



CESCO
Centre d'Écologie et des
Sciences de la Conservation



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

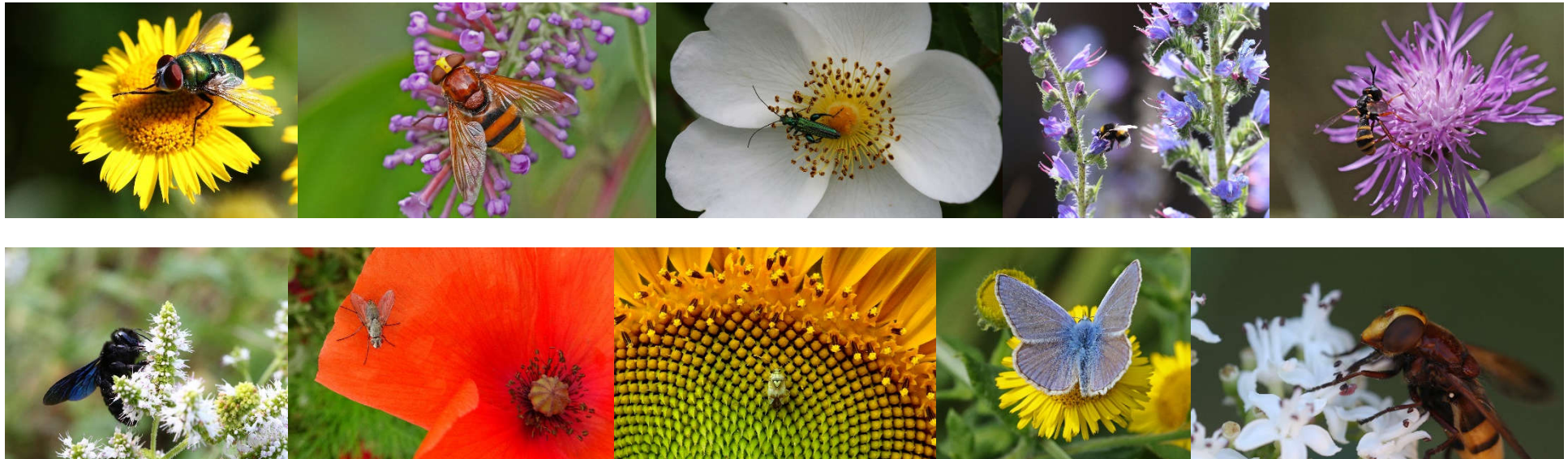


**COLLÈGE
DE FRANCE**
— 1530 —

Chaire annuelle Biodiversité et écosystèmes

La pollinisation en milieu agricole

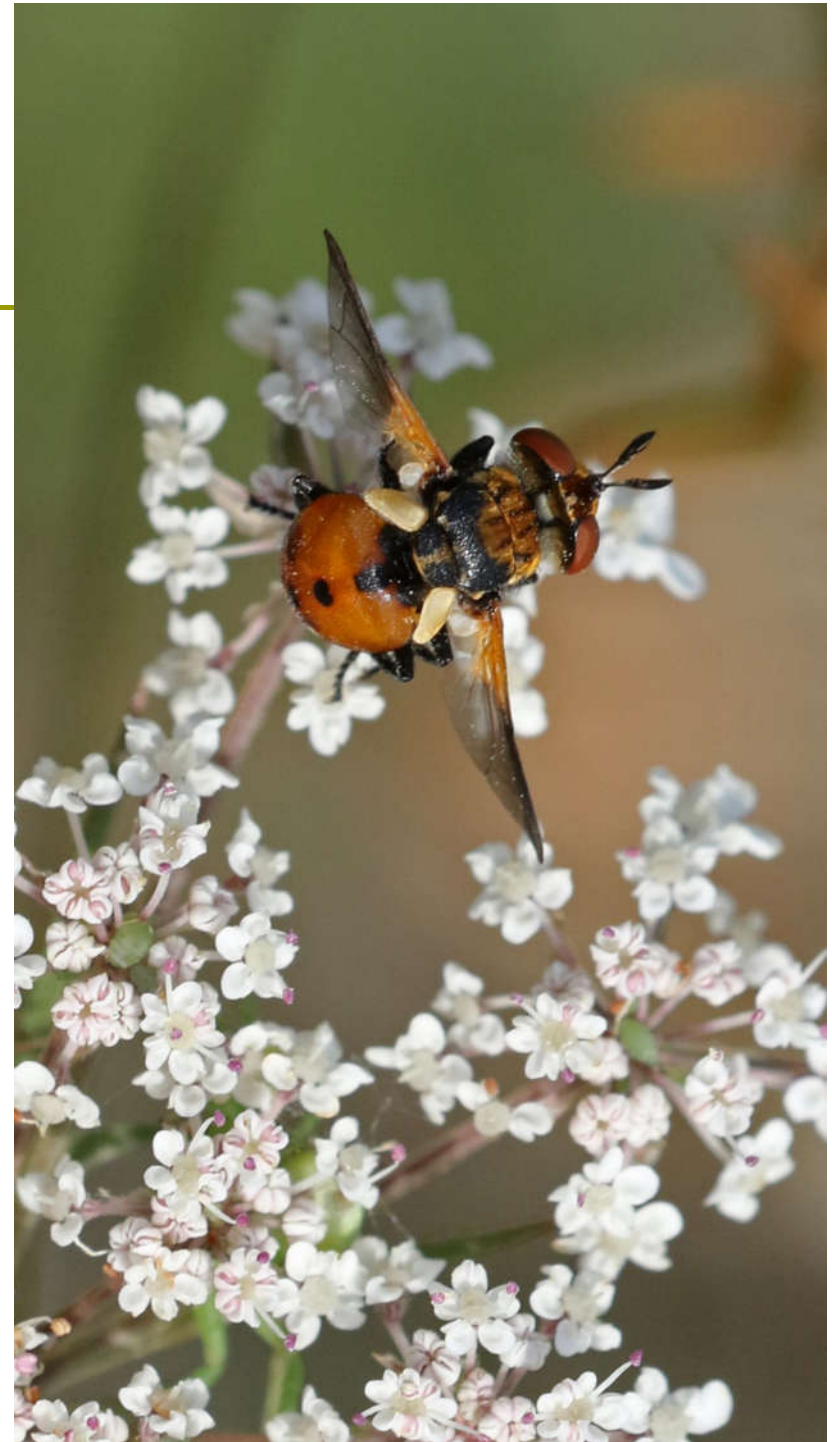
Emmanuelle PORCHER



Photos : Didier51 - Spipoll

Rappels

- ❑ 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

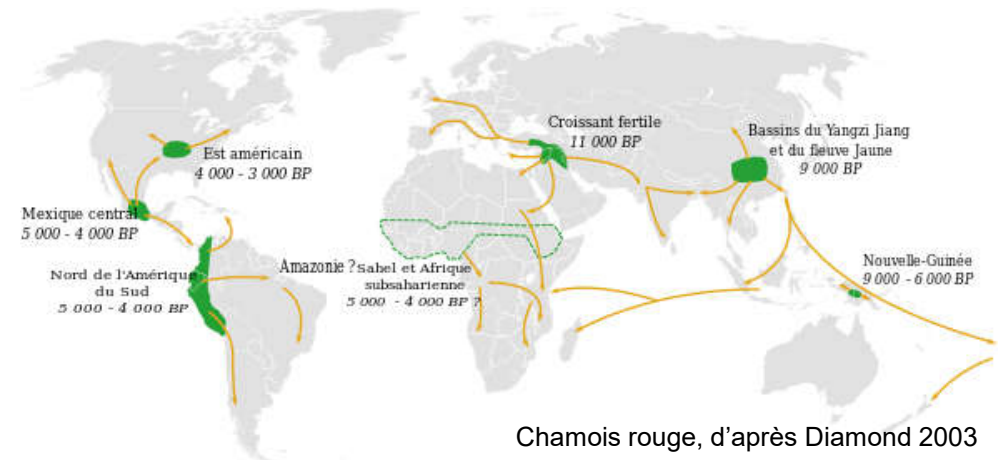


Origines et expansion de l'agriculture

- Agriculture = processus par lequel les humains aménagent les écosystèmes et contrôlent le cycle biologique d'espèces domestiquées, afin de produire des aliments et d'autres ressources utiles à leurs sociétés



- Apparition ~ -12 000 ans
 - Domestication
 - « Centres d'origine »
 - Sélection pour favoriser des races et variétés adaptées localement



Résultat de la sélection : grande diversité des espèces domestiquées



Le maïs,
Zea mays



Courges *Cucurbita sp.*



Poivrons et piments *Capsicum sp.*

Domestication des abeilles

□ *Apis mellifera*

- Il y a ~9000 ans,
Afrique du Nord

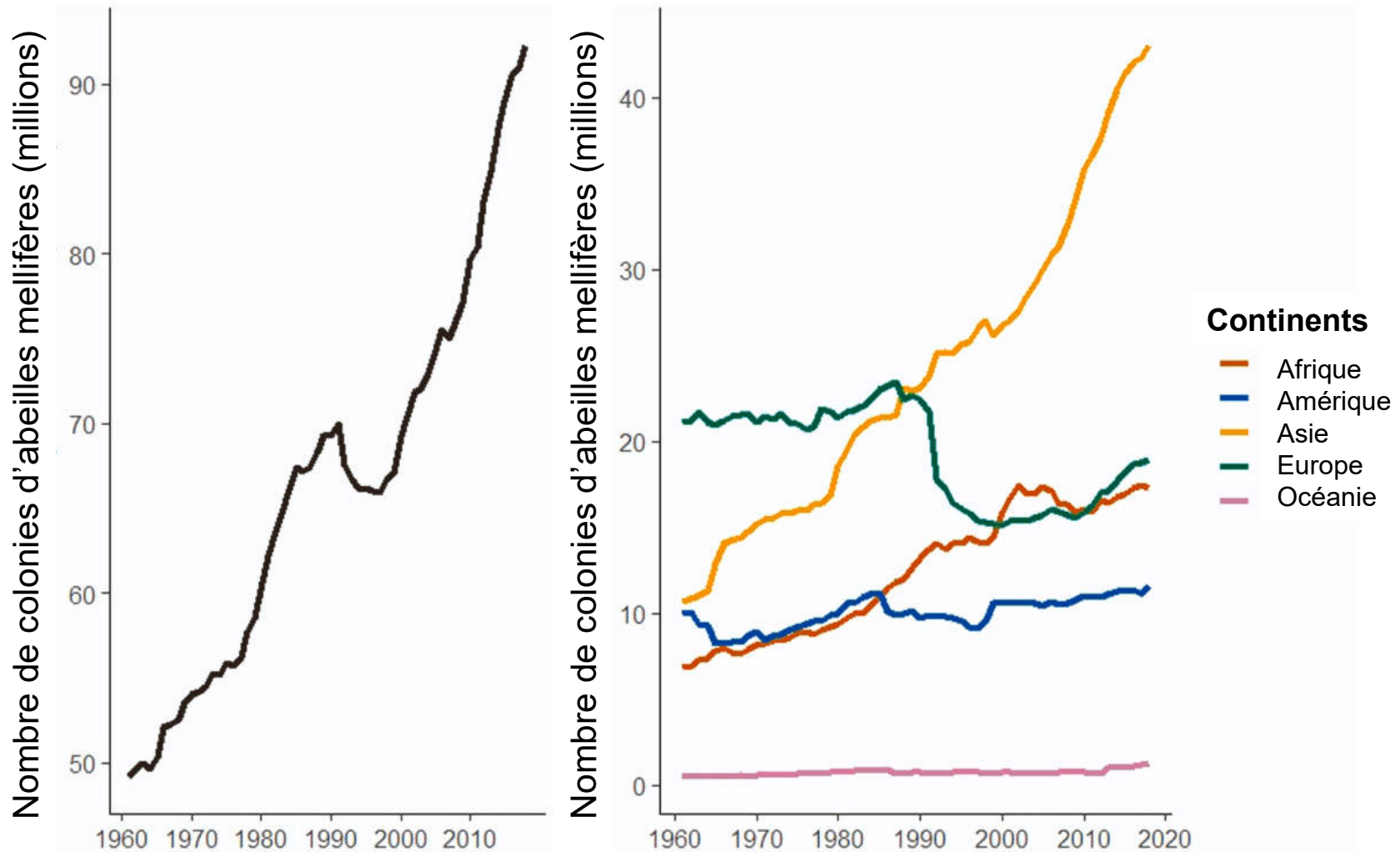
□ *Apis cerana*

- Il y a ~5000 ans,
Chine



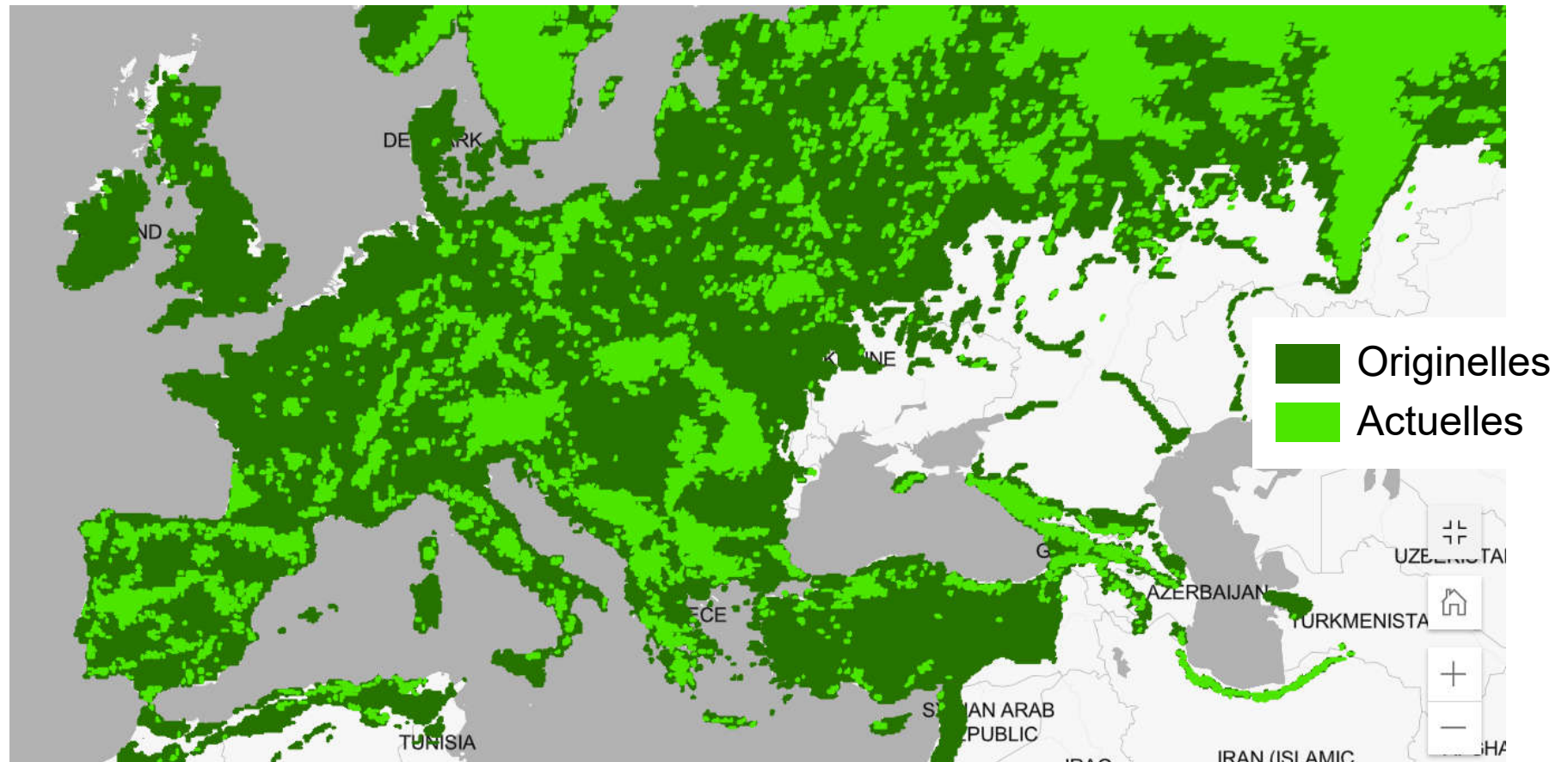
Domestication pour la production de miel et de cire

