

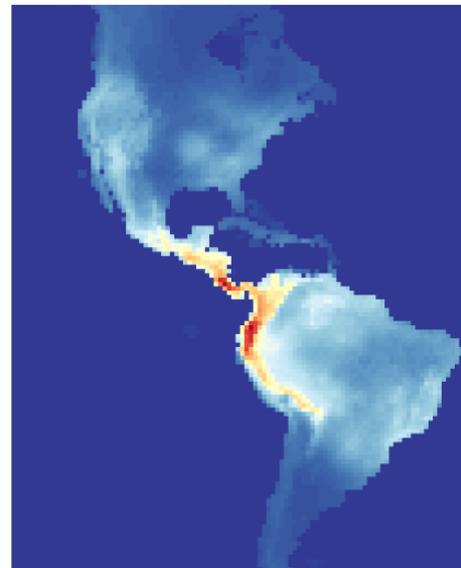
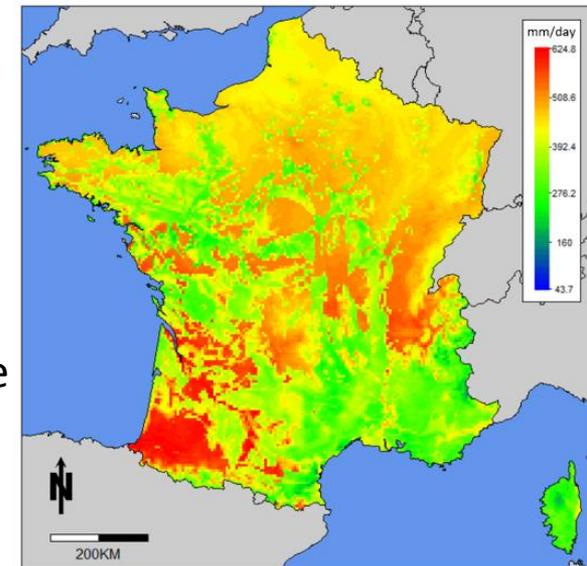


Une approche de biogéographie fonctionnelle pour faire le lien entre sciences de la biodiversité et des écosystèmes

