'au 10 juillet

| | |
|----------------------------|------------------------------------|
| durée d'insolation | 1 ^{ère} décade d'avril |
| durée d'insolation | 1 ^{ère} décade de juillet |
| température minimale | 3 ^{ème} décade de mai |
| humidité relative maximale | 3 ^{ème} décade de mars |
| humidité relative maximale | 3 ^{ème} décade d'avril |

- Par cinq méthodes de cumul des « unités de chaleur », des degrés-jours ou des températures entre le mois d'avril et la fin du mois de juillet

Théoriquement, ces méthodes ne permettent une prévision que la veille de la DDP ; en pratique, le recours aux températures prévues par Météo-France permet de fournir une prévision 5, 10, voire 12 jours à l'avance, ou plus tôt en utilisant les « normales »

Exemple de 2012 : DDP observée le 9 août

- **Prévision initiale (début juin) : DDP le 5 août [du 4 au 7]**
- **1^{er} affinement réalisé le 3 juillet (cumul de température « forcé » par les valeurs normales) : DDP entre le 6 et le 11 août**
- **2^{ème} affinement réalisé le 10 juillet (régression intégrant l'insolation de début juillet) : DDP le 9 août**
- **Affinements réalisés quotidiennement à partir du 19 juillet avec les normales et les prévisions météo à 12 jours : DDP entre le 4 et le 11 août (probabilité maximale entre le 7 et le 11)**
- **Affinement ultime le 28 juillet : DDP entre le 8 et le 10 août**



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Cosmo-art - MeteoSuisse

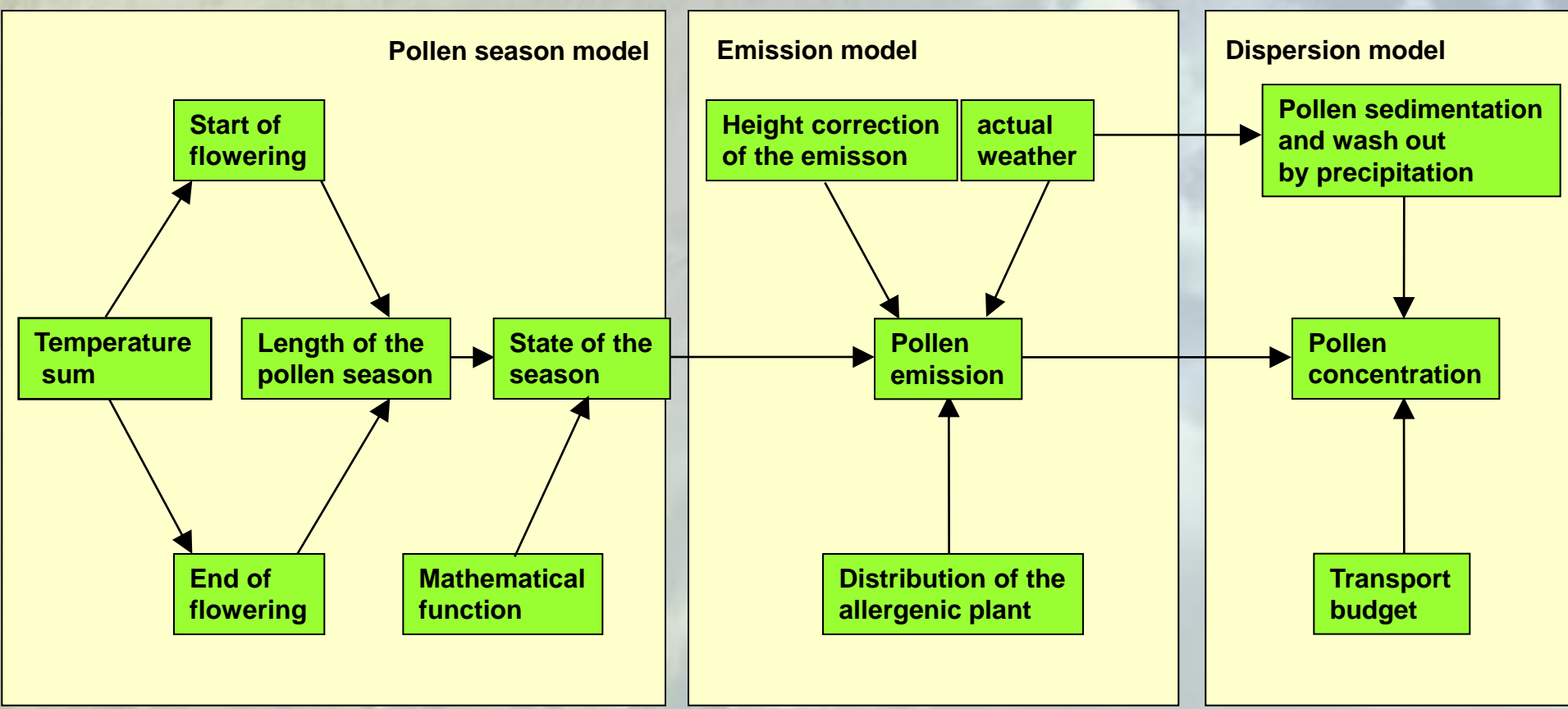
Andreas Pauling – Bernard Clot

Prévision du pollen avec COSMO-ART

En Suisse, c'est le modèle de prévision numérique du temps de MétéoSuisse, COSMO, avec son extension COSMO-ART, qui est utilisé pour calculer la dispersion des particules (dont le pollen).