Une croissance rapide dans l'utilisation des pollinisateurs gérés



L'agriculture est une source de destruction des habitats naturels

▣ Distribution des forêts originelles et actuelles



UNEP-WCMC. (1998). Global Generalised Original and Current Forest Cover dataset (V 3.0)

Mais l'agriculture a aussi permis l'expansion d'habitats ouverts

- La déforestation, le maintien de prairies par le pâturage, et les cultures créent des habitats « nouveaux »

Prairies



Terres cultivées



Adonis vernalis



Carlina acanthifolia



Orchis purpurea



Cyanus segetum

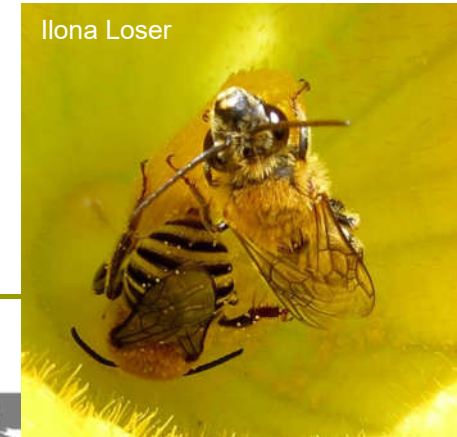


Agrostemma githago

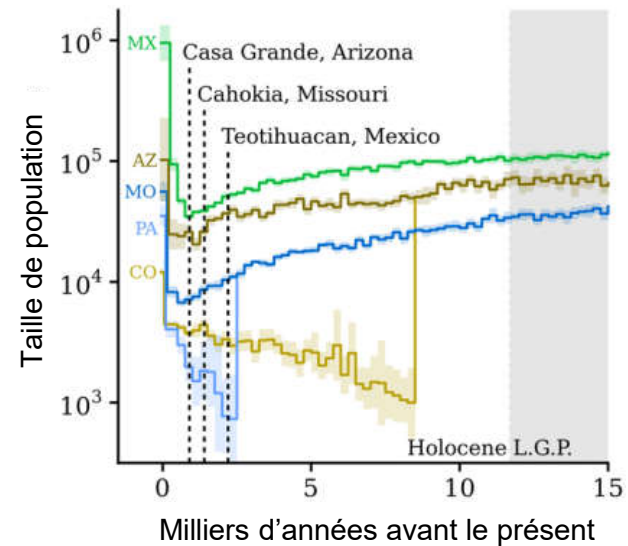
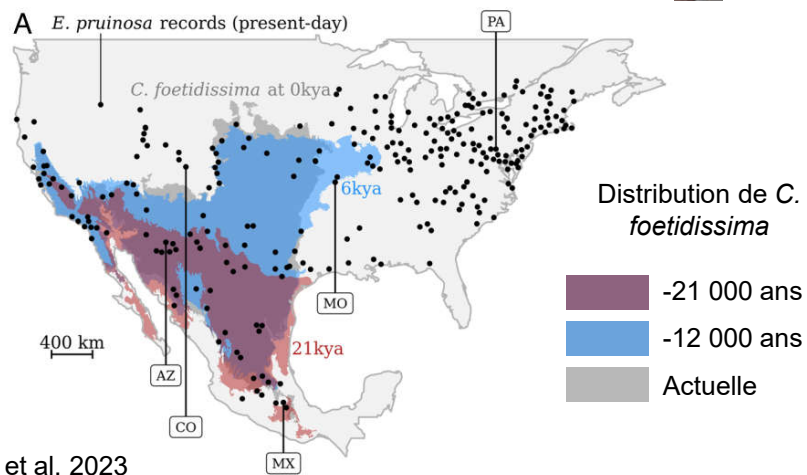
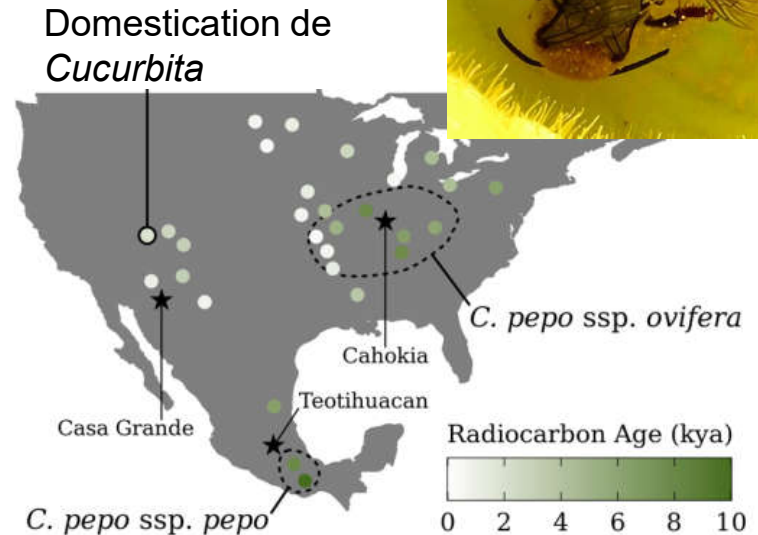


Papaver rhoeas

Expansion de pollinisateurs avec l'agriculture



- *Peponapis pruinosa*
 - Initialement sur *Cucurbita foetidissima*



Valeur des paysages agricoles « traditionnels » dans la culture européenne

Plan d'accès • Newsletter • Contact • Ressources documentaires • Galerie photos • Agenda

Rechercher FR

Le Parc Révision de la Charte Environnement Éducation & Culture Découverte Aménagement Développement

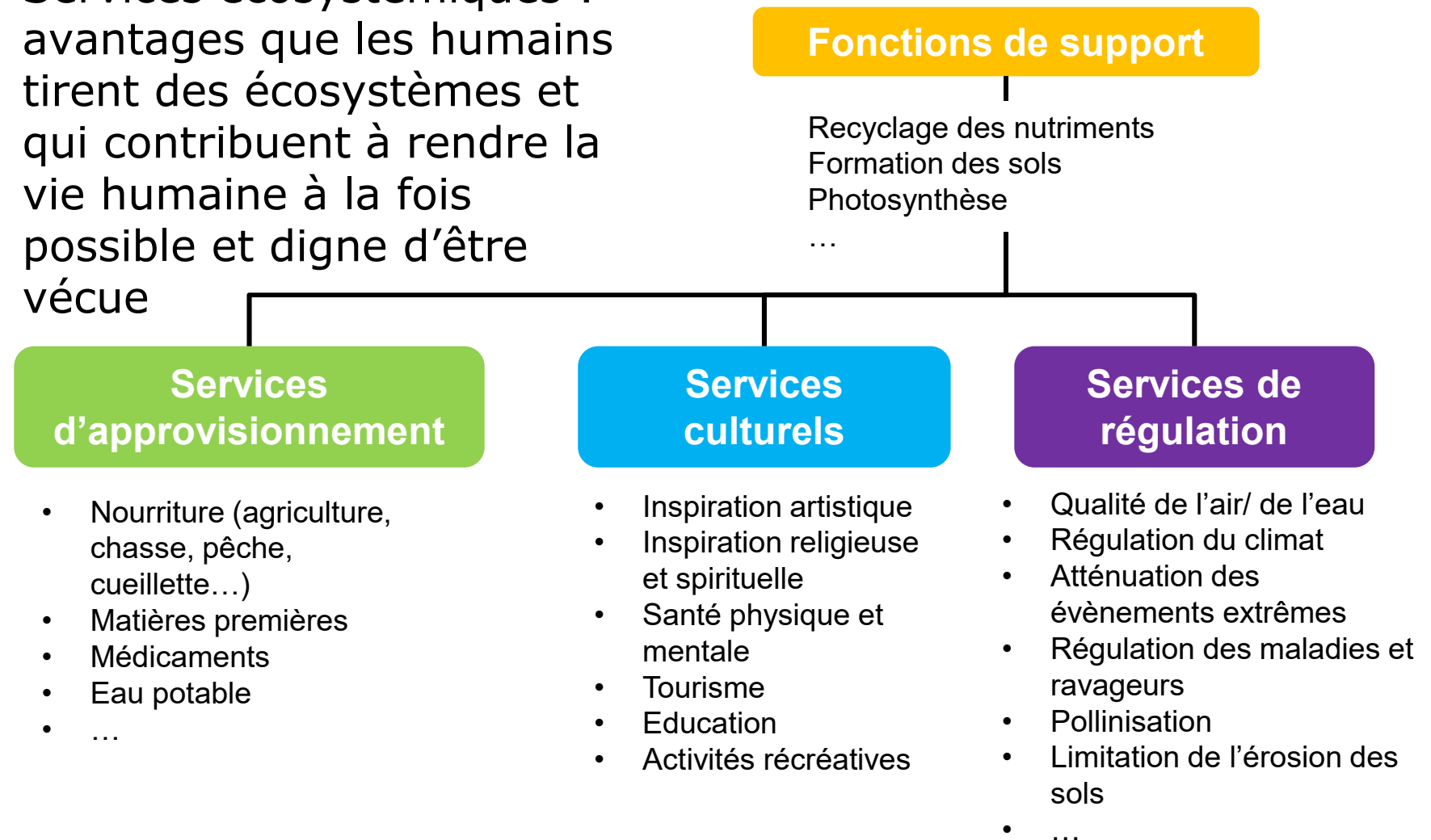
Parc naturel régional du Vexin français

Parc naturel régional du Vexin français

* UNE AUTRE VIE S'INVENTE ICI

Une agriculture s'appuyant sur le fonctionnement des systèmes écologiques

- Services écosystémiques : avantages que les humains tirent des écosystèmes et qui contribuent à rendre la vie humaine à la fois possible et digne d'être vécue



Exemples de services que l'agriculture obtient des espèces sauvages

□ Fertilité des sols

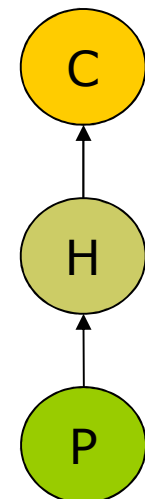
Exemple : recyclage de la matière organique par les décomposeurs

- Australie, 1972 : ~ 1 Mha dégradés par an, dû à l'absence de recyclage des bouses de bovins et ovins
- Importation de scarabées coprophages venant d'Afrique du Sud



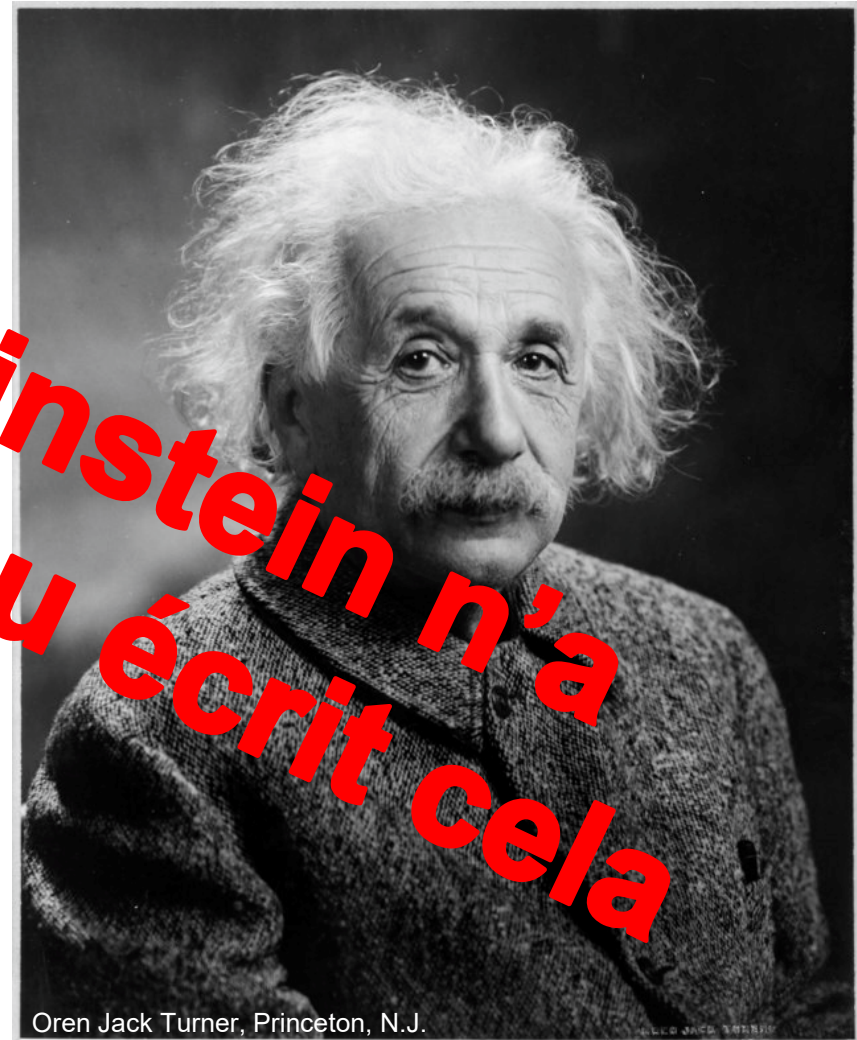
□ Contrôle des ravageurs

- Fonctionnement des chaînes alimentaires



Rôle des pollinisateurs dans la production agricole

- « *Si les abeilles disparaissent de la surface du globe, l'homme n'aurait plus que quatre années à vivre* »



Comment mesurer la contribution des pollinisateurs à la production agricole ?