Cyrille VIOLLE

Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive

CNRS, Montpellier, France





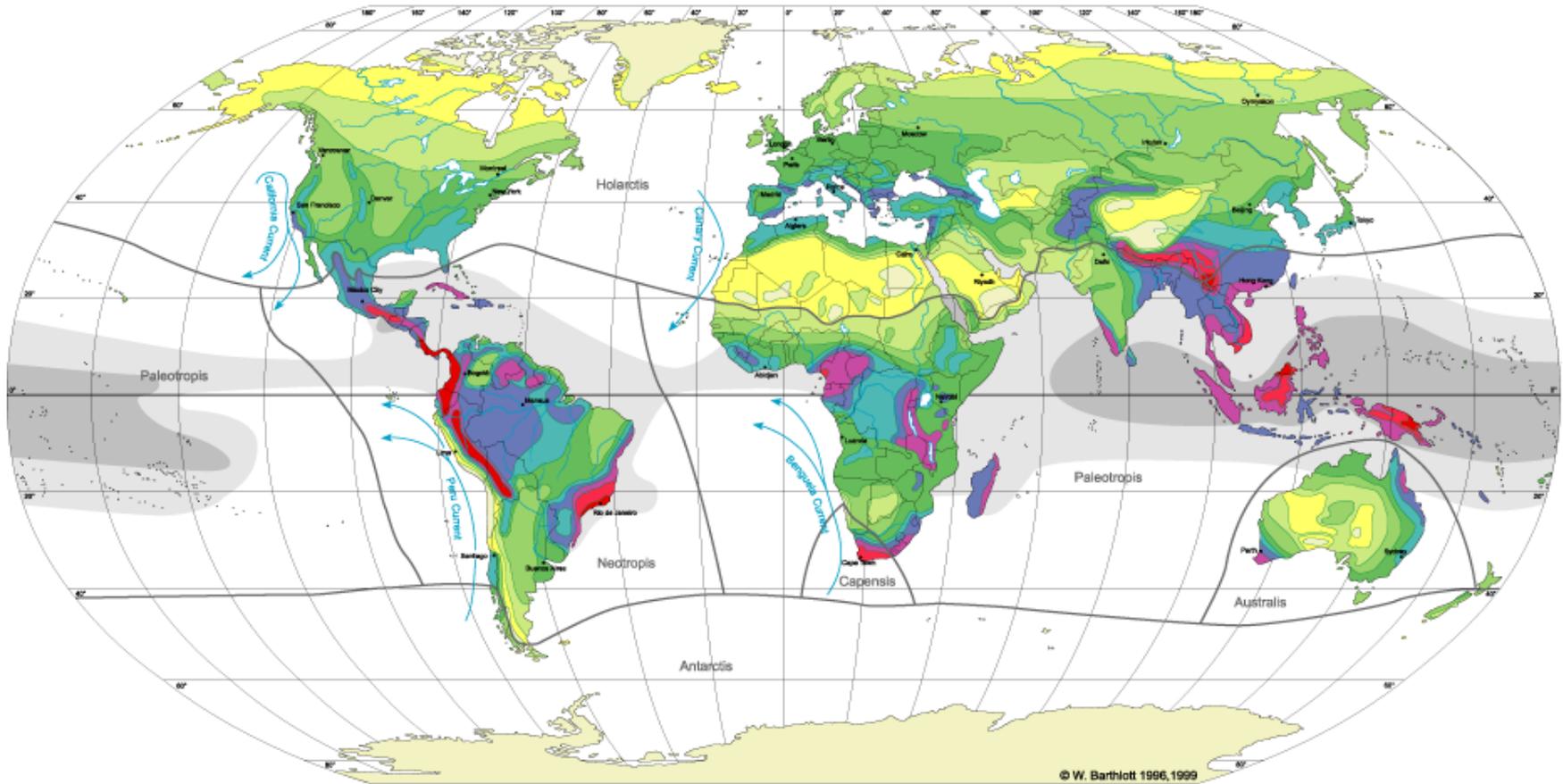
iPhone

SE

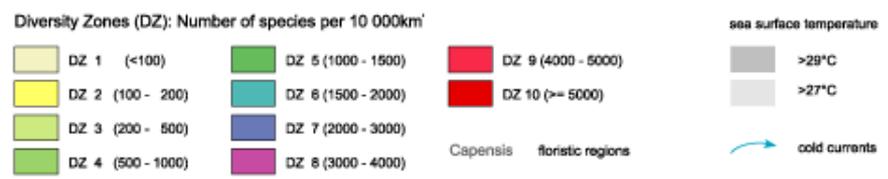


Biodiversité

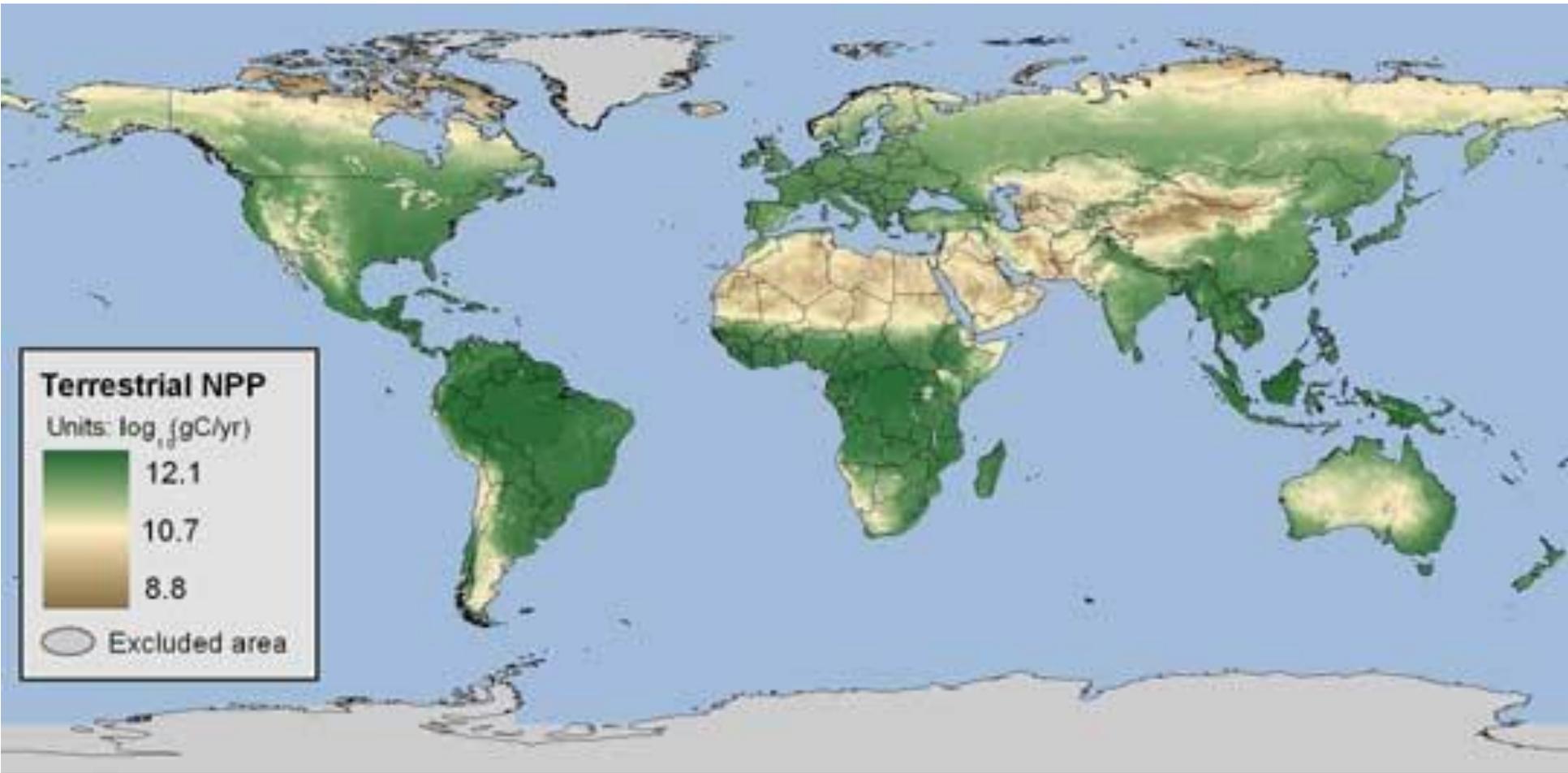
GLOBAL BIODIVERSITY: SPECIES NUMBERS OF VASCULAR PLANTS



© W. Barthlott 1996, 1999

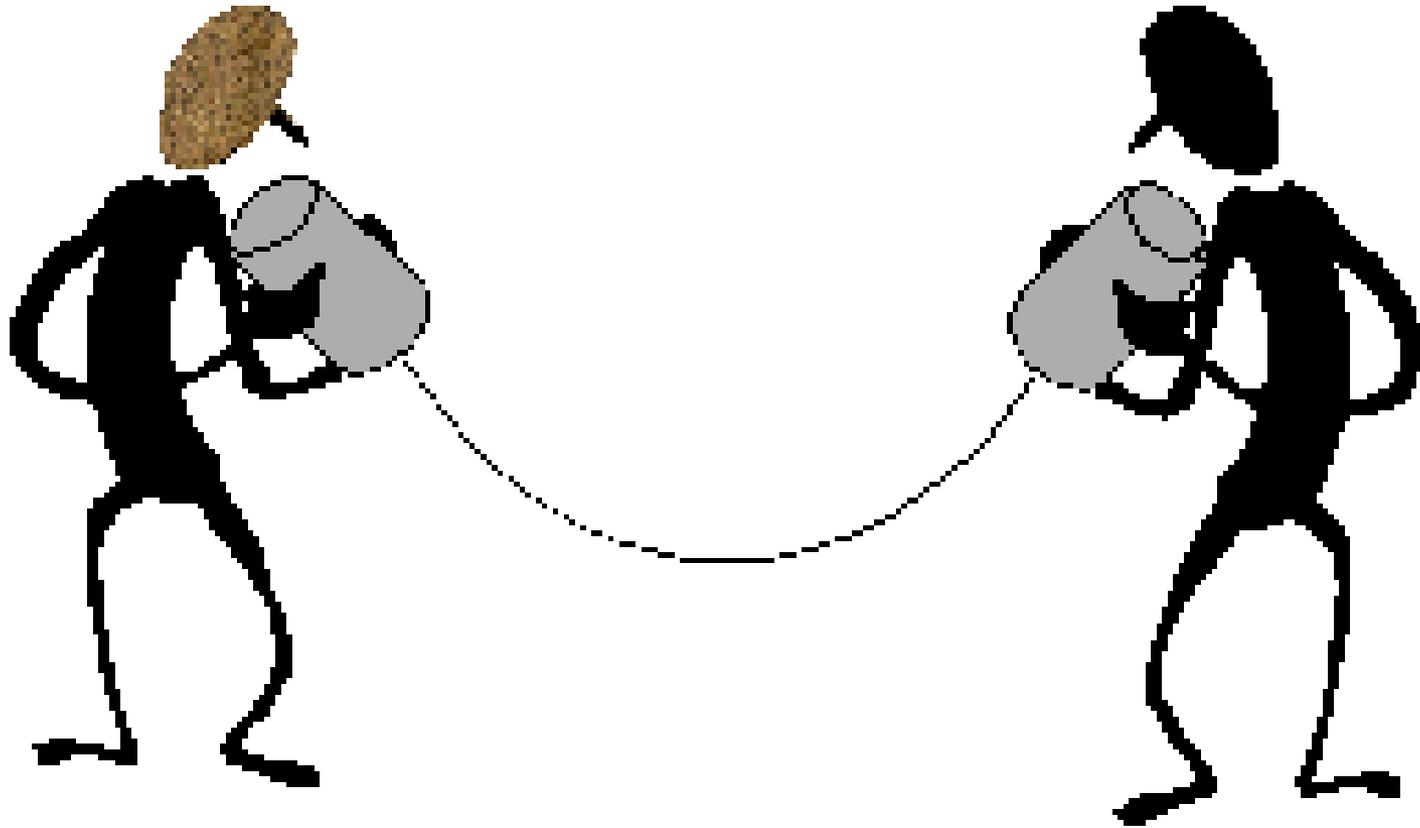


Cycles biogéochimiques



Productivité primaire

Take-home message



