



CESCO
Centre d'Écologie et des
Sciences de la Conservation



Fondation
Jean-François & Marie-Laure
de Clermont-Tonnerre

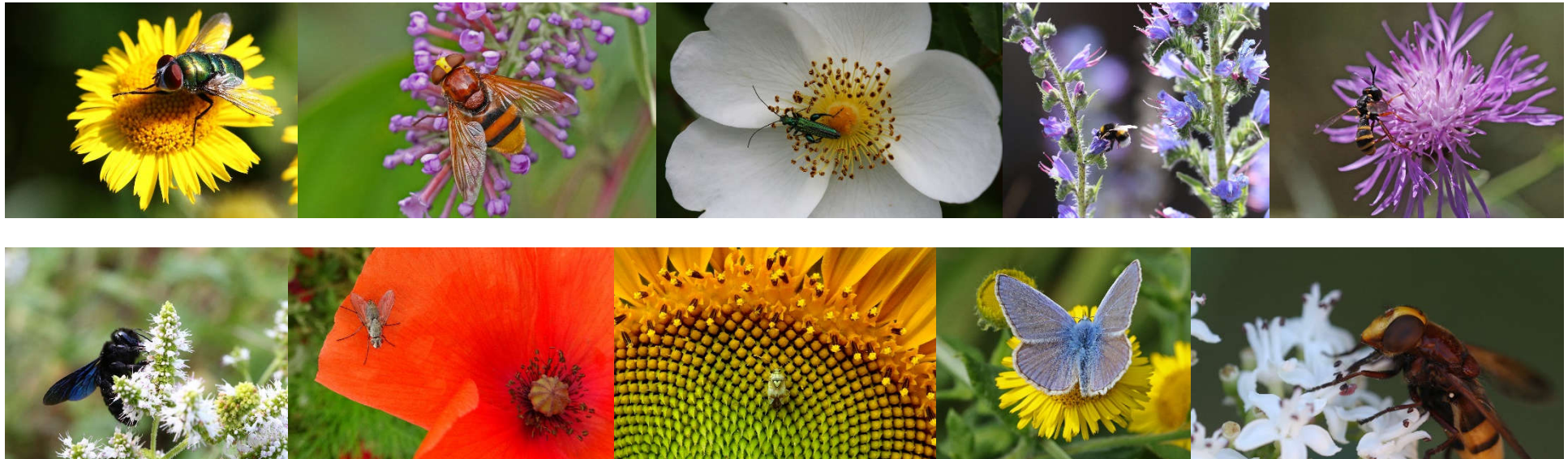


**COLLÈGE
DE FRANCE**
— 1530 —

Chaire annuelle Biodiversité et écosystèmes

Quels changements en cours des plantes et de leurs interactions avec les pollinisateurs ?

Emmanuelle PORCHER



Photos : Didier51 - Spipoll

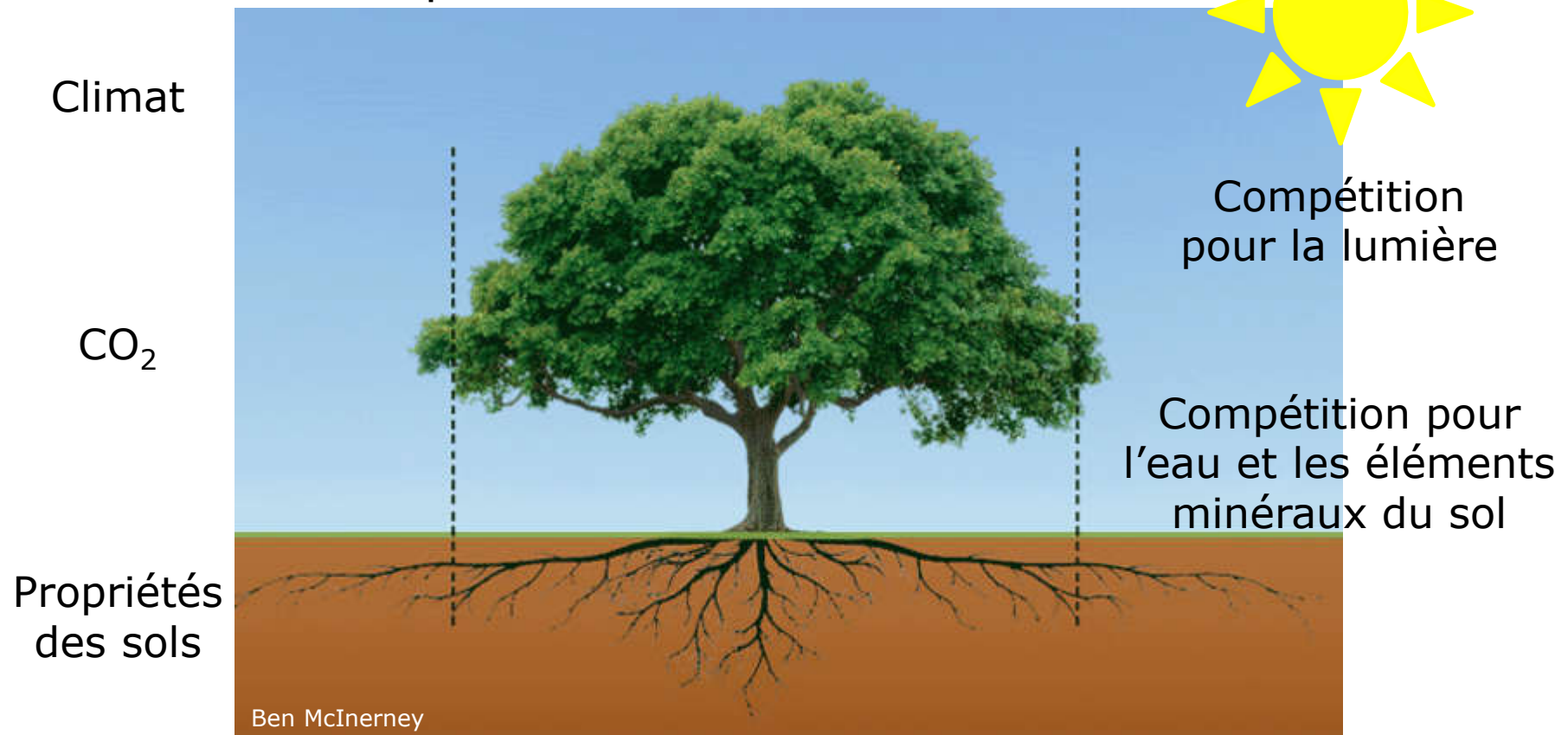
Rappels

- ❑ Les populations de pollinisateurs diminuent
- ❑ Cela change la composition des communautés et la structure des réseaux, avec des conséquences pour la pollinisation
- ❑ Quelles conséquences pour les plantes ?



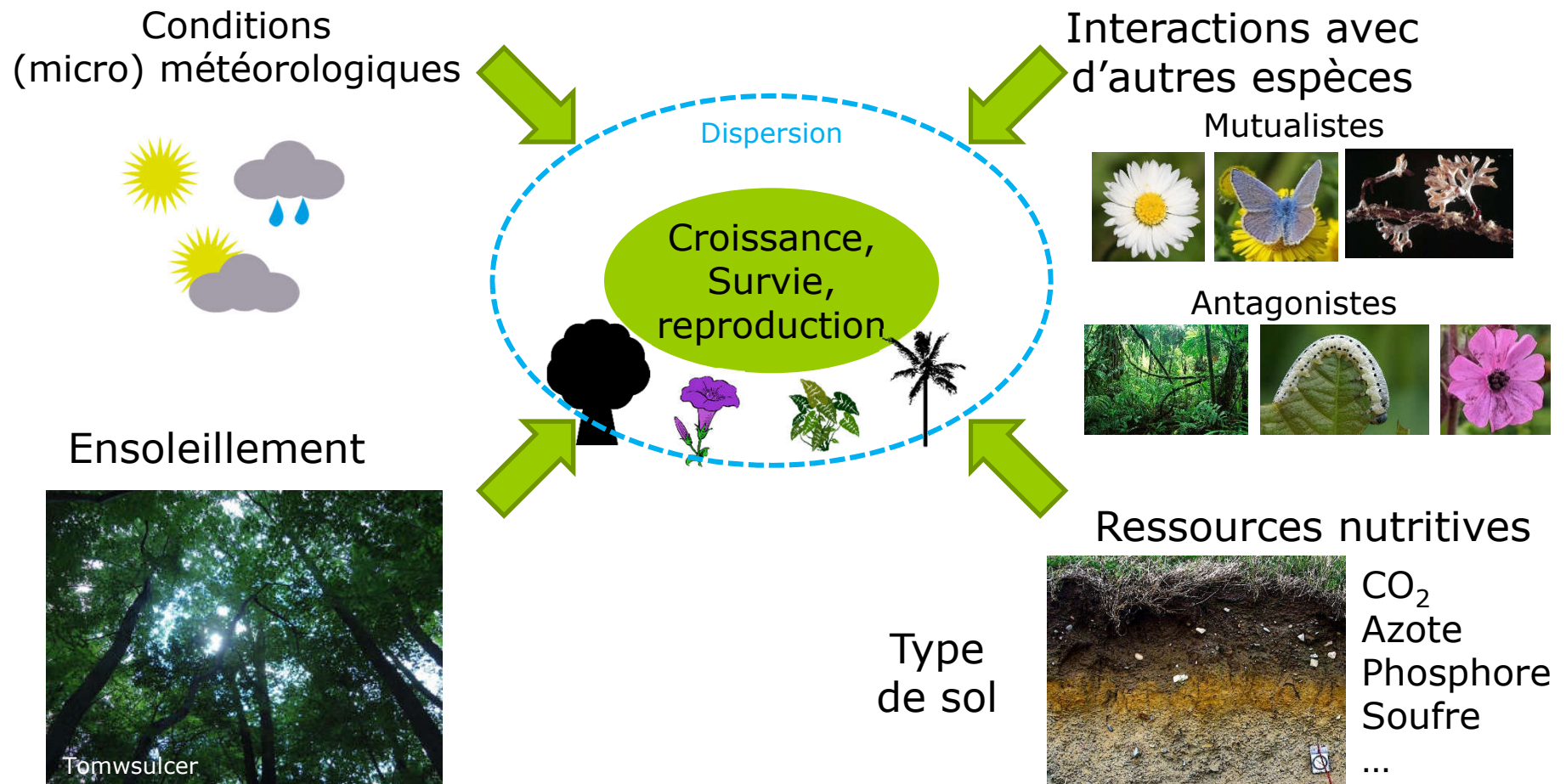
Les plantes sont immobiles

- Dans l'écologie des plantes, rôles importants :
 - Des conditions environnementales locales
 - De la compétition



Niche écologique des plantes

- Ensemble des conditions permettant la croissance, la survie et la reproduction des individus



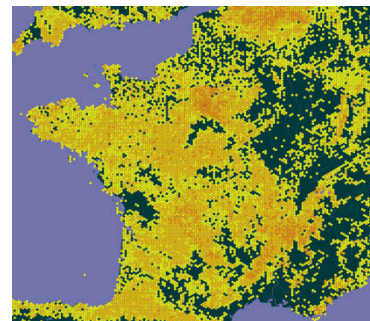
Importance des propriétés du sol

□ Sols acides

- Espèces calcifuges ou acidophiles
- Aluminium trop disponible

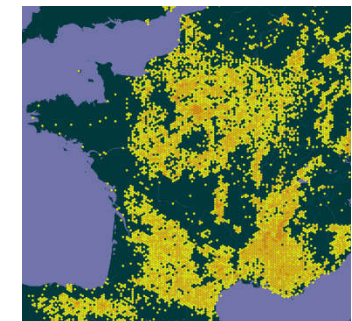


Castanea sativa



□ Sols calcaires

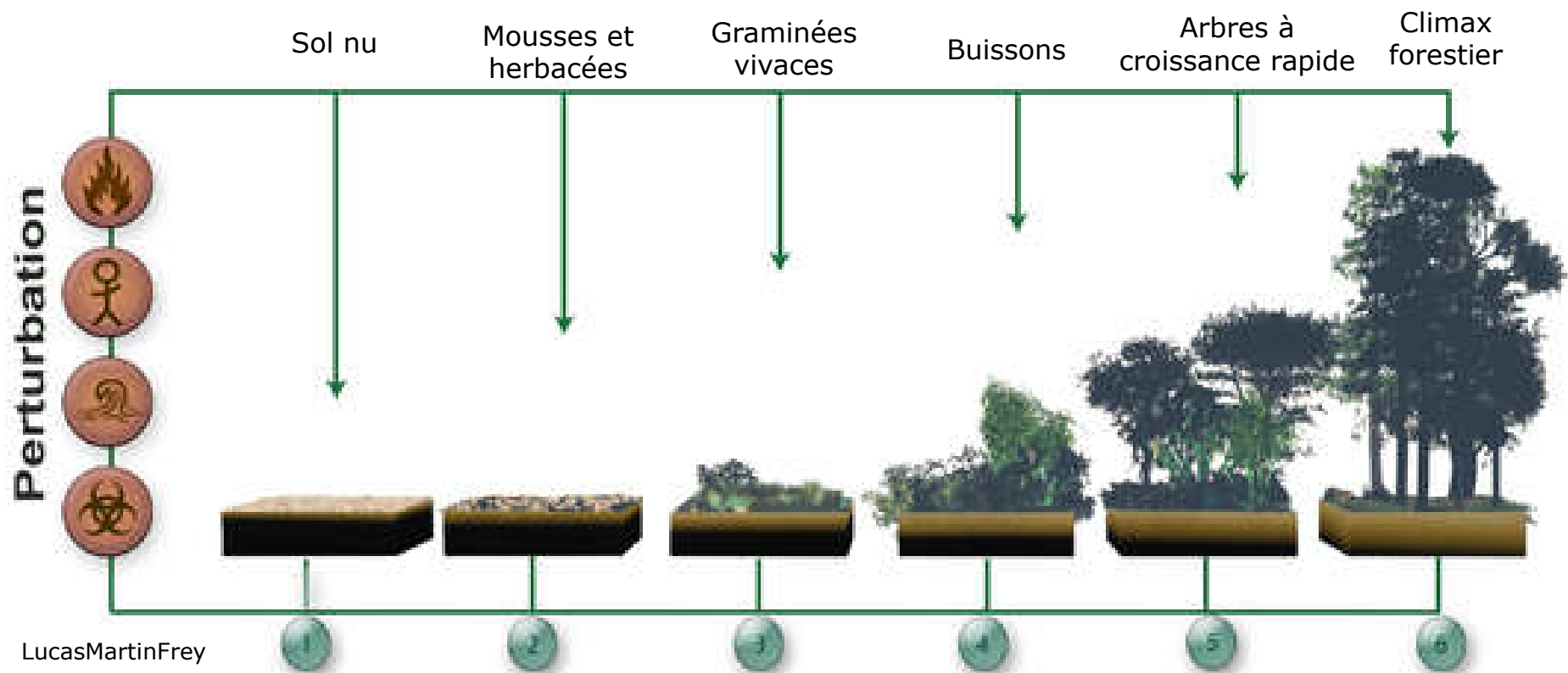
- Espèces calcicoles
- Fer moins disponible



Rôle de la compétition (pour la lumière)

□ Notion de succession écologique

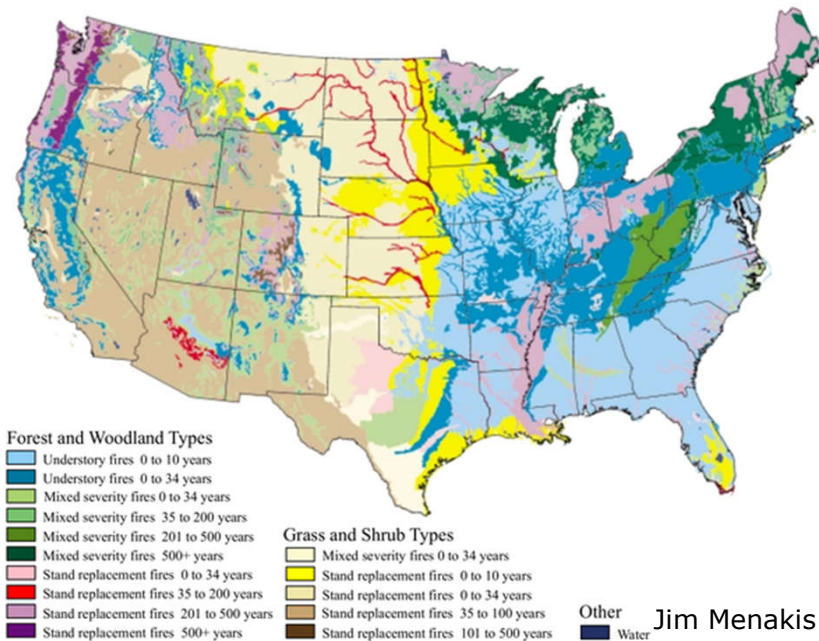
- Après une perturbation, remplacement progressif des plantes pionnières par des plantes plus compétitives



Importance des perturbations en écologie végétale

□ Feux

■ Ecologie du feu



■ Impact du contrôle des feux sur la végétation

Brown et al. 2000

□ Grands herbivores

■ Expansion des savanes en Afrique il y a 20 Ma



■ Liée à la diversification des grands herbivores (bovidés)