Exclusion des pollinisateurs



Pollinisation « ouverte »



Supplémentation en pollen



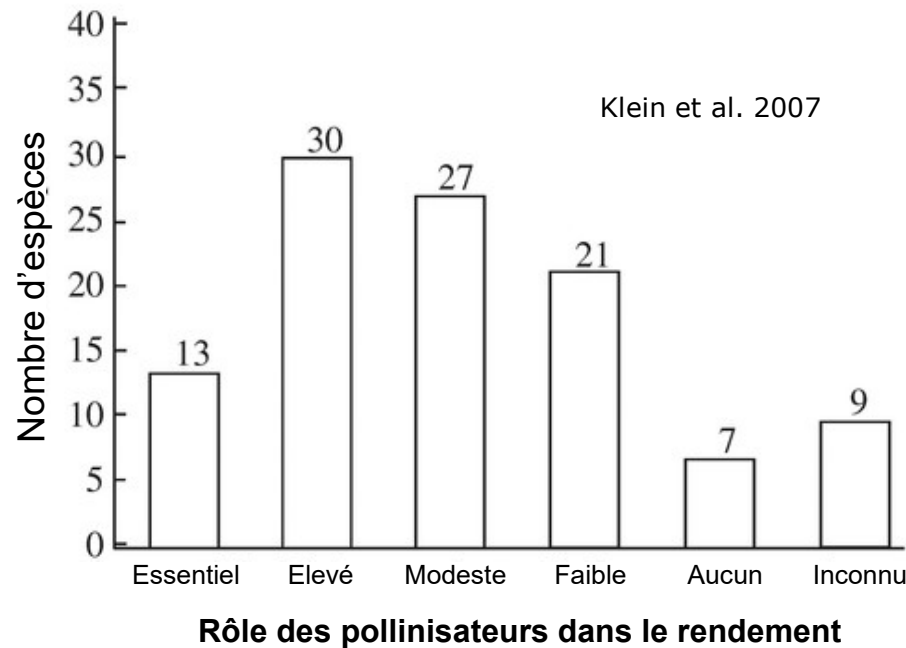
Diminution de rendement en l'absence de pollinisateurs
~ Service de pollinisation

Limitation en pollen

« Vraie » diminution de rendement en l'absence de pollinisateurs

Dépendance de la production agricole à la pollinisation animale

- 75% des espèces cultivées dépendent des pollinisateurs pour la production de graines



Essentielle (diminution > 90%)



Modeste (10% < diminution < 40%)



Pas du tout (Pas de diminution)



Parfois des ressources

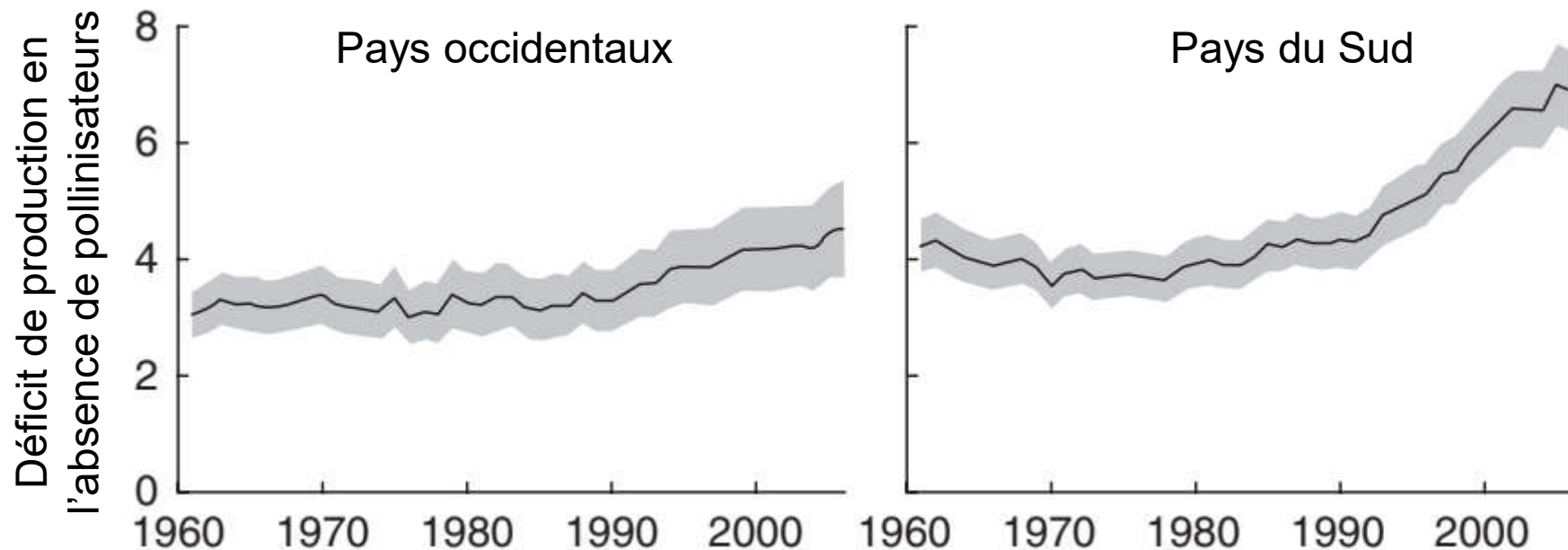


Pollen
Miellat



Dépendance de la production agricole à la pollinisation animale

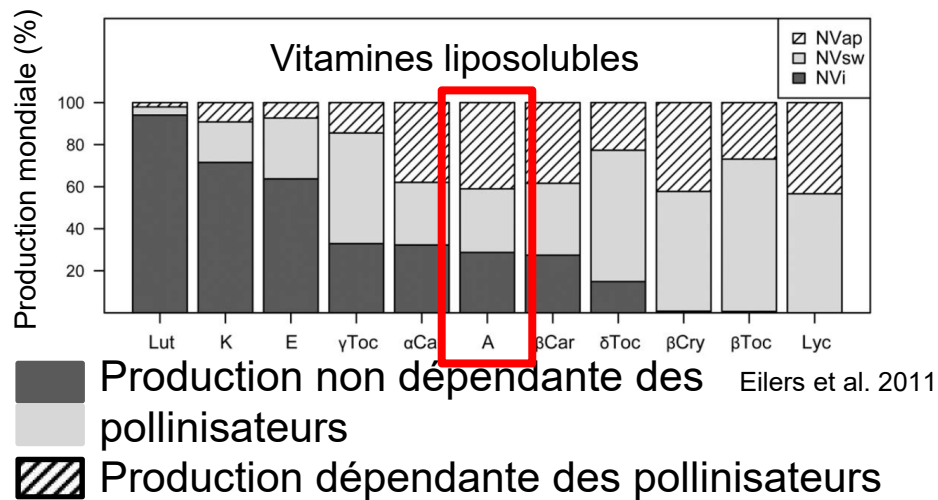
- Une proportion plus faible du volume alimentaire dépend des pollinisateurs (5-8%)
 - Mais une proportion en augmentation



- 235 à 577 milliards \$ par an

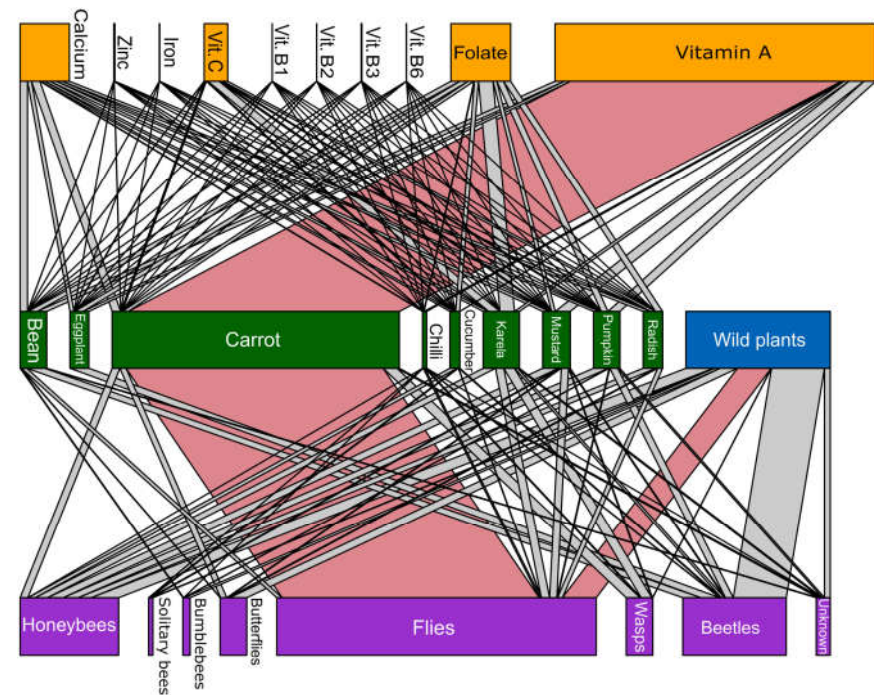
Importance de la pollinisation animale pour un régime équilibré

□ A l'échelle mondiale



□ Pour les petites exploitations

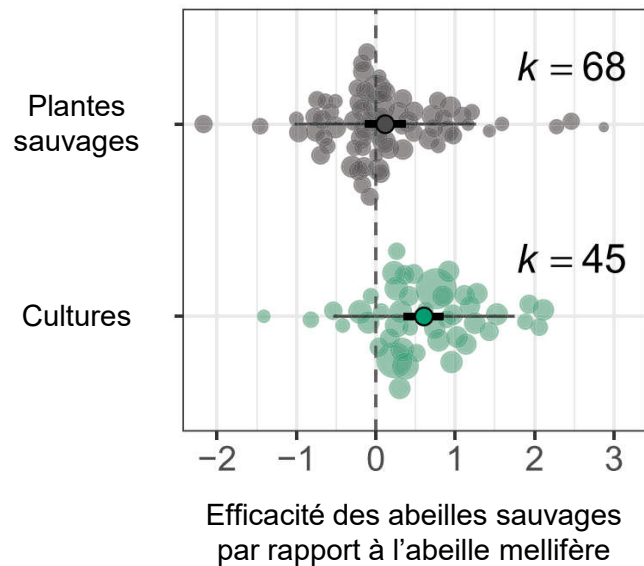
■ Assurance nutritionnelle



De quels pollinisateurs parle-t-on ?

□ Rôle important, mais pas exclusif, des abeilles

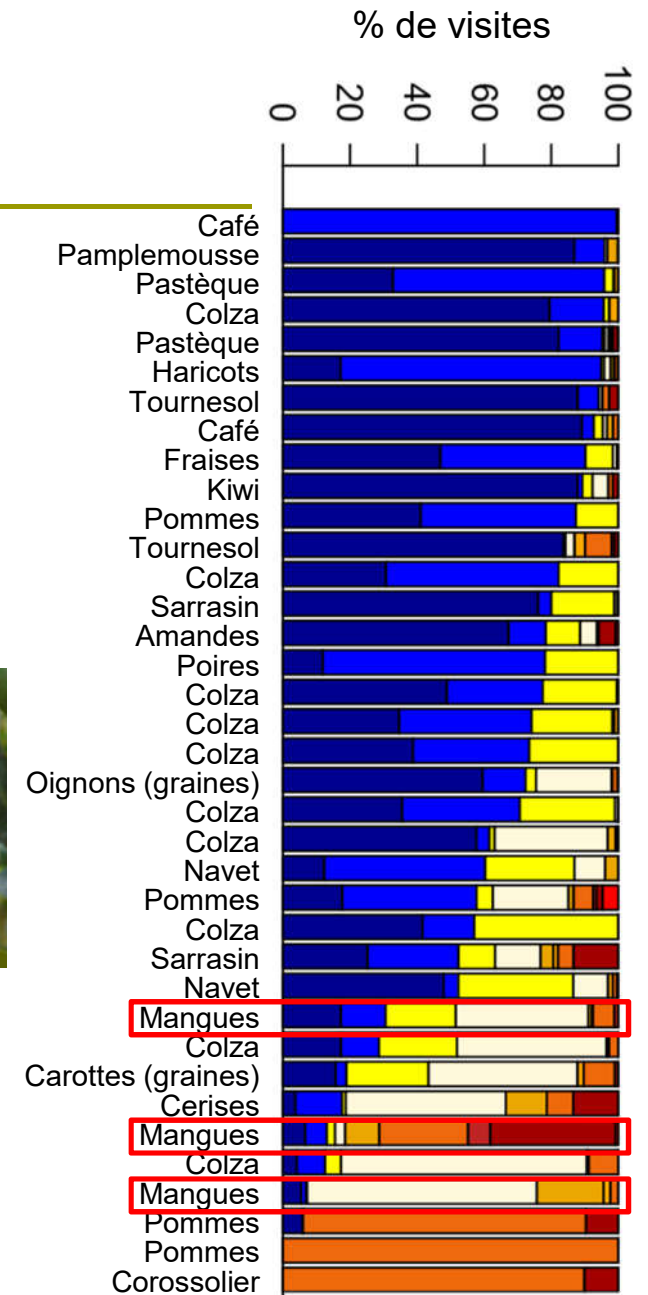
■ Les abeilles mellifères sont moins efficaces sur une seule visite



Page et al. 2021

■ Mais elles sont plus nombreuses

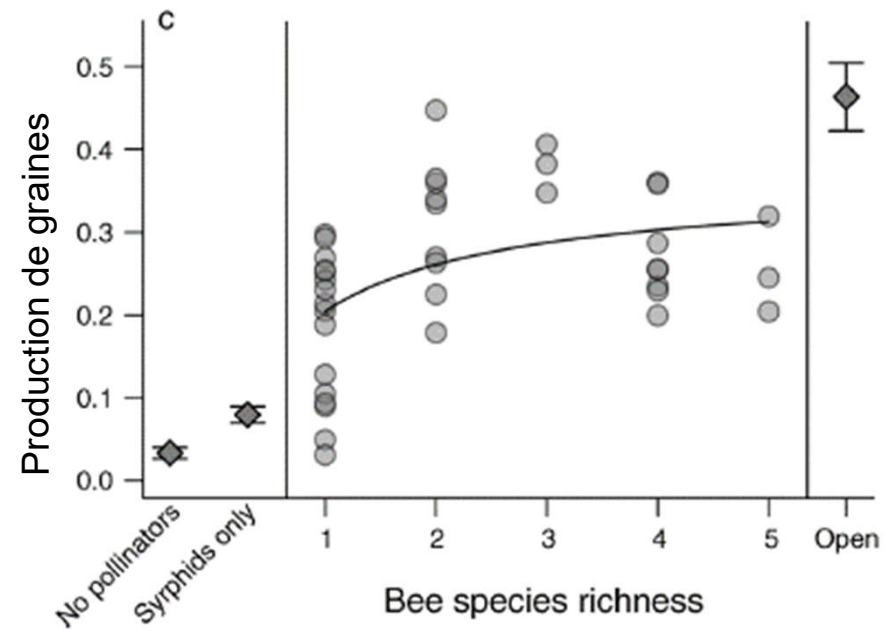
- Autres
- Fourmis
- Hémiptères
- Coléoptères
- Lépidoptères
- Hyménoptères
- Autres diptères
- Syrphes
- Autres abeilles
- Abeille mellifère