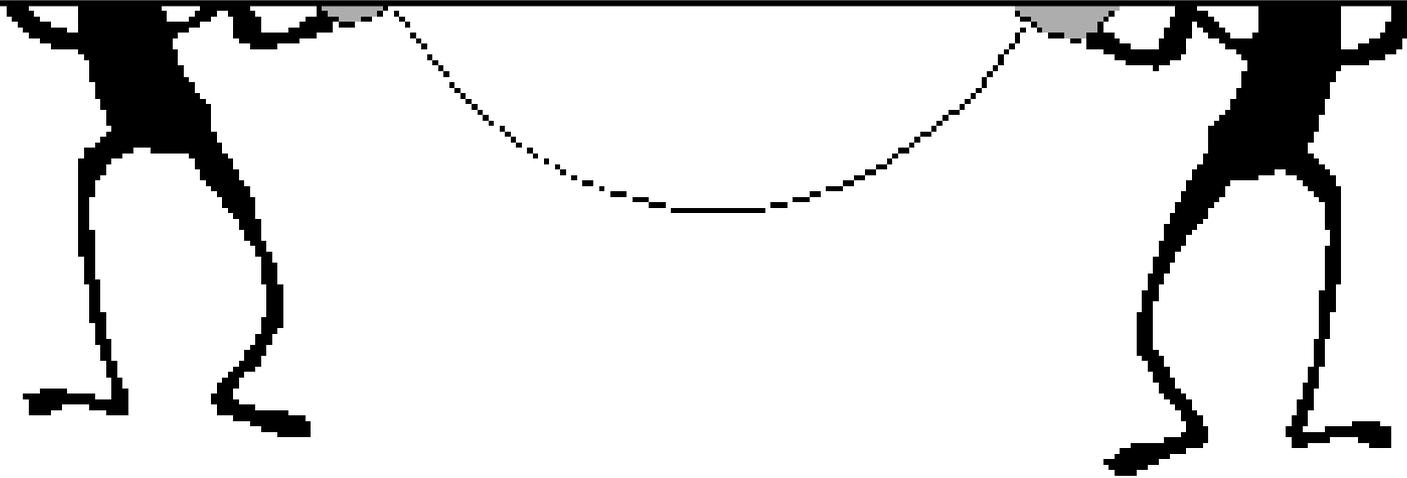
Sciences de la biodiversité

Sciences des écosystèmes

Review

Linking biodiversity and ecosystems: towards a unifying ecological theory

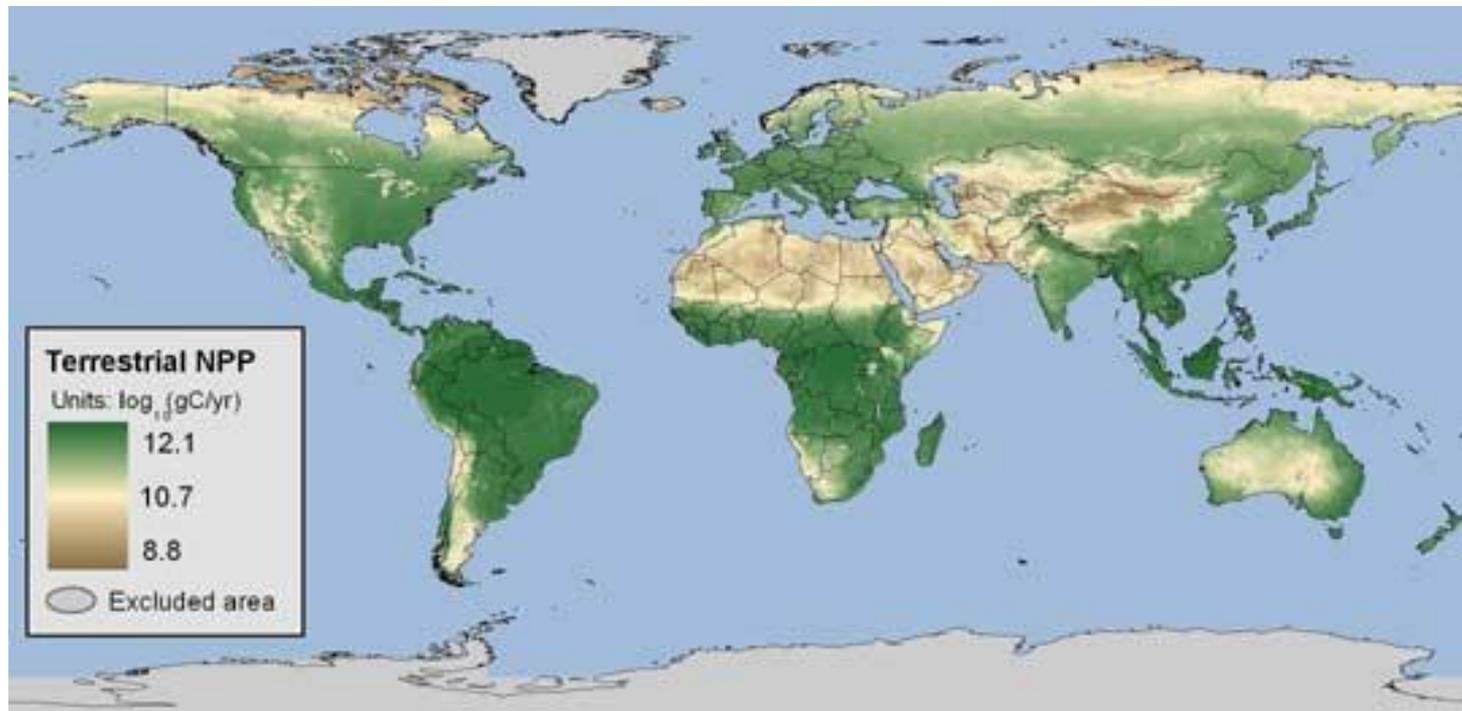
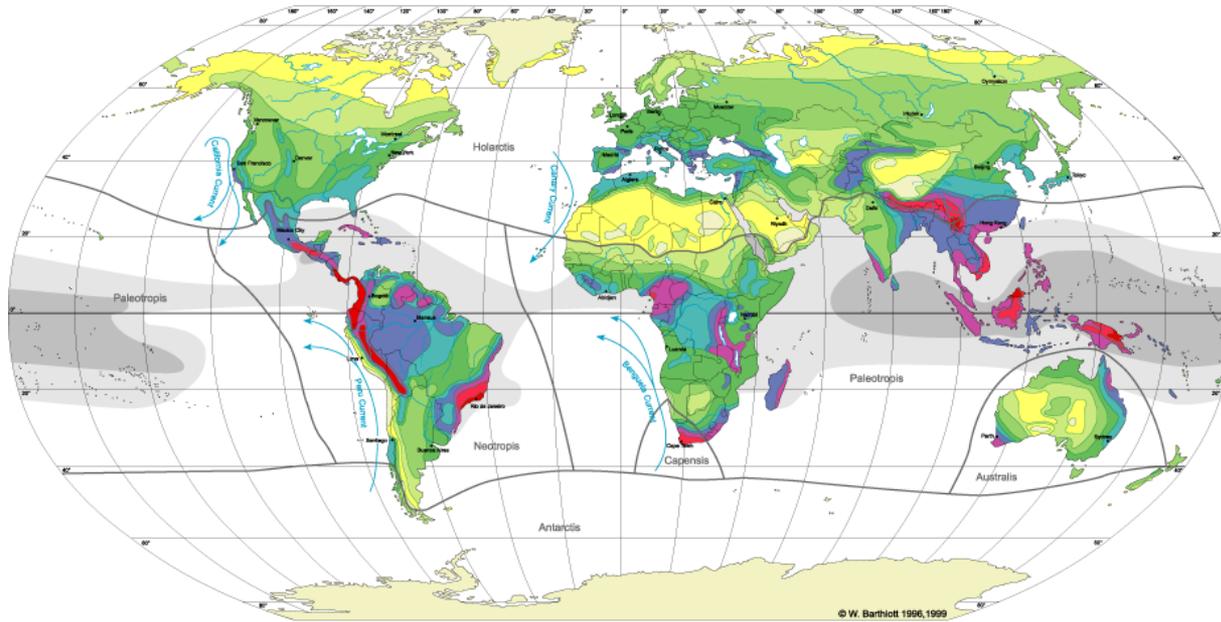
Michel Loreau*



Sciences de la biodiversité

Sciences des écosystèmes

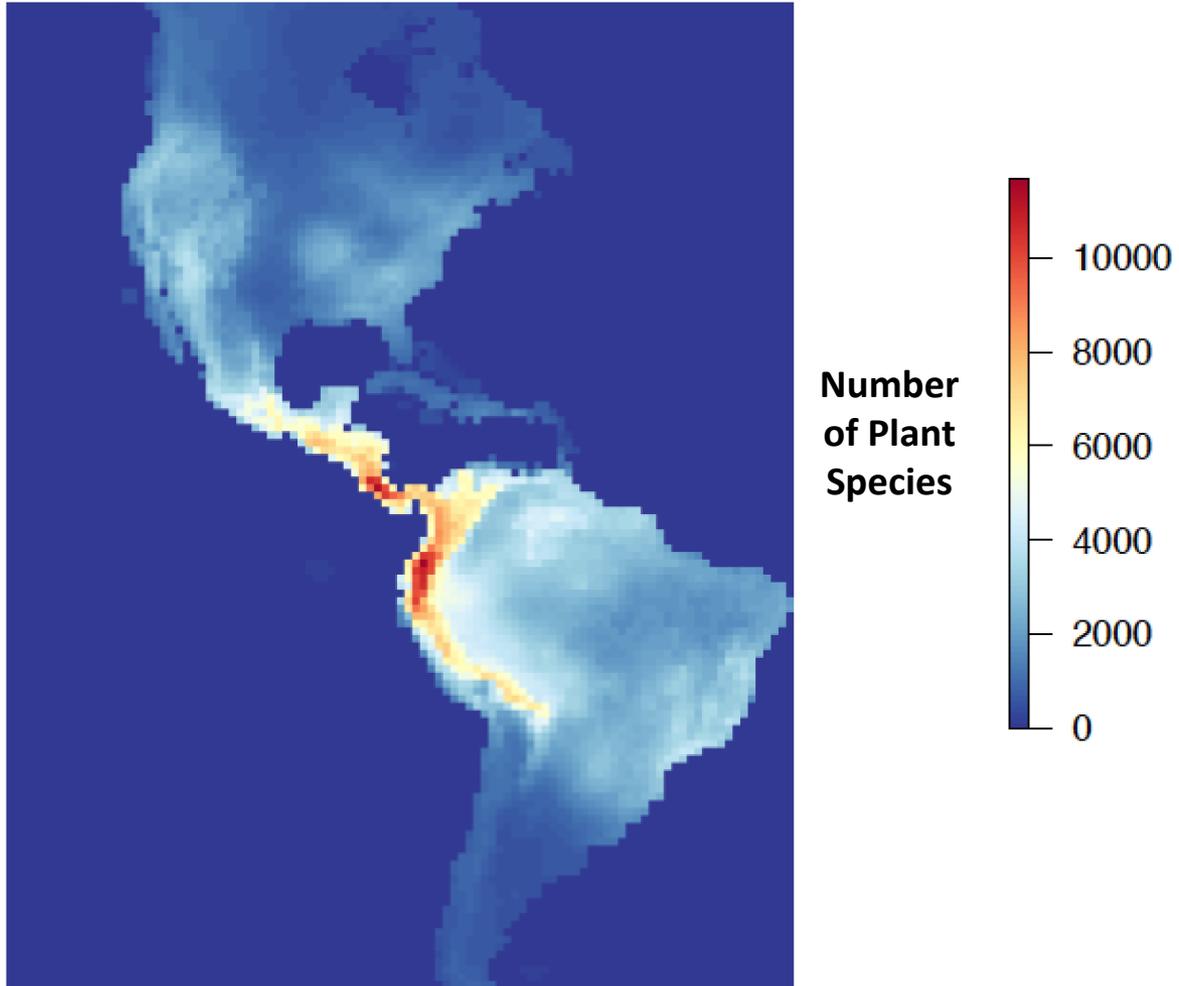
GLOBAL BIODIVERSITY: SPECIES NUMBERS OF VASCULAR PLANTS



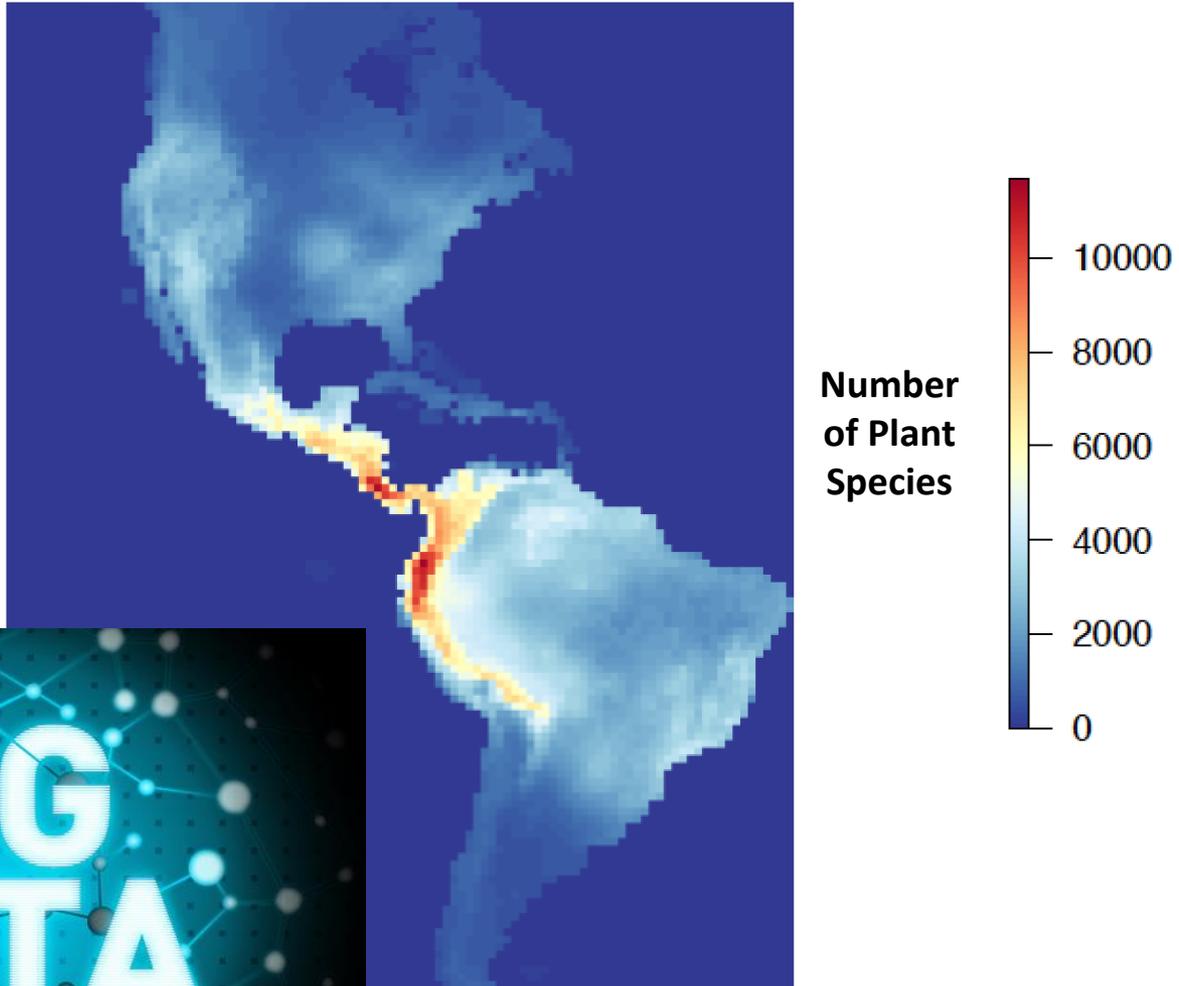
Où en est-on ?