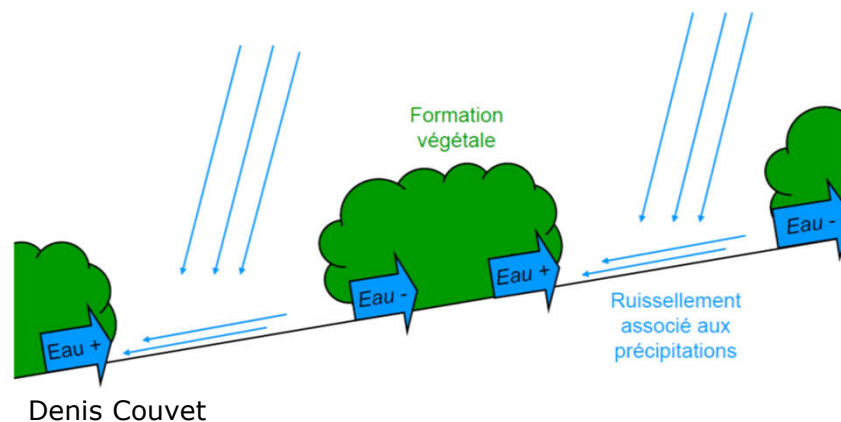
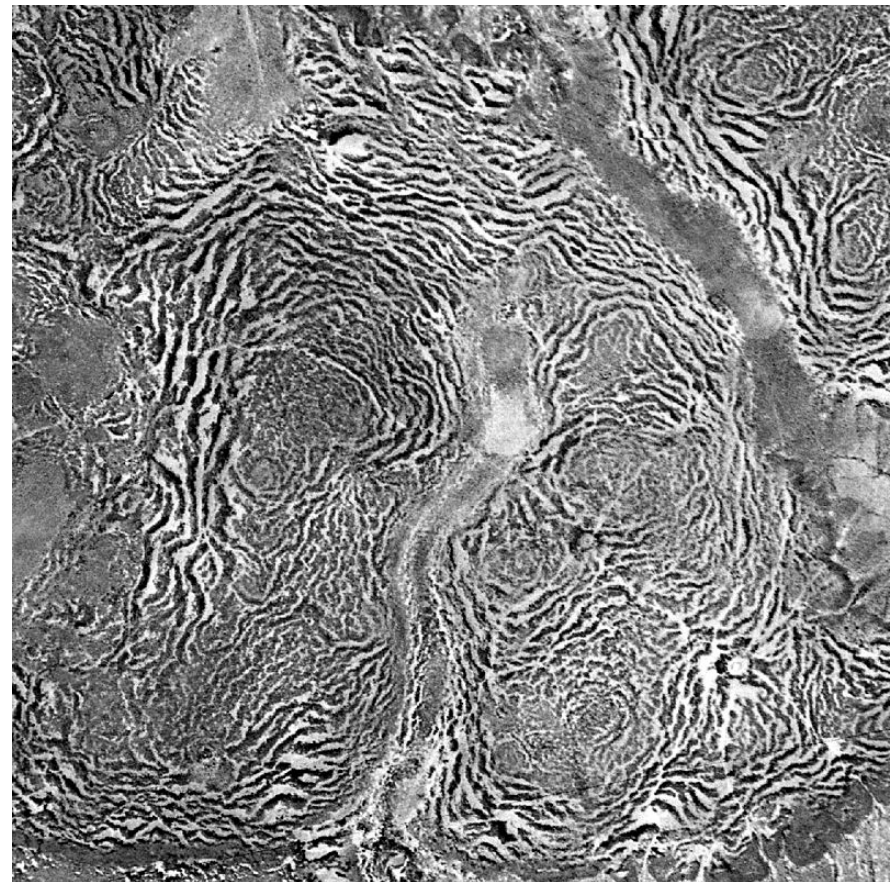
Charles-Dominique et al. 2016

Rôle des stress environnementaux et déplacement compétition \Rightarrow facilitation

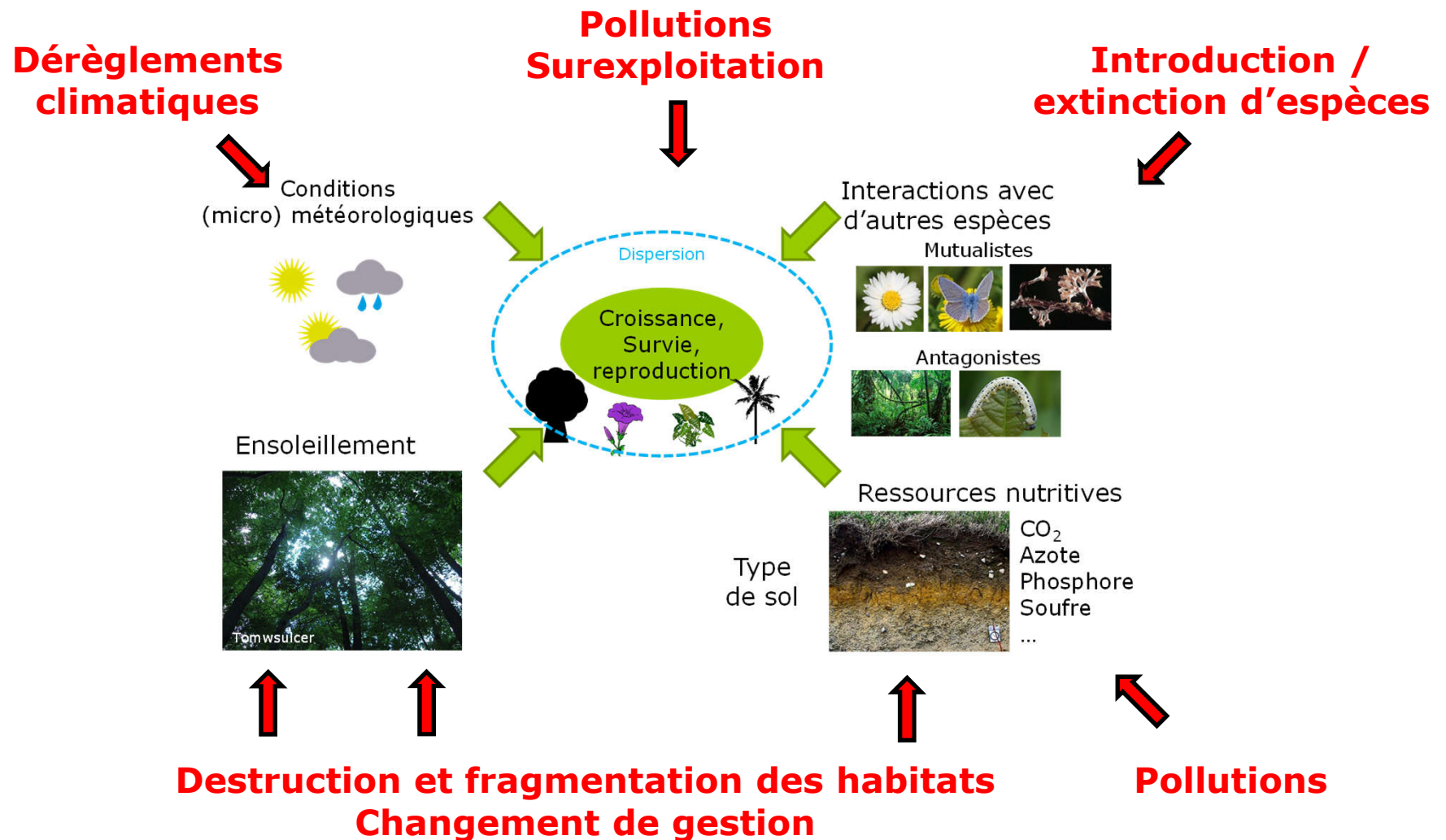
- Plus de facilitation dans les milieux extrêmes (froids, arides)



- Formation de la brousse tigrée



Quels effets des changements globaux ?

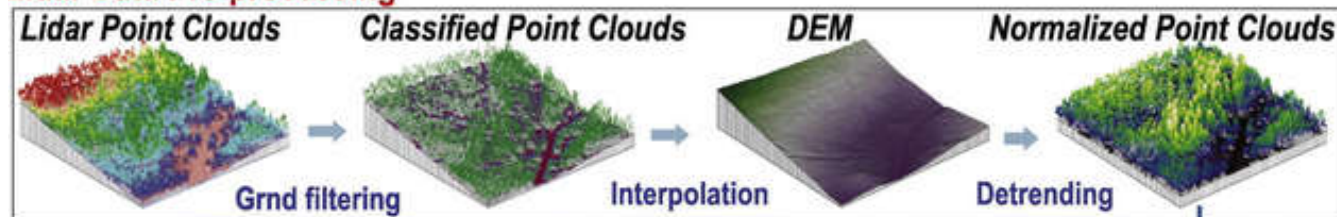


Quantification des changements des plantes

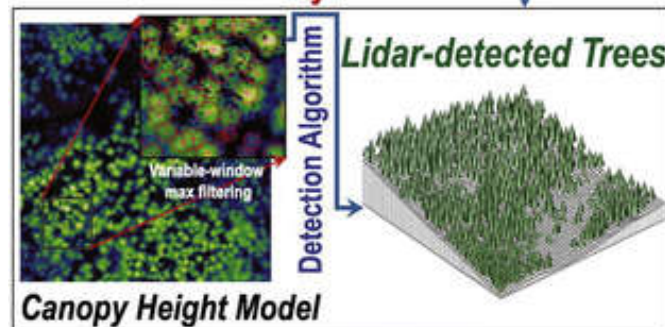
□ Biomasse

- Données de terrain et télédétection

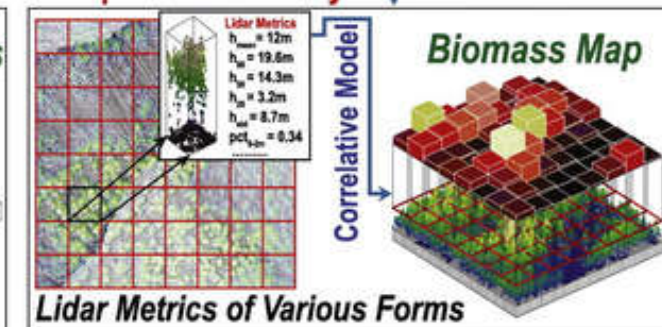
Lidar Data Pre-processing



Individual Tree Analysis



Grid-/pixel-level Analysis



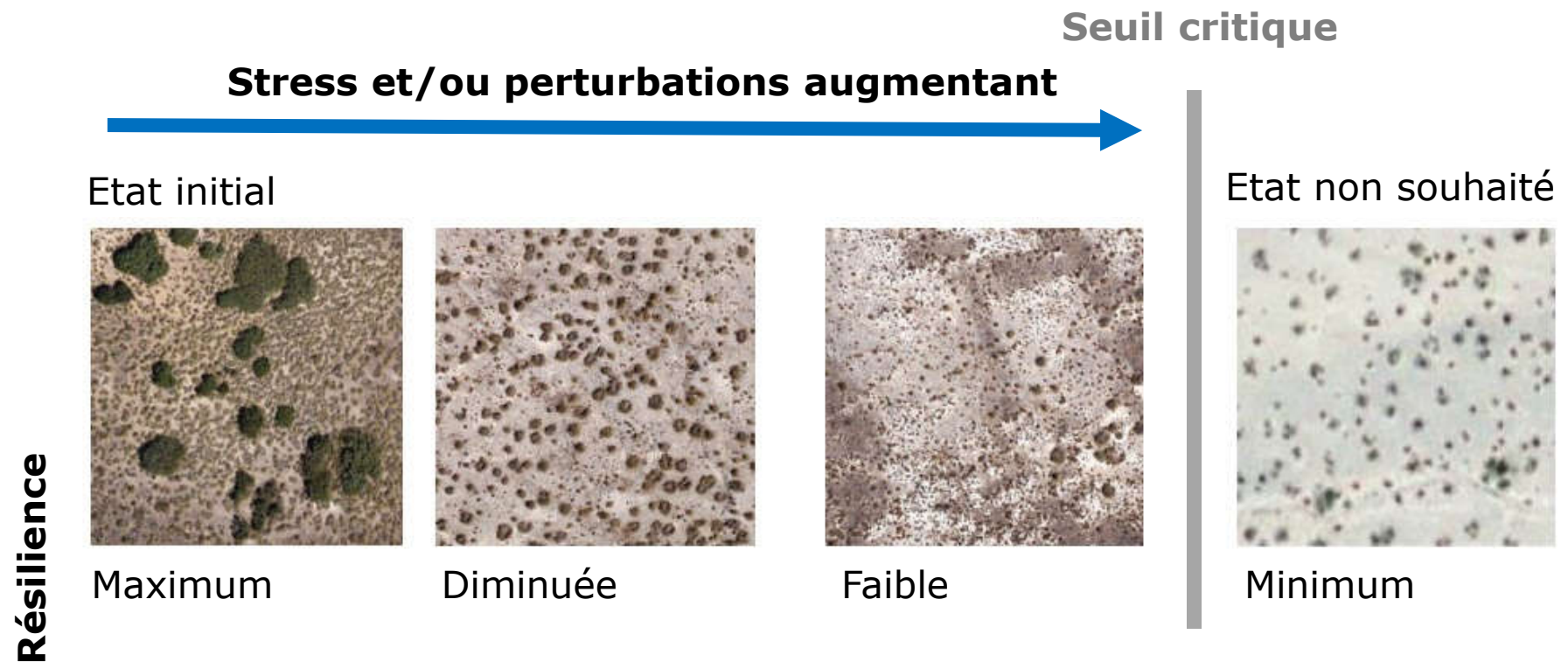
- Identité et abondance (recouvrement) des espèces

- Données de terrain

Pas d'effondrement de la biomasse / abondance, sauf en milieu aride

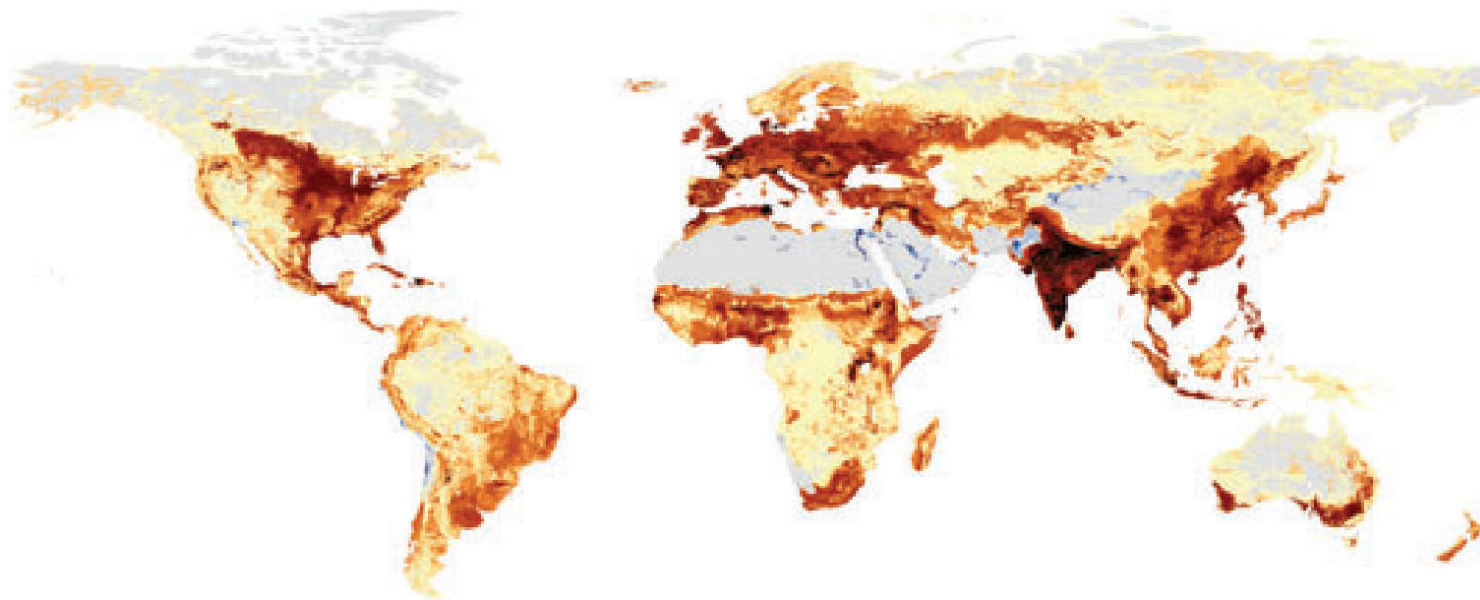
□ Désertification

- Surpâturage, diminution des précipitations ⇒ Moins d'interactions de facilitation
- Basculement possible



Des impacts humains généralisés sur la biomasse végétale

- Appropriation humaine de la production primaire nette :
 - = Production végétale attendue sans humains – production restante après « récolte »
 - Effet de l'utilisation des terres + des récoltes (dont feux)
 - Représentée comme un pourcentage de la production attendue sans humains



Les données pour suivre les populations et communautés de plantes

- Rôle de la compétition : intérêt précoce pour les assemblages d'espèces
 - Europe : phytosociologie (associations végétales)



- USA et Royaume-Uni : écologie des communautés (communautés végétales)
- Des différences de plan d'échantillonnage