Rader et al. 2016

Rôle important de la diversité des pollinisateurs

- Rappel : les communautés de pollinisateurs plus diversifiées sont souvent plus efficaces pour polliniser



Révolution verte et érosion de la biodiversité

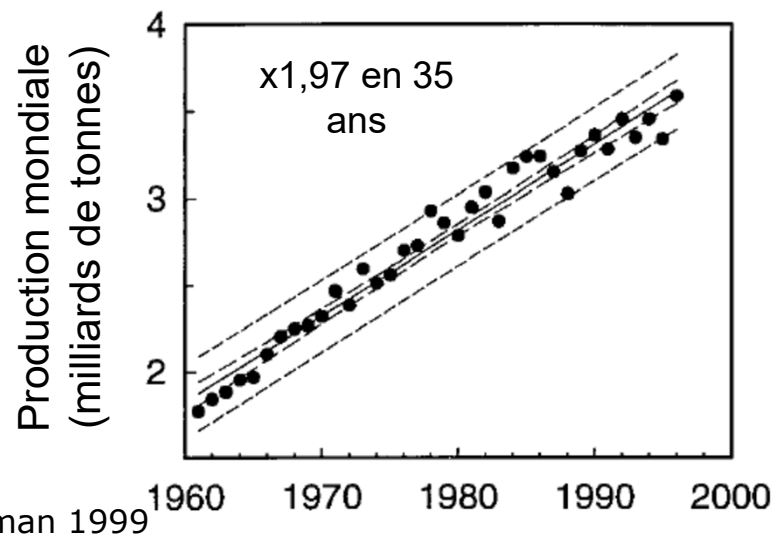


La révolution verte : émergence de l'agriculture industrielle

□ 1940-1960

□ Objectifs

- Augmenter la production pour nourrir la population
- Changer le mode de vie des agriculteurs



□ Remaniements à deux échelles

- Parcelle : Progrès techniques et génétiques



Mécanisation



Amélioration génétique



« Intrants »

- Paysage : remembrement et homogénéisation



Matthieu Turban



Jules Verne Times Two

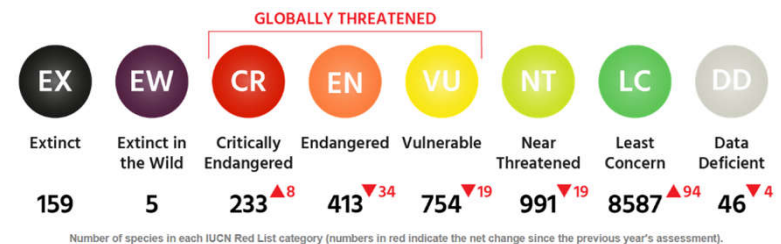
L'agriculture intensive est une des pressions majeures sur la biodiversité

□ HIPPO

- **H**abitat loss
- **I**ntroductions
- **P**ollutions
- **P**opulation growth (Human)
- **O**verexploitation
- (+Climate change)

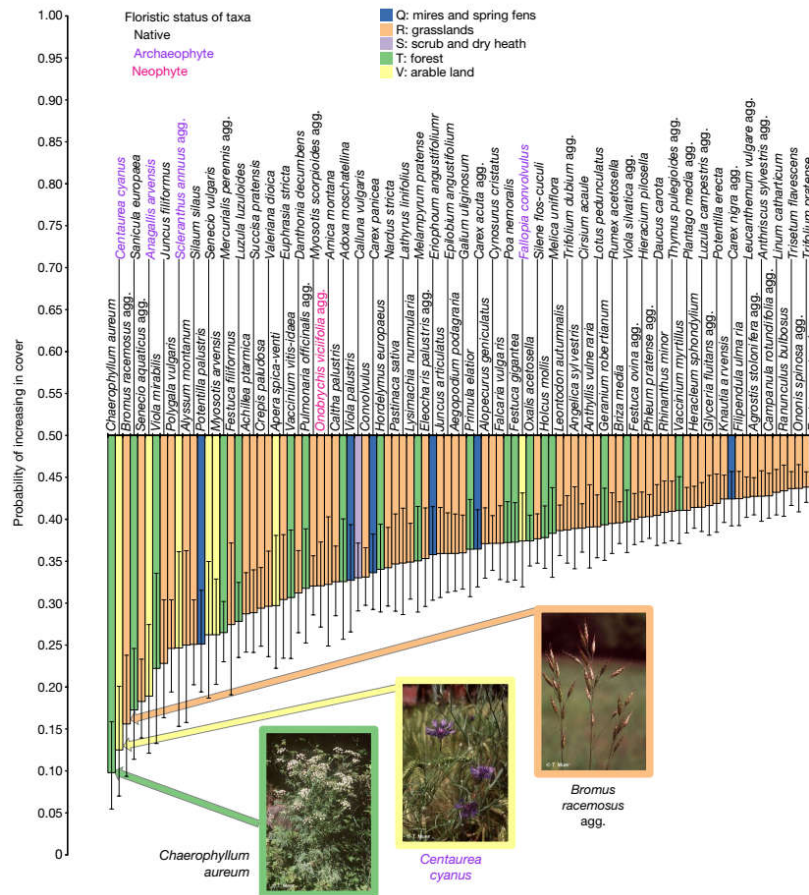


IUCN
The World Conservation Union



Rappels : changements majeurs chez les plantes et les insectes (pollinisateurs)

Allemagne : plantes



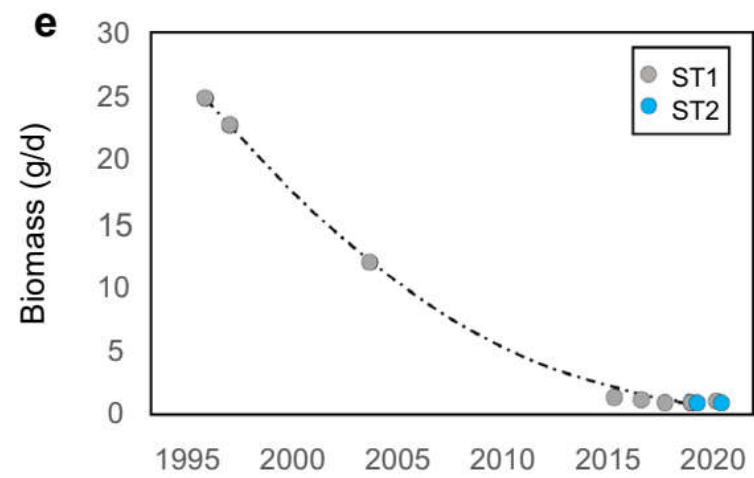
Bruelheide et al. 2022

Insectes

Ziesche et al 2023

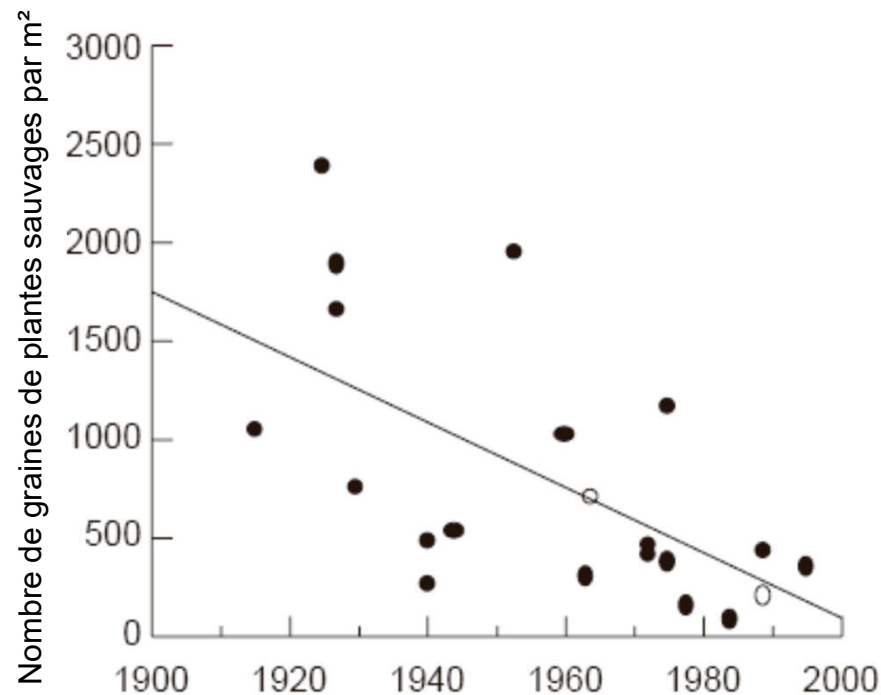


-95% de biomasse en 25 ans (sauf pucerons!)



Des changements qui touchent les espèces des espaces agricoles

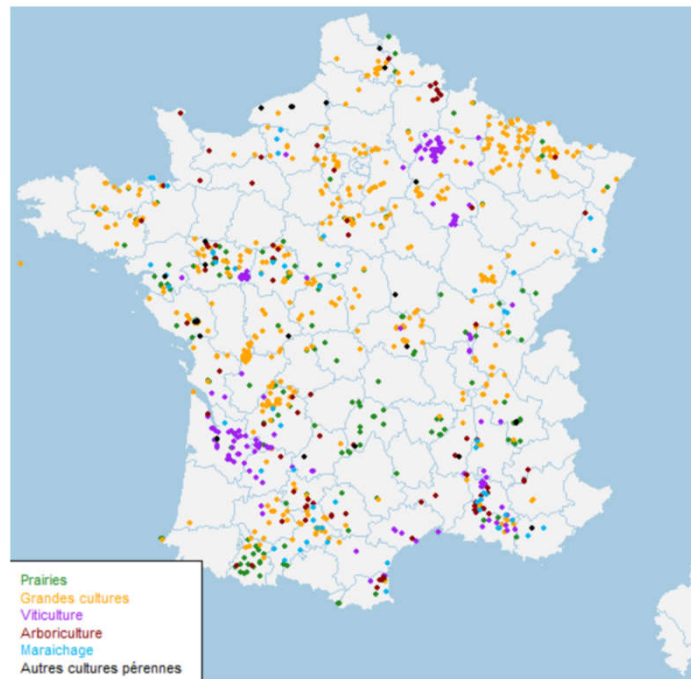
- ▣ Diminution de la banque de graines en Angleterre