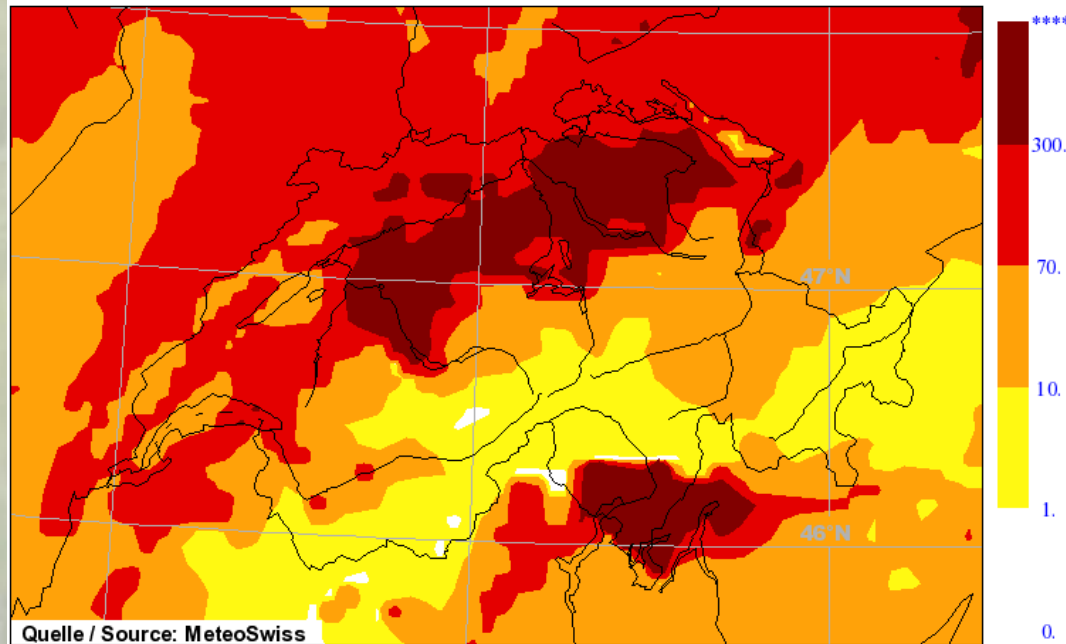
Le module de prévision du pollen a été développé par l'Institut de technologie de Karlsruhe ([KIT](#)) et par MétéoSuisse. La résolution spatiale de ce modèle est de 7 km.

The concept of the pollen module

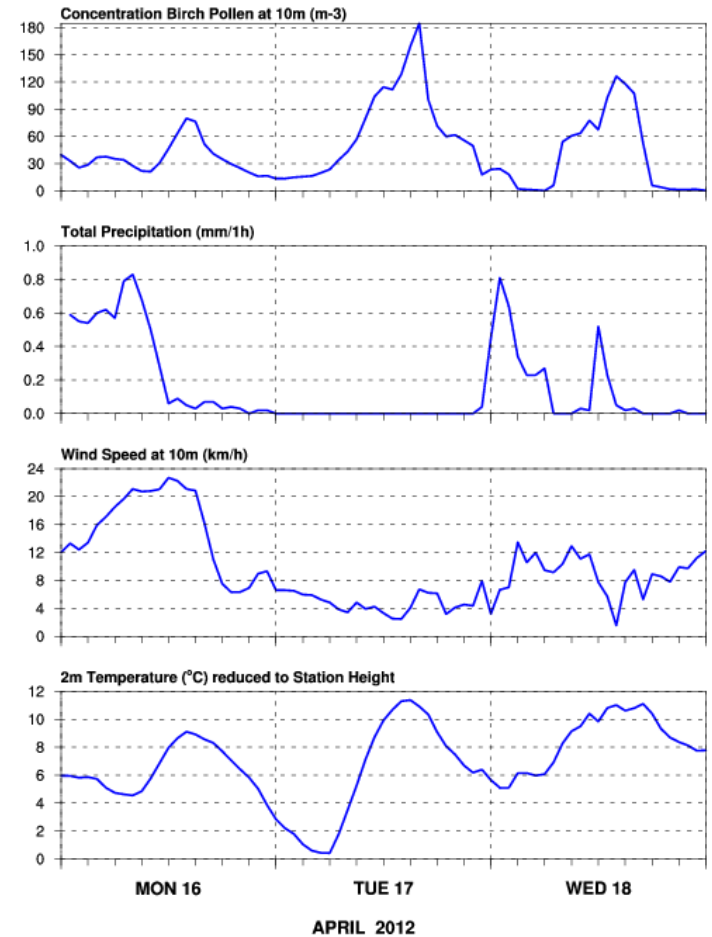


COSMO-ART products: maps of pollen concentration and «pollengrams»

