

17<sup>e</sup>

Congrès Francophone  
d'Allergologie

Paris  
Palais des Congrès Porte Maillot

19-22 avril 2022

# Réchauffement climatique et pollens

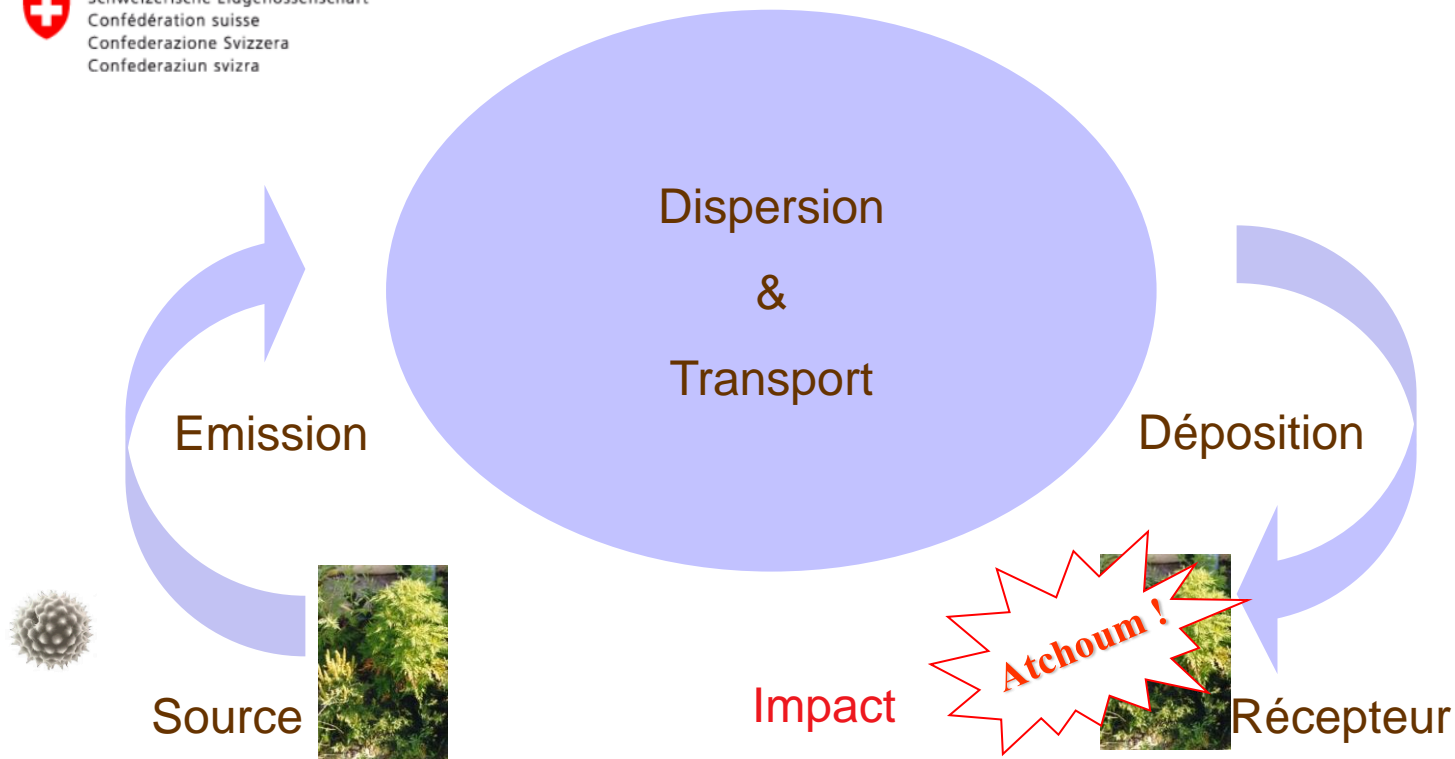
Michel Thibaudon – RNSA (Réseau National de Surveillance Aérobiologique)



# Aérobiologie : une approche multidisciplinaire



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

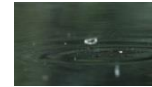


# Les pollens

Le grain de pollen est l'élément reproducteur microscopique (25 microns en moyenne) produit par les organes mâles des plantes (étamines).

Le transport du pollen a lieu grâce :

-**A l'eau** chez les plantes dites « hydrophiles »



-**Aux insectes** chez les plantes dites « entomophiles »

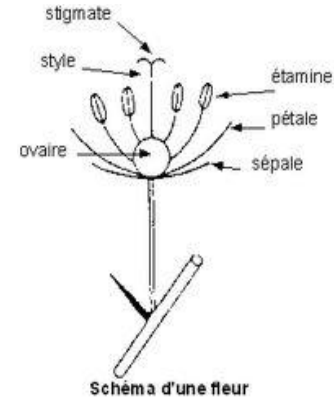


-**Au vent** chez les plantes dites « anémophiles »



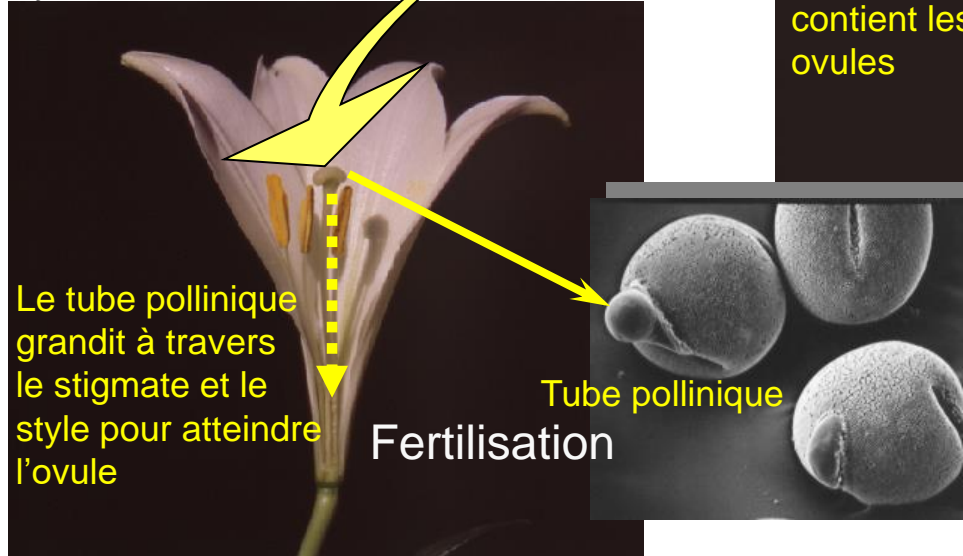
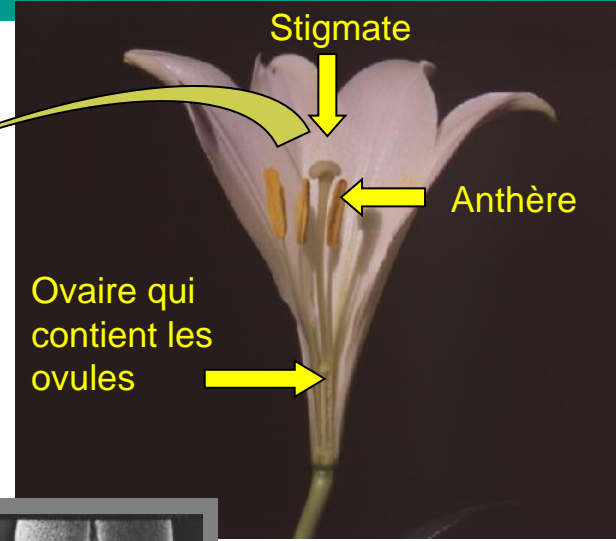
Les espèces anémophiles produisent beaucoup de grains de pollen pour que leur fécondation due au hasard ait plus de chances d'être efficace.

**Le changement climatique et la météorologie jouent un rôle important sur les pollens et les allergies.**



# Le grain de pollen est la structure qui produit les gamètes mâles chez les gymnospermes et angiospermes et les transfère vers la partie femelle

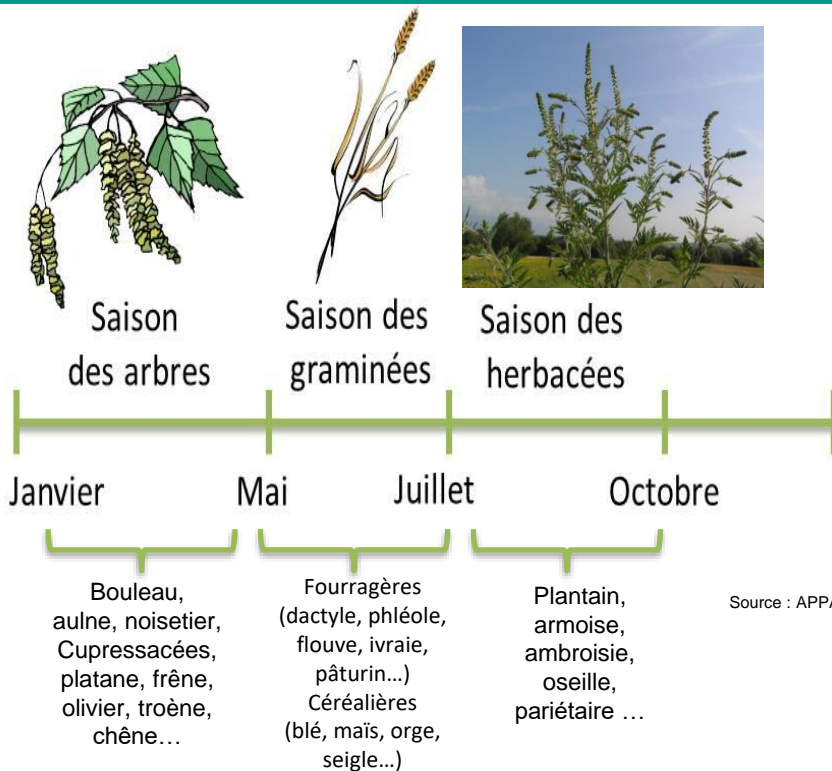
1. Le pollen est libéré de l'anthère
2. Le pollen descend sur le stigmate
3. Un tube pollinique sort à travers un des orifices et pousse à l'intérieur du style