Des changements qui touchent les espèces des espaces agricoles



Observatoire agricole de la biodiversité

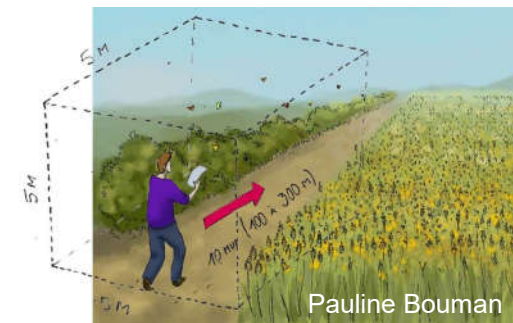


Protocoles de suivi des espèces sauvages

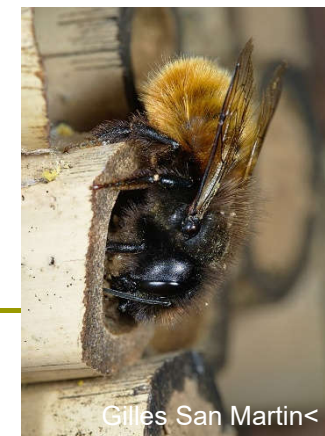
- Nichoirs à abeilles solitaires



- Transects papillons

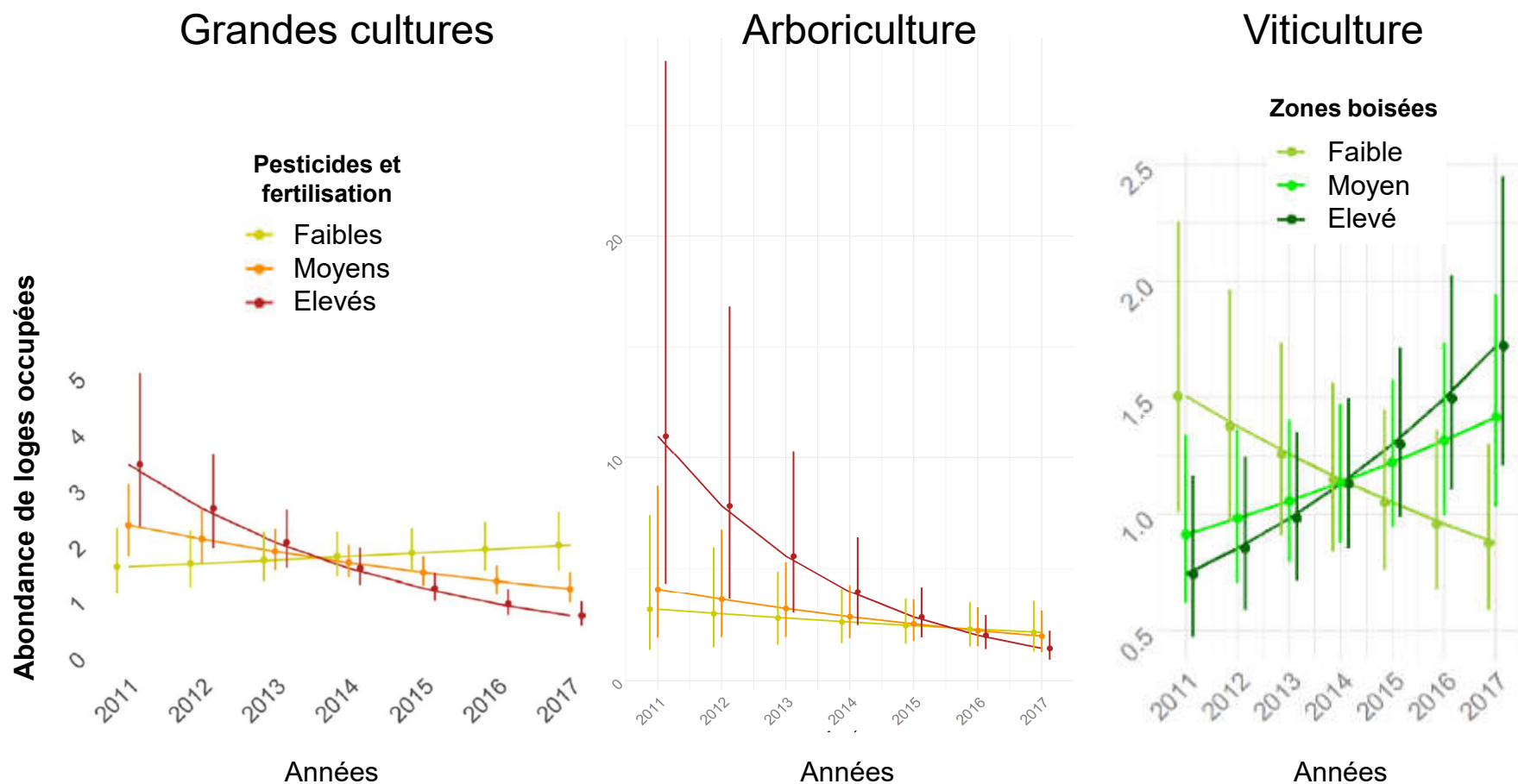


Diminution d'abondance des abeilles solitaires

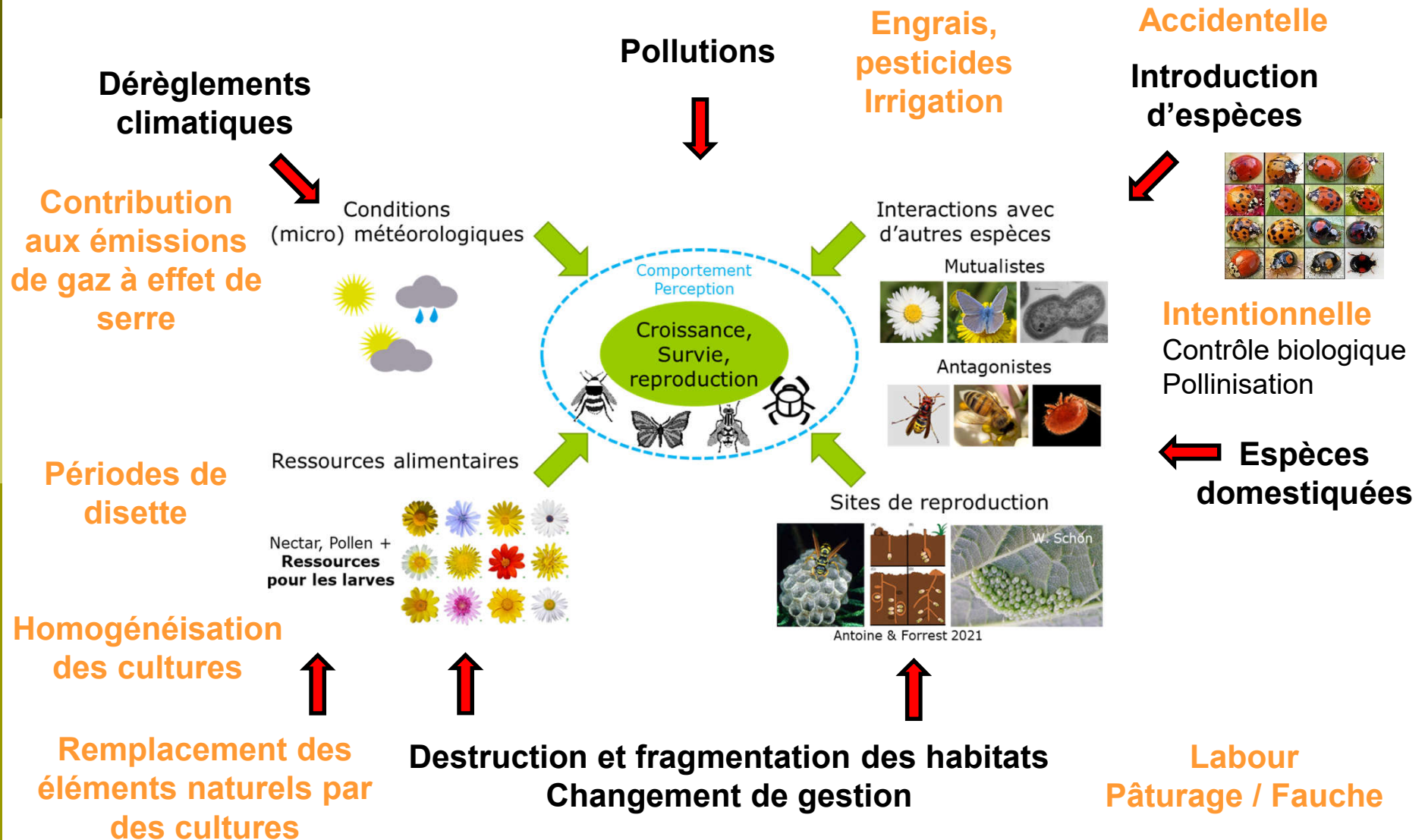


Gilles San Martin <

- Dépendante des pratiques et du paysage

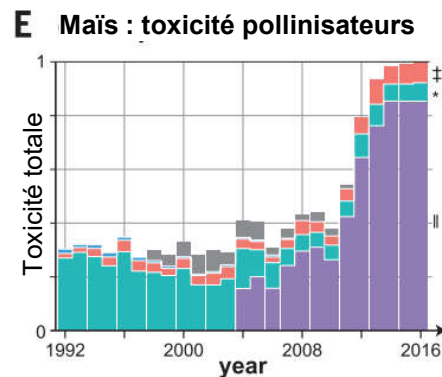
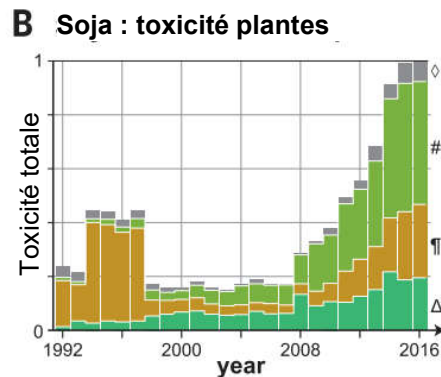
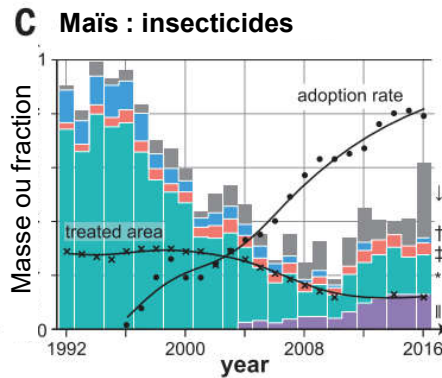
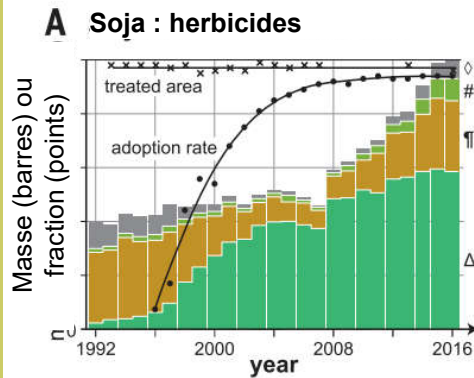


Mécanismes de l'effet de l'agriculture intensive sur les pollinisateurs



Impacts des pesticides sur les plantes et les pollinisateurs

- Des utilisations de plus en plus toxiques

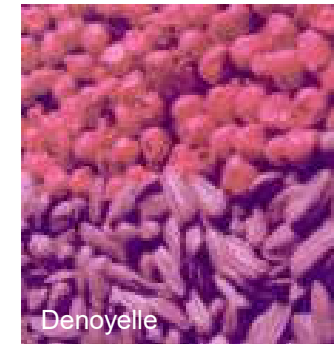


■ Régulateurs de croissance
■ Inhibiteurs de synthèse des acides aminés

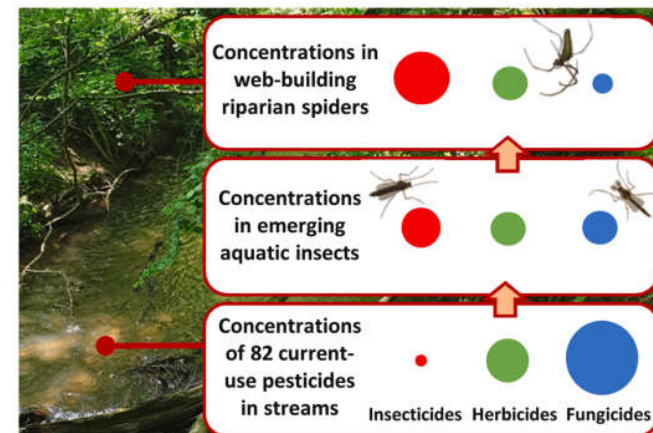
■ Organophosphorés
■ Néonicotinoïdes

- Une contamination générale
- Le cas particulier des néonicotinoïdes

- Insecticides systémiques



- Plantes contenant l'insecticide, relargage dans le sol, les plantes sauvages...

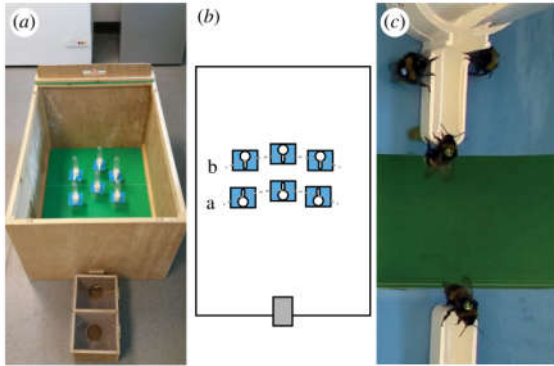


+ Effets cocktails

Effets « sublétaux » des pesticides

Changement de comportements

Attraction vers les plantes contaminées



Arce et al. 2018

Désorientation



Henry et al. 2012

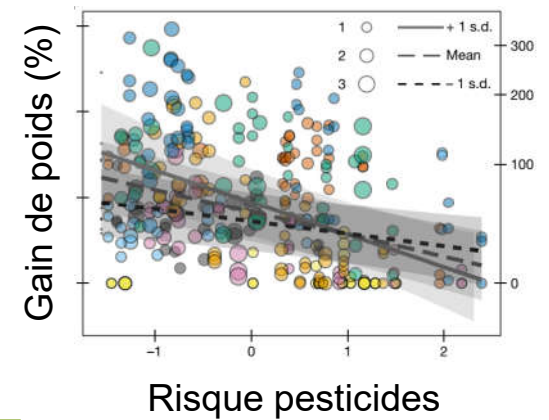
Reproduction réduite



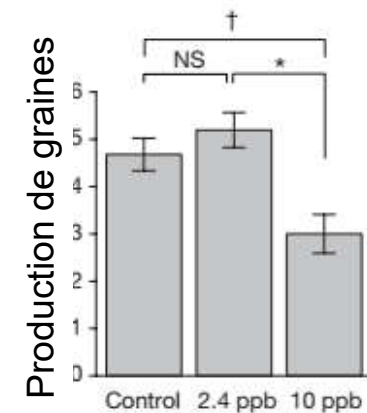
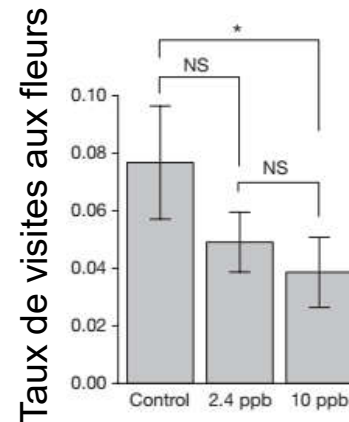
Siviter et al. 2018

Croissance réduite

Nicholson et al. 2023



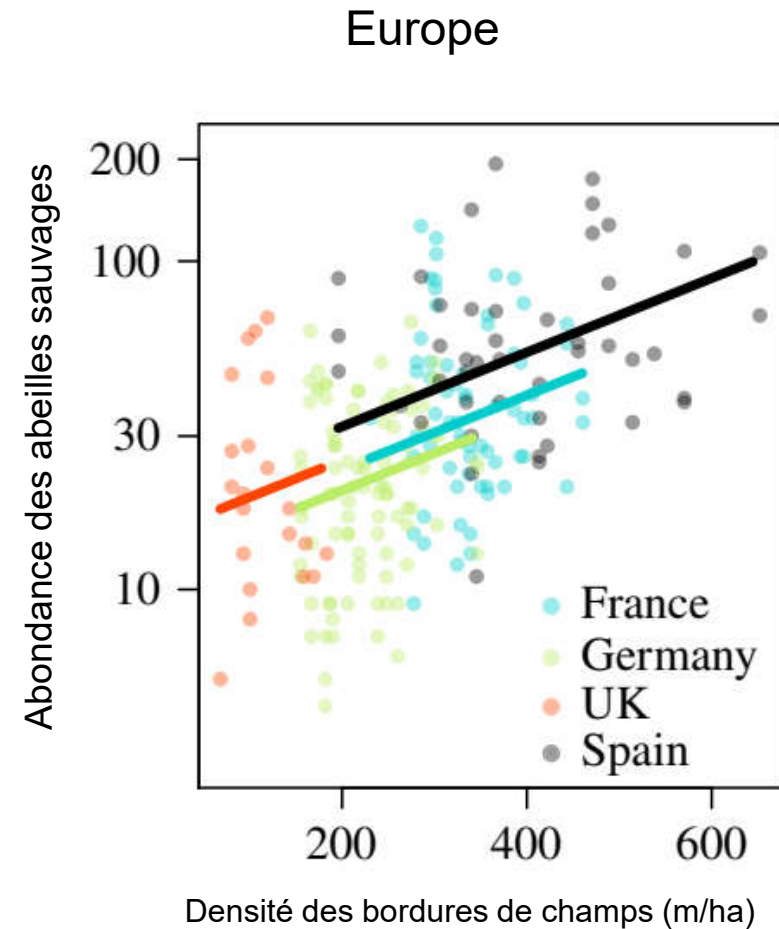
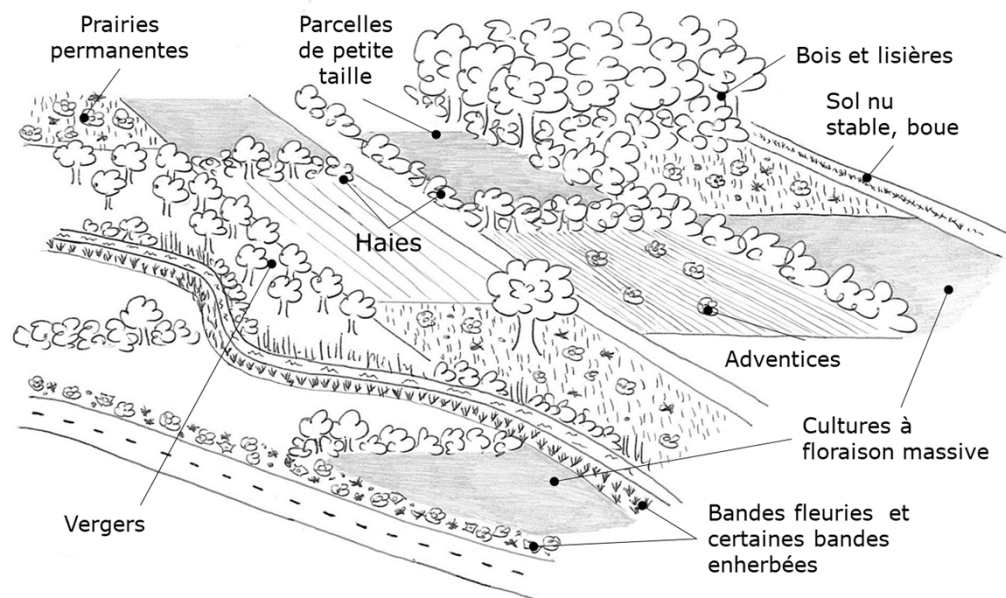
Pollinisation réduite