L'écologie, c'est ...

Décrire

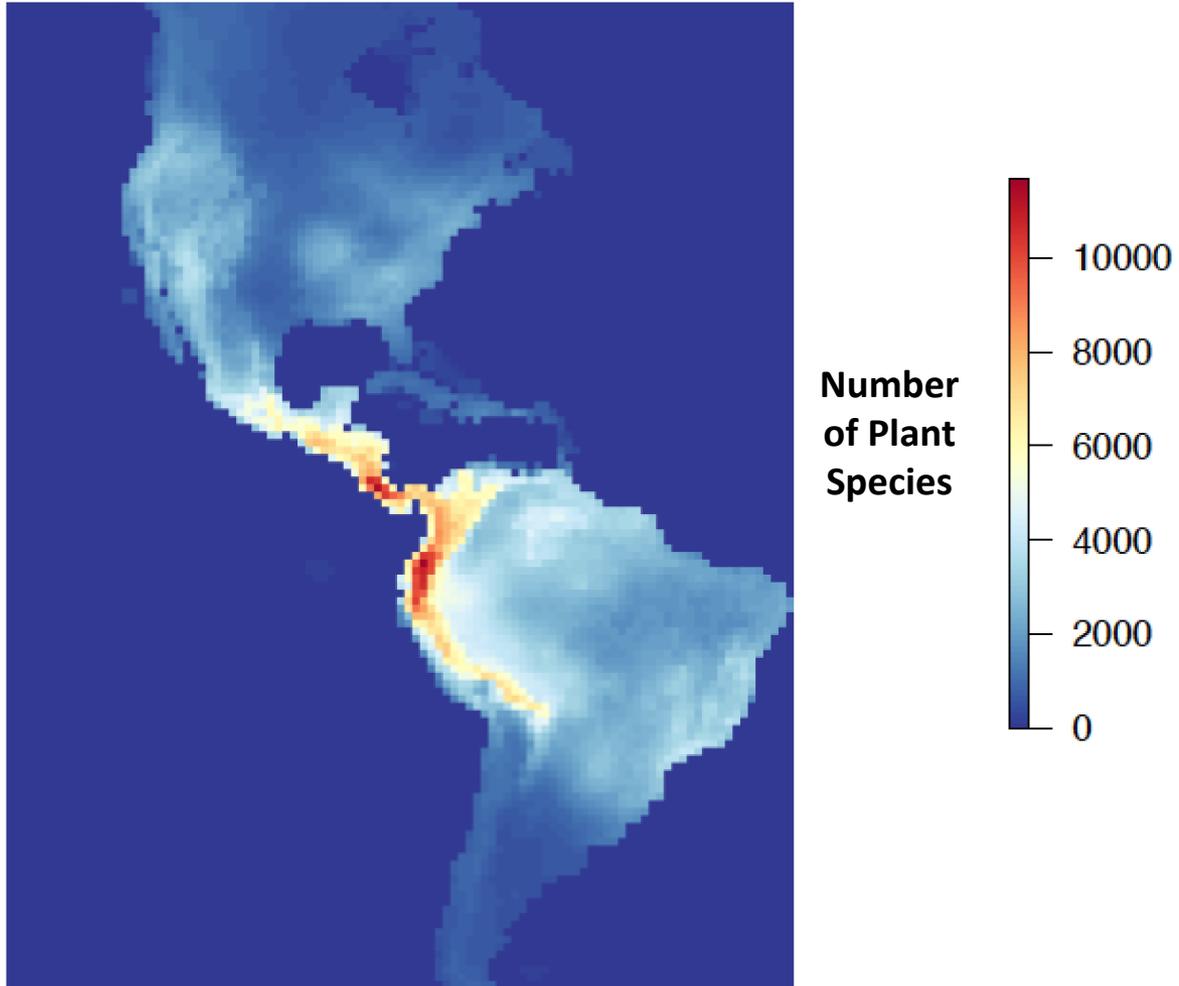


Décrire



**BIG
DATA**

Décrire, comprendre



Décrire, comprendre



Décrire, comprendre

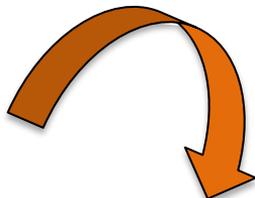


Les Républicains

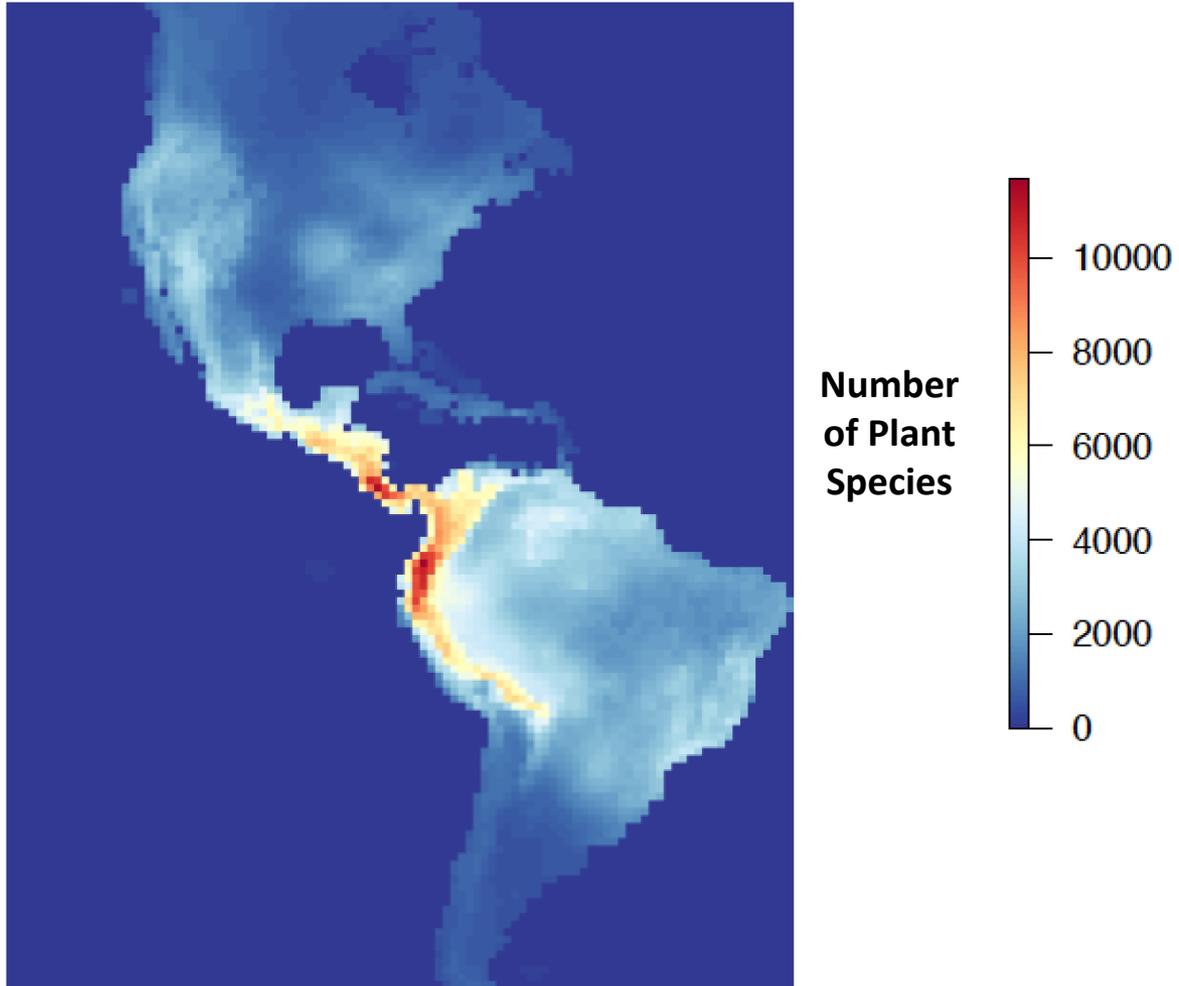
Décrire, comprendre



Décrire, comprendre



Décrire, comprendre



Décrire, comprendre et prédire

ECOLOGY LETTERS

Ecology Letters, (2015) 18: 597–611

doi: 10.1111/ele.12443

IDEA AND PERSPECTIVE

The ecological forecast horizon, and examples of its uses and determinants

Abstract

Forecasts of ecological dynamics in changing environments are increasingly important, and are available for a plethora of variables, such as species abundance and distribution, community structure and ecosystem processes. There is, however, a general absence of knowledge about how

Owen L. Petchev,^{1,2*} Mikael Pontarp,^{1,3} Thomas M. Massie,¹ Sonia Kéfi,⁴ Arpat Ozgul,¹ Maja Weilenmann,¹ Gian Marco Palamara,¹ Florian Altermatt,^{1,2} Blake Matthews,⁵ Jonathan M. Levine,⁶ Dylan Z. Childs,⁷ Brian J. McGill,⁸ Michael E. Schaepman,⁹ Bernhard Schmid,¹ Piet Spaak,^{2,6} Andrew P. Beckerman,⁷ Frank Pennekamp¹ and Ian S. Pearse¹⁰

