



CESCO
Centre d'Écologie et des
Sciences de la Conservation



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

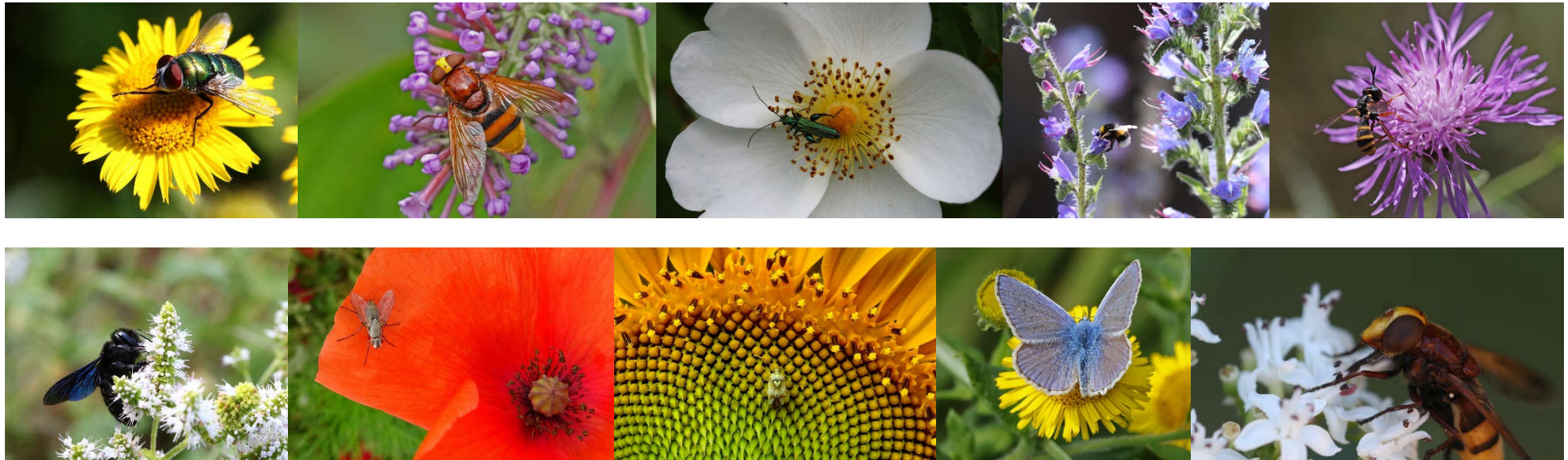


**COLLÈGE
DE FRANCE**
— 1530 —

Chaire annuelle Biodiversité et écosystèmes

Quels changements en cours des insectes pollinisateurs ?

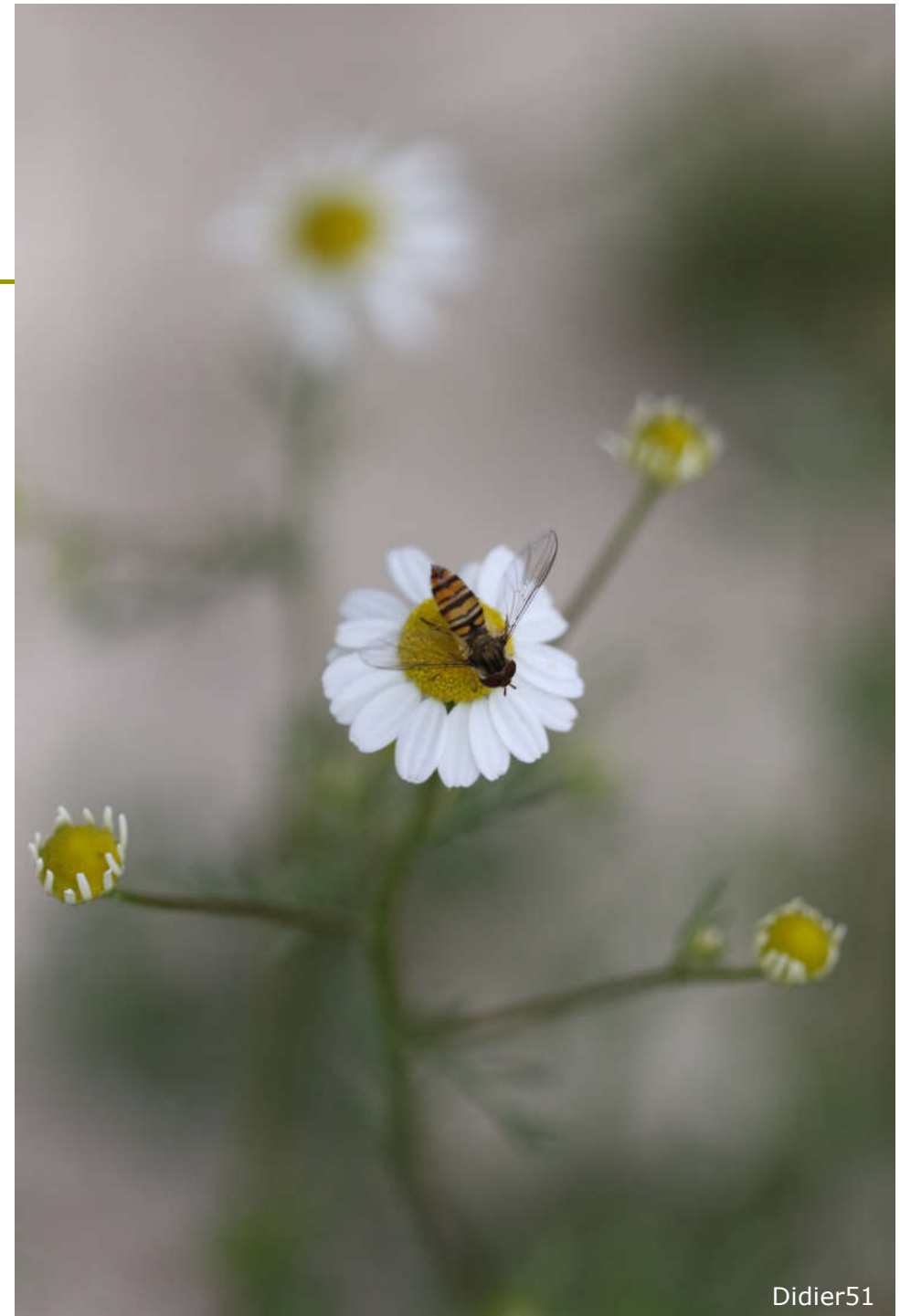
Emmanuelle PORCHER

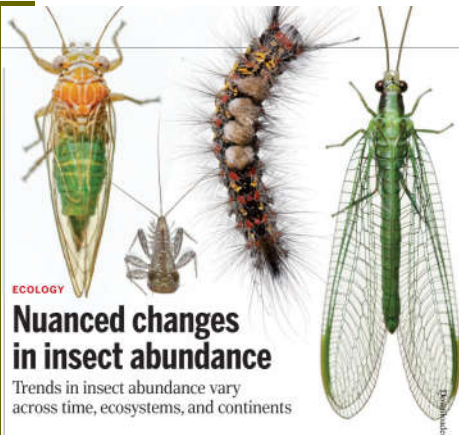


Photos : Didier51 - Spipoll

Rappels

- En l'absence de l'effet des humains, les dynamiques écologiques et évolutives ont favorisé des réseaux de pollinisation stables, avec de fortes complémentarités entre espèces
- Des changements majeurs de la biodiversité sont en cours
- Qu'en est-il des pollinisateurs, avec quelles causes et conséquences ?





RESEARCH ARTICLE

More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas

Caspar A. Hallmann^{1*}, Martin Sorg², Eelke Jongejans¹, Henk Siepel¹, Nick Hofland¹, Heinz Schwan², Werner Stenmans², Andreas Müller², Hubert Sumser², Thomas Hören², Dave Goulson³, Hans de Kroon¹

EDITORIAL Annals of Applied Biology ISSN 0003-4746

“Ecological Armageddon” – more evidence for the drastic decline in insect numbers

S.R. Leather

ECOLOGY Nuanced changes in insect abundance

Trends in insect abundance vary across time, ecosystems, and continents

By Maria Dornelas¹ and Gerrit N. Daskalova²

INSECT POPULATIONS van Klink *et al.*, *Science* 368, 417–420 (2020) 24 April 2020

Meta-analysis reveals declines in terrestrial but increases in freshwater insect abundances

Roel van Klink^{1,2,3*}, Diana E. Bowler^{1,4,5}, Konstantin B. Gongalsky^{6,7}, Ann B. Swengel⁸, Alessandro Gentile¹, Jonathan M. Chase^{1,9}

nature ecology & evolution

ARTICLES

<https://doi.org/10.1038/s41559-020-1269-4>

Check for updates

No net insect abundance and diversity declines across US Long Term Ecological Research sites

Michael S. Crossley^{1,2*}, Amanda R. Meier¹, Emily M. Baldwin², Lauren L. Berry², Leah C. Crenshaw², Glen L. Hartman³, Doris Lagos-Kutz³, David H. Nichols², Krishna Patel², Sofia Varriano², William E. Snyder¹ and Matthew D. Moran²

nature COMMUNICATIONS

ARTICLE

<https://doi.org/10.1038/s41467-020-17171-y> OPEN

Meta-analysis of multidecadal biodiversity trends in Europe

Francesca Pilotto *et al.*¹

Article

Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers

<https://doi.org/10.1038/s41586-019-1684-3>

Received: 8 February 2019

Accepted: 16 September 2019

Published online: 30 October 2019

Sebastian Seibold^{1,2*}, Martin M. Gossner³, Nadja K. Simons^{4,5}, Nico Blüthgen⁴, Jörg Müller^{2,5}, Didem Ambarlı^{1,6}, Christian Ammer⁷, Jürgen Bauhus⁸, Markus Fischer⁹, Jan C. Habel^{1,10}, Karl Eduard Linsenmair¹¹, Thomas Naus¹², Caterina Penone¹³, Daniel Prati¹⁴, Peter Schall¹, Ernst-Detlef Schulze¹⁵, Juliane Vogt¹, Stephan Wölauer¹⁶ & Wolfgang W. Weisser¹

ECOLOGY LETTERS

Ecology Letters, (2019) 22: 847–854

doi: 10.1111/ele.13242

LETTERS

A balance of winners and losers in the Anthropocene

Maria Dornelas^{1*}, Nicholas J. Gotelli², Hideyasu Shimadzu³, Faye Moyes¹, Anne E. Magurran¹ and Brian J. McGill⁴

To understand the plight of insects, entomologists look to the past

Plumbing a variety of historical data could offer important insights into trends in insect declines.

Amy McDermott, Science Writer

PNAS 2021 Vol. 118 No. 2 e2018499117

Insect Conservation and Diversity

Forum & Policy

Predicting a global insect apocalypse

Pedro Cardoso & Simon R. Leather

First published: 03 July 2019 | <https://doi.org/inee.bib.cnrs.fr/10.1111/icad.12>

Austral Entomology

Austral Entomology (2021) 60, 9–26

Symposium: insect decline and conservation

Review

Further evidence for a global decline of the entomofauna

Francisco Sánchez-Bayo^{1*} and Kris A G Wvckhuys^{2,3,4}

ARTICLES

<https://doi.org/10.1038/s41559-020-1111-z>

nature ecology & evolution

Complex long-term biodiversity change among invertebrates, bryophytes and lichens

Charlotte L. Outhwaite^{1,2,3*}, Richard D. Gregory^{2,3}, Richard E. Chandler⁴, Ben Collen^{2,5} and Nick J. B. Isaac¹

Cell

Leading Edge

Select

Insects in the age of extinction

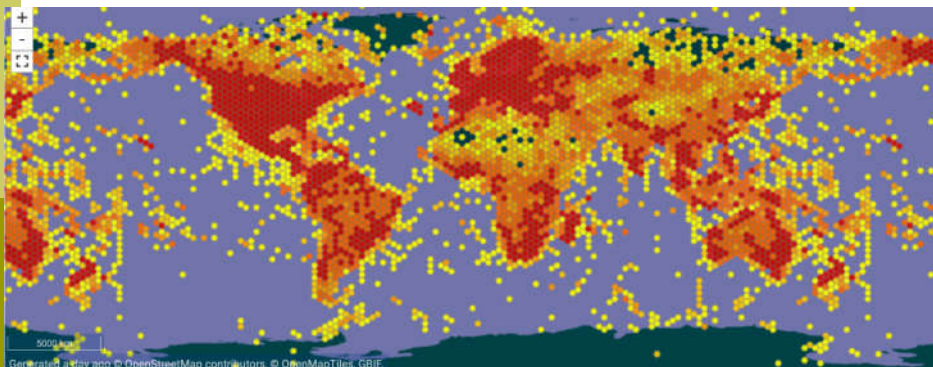
Andrea E.A. Stephens

Editor, *Trends in Ecology & Evolution* Cell 184, March 18, 2021 1397

Deux types de données pour quantifier les changements de biodiversité

Opportunistes / Occurrence

- Données biaisées
 - 194 millions de données insectes (vs. 2,6 milliards au total)