Stanley et al. 2015

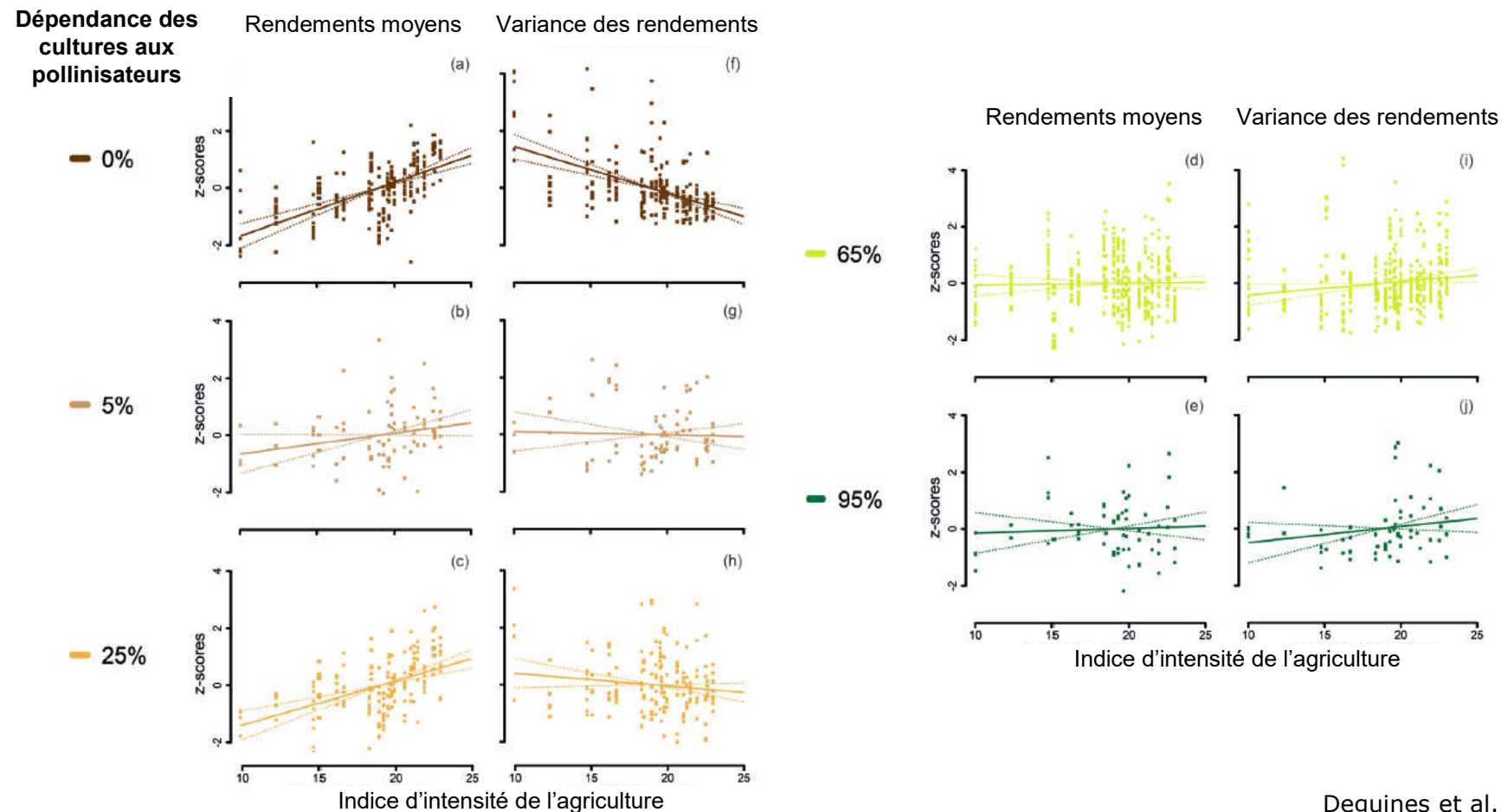
Effets de la simplification des paysages agricoles

- ▣ Éléments stables du paysage = ressources alimentaires et sites de reproduction



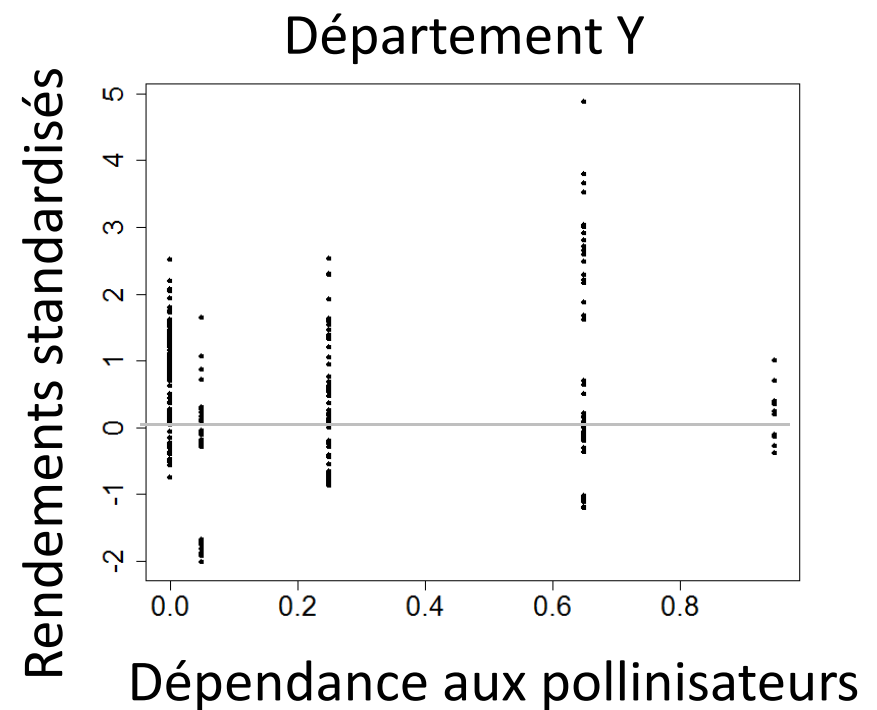
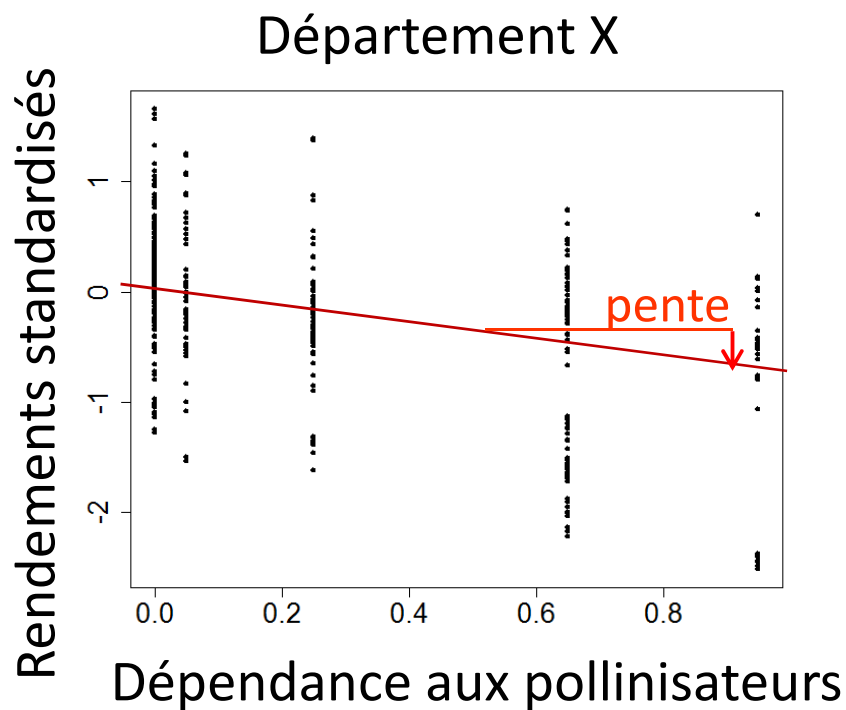
Les cultures dépendantes des pollinisateurs sont plus touchées

- L'intensification agricole ne permet plus d'augmenter le rendement des cultures très dépendantes des pollinisateurs



Un indicateur de la pollinisation des cultures fondés sur les rendements

- Relation entre les rendements standardisés et la dépendance aux pollinisateurs

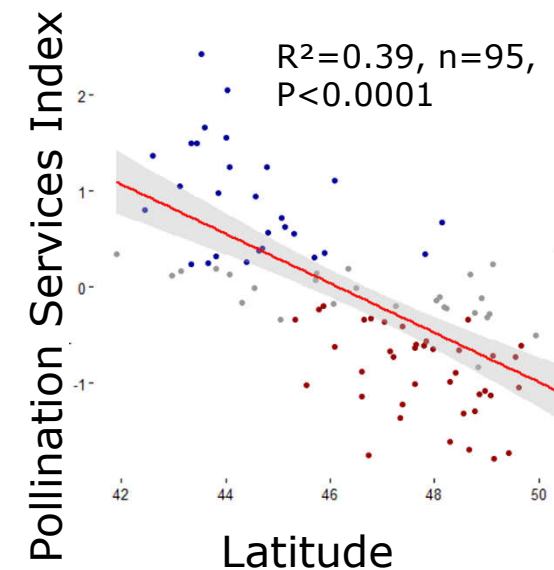
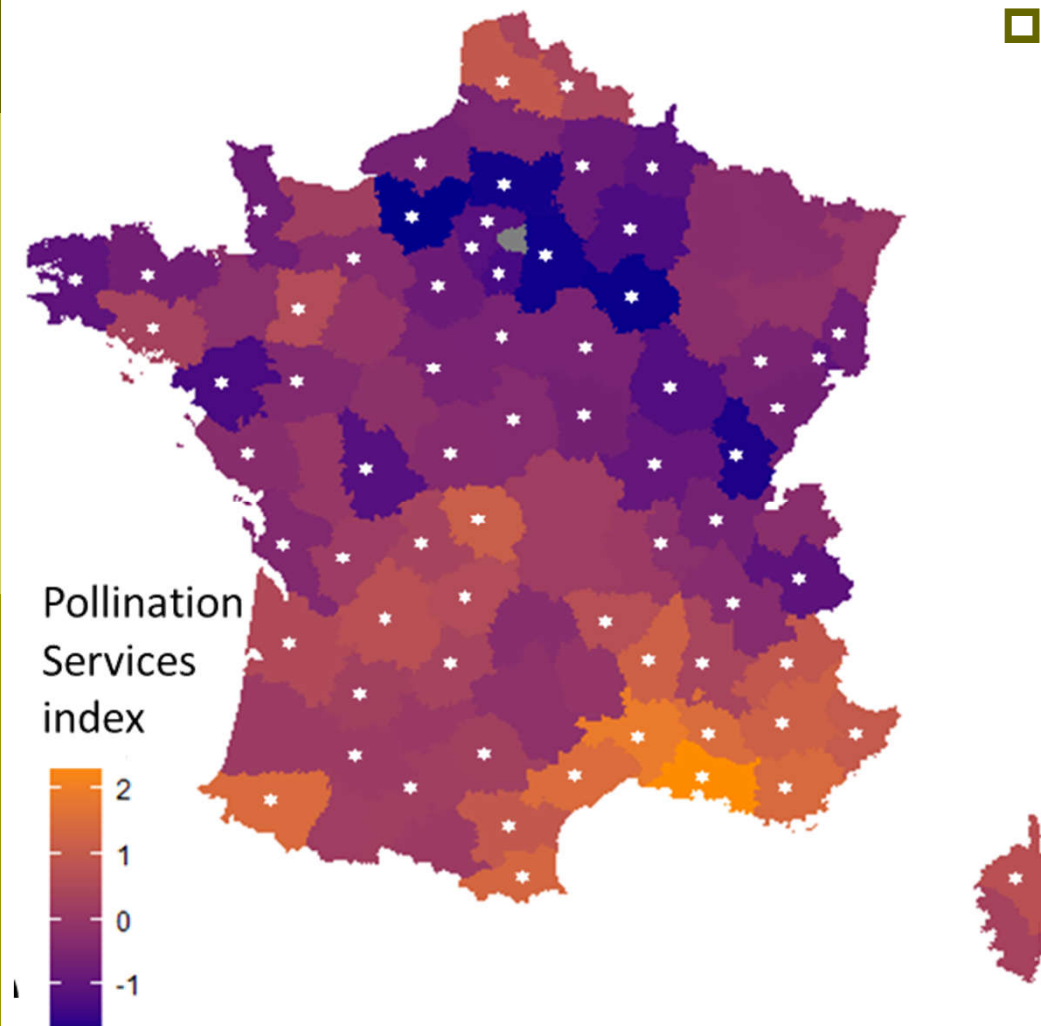


Résultats

New indices for rapid assessment of pollination services based on crop yield data: France as a case study