4. Les gamètes mâles traversent le tube pollinique jusqu'au sac embryonnaire

5. La fertilisation a lieu

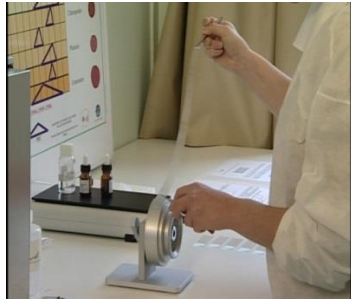
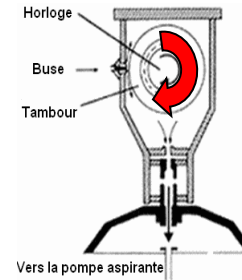
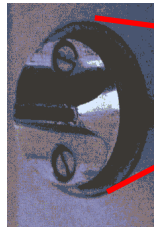
# Les saisons des pollens



Source : APPA

# Mesure de l'exposition

Capteurs de pollens –  
Méthode de type Hirst



Récupération de la  
bande sur le tambour



Découpage de la  
bande  
en tranches  
journalières



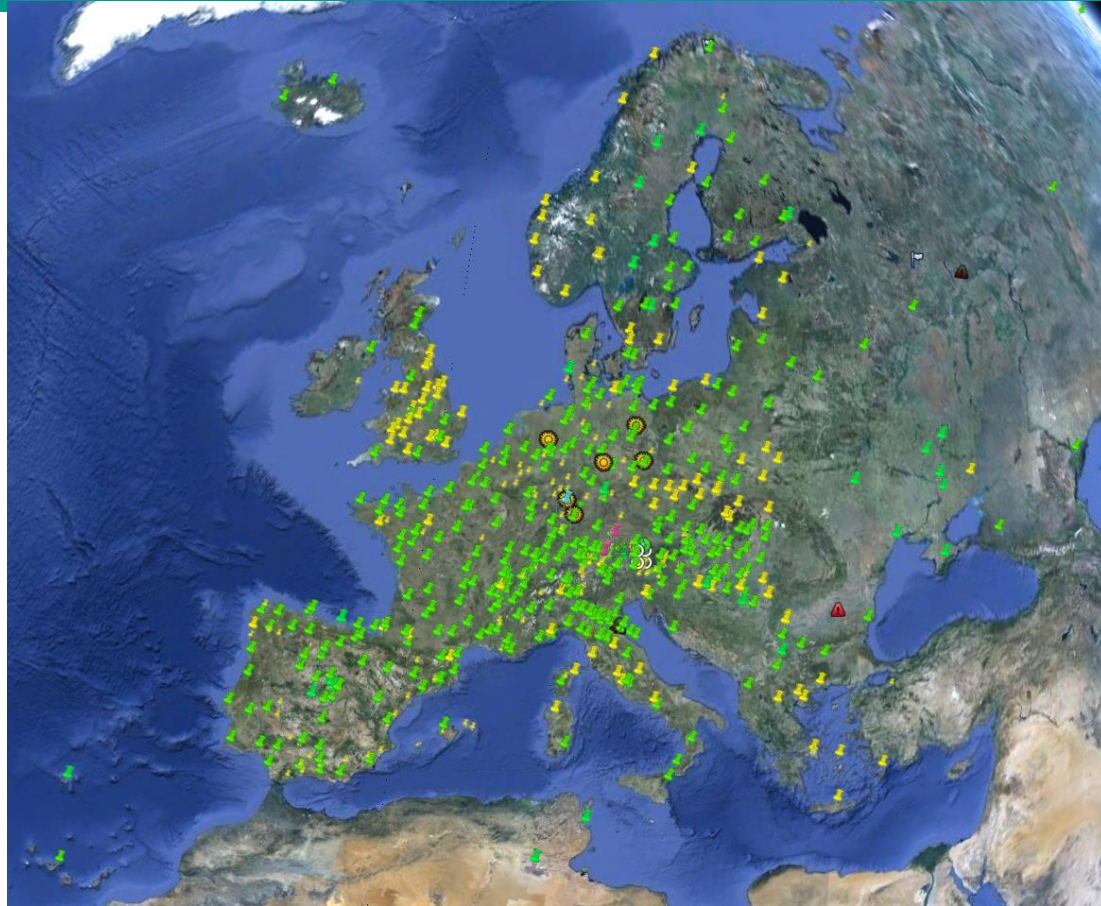
1 lame  
par jour



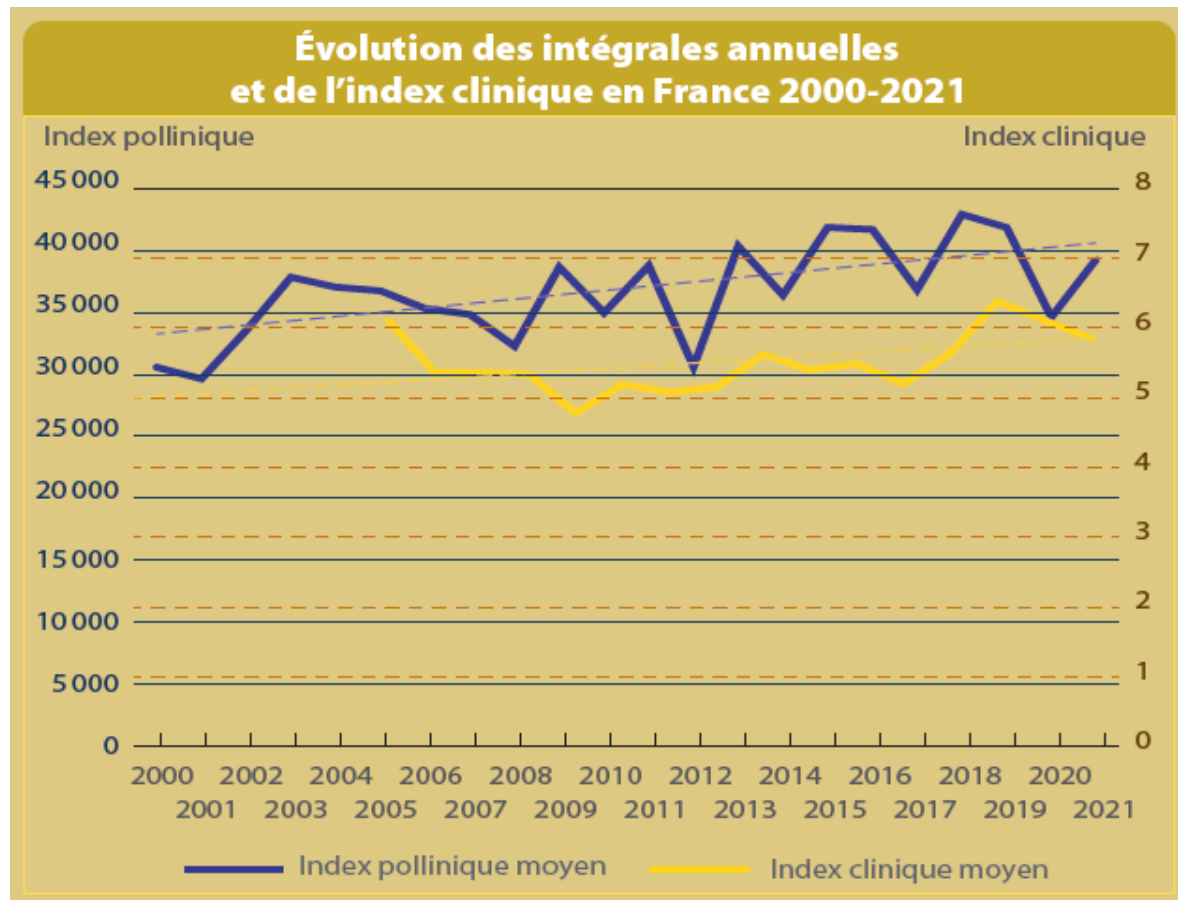
Comptage grâce à  
un système de  
reconnaissance  
vocale

Totaux journaliers en grains/m<sup>3</sup>

# Stations de surveillance du pollen en Europe en 2021



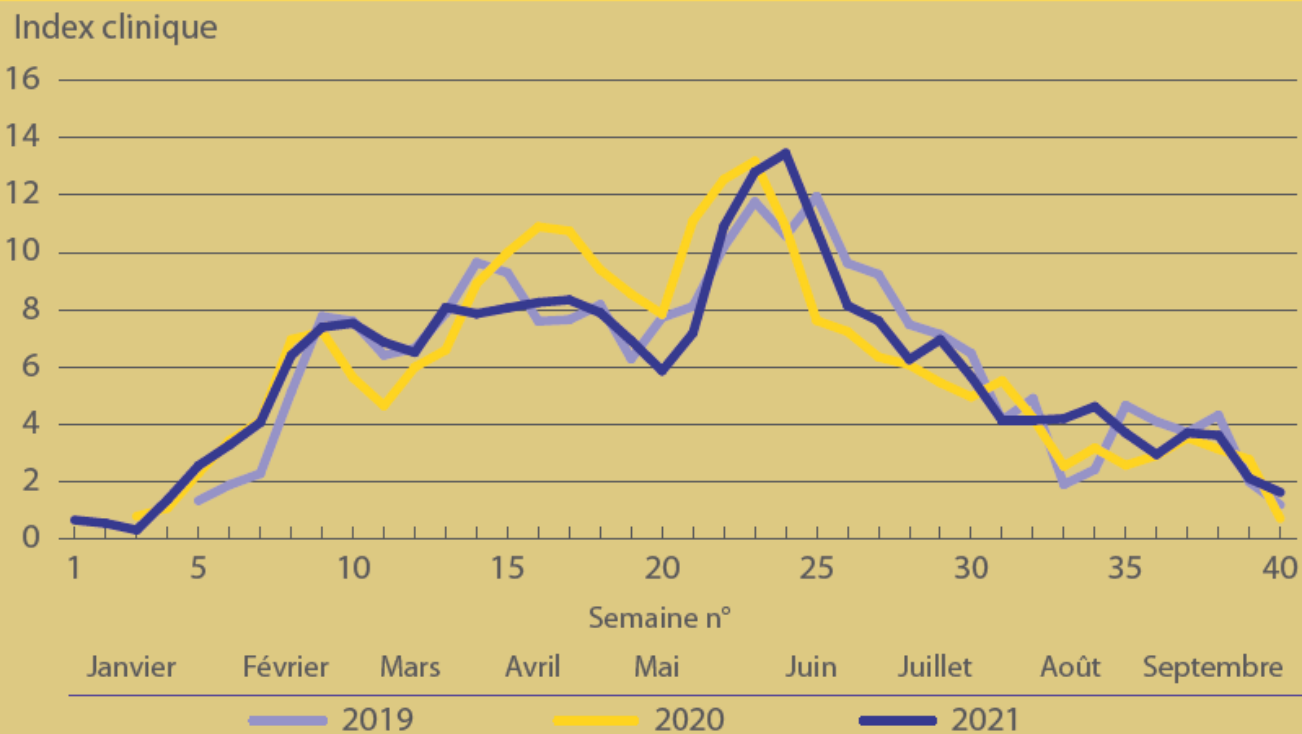
# Evolution des index clinique et pollinique en France













