

COLLÈGE
DE FRANCE

— 1530 —

Comment la biodiversité participe au fonctionnement des écosystèmes

Sandra LAVOREL
Chaire annuelle
Biodiversité et écosystèmes



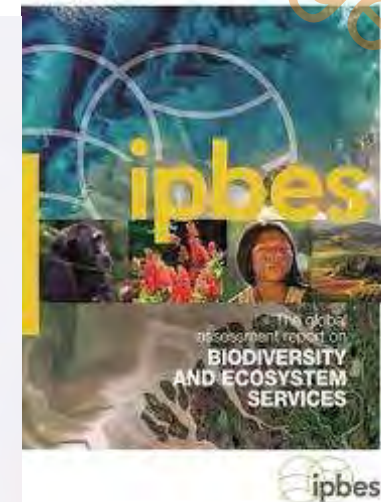
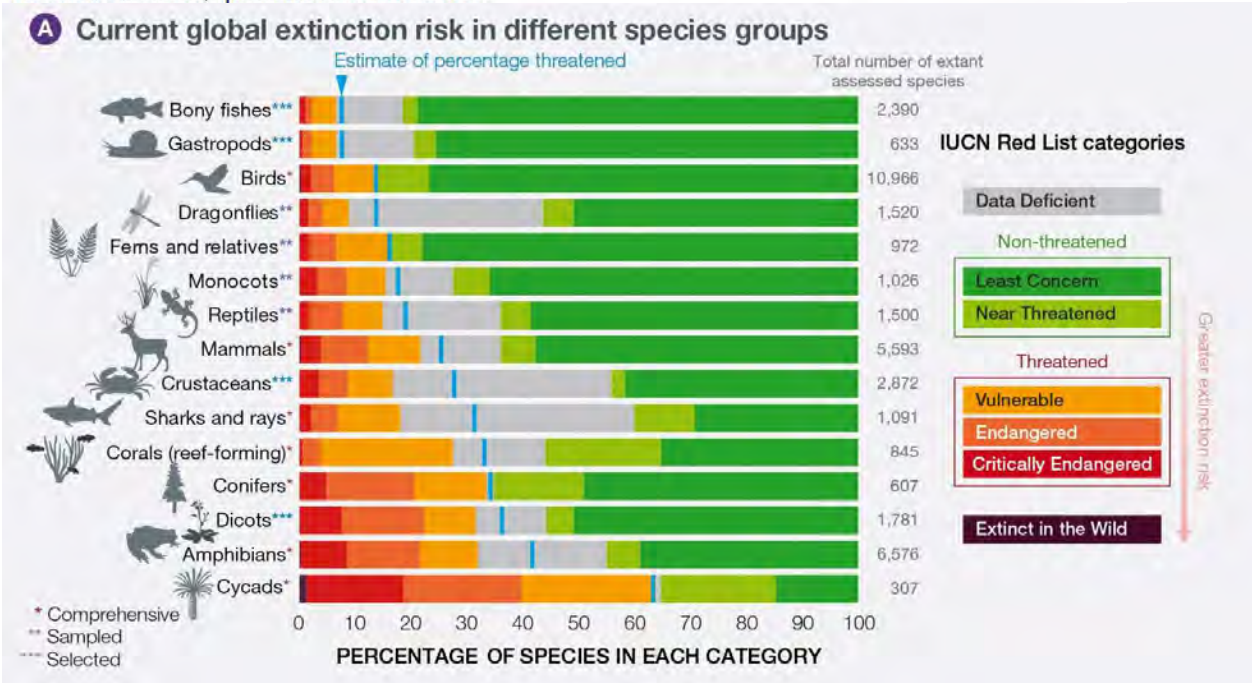
Fondation
Jean-François
de Clermont-Tonnerre



La 6^{ème} crise d'extinction de la biodiversité

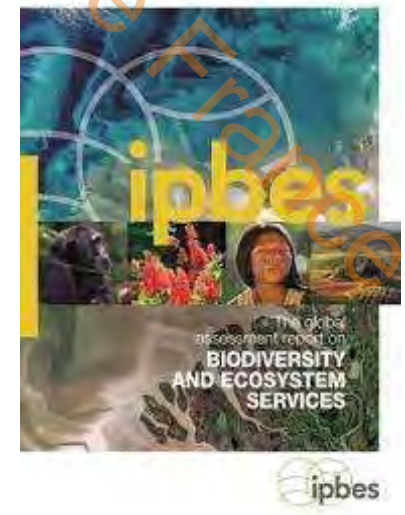
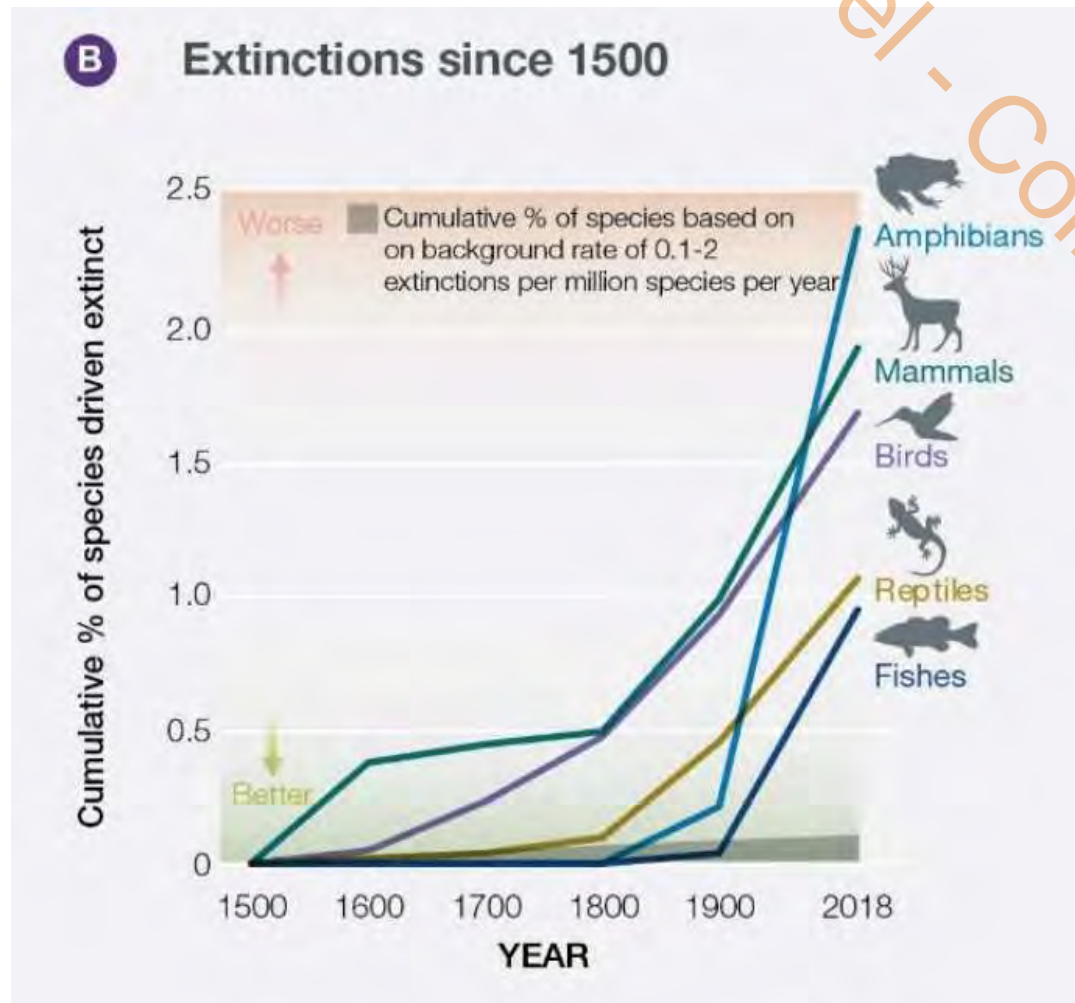
Biodiversité : une espèce sur huit, animale et végétale, risque de disparaître à brève échéance

Le rapport mondial alerte sur la disparition accélérée de la vie sauvage, sur la Terre comme au fond des océans, qui menace l'humanité.



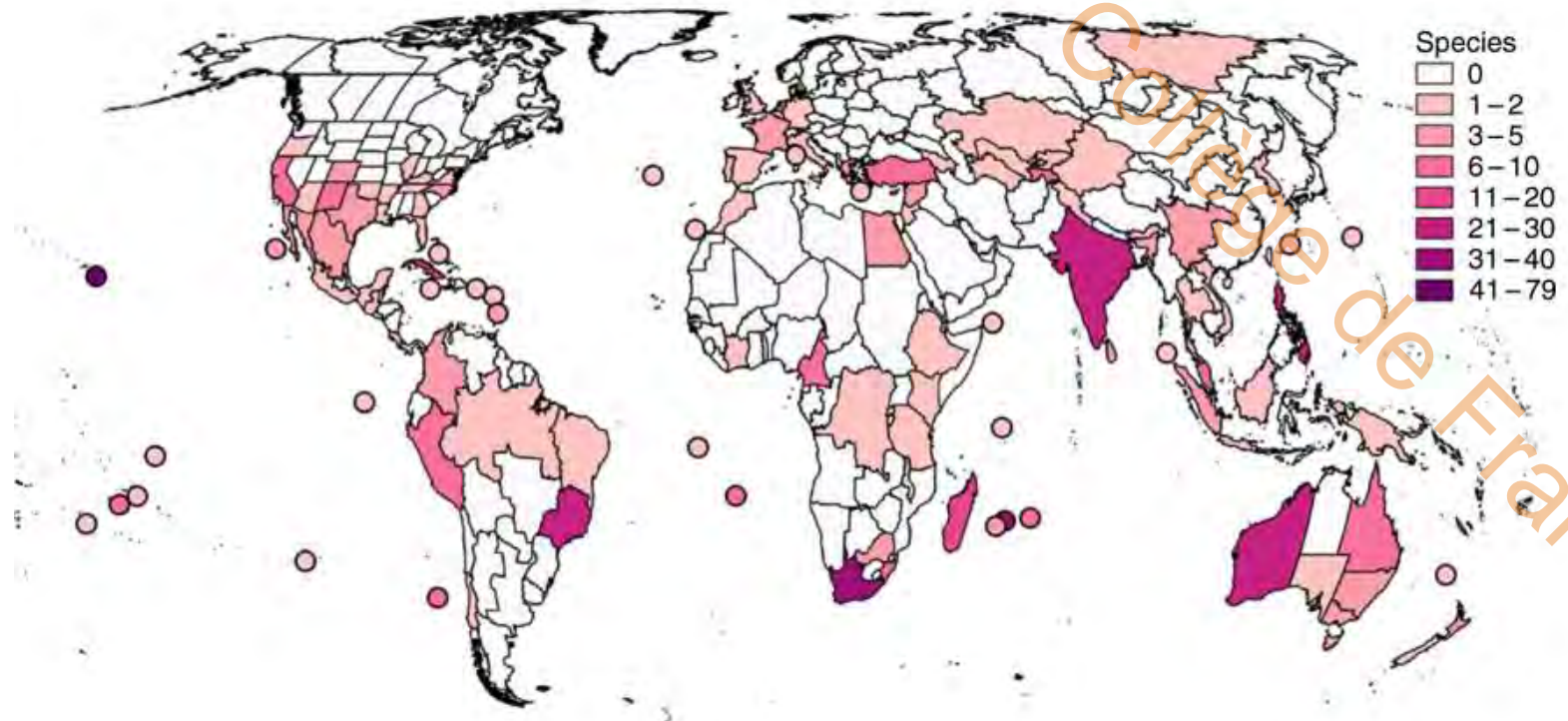
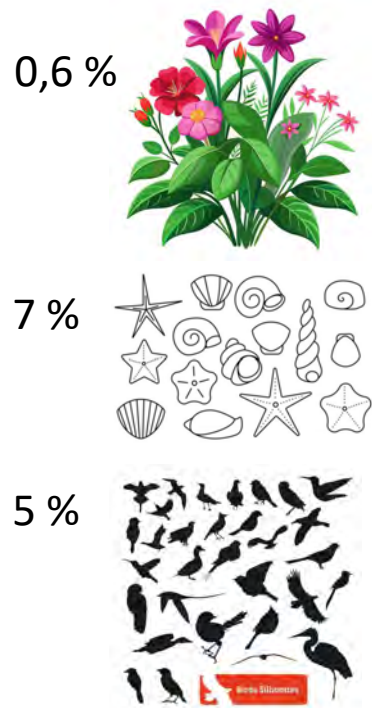
S. Lavoirel - Collège de France

Extinctions observées



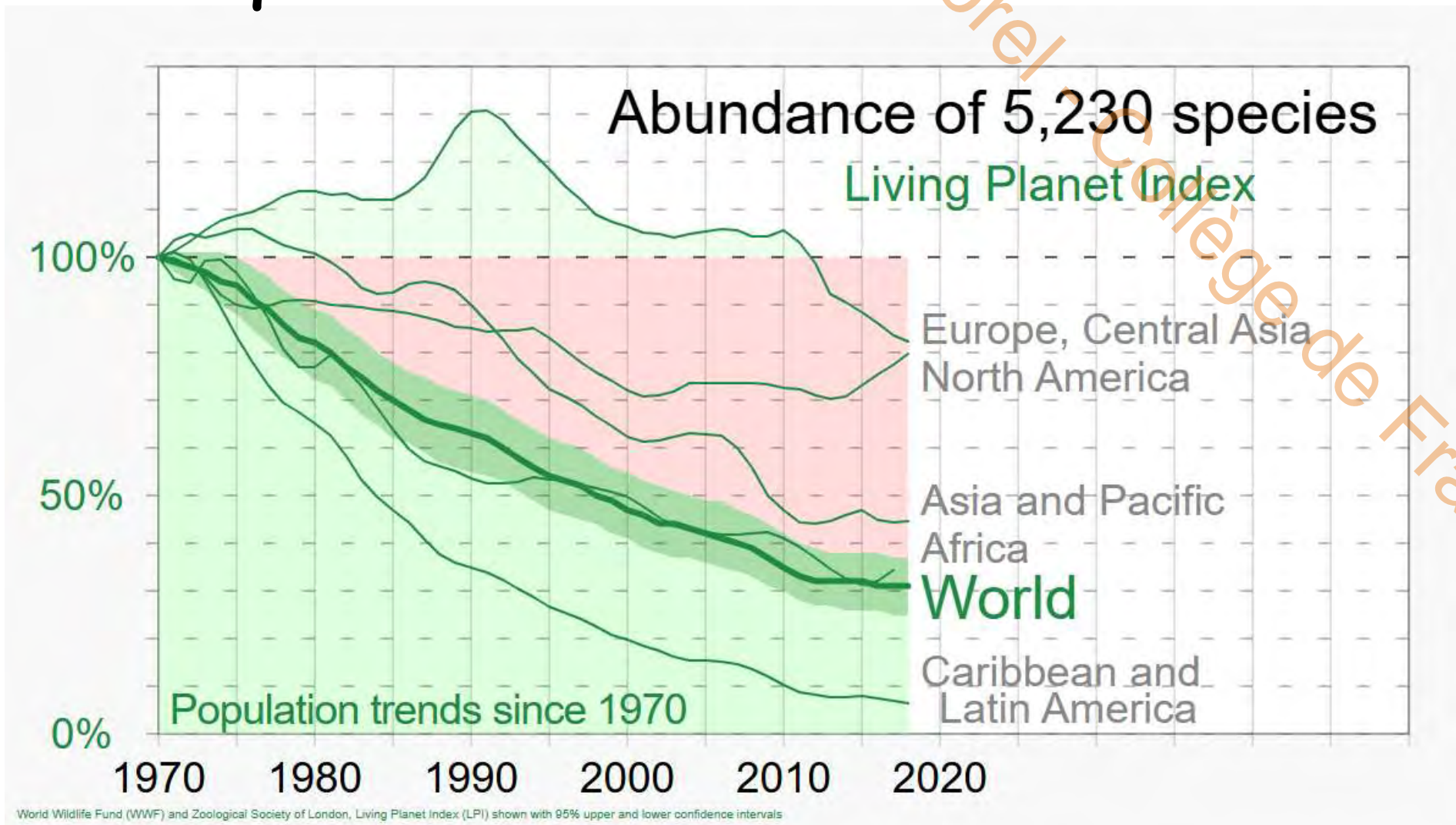
IPBES Global Assessment 2019

Extinctions d'espèces végétales en 250 ans : 2,3 espèces par an



x 500 le taux d'extinction de reference sur la période géologique

Pas uniquement des extinctions



CANNES
Sélection:
un festival
d'arcanes

ET TOUTES LES SORTIES CINÉ, PAGES 22-27

NUPES
LFI aux prises
avec le sparadrap
Quatennens

PAGES 10-11

TAIWAN
Macron met
le feu à la
poudrière

PAGES 9-9

Libération



INSECTES S'ILS DISPARAISSENT, NOUS DISPARAISSEONS



Coccinelles, abeilles ou papillons déclinent à un rythme vertigineux. Tandis qu'une inquiétante nouvelle forme de pesticide est testée en Europe, le biologiste britannique Dave Goulson démontre que l'extinction des insectes menace directement l'espèce humaine. PAGES 2-9

M 0013-403-5-2,70 €
DIPLOMABUS GETTY IMAGES
Libération

- ↓ 75% biomasse des insectes des aires protégées en Allemagne en 30 ans
- ↓ 55% insectes pollinisateurs de Grande-Bretagne depuis 1980

L'abondance des oiseaux en Europe a décliné de 25 % en 40 ans

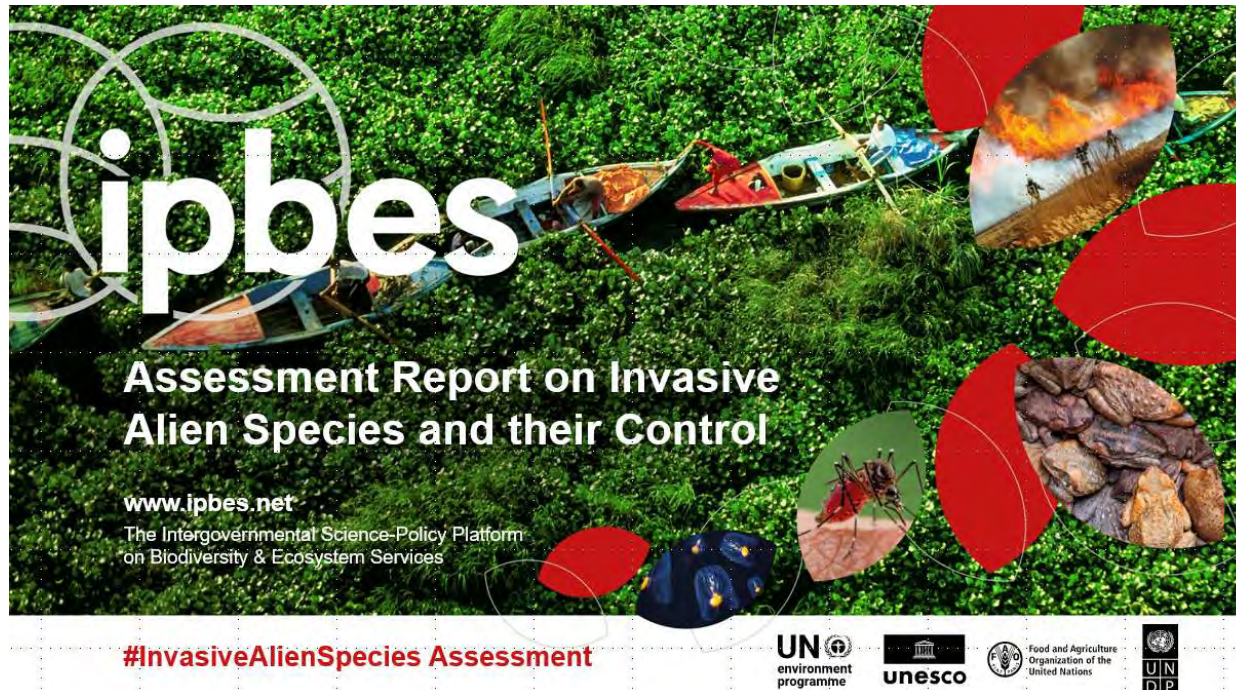
Déclin des abondances de différents groupes dans le temps

L'intensification des pratiques agricoles et l'augmentation des températures sont les principales pressions qui affectent négativement la plupart des populations

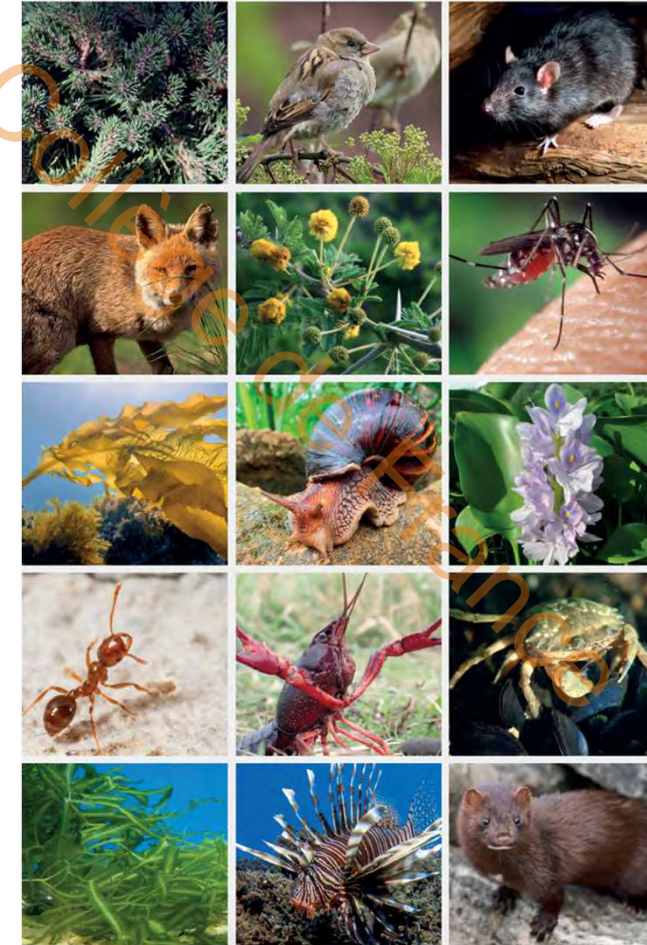


Rigal et al. 2023. Farmland practices are driving bird population decline across Europe, Proc. Nat. Acad. Sc.

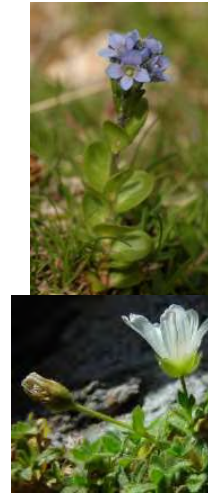
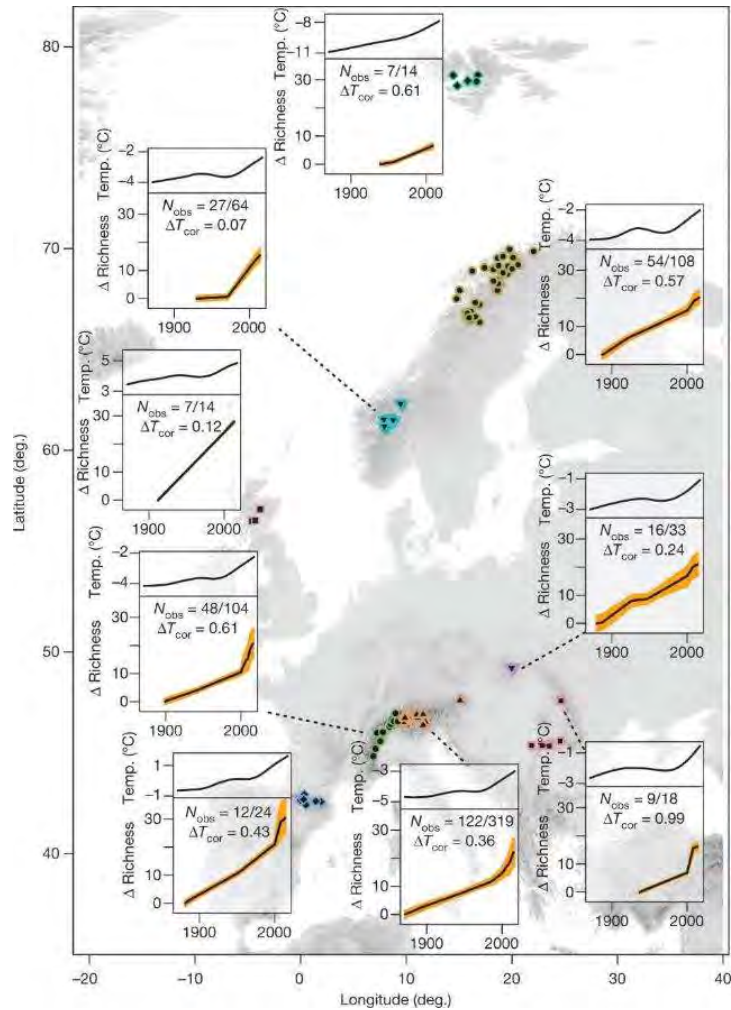
Espèces exotiques envahissantes



- 37,000 espèces exotiques établies, introduites par les activités humaines
- 200 nouvelles espèces exotiques par an
- 3,500 espèces exotiques invasives

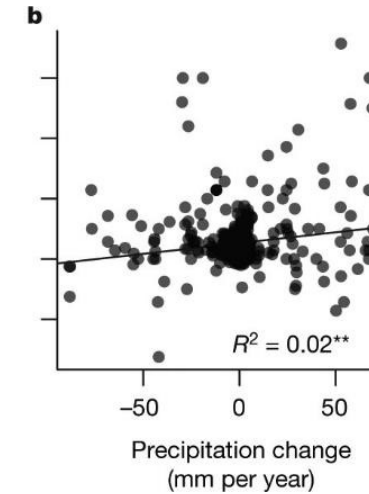
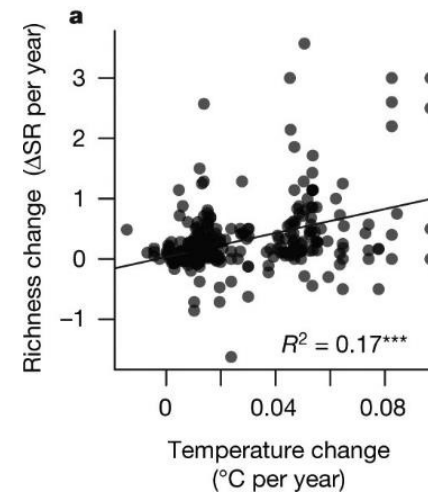


Déplacements altitudinaux: flore des hauts sommets



Gagnantes

Perdantes

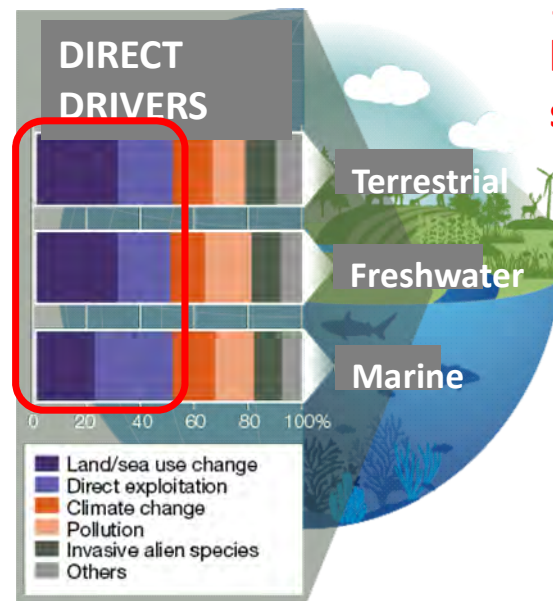
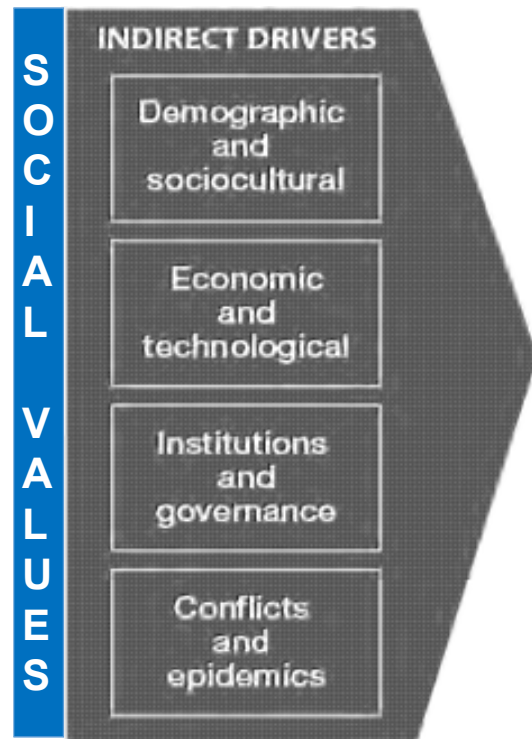
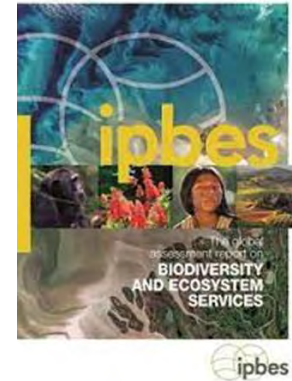


Steinbauer, MJ et al. (2018)
Accelerated increase in plant species richness on mountain summits is linked to warming.
Nature, 556, 231-234

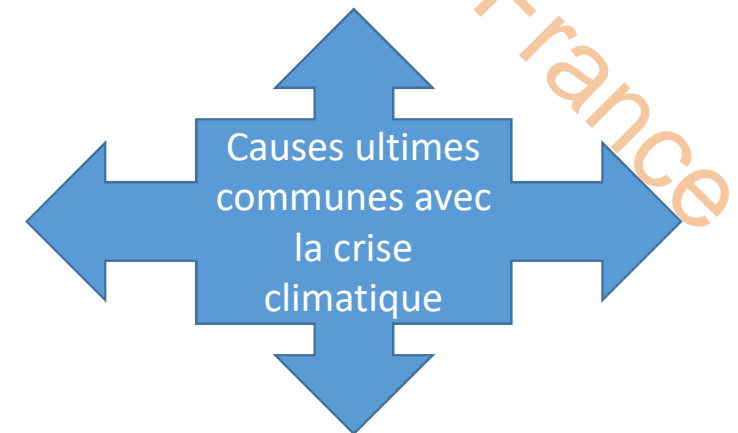
La vie sur Terre se dégrade rapidement sous l'effet des activités humaines, malgré les efforts de conservation de la nature

Quelles sont les principales causes de modification de la biodiversité?