COSMO-7 Forecast for: **Tue 17 Apr 2012 14 UTC** **Version: opr 7km (917)**
 Birch Pollen Concentration **Maximum: 5326m-3** **Run: 16.04.2012 00UTC+38h**



COSMO-7 Pollengram **2012-04-16 00 UTC**
 Basel 47.56N 7.58E 273m (COSMO-7 286m)

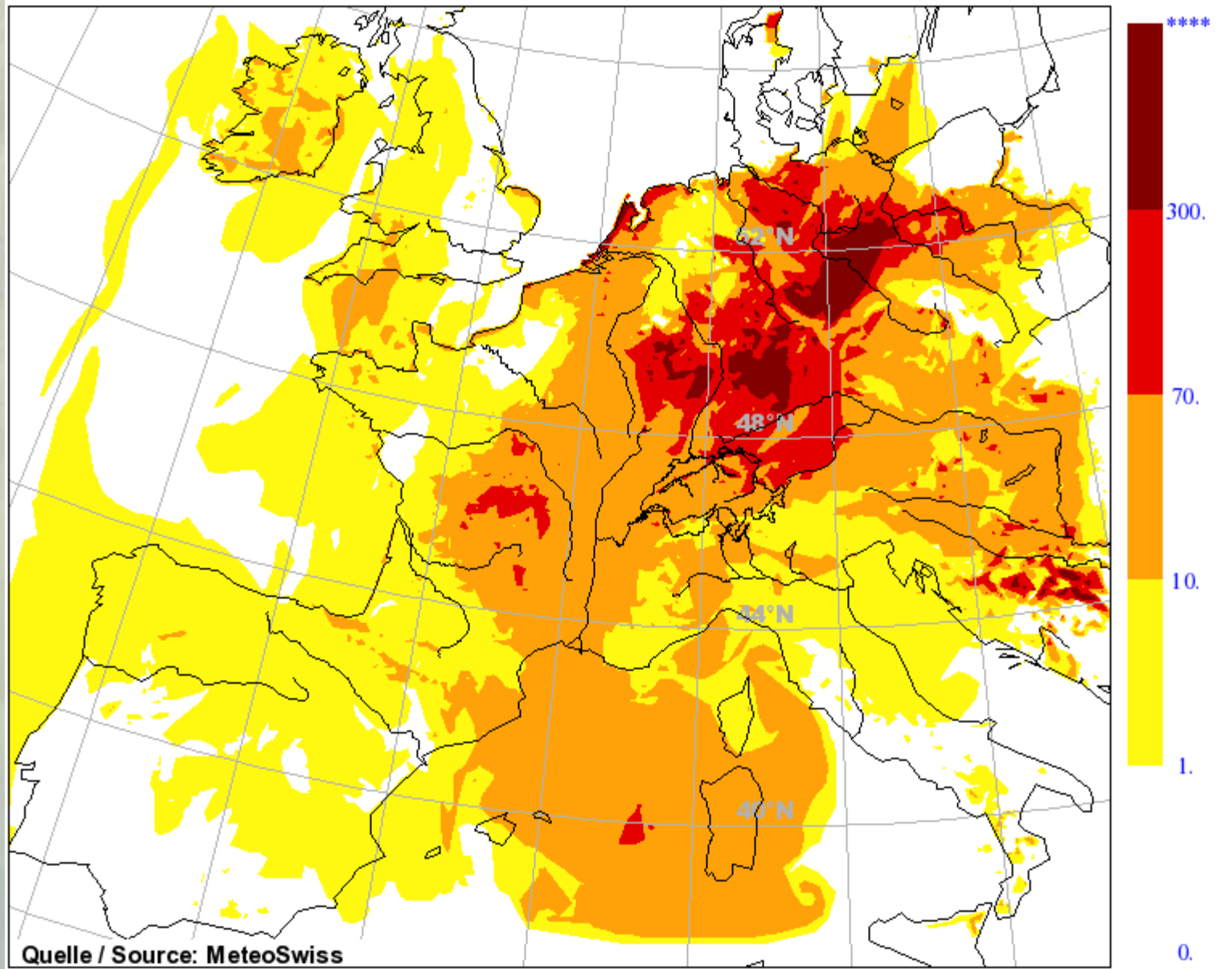


COSMO-7 Analysis for: **Mon 16 Apr 2012 00 UTC**
Birch Pollen Concentration

Maximum: 1495.3m-3

Version: opr 7km (917)

Run: 16.04.2012 00UTC+0h





Chimère - Air Rhône-Alpes

Isabelle Rios – Eric Chaxel

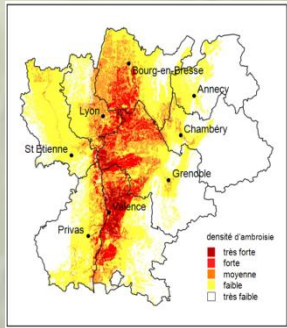
Modelling ragweed is still challenging...

Modelling pollen grains (emission and transport) is extensively applied for other species like trees (birch) but modelling these processes for ragweed is still challenging...