Giulia Castiglioni

Des données multi-espèces largement disponibles

▣ Quadrats



▣ Transects



Idéalement distribués sur tout le territoire

Echelle mondiale : extinctions

- ❑ Résultant de changements d'utilisation des terres et de l'exploitation
 - 129 à 459 espèces
 - Beaucoup d'autres menacées

Ex : pensée de Cry, *Viola cryana* (éteinte en 1930)

le Monde
MARDI 20 FEVRIER 2024

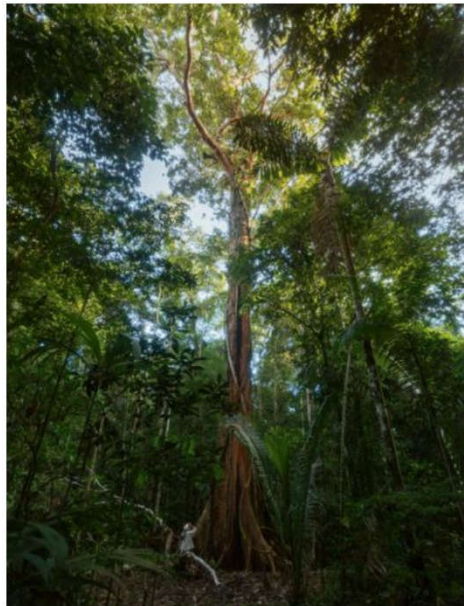
PLANÈTE | 7



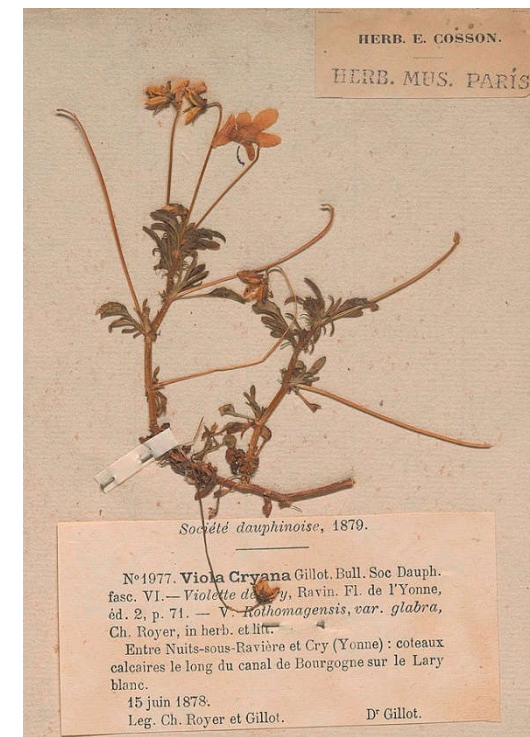
Un shihuahuaco abattu sur les rives du bassin de la rivière Las Piedras, dans la région de Madre de Dios (Pérou), le 19 janvier. PHOTOS: FLORENCE COUPÉ POUR LE MONDE.

Le shihuahuaco, arbre géant d'Amazonie, surexploité au Pérou

Cet arbre, qui peut vivre plus de mille ans, est prisé sur le marché international du bois tropical. Des scientifiques alertent sur sa possible disparition



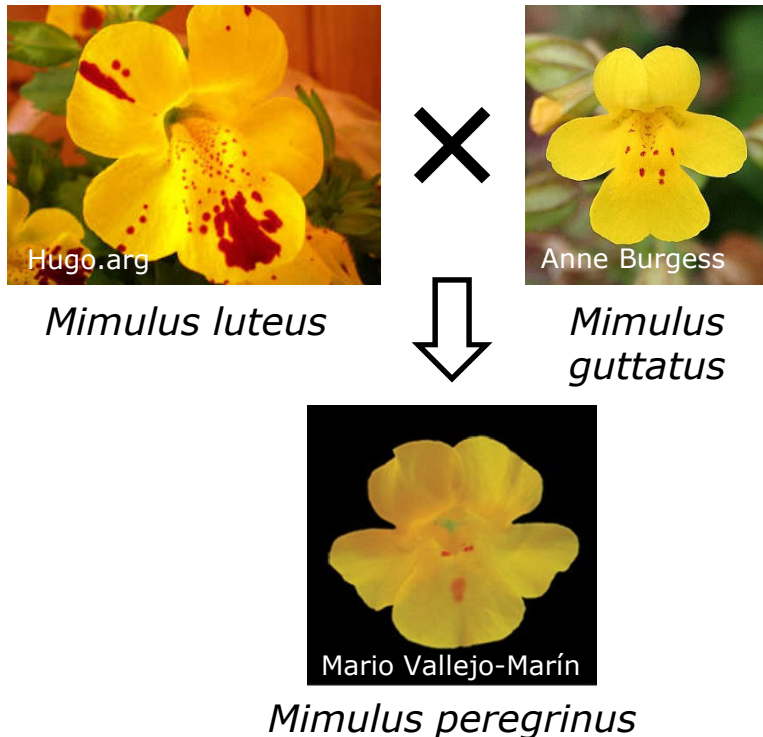
Un shihuahuaco âgé de 1 000 à 1 200 ans, dans la région de Madre de Dios (Pérou), le 18 janvier.



Herbier du Muséum national d'Histoire naturelle

Echelle mondiale : mais aussi des apparitions d'espèces

□ Spéciation par hybridation

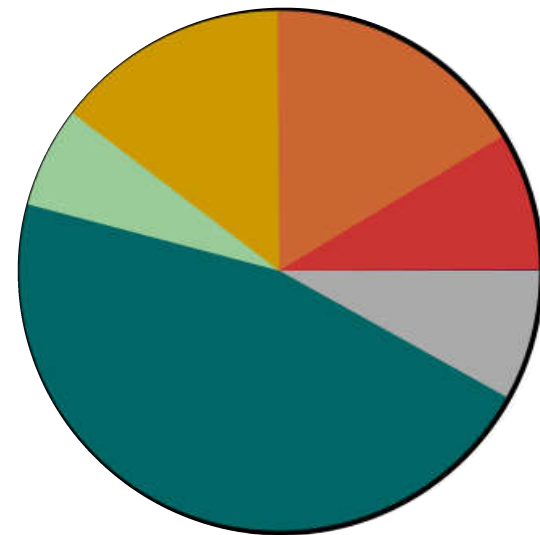


- 8 ou 9 nouvelles espèces en Grande-Bretagne depuis 1700
- Taux plus élevés que le taux de base

Thomas 2015

□ Bilan net encore incertain

- Mais potentiellement beaucoup d'extinctions à venir



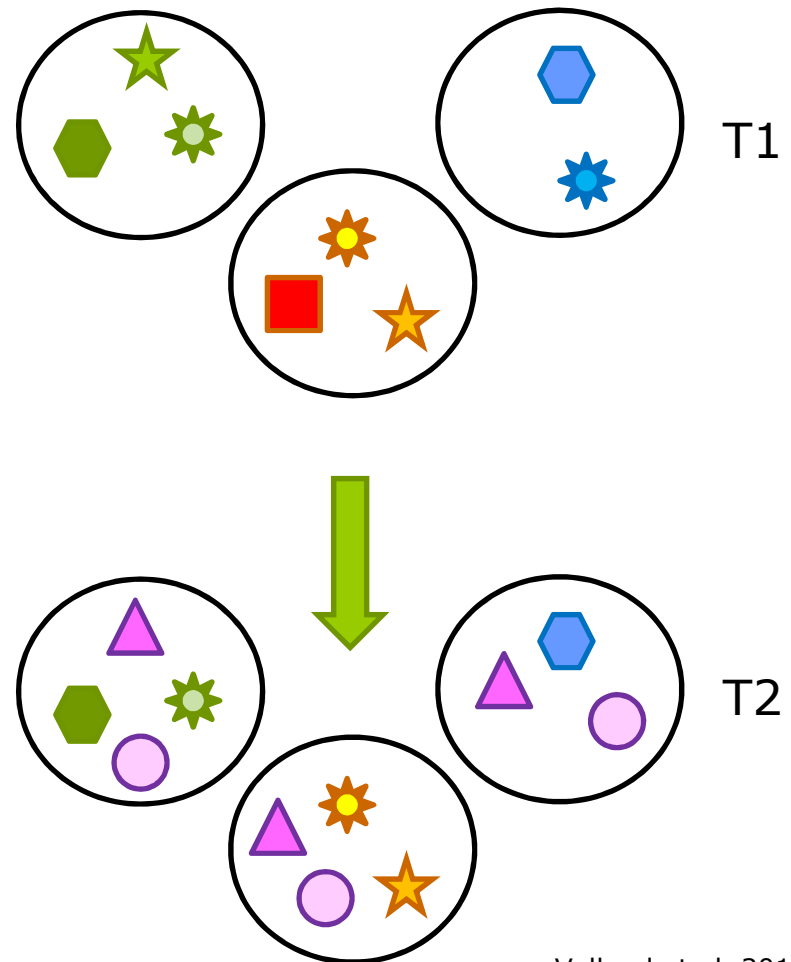
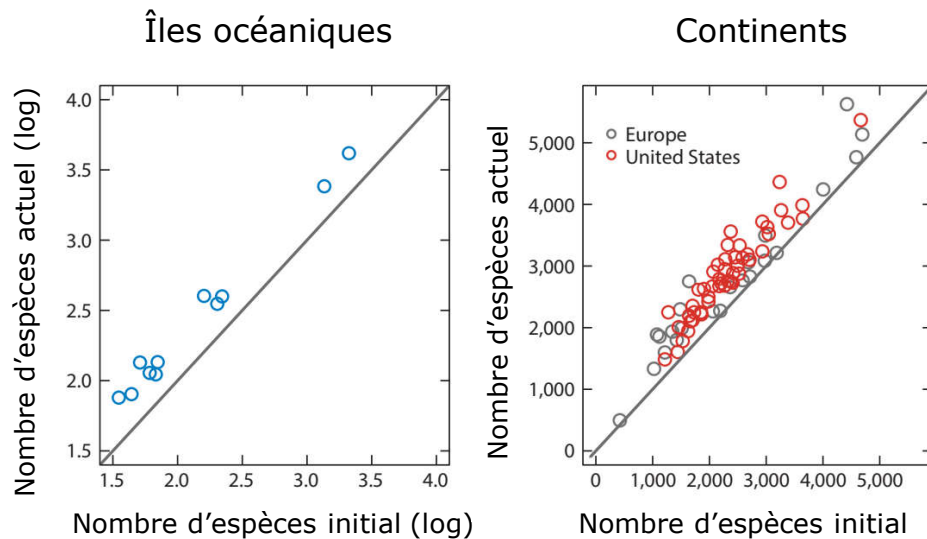
Liste rouge des plantes



- Eteintes (45)
- En danger critique (5702)
- En danger (10901)
- Vulnérables (9673)
- Quasi menacées (4160)
- Préoccupation mineure (30554)
- Données insuffisantes (5731)

Echelle régionale : des augmentations du nombre d'espèces

- Tirées par les introductions d'espèces ⇒ homogénéisation



Alvesgaspar

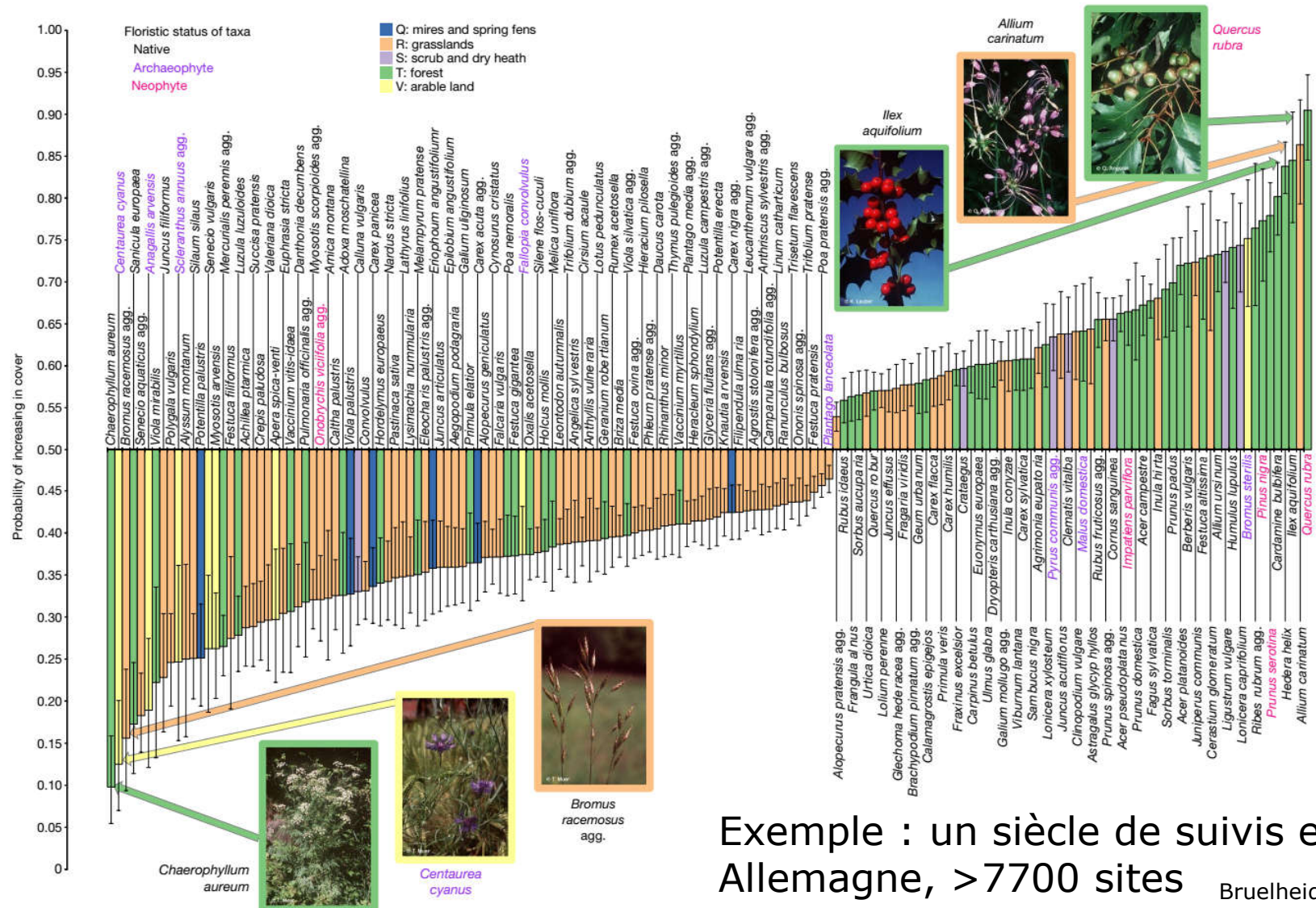
Lantanier (*Lantana camara*)



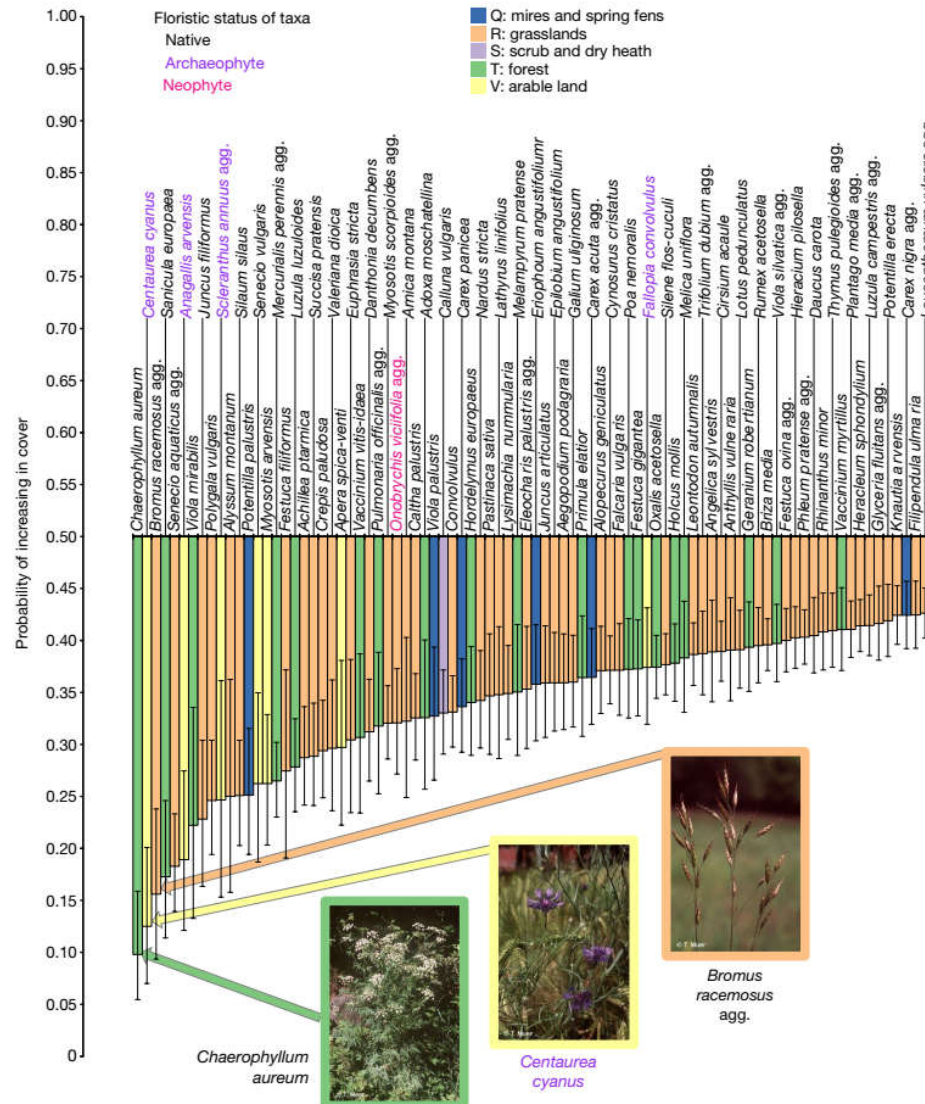
Michel Langeveld

Salicaire commune (*Lythrum salicaria*)