# Evolution de l'index clinique national

## Index cliniques France 2019 - 2020 - 2021



# Les conditions météorologiques jouent un grand rôle dans la production et la dispersion des pollens

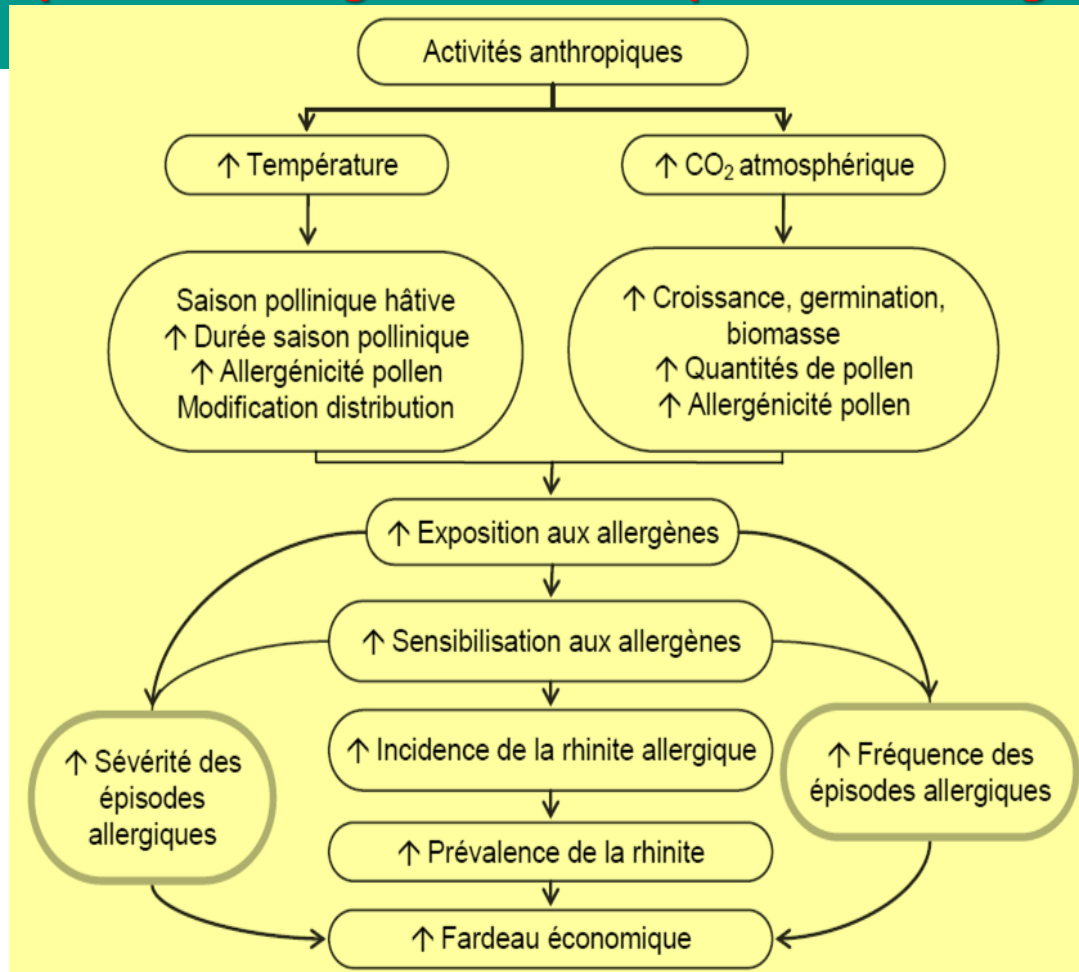
Météo	Production de pollen	Dispersion des pollens
Température		
Soleil		
Pluie		
Vent		

# Certains paramètres du changement climatique peuvent intervenir sur la pollinisation

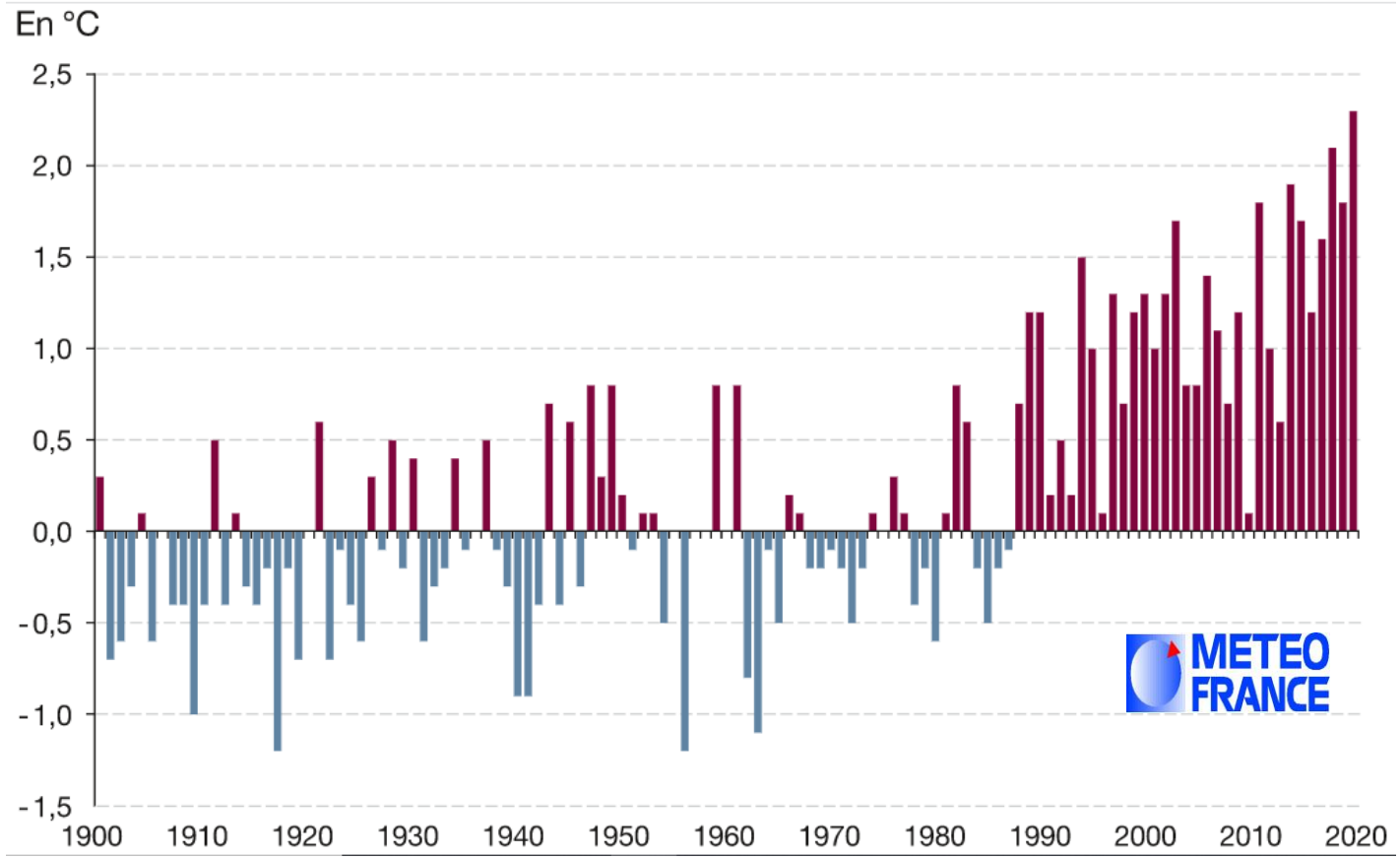


- Les températures
- Les précipitations
- La sécheresse
- L'ensoleillement
- L'humidité relative et la température du point de rosée
- La disponibilité en eau dans le sol, qui joue souvent un rôle crucial sur l'abondance du pollen, spécialement en domaine méditerranéen
- Les phénomènes extrêmes, comme les violents orages pendant la saison des Poacees notamment
- La vitesse et la direction du vent, qui régissent le transport à courte, moyenne et longue distance des particules biologiques
- ....