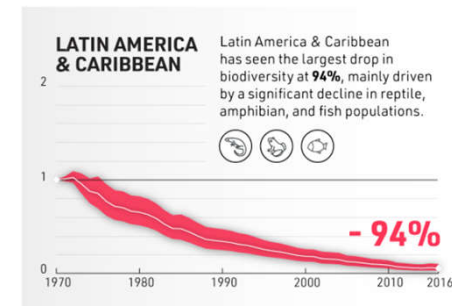


 **GBIF** Global Biodiversity Information Facility

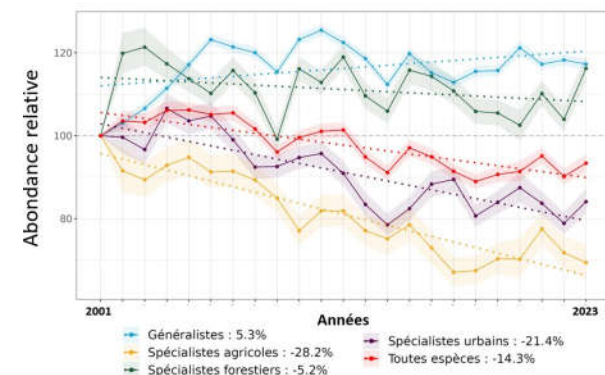
- Mais bon recul temporel

Suivis standardisés / abondance

- Sur espèces hétérogènes



- Ou toutes espèces



- Plus faible recul temporel

Quantification des extinctions à partir de données d'occurrence



Arnstein Staverløkk



Mathias Krumbholz



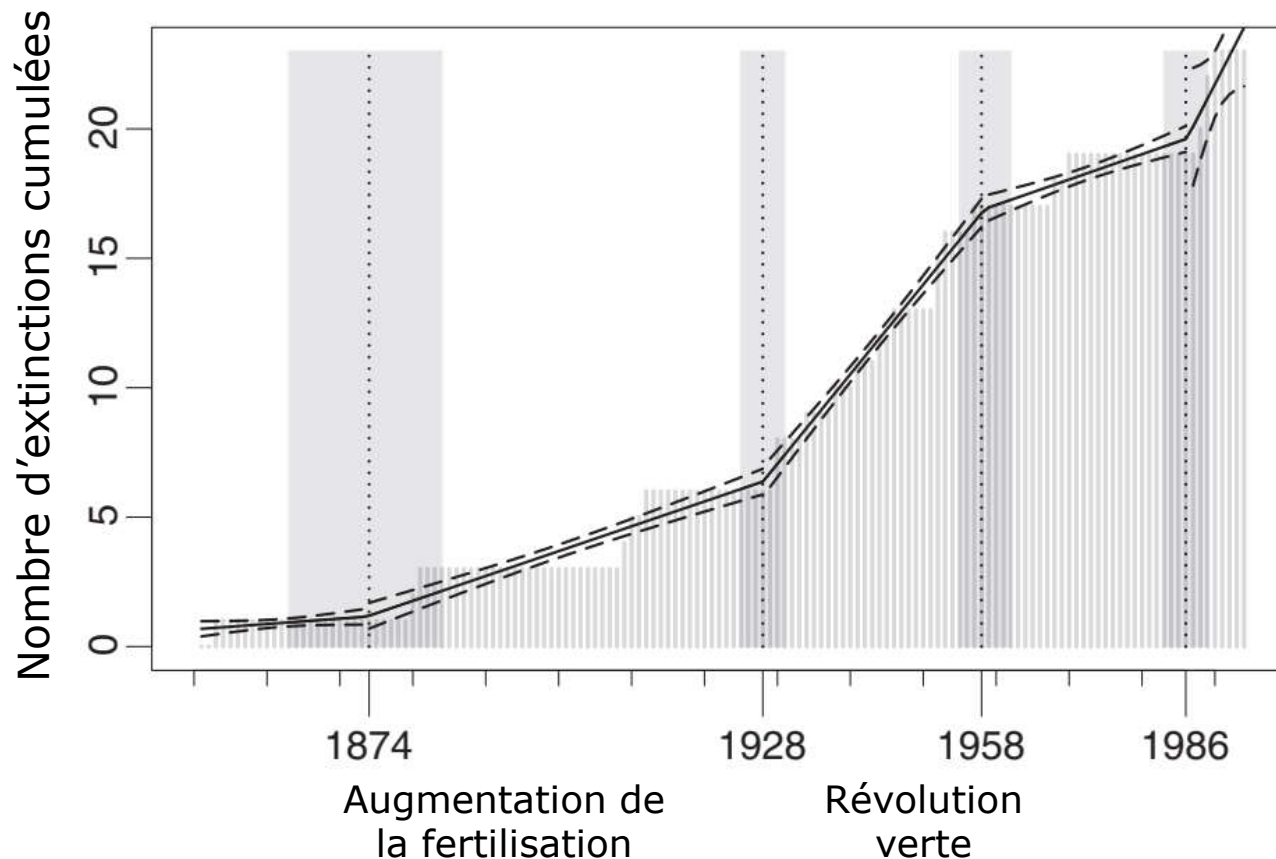
James K. Lindsey



Gilles San Martin

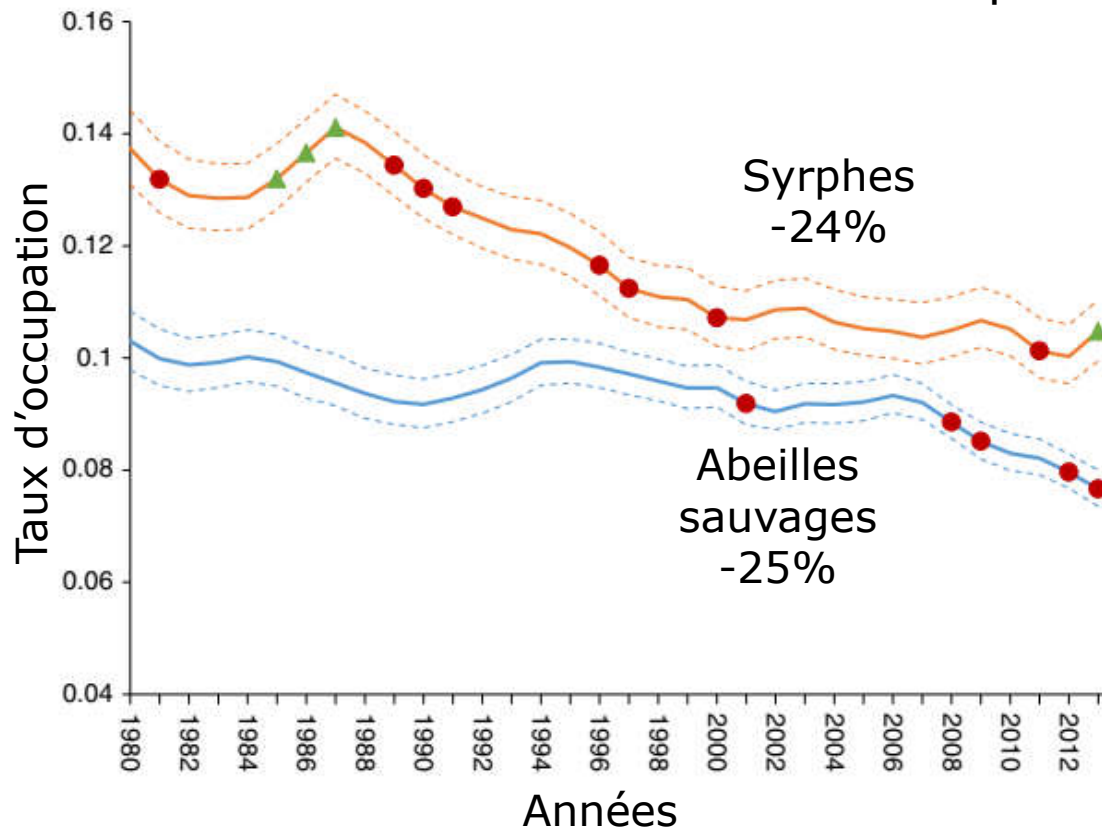


Ryan Hodnett

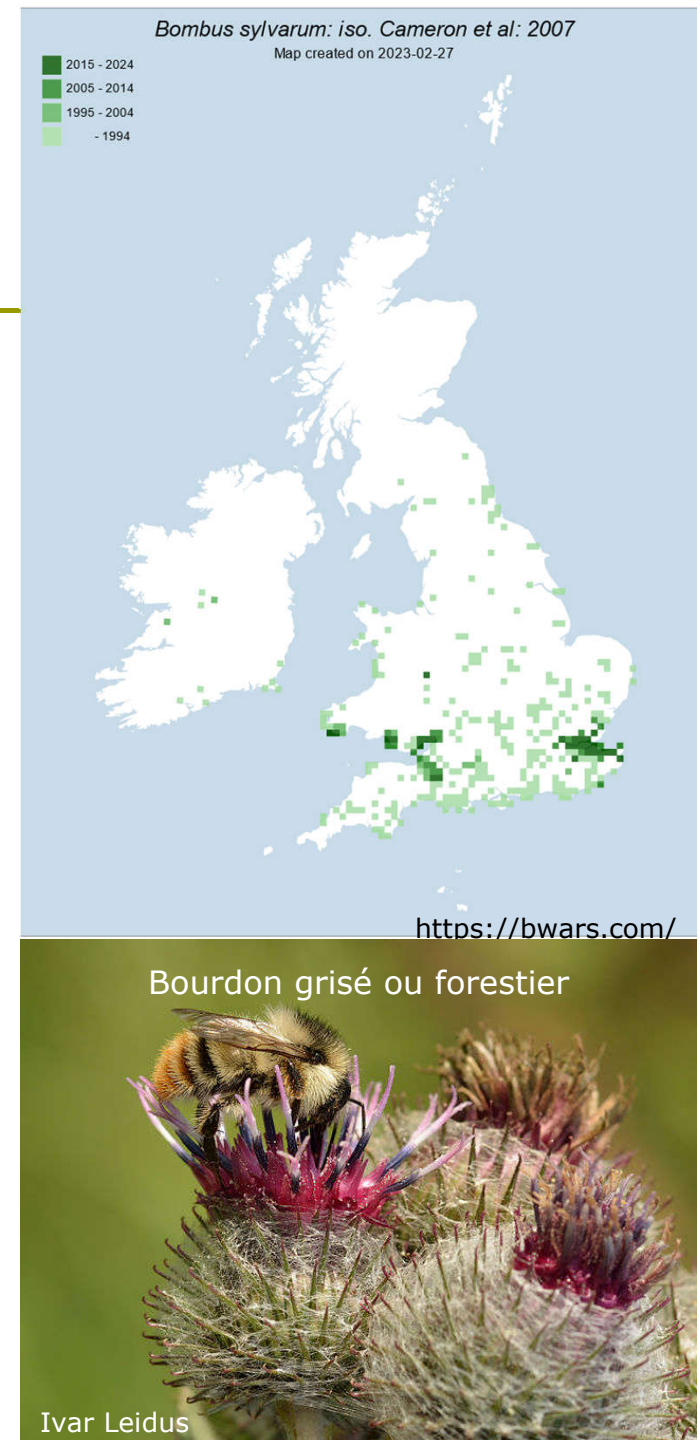


Tendances à partir des données d'occurrence

- Royaume-Uni, 715 000 données
 - 353 espèces
 - Correction des biais et des manques

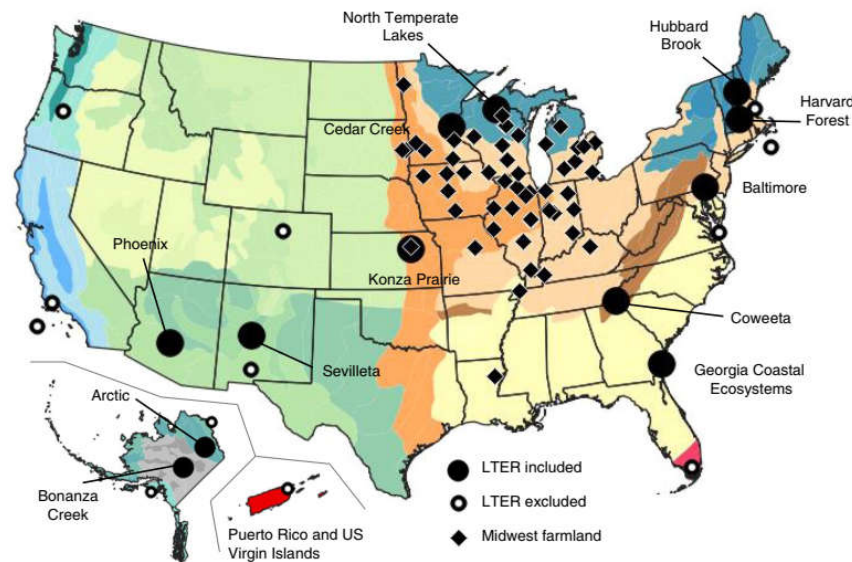


Powney et al. 2019

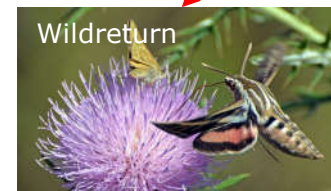
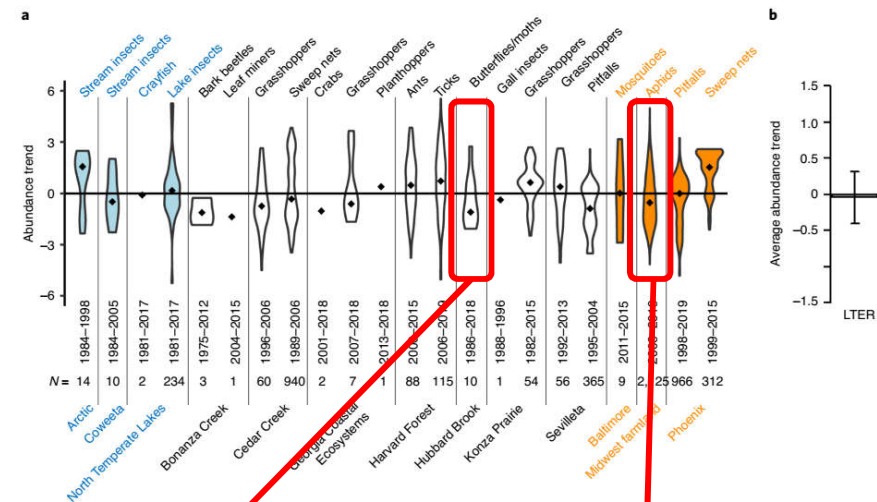


Compilation de données de suivi hétérogènes

- Plus de 5000 séries temporelles standardisées de 4 à 36 ans dans 68 sites de « Recherche Ecologique à Long Terme »



- Pas de diminution d'abondance en moyenne



Papillons de jour/de nuit



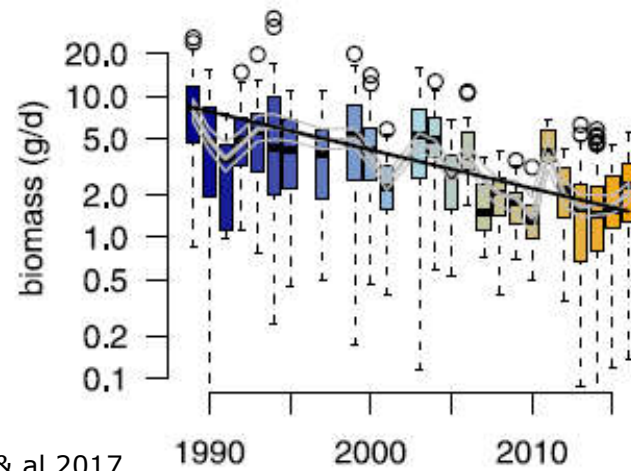
Pucerons

Suivis standardisés toutes espèces dans une zone homogène

▣ Pièges à interception

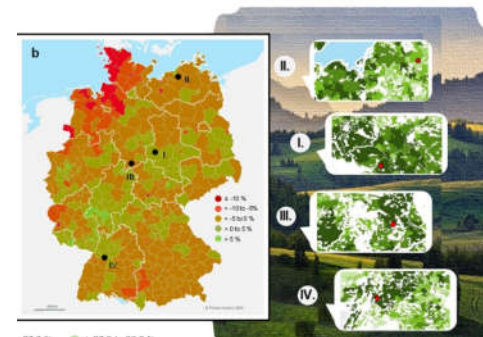


- -75% de biomasse en 27 ans



Hallmann & al 2017

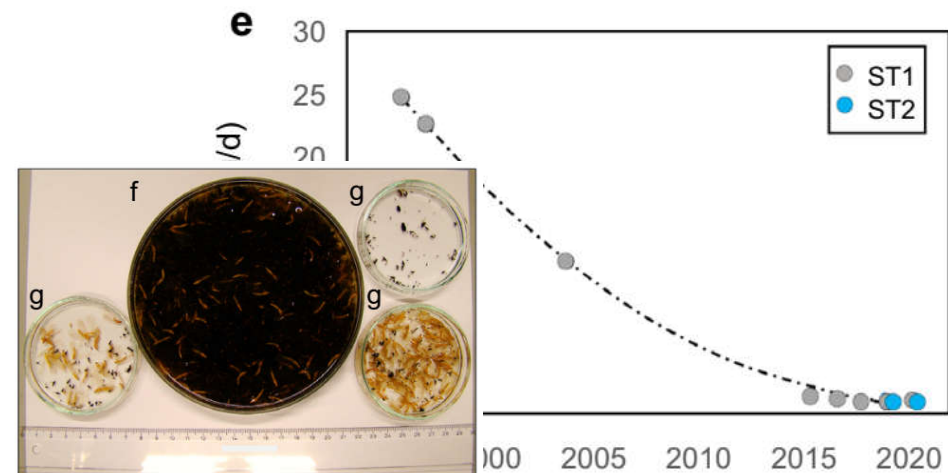
▣ Aspirateurs



Ziesche et & al 2023



- -95% de biomasse en 25 ans (sauf pucerons !)



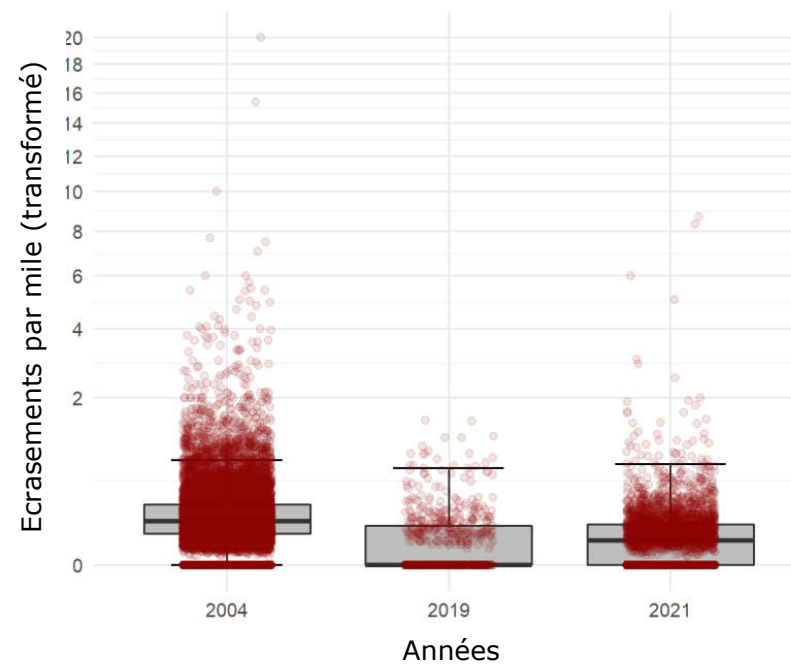
Programme de sciences participatives « Bugs matter »

- ▣ Diminution de l'abondance de 59% en 17 ans



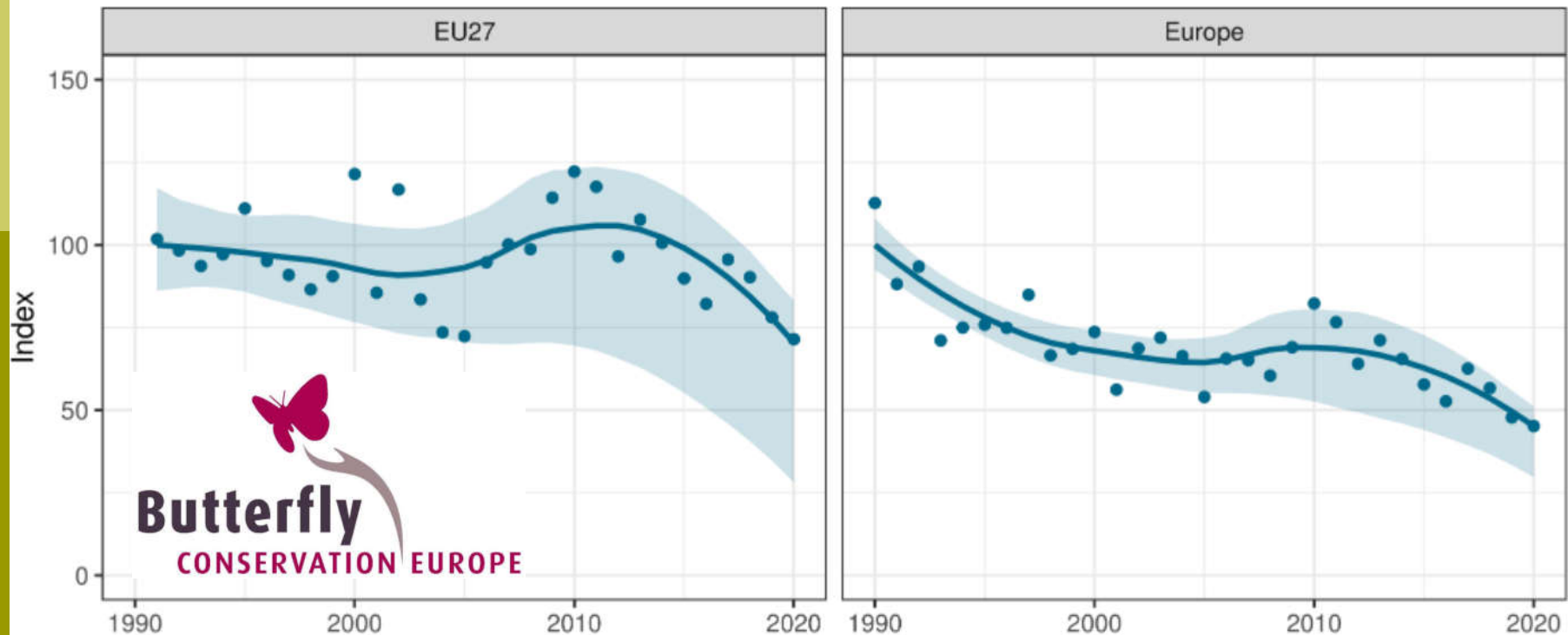
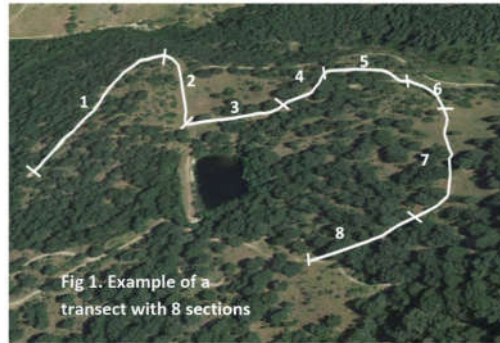
The Bugs Matter Citizen Science Survey: counting insect 'splats' on vehicle number plates reveals a 58.5% reduction in the abundance of actively flying insects in the UK between 2004 and 2021.