Les causes proximales de la dégradation de la nature découlent directement des dynamiques sociétales



1ères causes:
les interventions directes
sur les écosystèmes

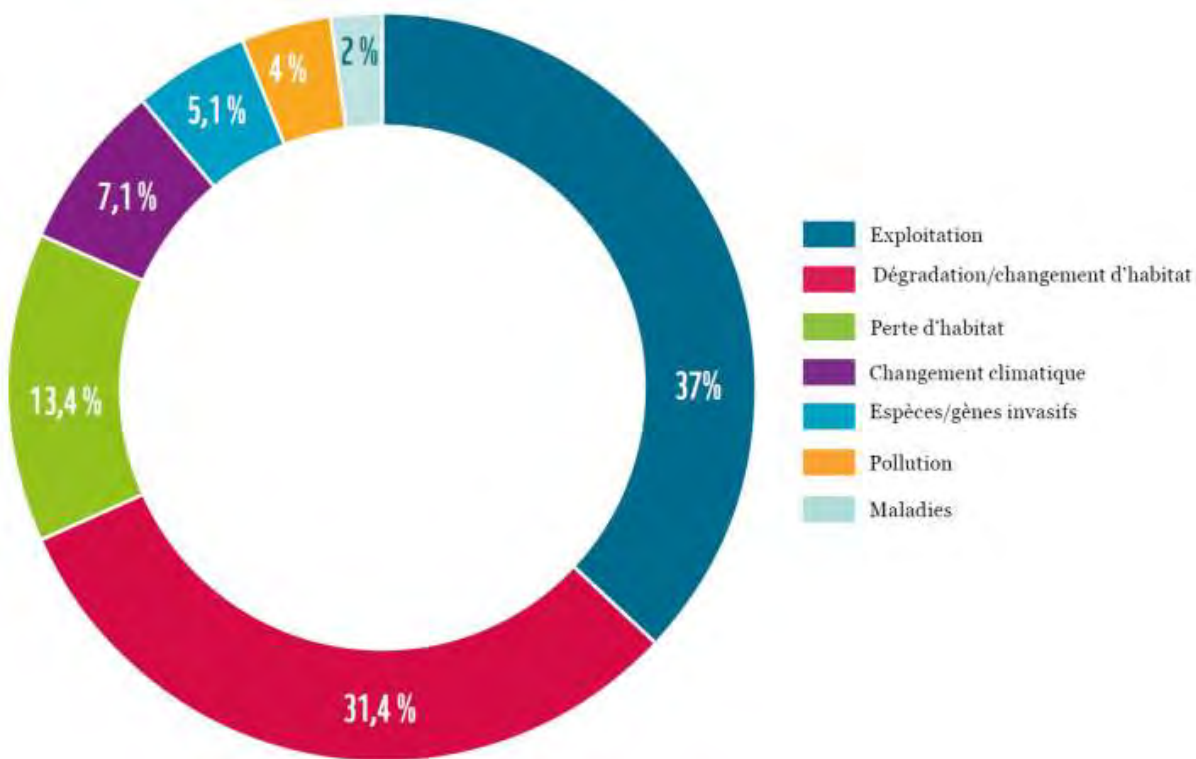


S. Lavoirel - Collège de France

Cause n°1 : Usages des sols et des mers



Causes directes de la dégradation de la biodiversité

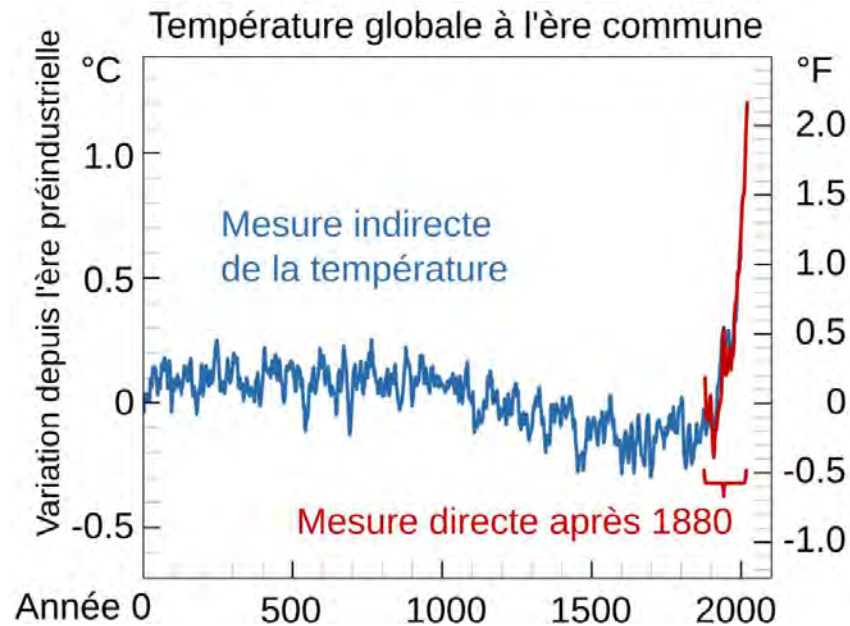


Usages des sols ~45%

- Dégradation des habitats
- Perte d'habitats
- 75% des terres déjà transformées, 90% en 2050
- 3% d'océans à l'état sauvage
- > 85% des zones humides transformées

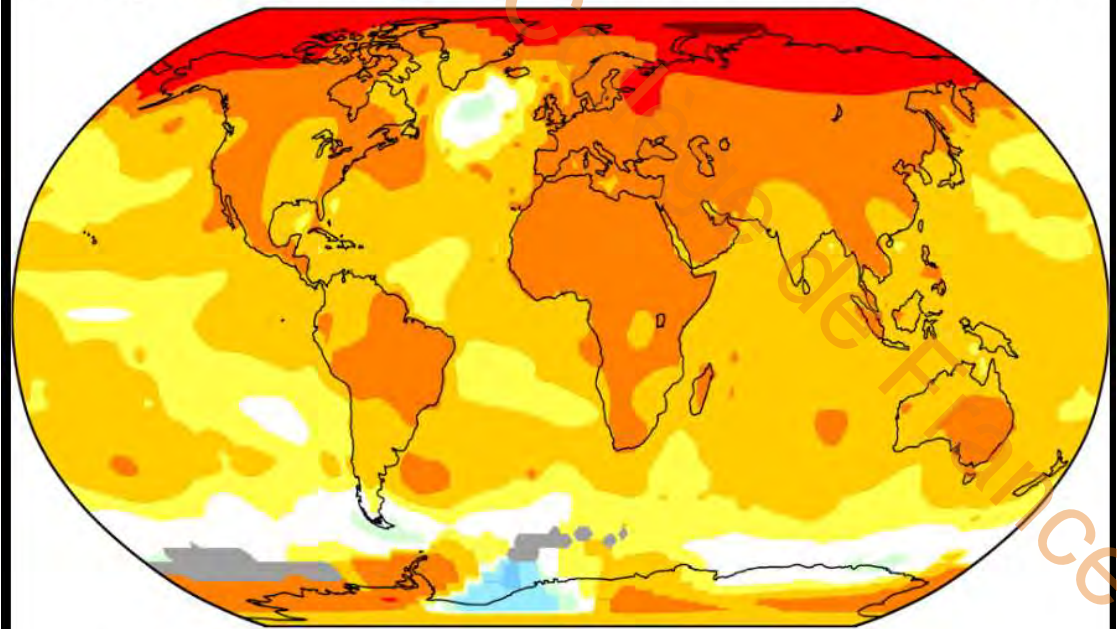
Exploitation directe : chasse, pêche, bois, commerce d'espèces sauvages, usages locaux

Le climat 3ème cause actuelle de déclin de la biodiversité

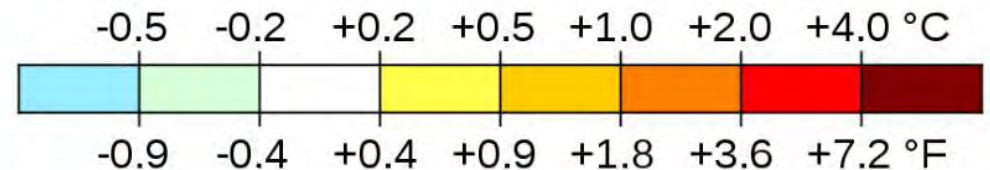


6^{ème} rapport d'évaluation du GIECC, 2024

Changement de température lors des 50 dernières années



moyenne 2011-2020 vs référence 1951-1980



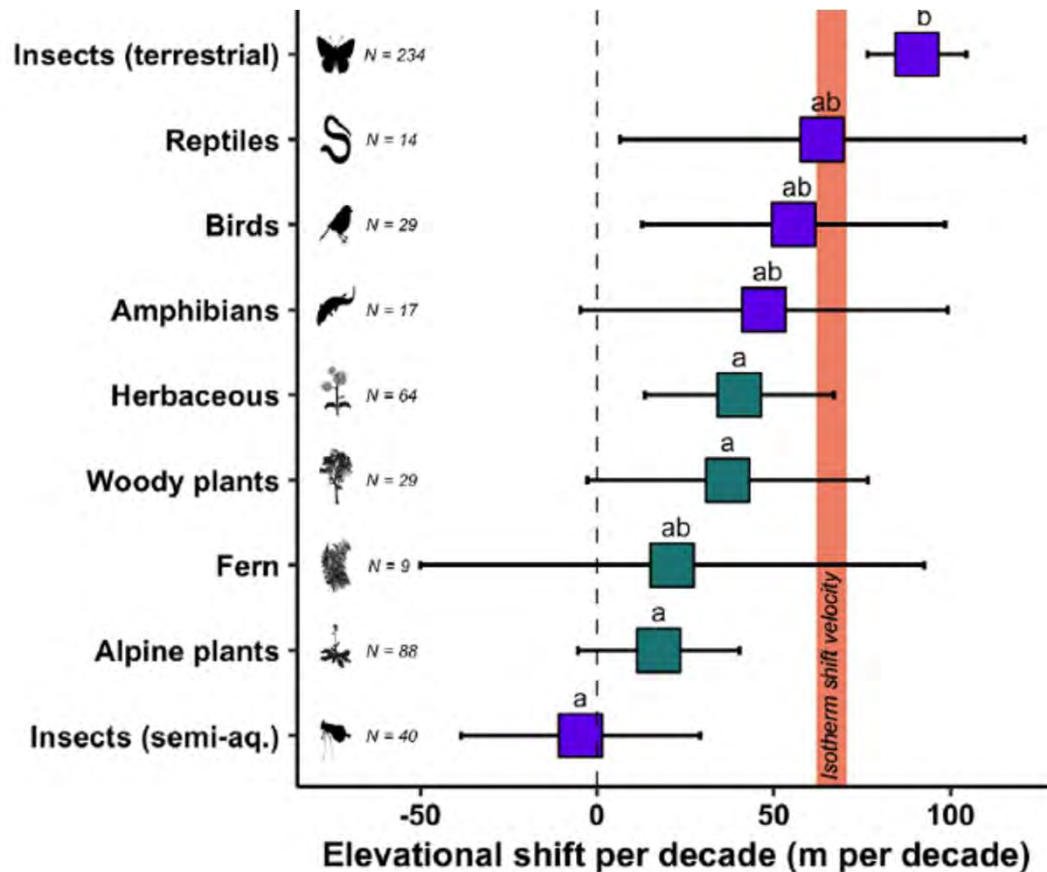
S. Lavoie - Collège de France

Transformations d'écosystèmes par le climat



Effets directs du changement climatique : Déplacements d'aires

Limites altitudinales – Arc alpin (Europe)



• Observations

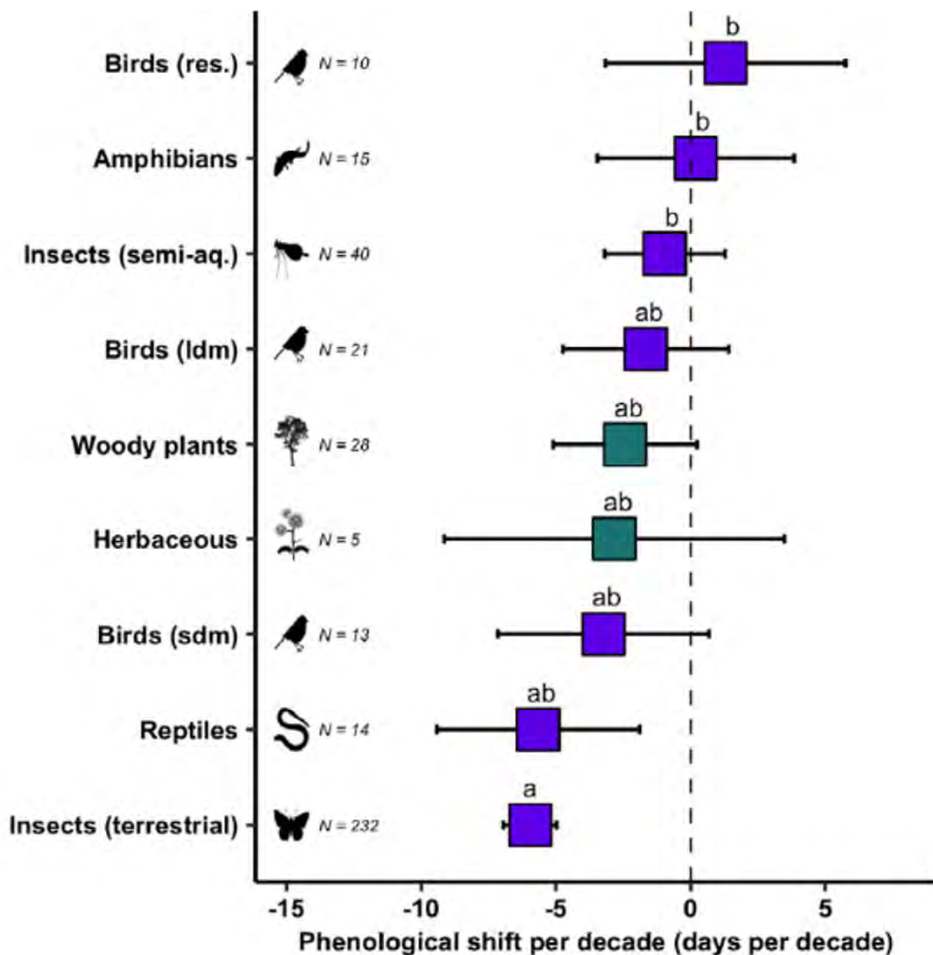
- Ré-échantillonnage de sites
- Observation de limites de distributions (botanistes, ornithologistes...)



S. Laborie - Collège de France

Effets directs du changement climatique: Phénologie

Phénologie – Arc alpin (Europe)



- **Phénologie** = le calendrier de la nature. Etude de l'apparition des événements saisonniers.

- Effets marqués mais hétérogènes
- Exposition des plantes sauvages et cultivées et des animaux au gel tardif
- Dates d'éclosion ou de maturité des ravageurs des cultures et des forêts
- Décalages de dates entre plantes et pollinisateurs

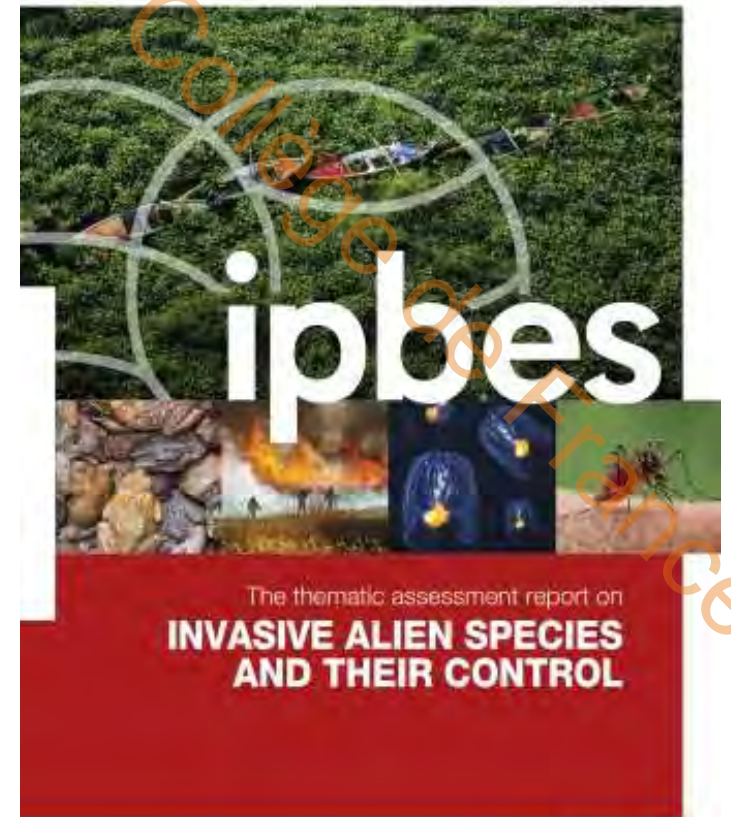
Effets indirects: interactions entre le climat et les usages des sols

- Fragilisation de populations d'espèces déjà menacées par les usages des sols ou l'exploitation directe
- Fragmentation des paysages: réduit les capacités de déplacements d'espèces – entre habitats dans les paysages; vers le nord ou en altitude



Les invasions par des espèces exotiques invasives 5ème cause actuelle de déclin de la biodiversité

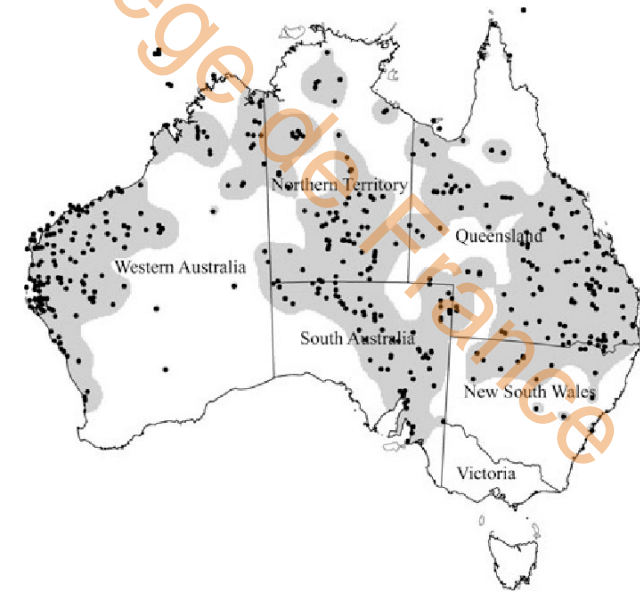
- Plus de 37 000 espèces exotiques à l'échelle mondiale
+200 / an, le plus rapide jamais observé
- **Principales causes:** transport, introduction, établissement et dissémination par les activités humaines
- **Amplification** par le changement climatique



Effets synergiques du changement climatique et des espèces invasives exotiques - via les régimes de perturbation

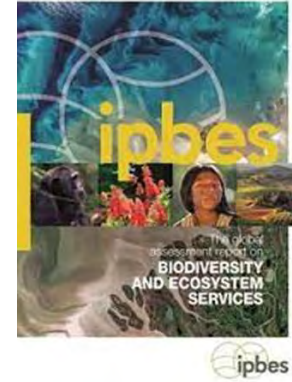


Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*)



Pourquoi la dégradation de la biodiversité est-elle une catastrophe planétaire ?

Objectifs de Développement Durable (2030)



Selected Sustainable Development Goals	Recent status and trends in aspects of nature and nature's contributions to people that support progress towards target *			Uncertain relationship
	Poor/Declining support	Partial support	Unknown	
No poverty	↓ ↓			U U
Zero hunger	↓	→ → →		
Good health and well-being			? ?	U U
Clean water and sanitation	↓ ↓ ↓	→		
Sustainable cities and communities	↓ ↓ ↓ ↓	→		
Climate action	↓	→	? ? ?	
Life below water	↓ ↓ ↓ ↓	→ → →		
Life on land	↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓	→ → → → →		

Tendance négative pour 35/44 sous-objectifs

www.ipbes.net

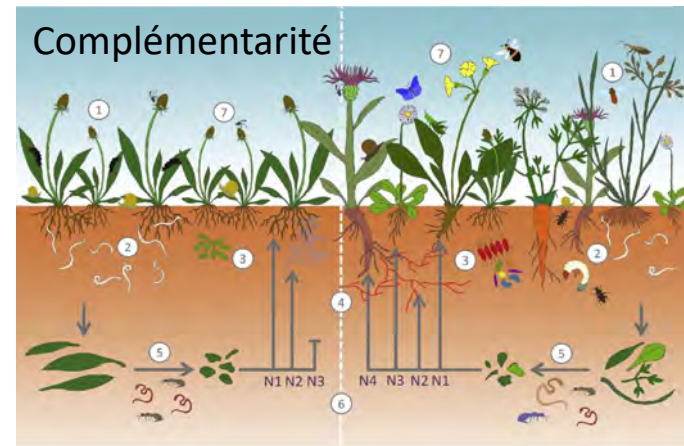
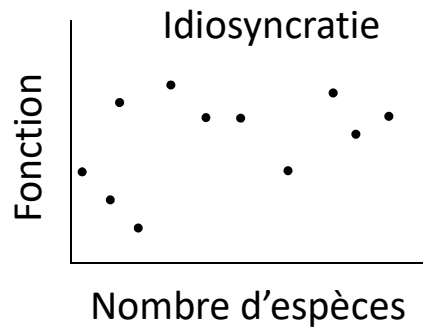
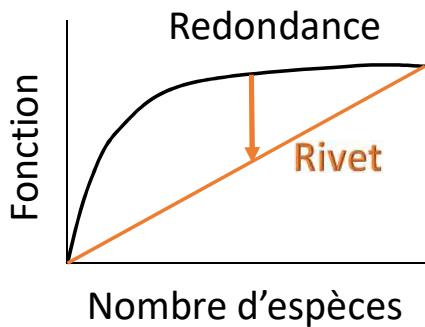
* There were no targets that were scored as good/positive status and trends

S. Lavorel - Collège de France

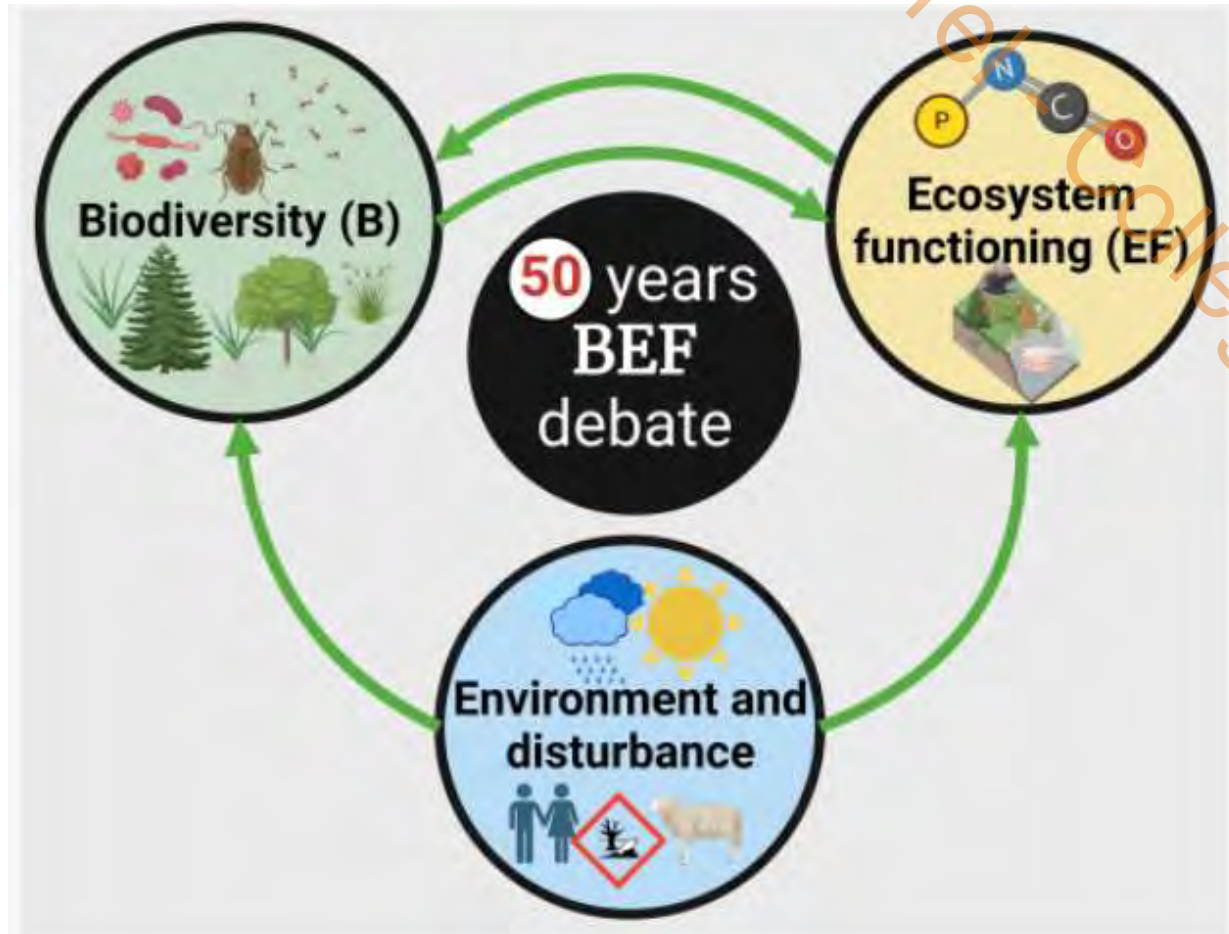
"Que font les espèces dans les écosystèmes?"