Modelling ragweed at Air Rhône-Alpes : a short story

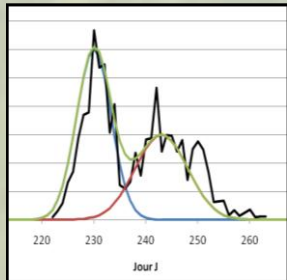
- 2007-2008 : spatial inventory of ambrosia presence (Camille Rieux)
- 2010-2011 :
 - update of the inventory for 2010
 - Summer 2011 and 2012 : forecast of pollen concentration and associated allergical risk
 - Running : impacts of anti-ambrosia actions

Modelling approach schematics

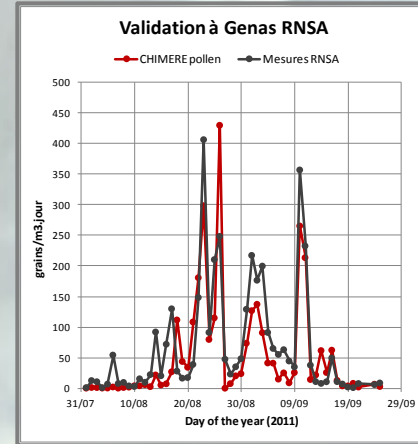
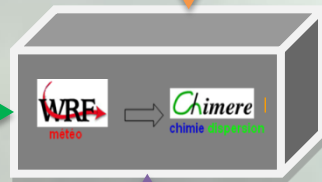
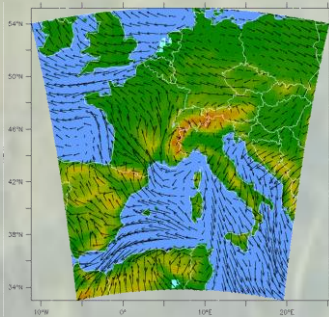


Plants inventory

Phenological model
+
Liberation model

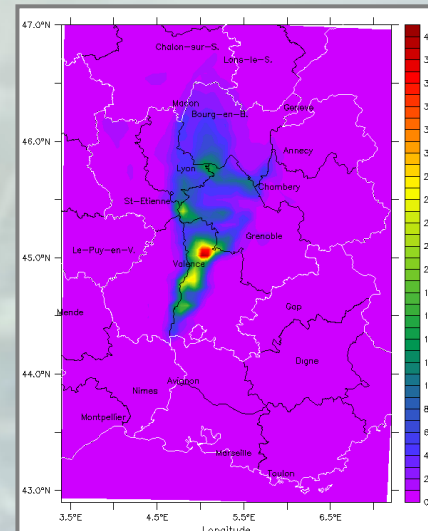


Meteorology
Wind, temperature,
humidity, rain



Time series

Pollen grains maps



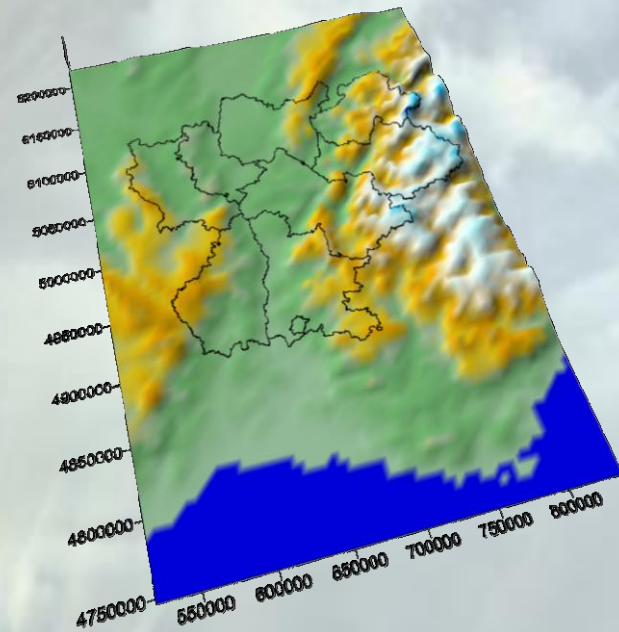
Modelling ragweed pollen project (MODPOL)

Taxon: *Ambrosia artemisiifolia* L.

Domain: - 480 km x 324 km
- Complex topography

Horizontal resolution: 3 km

Reference years: 2009 to 2011



Model validation

Results from CHIMERE model are evaluated using 15 stations operated by RNSA in region Rhône-Alpes. Pollen abundances are measured at these stations using HIRST-sensor.