Lawrence Ball¹, Robbie Still¹, Alison Riggs², Alana Skilbeck¹, Matt Shardlow³, Andrew Whitehouse³, & Paul Tinsley-Marshall¹



Suivi européen des papillons de jour

□ Papillons de prairies



Encore quelques controverses

□ Sur les données hétérogènes

REPORT

Meta-analysis reveals declines in terrestrial but increases in freshwater insect abundances

Roel van Klink^{1,2,3,*}, Diana E. Bowler^{1,4,5}, Konstantin B. Gongalsky^{6,7}, Ann B. Swengel⁸, Alessandro Gentil...

+ See all authors and affiliations

Science 24 Apr 2020:
Vol. 368, Issue 6489, pp. 417-420
DOI: 10.1126/science.aax9931



Article | Published: 10 August 2020

No net insect abundance and diversity declines across US Long Term Ecological Research sites

Michael S. Crossley, Amanda R. Meier, Emily M. Baldwin, Lauren L. Berry, Leah C. Crenshaw, Glen L. Hartman, Doris Lagos-Kutz, David H. Nichols, Krishna Patel, Sofia Varriano, William E. Snyder & Matthew D. Moran

Nature Ecology & Evolution 4, 1368–1376(2020) | Cite this article



Article | Published: 17 February 2020

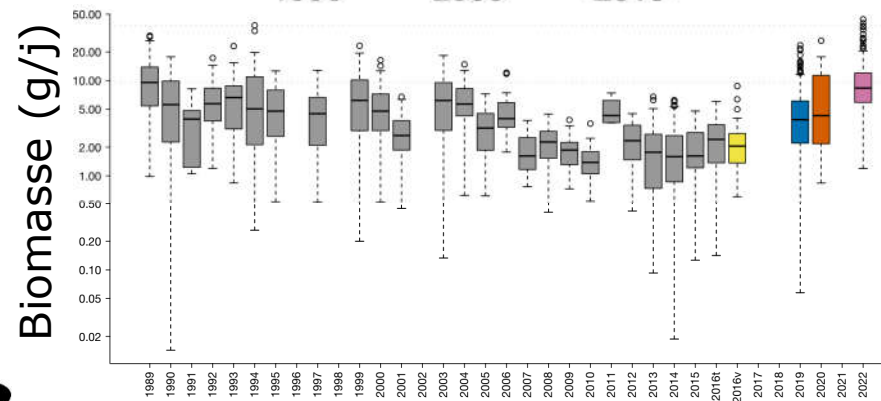
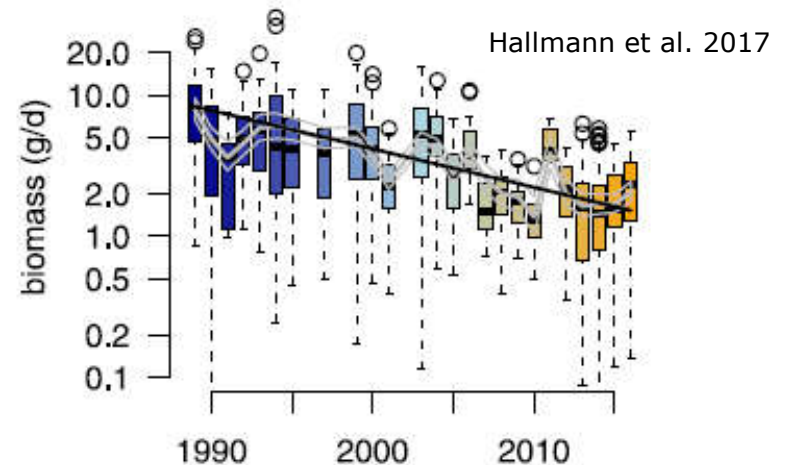
Complex long-term biodiversity change among invertebrates, bryophytes and lichens

Charlotte L. Outhwaite, Richard D. Gregory, Richard E. Chandler, Ben Collen & Nick J. B. Isaac

Nature Ecology & Evolution 4, 384–392(2020) | Cite this article

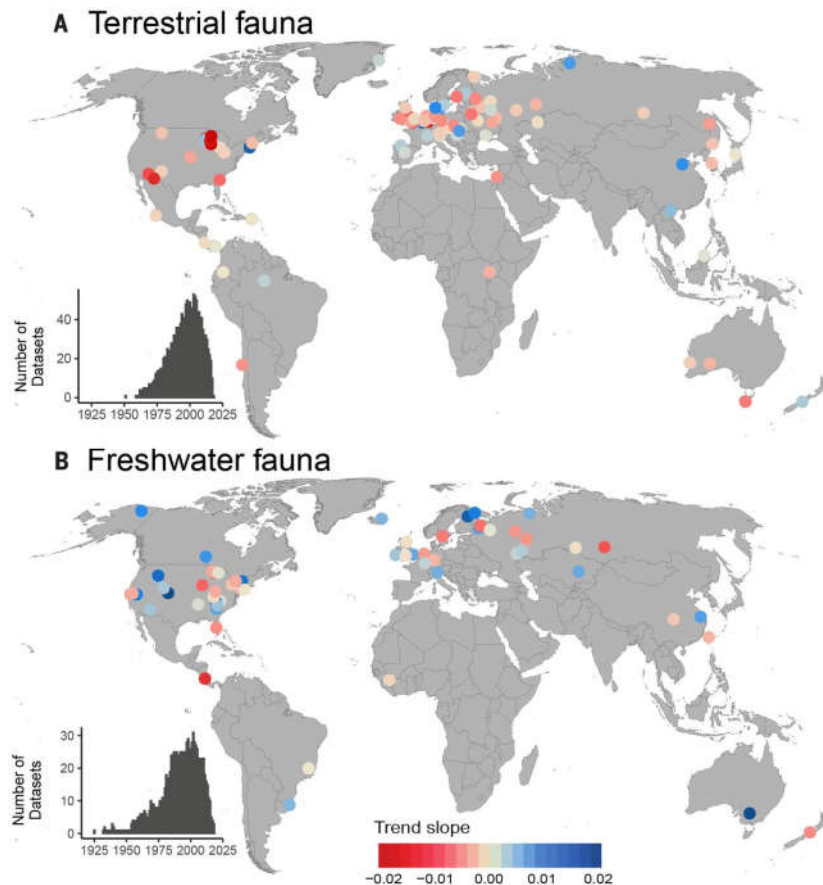


□ Et même sur les suivis standardisés

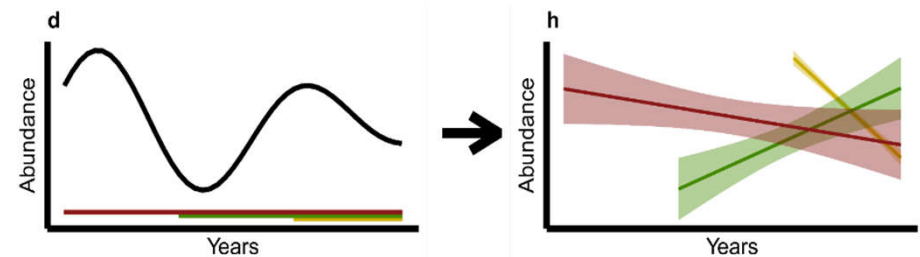


Nécessité d'inclure l'hétérogénéité dans les analyses (~corriger les biais)

- Hétérogénéité spatiale, écologique, taxonomique



- Hétérogénéité des dates de début de séries temporelles et non linéarité des tendances



Controversy over the decline of arthropods: a matter of temporal baseline?

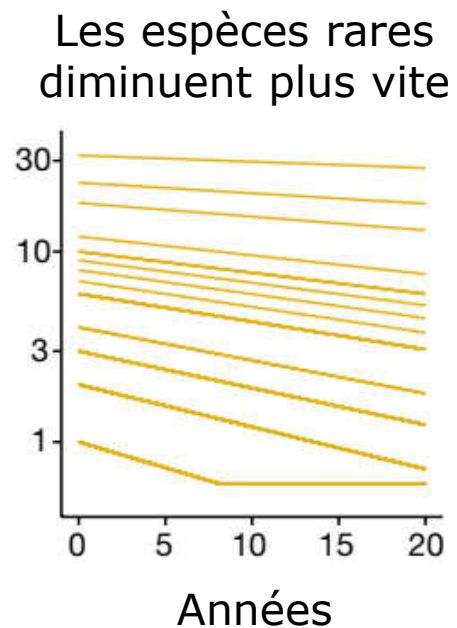
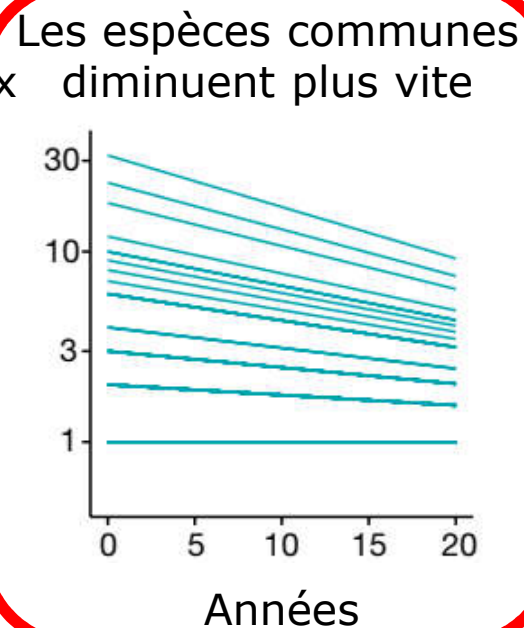
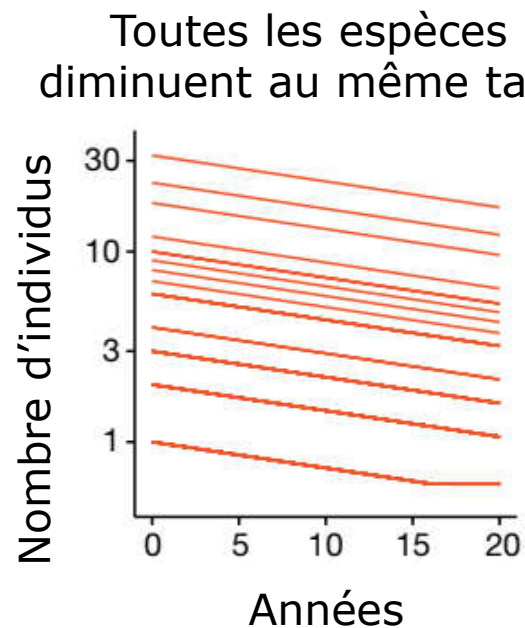
Duchenne, François¹; Porcher, Emmanuelle²; Mihoub, Jean-Baptiste²; Loïs, Grégoire^{2, 3}; Fontaine, Colin²

10.24072/pcjournal.131 - Peer Community Journal, Volume 2 (2022), article no. e33.

- Quand les effets spatiaux, taxonomiques, écologiques et de l'année de début sont inclus, plus de différence significative entre les études

Données de suivis hétérogènes

- Réanalyse de données de suivi
 - Trois scénarios



- La régression actuelle des communautés d'insectes est surtout due à l'effondrement des espèces communes

Conclusions partielles

- ❑ Beaucoup de non-linéarité et d'hétérogénéité dans les séries temporelles (région, dates, groupes taxonomiques...)
- ❑ Il reste très incertain d'inférer des tendances sur le long terme avec ces données
- ❑ Besoin de suivis standardisés

- ❑ Un consensus encore incomplet

Un grand nombre d'abeilles sauvages et de papillons ont connu des déclinés en termes d'abondance, de présence et de diversité aux échelles locale et régionale en Europe du Nord-Ouest et en Amérique du Nord (établi mais incomplet) ; les données concernant d'autres régions et groupes de pollinisateurs sont actuellement insuffisantes pour tirer des conclusions générales, bien que des déclinés locaux aient été signalés.



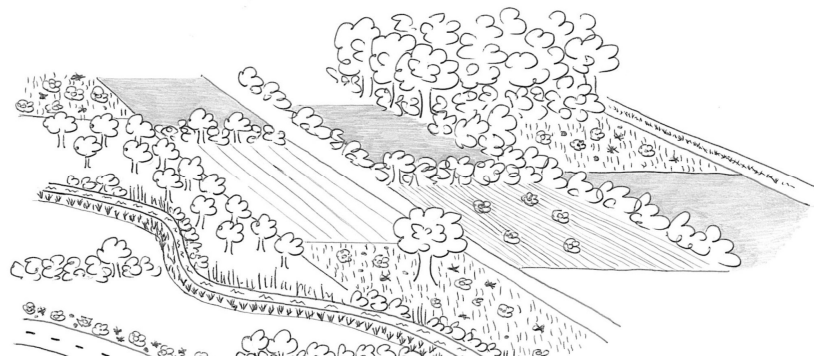
2016

Rapport d'évaluation sur
**LES POLLINISATEURS,
LA POLLINISATION
ET LA PRODUCTION
ALIMENTAIRE**

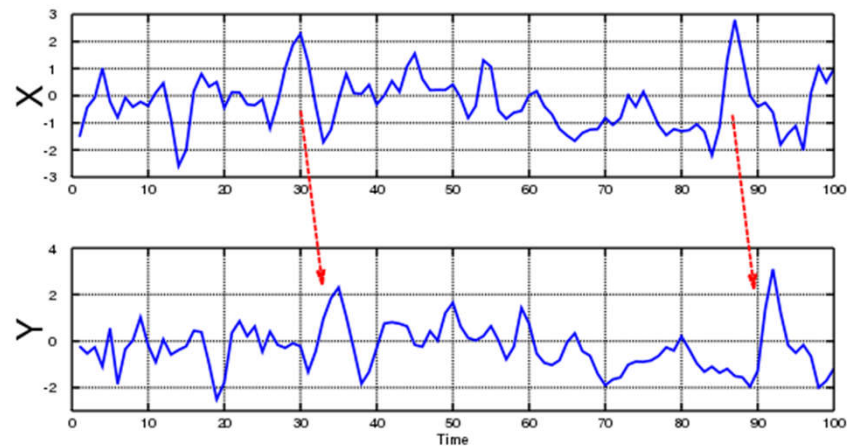
Quels mécanismes des changements des pollinisateurs ?

□ Quels mécanismes possibles ?