What do species do in ecosystems?

John H. Lawton OIKOS 71: 367–374. Copenhagen 1994



© Weisser et al. Basic and Applied Ecology 2017



Ali, A. (2023) Biodiversity–ecosystem functioning research: Brief history, major trends and perspectives. *Biological Conservation*, 285, 110210.

Connaissances sur les relations entre biodiversité et fonctionnement des écosystèmes

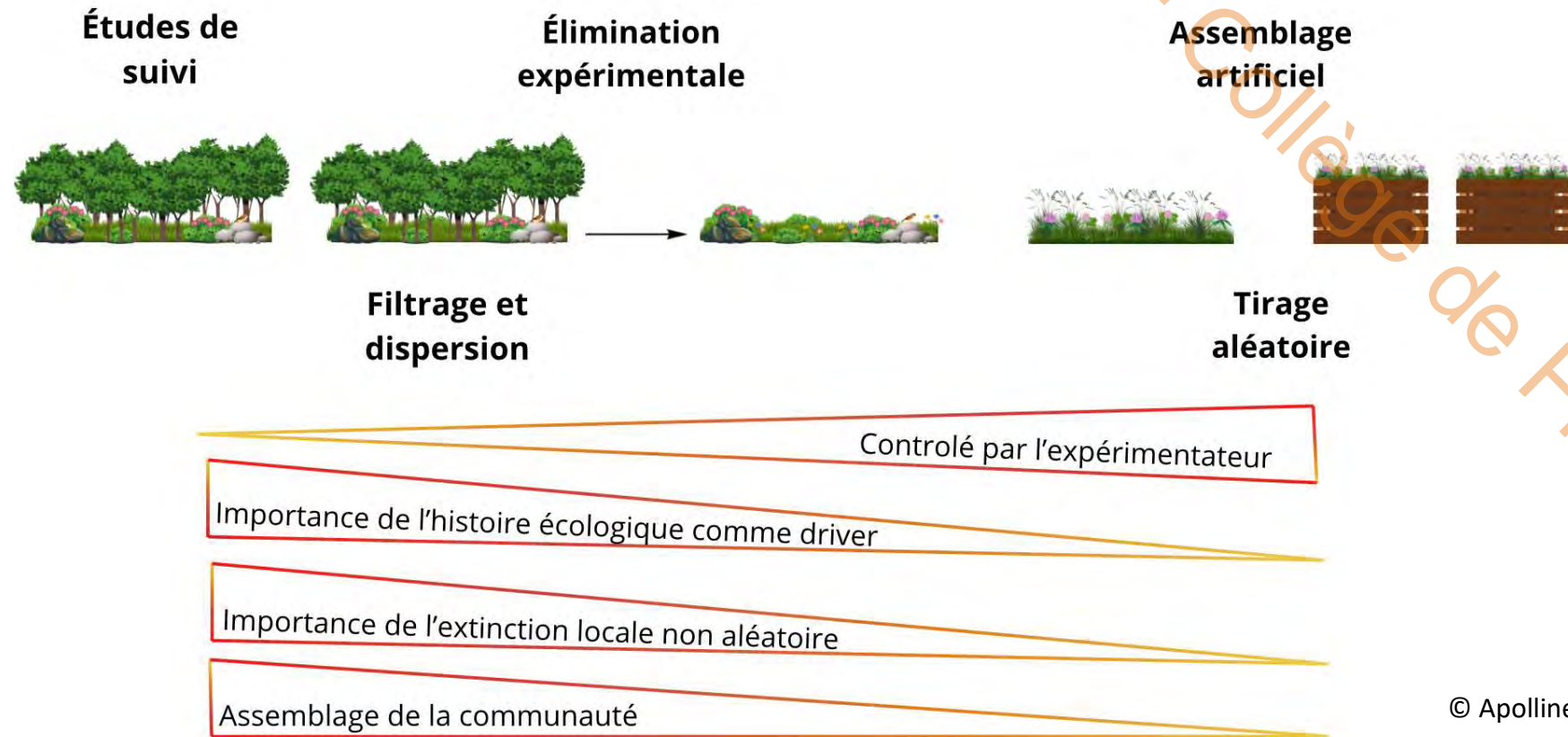
- Méthodologie
- Principaux mécanismes
- Processus du cycle du carbone et des nutriments
- Interactions biotiques
- Stabilité des écosystèmes
- Multifonctionnalité

Observer les effets de la biodiversité *in natura*



© Observatoire des forêts françaises
Vue sur la forêt guyanaise depuis la Savane-roche Virginie

Des approches expérimentales complémentaires



© Apolline Saint-Pierre

D'après Diaz, S. et al. (2003) *Functional diversity revealed by removal experiments. Trends in Ecology and Evolution*, 18, 140-146

Mettre les écosystèmes sous le microscope: les écotrons



Conditions contrôlées
Mesures suivies
Infrastructures de recherche

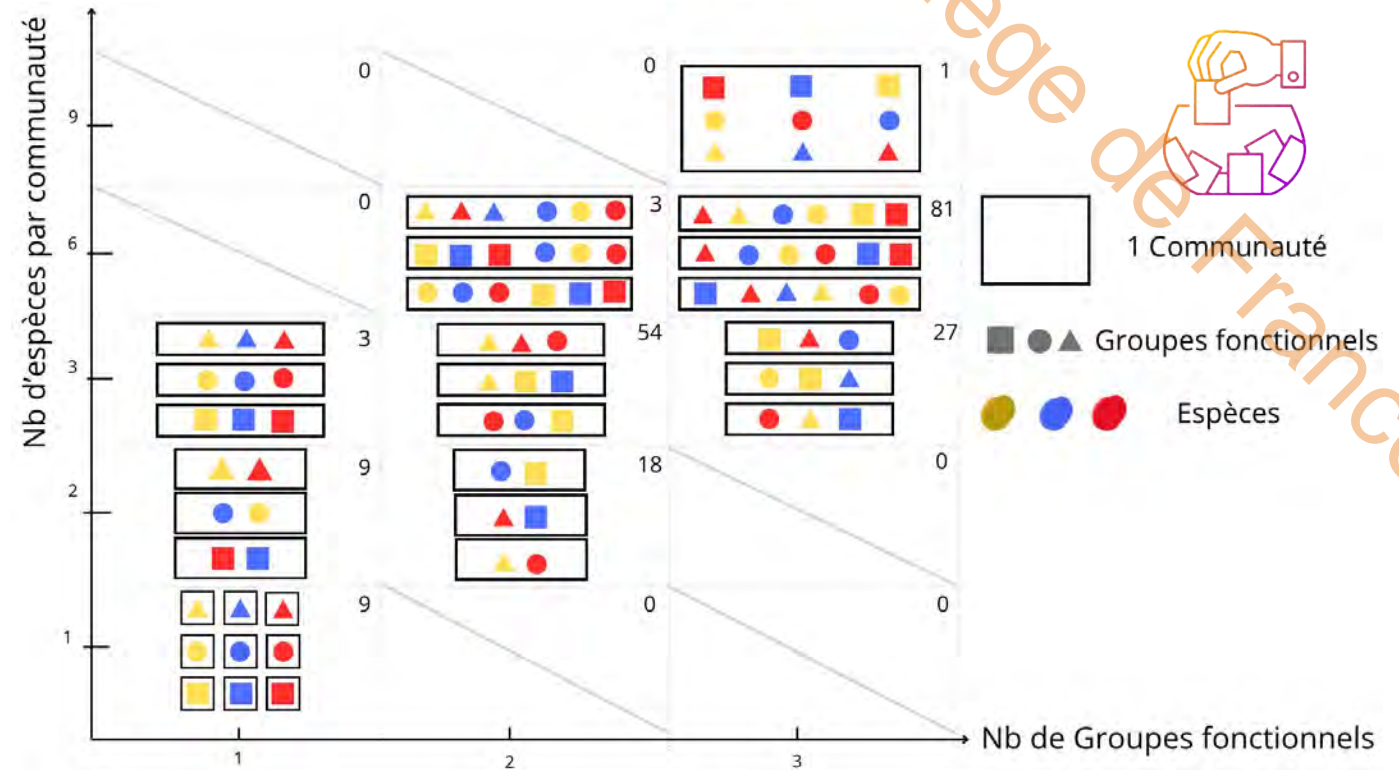
Ecotoxicology 13		Elemental cycles 10		CO ₂ 15		T°C 14	
Plant physiology 11		Soil fauna 8		CO ₂ O ₃ 11		CO ₂ T°C 7	
Multitrophic 7		Aboveground fauna 2		O ₃ 9		CO ₂ T°C H ₂ O 5	
Plant 6				T°C H ₂ O 4		CO ₂ T°C H ₂ O 4	

Roy, J., et al. (2021) *Ecotrons: Powerful and versatile ecosystem analysers for ecology, agronomy and environmental science.* *Global Change Biology*

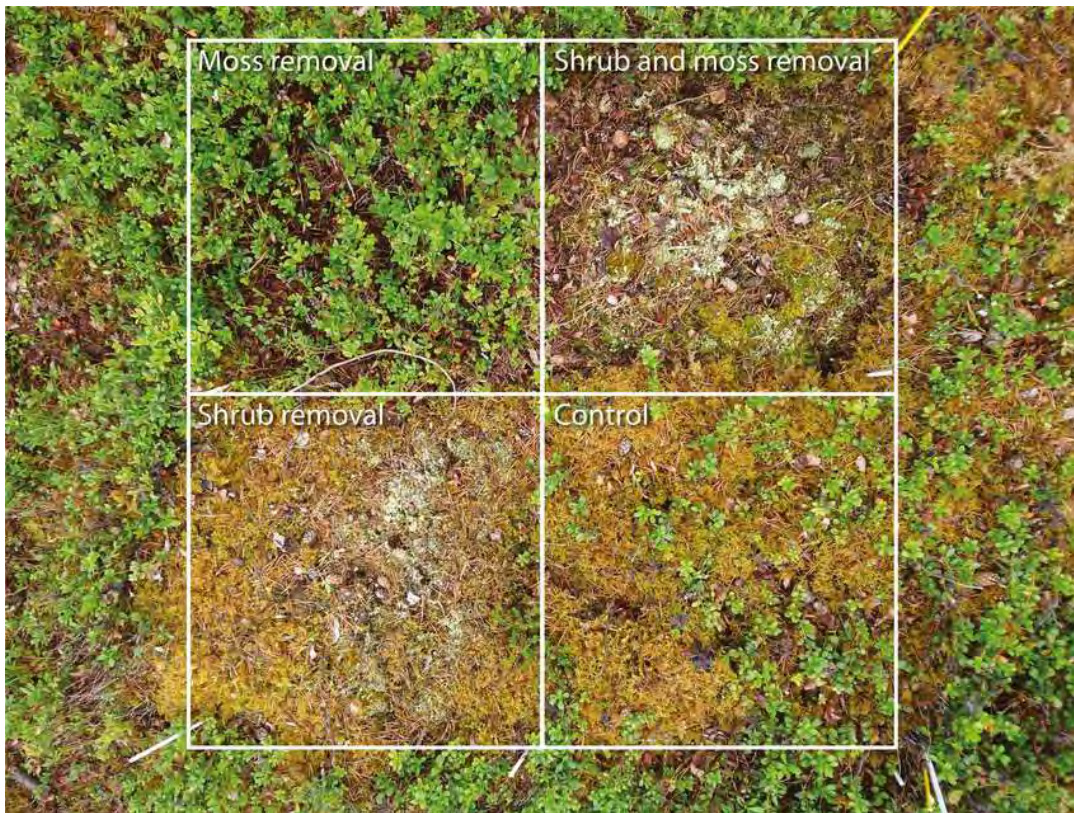
Manipuler la biodiversité en conditions naturelles: les assemblages expérimentaux



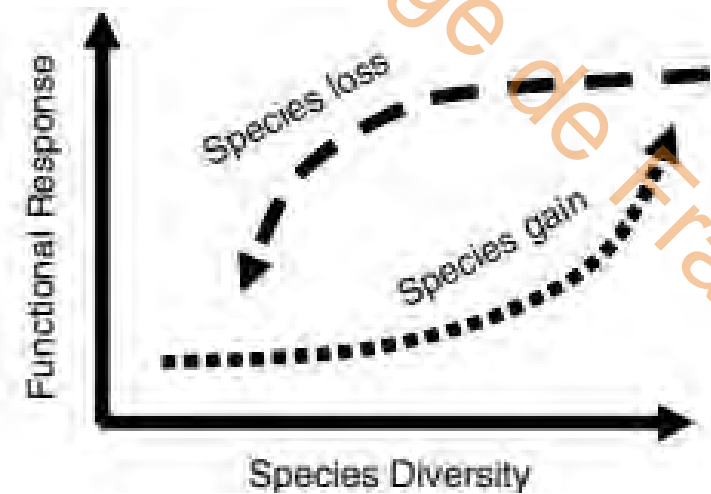
Créer un gradient de nombre croissant d'espèces en mélangeant différents groupes fonctionnels et en contrôlant les effets des espèces individuelles par des combinaisons aléatoires



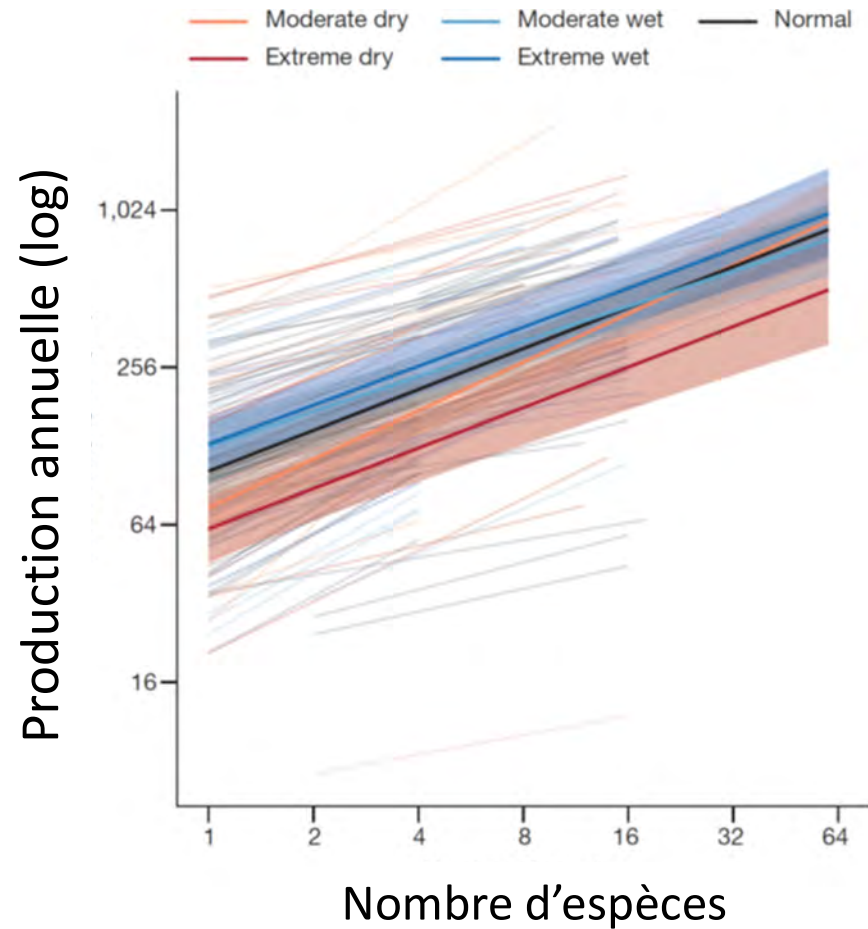
Manipuler la biodiversité en conditions naturelles: les éliminations expérimentales



Grau-Andrés, R. et al. (2022) Trait coordination in boreal mosses reveals a bryophyte economics spectrum. *Journal of Ecology*, 110, 2493-2506.

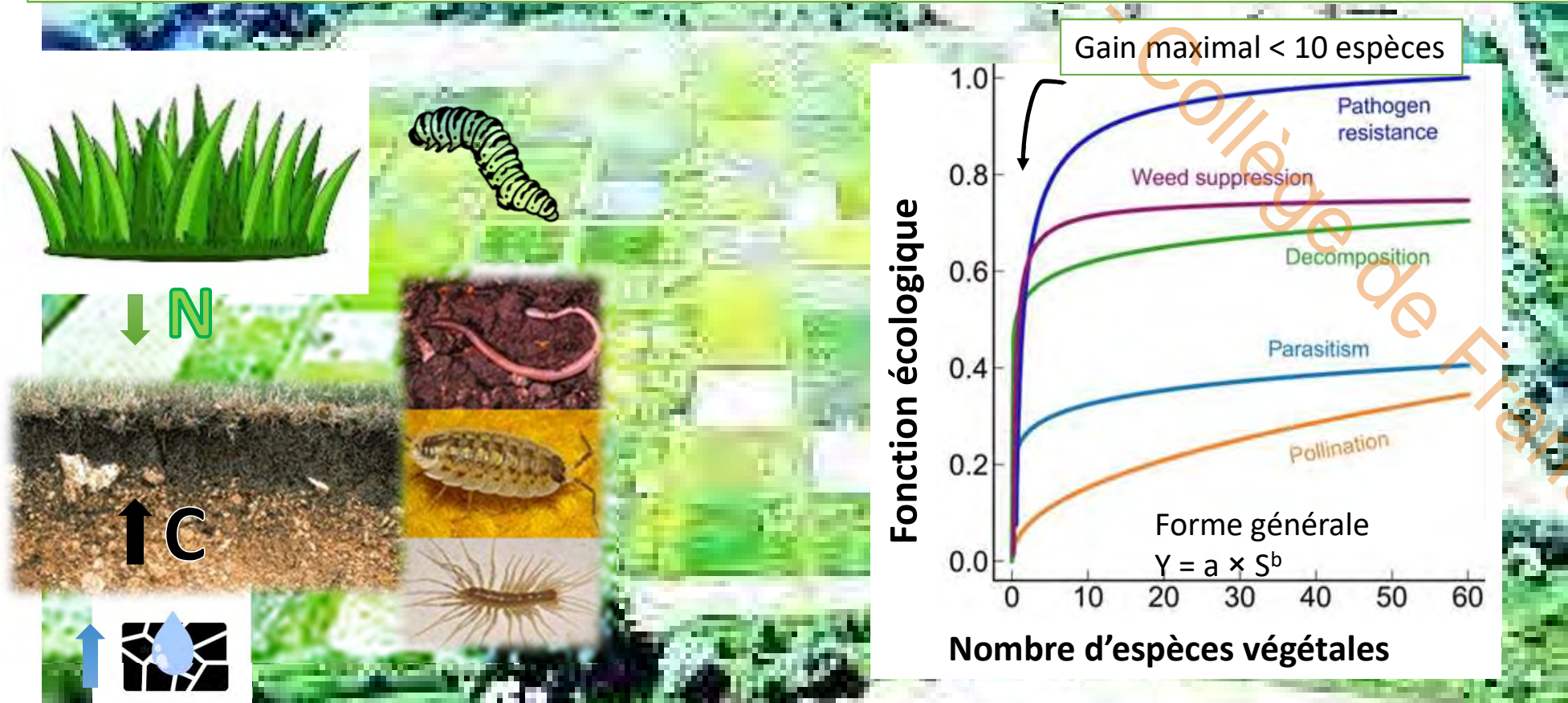


Effets de la richesse spécifique végétale sur la production de biomasse



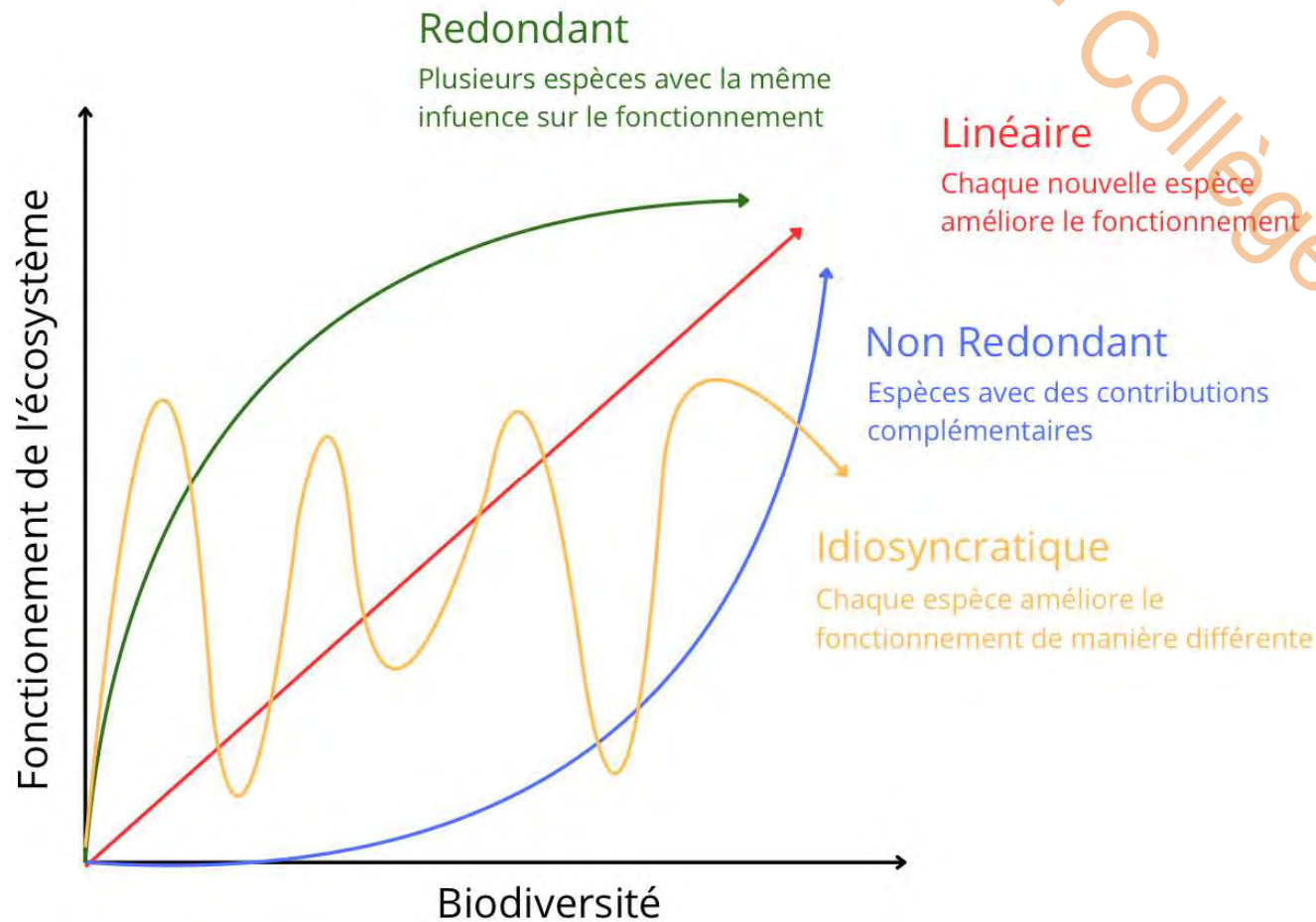
Isbell F et al. (2015) Biodiversity increases the resistance of ecosystem productivity to climate extremes. *Nature*, 526, 574-577

Effets de la richesse spécifique végétale sur de multiples composantes de l'écosystème



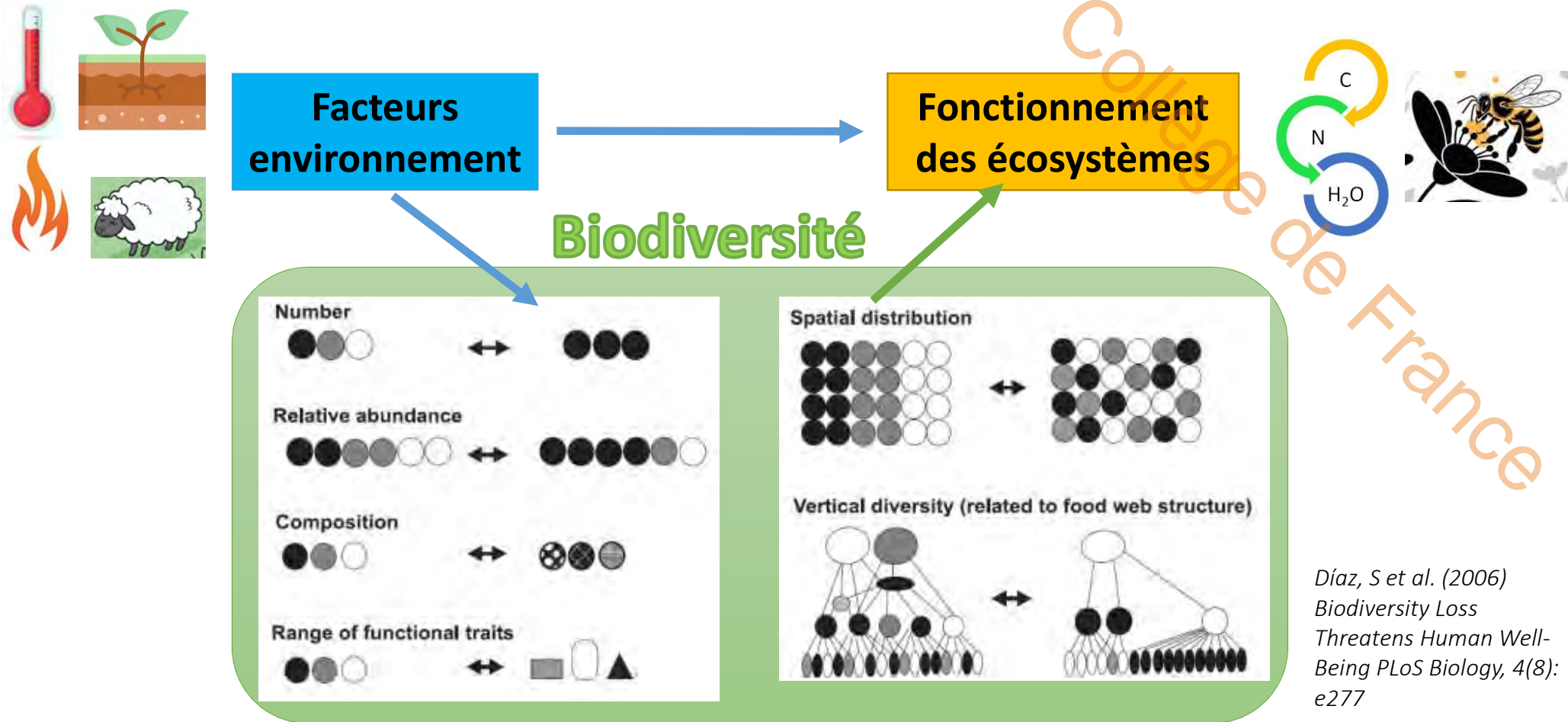
Weisser WW et al. (2017) Biodiversity effects on ecosystem functioning in a 15-year grassland experiment: Patterns, mechanisms, and open questions. *Basic and Applied Ecology*

A la recherche des mécanismes des effets de la biodiversité sur le fonctionnement



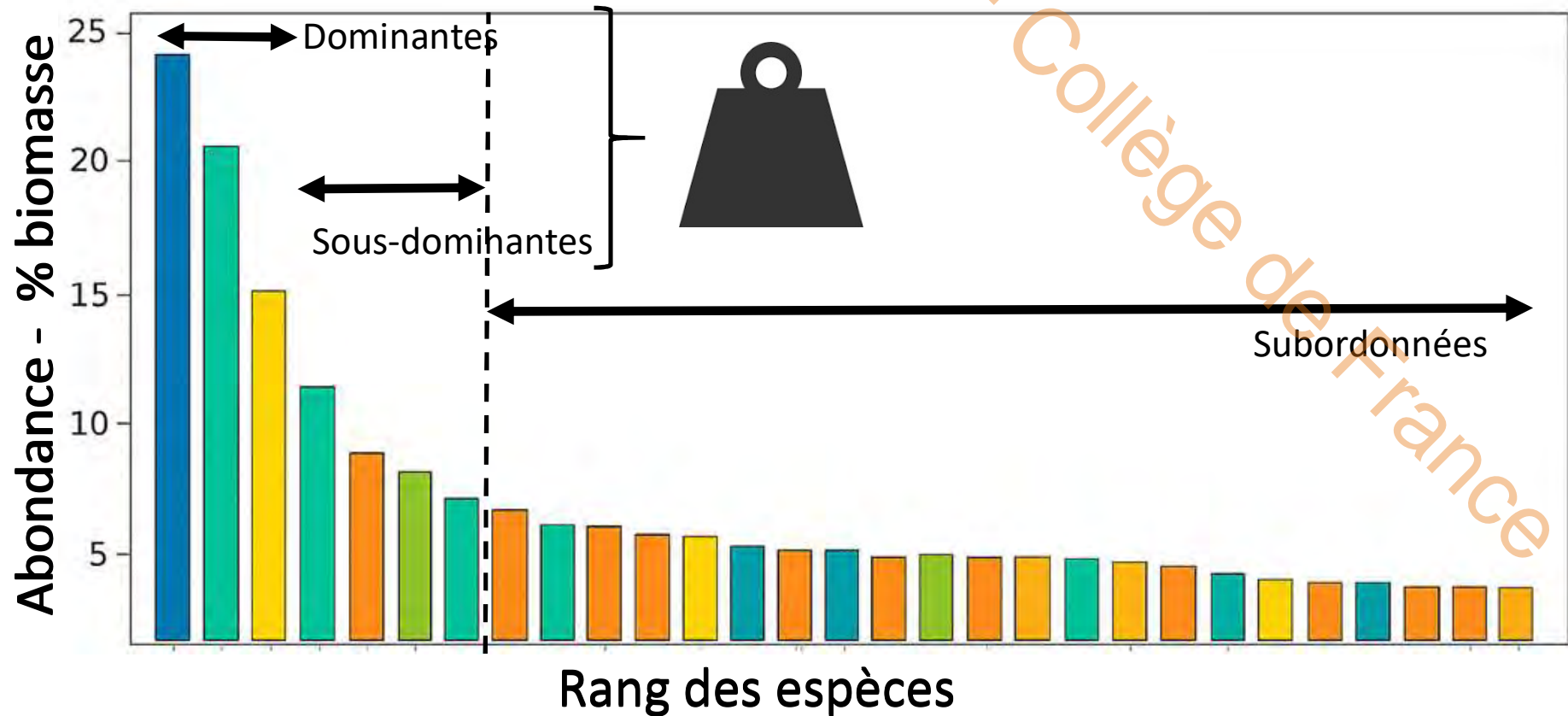
S. Lavoie - Collège de France

Quels sont les mécanismes des effets de la biodiversité sur le fonctionnement des écosystèmes ?