Echelle locale : des changements variables



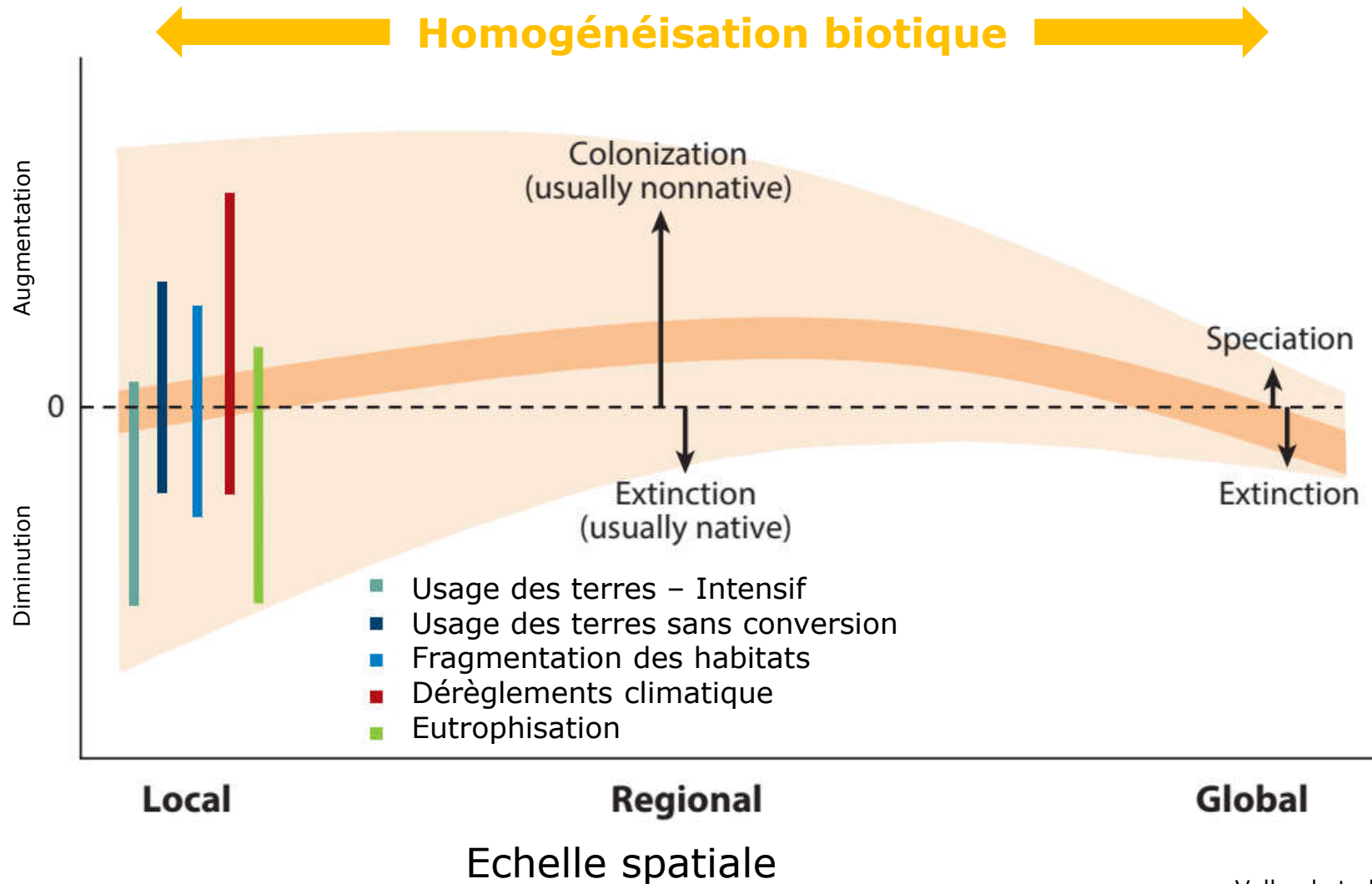
Echelle locale : des changements variables



- Ici, espèces en régression > espèces en augmentation
- Espèces en régression
 - Indigènes, spécialistes des prairies, terres cultivées, tourbières
- Espèces en augmentation
 - Introduites, spécialistes des forêts
- En général, augmentation :
 - Espèces à grande aire de distribution
 - Espèces thermophiles
 - Espèces nitrophiles
 - Espèces moins dépendantes des pollinisateurs
 - ...

Synthèse des changements de nombre d'espèces à différentes échelles

Changement du nombre d'espèces au cours du temps



Mécanismes et conséquences des changements locaux de la flore



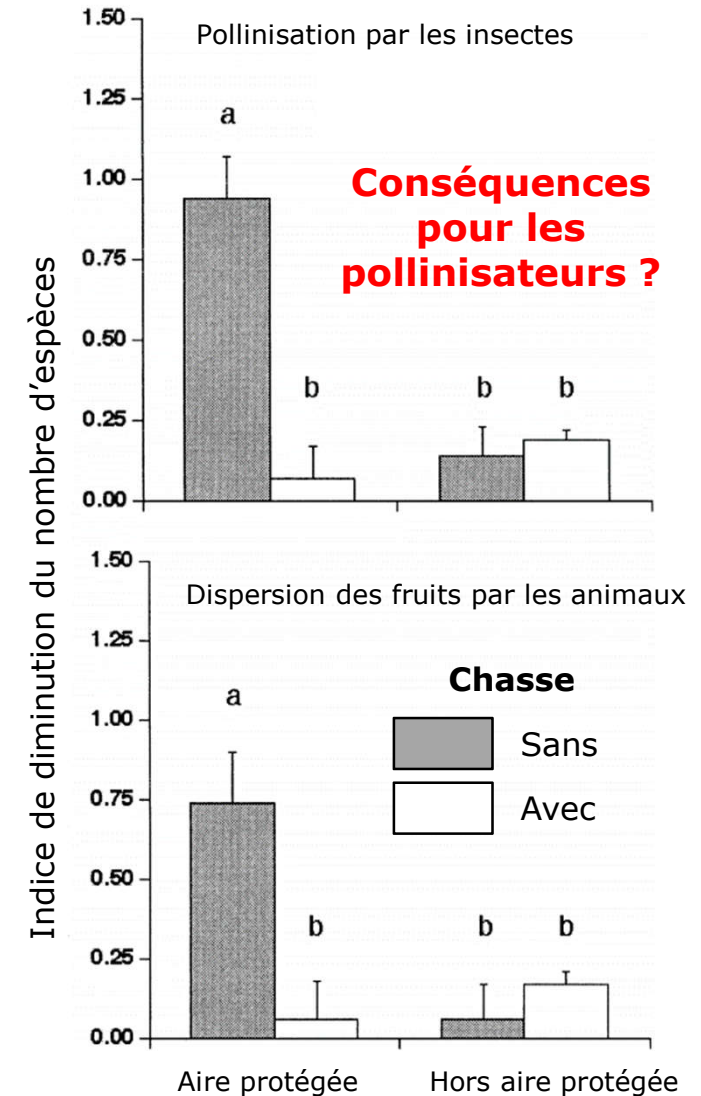
Effets des grands herbivores



- Wisconsin : suivi des communautés de plantes à 50 ans d'intervalle
- Variation du nombre d'espèces (20 m²)
 - -15% en moyenne
 - -60% dans les aires protégées

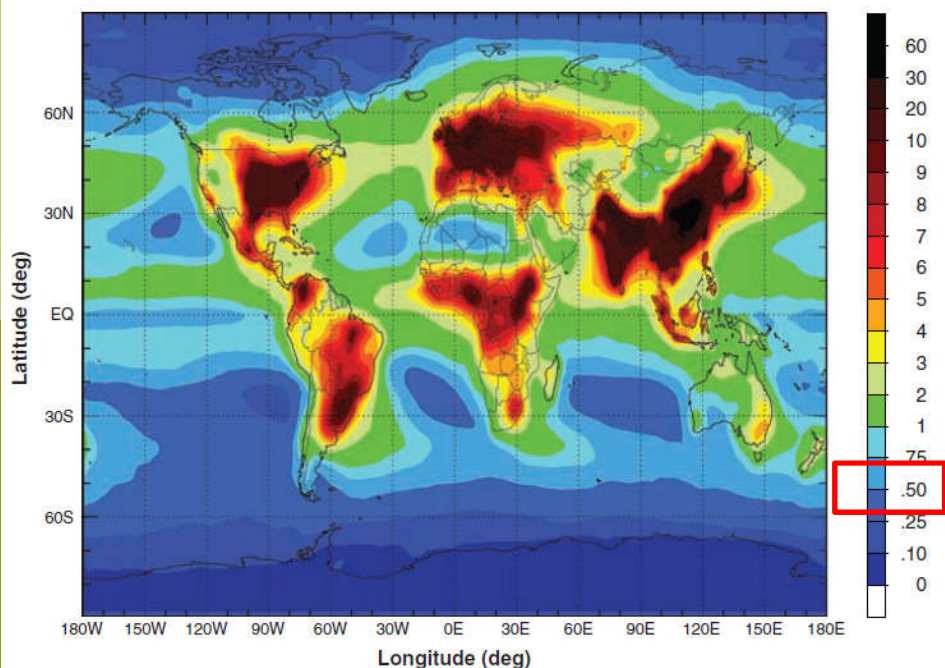


Rooney et al. 2004



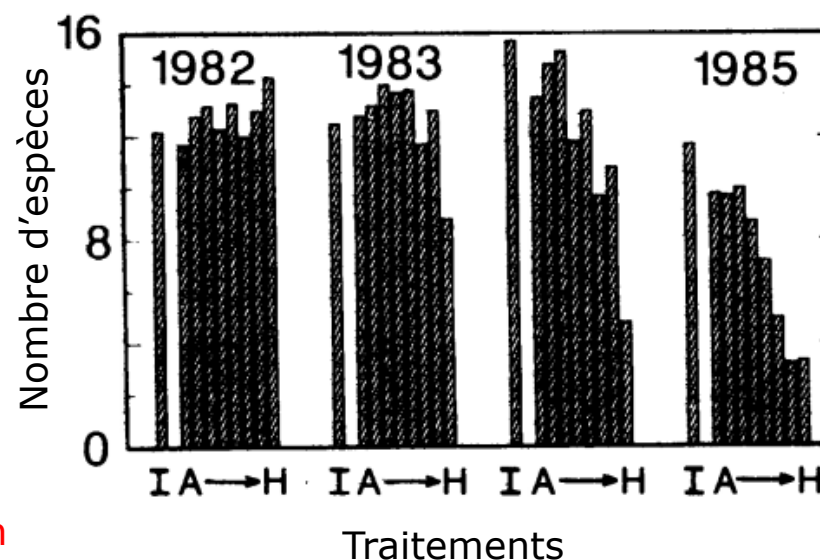
Eutrophisation des écosystèmes

- Dépôts mondiaux d'azote
 - en kg/ha/an



Taux de déposition
« naturel »

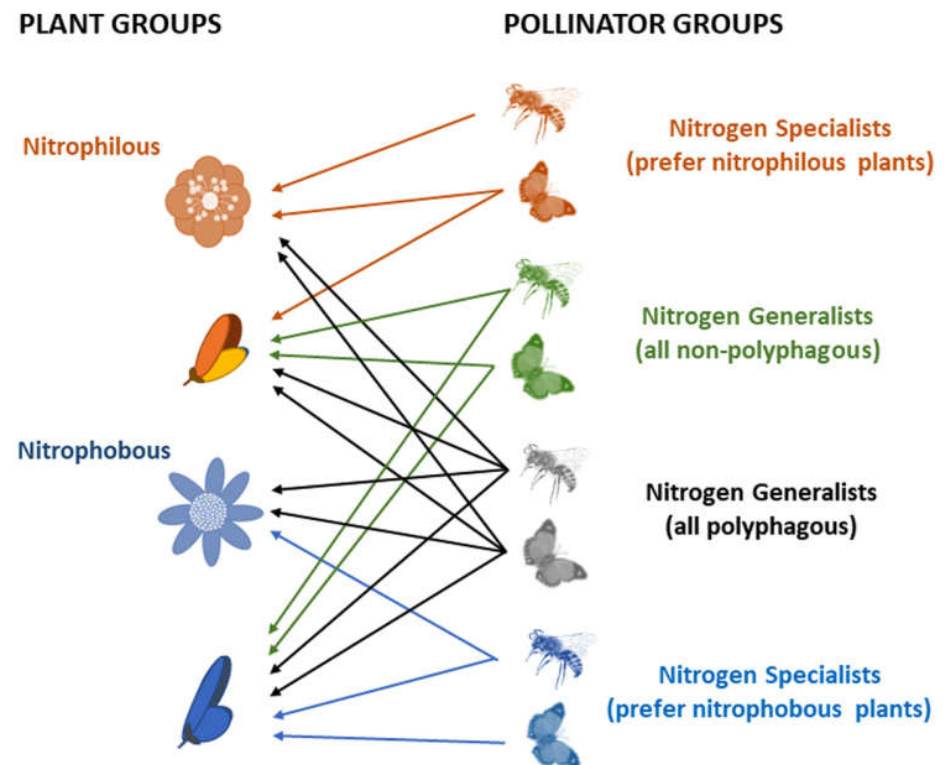
- Effets variables mais très négatifs en prairie tempérée
- Prairies expérimentales
 - I = contrôle
 - A-H : gradient de fertilisation



Tilman 1987

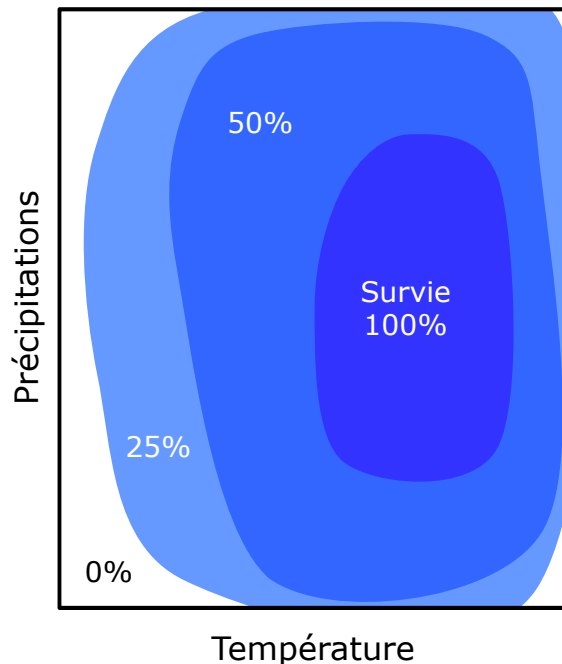
Conséquences pour les interactions plantes-pollinisateurs

- Pays-Bas, sur 80 ans
- Abeilles et papillons, changements du nombre d'espèces
 - Diminution du nombre d'espèces pour les pollinisateurs dépendant des plantes non-nitrophiles
 - Mais avec un délai
 - Les effets positifs des diminutions récentes d'apport en azote ne se détectent pas sur les pollinisateurs



Dérèglements climatiques

- Tous les êtres vivants ont une gamme limitée de conditions climatiques dans lesquelles ils peuvent survivre, croître et se reproduire (niche écologique)
 - Température moyenne, maximum, minimum (gel), précipitations (sécheresse)

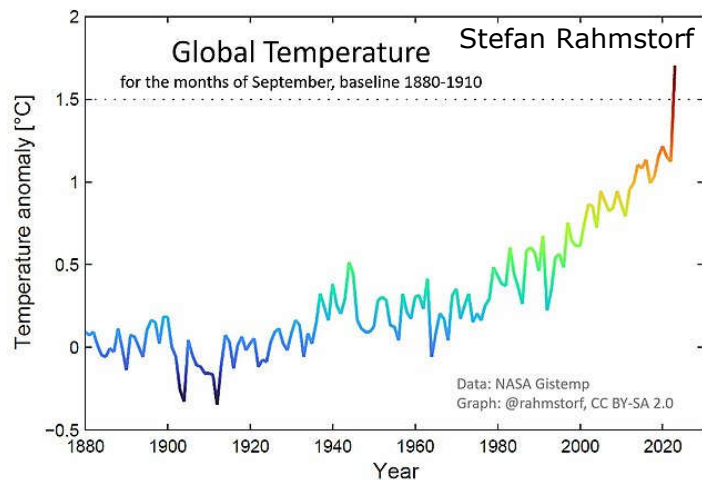


La vigne a littéralement cuit lors de la canicule de 2019 ($t^{\circ} \text{ max} > 47^{\circ}\text{C}$)