Journal of Applied Ecology



Journal of Applied Ecology 2015, 52, 1293–1310

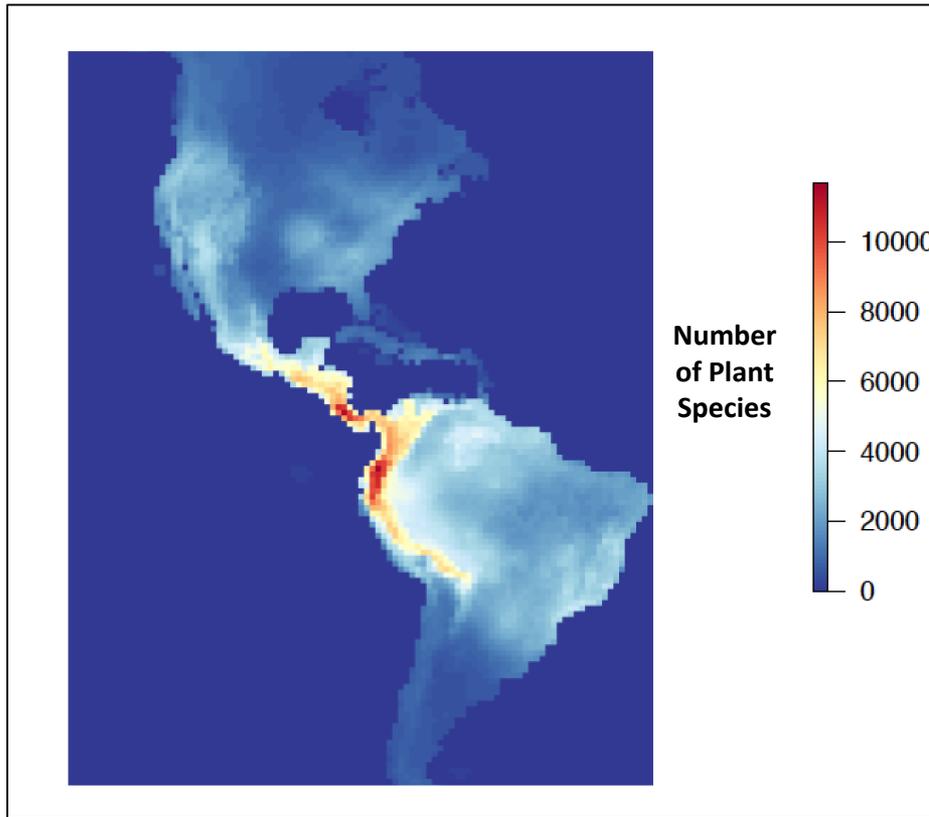
doi: 10.1111/1365-2664.12482

REVIEW

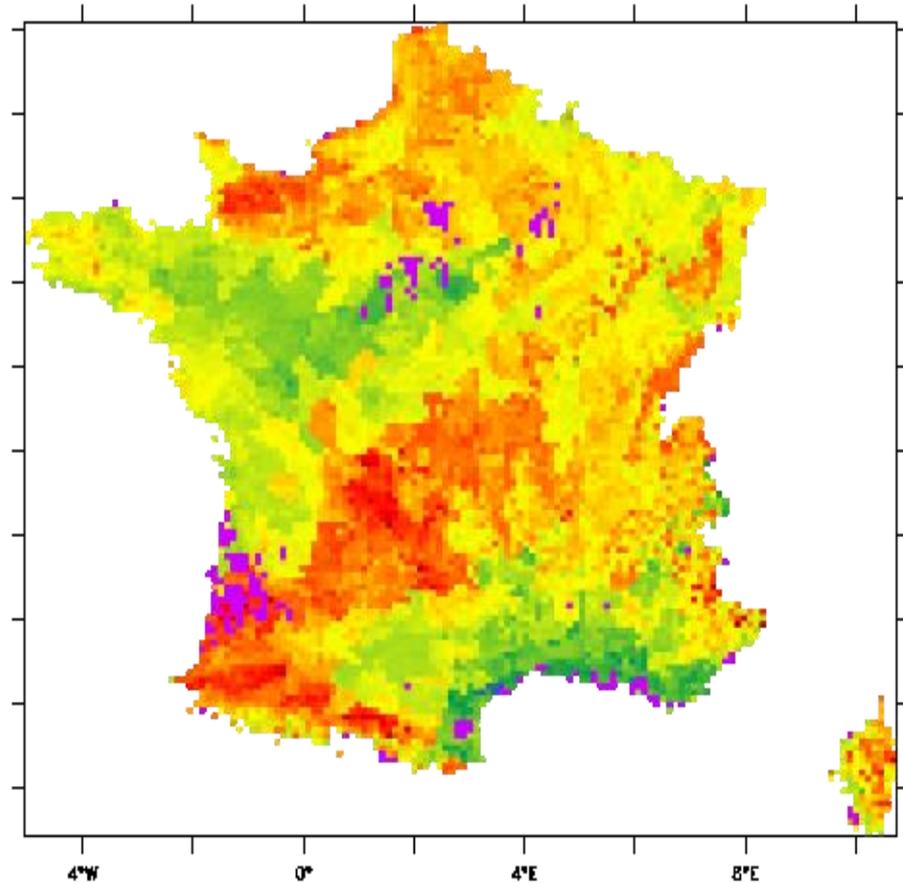
Predictive ecology in a changing world

Nicolas Mouquet^{1*}, Yvan Lagadeuc², Vincent Devictor¹, Luc Doyen³, Anne Duputié⁴, Damien Eveillard⁵, Denis Faure⁶, Eric Garnier⁷, Olivier Gimenez⁷, Philippe Huneman⁸, Franck Jabot⁹, Philippe Jarne⁷, Dominique Joly^{10,11}, Romain Julliard¹², Sonia Kéfi¹, Gael J. Kergoat¹³, Sandra Lavorel¹⁴, Line Le Gall¹⁵, Laurence Meslin¹, Serge Morand¹, Xavier Morin⁷, Hélène Morlon¹⁶, Gilles Pinay², Roger Pradel⁷, Frank M. Schurr^{1,17}, Wilfried Thuiller¹⁴ and Michel Loreau¹⁸

Décrire, comprendre **et prédire**

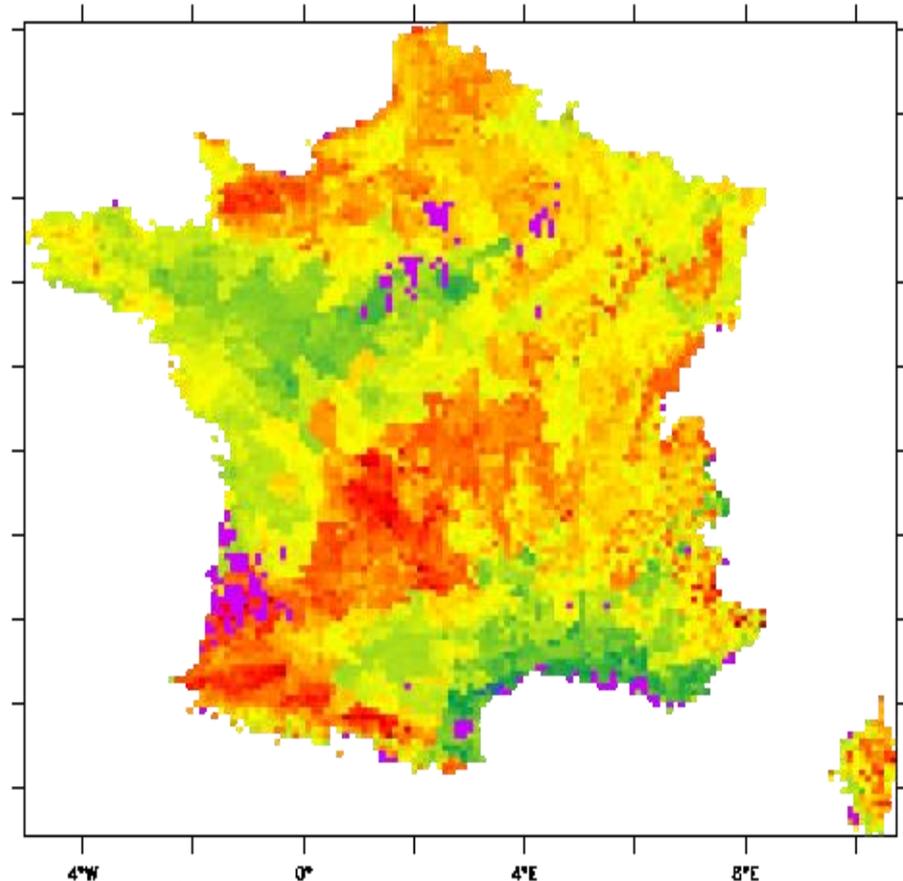
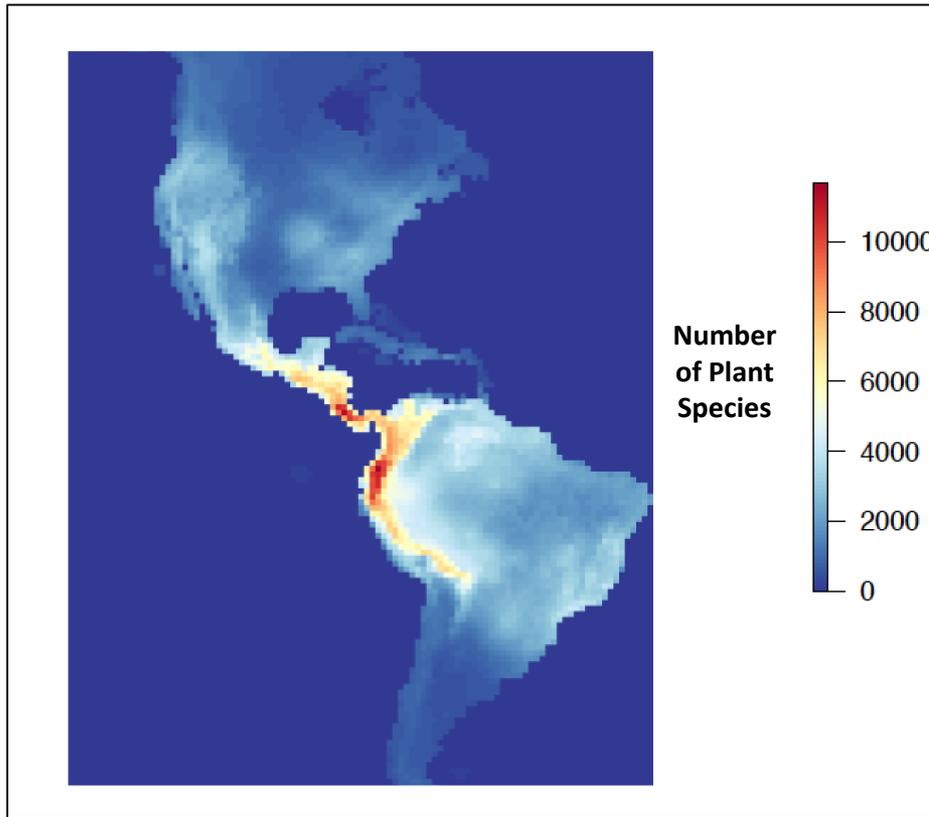