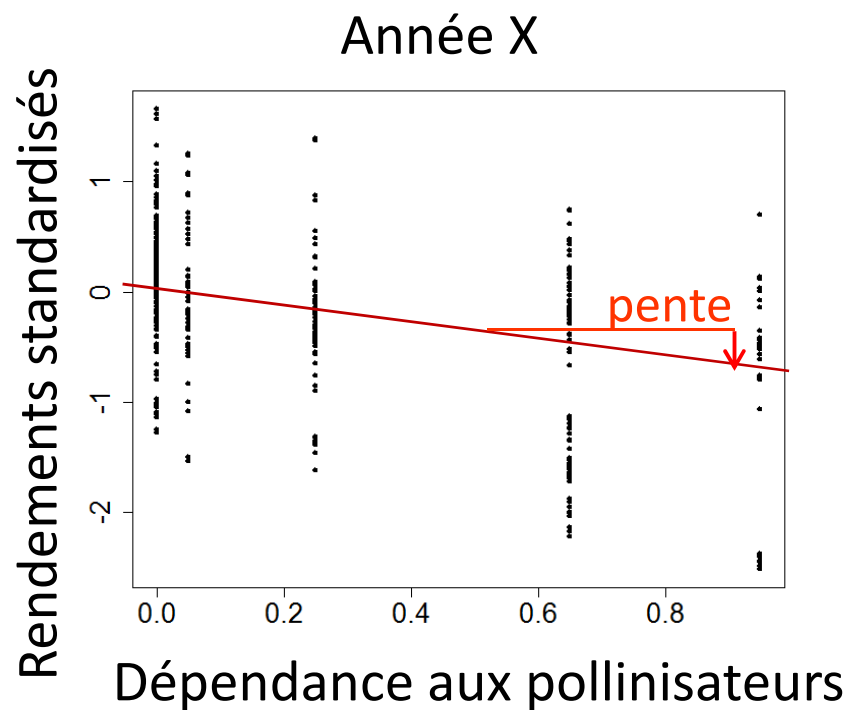
Gabrielle Martin^{a,*}, Colin Fontaine^a, Francesco Accatino^b, Emmanuelle Porcher^a

- ▣ Gradient latitudinal de variation de l'indice de pollinisation réalisée

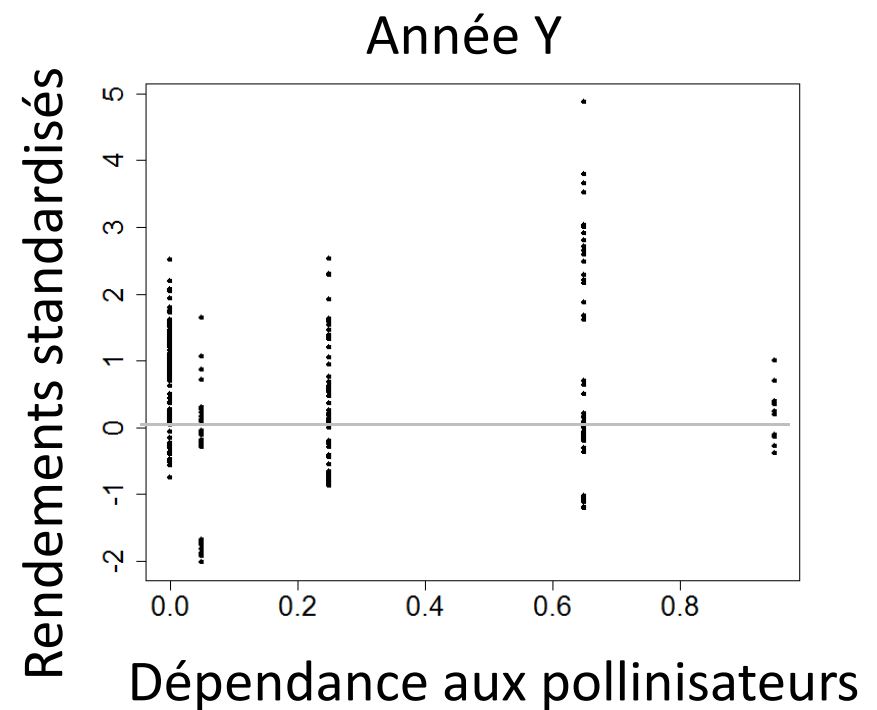


Quid des variations temporelles de l'indice ?

- Calcul de l'indice entre années, plutôt qu'entre départements

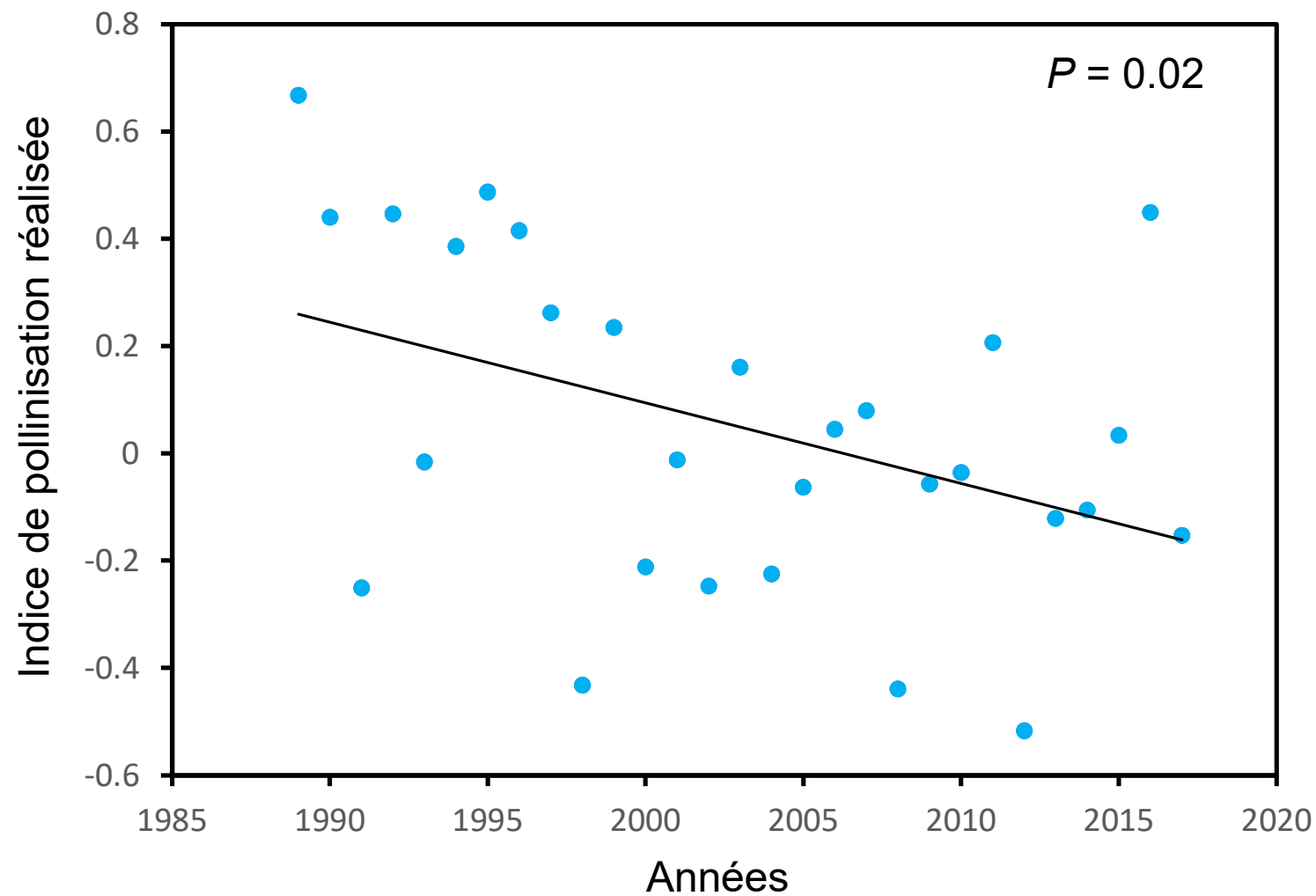


Service de pollinisation limité ?

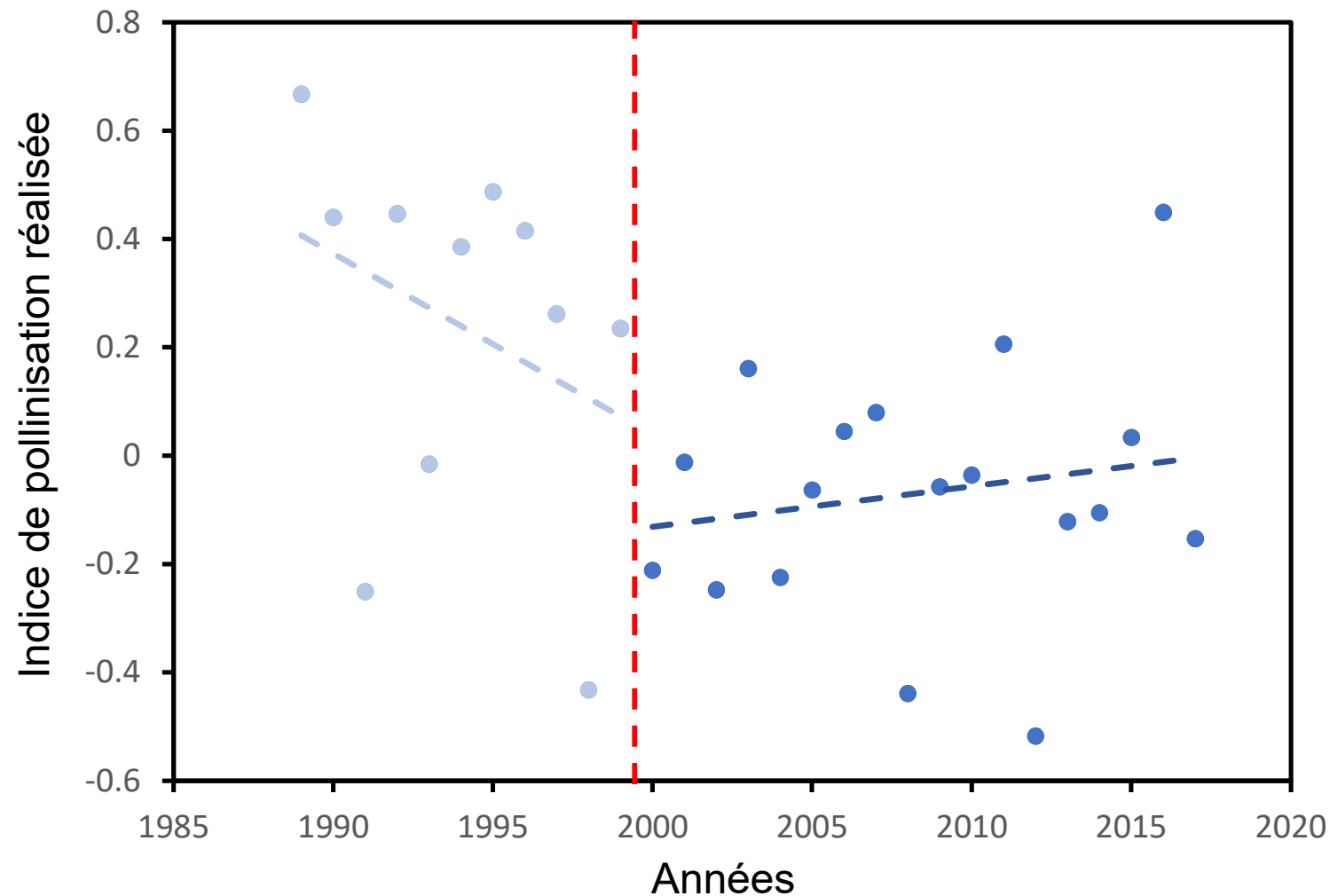


Meilleur service de pollinisation ?

Une diminution de l'efficacité de la pollinisation ?



En fait avant tout un changement de méthodologie dans le recueil des données



⇒ Nécessité de suivis standardisés à long terme

Quelles solutions pour préserver la pollinisation dans les espaces agricoles ?

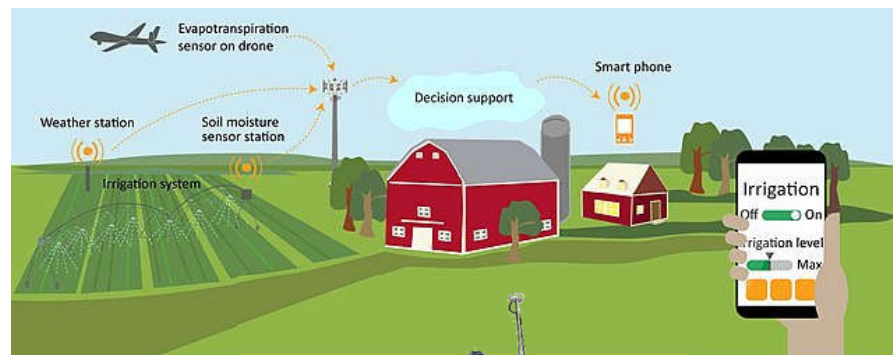


Trevor Littlewood

Deux options contrastées pour une agriculture plus durable

□ Progrès technologique

- Agriculture de précision
- Utilisation de drones et de télédétection
- OGM
- Diminution du travail humain



Source: GAO. | GAO-20-1285P



Sven Kleinewoerdmann

□ Solutions fondées sur la nature (agroécologie)

- Amélioration des processus écologiques favorisant la production
- Retour de diversité (spécifique, génétique)
- Conservation de la biodiversité



LI1324

Des solutions « déconnectées »

- Options souvent choisies pour remédier à la disparition des pollinisateurs

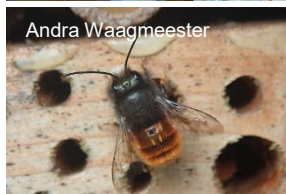
Abeille
mellifère



Bombus sp.



Osmia sp.