■ Ecologie des pollinisateurs

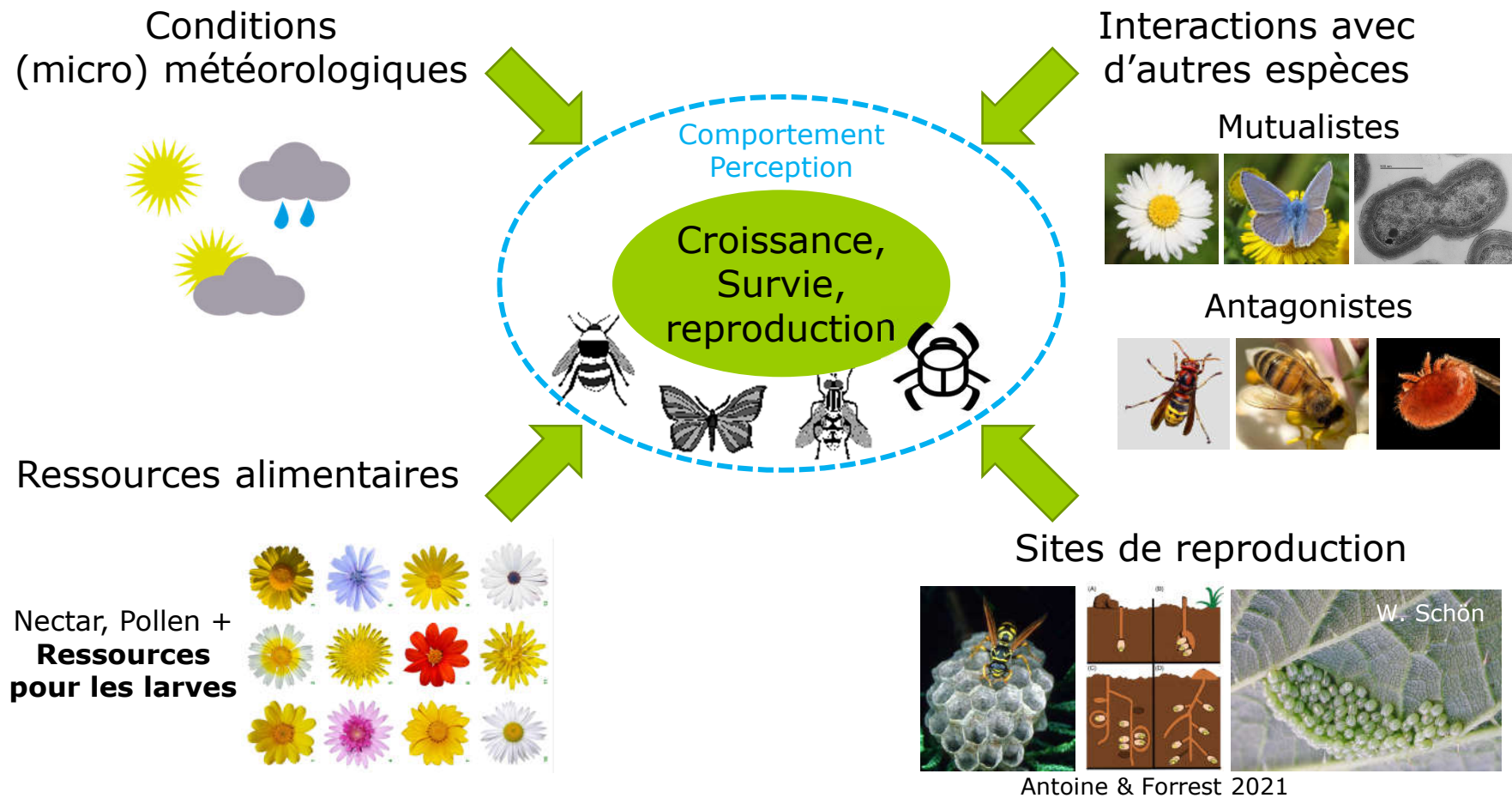


□ Comment les mettre en évidence ?



Niche écologique des pollinisateurs

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



Rappel : les pollinisateurs n'obtiennent pas que des ressources alimentaires des plantes

- Abri
- Médicaments
- Parfums
 - Abeilles euglossines
 - Orchidées Stanhopeinae et Catasetinae



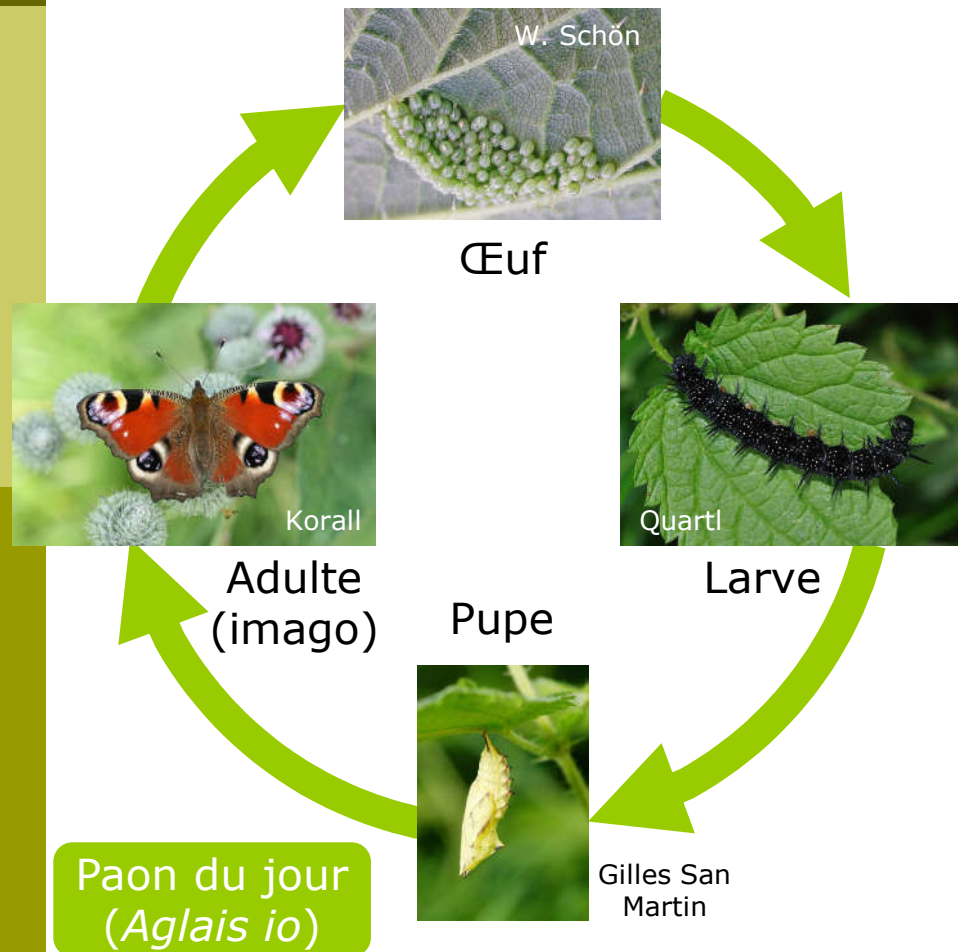
Coryanthes speciosa



Euglossa viridissima

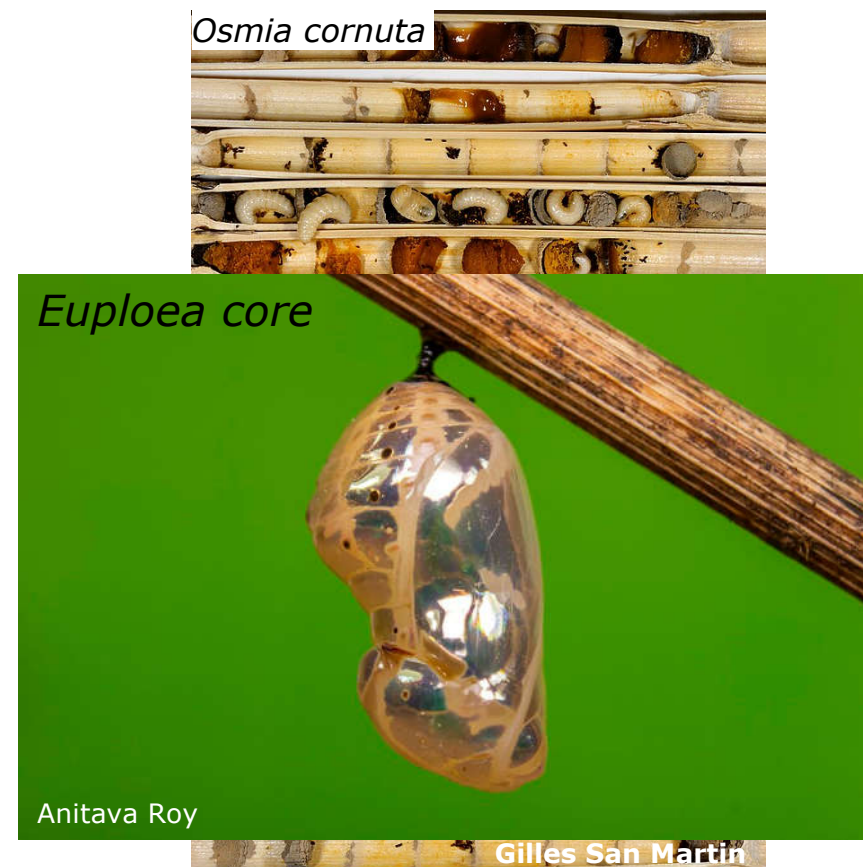
Diversité des niches écologiques des pollinisateurs

□ Liée au cycle de vie

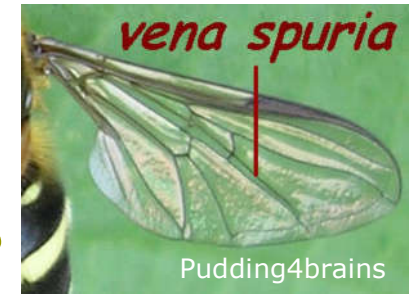


□ Liée à la reproduction

- Zone d'approvisionnement contrainte (nid)



Un exemple : diversité des écologies des larves de syrphes



Eristalis tenax, larves « queue de rat » ⇒ purins



Milesia crabroniformis ⇒ bois en décomposition



Volucella bombylans ⇒ nid de bourdons



Doros profuges ⇒ nid de fourmis



Merodon equestris ⇒ Bulbes de Liliacées



Episyrphus balteatus ⇒ Pucerons



Autre exemple : l'azuré des mouillères (*Phengaris alcon*)



- Chenille spécialiste d'une ou deux espèces de gentianes (*Gentiana pneumonanthe* et *Gentiana asclepiadea*)



- Chenilles élevées par des fourmis (*Myrmica* sp.)

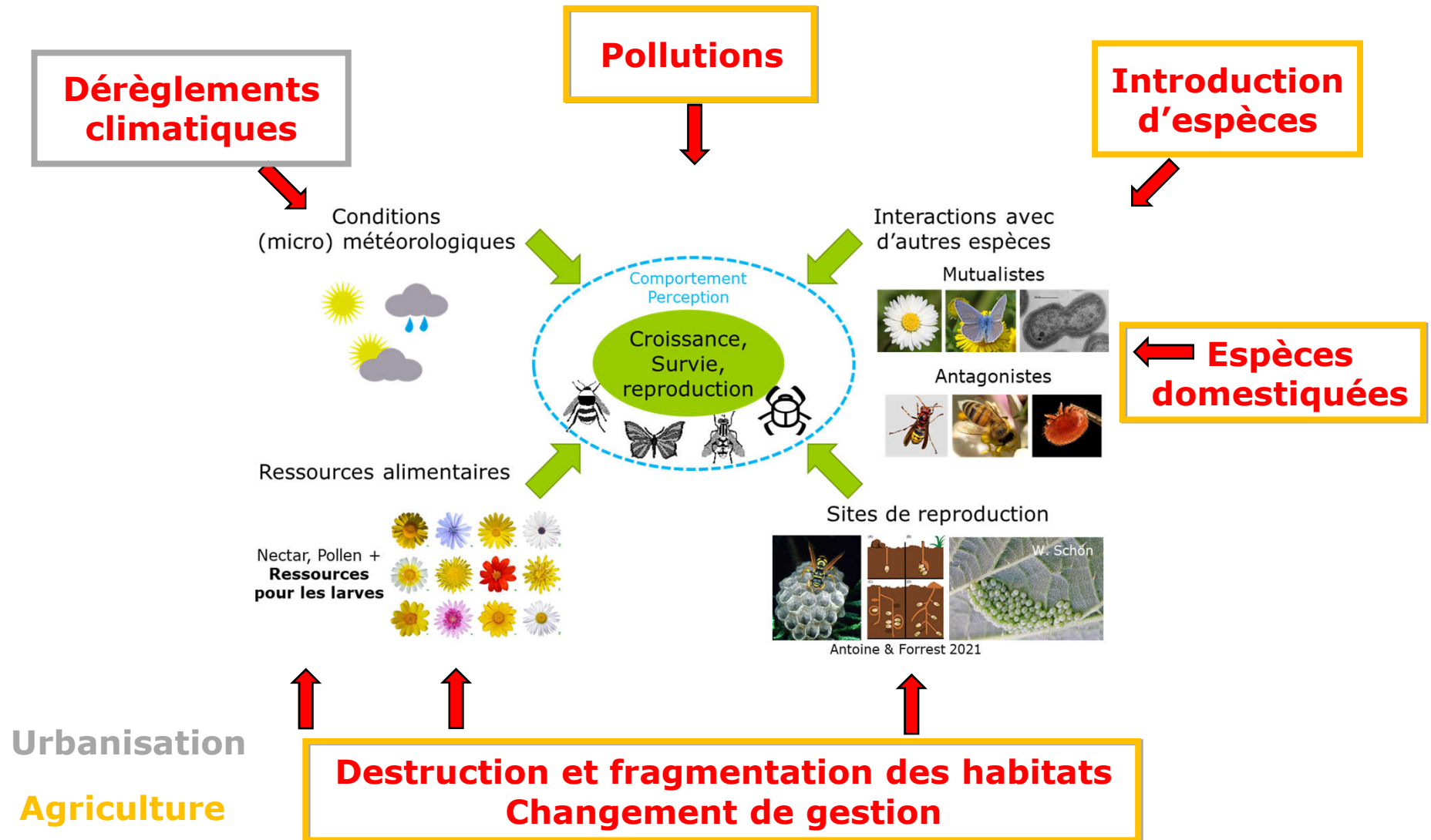


- Chenilles parasitées par la guêpe *Ichneumon eumerus*



Attention :
illustration =
I. insidiosus

Quels mécanismes en jeu ?

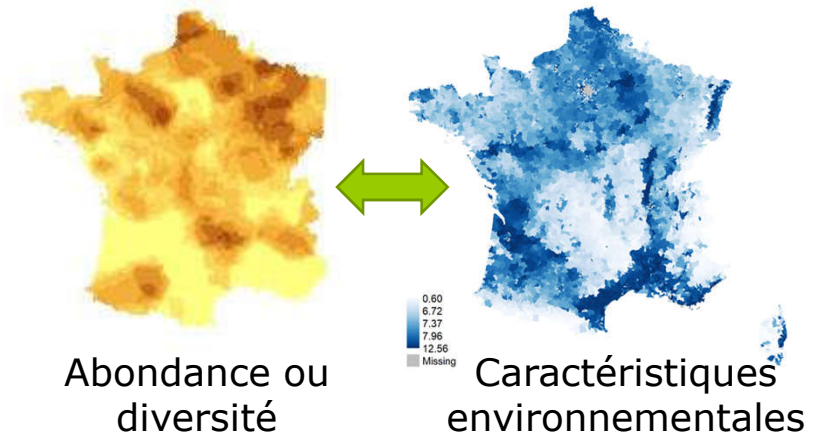


Comment identifier les mécanismes réellement à l'œuvre ?