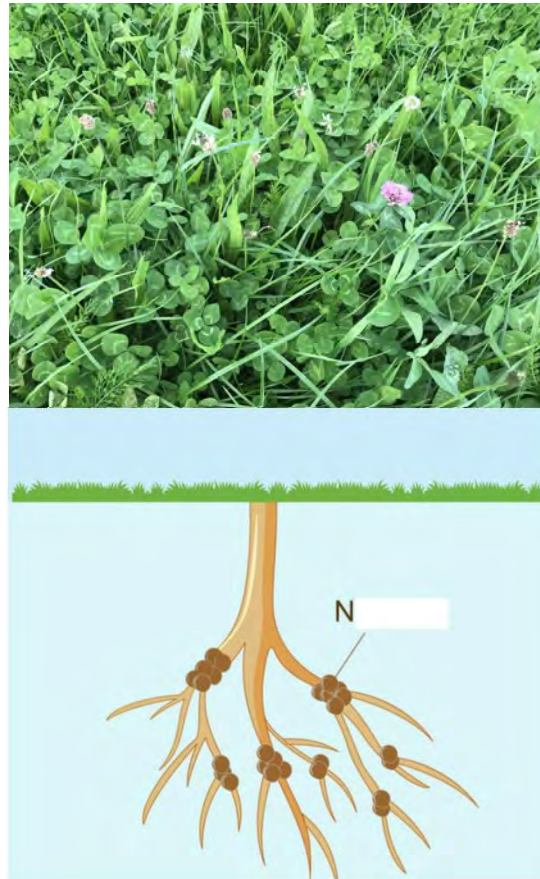
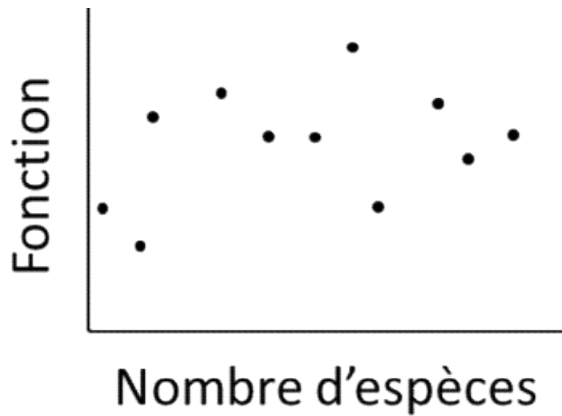
Díaz, S et al. (2006)
Biodiversity Loss
Threatens Human Well-
Being PLoS Biology, 4(8):
e277

Mécanisme primaire : Effet de masse

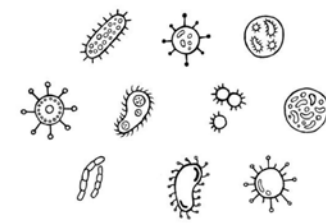


Effets d'identité des espèces

- Effet d'échantillonnage / de sélection / Idiosyncratie



↑ N

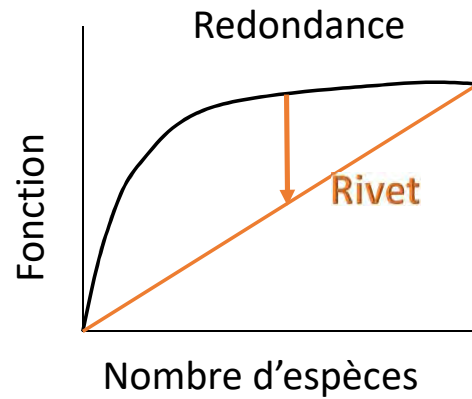
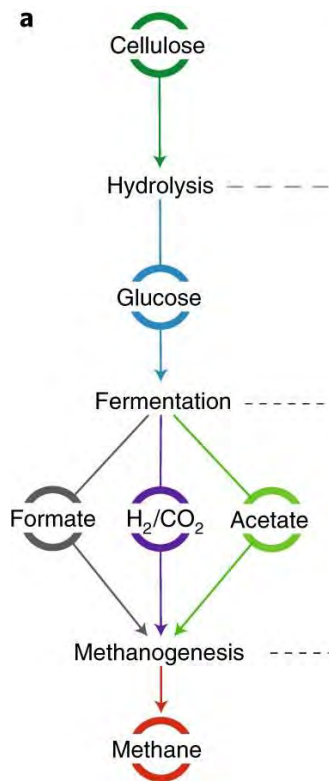


Espèces ingénieurs

- Espèces qui par leur seule présence et leur activité modifient la structure physique, chimique et biotique de leur environnement

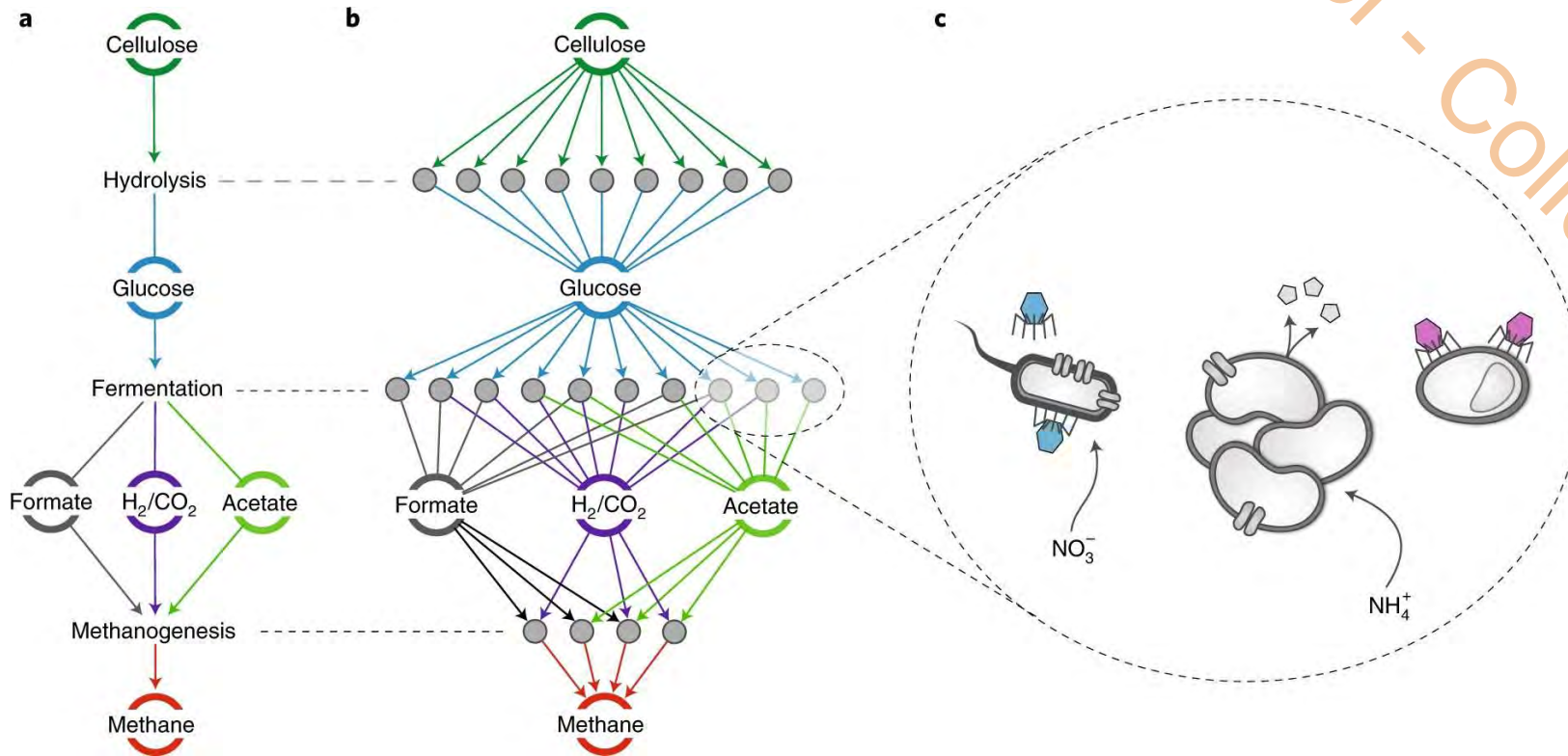


Redondance fonctionnelle



S. Lavoirel - Collège de France

Redondance fonctionnelle



- Assure la stabilité des fonctions de l'écosystème face aux variations et aux perturbations de l'environnement

Effets de complémentarité entre espèces

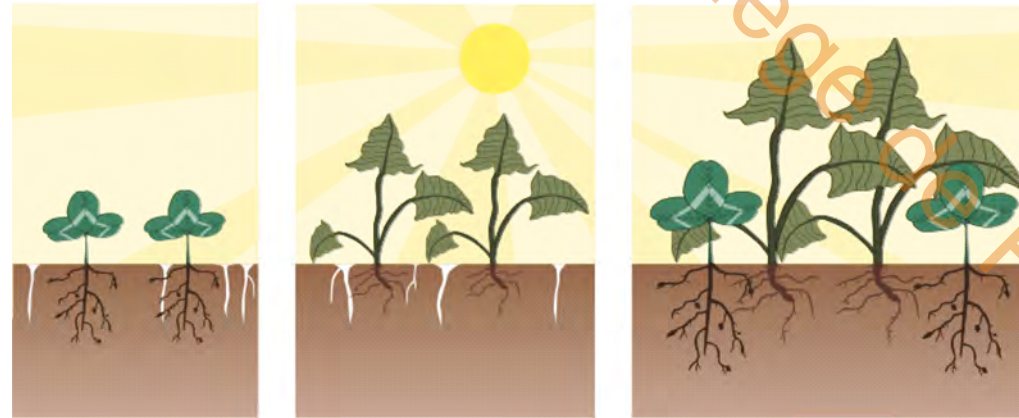


Sur-rendement (*overyielding*) des espèces en mélange :

Rendement (mélange) > moyenne des rendements (monocultures)

Rendement attendu : $R_E = \sum_{i=1}^n p_{Ei} \times M_i$ n espèces i , d'abondance p_{Ei} et de rendement M_i en monoculture

Sur-rendement $\Delta R = R_o$ observé - R_E



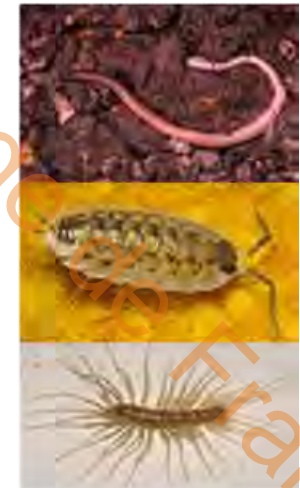
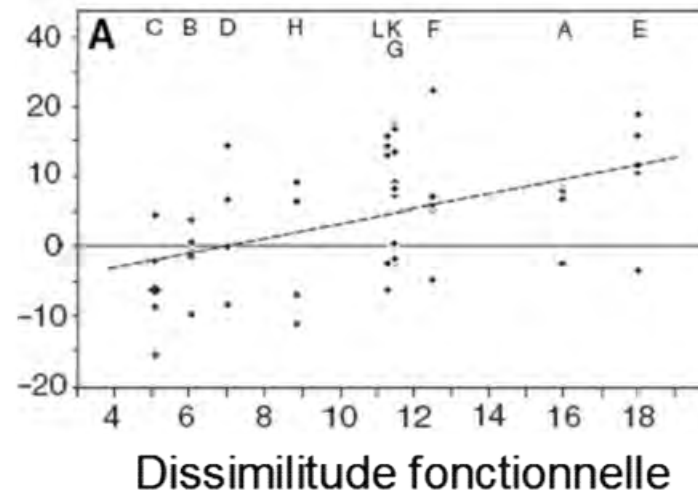
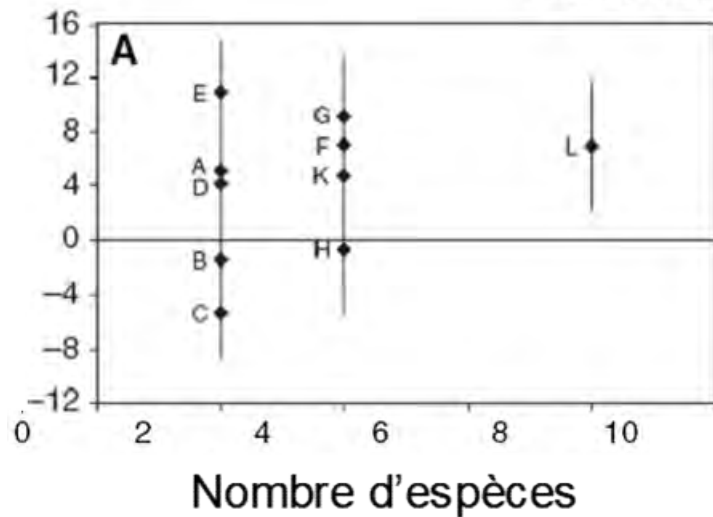
ΔR

Complémentarité : Ecart moyen de rendement des mélanges d'espèces vs. leurs monocultures

Sélection: espèces à rendement élevé en monoculture dominant

Complémentarité entre groupes fonctionnels

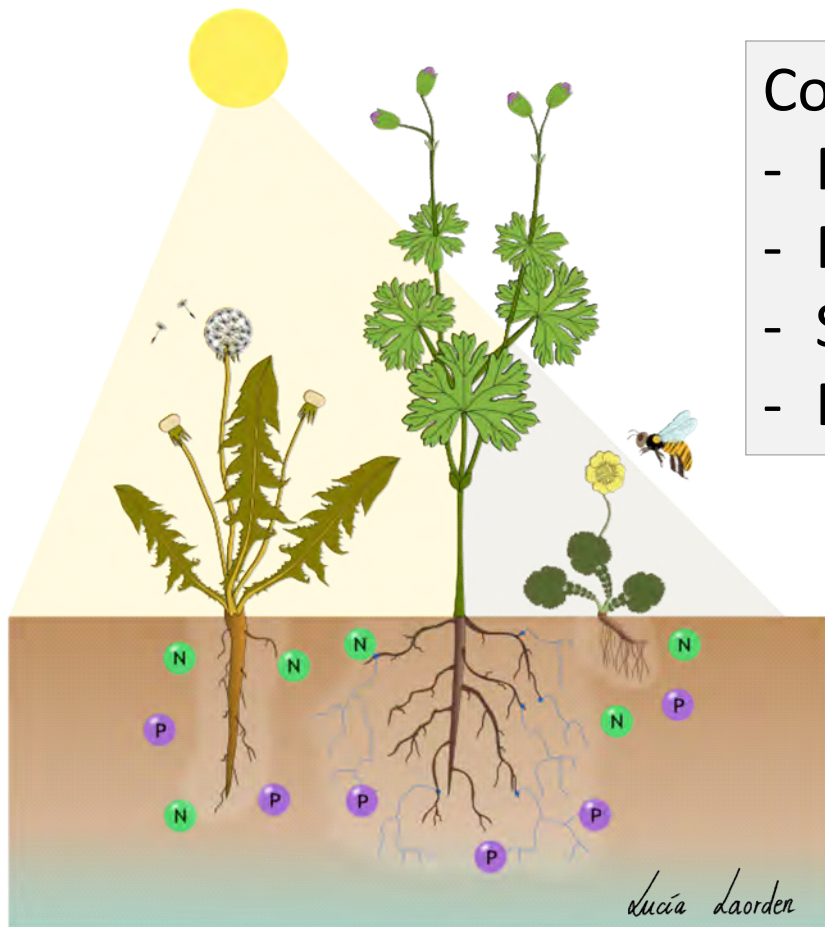
Décomposition de la litière Effet net de la diversité



- Complémentarité entre différents types de décomposeurs du sol avec des régimes alimentaires différents

Heemsbergen, DA et al. (2004) Biodiversity Effects on Soil Processes Explained by Interspecific Functional Dissimilarity. *Science*, 306, 1019-1020

Mécanismes de complémentarité: Accès aux ressources



Complémentarité pour:

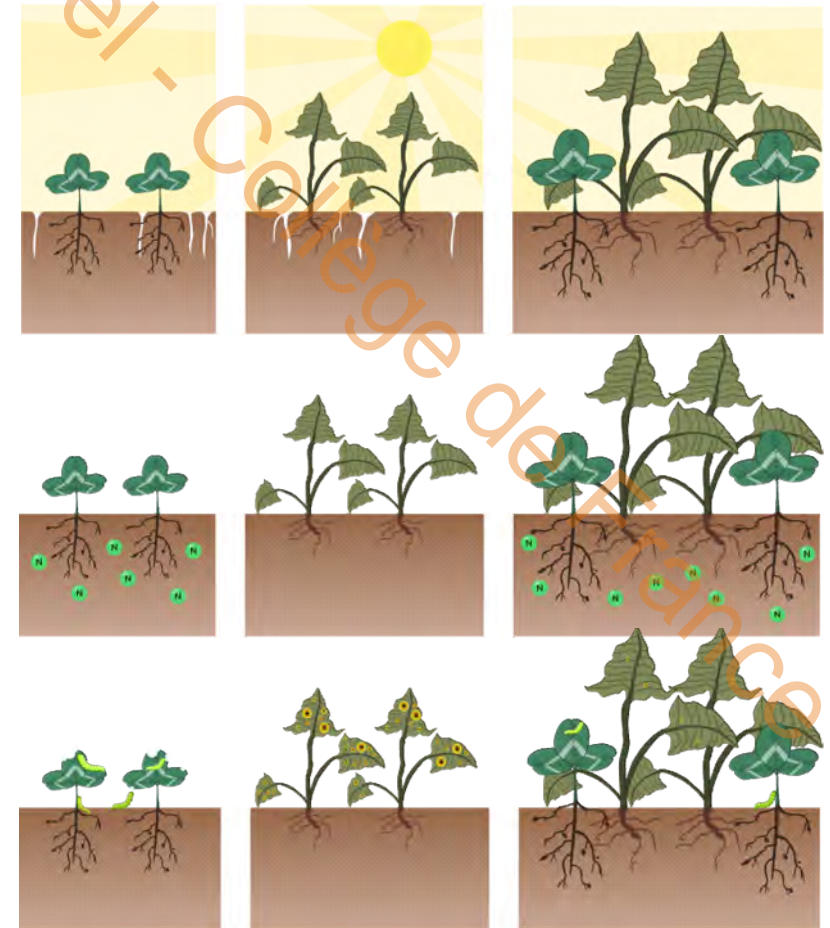
- Morphologie aérienne : lumière
- Morphologie racinaire : eaux et nutriments
- Symbioses racinaires: eaux et nutriments
- Phénologie : pollinisation

Mécanismes de complémentarité: Facilitation

Facilitation chez les plantes en milieux stressants –
amélioration des ressources

Cultures intercalées – plantes fixatrices d'azote

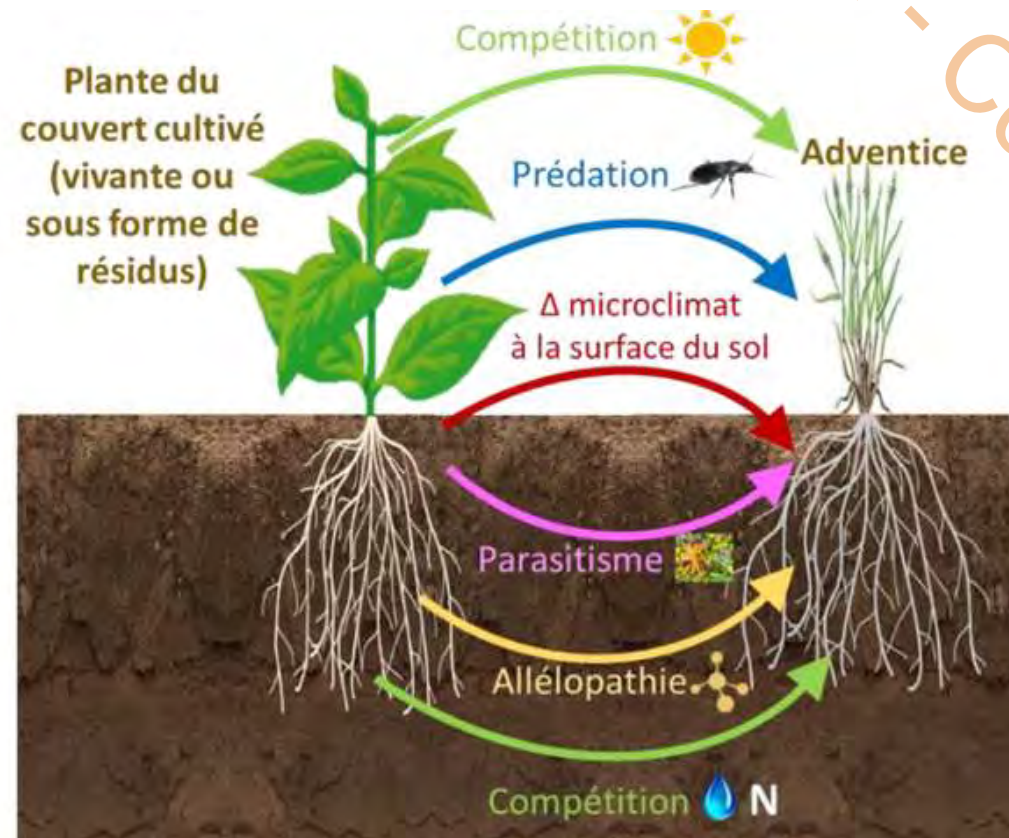
Dilution des prédateurs et des pathogènes



Lucía Laorden

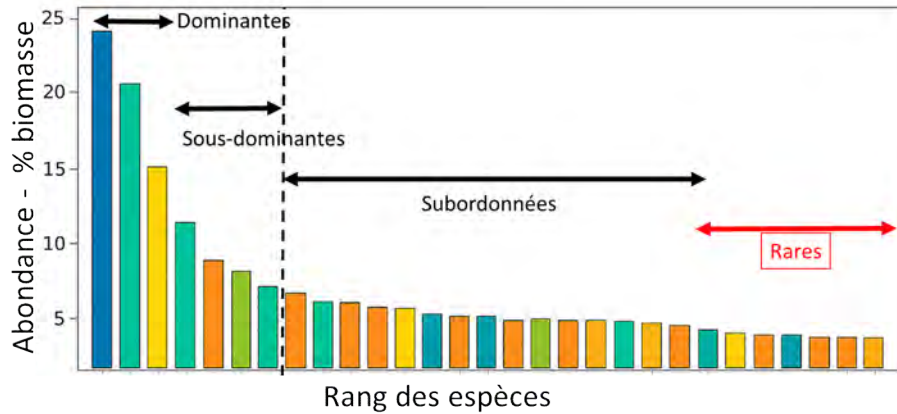
D'après: Wright, A.J., Wardle, D.A., Callaway, R. & Gaxiola, A. (2017) *The Overlooked Role of Facilitation in Biodiversity Experiments. Trends in Ecology & Evolution*, 32, 383-390.

Mais aussi des régulations biotiques négatives



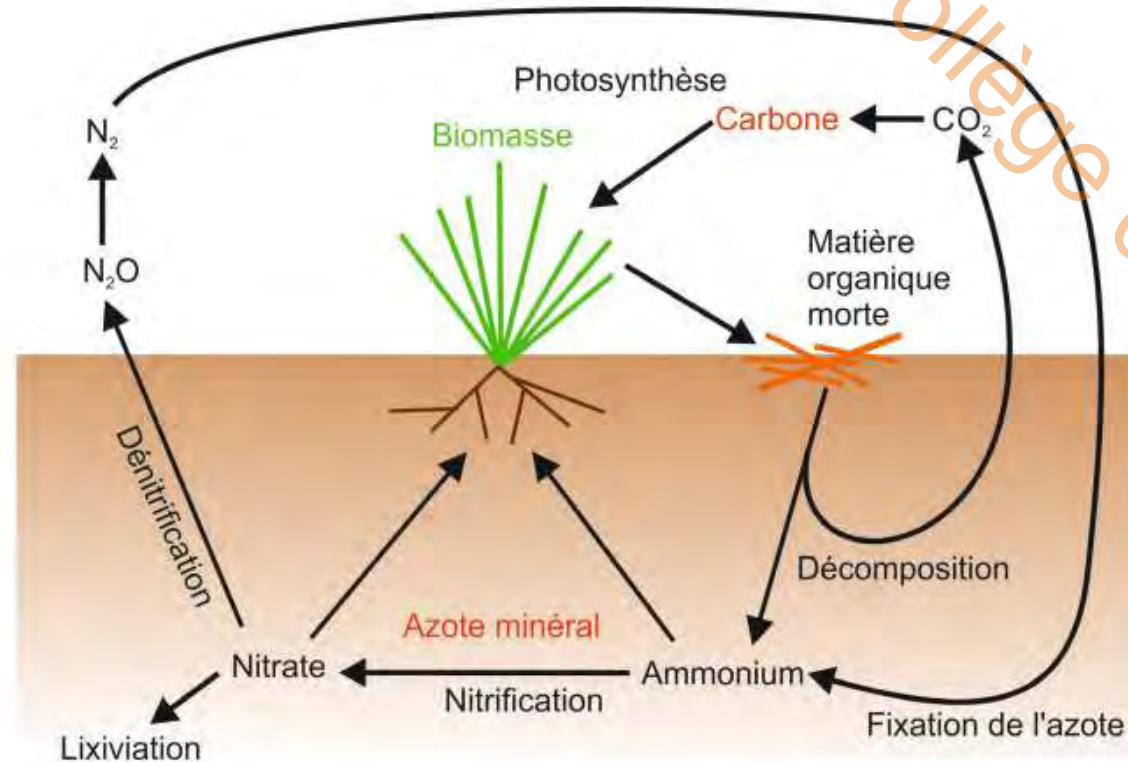
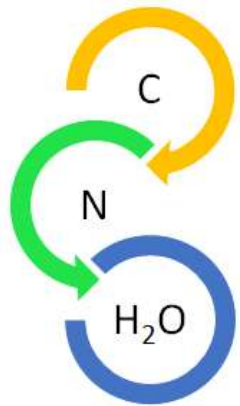
Moreau, D et al. (2022) Mécanismes de régulation biologique des adventices par les couverts végétaux. *Agronomie, Environnement & Société*, 12.