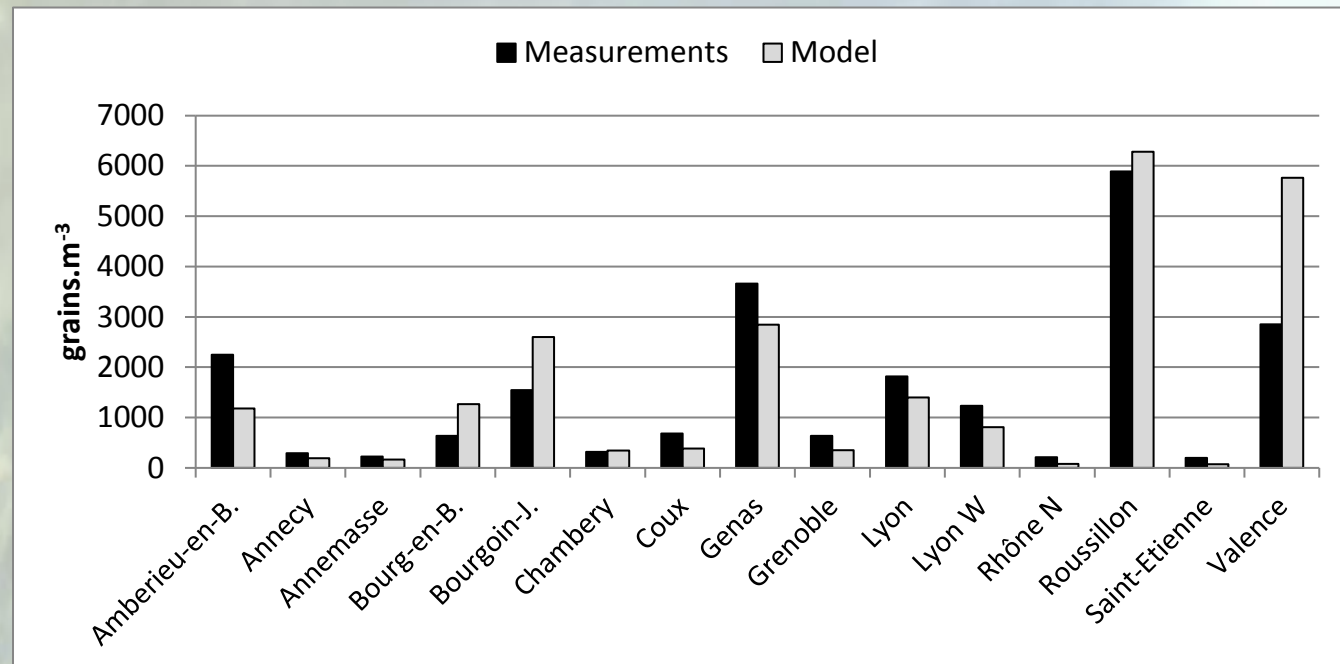
CHIMERE results are in good agreement with measurements in terms of spatial variability and amplitude of abundance at all stations except at Valence where measurements are underestimated by CHIMERE.

Total ragweed pollen abundance for the whole season 2011 at 15 sites of region Rhône-Alpes in 2011

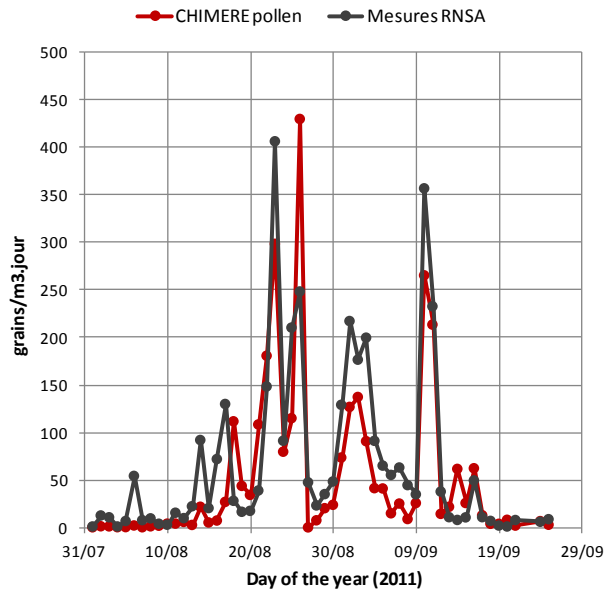
Period of data in 2011:
07/30 - 09/26 (59 days)