□ Approches expérimentales



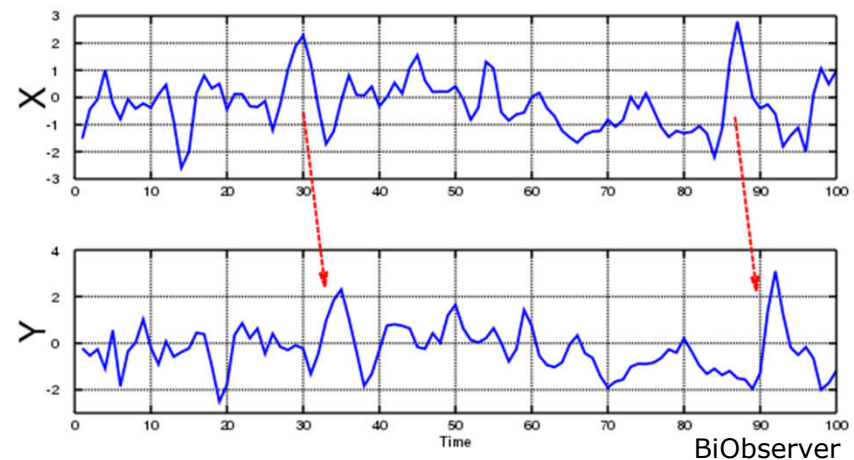
□ Approches corrélatives



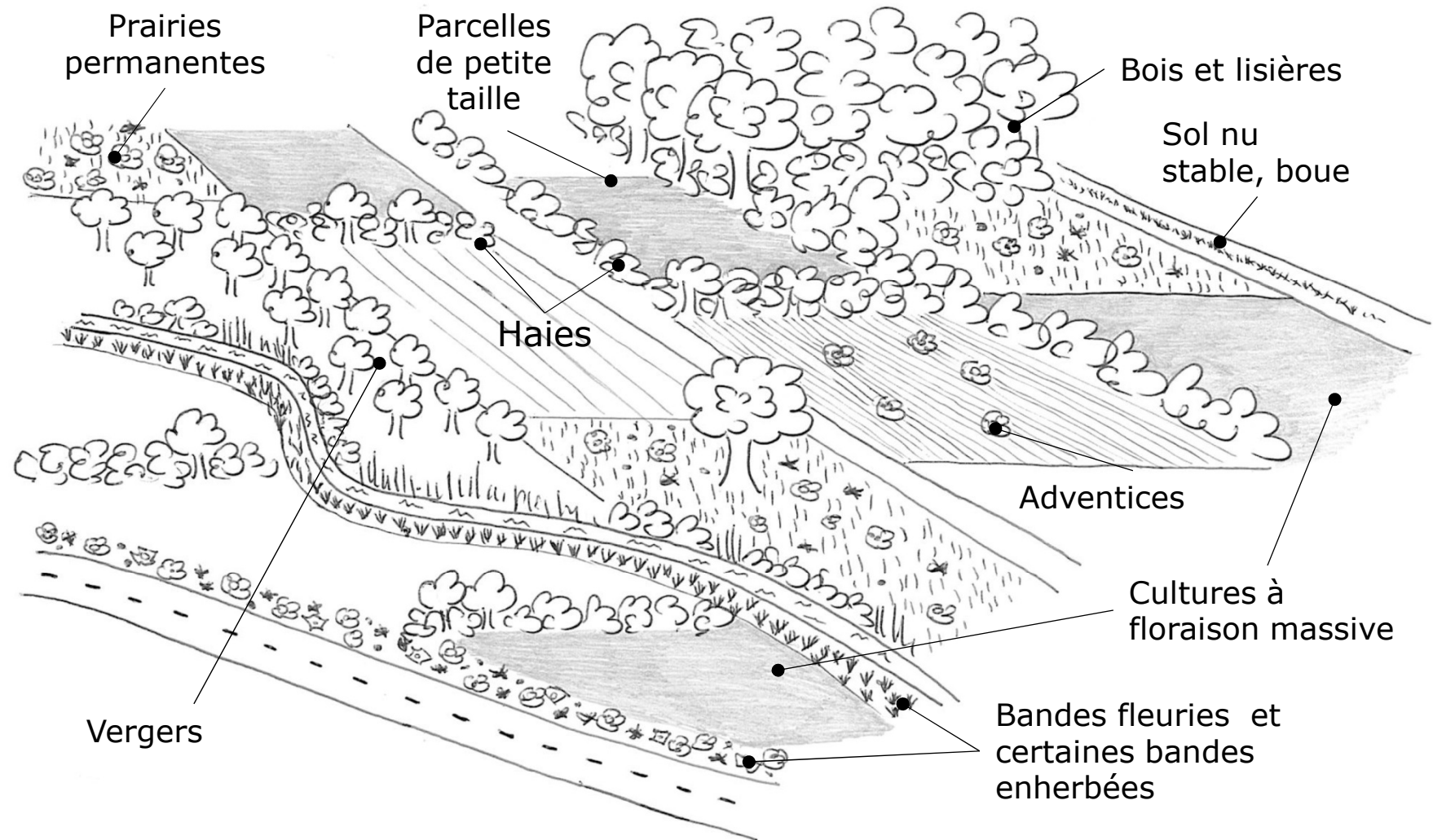
□ Approches par traits



□ Approches « causales »

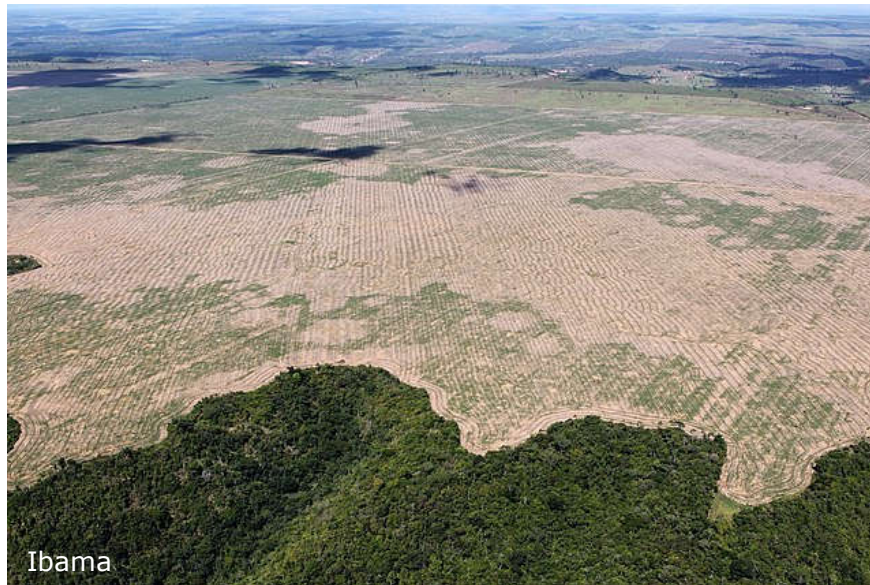


Rôle de l'occupation des sols : de quoi les pollinisateurs ont-ils besoin ?



Destruction des éléments (semi-)naturels des paysages

- ▣ Déforestation dans les zones tropicales



- ▣ Remembrement en Europe

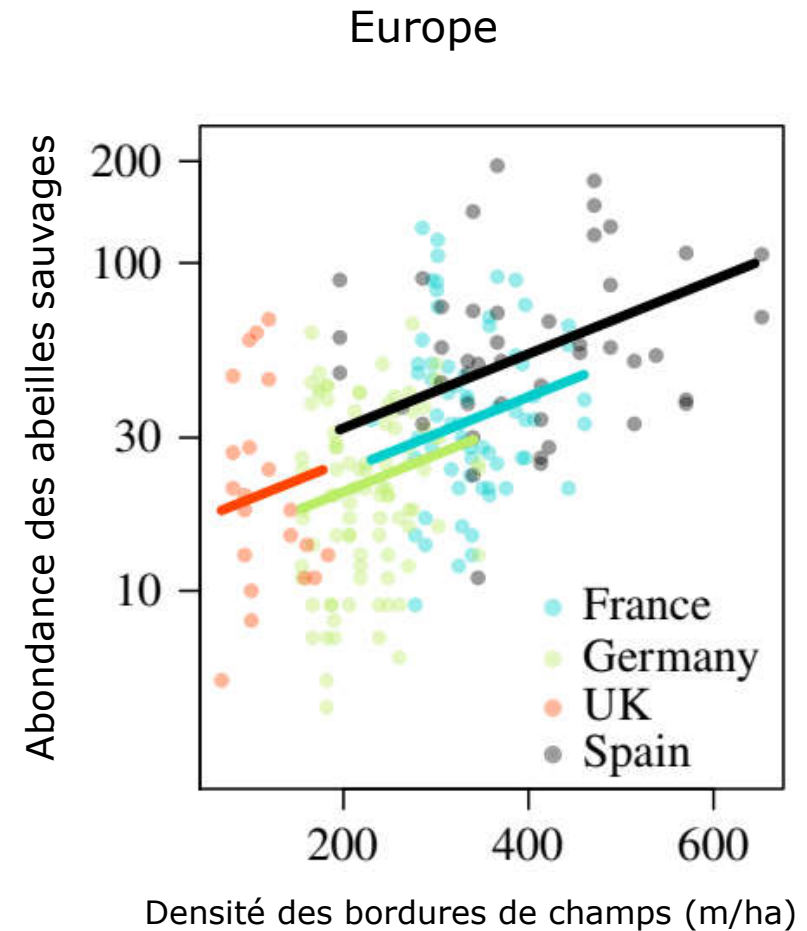
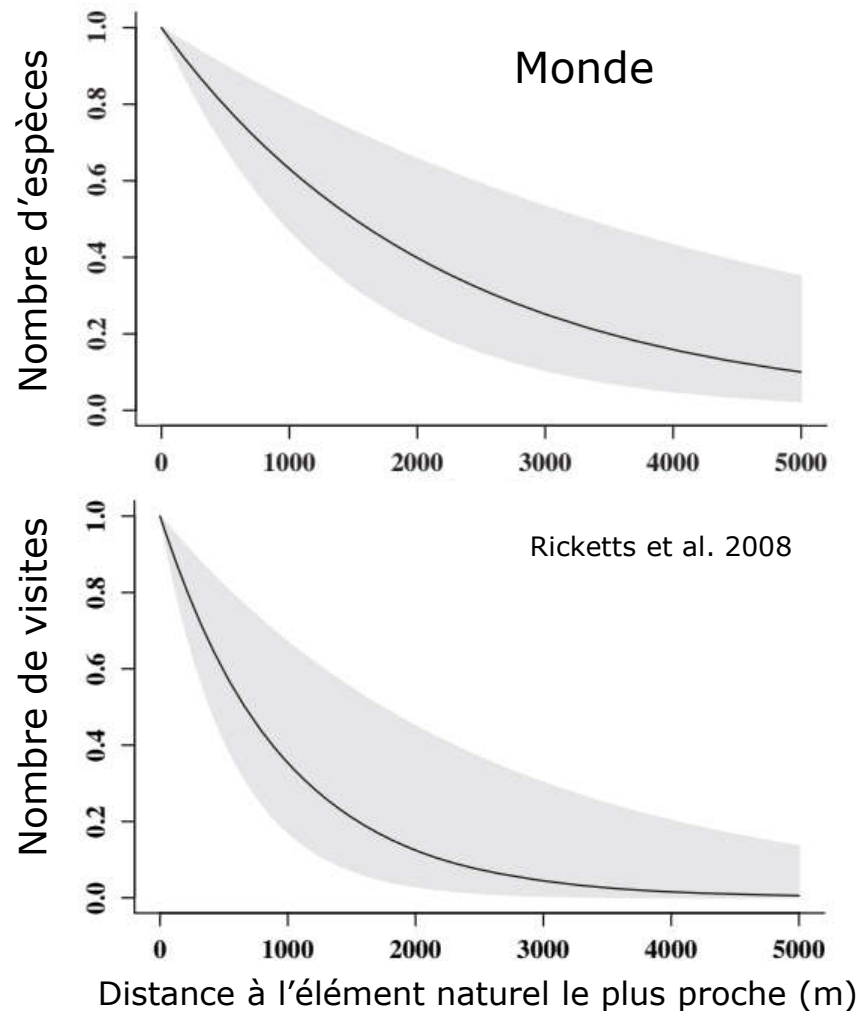


Urbanisation
partout



Effets positifs de la diversité des paysages et des éléments stables

□ Approches corrélatives

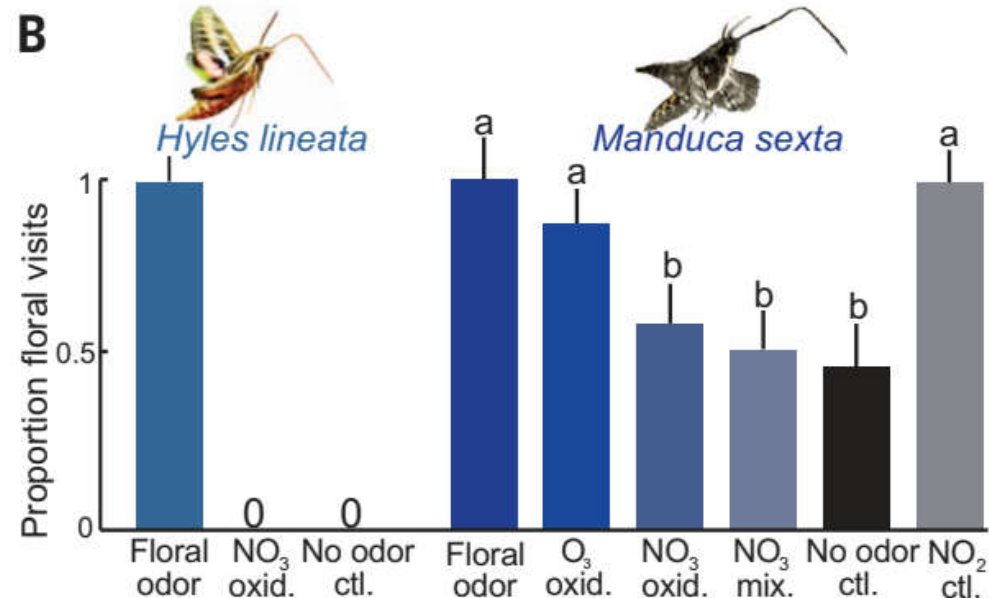
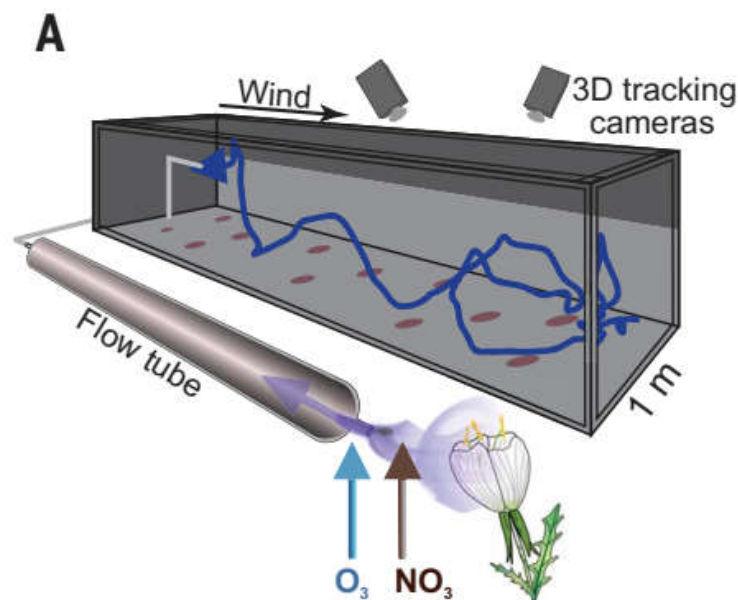
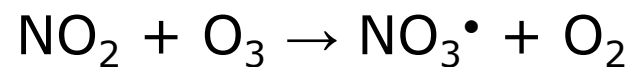


Changements de gestion de l'espace



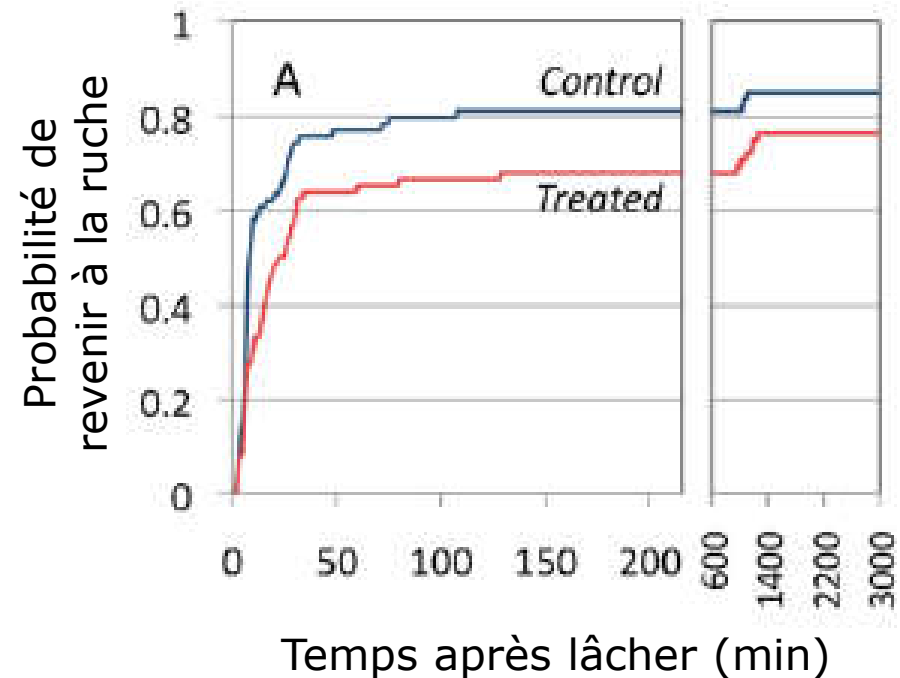
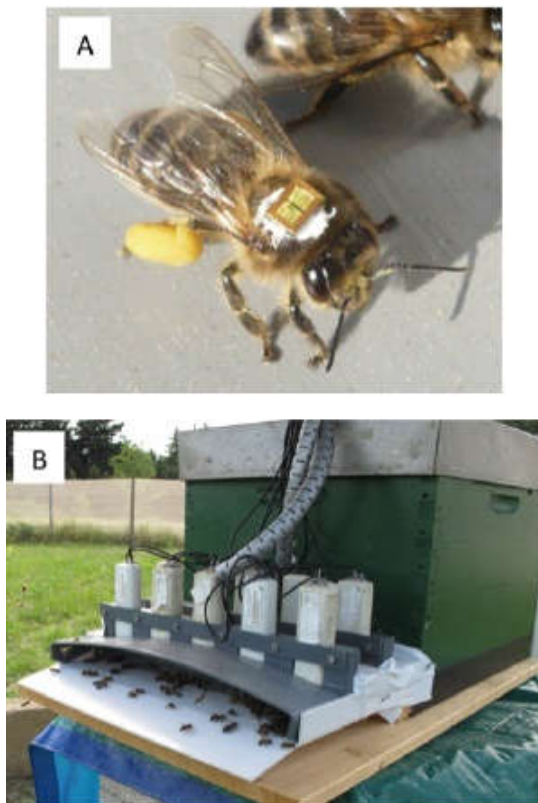
Approche expérimentale : pollutions

- Des mortalités directes, mais aussi des changements comportementaux et des perturbations de l'environnement
- Effet des radicaux nitrates sur les odeurs des fleurs la nuit