# Impacts du changement climatique sur les allergies aux pollens

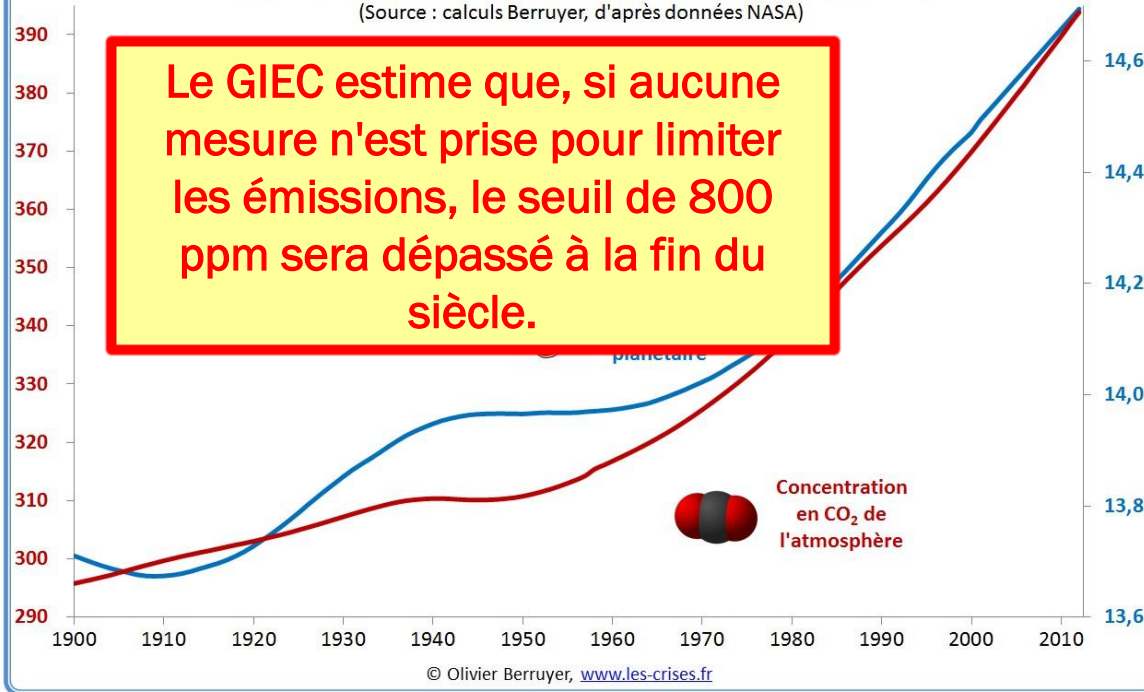


# Évolution de la température moyenne en France métropolitaine, de 1900 à 2021



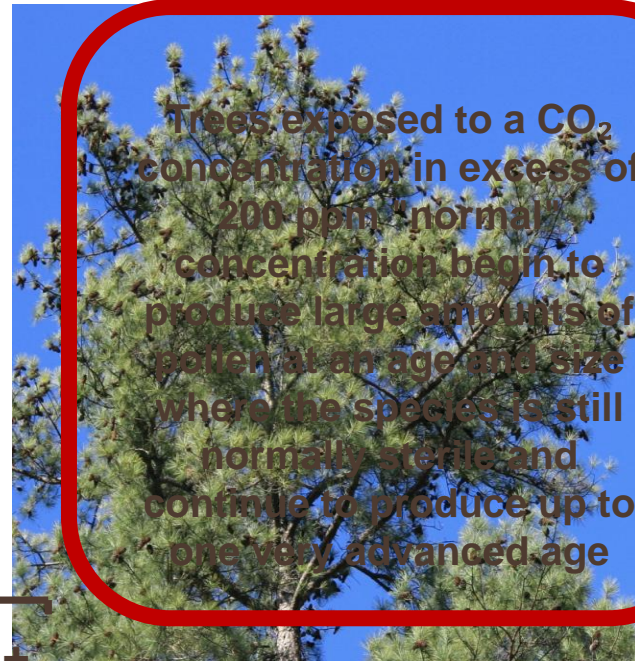
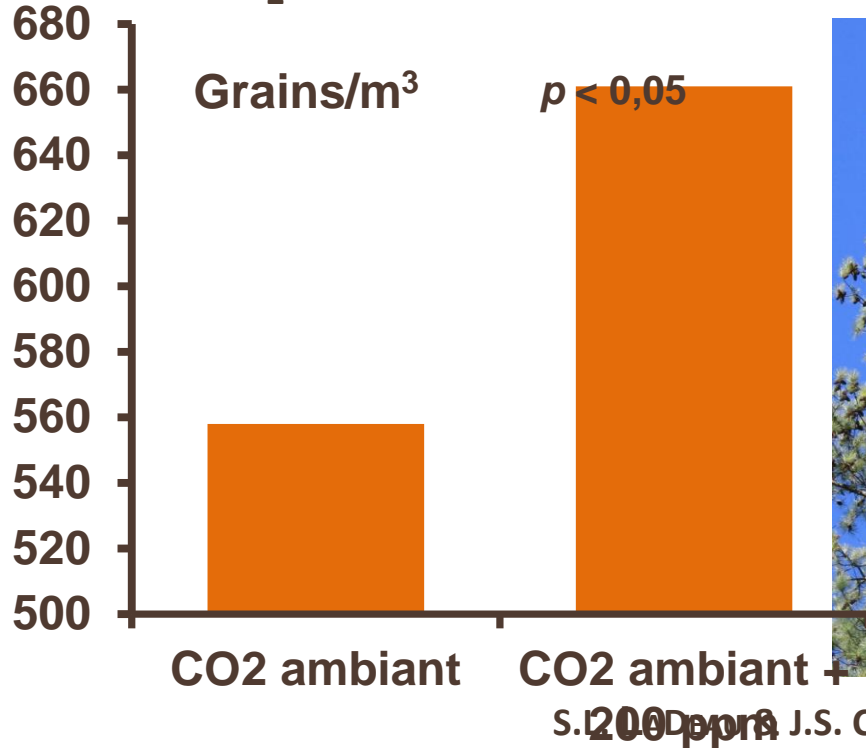
# Changement climatique

Concentration en CO<sub>2</sub> de l'atmosphère et tendance de la température de la planète, 1900-2012 (concentration en ppm ; température moyenne en °C)  
(Source : calculs Berruyer, d'après données NASA)



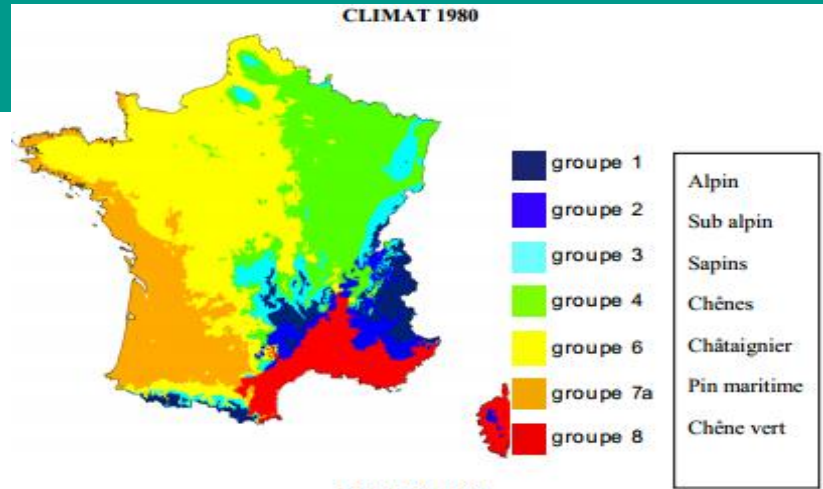
# Pollens et CO<sub>2</sub>

## ➤ CO<sub>2</sub> and *Pinus taeda* :



S. J. CLARK, 2006 : *Funct Ecol* 20, 541-547

# Théories



CLIMAT 2100

Très forte régression des groupes « chênes » et alpin  
Migration au Nord du groupe tempéré atlantique  
Extension du groupe méditerranéen à tout le Sud de la France

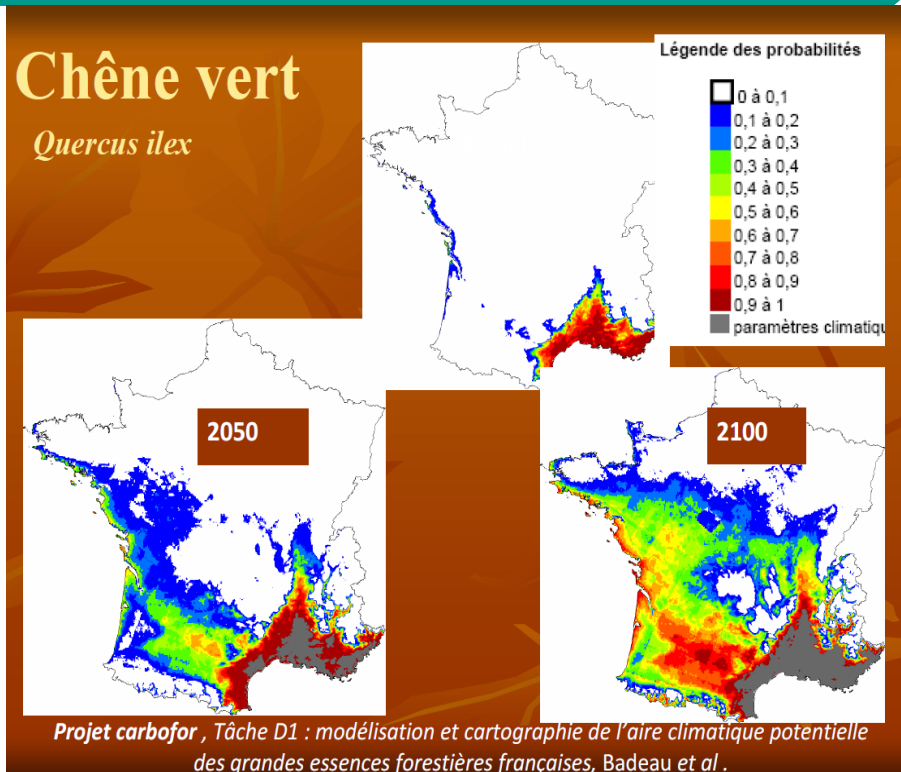


- Migration des espèces du Sud vers le Nord (ambrosie, oliviers, graminées, cyprès, chênes verts....).
- A cause de plus fortes températures estivales et d'une baisse des précipitations : Régression de l'aire de répartition potentielle de certaines espèces : hêtres, mélèzes, sapins, épicéas...



# Théorie : Le chêne vert

- Migration des espèces du Sud vers le Nord (ambroisie, oliviers, graminées, cyprès, chênes....).
- Prédiction : réchauffement de  $3,5^{\circ}$  C d'ici 2100.  
L'aire du chêne vert pourrait alors dès 2050 dépasser une ligne Bordeaux-Saint-Etienne et franchir la Loire avant 2100.