Model: CHIMERE CTM

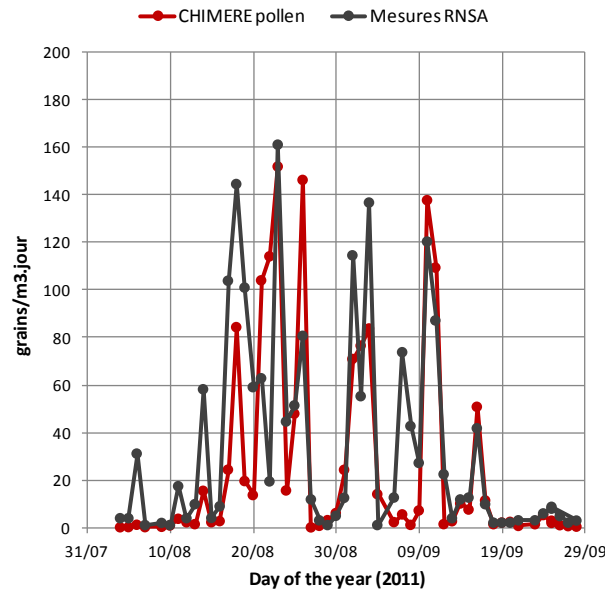
Measurements: RNSA data



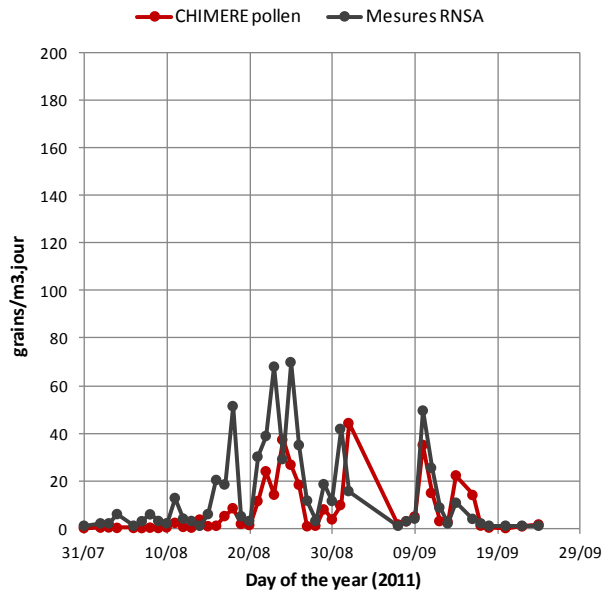
Validation à Genas RNSA



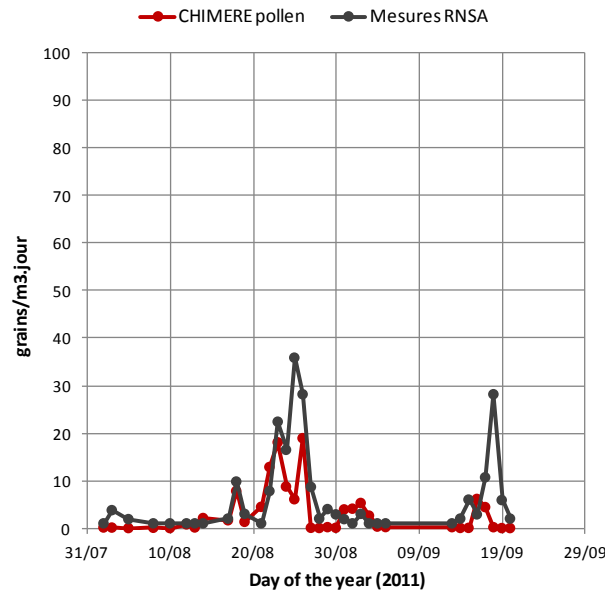
Validation à Lyon RNSA



Validation à Grenoble RNSA



Validation à Annemasse RNSA



Time series of daily abundances of ragweed pollen measured at RNSA network stations (grey) and modeled with CHIMERE (red)

Temporal variability and amplitude at various sites are well described by emission model and CTM CHIMERE.

Calculating a « potential allergenic risk »

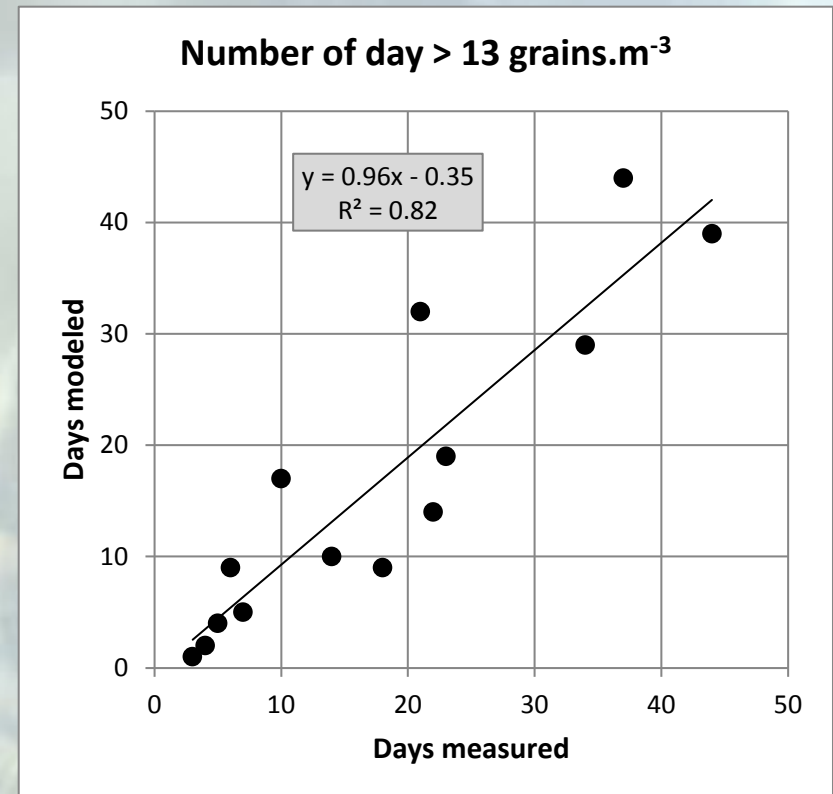
Pollen concentrations is not a information understandable to the general public. The quantification of an allergic risk from concentrations of pollen, however, is a delicate exercise. An allergic risk scale was derived from daily doses of pollen (table). Atmospheric concentration (daily abundance) of pollen are converted into a risk from 0 (none) to 5 (very high).