Biodiversité



Productivité
(cycles biogéochimiques)

Décrire, comprendre **et prédire**



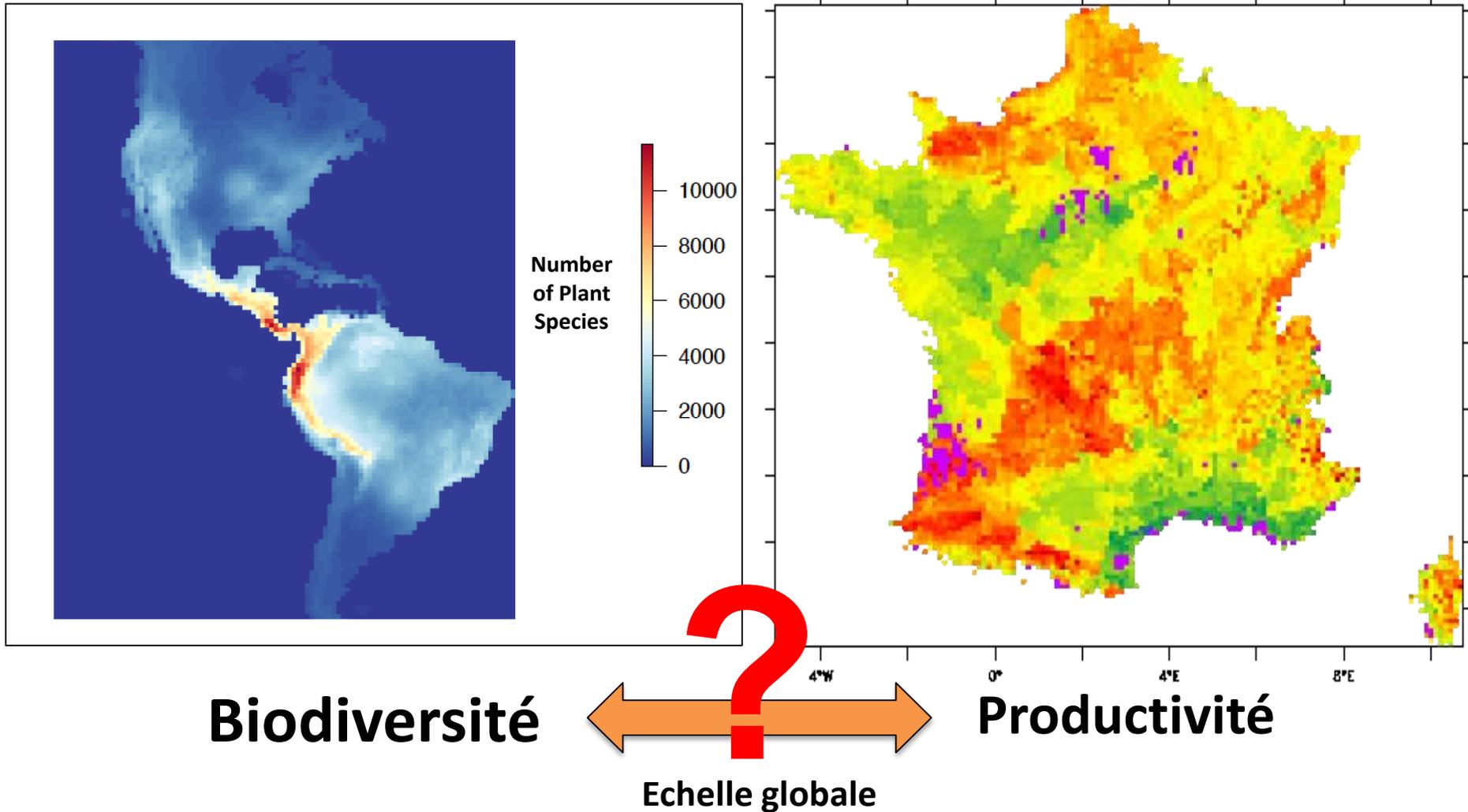
Biodiversité



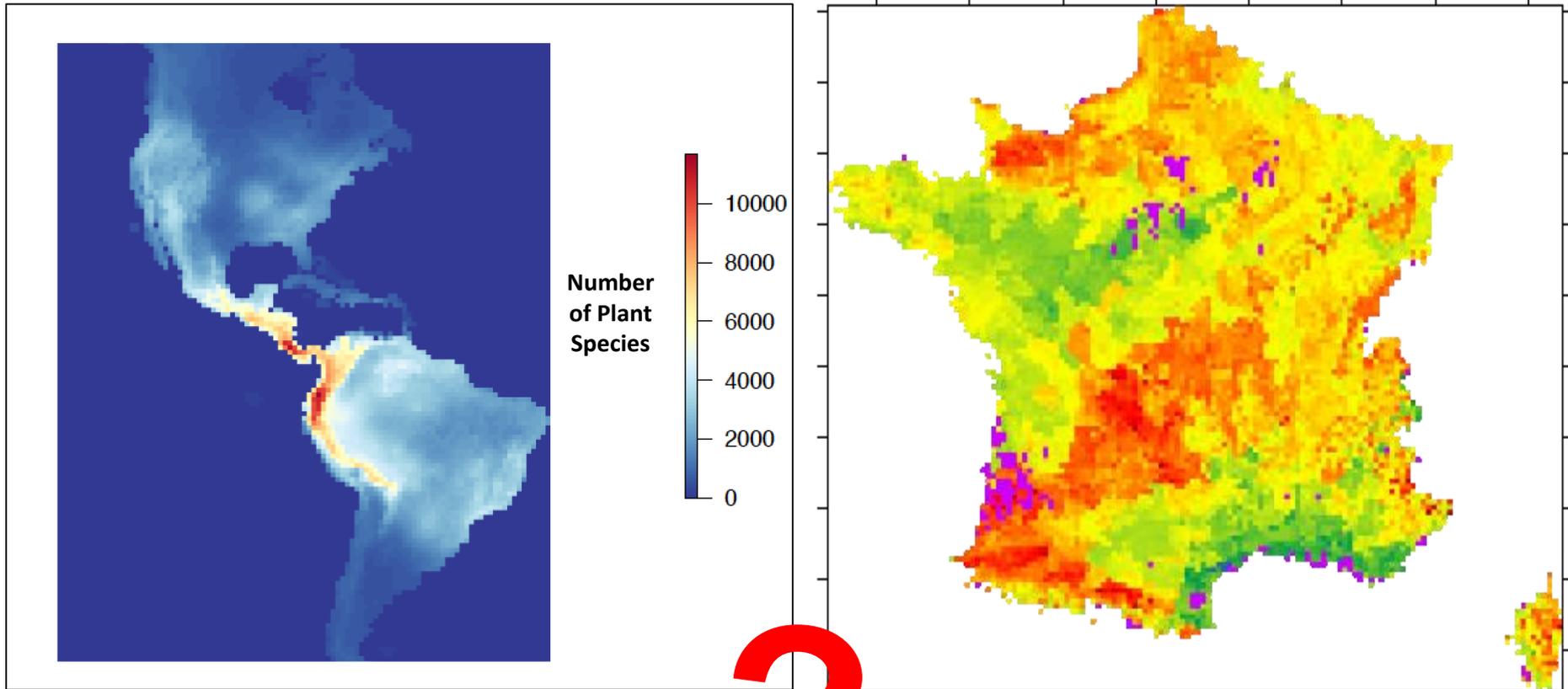
Productivité

Echelle locale
(écosystème)

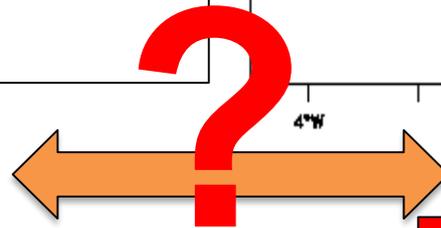
Décrire, comprendre **et prédire**



Décrire, comprendre **et prédire**



Biodiversité



Echelle globale

Productivité

**Services
écosystémiques**

Plan de mon exposé :

- ❑ Echelle locale: de la biodiversité au fonctionnement des écosystèmes
- ❑ Echelle globale: quels défis ?
- ❑ Changement d'échelles : approche générale
- ❑ Cartographie des services et traits fonctionnels
- ❑ Une meilleure représentation de la biodiversité dans les modèles globaux