Effets des espèces rares



Les espèces rares sont celles qui ont aussi les traits fonctionnels les plus rares.
⇒ Fonctions uniques et vulnérabilité fonctionnelle.

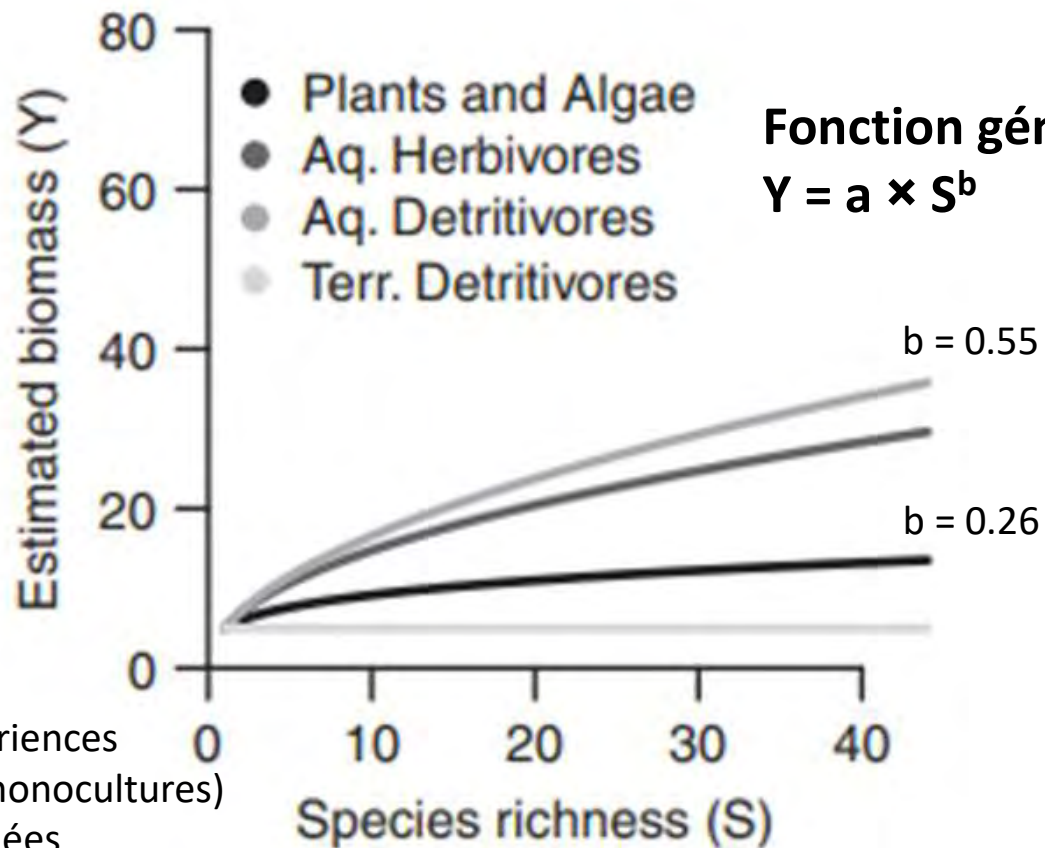
Comment la biodiversité affecte le recyclage du carbone et des nutriments



© Sébastien Barot

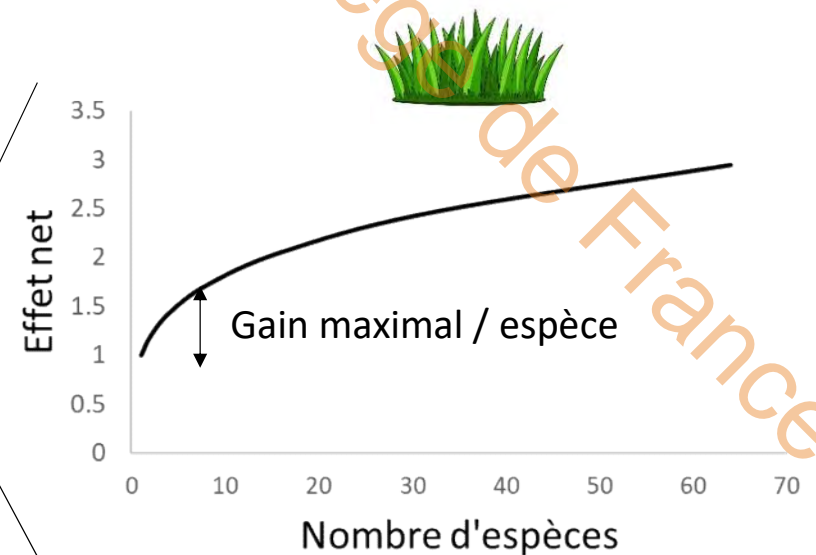
S. Lavoirel - Collège de France

Effets de la biodiversité végétale sur la production de biomasse



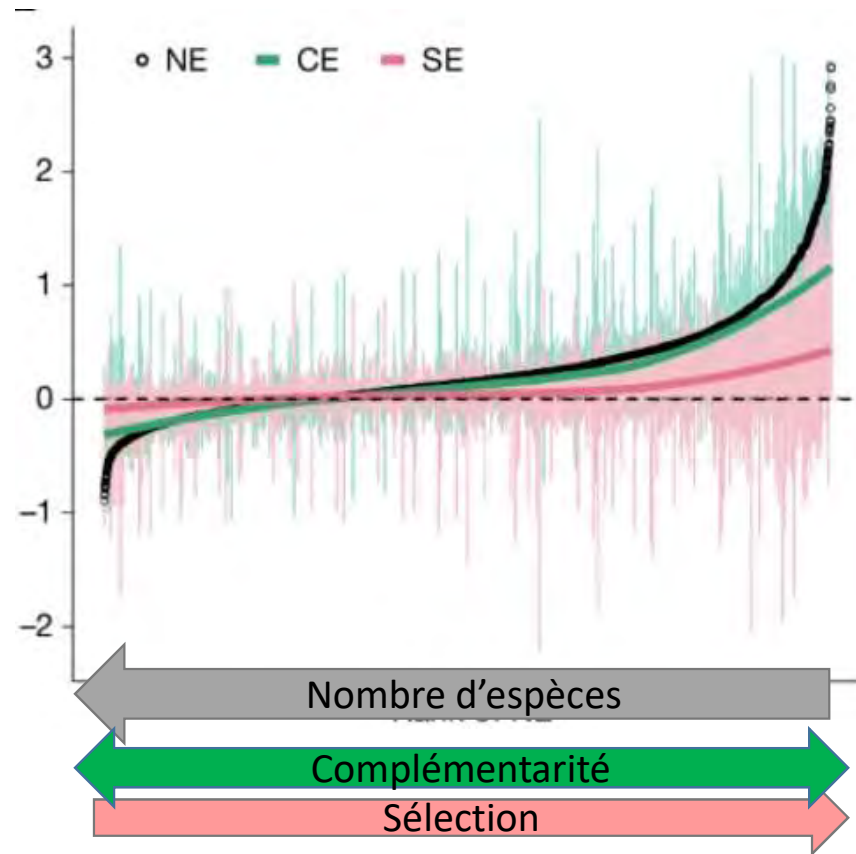
374 expériences
(pas de monocultures)
554 données

Perte de 20% d'espèces = perte de 6 %
Fertilisation pour compenser 60 kg N/ha



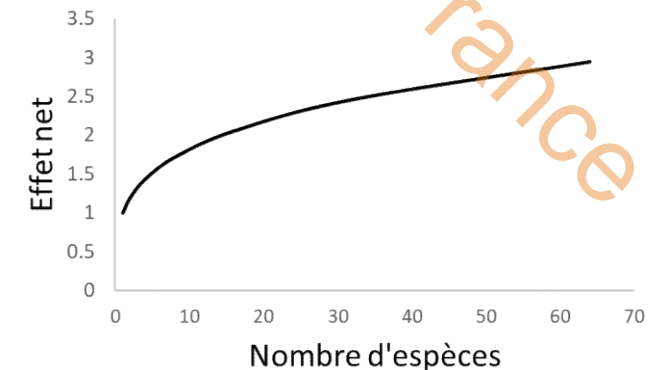
Mécanismes des effets de la richesse spécifique sur la production primaire végétale

452 expériences, y compris des monocultures

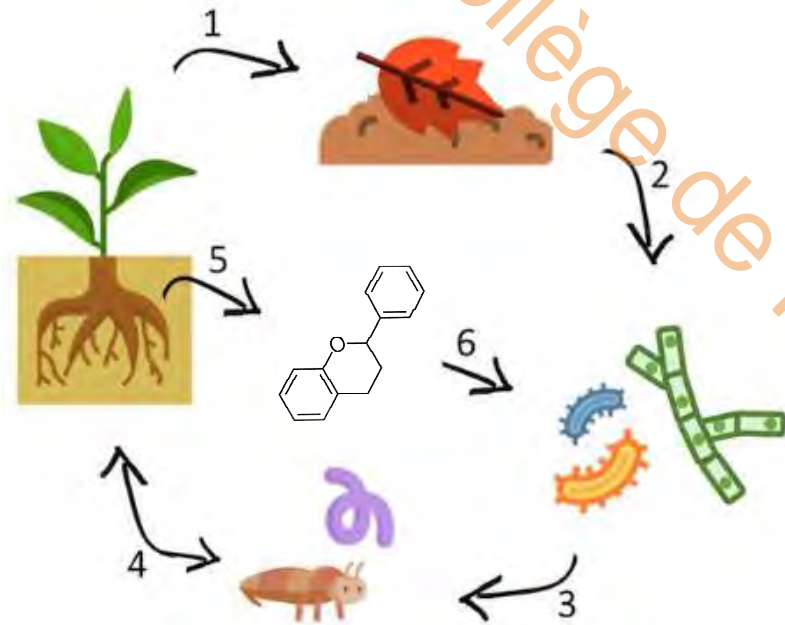


NE effet net =
performance relative / monoculture

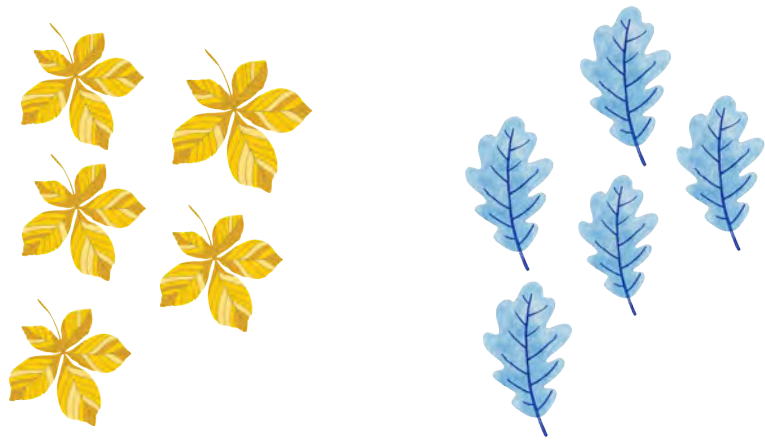
CE = complémentarité 66%
SE = sélection (identité) 34%



Décomposition de la litière



Effets de la diversité végétale sur la décomposition des litières



Méta-analyse mondiale de 131 études (1-16 espèces)



Décomposition +35 % plus rapide pour les litières forestières mélangées – boréal > tempéré > tropical

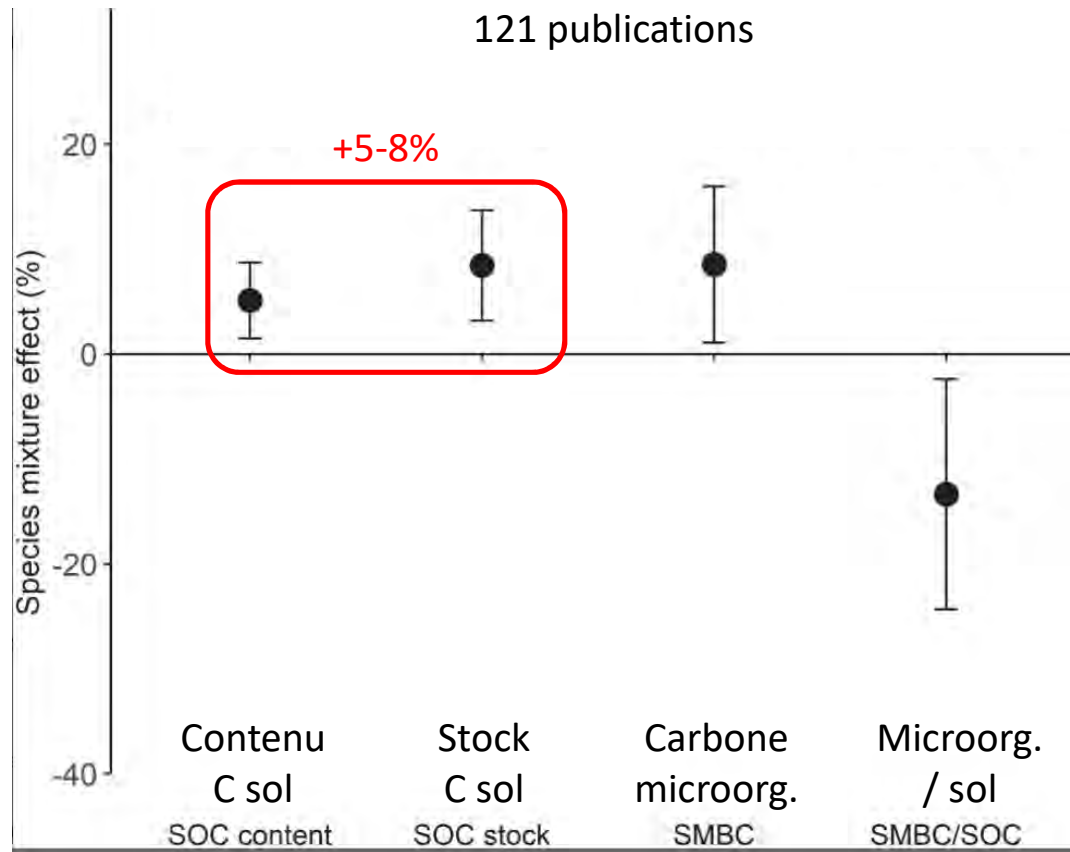
< +20 % pour les litières de prairies

Mécanisme: transfert de nutriments entre litières de différentes espèces (?)

Comparable à l'augmentation de 13.6–26.4% des taux de décomposition projetée à 50 ans sous l'effet du réchauffement climatique

Mori, A.S., et al. (2020) A meta-analysis on decomposition quantifies afterlife effects of plant diversity as a global change driver. Nature Communications, 11, 4547.

Effets de la diversité végétale sur le carbone organique du sol

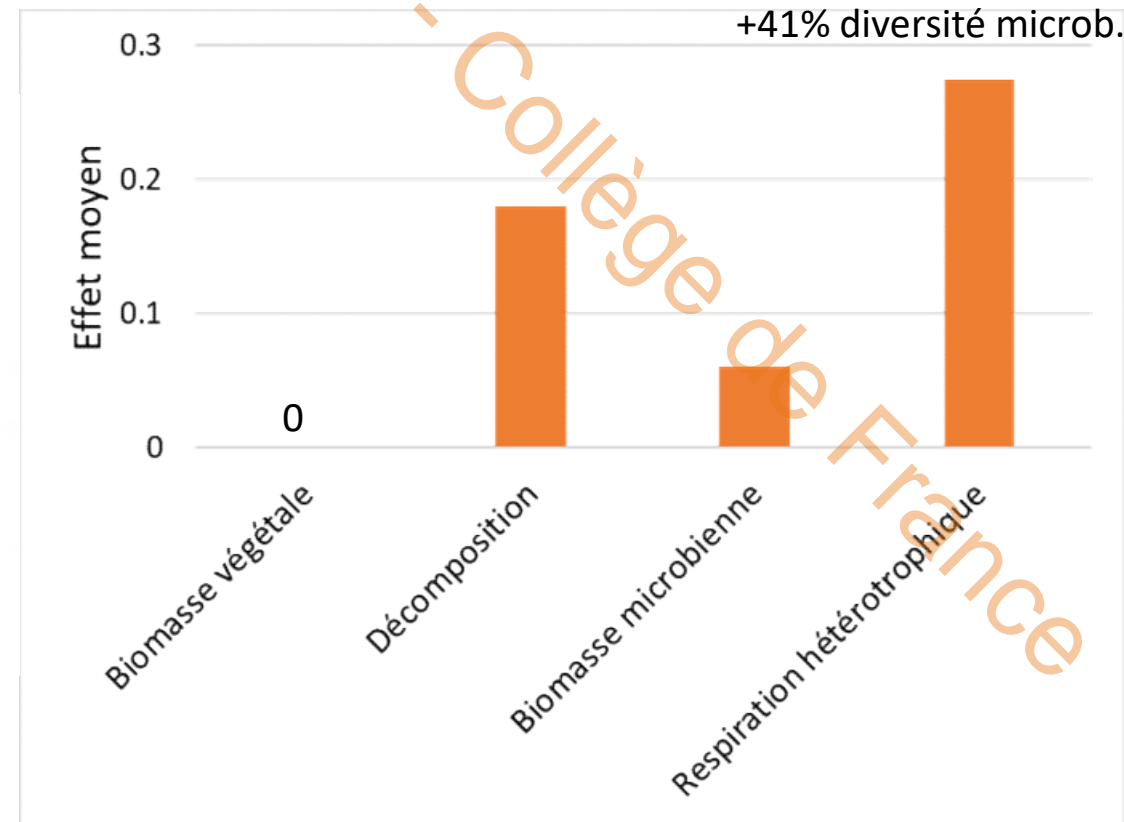
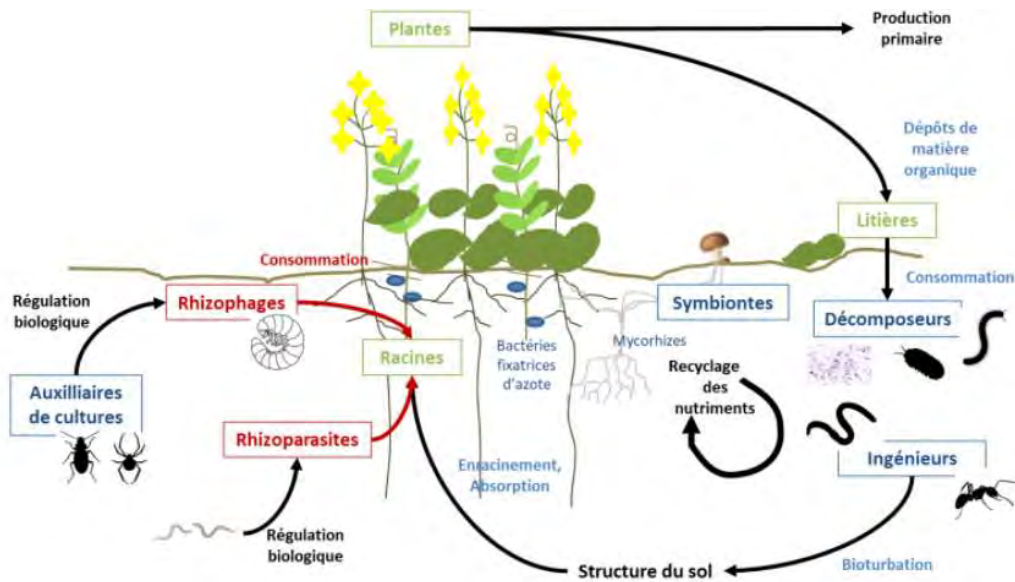


Convertir 50% de la surface forestière mondiale en monocultures émettrait 2.70 Pg C du sol / an pendant 20 ans: 30% des émissions annuelles de sources fossiles



Chen, X., et al. (2020) *Effects of plant diversity on soil carbon in diverse ecosystems: a global meta-analysis.* *Biological Reviews* 95, 167-183

Effets de la diversité du sol sur les processus du cycle du carbone



© Marine Zwick

<https://planet-vie.ens.fr/thematiques/ecologie/production-agricole-agrosystemes/faune-du-sol-et-production-vegetale>

de Graaff, M.A., et al. (2015) A meta-analysis of soil biodiversity impacts on the carbon cycle. SOIL, 1, 257-271

Effets de complémentarité - Groupes fonctionnels

Décomposition des litières

Effet de masse : densité

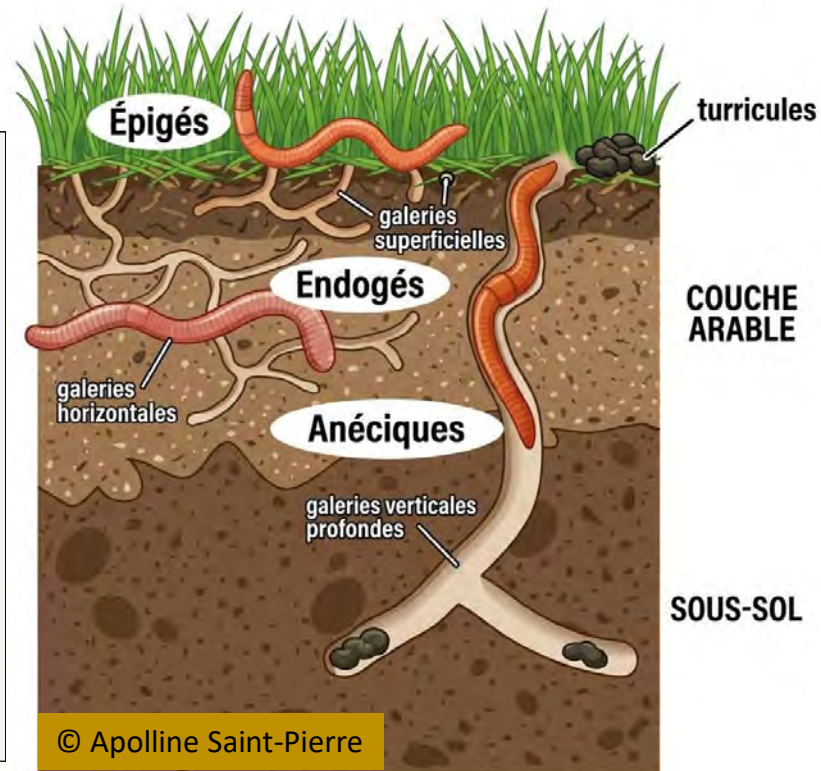
Présence des 3 GF

Identité:

Anéciques > Epigés

Pas de bénéfices des endogés

GROUPES FONCTIONNELS DES VERS DE TERRE



Carbone organique du sol

Présence d'au moins 2 GF

Huang, W., et al. (2020) Earthworm abundance and functional group diversity regulate plant litter decay and soil organic carbon level: A global meta-analysis. *Applied Soil Ecology*, 150, 103473

Redondance de la diversité microbienne pour les cycles du carbone et de l'azote ?