Table: correspondence between a daily abundances and a daily potential allergenic risk

| Allergenic risk | Color | Daily abundance (grains.m ⁻³) |
|-----------------|-------|---|
| None | 0 | 0 |
| Very low | 1 | 1 à 2 |
| Low | 2 | 3 à 6 |
| Middle | 3 | 6 à 12 |
| High | 4 | 13 à 30 |
| Very High | 5 | ≥ 30 |

Model is validated regarding the risk (scatter plot).

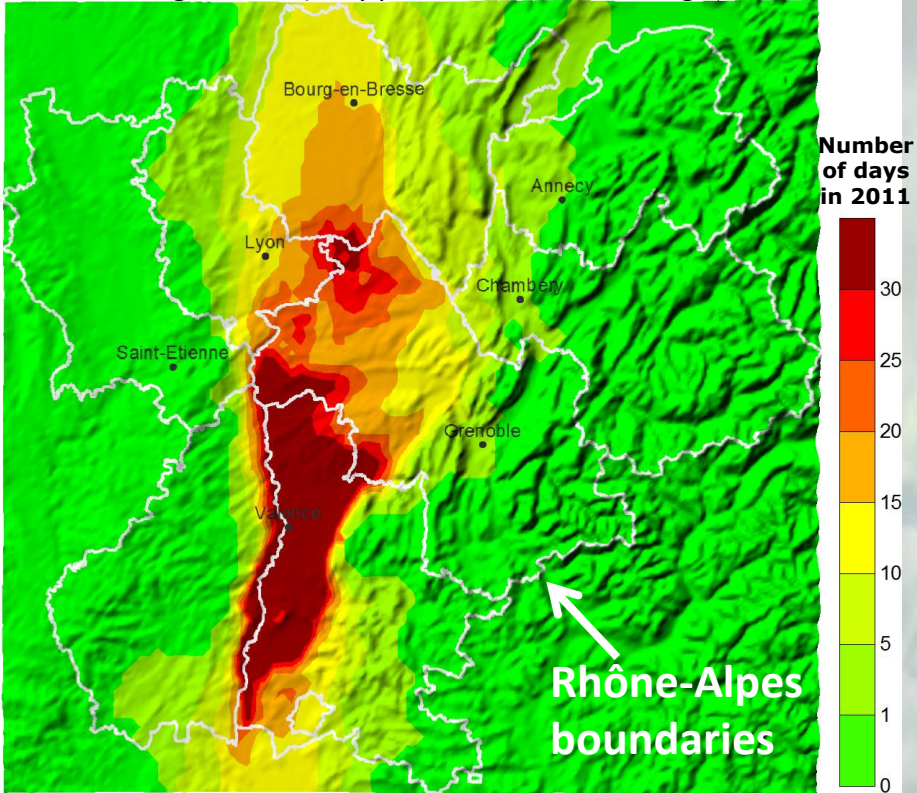
Scatterplot:
Number of days in 2011 with risks 4 or 5 at RNSA stations versus number of days calculated with CHIMERE model



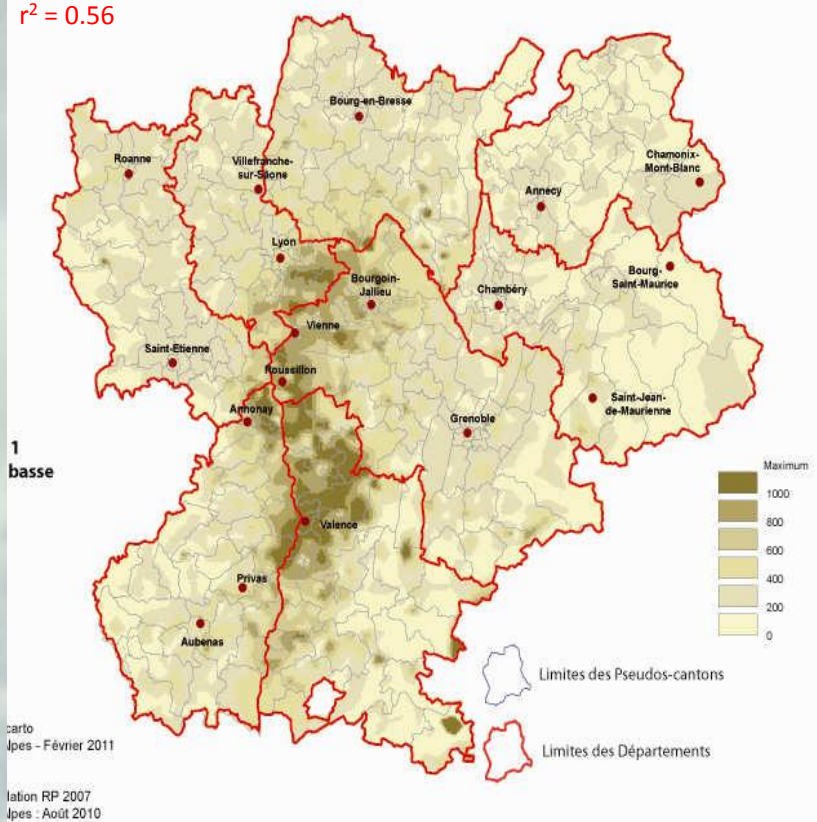
Validation of potential allergenic risk using anti-allergic treatments consumption

Annual map for 2011 with number of days with a “very high” allergic risk (daily pollen abundance greater than 30 grains.m⁻³) and map of expenditure for drugs treating ragweed-allergy in 2009 (ORS, 2011).