Source : INRA

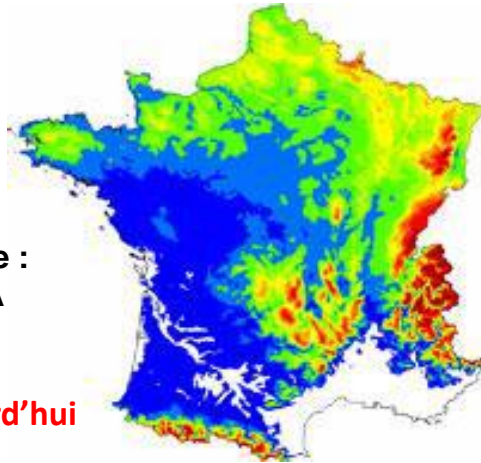


## Théories : Le hêtre

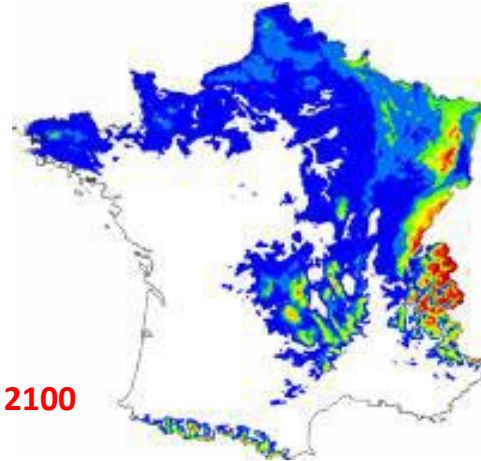
L'aire de répartition potentielle du hêtre, d'ici à une centaine d'années, pourrait fortement régresser à cause de plus fortes températures estivales et d'une baisse des précipitations. Le même phénomène pourrait être observé pour les espèces montagnardes : *Larix*, *Abies*, *Picea*...

Source :  
INRA

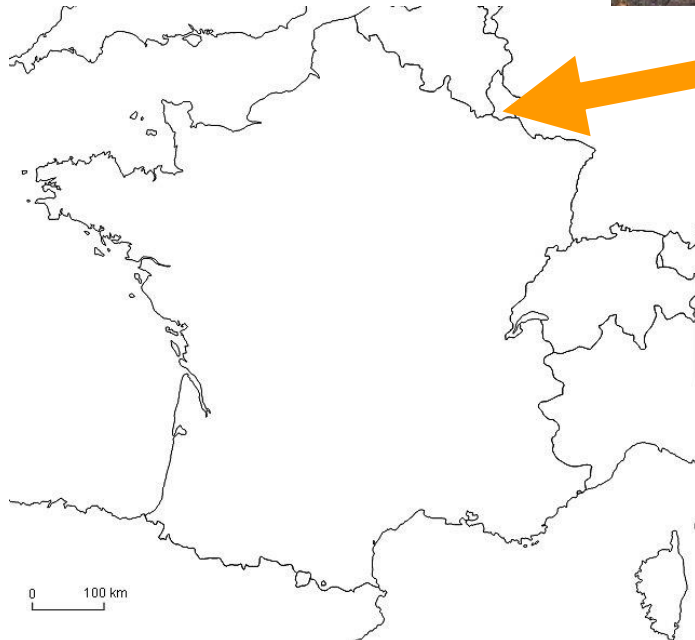
Aujourd'hui



En 2100



## L'olivier



Avec un réchauffement de  $3,5^{\circ}\text{C}$  d'ici à 2100 l'Olivier pourrait remonter jusqu'aux portes du Luxembourg.

**Mais à cause de la photopériode qui est un facteur essentiel pour les plantes, cela ne se produira certainement jamais.**

0 100 km

## Effects of climate change and seed dispersal on airborne ragweed pollen loads in Europe

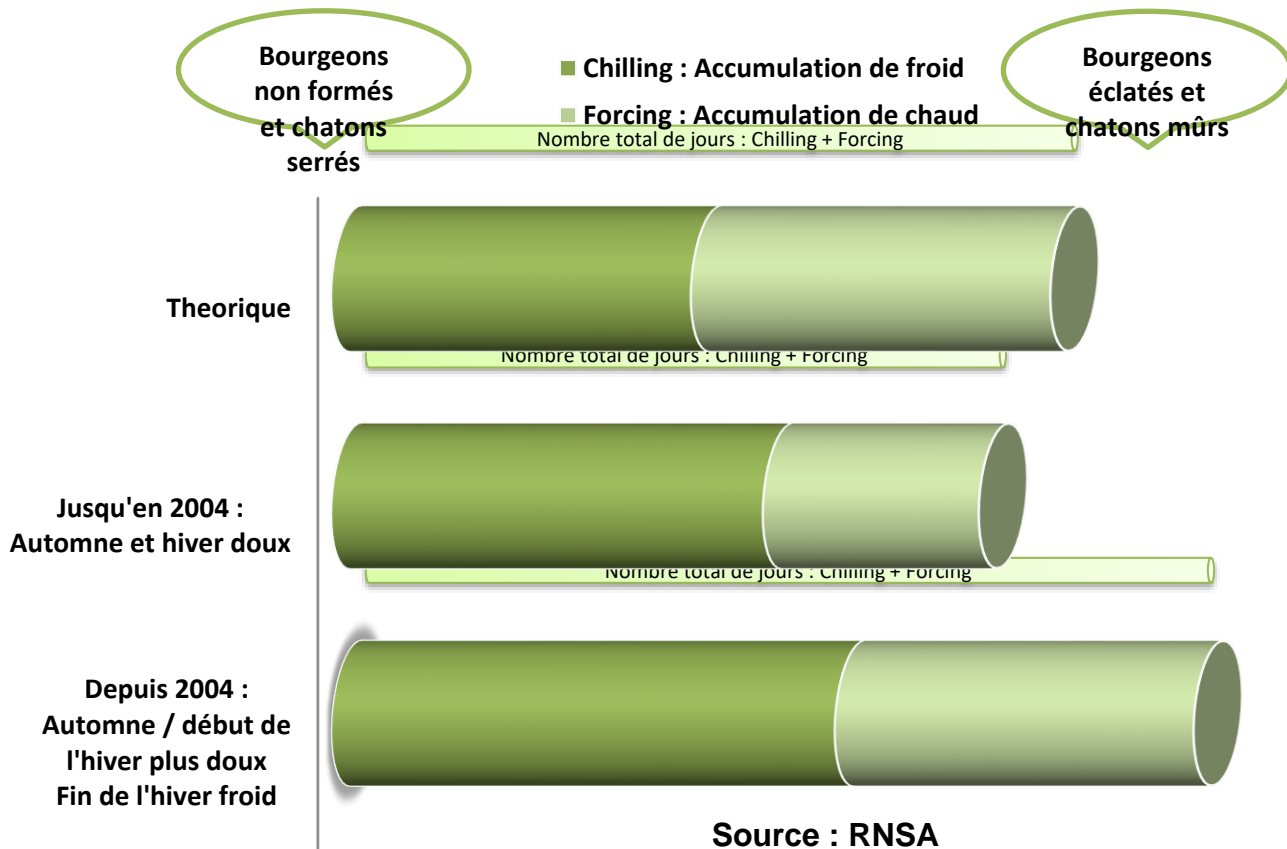
Lynda Hamaoui-Laguel<sup>1,2\*</sup>, Robert Vautard<sup>1\*</sup>, Li Liu<sup>3</sup>, Fabien Solmon<sup>3</sup>, Nicolas Viovy<sup>1</sup>, Dmitry Khvorostyanov<sup>4</sup>, Franz Essl<sup>5</sup>, Isabelle Chuine<sup>6</sup>, Augustin Colette<sup>2</sup>, Mikhail A. Semenov<sup>7</sup>, Alice Schaffhauser<sup>1</sup>, Jonathan Storkey<sup>7</sup>, Michel Thibaudon<sup>8</sup> and Michelle M. Epstein<sup>9</sup>

**Les concentrations dans l'air du pollen d'ambroisie à feuilles d'armoise pourraient quadrupler en Europe à l'horizon 2050**, selon les chercheurs du CNRS, du CEA, de l'INERIS et du RNSA qui ont travaillé en collaboration avec plusieurs instituts européens. Le changement climatique serait responsable des deux tiers de cette augmentation, le tiers restant étant dû à la colonisation naturelle de la plante (ruissellement et cours d'eau), renforcée par les activités humaines (transport routier, pratiques agricoles). Pour la santé humaine, la perspective est loin d'être anodine.

# Phases phénologiques des arbres



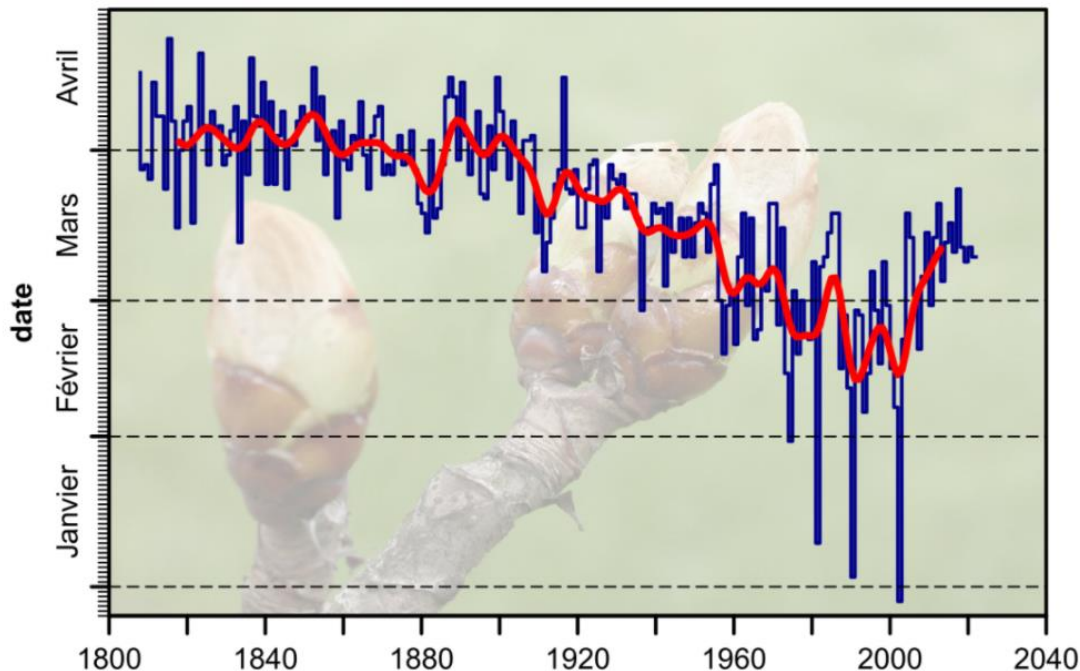
# Evolution du nombre de jours nécessaires à la maturation des bourgeons et des chatons de bouleau au fil des années