Paradigme (années 2000): redondance fonctionnelle pour des activités enzymatiques standard

Maron, PA et al. (2018) High Microbial Diversity Promotes Soil Ecosystem Functioning. *Applied and Environmental Microbiology*, 84, e02738-02717

↓ diversité microbienne ⇔ ↓ décomposition de litière et de matière organique du sol
↑ effet avec ↑ disponibilité de nutriments

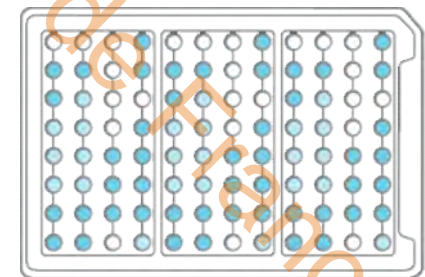
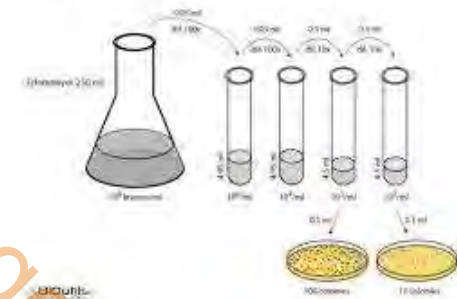
Falcão Salles, J et al. (2012) Relating Phylogenetic and Functional Diversity among Denitrifiers and Quantifying their Capacity to Predict Community Functioning. *Frontiers in Microbiology* 3

Complémentarité fonctionnelle : variations de dénitrification expliquée par la diversité des fonctions bactériennes d'accumulation de N_2O et non par leur dissimilarité génétique ou de profils métaboliques

Frontière de recherche



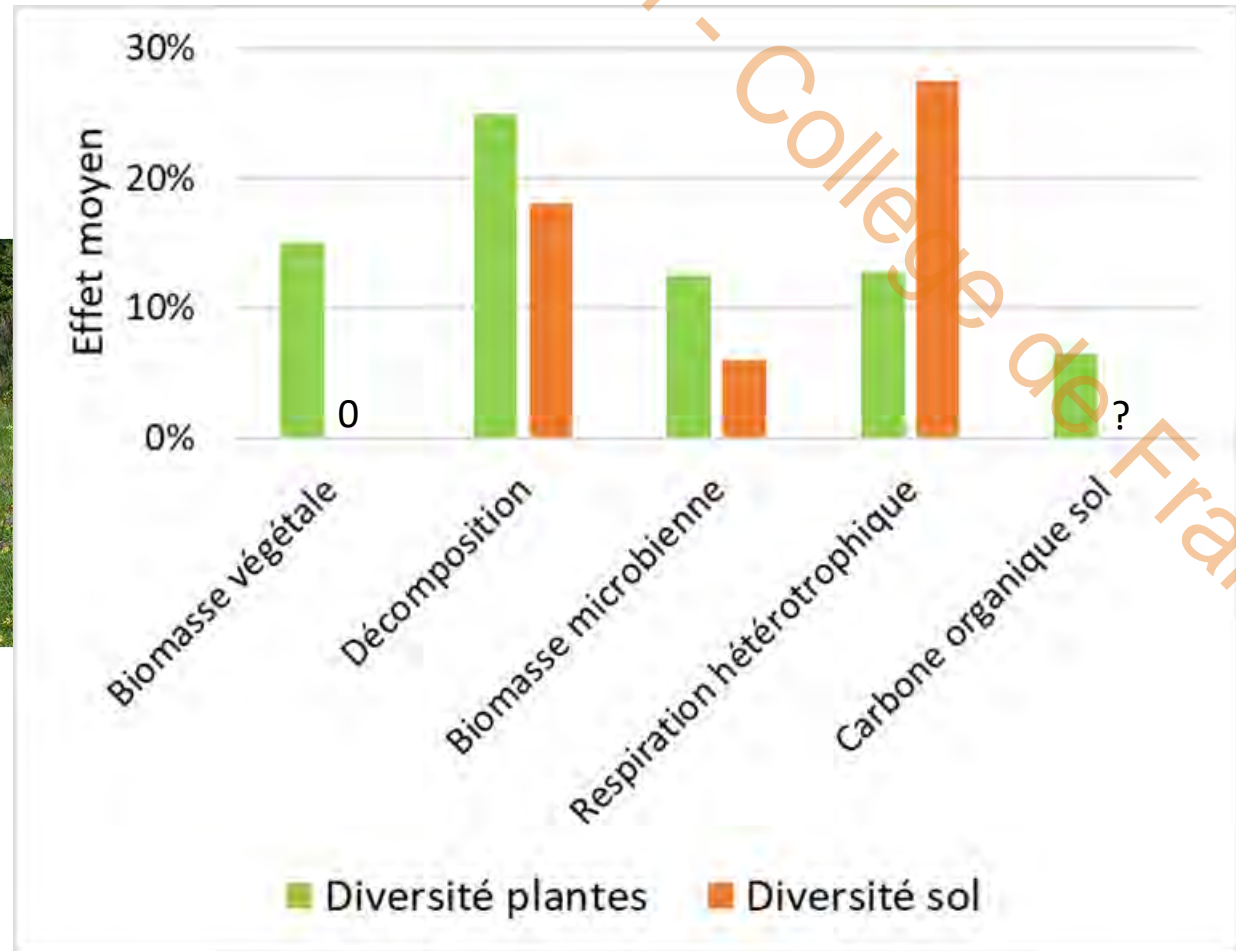
Principe des dilutions en série



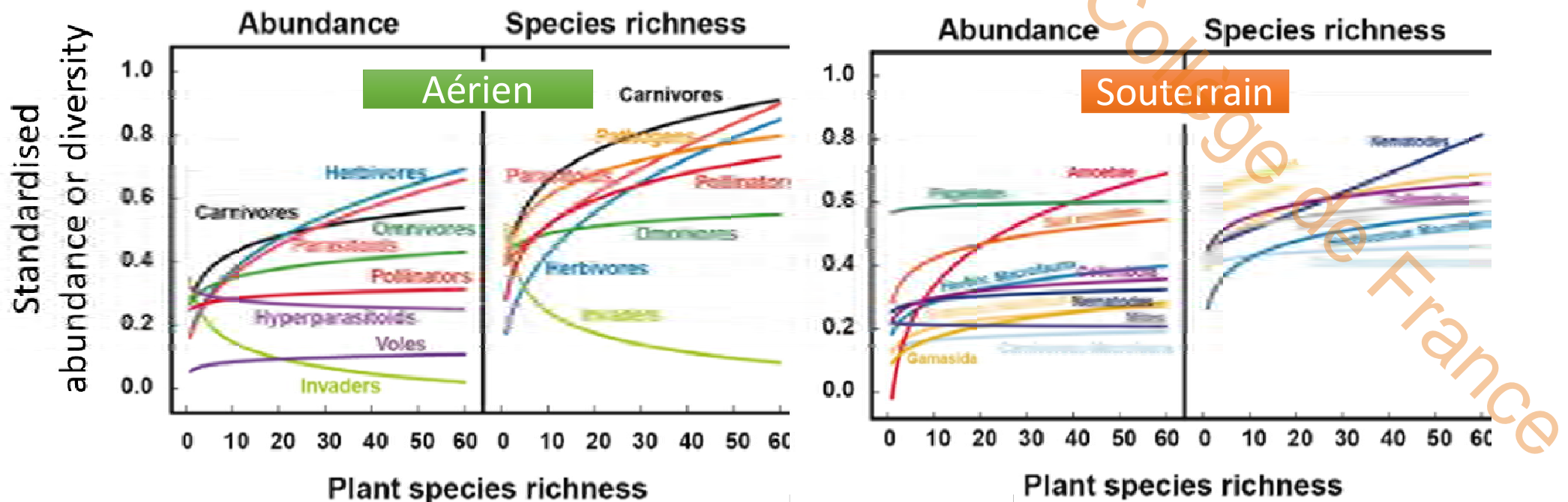
Biolog® Profilage physiologique



Synthèse: Cycles du carbone et des nutriments

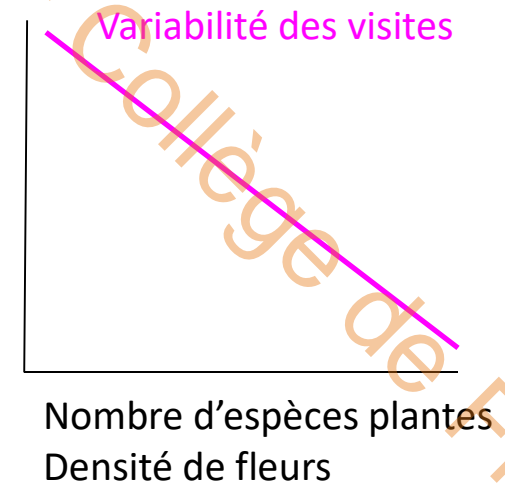
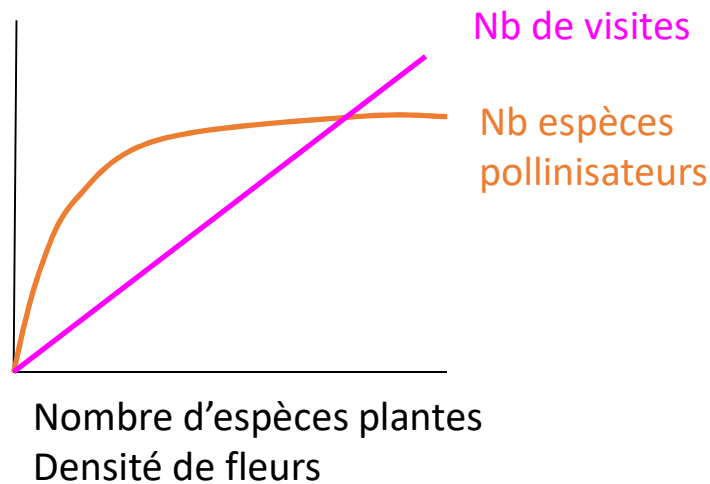


Effets de la richesse spécifique végétale sur la biodiversité des autres organismes



Weisser, WW et al. (2017) Biodiversity effects on ecosystem functioning in a 15-year grassland experiment: Patterns, mechanisms, and open questions. *Basic and Applied Ecology*
Based on Scherber, C et al. (2010) Bottom-up effects of plant diversity on multitrophic interactions in a biodiversity experiment. *Nature*, 468, 553-556

Effets de la diversité végétale sur la pollinisation



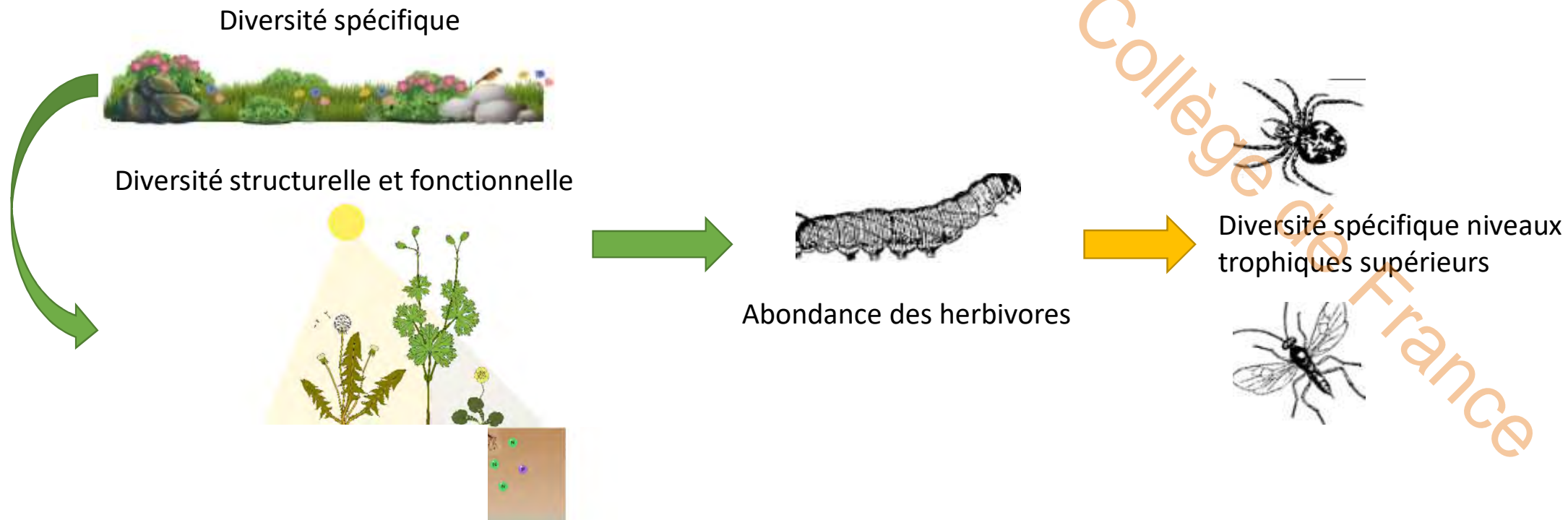
La diversité des plantes favorise la diversité des pollinisateurs et la fréquence de leurs visites

- Effet de masse : densité de fleurs
- Effet d'espèces particulièrement attractives

Ebeling, A., et al. (2008) How does plant richness affect pollinator richness and temporal stability of flower visits? Oikos, 117, 1808-1815.



Effets sur les réseaux trophiques aériens



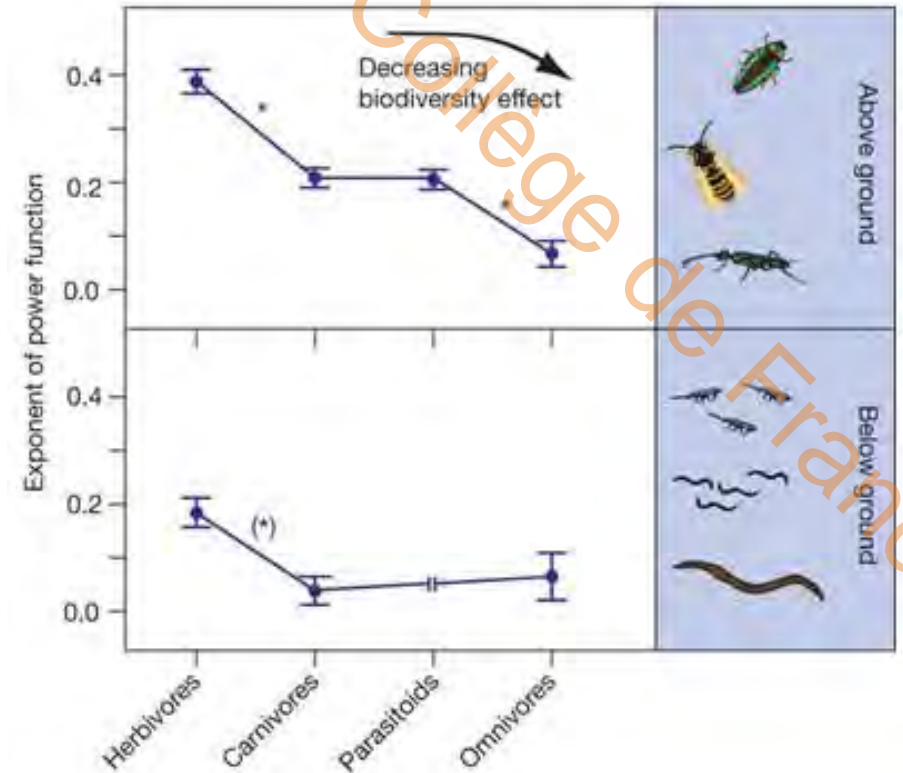
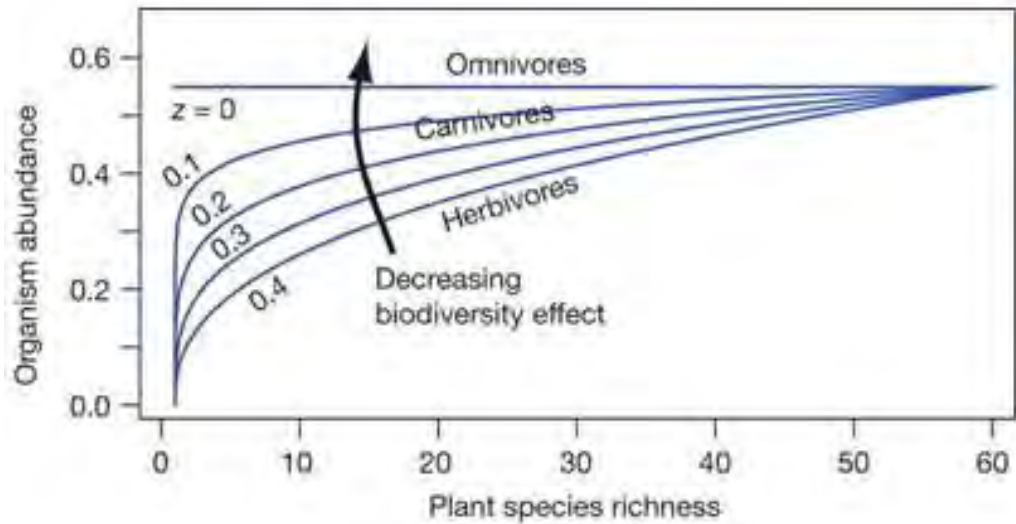
Prairies Jena 60 parcelles avec différentes compositions fonctionnelles

Forest BEF China 560 parcelles 1-24 espèces d'arbres

Schuldt, A., et al. (2019) Multiple plant diversity components drive consumer communities across ecosystems.

Nature Communications, 10, 1460

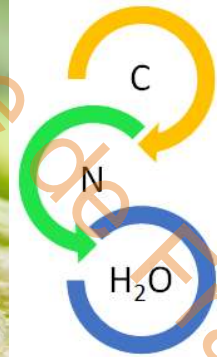
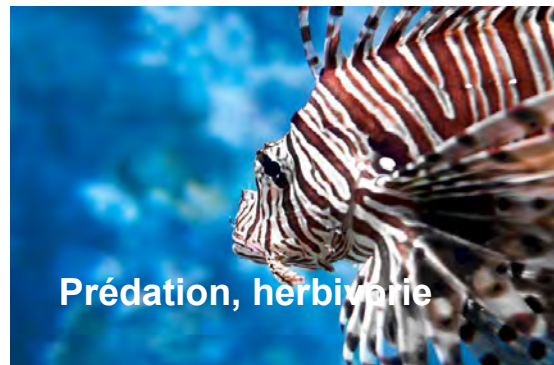
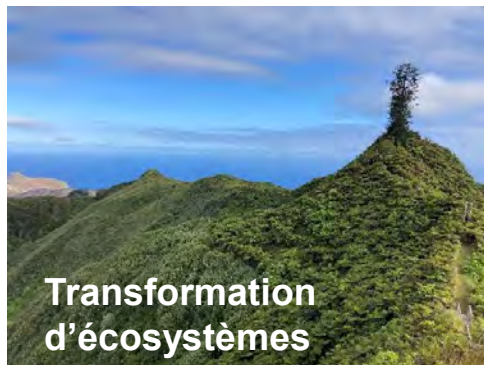
Dilution des effets de la diversité végétale au long des réseaux trophiques



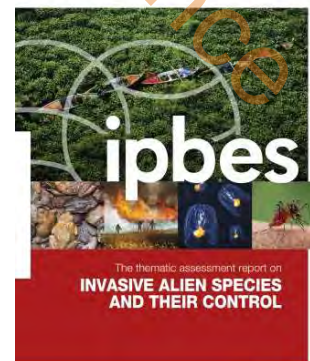
Scherber, C., et al. (2010) Bottom-up effects of plant diversity on multitrophic interactions in a biodiversity experiment. *Nature*, 468, 553-556

Cas des espèces exotiques envahissantes

Plus d'espèces, pas toujours pour le mieux !
423 milliards \$ / an à l'échelle mondiale



- Compétition, prédation, herbivorie: réduction de biomasse
- Extinctions locales: d'espèces rares ou communes
- Effets d'identité e.g. légumineuses, espèces ligneuses dans les prairies et les savanes, enracinement profond, cycle de l'eau...

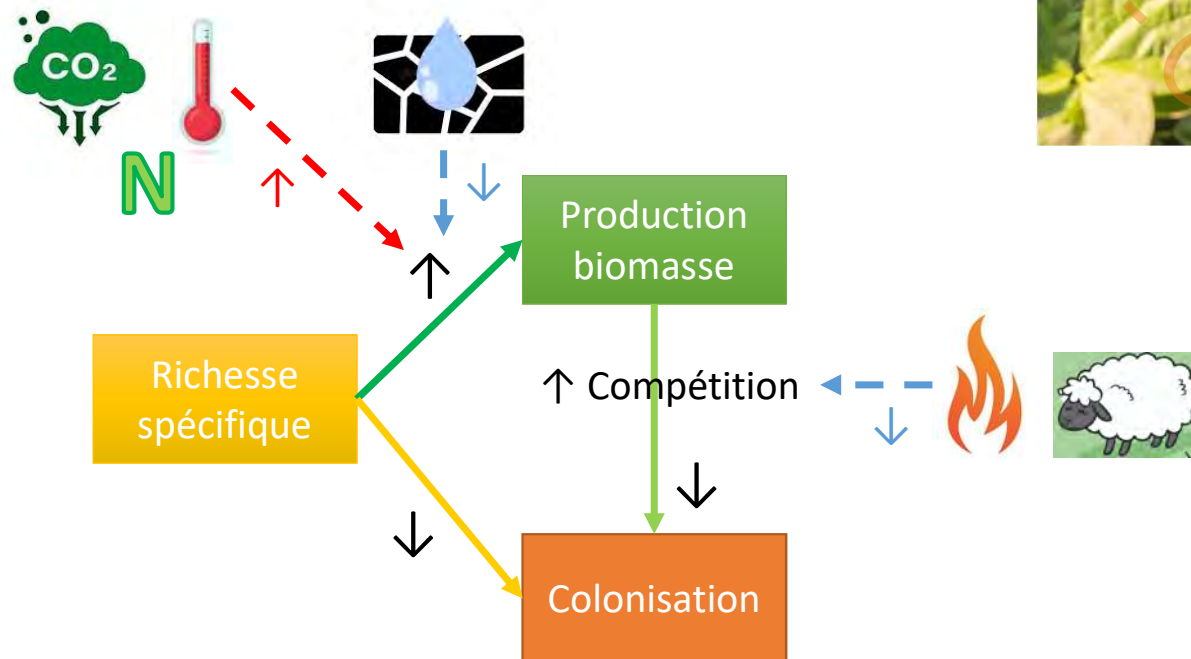


Les écosystèmes plus diversifiés sont-ils plus stables?



S. Laurent - Collège de France

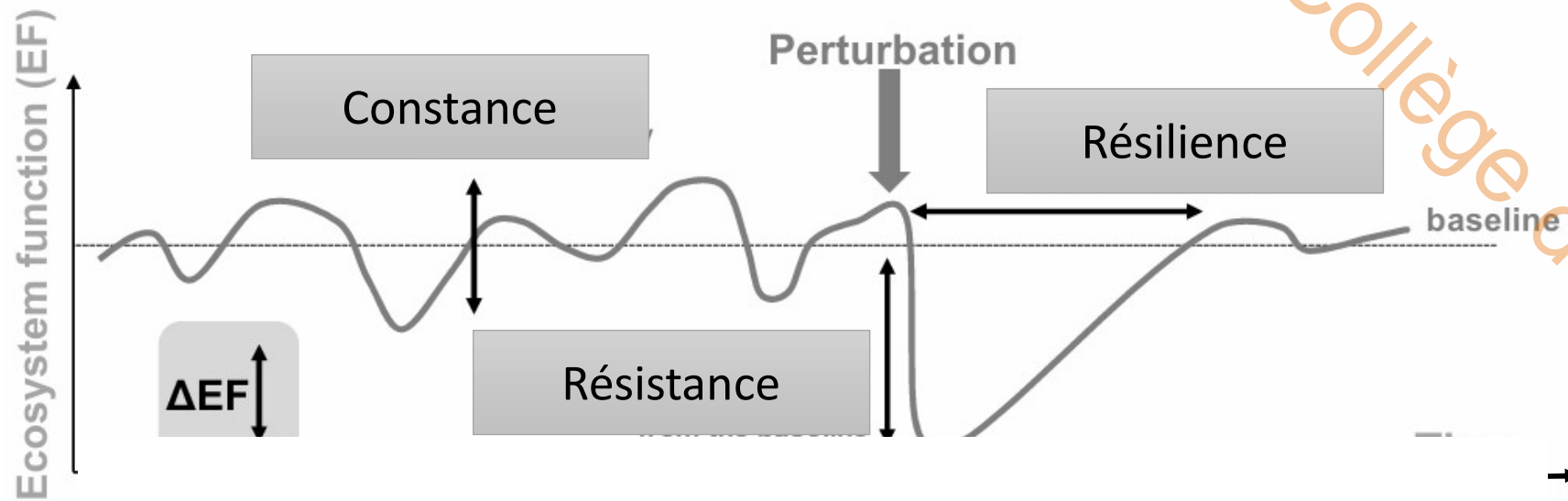
Résistance aux invasions



25 études de manipulation de la richesse spécifique de prairies soumises à des changements environnementaux. Recouvrement ou biomasse d'espèces colonisatrices spontanées.

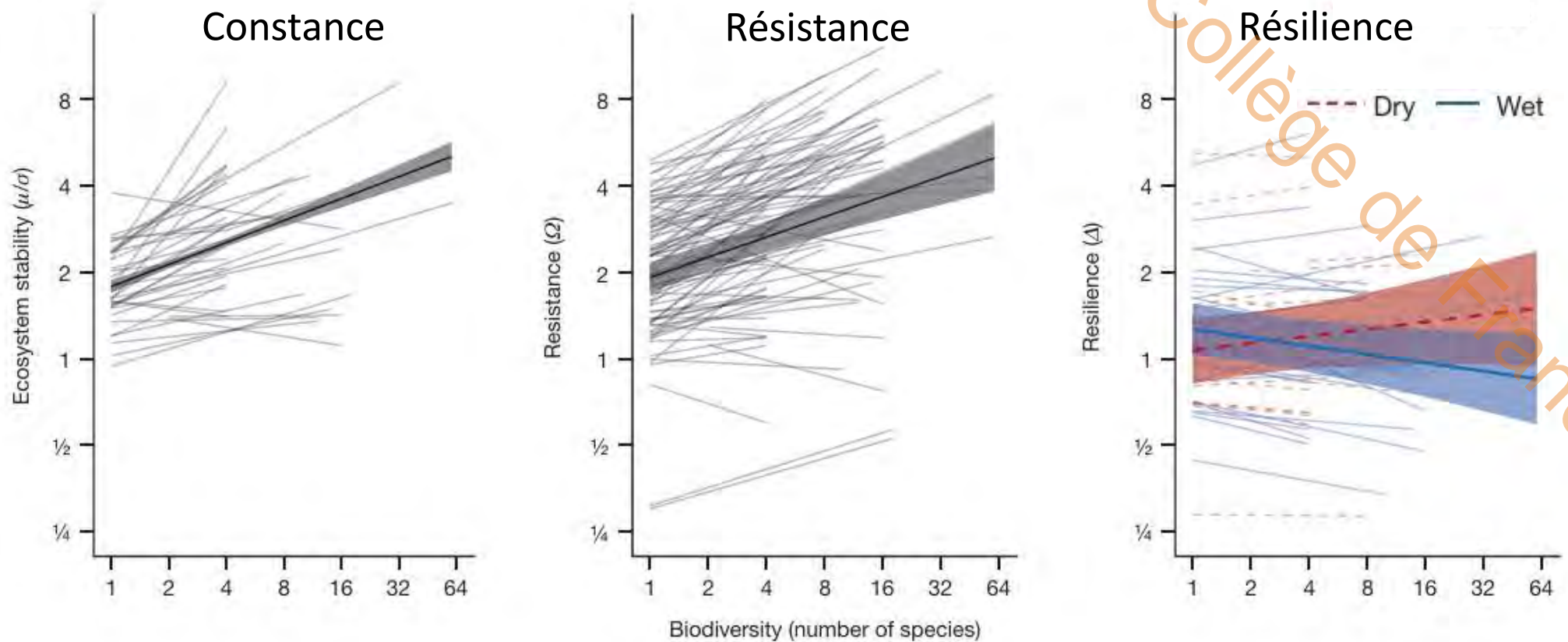
Cheng, C et al. (2024) Biodiversity increases resistance of grasslands against plant invasions under multiple environmental changes. *Nature Communications*, 15, 4506

Stabilité du fonctionnement des écosystèmes



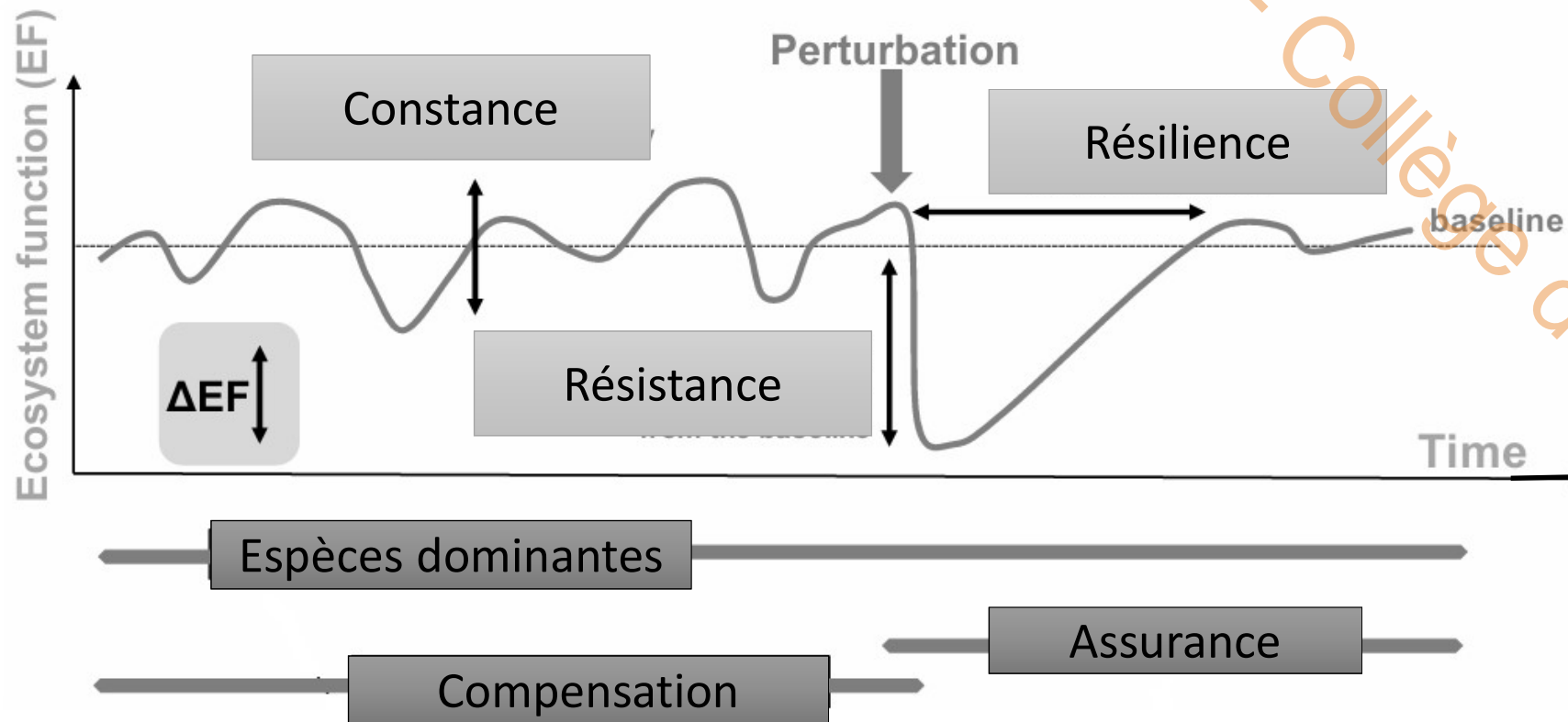
De Bello, F, et al. (2021) Functional trait effects on ecosystem stability: assembling the jigsaw puzzle. *Trends in Ecology & Evolution*, 36, 822-836