CHIMERE results: map of number of days in 2011 with a « very high » potential allergenic risk (daily pollen abundance ≥ 30 grains.m⁻³)

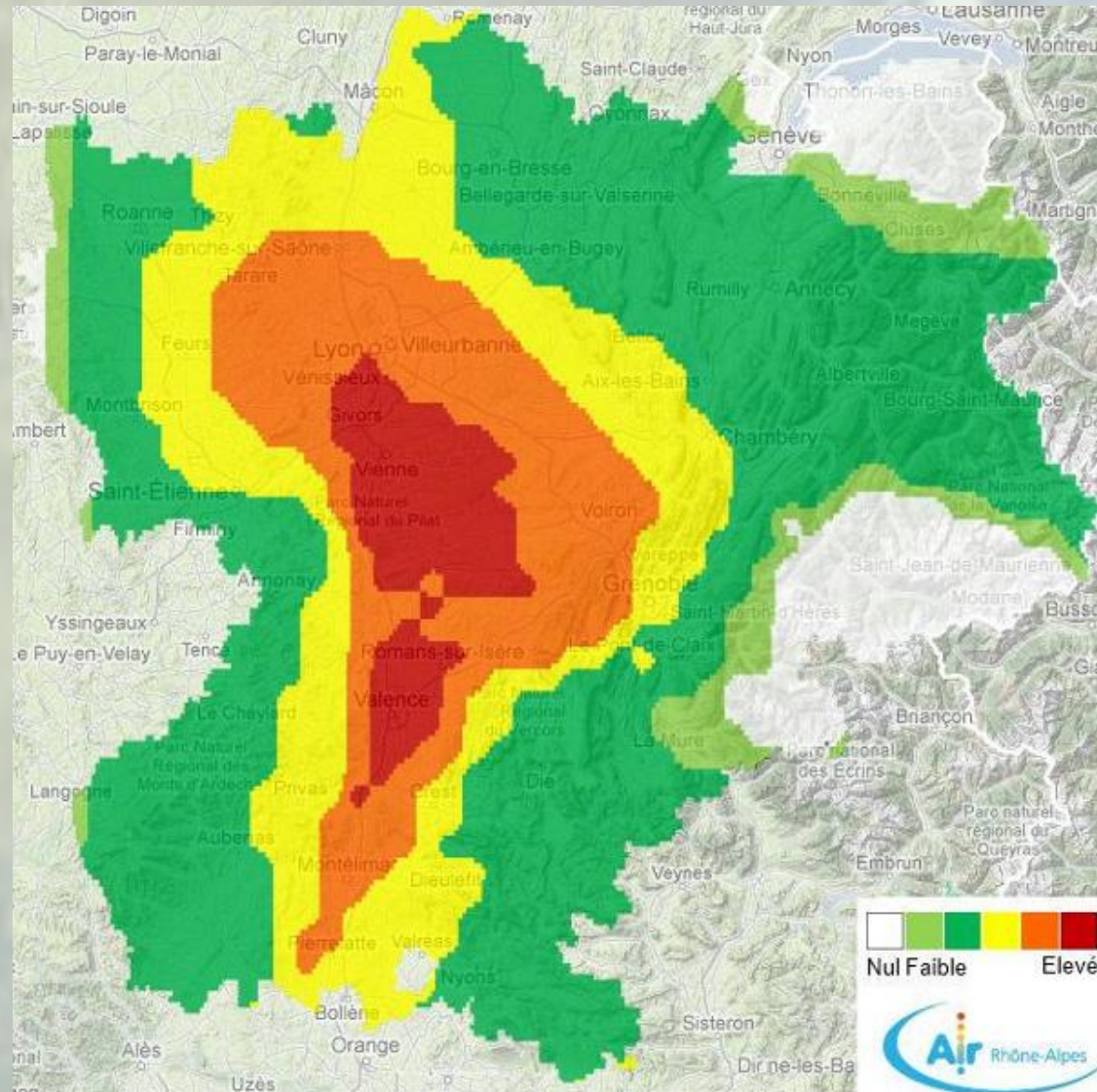


Correlation between risk and expenses in communes > 2000 inhab.:
r² = 0.56



Expenses in euros for 103 inhabitants (6-64 year-old)
Source: ORS Rhône-Alpes, 2011

Carte 7 septembre 2012





Autres systèmes utilisés

- **SILAM (Projet Finlandais)**

Prévisions de présence de pollens à 5 jours pour le bouleau, l'olivier, les graminées et l'ambroisie.

- **CartoPollen (SUPAGRO, INRA)**

Prévisions de pollinisation du cyprès en Languedoc-Roussillon



Merci pour votre attention