Source : RNSA

# Date d'apparition de la première feuille du marronnier de Genève depuis 1808

## Eclosion du premier bourgeon du marronnier à Genève 1808-2022



© MétéoSuisse

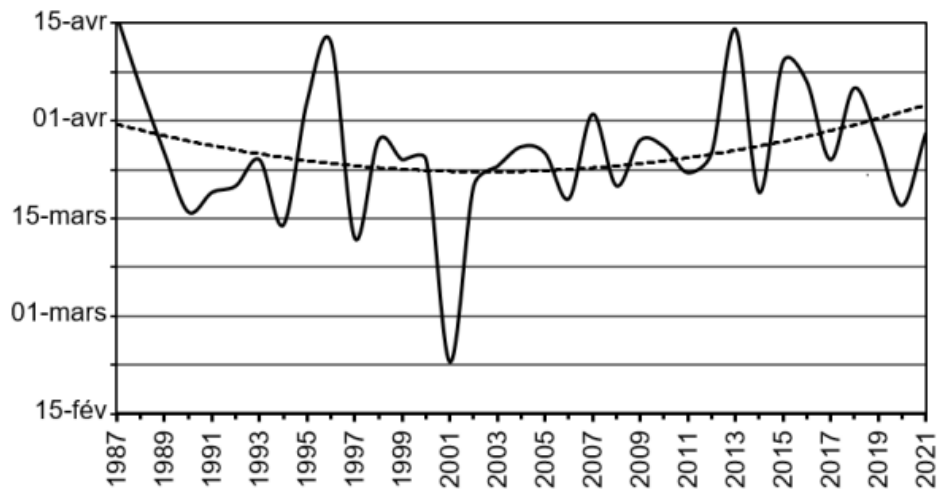
pheno.longts (phenopoll, v0.74) / 23.03.2022, 07:05 CET

Apparition de la première feuille du marronnier à Genève depuis 1808. La courbe rouge montre la moyenne pondérée sur 20 ans (filtre gaussien passe-bas).

Source des données: Grand Conseil de la République et canton de Genève.

# Exemple de l'influence du *chilling* et du *forcing* sur le début de la pollinisation

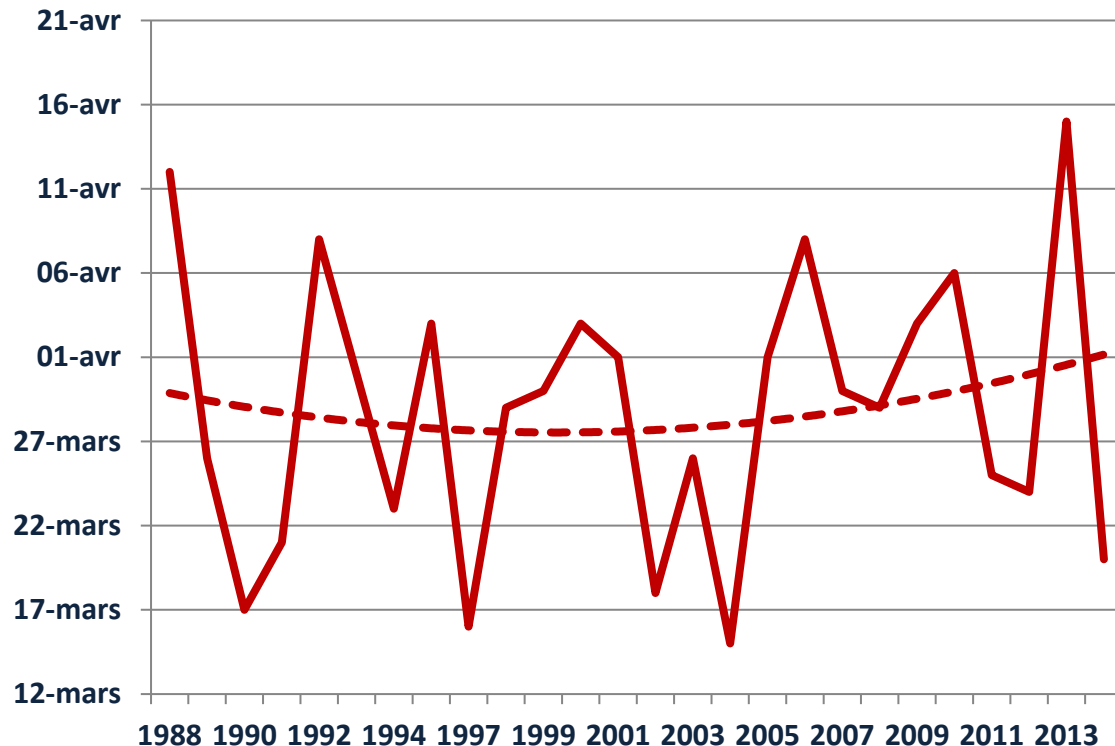
- Ce qui est dit généralement : en avance
- Ce qui est constaté à nos latitudes en fonction des espèces végétales : avance puis retard
- Exemple avec la courbe sur la DDP (Date de début de pollinisation) du bouleau sur Paris





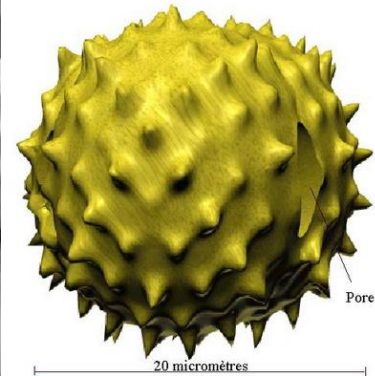
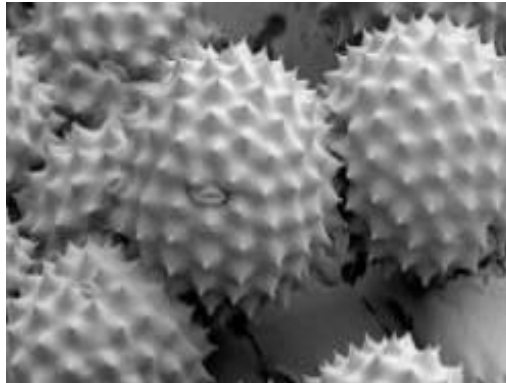
## Exemple de l'influence du *chilling* et du *forcing* sur le début de la pollinisation

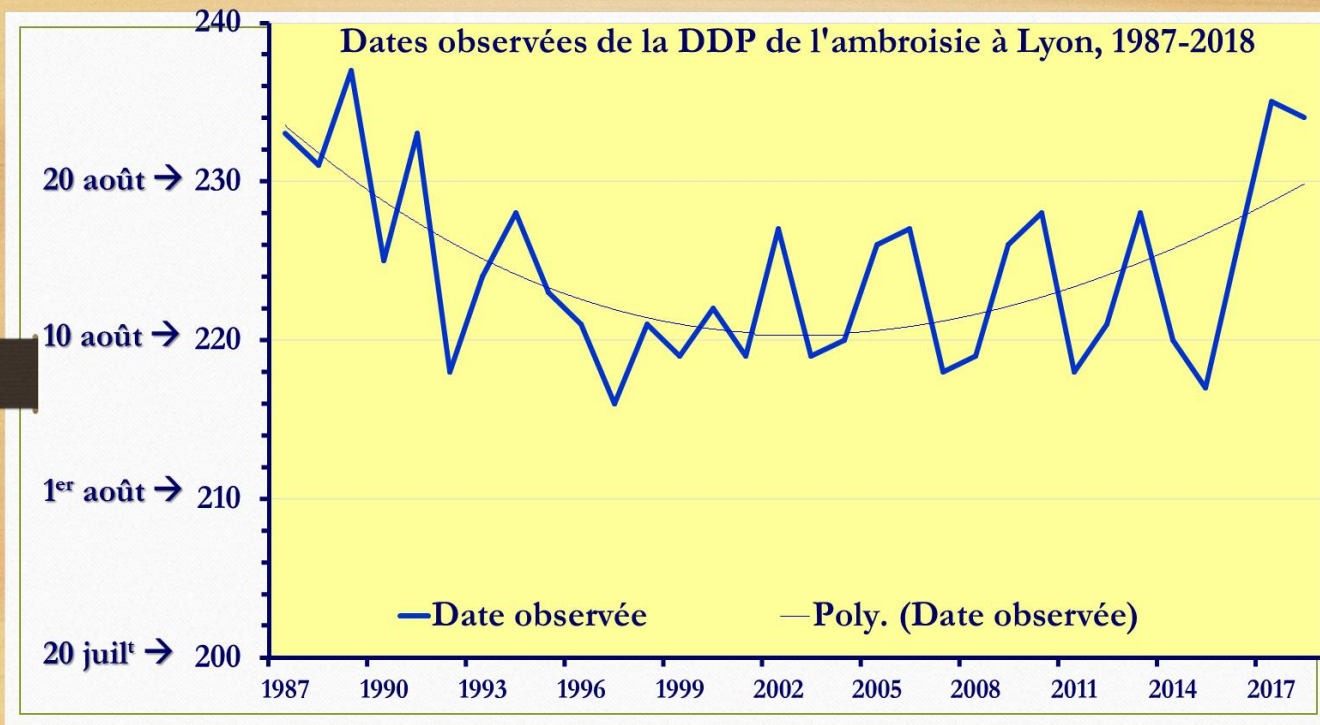
### Début de la pollinisation du bouleau à Strasbourg



Pour le bouleau le critère retenu marquant le début de la saison pollinique correspond à la date à laquelle une concentration journalière moyenne de 30 grains/m<sup>3</sup>/jour est atteinte pour la première fois. Cette limite est considérée dans de nombreux pays comme le seuil de déclenchement des symptômes allergiques chez la plupart des personnes concernées.