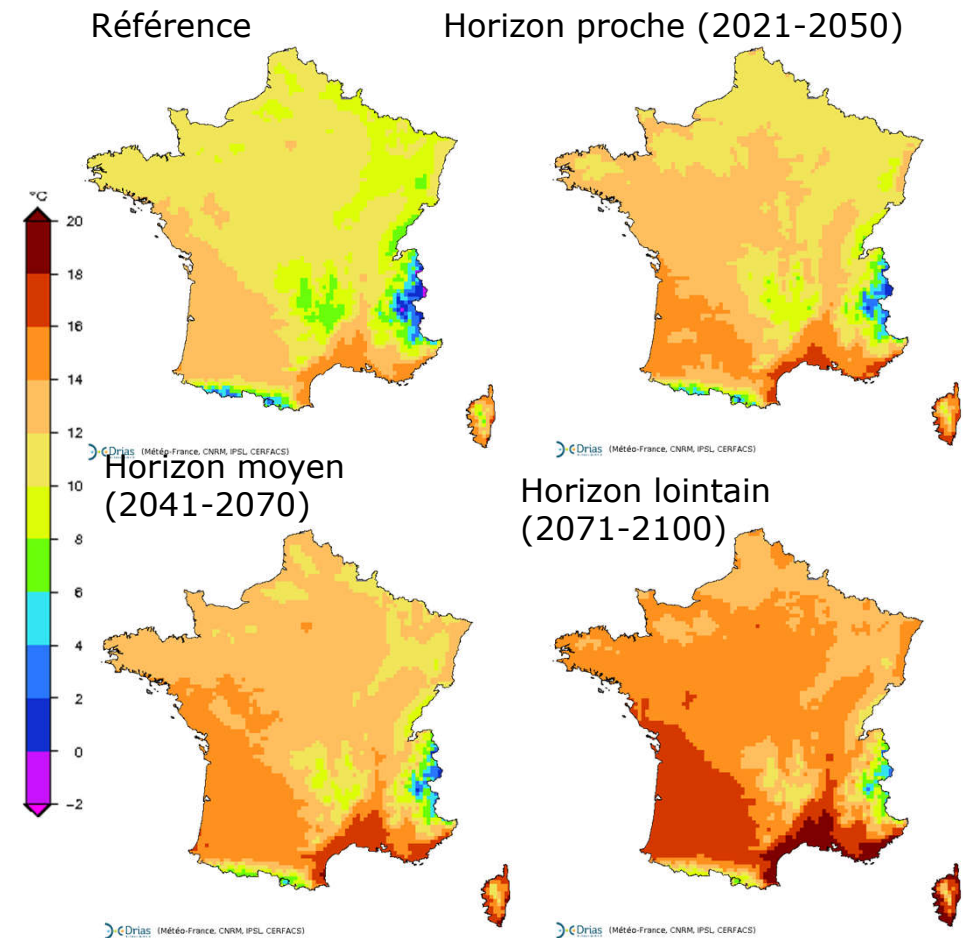
Que font les dérèglements climatiques ?

DRIAS - RCP8.5 :
Scénario sans
politique climatique

- Sortie de la gamme de conditions « habituelles »



- Déplacement (disparition) des conditions optimales



Quelles conséquences des changements climatiques ?

- Si les populations peuvent se déplacer :
 - Changement de la distribution dans l'espace, pour suivre la niche climatique
- Si non
 - Possibilité de maintien dans de nouvelles conditions climatiques ? (adaptation)

Evolution (changement génétique)



PAS évolution (plasticité)

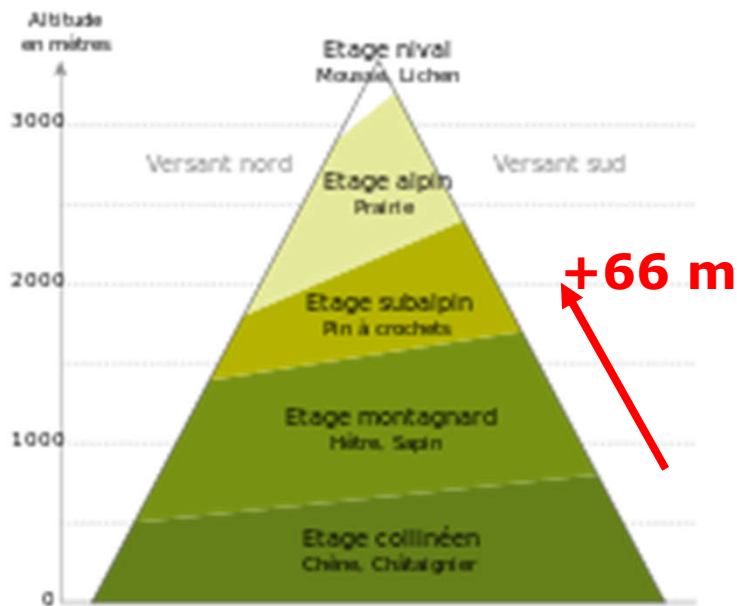


- Ou rétrécissement des aires de répartition

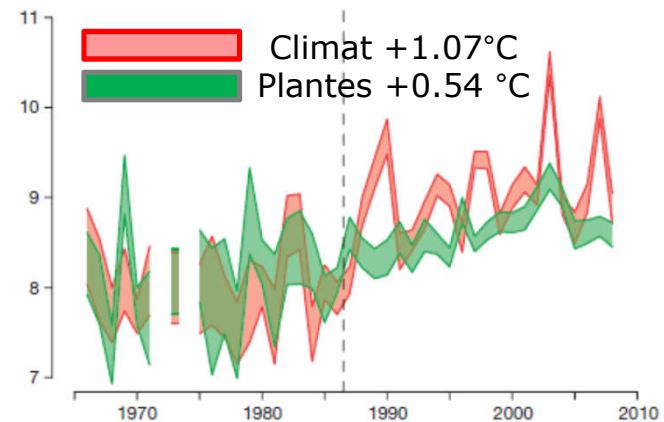
Déplacements des plantes pour suivre le climat

- Les plantes peuvent escalader les montagnes, mais ne peuvent pas se déplacer vers le nord

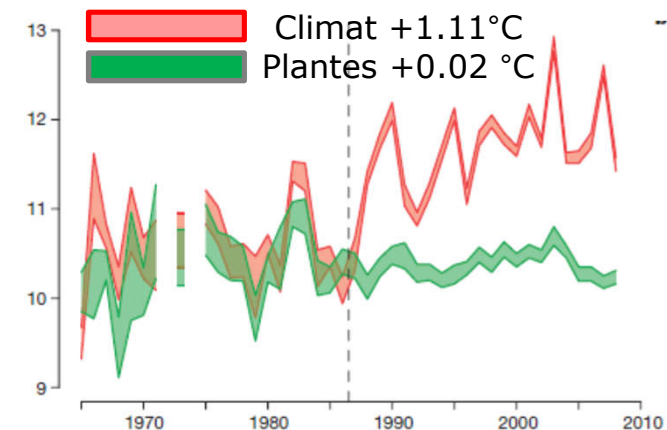
- Dans les forêts de montagne



- Dans les montagnes



- En plaine

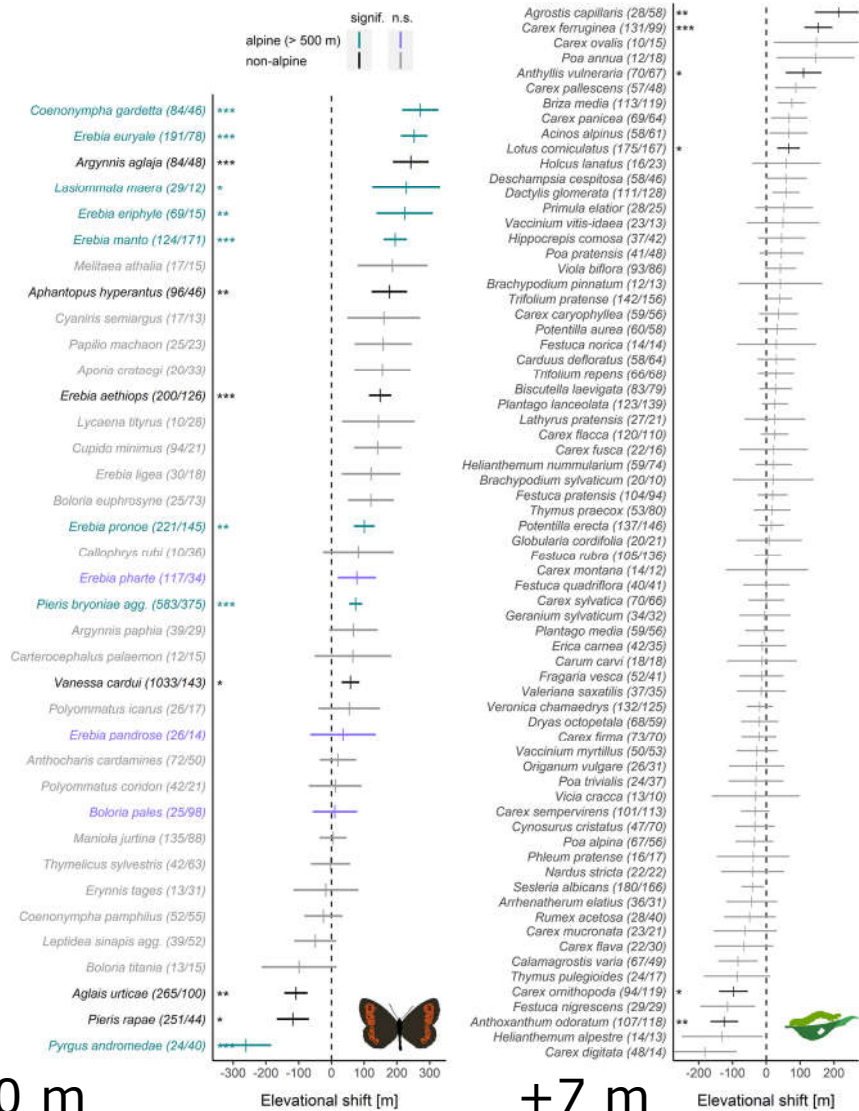
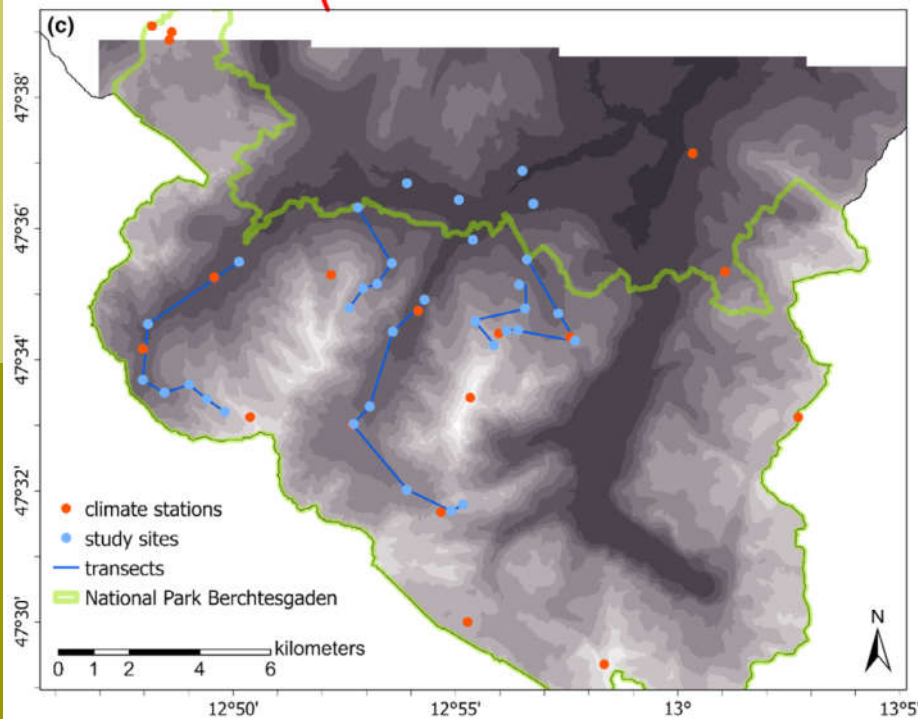


Des décalages de déplacements entre plantes et pollinisateurs ?

Alpes, Allemagne

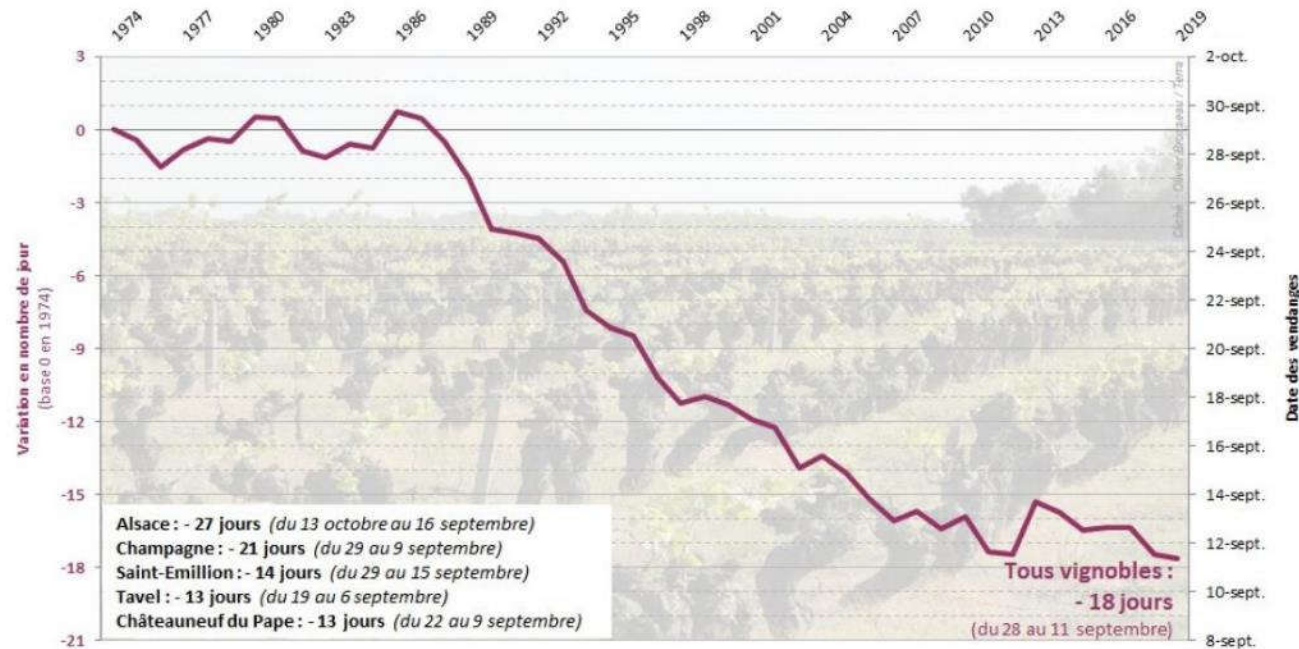
Prairies

2009-2019



Maintien des populations sans déplacement : avancement de floraison

Evolution de la date moyenne de vendange entre 1974 et 2019 dans un panel de vignobles français



Note : 1974 = moyenne décennale 1965-1974 et 2019 = moyenne décennale 2009-2019.