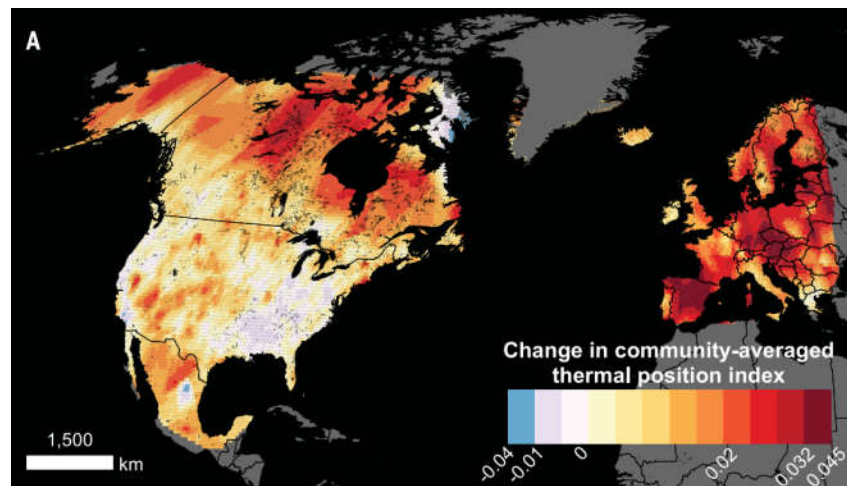
Approche expérimentale : le rôle récent des néonicotinoïdes

- ▣ Abeilles domestiques, France
 - Soumises à des doses réalistes (sub-létales) de thiaméthoxame

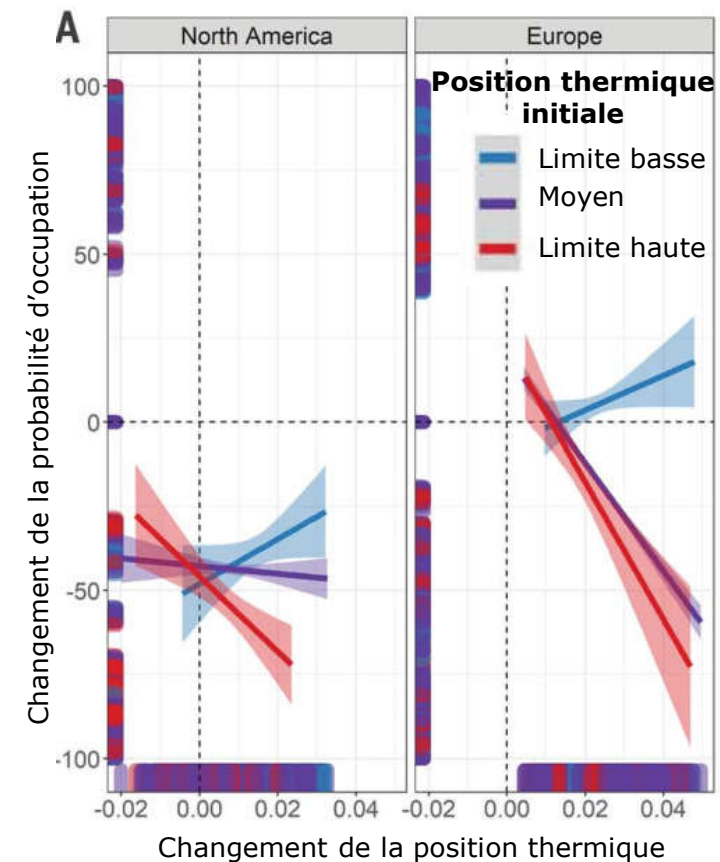


Dérèglements climatiques : changements d'occurrences

- Bourdons, USA et Europe
 - 550 000 données, 66 espèces
 - 1901-1974 vs. 2000-2015
- Les conditions climatiques se rapprochent des limites de tolérance
- Diminution des occurrences en fonction de la niche climatique

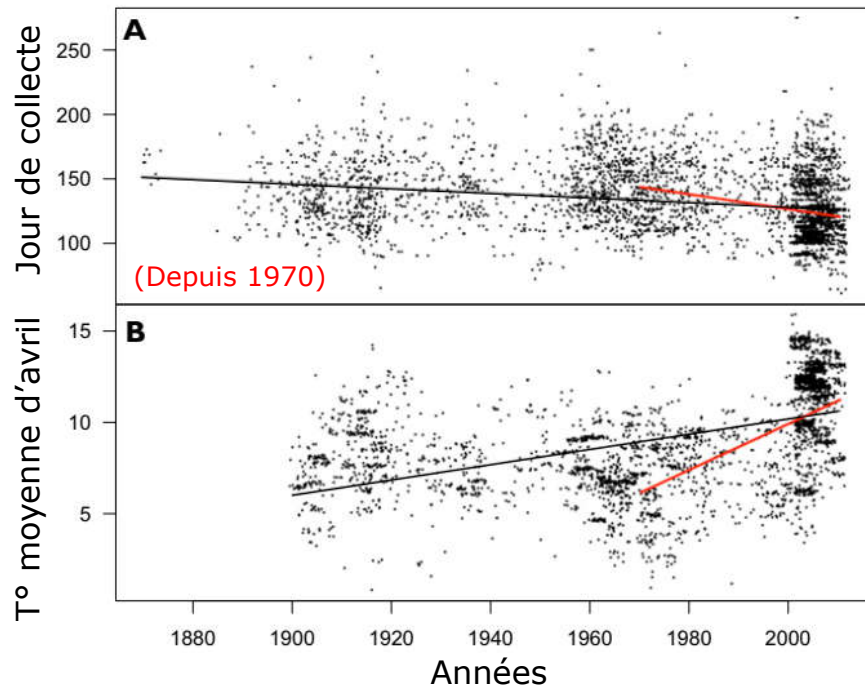


Changements de la distance à la limite de tolérance thermique



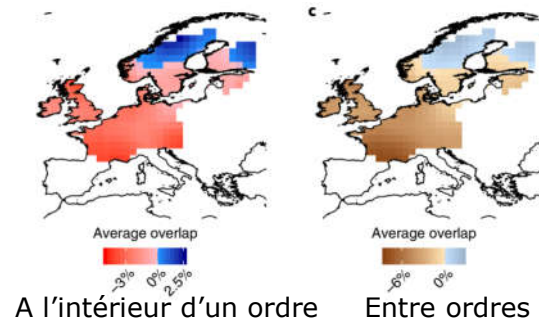
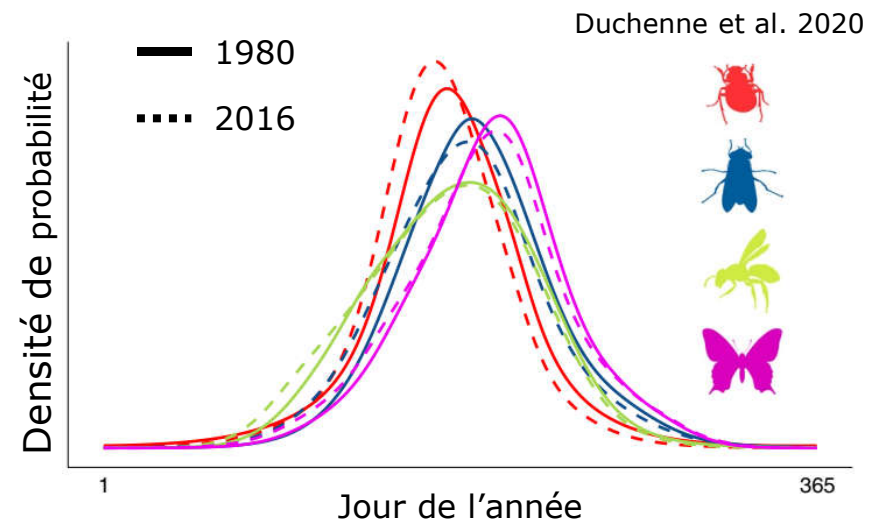
Dérèglements climatiques : changement des périodes d'activités

- Avancement de la date d'activité des pollinisateurs
 - NE des Etats-Unis, abeilles sauvages, 130 ans
 - 10 jours plus tôt en moyenne



Bartomeus et al. 2011

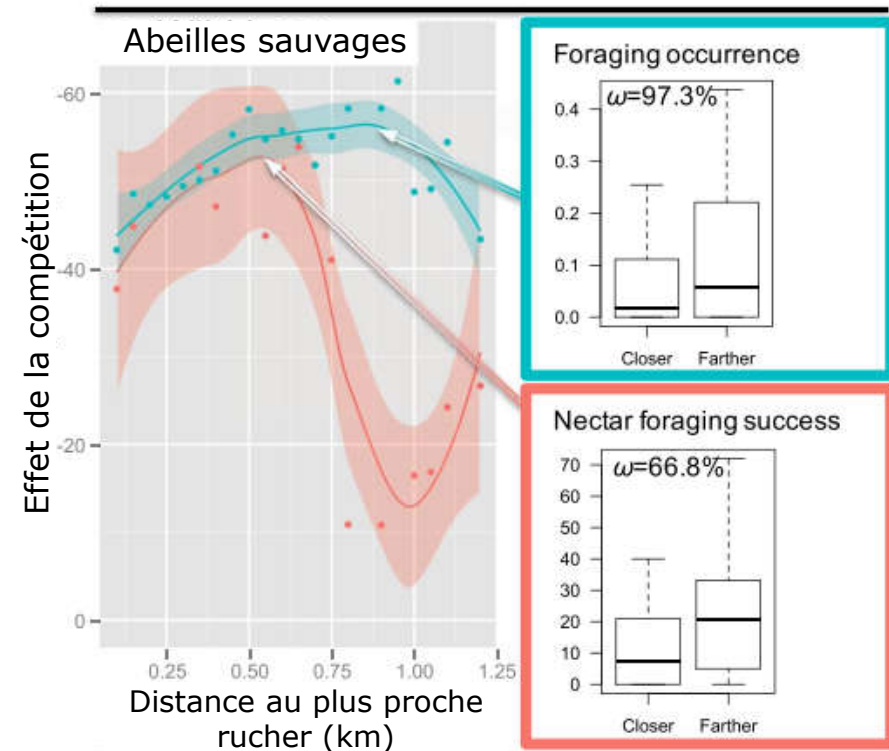
- Europe, principaux pollinisateurs, ~40 ans
 - 6 jours plus tôt en moyenne



Diminution du recouvrement moyen des phénologies ⇒ conséquences pour la pollinisation ?

Compétition entre abeilles domestiques et pollinisateurs sauvages ?

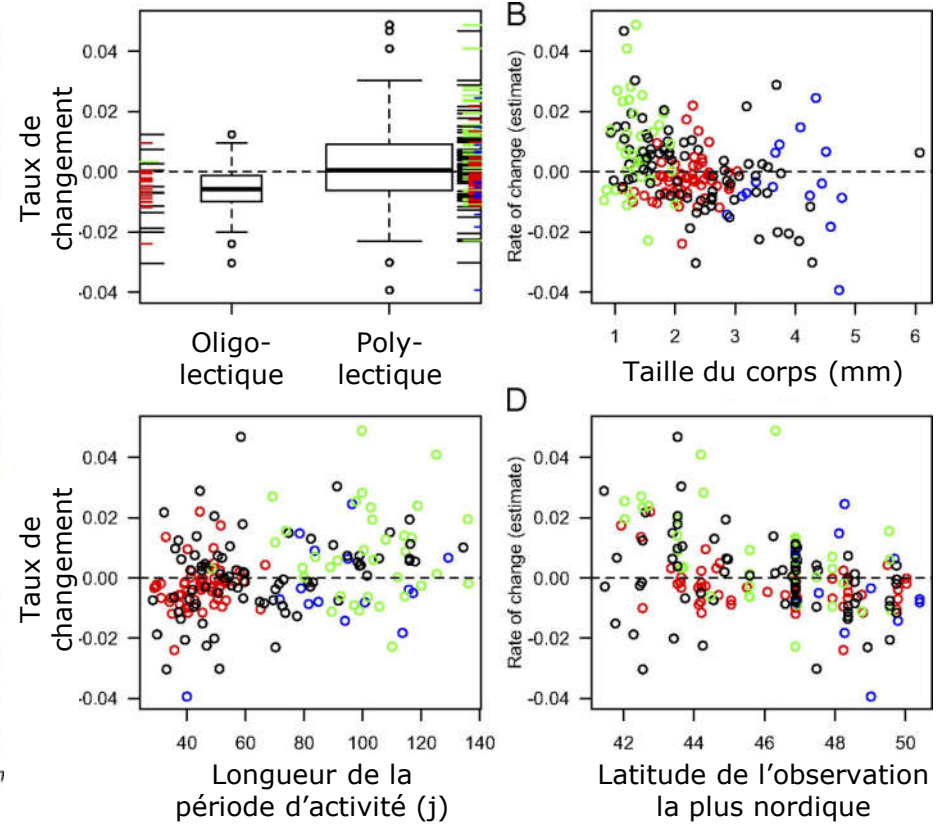
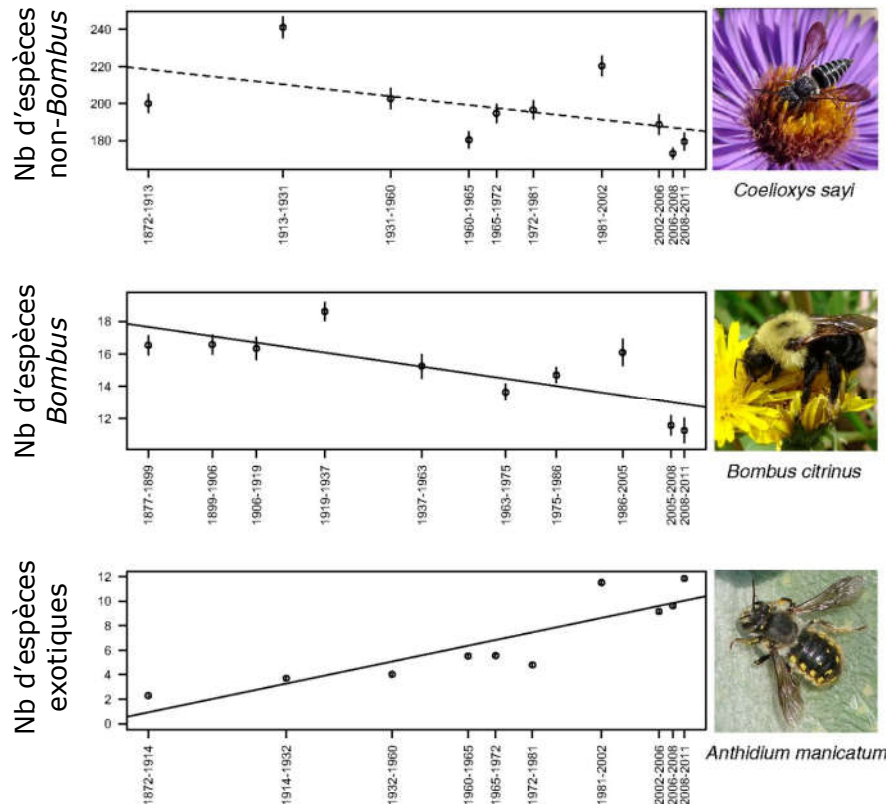
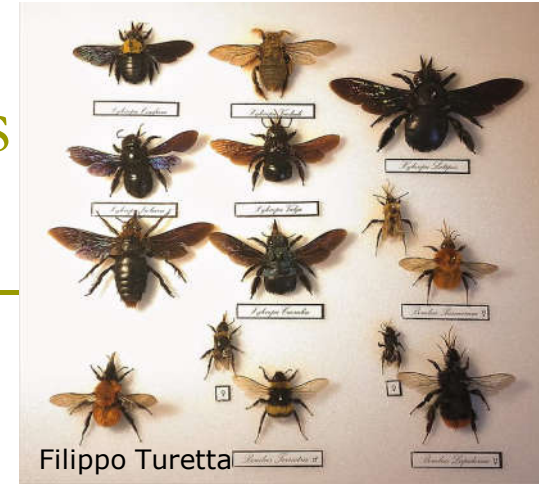
- Activité et approvisionnement en nectar par les abeilles sauvages
 - Romarin
 - Parc marin de la côte bleue



- Effets de compétition ⇒ attention à la densité des ruches, mais surtout : restaurer les ressources florales

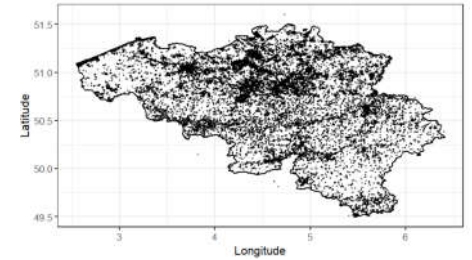
Attribuer les changements à différents mécanismes : approche par traits