# Début de pollinisation de l'ambroisie



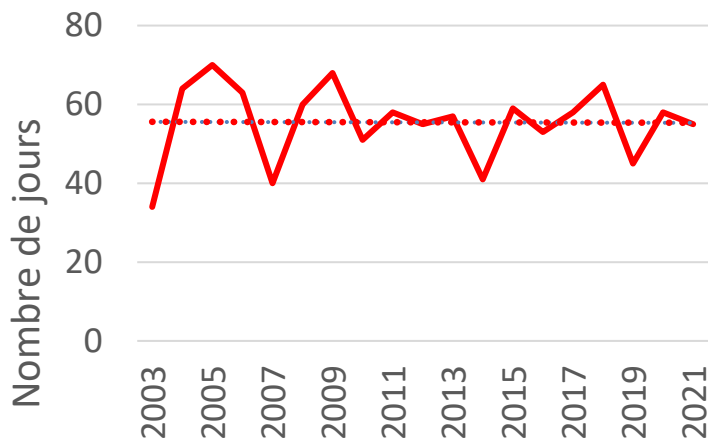


# La date de fin de pollinisation

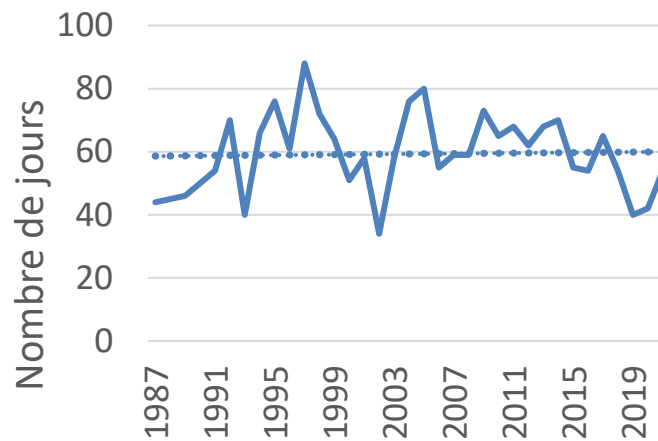
Des divergences beaucoup plus fortes se font jour d'une étude à l'autre en ce qui concerne la fin de la saison pollinique. Dans la majorité des cas (61 % de l'échantillon analysé), il n'a été possible de dégager aucune tendance significative et les auteurs concluent à des dates inchangées, alors que 27 % des publications consultées font état d'une prédominance de tendances négatives, donc de saisons qui se terminent de plus en plus tôt. Il reste donc à peine 12 % de recherches pour conclure à un prolongement graduel de la saison pollinique au fil des années.



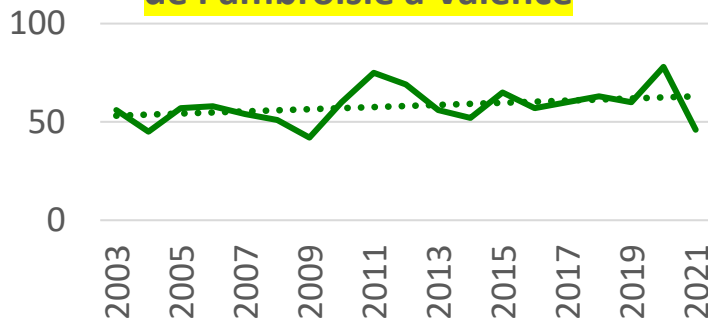
## Durée de la saison pollinique de l'ambroisie à Avignon



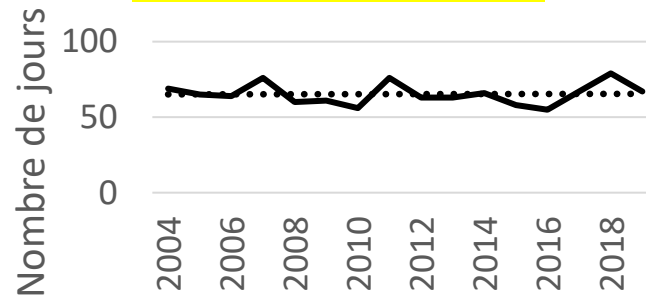
## Durée de la saison pollinique de l'ambroisie à Lyon



## Durée de la saison pollinique de l'ambroisie à Valence



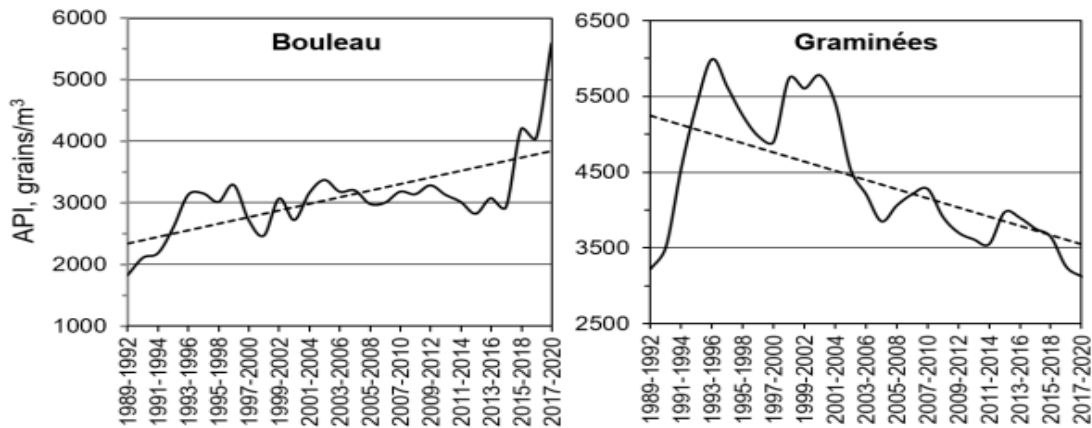
## Durée de la saison pollinique de l'ambroisie à Nevers



# Modification de la quantité de pollen

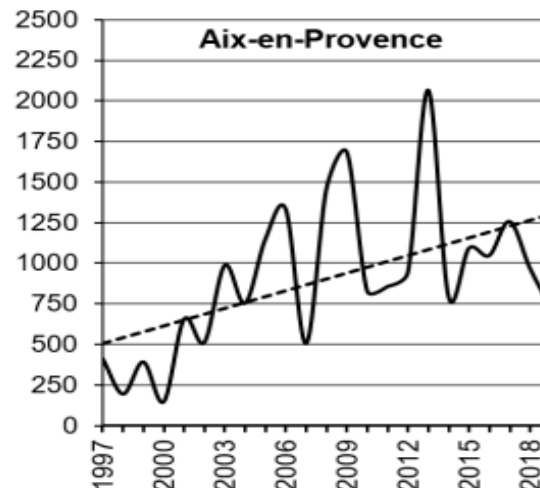
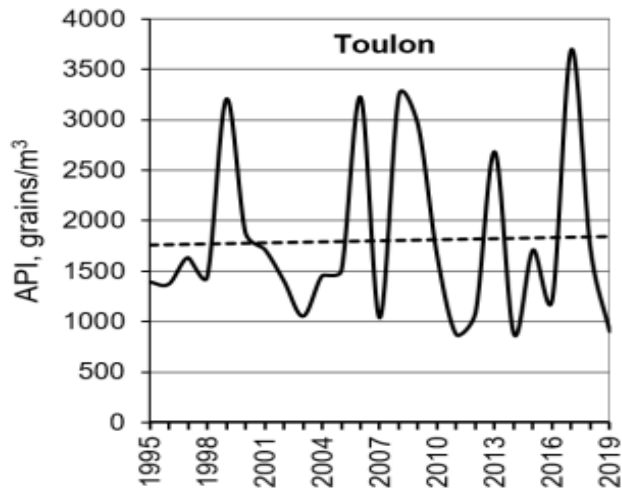
Calculées pour les six stations françaises les plus représentatives, les API (Annual Pollen Index) du bouleau et des graminées présentent des tendances opposées sur les années 1989-2020, avec une hausse moyenne de 48,5 grains/m<sup>3</sup> par an pour *Betula* et une baisse moyenne de 41,5 grains/m<sup>3</sup> par an pour les Poacées

Les effets du changement climatique sont en général moins marqués sur le pollen des herbacées que sur celui des arbres, dans la mesure où les premières (qui sont en majorité des espèces annuelles) réagissent rapidement aux conditions météorologiques de la saison en cours.



# Modification de la quantité de pollen

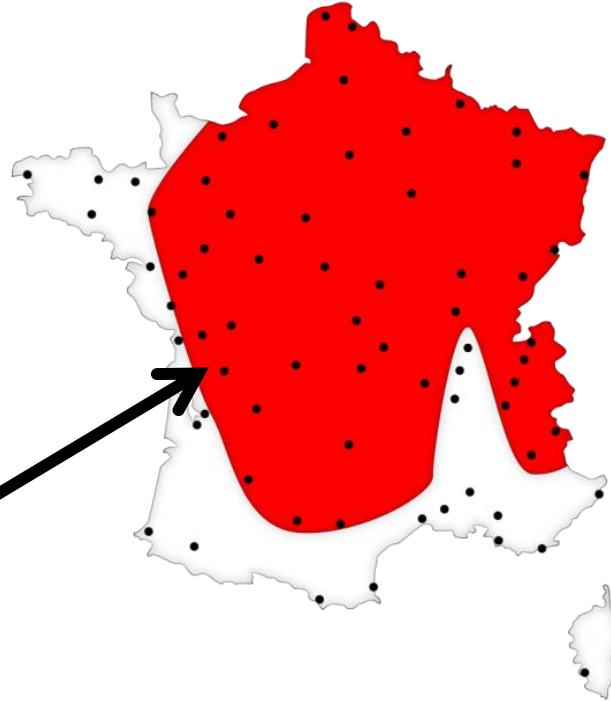
Les API du pollen d'olivier, stationnaires à Toulon, mais en progression rapide à Aix-en-Provence (+35 grains/m<sup>3</sup>/an), alors que la distance entre les deux villes n'excède pas 65 kilomètres et que le climat y diffère peu. Il convient donc de se méfier de tout excès de généralisation, et la prudence commande de toujours raisonner à une échelle assez fine, tenant compte des particularités micro-régionales et locales.