Plan de mon exposé :

- ❑ Echelle locale: de la biodiversité au fonctionnement des écosystèmes
- ❑ Echelle globale: quels défis ?
- ❑ Changement d'échelles : approche générale
- ❑ Cartographie des services et traits fonctionnels
- ❑ Une meilleure représentation de la biodiversité dans les modèles globaux

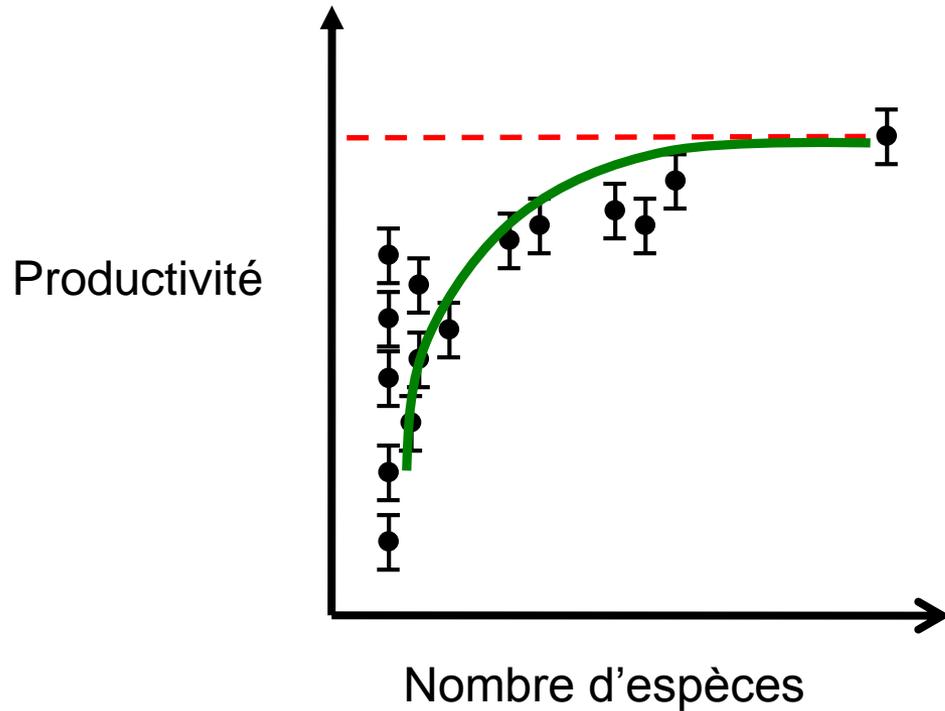
Le fonctionnement des écosystèmes est régulé
par la biodiversité à l'échelle locale

Biodiversité  Processus écosystémiques



Le fonctionnement des écosystèmes est régulé par la biodiversité à l'échelle locale

Biodiversité  Processus écosystémiques



1 espèce

2 espèces

10 espèces

20 espèces

La malédiction du binôme latin

Kingdom	Animalia
Phylum	Arthropoda
Class	<u>Insecta</u>
Order	Lepidoptera
Family	<u>Papilionidae</u>
Genus	Papilio
Species	<u><i>P. glaucus</i></u>

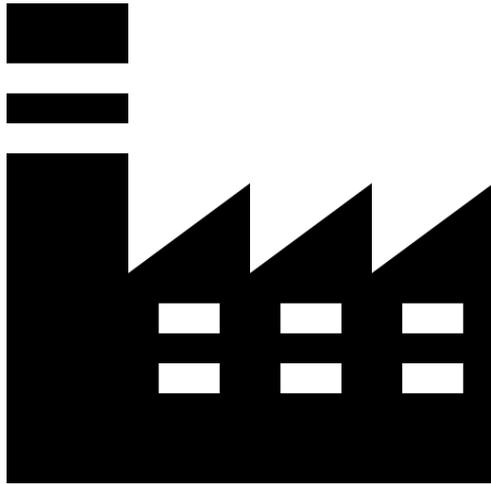


Binôme latin: *Papilio glaucus*

La malédiction du binôme latin

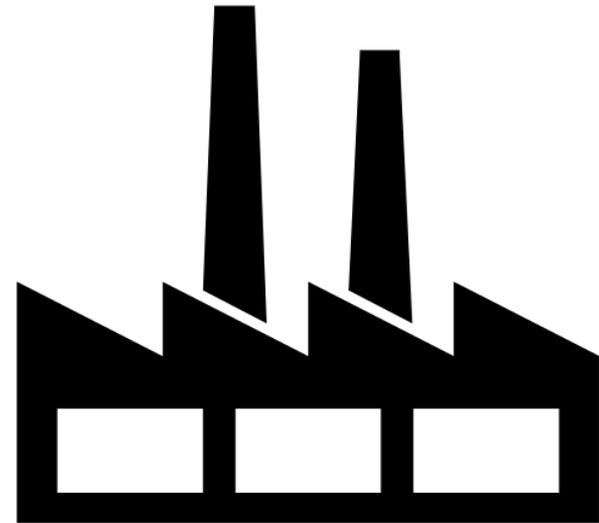
Approche taxonomique

Usine 1



25 employés

Usine 2

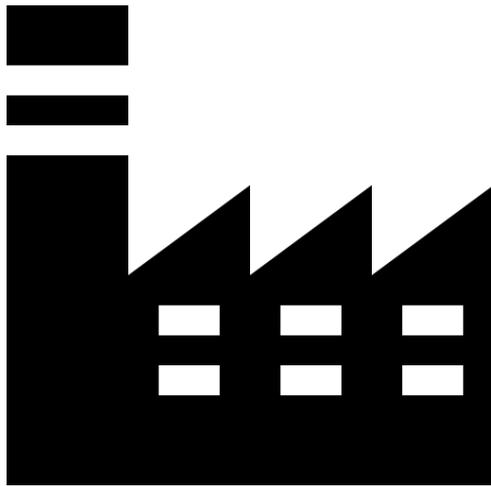


28 employés

La malédiction du binôme latin

Approche taxonomique

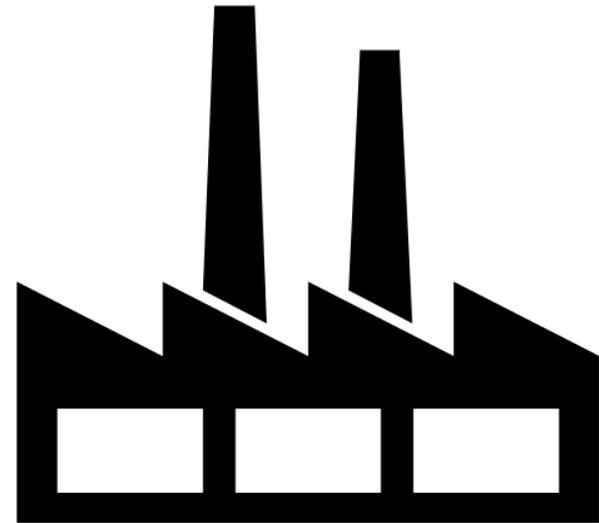
Usine 1



25 employés

Martin Michel
Dupont Denis
Dupont Paul
Garnier Marie
...

Usine 2



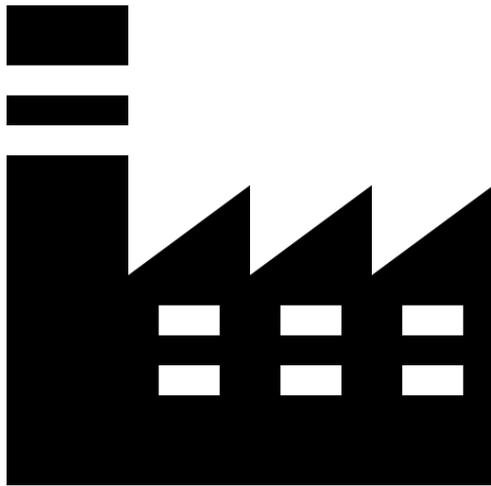
28 employés

Wall John
Durant Philippe
Gritti Francesco
Amado Teresa
...

La malédiction du binôme latin

Approche fonctionnelle

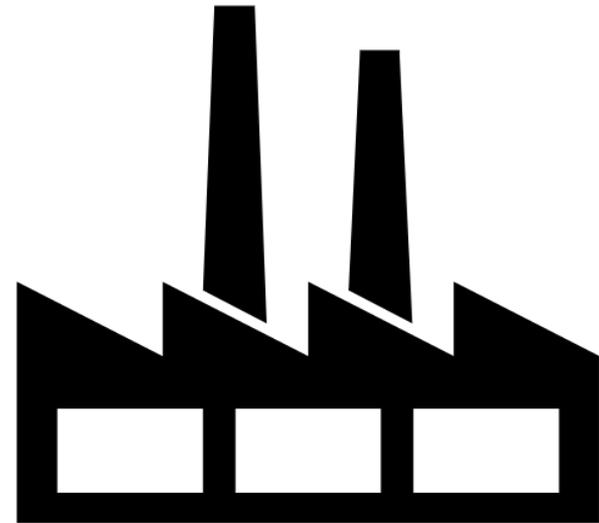
Usine 1



25 employés

1 directeur
3 tourneurs
4 techniciens matériaux
2 secrétaires
...