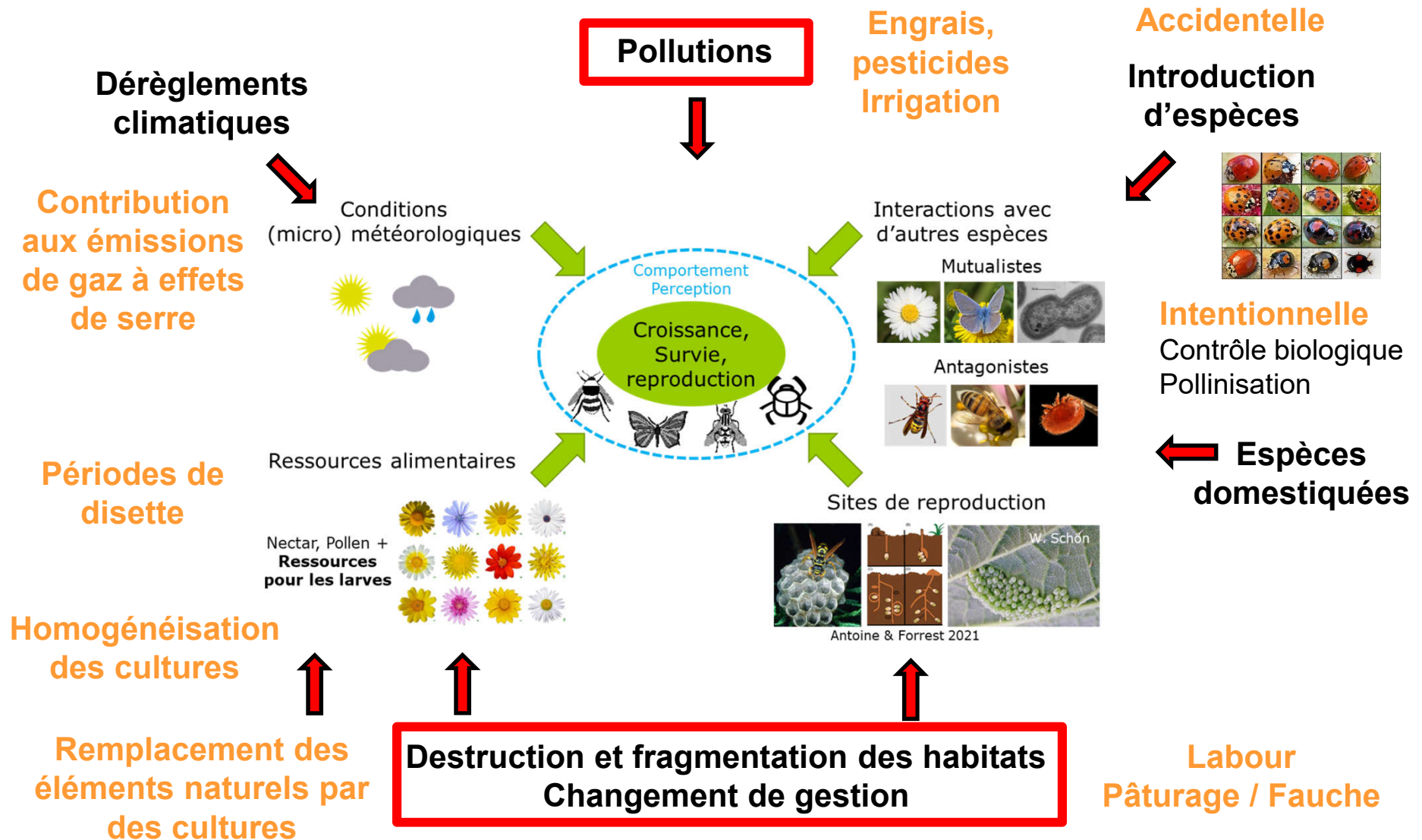
Utilisation
d'espèces
domestiques

Variétés moins
dépendantes des
pollinisateurs

Pollinisation à la main

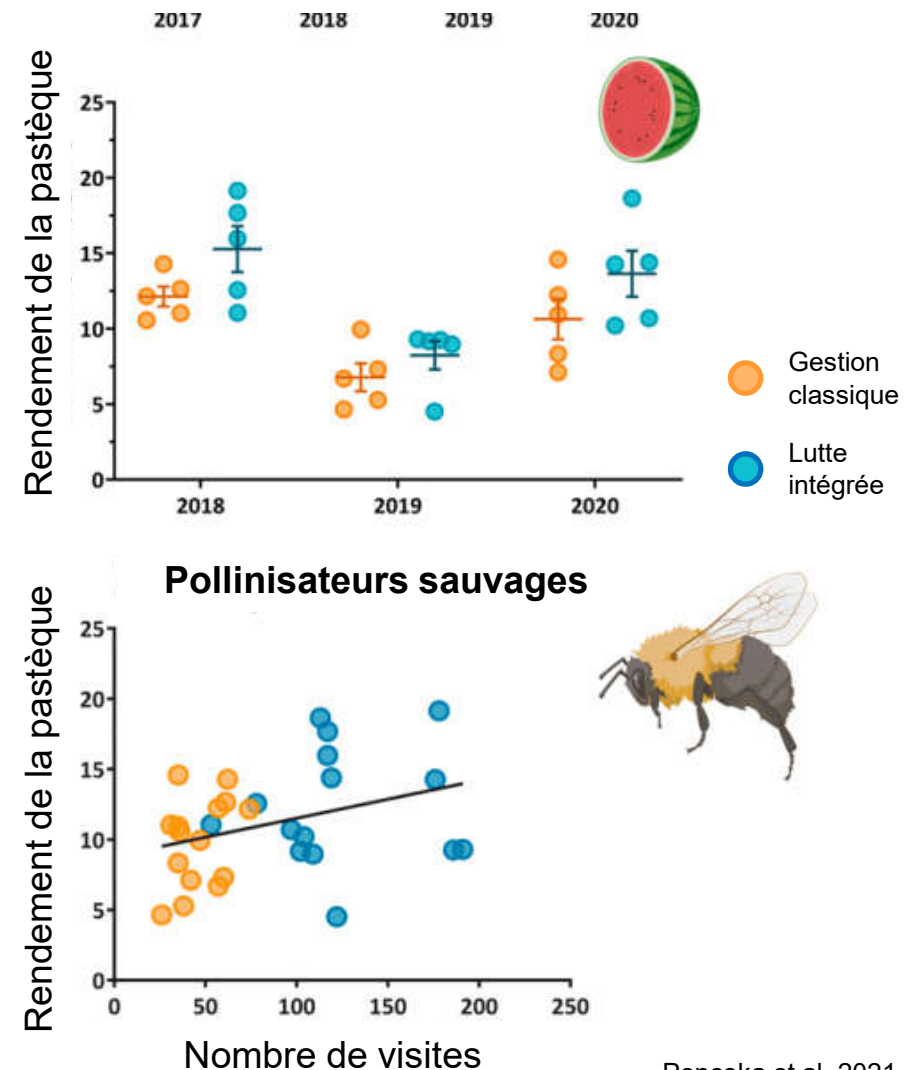
Pollinisation
par des
machines

Supprimer les causes d'érosion de la biodiversité en milieu agricole



Un exemple de solution permettant de réduire l'utilisation de pesticides

- Lutte intégrée
 - Seuil toléré de ravageurs
 - Prévention
 - Suivis
 - Contrôle mécanique
 - Contrôle biologique
 - Utilisation responsable des pesticides
- Peut réduire l'utilisation des pesticides de 95%
 - Tout en maintenant ou améliorant les rendements grâce aux pollinisateurs

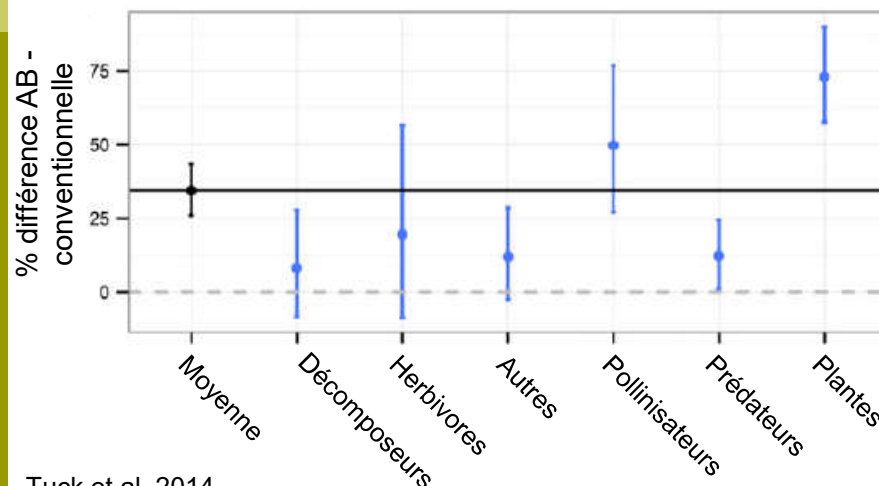


Agriculture biologique

- Cahier des charges : pas d'utilisation d'intrants de synthèse

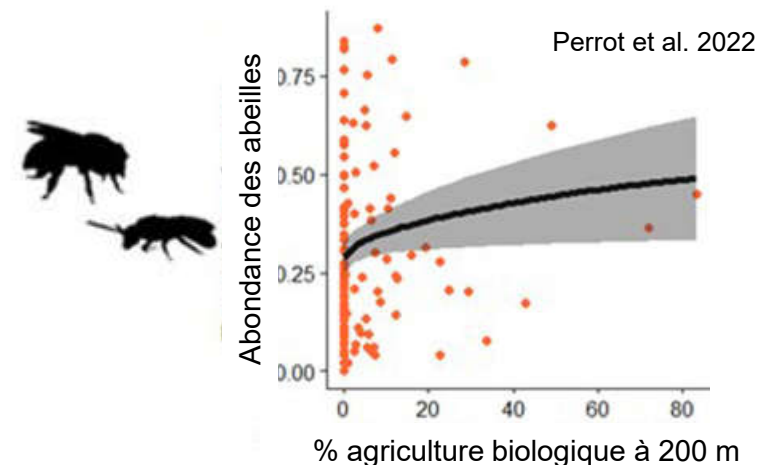


- Effets dans les parcelles



Tuck et al. 2014

- A l'échelle du paysage
 - Augmentation des rendements (du colza) par augmentation des pollinisateurs et diminution des ravageurs



ARTICLE

DOI: 10.1038/s41467-017-01410-w

OPEN

Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture

Adrian Muller^{1,2}, Christian Schader¹, Nadia El-Hage Scialabba³, Judith Brüggemann¹, Anne Isensee¹, Karl-Heinz Erb⁴, Pete Smith⁵, Peter Klocke^{1,6}, Florian Leiber¹, Matthias Stolze¹ & Urs Niggli¹

Des controverses sur les priorités entre arrêt des pesticides et restauration des habitats

Opinion

Trends in
Ecology & Evolution

Beyond organic farming – harnessing biodiversity-friendly landscapes

Teja Tschamntke,^{1,*} Ingo Grass,² Thomas C. Wanger,^{3,4,5,*} Catrin Westphal,⁶ and Péter Batáry⁷

Letter

The rejection of synthetic pesticides in organic farming has multiple benefits

Carsten A. Brühl ,^{1,*}
Johann G. Zaller,^{2,*}
Matthias Liess,^{3,4} and
Jörn Wogram⁵



Letter

Restoring biodiversity needs more than reducing pesticides

Teja Tschamntke,^{1,*} Ingo Grass,²
Thomas C. Wanger,^{3,4,5,*}
Catrin Westphal,⁶ and
Péter Batáry⁷



« Nourrir le monde »

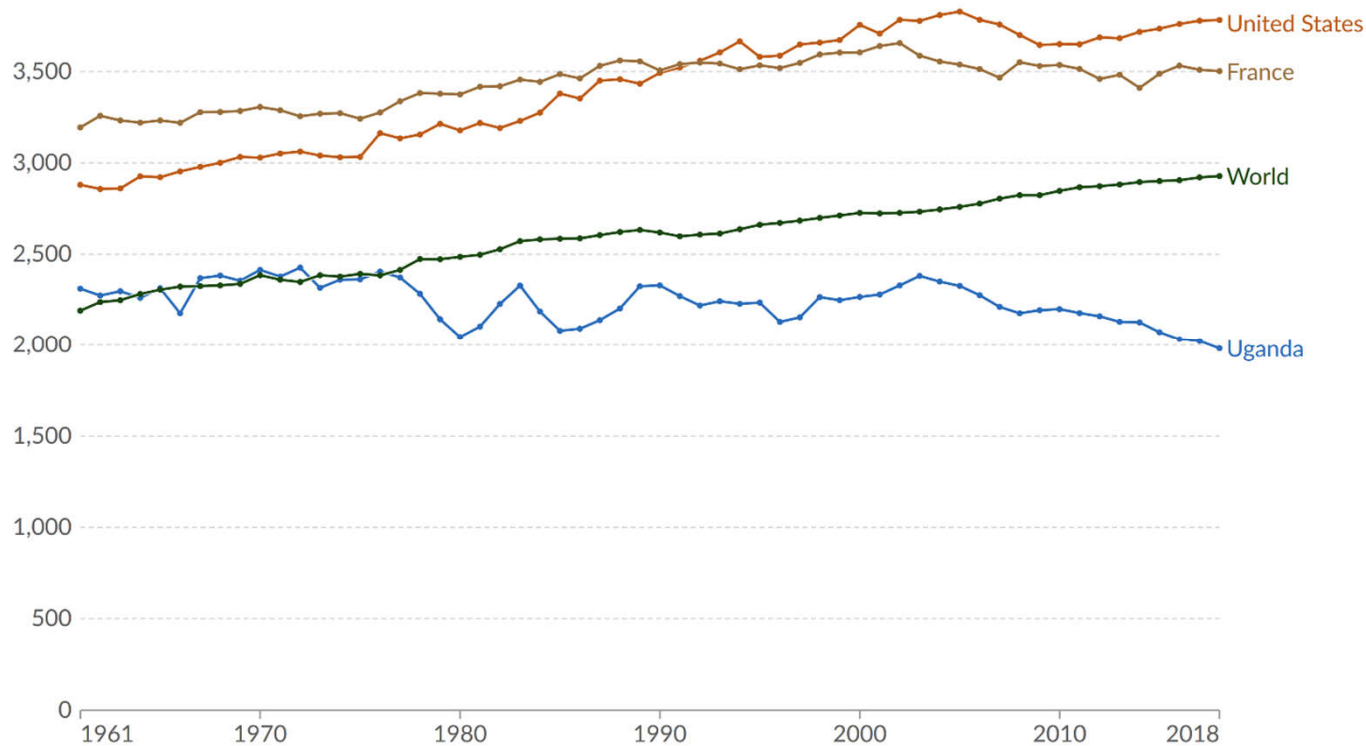
□ Une production actuellement suffisante

Fourniture quotidienne de calories par personne

Daily supply of calories per person, 1961 to 2018

Measured in kilocalories per person per day. This indicates the caloric availability delivered to households but does not necessarily indicate the number of calories actually consumed.

Our World
in Data



Data source: Our World in Data based on the Food and Agriculture Organization of the United Nations & historical sources
OurWorldInData.org/food-supply | CC BY

Conclusions

- ❑ Le modèle agricole actuel n'est pas durable
- ❑ L'agroécologie propose des solutions fondées sur la nature pour maintenir la production tout en conservant la biodiversité
- ❑ La transition vers l'agroécologie est cependant un changement radical de modèle, nécessitant un soutien fort