### Choix du taxon:

- ✓ Arbre
- ✓ Potentiel allergisant élevé
- ✓ Représentativité sur une grande partie du territoire

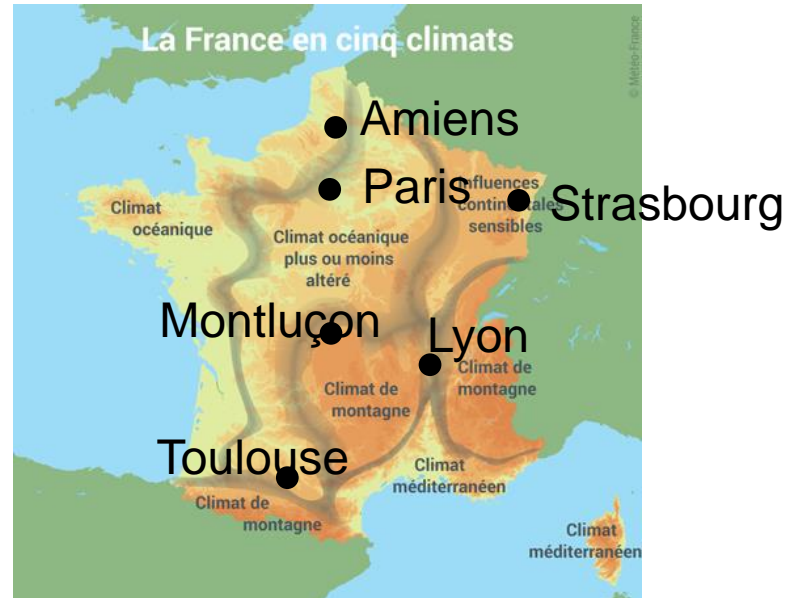
**Bouleau**





### Choix des villes

- ✓ Représentation de différents climats
- ✓ Zone de présence du bouleau
- ✓ Données fiables sur de nombreuses années



# Etude ONERC-RNSA : Les pollens de bouleau : Indicateur santé du changement climatique

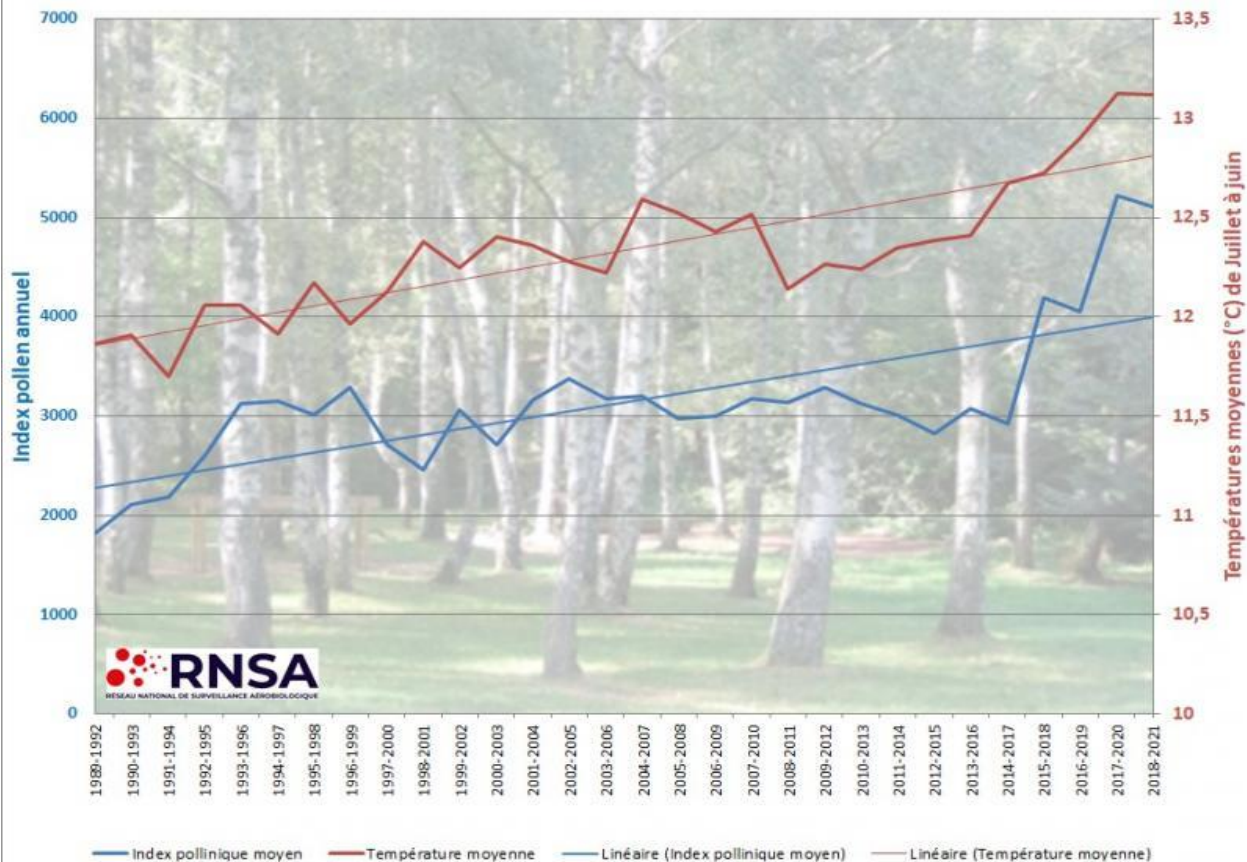
## Choix de la période :

L'année phénologique du Bouleau va de Juillet à Juin.  
Les quantités de pollens de Bouleau qui sont libérées en mars-avril dépendent donc des températures et du temps qu'il a fait auparavant, depuis le mois de juillet de l'année précédente.

**La période juillet-juin (année N+1) a été retenue.**



## Moyenne mobile (-4 ans) quantité pollen de Bouleau et T° annuelles pour 6 villes de France de 1989 à 2021



# Changement climatique et allergénicité du pollen (1)

Le changement climatique ne fait pas qu'agir sur la saisonnalité et l'abondance du pollen, il influence également son **contenu allergénique**, même si le phénomène est d'autant plus difficile à prouver que l'allergénicité présente une forte variabilité indépendante de l'évolution des températures, y compris entre les branches d'un même arbre selon qu'elles sont exposées au nord ou au sud, à l'est ou à l'ouest

Faute de pouvoir opérer *in situ*, une action surajoutée du changement climatique ne peut être objectivée que par des expérimentations, qui consistent à faire pousser des plantes soit à différentes températures, soit à différentes teneurs en dioxyde de carbone. Si cela peut être réalisé à l'intérieur de simples serres pour les herbacées, des dispositifs plus complexes sont requis pour les arbres.

L'impact du relèvement des températures n'a guère été étudié que sur deux espèces : **le bouleau, dont la teneur en allergène majeur Bet v1 s'accroît** avec la chaleur ambiante, et **l'ambrosie, dont la teneur en Amb a1 augmente** de 30 à 50 % en présence d'un réchauffement de 3,5° C

## Changement climatique et allergénicité du pollen (2)

La tendance à un **renforcement du potentiel allergisant de nombreux taxons polliniques paraît donc indéniable**, et l'on peut admettre que même en présence d'une production de pollen inchangée, la prévalence des pollinoses pourrait croître en raison de l'augmentation des niveaux d'allergènes.

La responsabilité du changement climatique est vraisemblable, mais les expériences sous ambiance contrôlée n'ont jamais été réalisées que sur de très courtes périodes, si bien que d'autres preuves doivent encore être recueillies pour refléter les changements décennaux des concentrations de CO<sub>2</sub>. En outre, la recherche se heurte sans cesse à la nécessité de contrôler de nombreux **facteurs de confusion**, à commencer par la pollution atmosphérique, gazeuse ou particulaire, susceptible elle aussi de renforcer l'allergénicité des particules biologiques.

Dès lors, faire la part de ce qui revient à la pollution et de ce qui doit être attribué au réchauffement climatique reste périlleux.

# Changement climatique et végétation

D'autres aspects **environnementaux** liés à la végétation sont à intégrer.

*Climat urbain – effet de serre*

*Dépenses énergétiques dans les bâtiments*

Il faut considérer également les **aspects sanitaires** liés à la végétation urbaine.

☺ *Bien être physique et psychologique*

⊗ *Allergies*

Végétaliser a un **coût**:

*En France, le coût moyen pour un arbre planté est de 1250 euros (préparation du sol, plantation, entretien)*

Pauleit et *al.*, 2002



## ↗ T° et ↗ [CO<sub>2</sub>]



### ✓ Evolution de la précocité ou du retard de la saison pollinique :

Floraison et pollinisation souvent + précoces chez les espèces fleurissant fin hiver-printemps

- ⇒ Arbres (frênes, aulnes, bouleaux...) : évolution de la précocité de quelques jours à ≈ 2-3 semaines qui varie selon les années (négative depuis 2004)
- ⇒ Herbacées (graminées) : pas de modification significative

### ✓ Allongement de la durée de la saison pollinique :

- ⇒ Arbres : durée globalement inchangée
- ⇒ Espèces à floraison estivale / automnale : début + précoce, fin + tardive = + 5-15j  
Si canicule et sécheresse : pollinisation graminées ↘, ambroisie ↗

↗ quantité de pollens : ⇔ croissance et floraison + importantes (bouleau, ambroisie...)

Tout au long de la période de pollinisation, ou lors de pic(s)

✓ Modification des aires de répartition : translation du Sud vers le Nord (olivier, frêne, chêne...), régression de certaines espèces extension en altitude

✓ ↗ Allergénicité : ↗ quantité d'allergènes présents dans le pollen (bouleau, ambroisie...)  
Un nombre de personnes allergiques en augmentation

# Perspectives

- a) Ne rechercher des tendances que sur des séries suffisamment longues, sans négliger de possibles inversions de tendance
- b) Privilégier l'échelle locale et la prise en compte séparée des différents taxons
- c) Faire intervenir tous les paramètres du climat comme éléments d'explication
- d) Ne pas vouloir tout expliquer par le changement climatique





# Conclusion générale

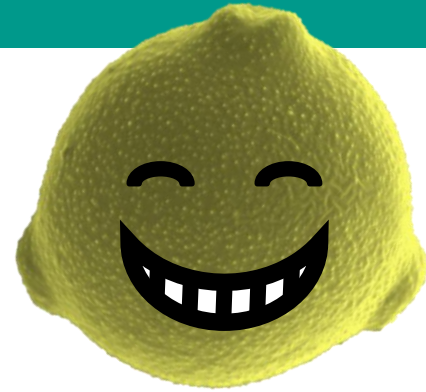
**Si le changement climatique constitue désormais une réalité que plus personne, ou presque, ne conteste et si ses principales composantes sont de mieux en mieux connues, ses répercussions sur les aéroallergènes apparaissent infiniment plus complexes et moins univoques que ne le postule le discours dominant.**

**Celui-ci, du fait de ses prétentions universelles, pêche trop souvent par la place excessive faite à la déduction au détriment de l'observation et par une généralisation abusive.**

**Dans ces conditions, avant de prétendre à une véritable synthèse, il est encore indispensable de multiplier les études analytiques et les monographies stationnelles, considérant séparément les différentes espèces et tenant compte de l'environnement aux échelles les plus fines**



# FIN



*Merci de votre  
attention*