Différentes facettes de la stabilité de la production



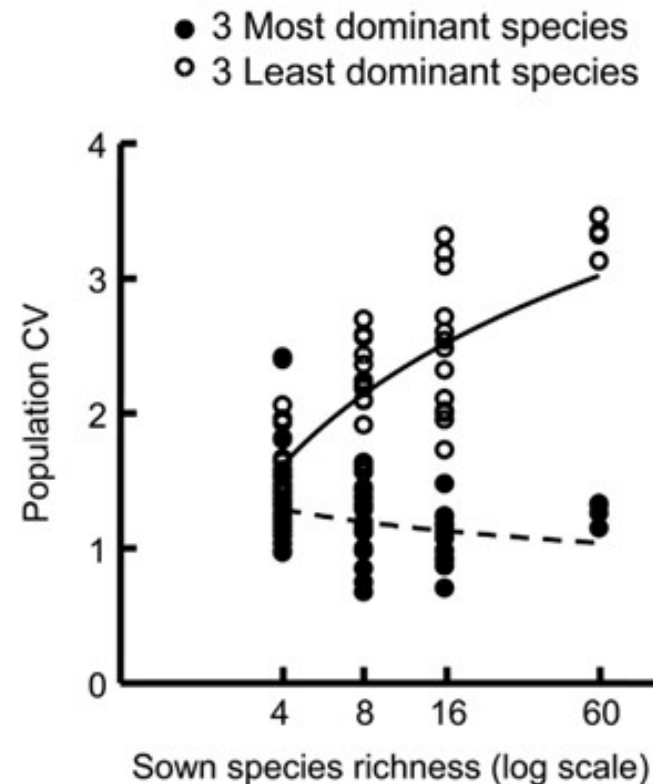
Isbell F et al. (2015) Biodiversity increases the resistance of ecosystem productivity to climate extremes. *Nature*, 526, 574-577

Stabilité du fonctionnement des écosystèmes



De Bello, F, et al. (2021) Functional trait effects on ecosystem stability: assembling the jigsaw puzzle. *Trends in Ecology & Evolution*, 36, 822-836

Stabilité de la composition des communautés : Espèces dominantes

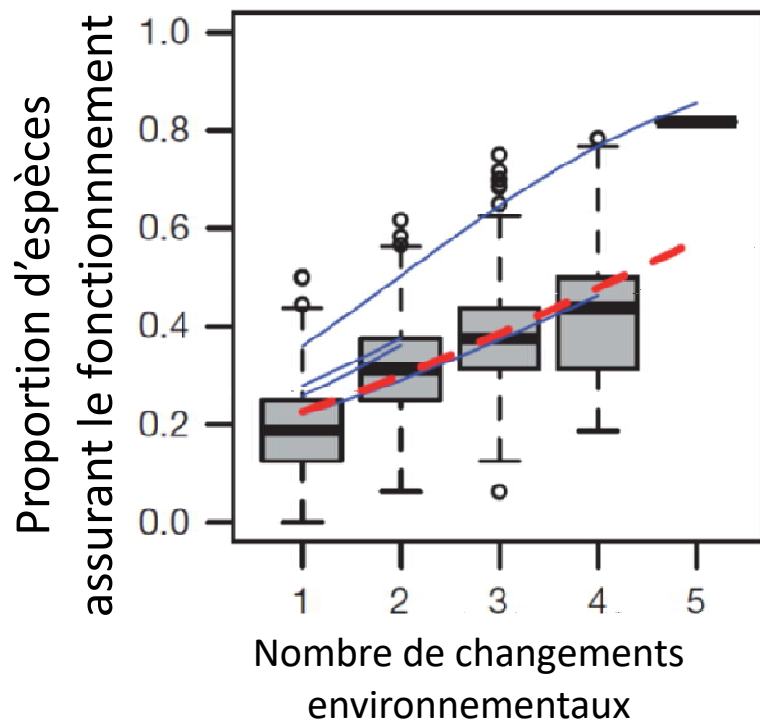


L'abondance des espèces dominantes est plutôt stable entre années, quelle que soit la diversité.

Les espèces les moins abondantes ont des tailles de populations plus variables avec une diversité croissante.

Weisser, WW et al. (2017) Biodiversity effects on ecosystem functioning in a 15-year grassland experiment: Patterns, mechanisms, and open questions. *Basic and Applied Ecology*

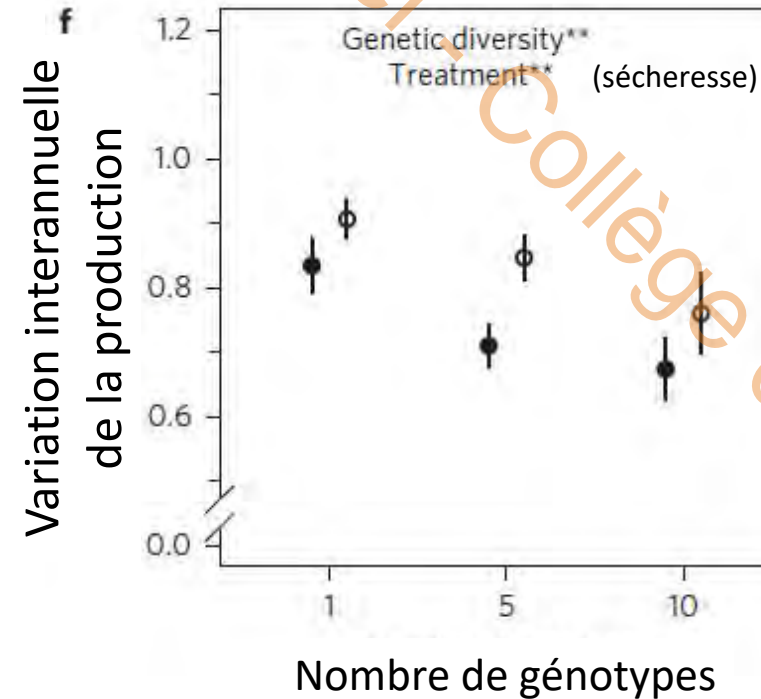
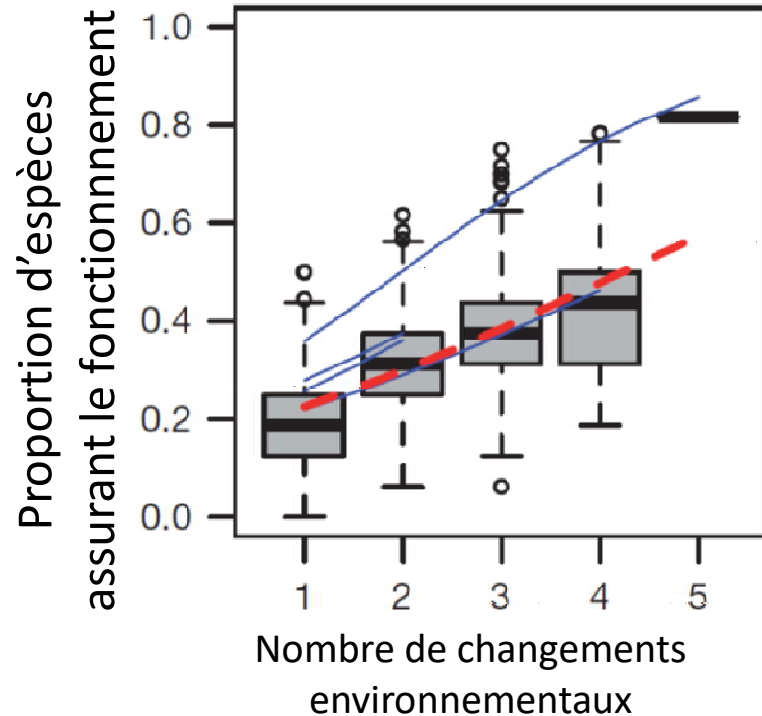
Complémentarité temporelle - Asynchronie - Compensation



➤ Différentes espèces sont performantes selon les conditions

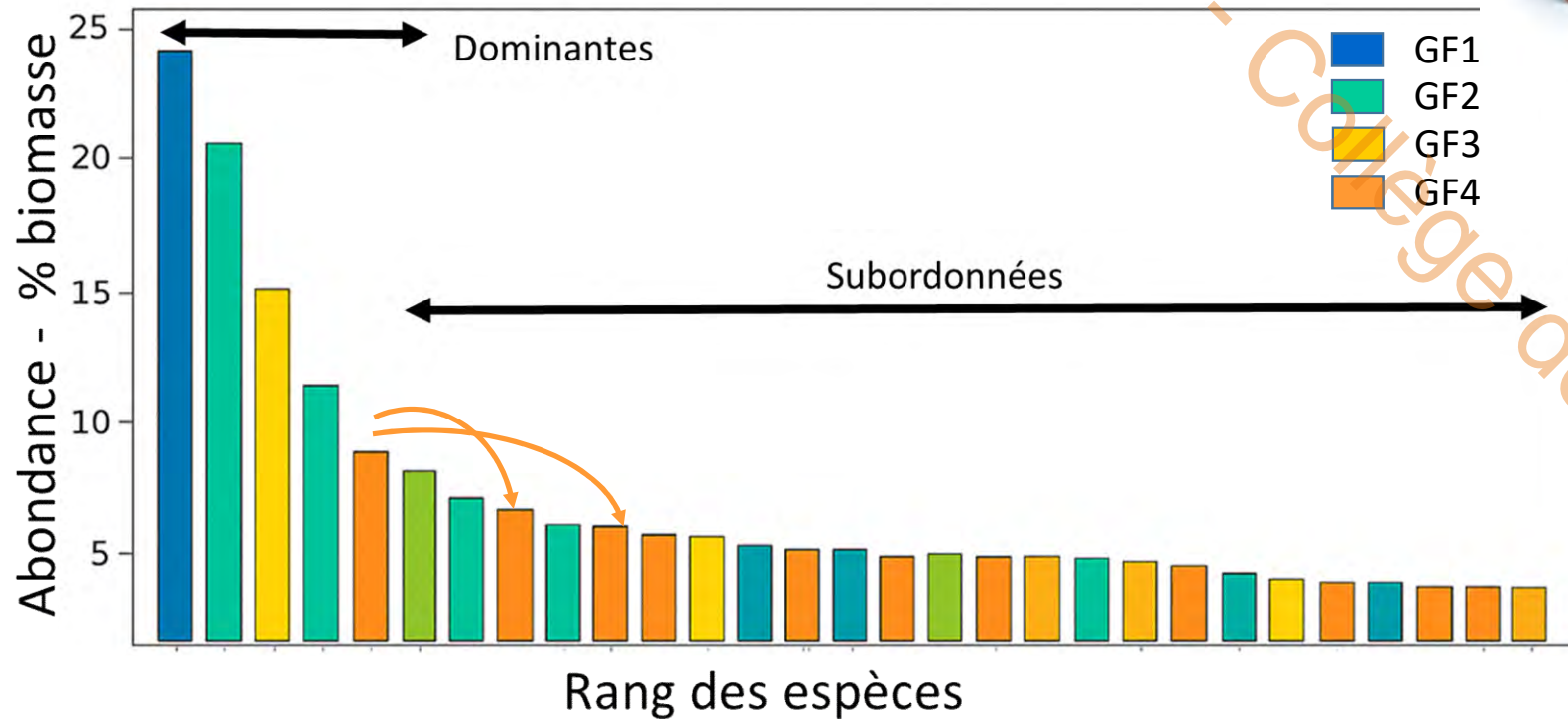
Isbell F. et al. (2011) High plant diversity is needed to maintain ecosystem services. Nature, 477, 199–202

Complémentarité temporelle



- Différents espèces ou génotypes sont performants selon les conditions
- Assure la stabilité du fonctionnement au cours du temps et en réponse à des chocs
- **Métaphore du portefeuille d'actifs – notion d'options**

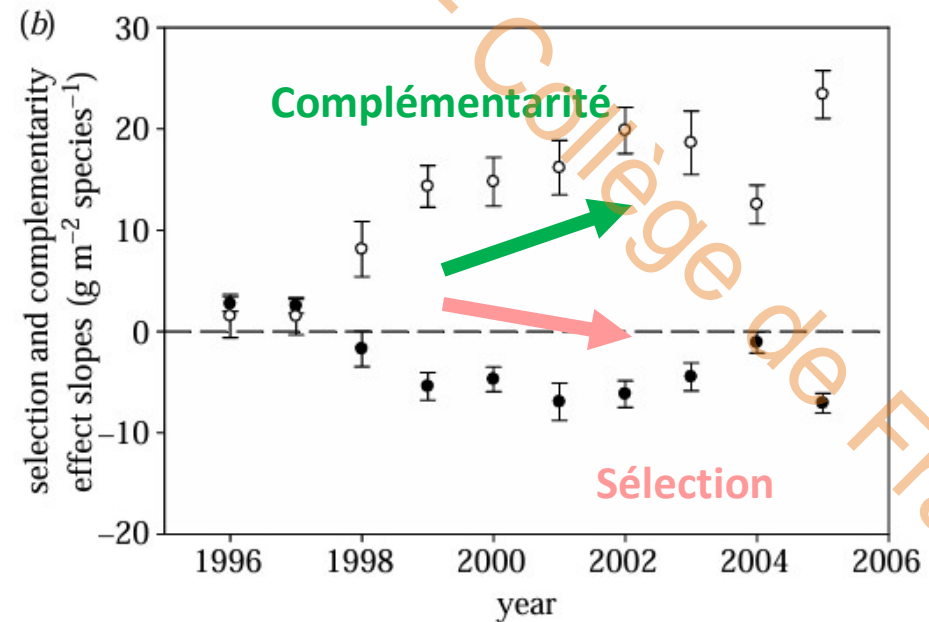
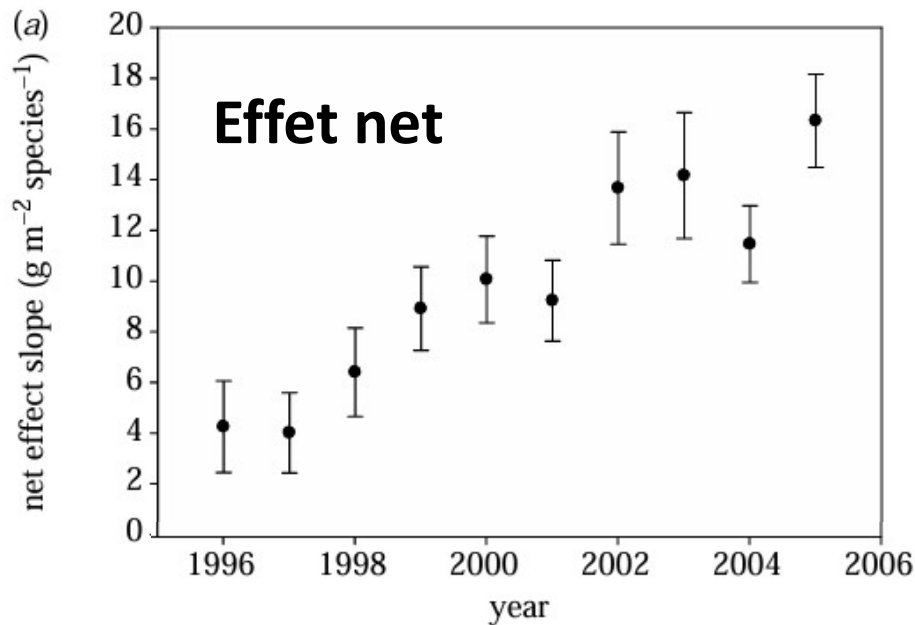
Redondance fonctionnelle - Assurance



➤ Substitutions entre espèces fonctionnellement similaires après une perturbation

Walker, B et al. (1999) Plant attribute diversity, resilience and ecosystem function : the nature and significance of dominant and minor species. Ecosystems, 2, 95-113

Les effets de la biodiversité se renforcent avec le temps



Toutes les méta-analyses des effets sur les cycles biogéochimiques montrent un renforcement des effets au cours du temps

Fargione, J., et al. (2007) From selection to complementarity: shifts in the causes of biodiversity-productivity relationships in a long-term biodiversity experiment. *Proceedings of the Royal Society B.*, 274, 871-876.

Chen, C., et al. (2025) Meta-analysis reveals global variations in plant diversity effects on productivity. *Nature*, 638, 435-440

Les effets de la biodiversité et la complémentarité se renforcent avec le temps...



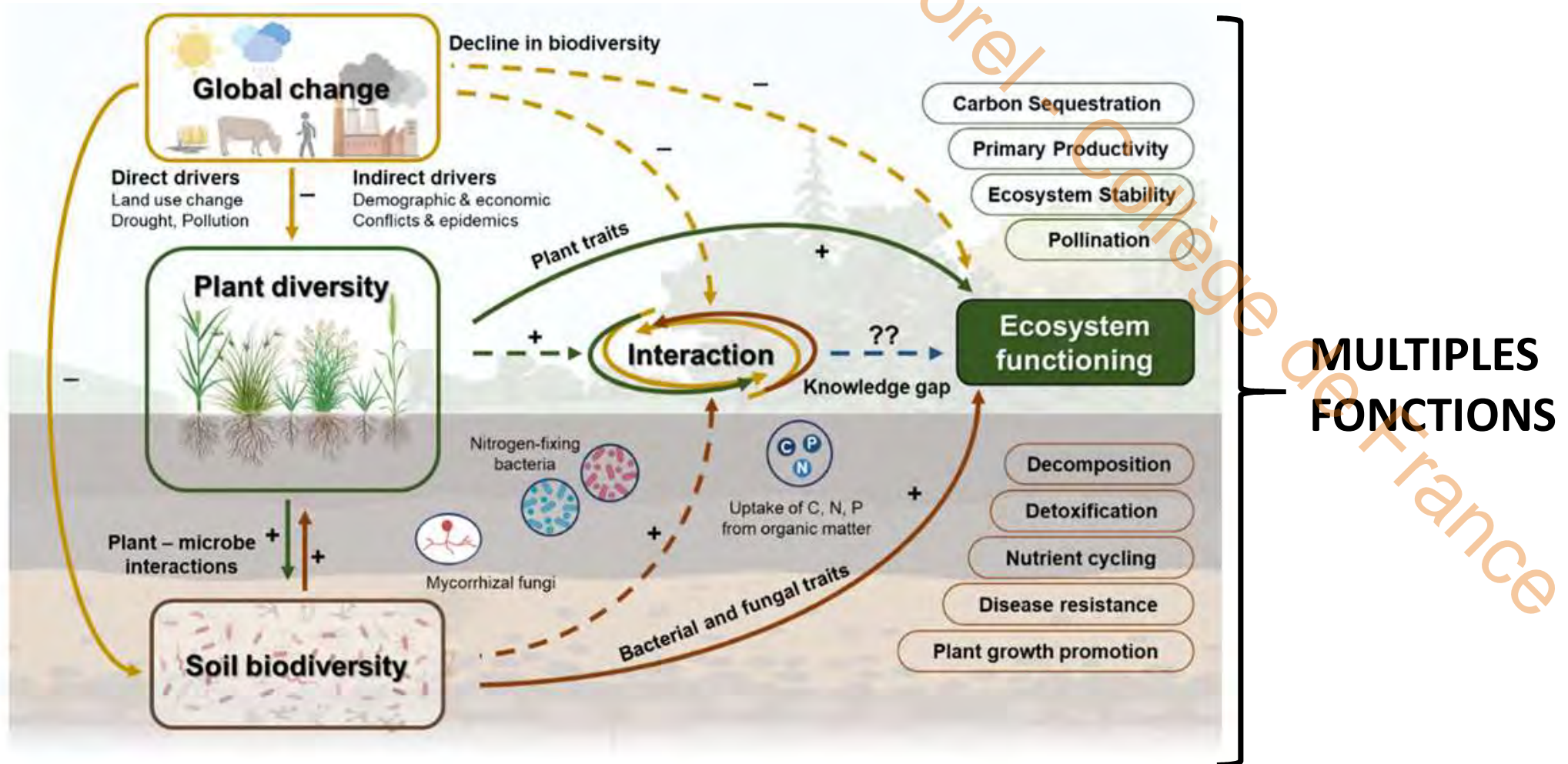
Baisse de performance des mélanges à faible diversité
Hausse de performance des mélanges à forte diversité

Mécanismes fonctionnels

Densification des couverts
Forte production
Recyclage C et nutriments accélérés
Accumulation d’N dans les tissus – indépendant des légumineuses
Accumulation de C organique dans le sol
Plus résistant et résilient à sécheresse car sol plus humide
Renforcement des interactions biotiques aériennes et souterraines

- Reich, PB et al. (2012) *Impacts of Biodiversity Loss Escalate Through Time as Redundancy Fades*. *Science*, 336, 589-592
- Weisser, WW et al. (2017) *Biodiversity effects on ecosystem functioning in a 15-year grassland experiment: Patterns, mechanisms, and open questions*. *Basic and Applied Ecology*
- Eisenhauer, N et al. (2024) *The multiple-mechanisms hypothesis of biodiversity–stability relationships*. *Basic and Applied Ecology*

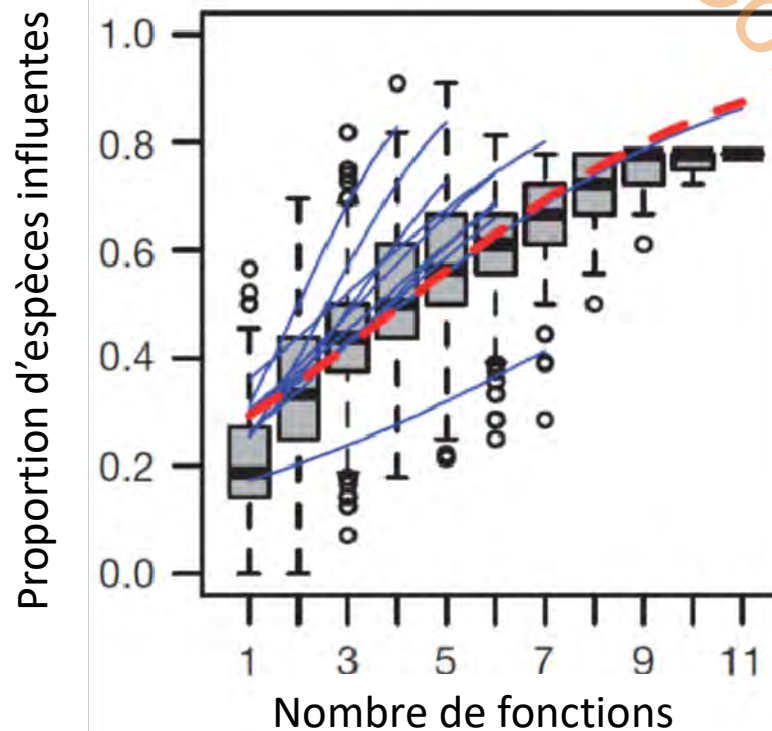
Multifonctionnalité des écosystèmes



Jayaramaiah, RH et al. (2024) Linking biodiversity and biotic interactions to ecosystem functioning. *Journal of Sustainable Agriculture and Environment*, 3, e12119.

La diversité permet d'assurer de nombreuses fonctions simultanées

Rôles complémentaires entre espèces et groupes fonctionnels



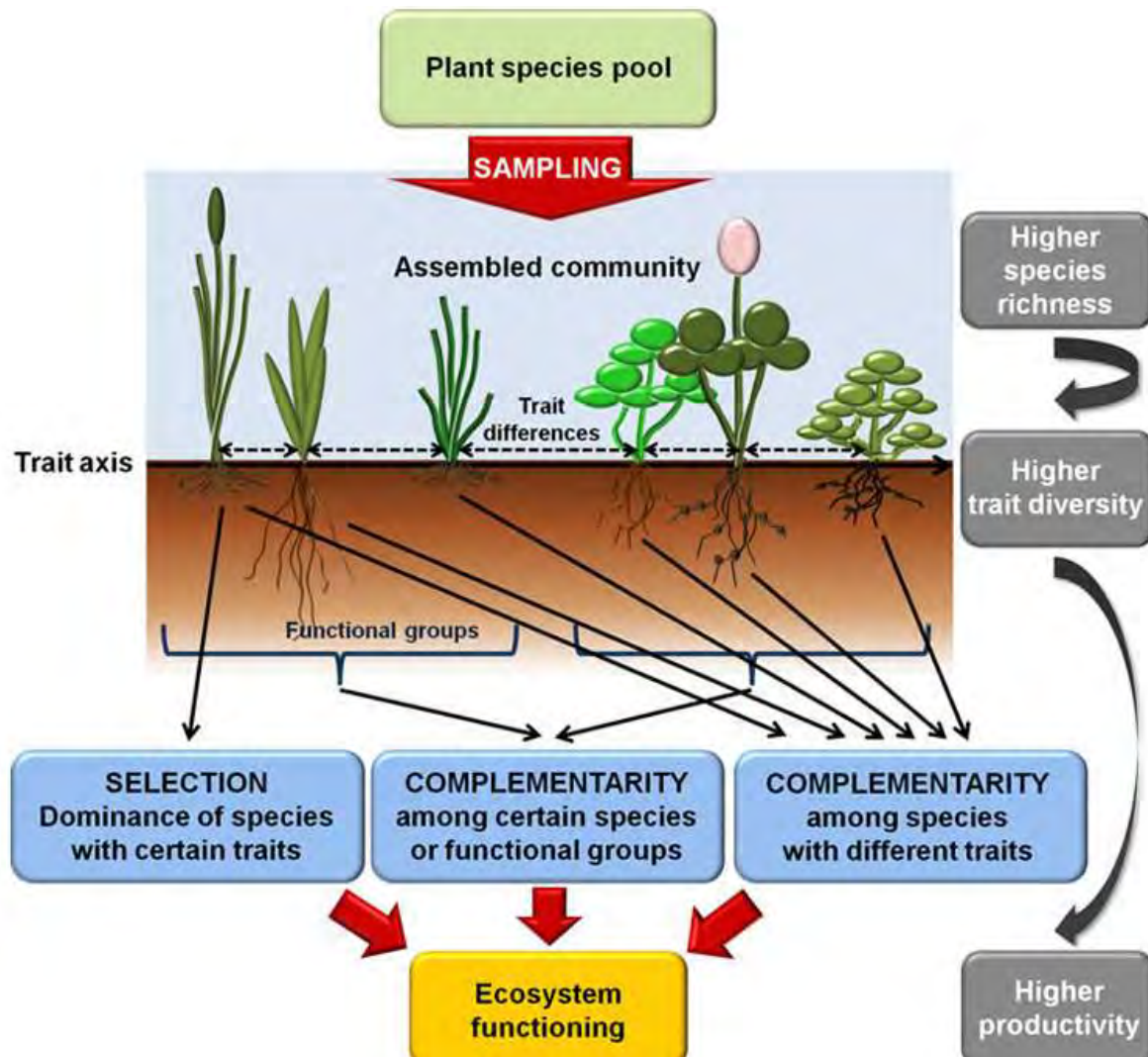
Isbell F. et al. (2011) High plant diversity is needed to maintain ecosystem services. *Nature*, 477, 199–202

Synthèse :

Stabilité du fonctionnement des écosystèmes

- Différentes espèces / génotypes / groupes fonctionnels assurent le fonctionnement de l'écosystème selon le contexte environnemental
- Différentes espèces / génotypes / groupes fonctionnels assurent le fonctionnement de l'écosystème selon les années / les saisons
- Différentes espèces / génotypes / groupes fonctionnels contribuent à différentes fonctions
- Différentes espèces / génotypes / groupes fonctionnels assurent la stabilité des écosystèmes et la multifonctionnalité