- 30 000 spécimens de collections, 438 espèces, 140 ans

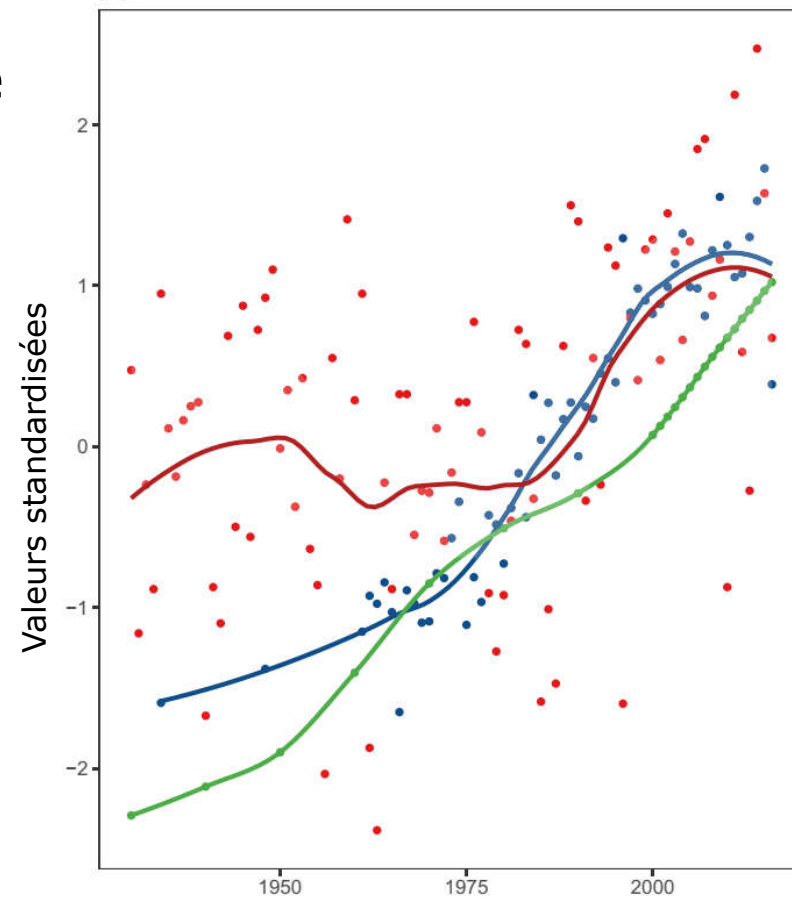
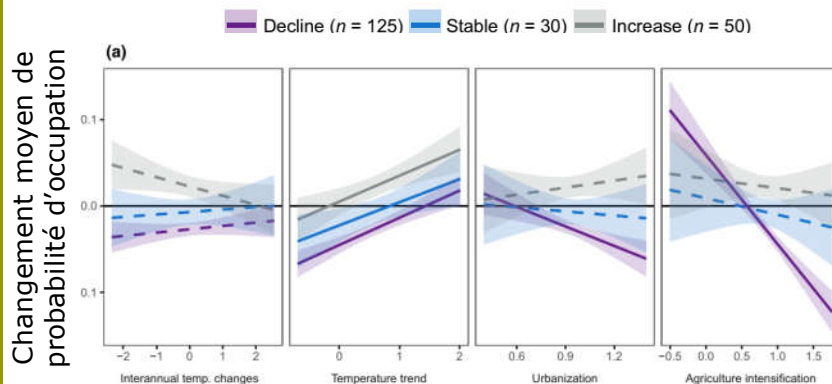
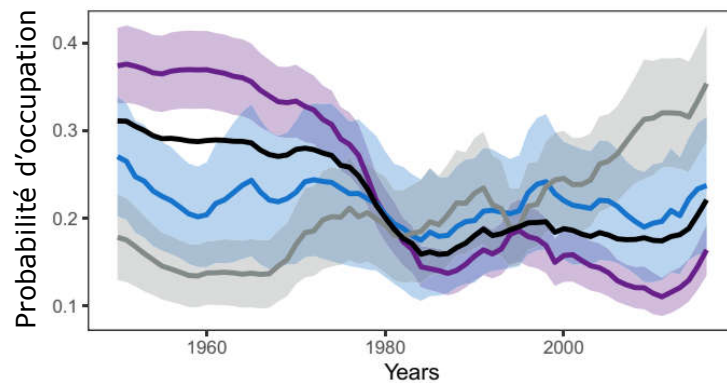


● *Bombus* ● *Andrena* ● *Lasioglossum* ● Autres

Attribuer les changements à différents mécanismes : approche causale



- ▣ Abeilles sauvages, Belgique
- ▣ L'intensification agricole est le premier facteur de déclin



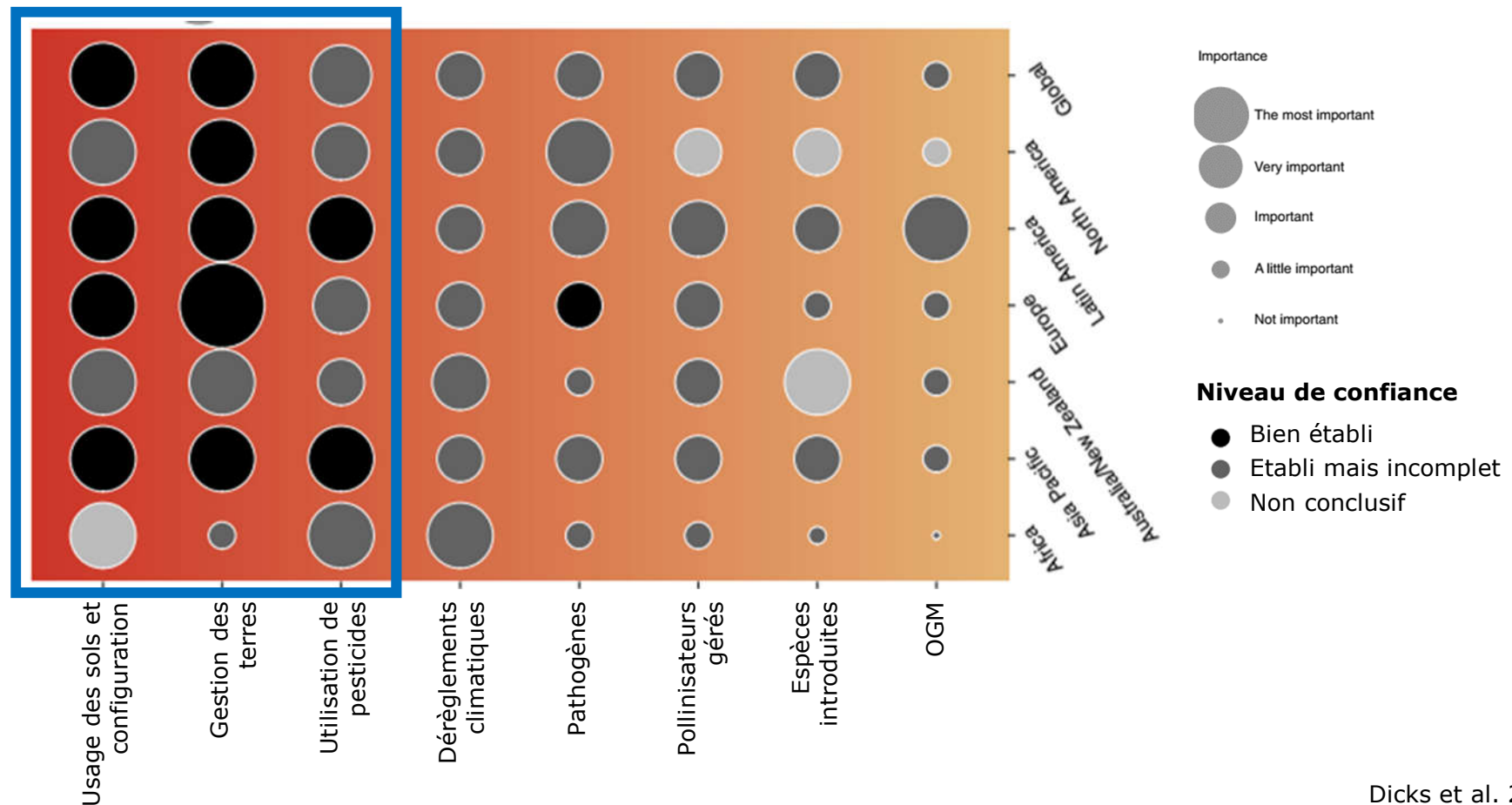
Intensité de l'agriculture

Température

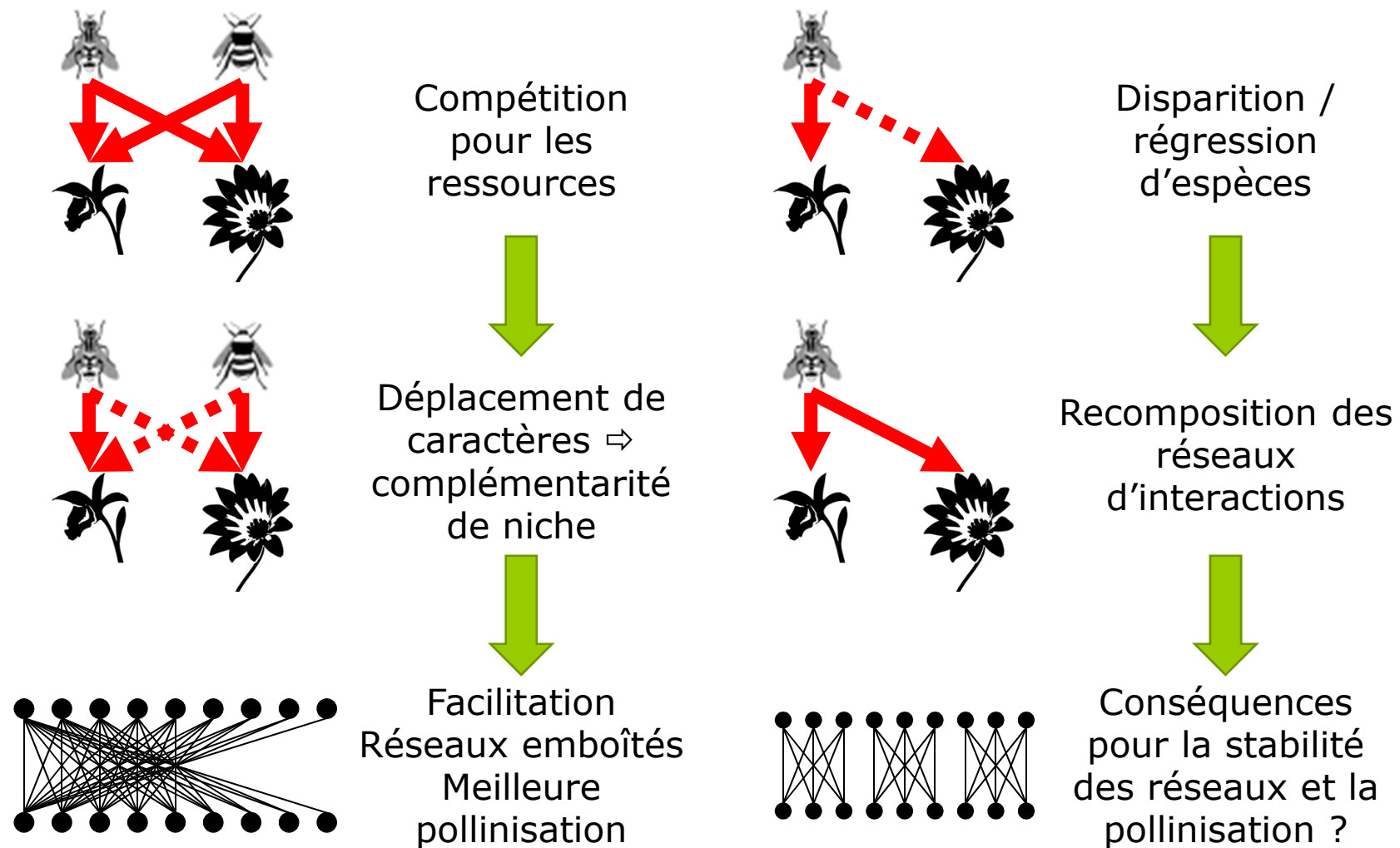
Surface urbanisée

Bilan des contributions relatives

- Utilisation des terres et pesticides
 - Dérèglements climatiques à venir

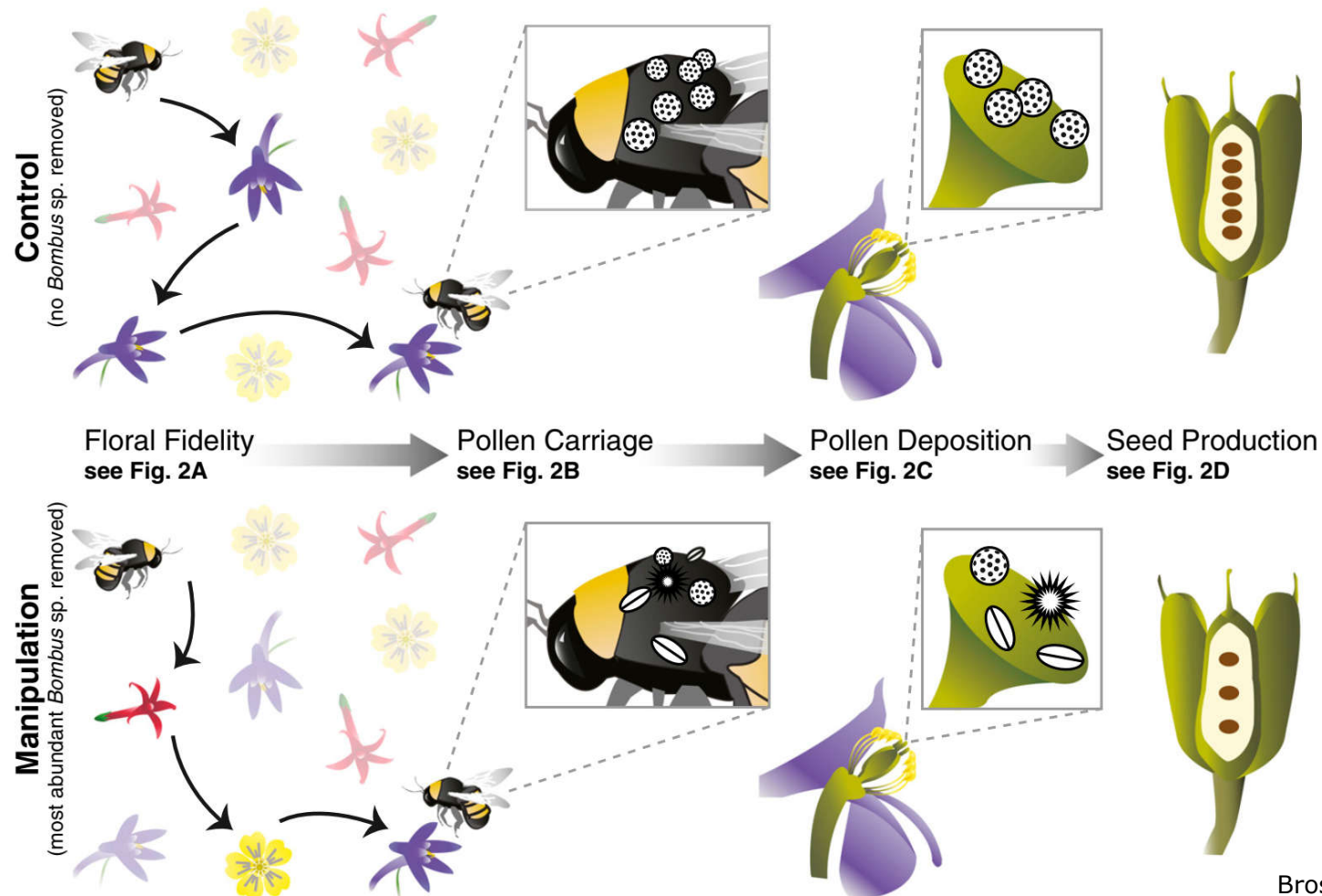


Conséquences des changements des pollinisateurs



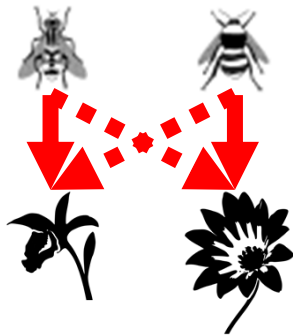
Retour de la compétition entre plantes quand un pollinisateur disparaît

- Augmentation des transferts de pollen entre espèces



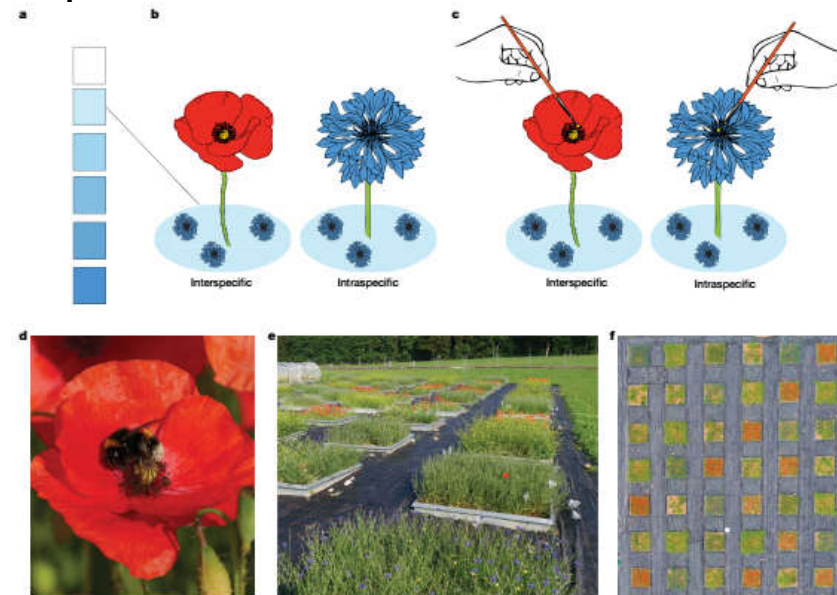
Déstabilisation des coexistences entre plantes