Visuel ONB, d'après :

Origine des données : Inter-Rhône - ENITA Bordeaux - INRA Colmar - Comité interprofessionnel du vin de Champ;

Traitements : ONERC - SDES, 2020



DOI: 10.1111/1365-2745.13926

RESEARCH ARTICLE

Plants in the UK flower a month earlier under recent warming

Journal of Ecology



Research

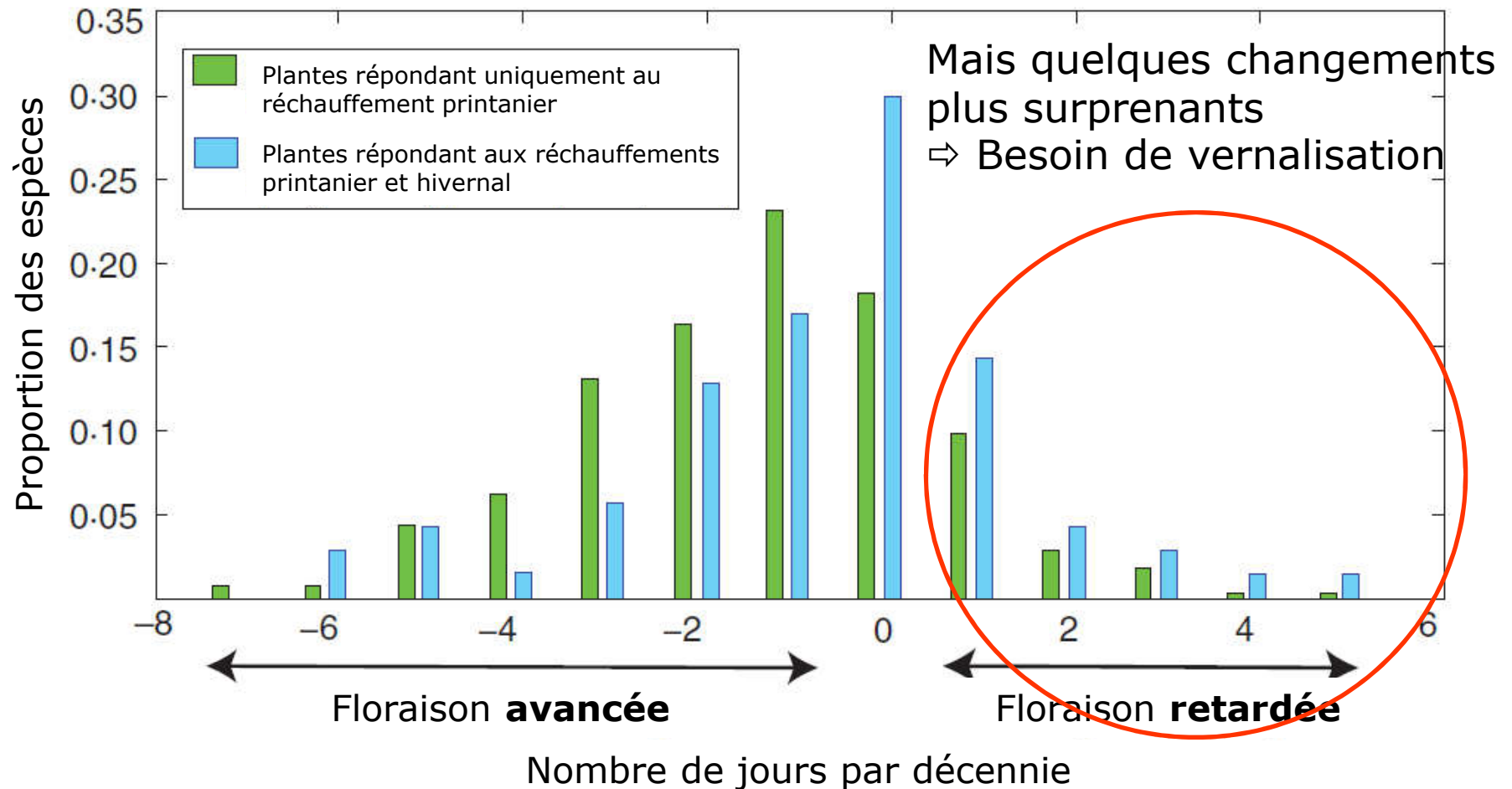
Forest wildflowers bloom earlier as Europe warms: lessons from herbaria and spatial modelling

Franziska M. Willems^{1,2}, J. F. Scheepens³ and Oliver Bossdorf¹

Citizen science across two centuries reveals phenological change among plant species and functional groups in the Northeastern US

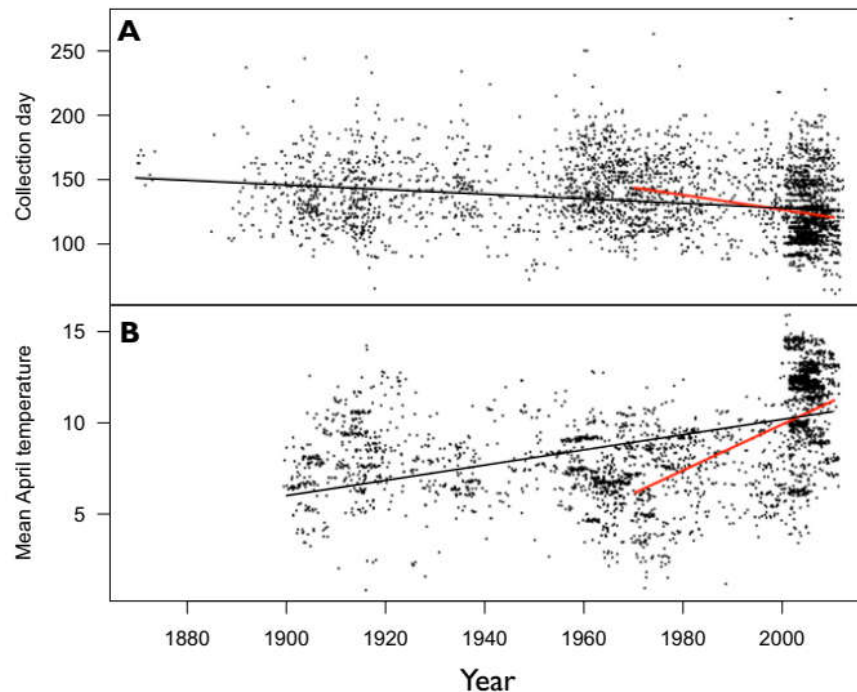
L'avancement de la floraison, un phénomène très répandu

Changements dans la date de floraison

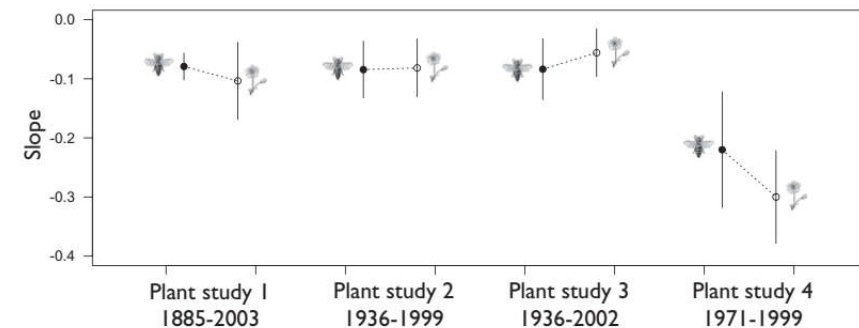


Des décalages possibles entre plantes et pollinisateurs ?

- Avancement de la date d'activité pour les pollinisateurs



- Un avancement parfois comparable chez les plantes

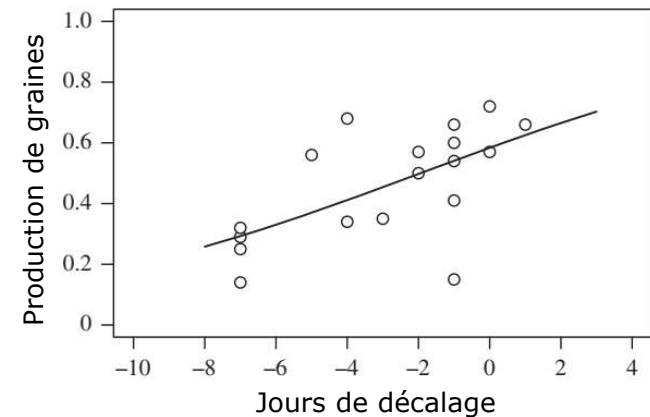
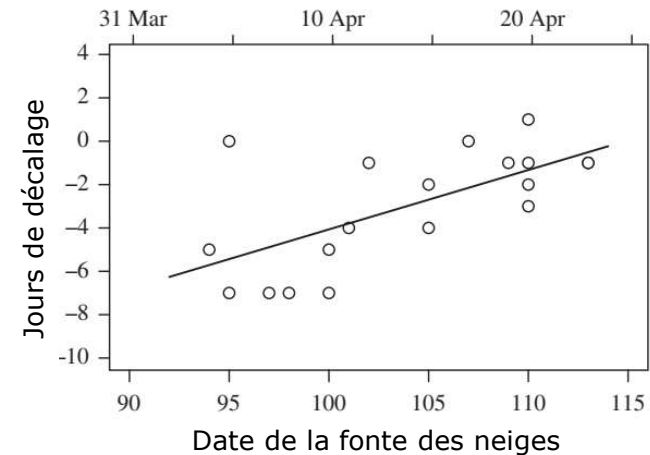
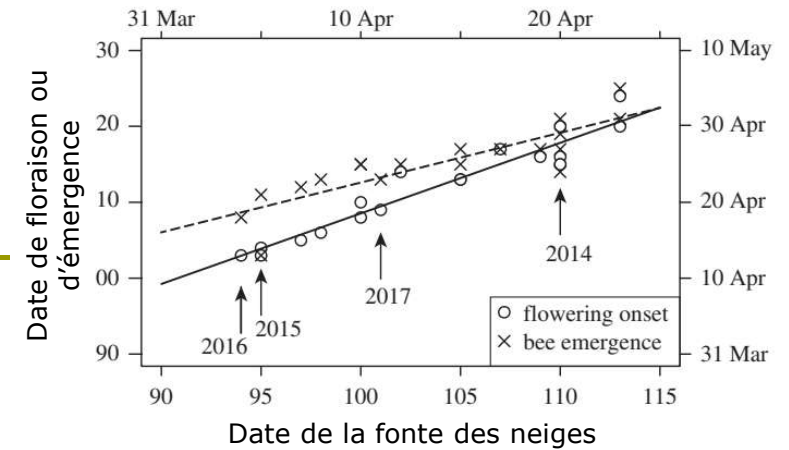


Mais des situations de découplage

- *Corydalis ambigua*, une espèce à floraison précoce
 - Floraison en fonction de la température après la fonte des neiges
 - Emergence des bourdons pollinisateurs quand la température du sol $> 6^{\circ}\text{C}$



Kudo et al. 2019



Adaptation à des nouvelles conditions climatiques

- A des sécheresses plus fréquentes et intenses



Matthiola tricuspidata



Plantago crassifolia



Clinopodium vulgare



Leontodon hispidus

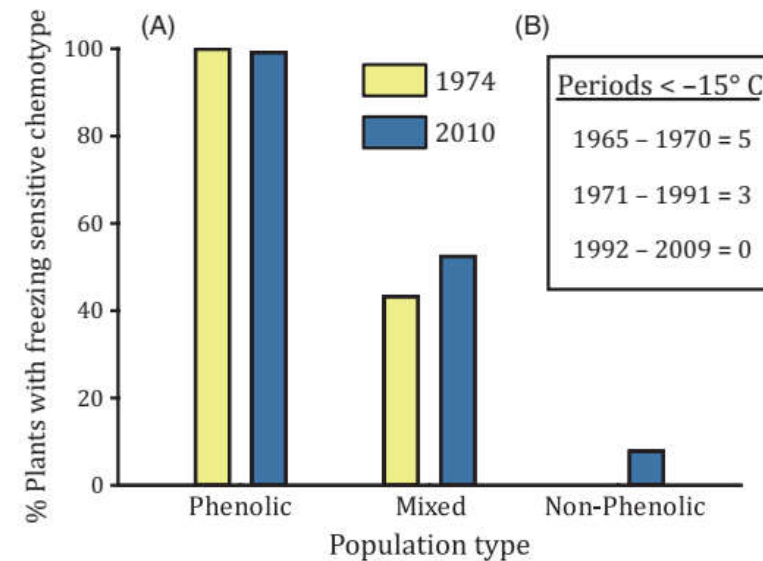


Research

Evolution of plant drought strategies and herbivore tolerance after two decades of climate change

Robert Rauschkolb^{1,2}, Zixin Li¹, Sandrine Godefroid³, Lara Dixon⁴, Walter Durka^{5,6}, Maria Májeková⁷, Oliver Bossdorf¹, Andreas Enslin⁸ and J. F. Schepens⁹

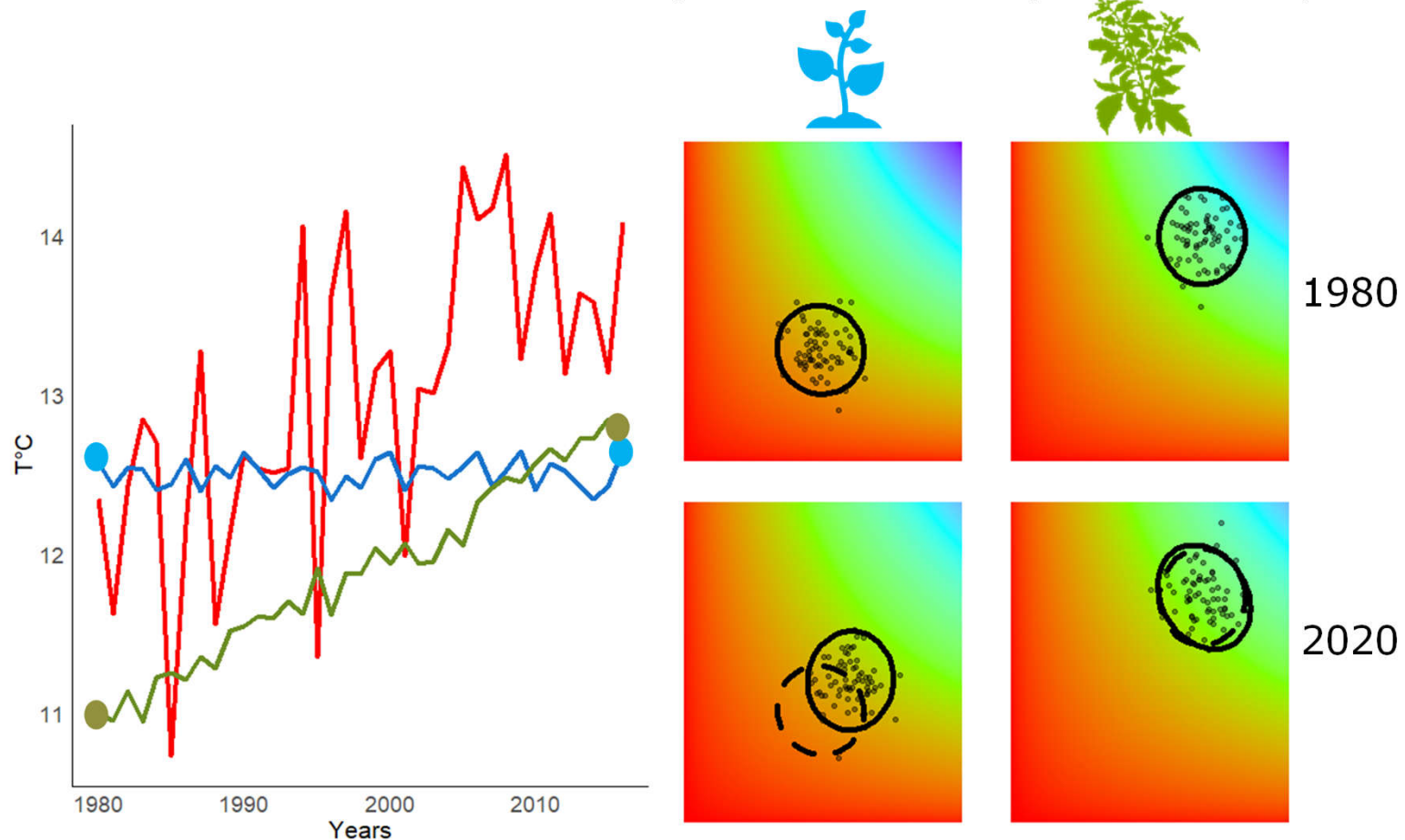
- A des gels plus rares
 - Thym



Franks et al. 2014

Ces changements sont-ils suffisants ?

- ❑ Non, les espèces de plantes qui ne se déplacent pas pour suivre les conditions climatiques déclinent plus en moyenne



Conclusions – Effets des changements climatiques

- Les population de plantes semblent pouvoir :
 - Soit se déplacer pour suivre les changements climatiques
 - Soit s'adapter localement à des nouvelles conditions
 - Avancement de la floraison
 - Evolution face à plus de sécheresses, moins de gel...
- Mais :
 - Ces changements sont insuffisants
 - Les communautés de plantes se transforment
- Quelles conséquences pour leurs interactions avec les pollinisateurs ?