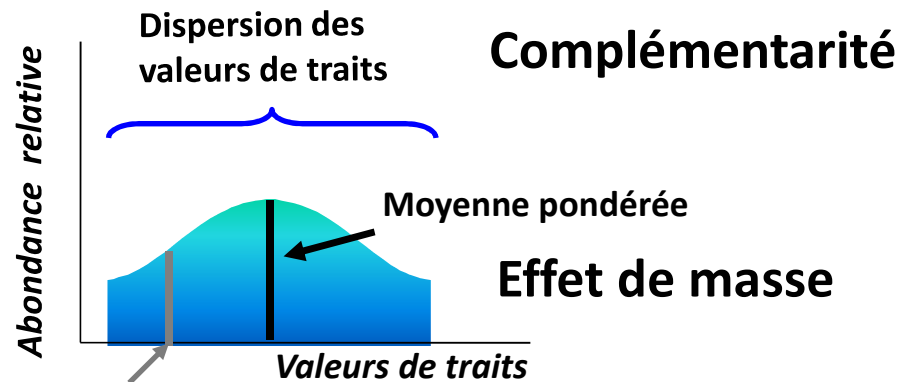
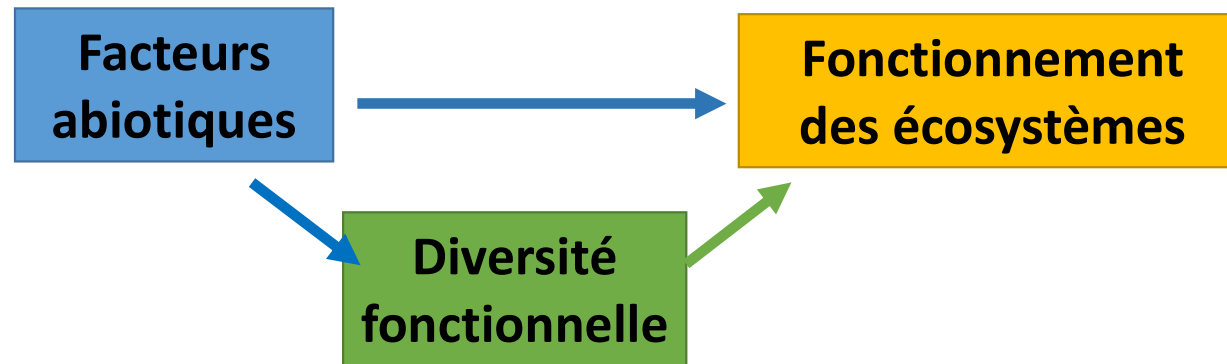
Retour sur les mécanismes : Diversité fonctionnelle



D'après Loreau, M., et al. (2001) Biodiversity and ecosystem functioning: Current knowledge and future challenges. *Science*

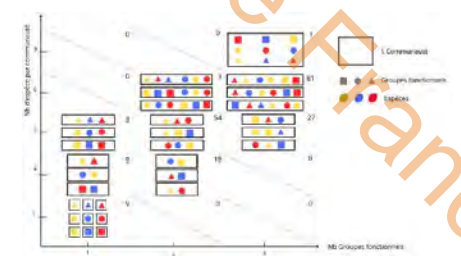
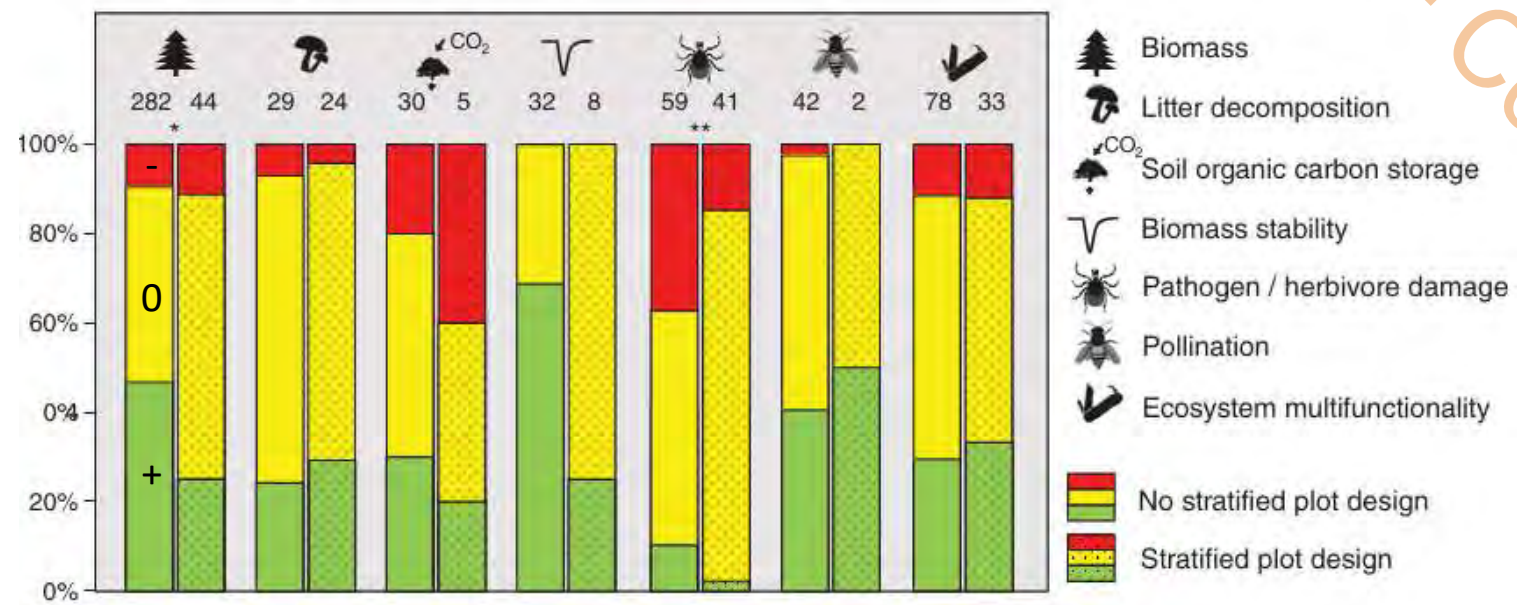
Eisenhauer, N. (2012) Aboveground–belowground interactions as a source of complementarity effects in biodiversity experiments. *Plant and Soil*, 351, 1-22.

Effets de la diversité fonctionnelle



Valeurs de taxa particuliers - idiosyncratie

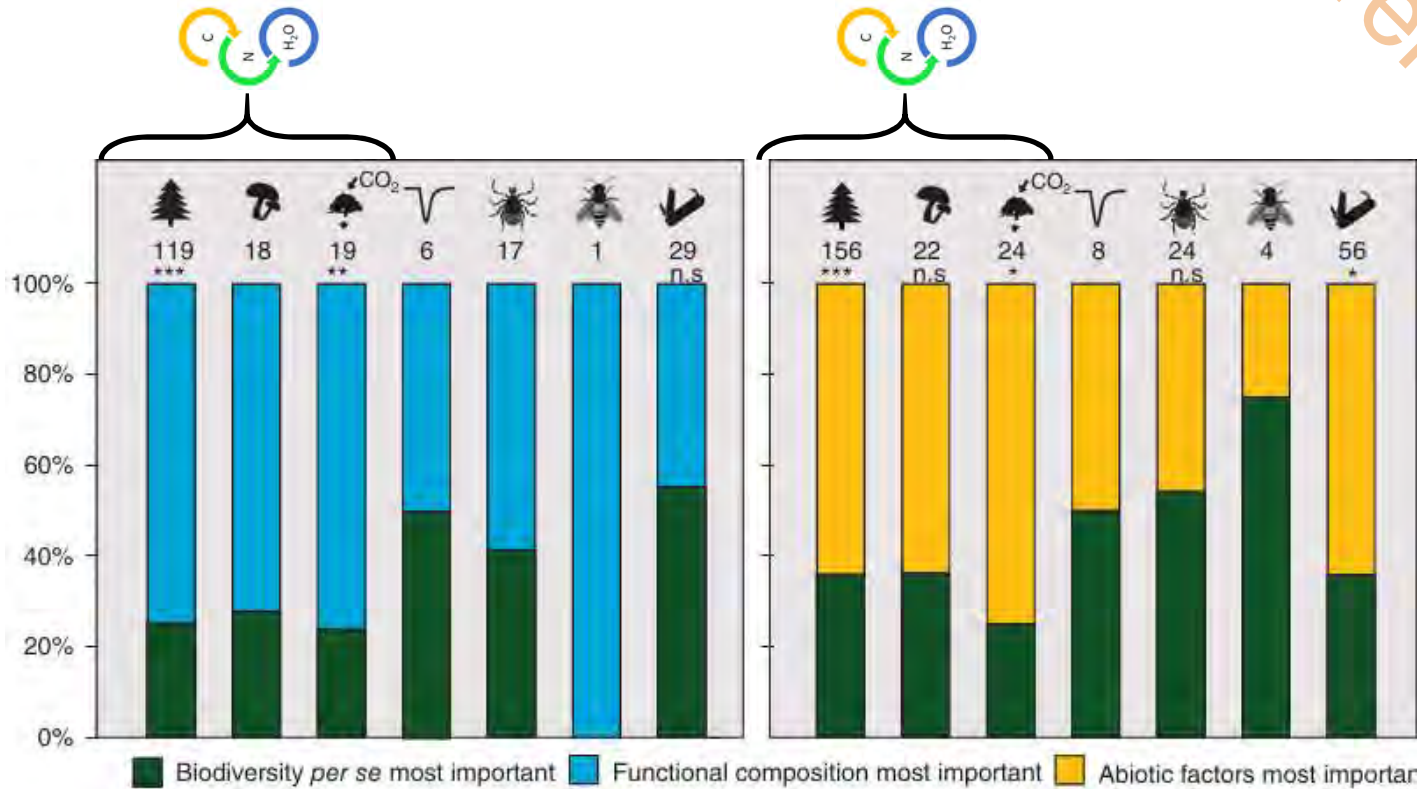
Où sont les données ?



➤ Moins de la moitié des études avec des dispositifs permettant de séparer les effets de la composition et de la diversité fonctionnelle

van der Plas, F. (2019) Biodiversity and ecosystem functioning in naturally assembled communities. *Biological Reviews*, 94, 1220-1245

Pas juste la diversité spécifique



➤ Dans la majorité des expérimentations, les effets de composition fonctionnelle et des facteurs abiotiques excèdent ceux de la diversité taxinomique

- Biomass
- Litter decomposition
- Soil organic carbon storage
- Biomass stability
- Pathogen / herbivore damage
- Pollination
- Ecosystem multifunctionality

van der Plas, F. (2019) Biodiversity and ecosystem functioning in naturally assembled communities. *Biological Reviews*, 94, 1220-1245

Analyses explicites des traits fonctionnels



Effet net de la biodiversité:

Effet de masse des grandes espèces pérennes, exploitatrices d’N, racines profondes

Complémentarité avec les légumineuses:

Diversité des teneurs en N foliaires

Sélection:

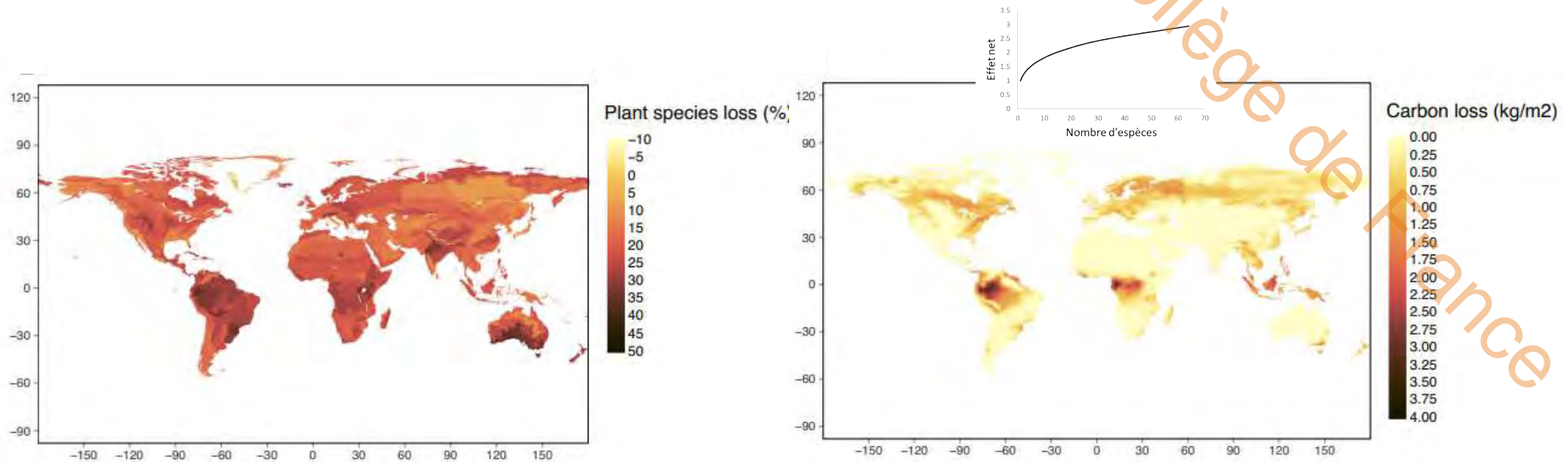
Légumineuses et grandes dicotylédones

Graminée dominante: *Arrhenatherum elatius*

Effets via l’augmentation du C du sol

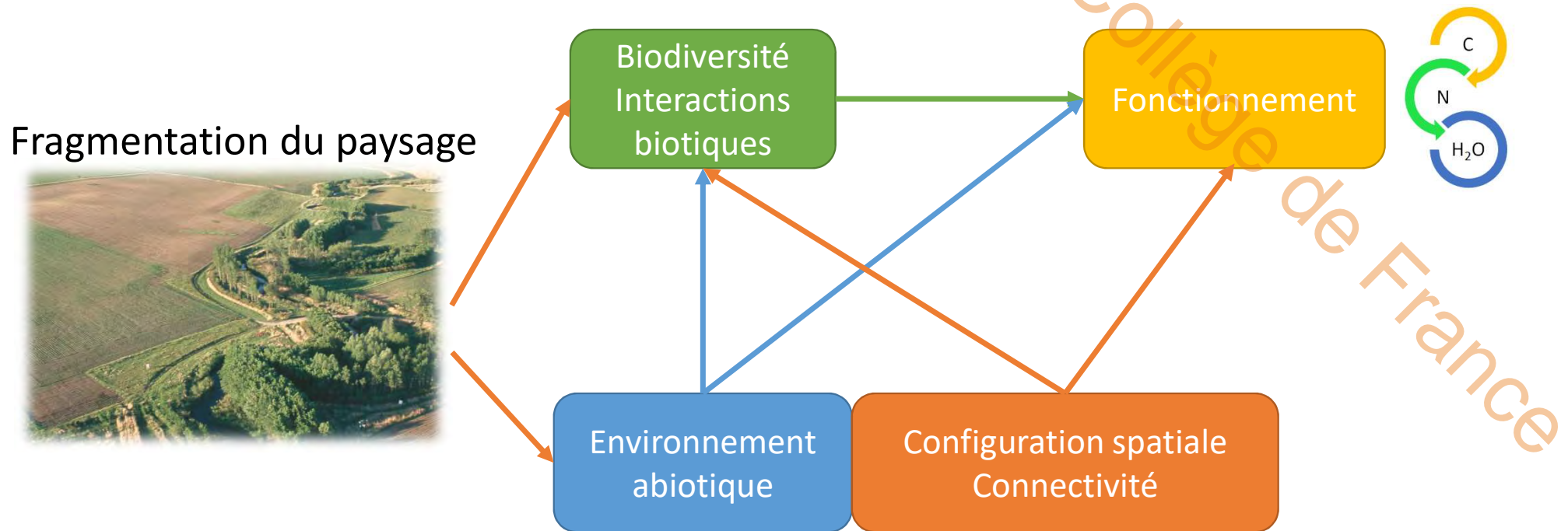
Roscher, C et al. (2012) Using Plant Functional Traits to Explain Diversity–Productivity Relationships. *PLoS One*, 7, e36760
Dietrich, P et al. (2023) Linking plant diversity–productivity relationships to plant functional traits of dominant species and changes in soil properties in 15-year-old experimental grasslands. *ecology and evolution*, 13, e9883

Extrapolation à l'échelle planétaire: Effets de l'extinction projetée d'espèces végétales sur la séquestration du carbone dans la biomasse



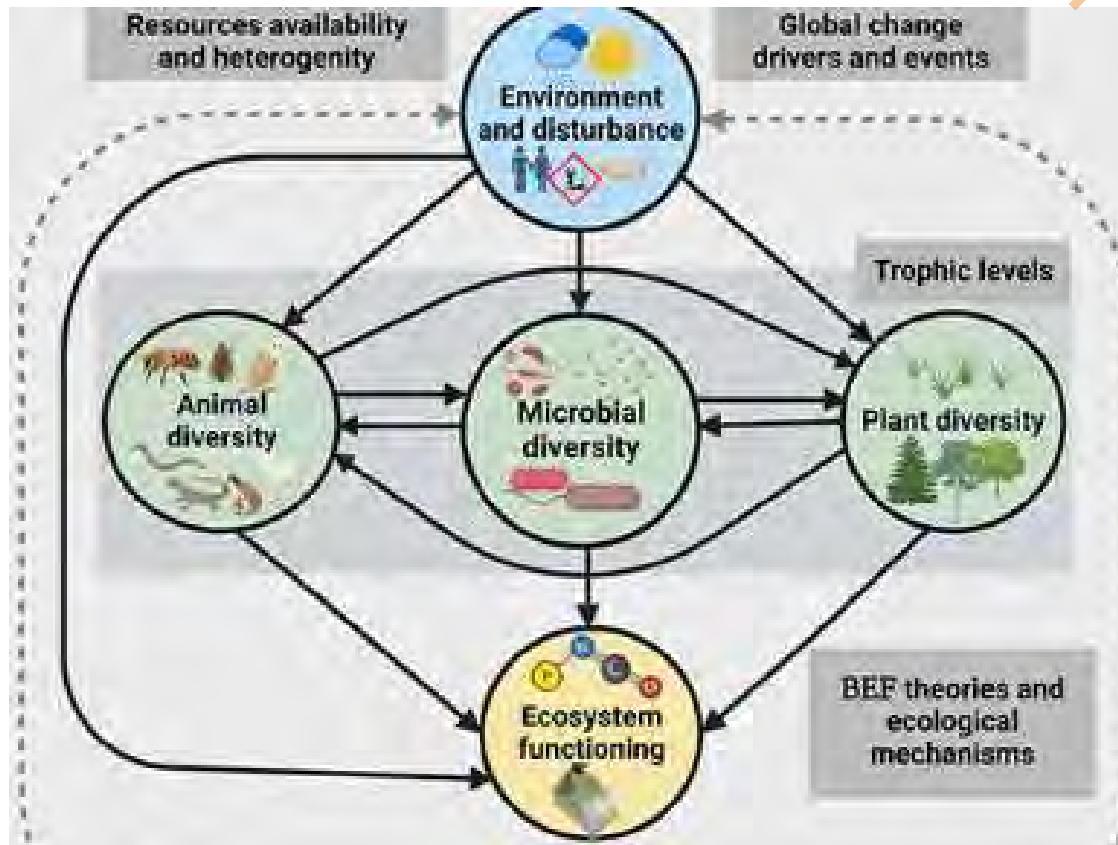
Weiskopf et al. 2024, Biodiversity loss reduces global terrestrial carbon storage. Nature Communications 15, 4354

Horizons Monter en échelles spatiales et temporelles PAYSAGE



D'après Liu, J et al. (2018) How does habitat fragmentation affect the biodiversity and ecosystem functioning relationship?
Landscape Ecology, 33, 341-352

Synthèse

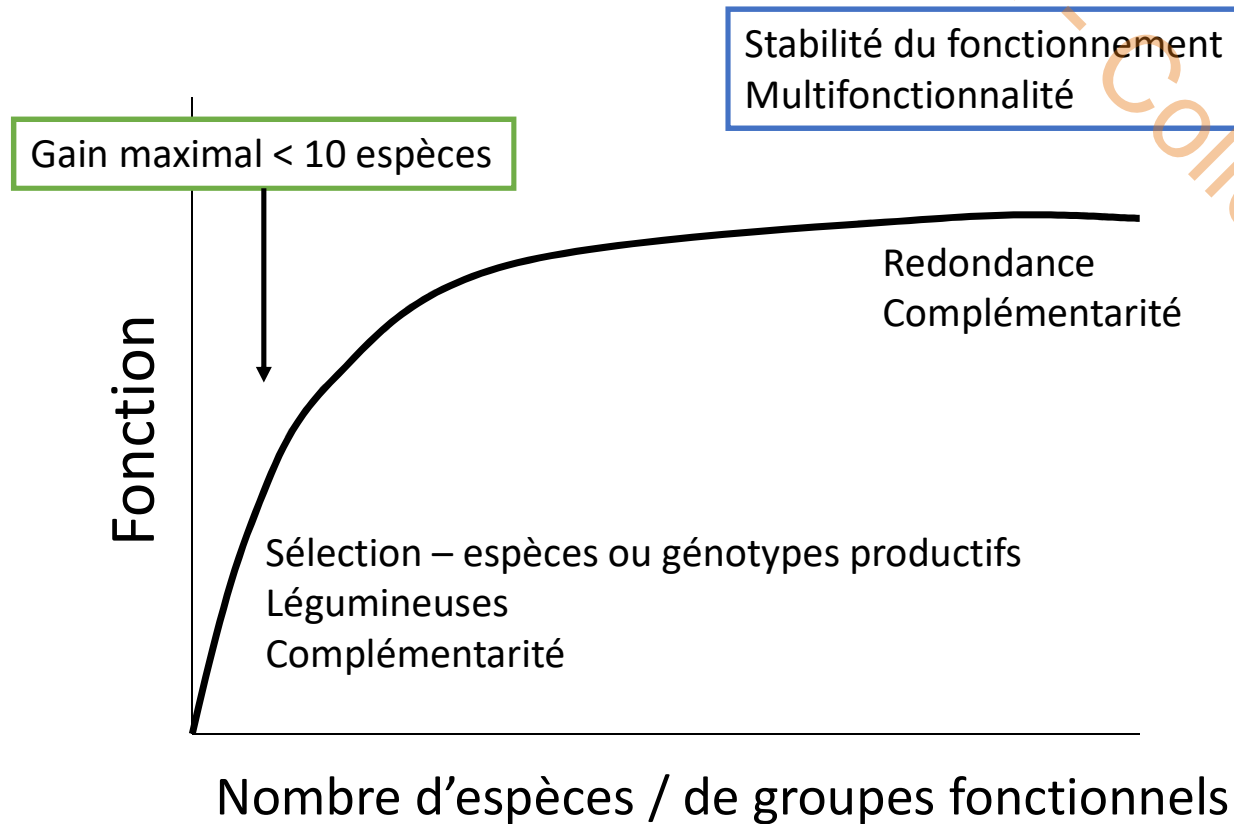


Ali, A. (2023) Biodiversity–ecosystem functioning research: Brief history, major trends and perspectives. *Biological Conservation*, 285, 110210.

Synthèse

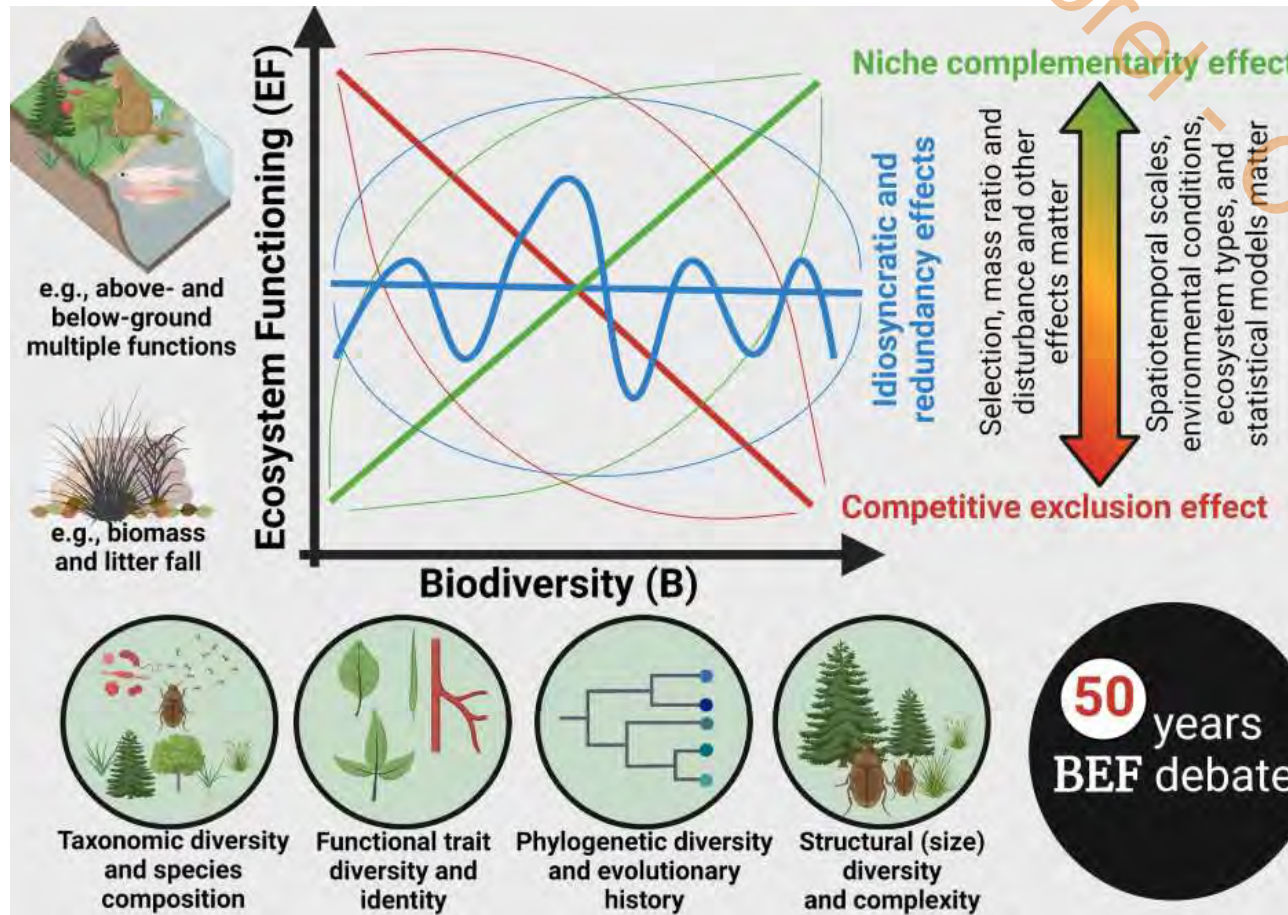
- La biodiversité modifie de nombreuses fonctions des écosystèmes
- Principalement analysée expérimentalement pour des communautés simplifiées, au niveau espèce
- Multiples mécanismes en interaction
- Rôle de la diversité fonctionnelle
- Rôle de la diversité génétique
- Plus c'est complexe (durée, multifactoriel, plus de fonctions...), plus le rôle de la biodiversité est important
- Applications à la gestion des écosystèmes

Synthèse



Pour 2.6 espèces gain moyen de 15% de production ~ fertilisation modérée (100 kN/ha/an)
+ 35% décomposition des litières forestières ~ effets du réchauffement climatique à 50 ans

La recherche des mécanismes continue...



Ali, A. (2023) Biodiversity–ecosystem functioning research: Brief history, major trends and perspectives. *Biological Conservation*, 285, 110210



Merci



**COLLÈGE
DE FRANCE**

— 1530 —



**Fondation
Jean-François
de Clermont-Tonnerre**

S. Lavoirel - Collège de France