- Théorie de la niche en écologie
 - Deux espèces en compétition peuvent coexister si la compétition entre espèces est plus faible que la compétition entre individus d'une même espèce



Différentiation de niche \Rightarrow coexistence possible

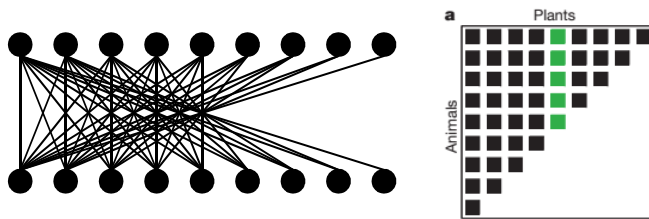
- Estimation des compétitions entre espèces et entre individus de la même espèce avec le cortège de pollinisateurs actuel



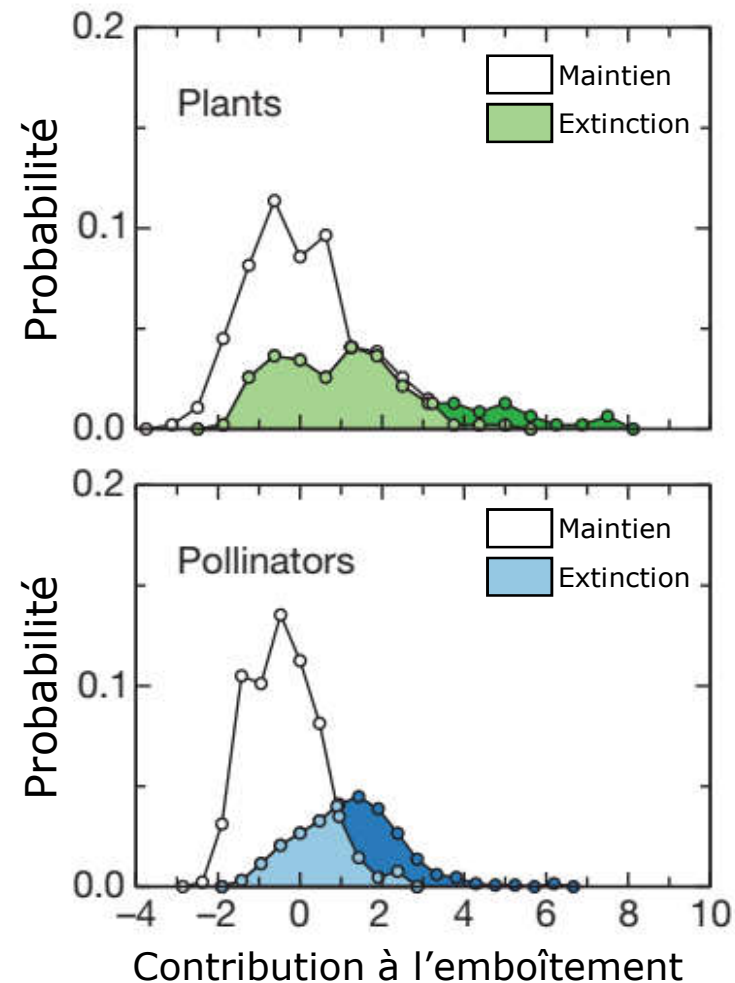
- \Rightarrow En général, la compétition déstabilise la coexistence des espèces de plantes

Influence des extinctions sur la structure et la stabilité des réseaux d'interactions

- Analyse de 20 réseaux plantes/pollinisateurs
 - Mesure de la contribution des espèces à l'emboîtement



- La disparition d'espèces contribuant beaucoup à l'emboîtement diminue la persistance du réseau
- Les espèces contribuant le plus à l'emboîtement des réseaux sont les plus susceptibles de disparaître



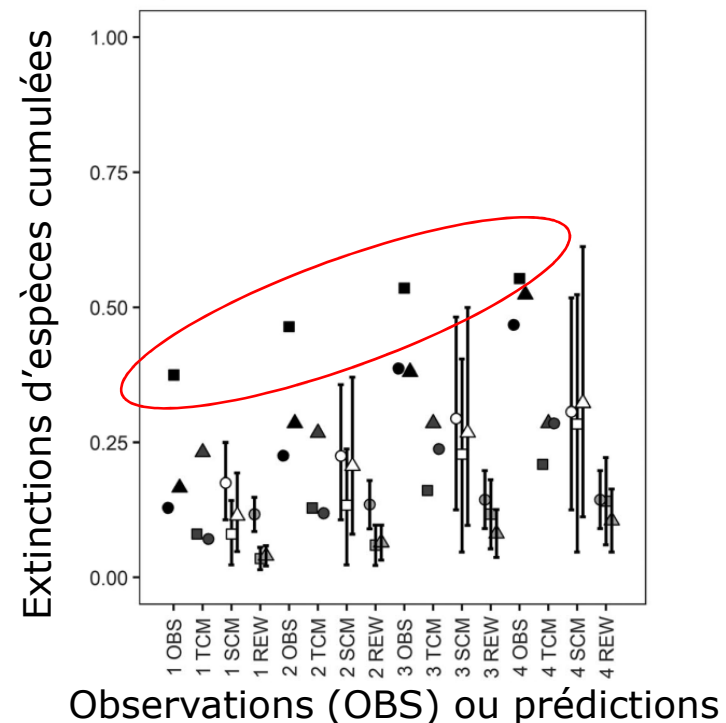
Un test expérimental de l'effet des interactions

- Test de « tolérance aux attaques »
 - Prairies isolées
 - Suppression successive des 4 espèces de plantes les plus généralistes



- Suivi des réseaux d'interactions, comparaison avec prédictions théoriques

- Extinctions toujours plus élevées que les prédictions
 - Réseaux moins emboîtés, plus modulaires...



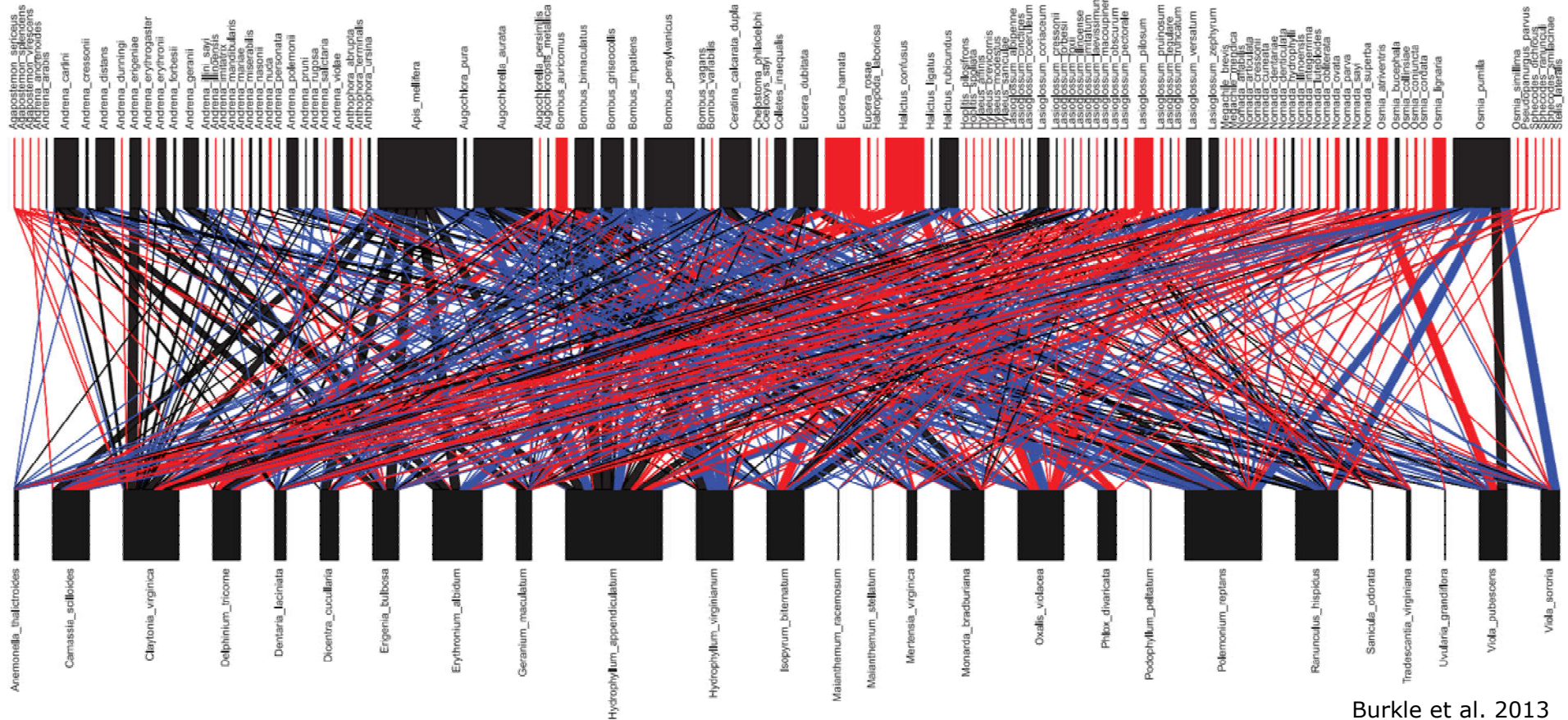
Recomposition des réseaux d'interactions dans la nature



- Réseau étudié à 120 ans d'écart (Charles Robertson, fin 19^e)
 - Réseau moins emboîté

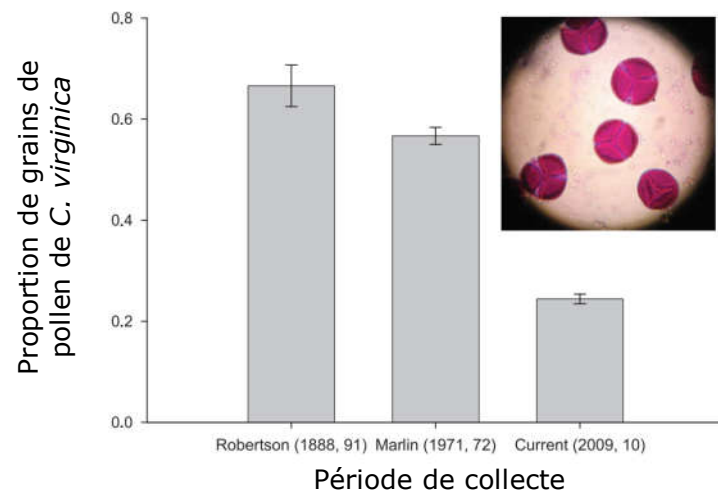


■ Lien disparu car espèce disparue
■ Lien disparu pour d'autres raisons

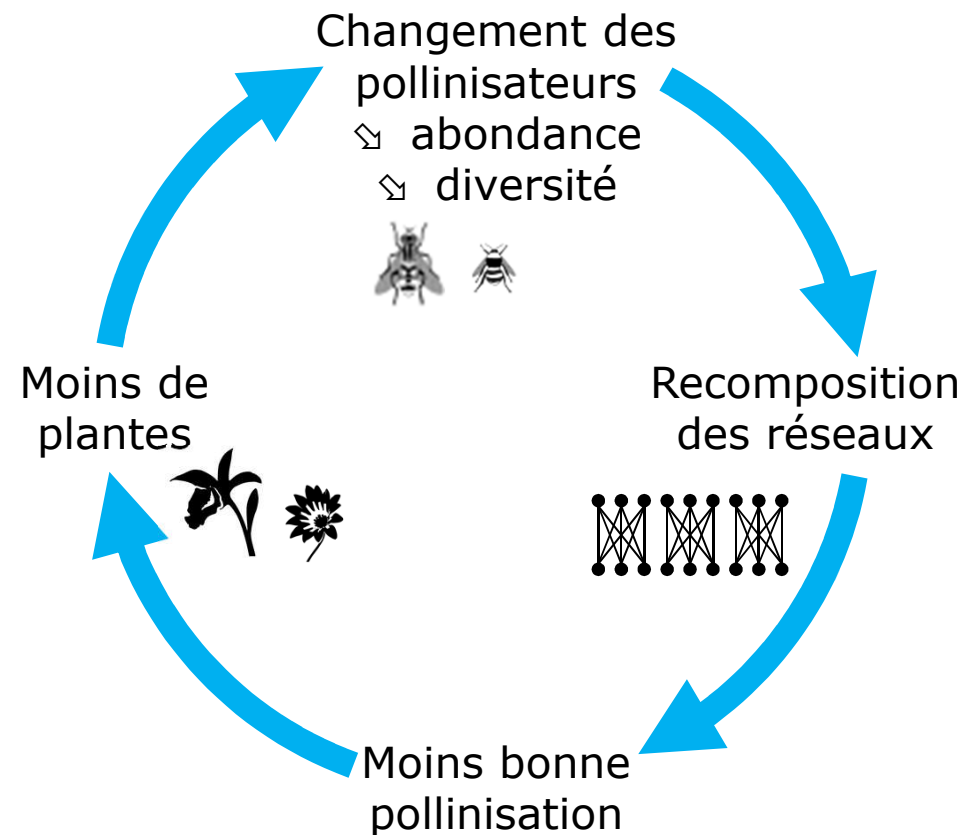


Des conséquences pour la pollinisation et les populations de plantes

- *Claytonia virginica*
 - Grains de pollen sur le corps des spécimens d'andrènes en collection

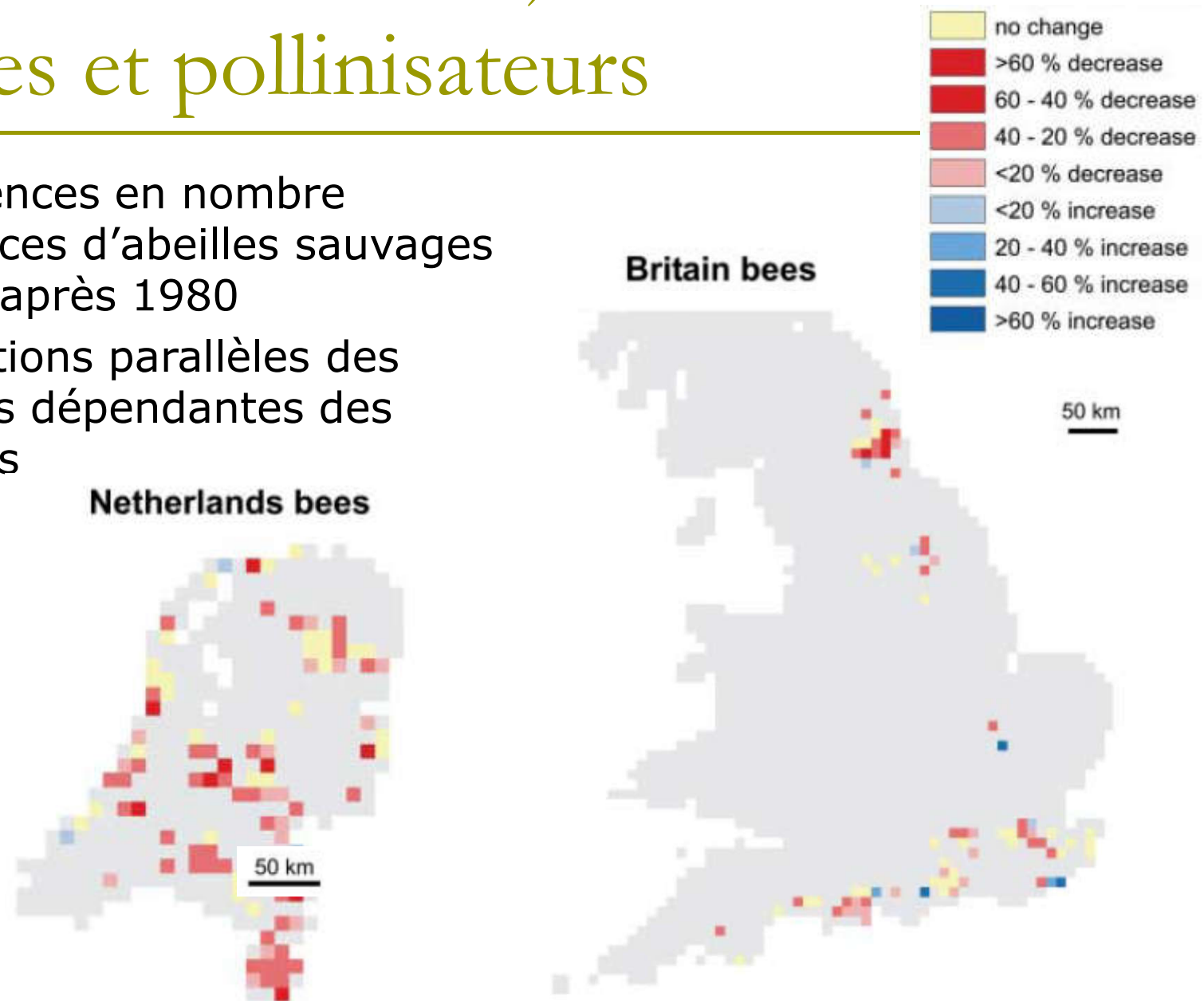


- Mise en place d'un cercle vicieux ?



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 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 ?