Quels effets de la disparition des pollinisateurs ? Un suivi participatif de la flore sauvage



VIGIENATURE
Un réseau de citoyens qui fait avancer la science

428 observateurs

MAILLE (1 km²)

712 mailles

8 placettes par maille

~ 3 années de suivi /
maille en moyenne

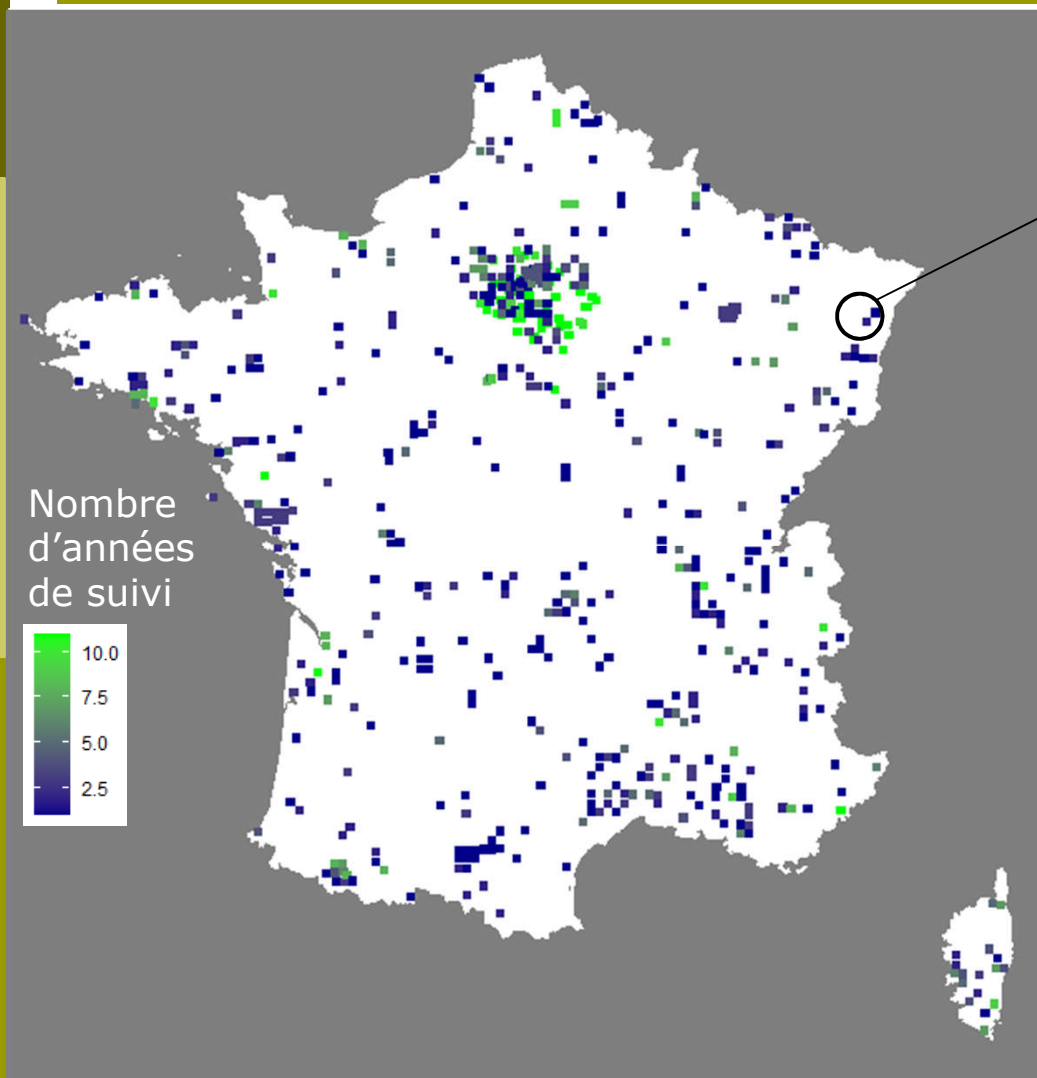
PLACETTE (10 m²)

3814 placettes

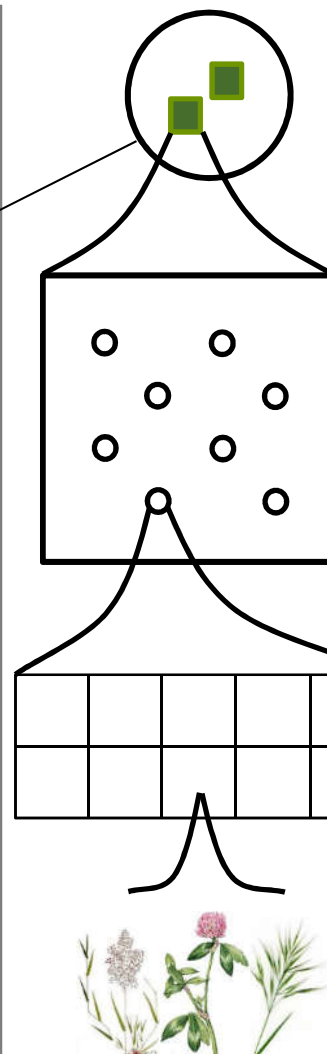
10 quadrats / placette

QUADRAT (1 m²)

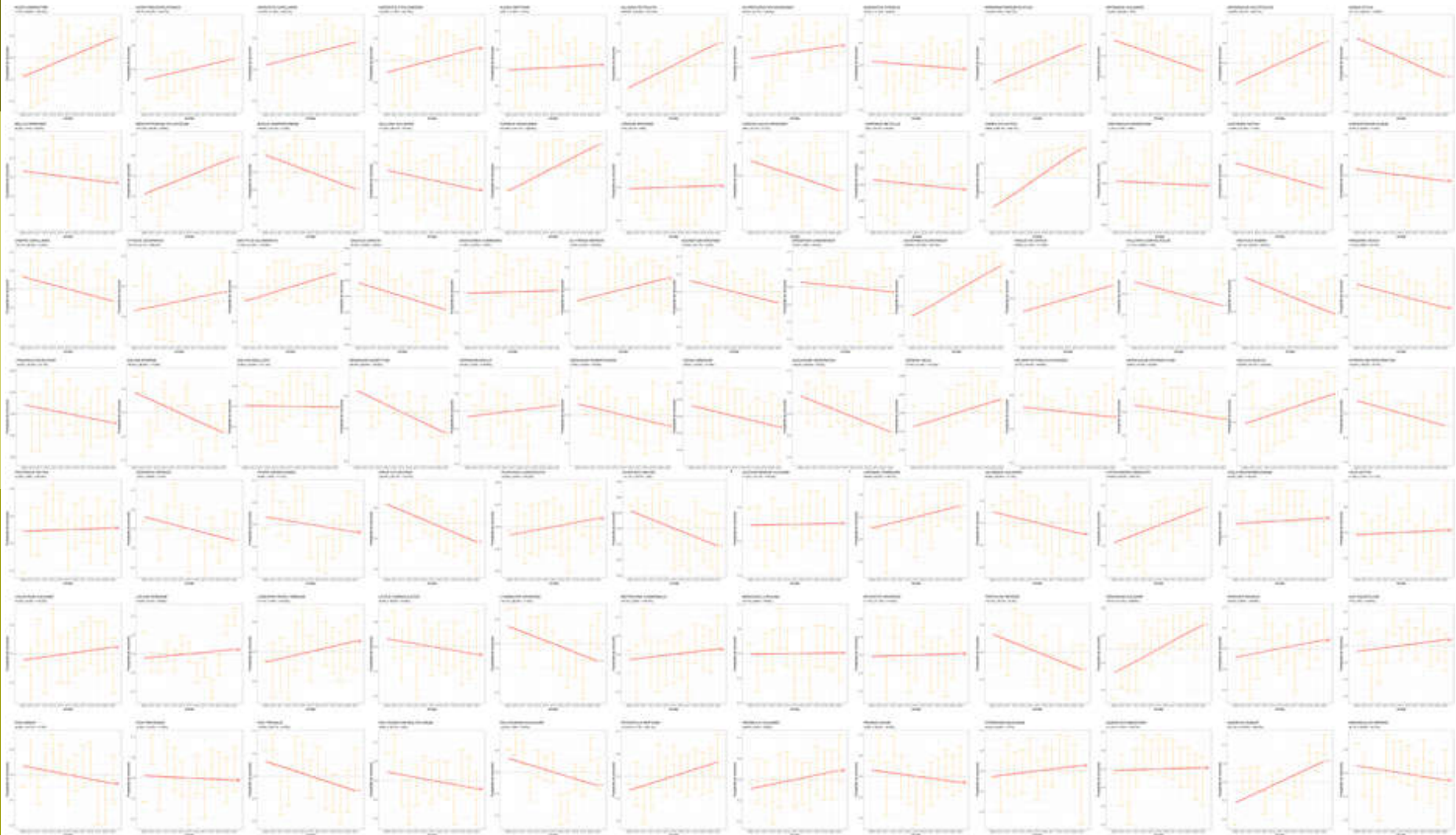
Identification de toutes
les espèces végétales,
données d'abondance



Carte des 712 mailles échantillonnées depuis 2009



Tendances temporelles des abondances de plus de 500 espèces

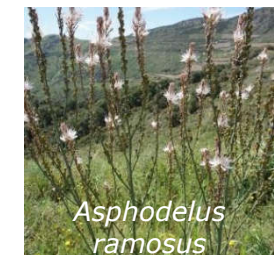
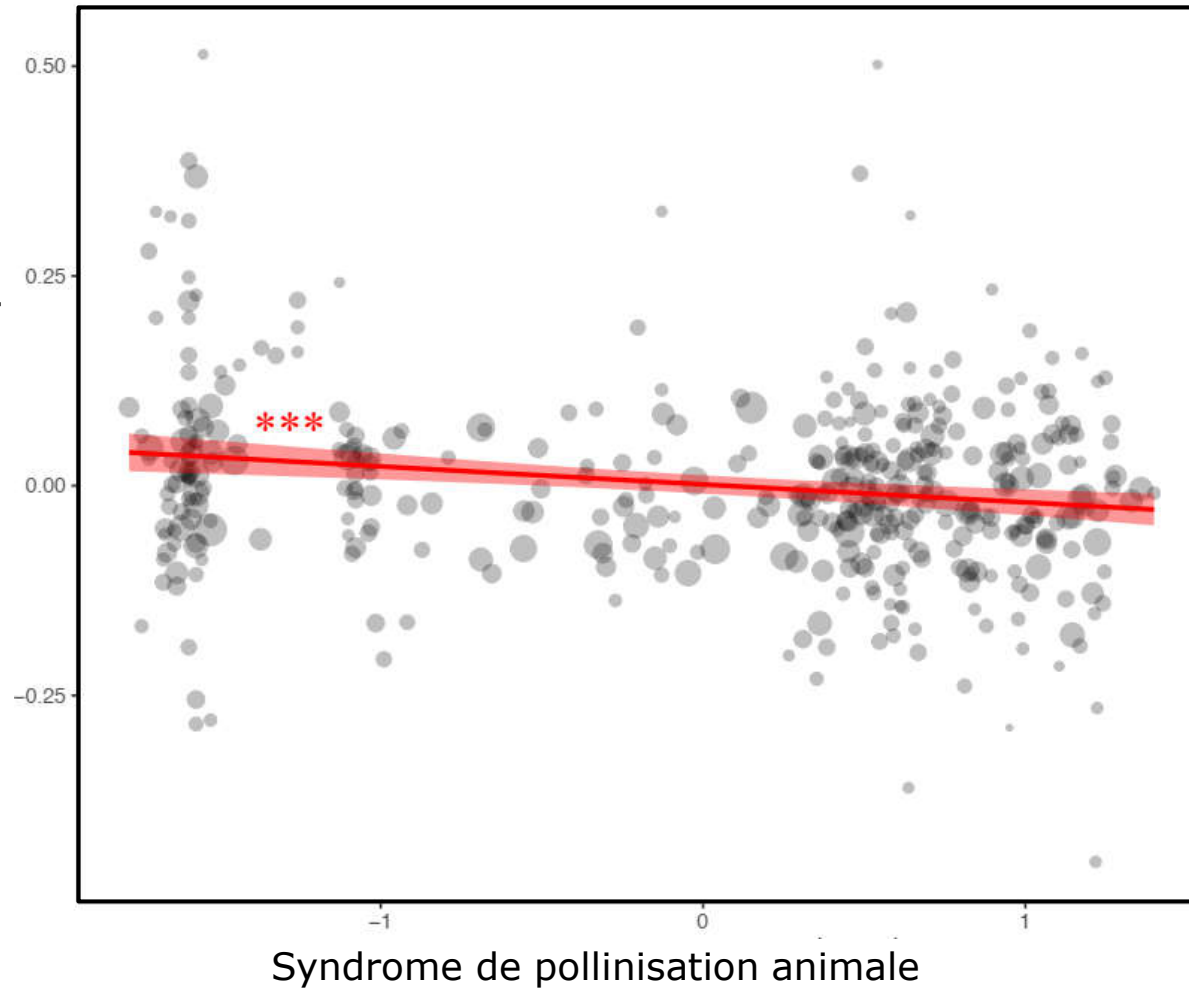


En moyenne, les plantes très dépendantes des pollinisateurs ont plus de chance de décliner

©Tela
Botanica



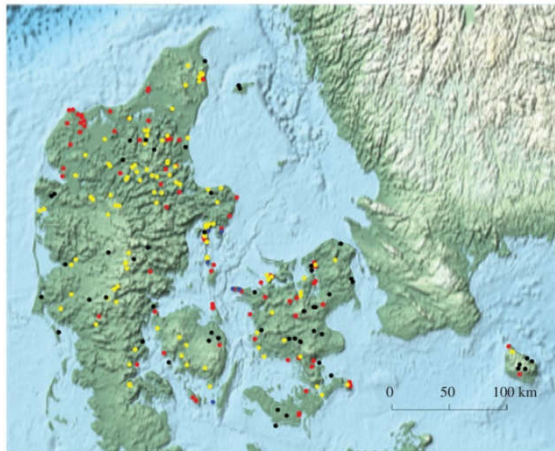
Tendance temporelle de l'abondance des espèces



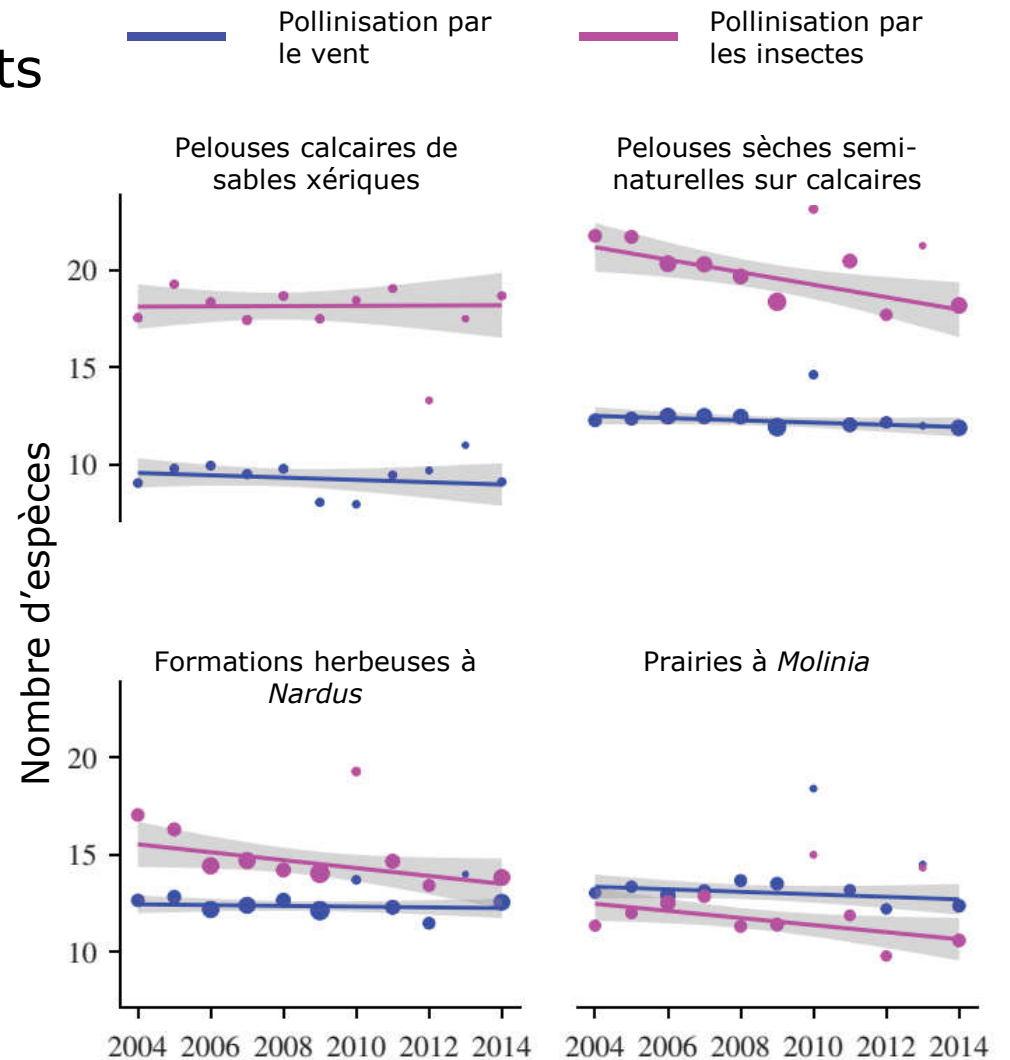
⇒ Un signal fort d'un problème de pollinisation des espèces sauvages

Même observation au Danemark

- Uniquement sur les habitats de type « pelouses » et « prairies »



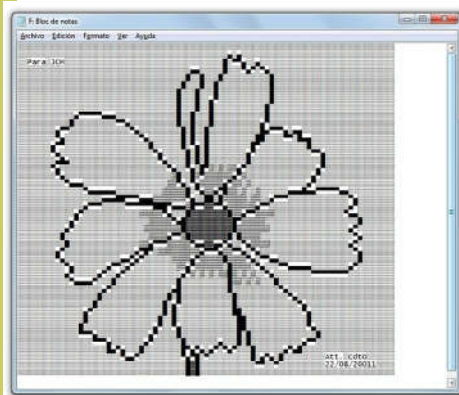
Marie-Lan Tay Pamart



Ehlers et al. 2021

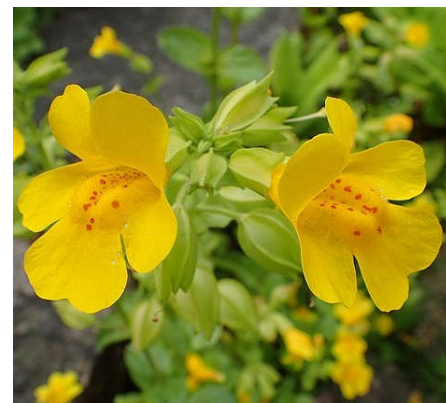
Une évolution des plantes pour devenir moins dépendantes des pollinisateurs

- Des fleurs plus autofécondes, plus petites, avec moins de nectar...



Modélisation
mathématique

Porcher & Lande
2005



Mimulus guttatus



Brassica rapa



Viola arvensis

Ecologie de la
résurrection
Démonstration
dans la nature

Acoca-Pidolle et al.
2023

Expérimentations en serre

Gervasi & Schiestl
2017

Bodbyls-Roels &
Kelly 2011

Changements dans les ressources disponibles

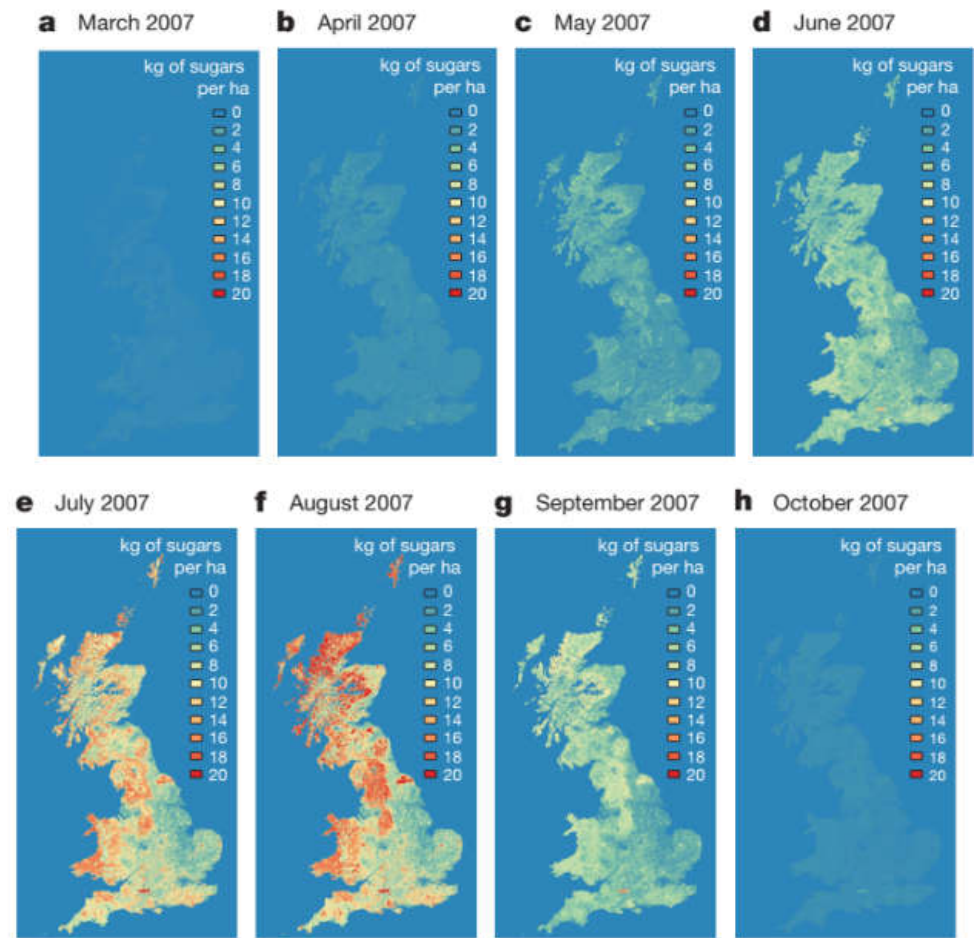
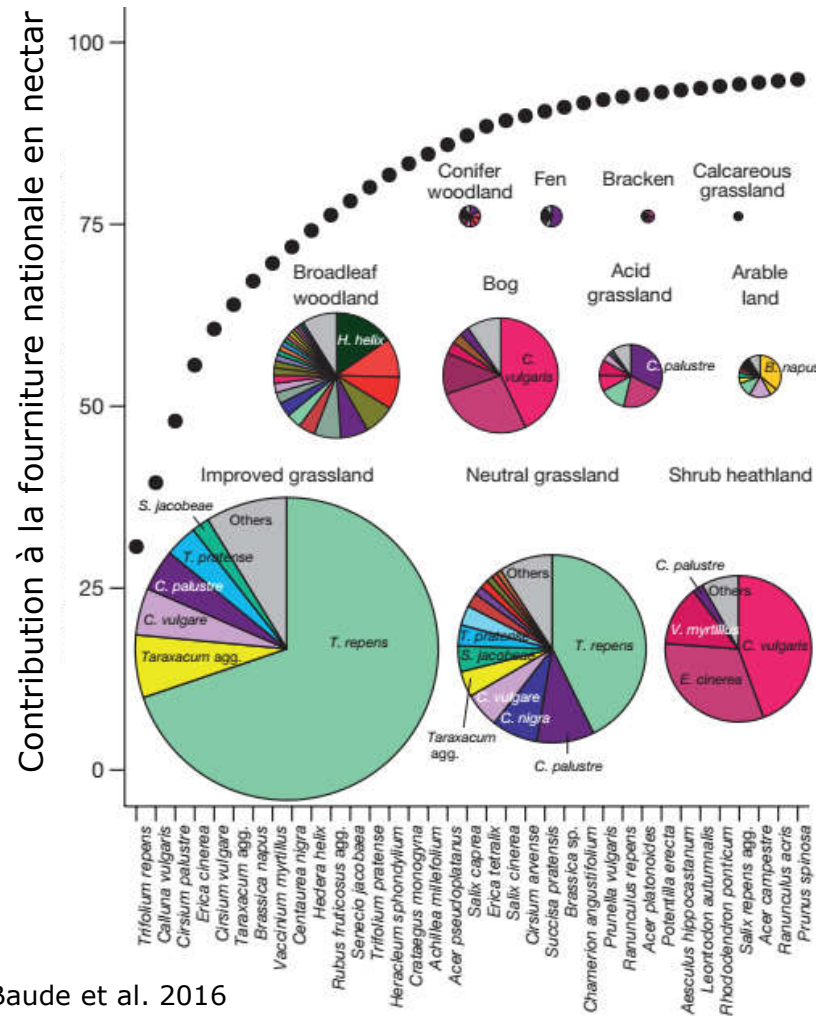


Ivar Leidus

Trifolium repens

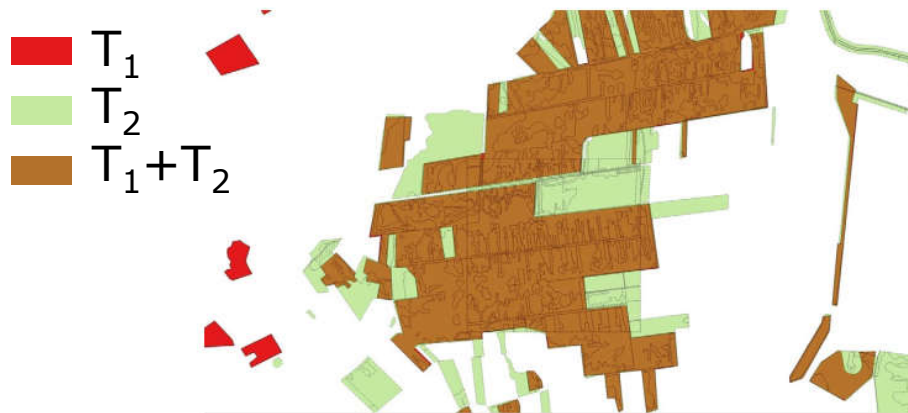
Calluna vulgaris

□ Ressources en nectar



Une diminution des ressources disponibles ?

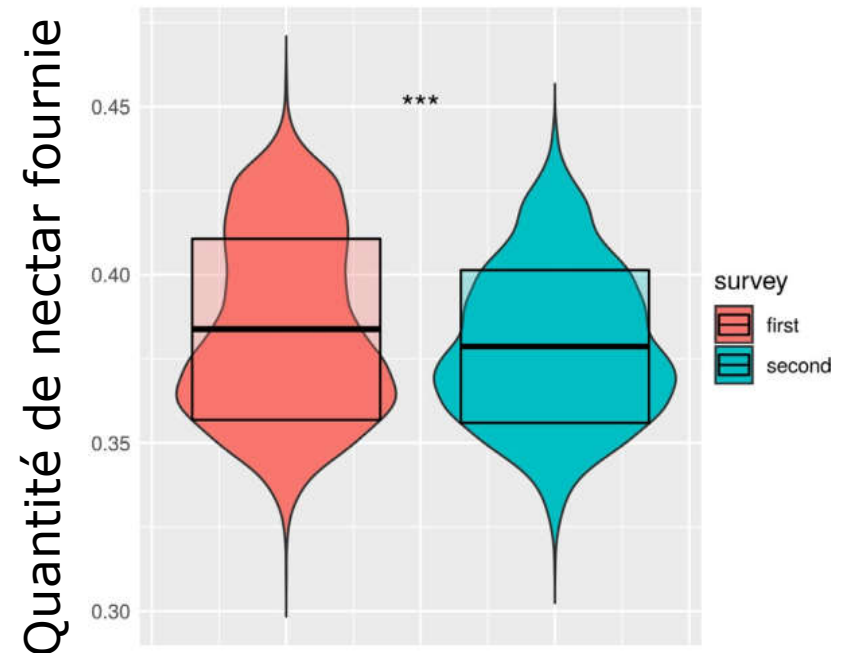
- Allemagne, cartographie d'habitats (Schleswig-Holstein)



- Moins de fleurs bleues et rouges

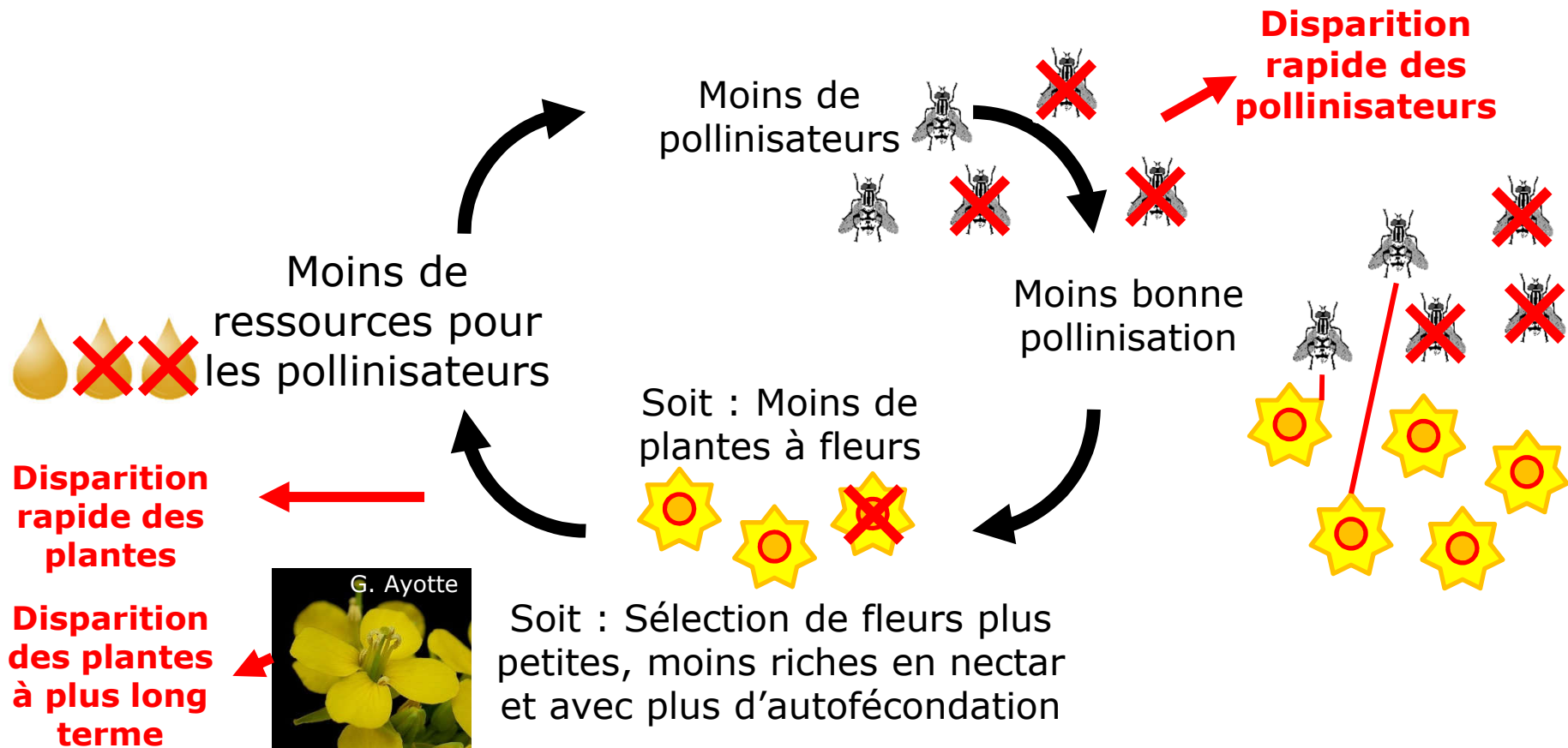


- Les communautés végétales produisent moins de nectar



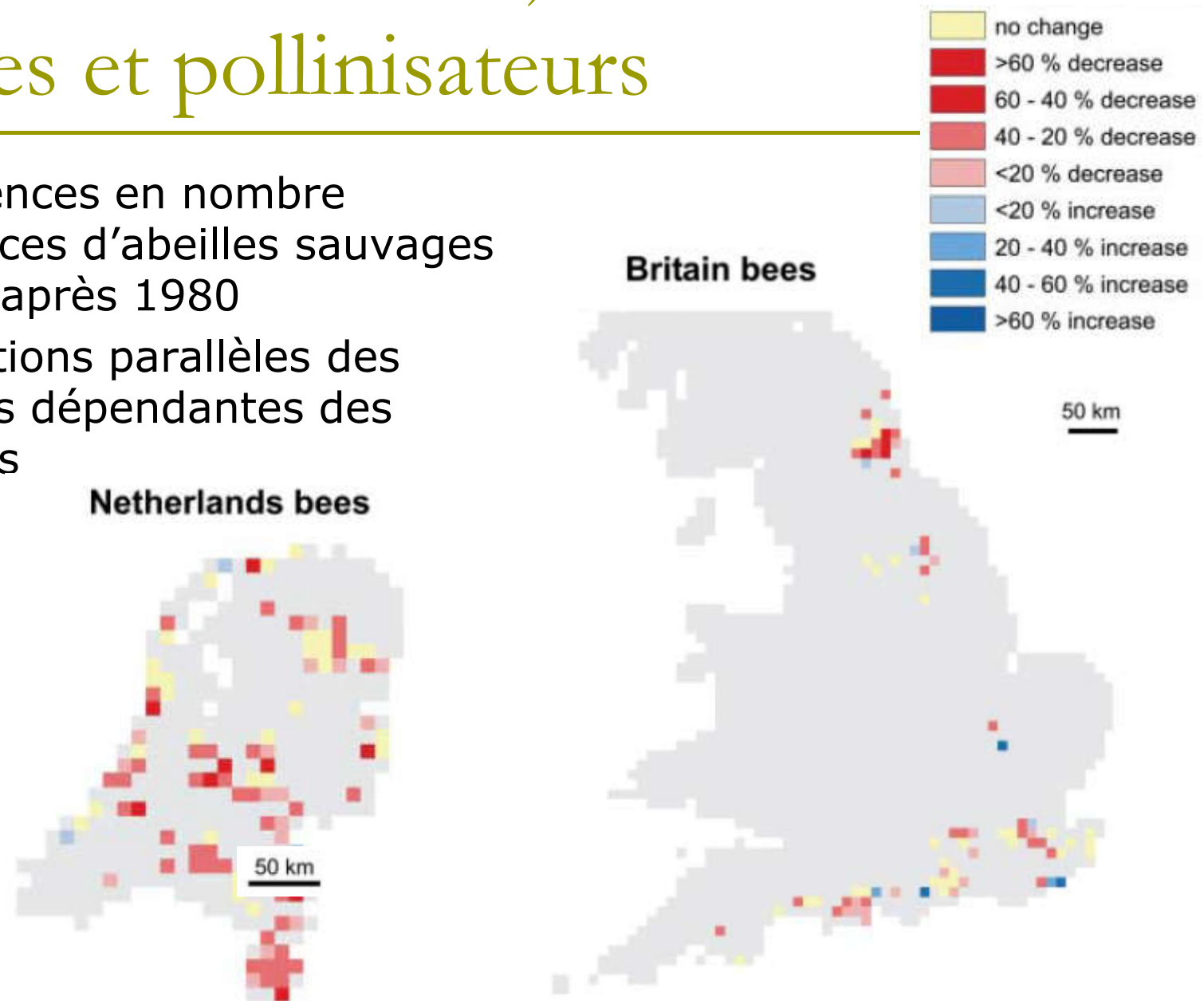
- Travaux en cours pour mieux quantifier ces changements

Mise en place d'un cercle infernal, conduisant à la disparition des partenaires



Des extinctions conjointes entre plantes et pollinisateurs

- Différences en nombre d'espèces d'abeilles sauvages avant/après 1980
- Extinctions parallèles des plantes dépendantes des abeilles



Conclusions

- ❑ Les interactions plantes-pollinisateurs sont entrées dans un cercle infernal qui les déstabilisent
- ❑ Ce déséquilibre a des conséquences pour l'ensemble du vivant, dont les humains
- ❑ Des transformations majeures sont nécessaires pour préserver les interactions écologiques