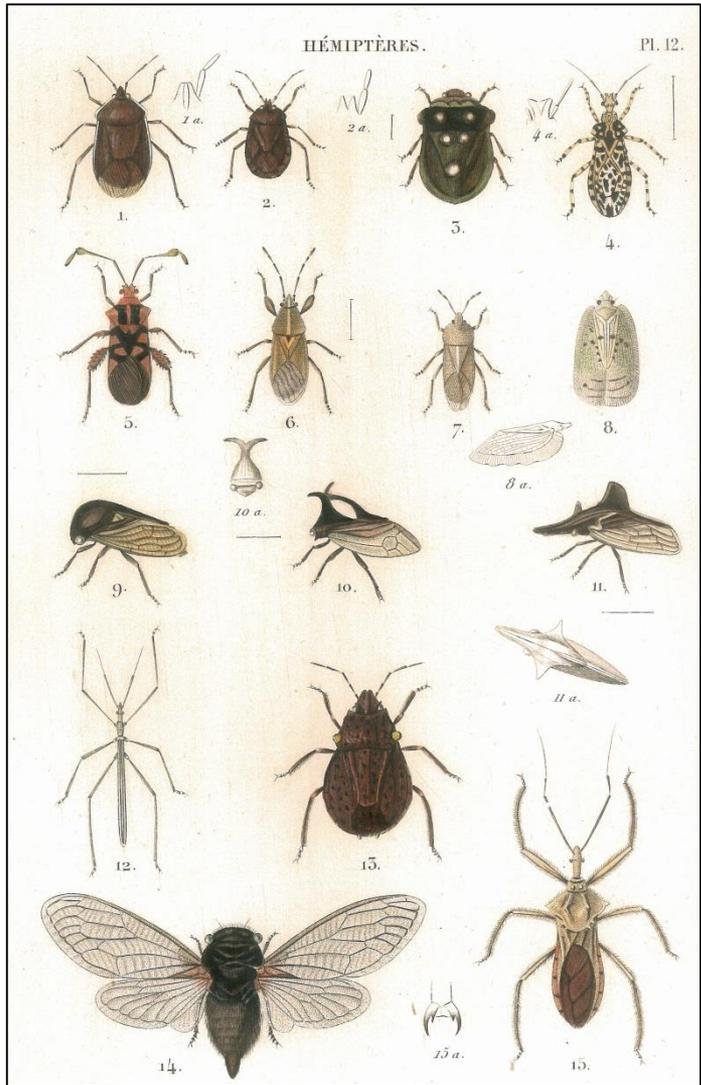
Usine 2



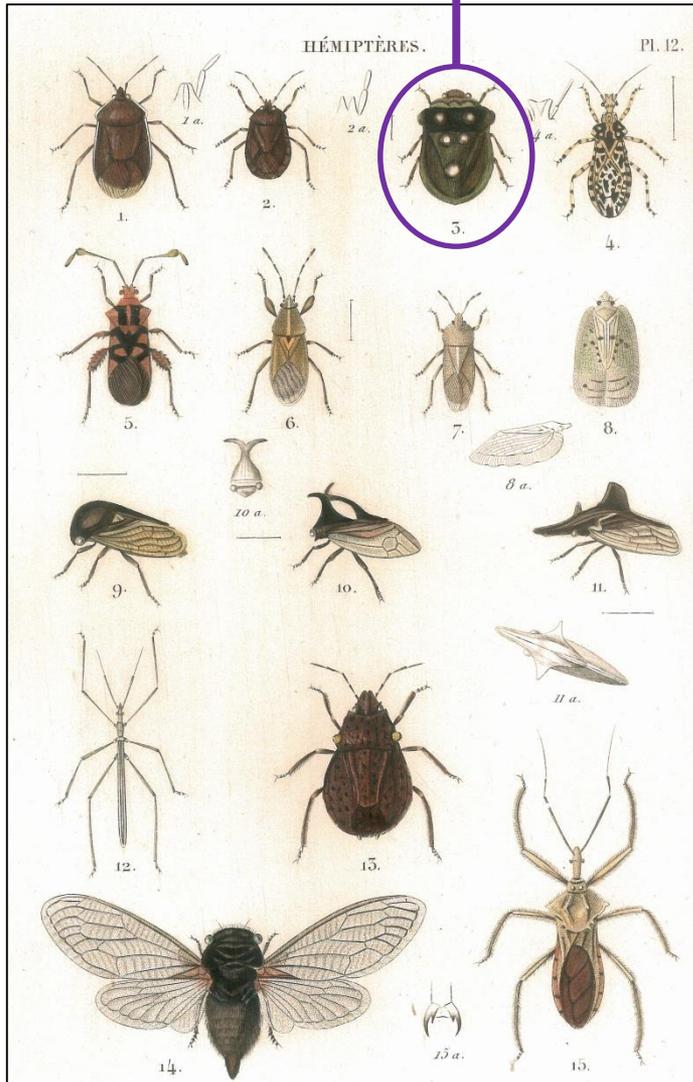
28 employés

1 directeur
3 informaticiens
10 infographistes
...

Histoire naturelle et approche comparative



Approche fonctionnelle de la diversité biologique



Traits :

Nombre, taille des pattes

Taille du corps

Couleur

Type de déplacement

Formes & fonctions



123456789012

Approche fonctionnelle de la diversité biologique

TRAITS (ou caractères) :

Seed mass

Reproductive phenology

Canopy height

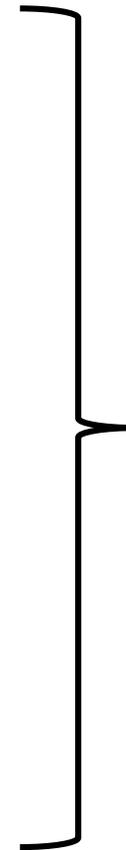
Specific leaf area

Leaf dry matter content

Leaf nitrogen concentration

Density, diameter

Specific root length

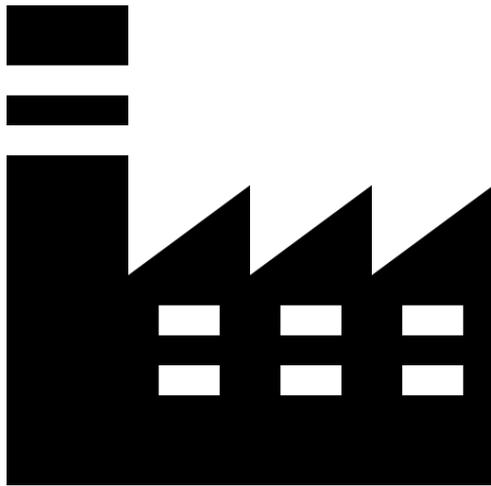


Phénotype

La malédiction du binôme latin

Approche fonctionnelle

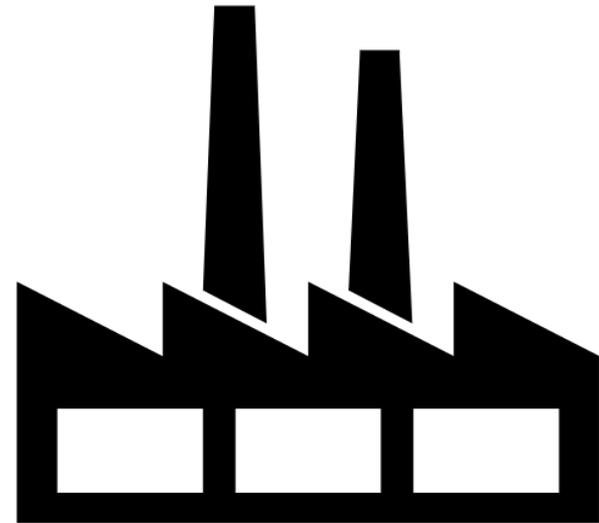
Usine 1



25 employés

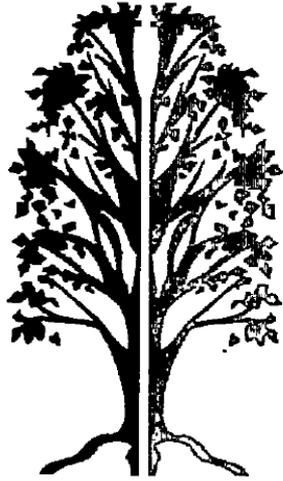
1 directeur
3 tourneurs
4 techniciens matériaux
2 secrétaires
...

Usine 2



28 employés

1 directeur
3 informaticiens
10 infographistes
...



FUNCTIONAL DIVERSITY

David Tilman
University of Minnesota, St. Paul

functional diversity The range and value of those species and organismal traits that influence ecosystem functioning.

Le fonctionnement des écosystèmes est régulé
par la biodiversité à l'échelle locale

Biodiversité  Processus écosystémiques

Traits fonctionnels

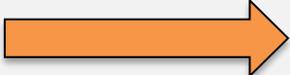
Le fonctionnement des écosystèmes est régulé par la biodiversité à l'échelle locale

Biodiversité  Processus écosystémiques

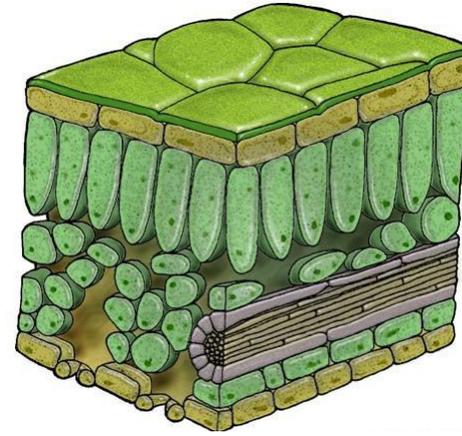
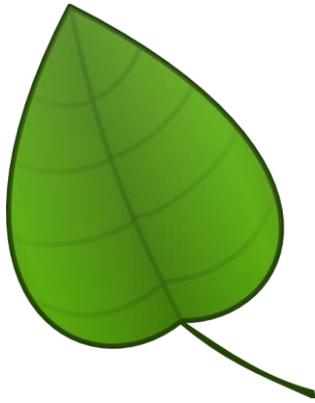
Traits fonctionnels

Leaf dry matter content (LDMC)  Ecosystem digestibility

e.g., Gardarin et al. 2014 *J. Appl. Ecol.*

Specific leaf area (SLA)  Ecosystem productivity

e.g., Garnier et al. 2004 *Ecology* - Enquist et al. 2015 *Adv. Ecol. Res.*



Leaf dry matter content (LDMC) → **Ecosystem digestibility**

e.g., Gardarin et al. 2014 *J. Appl. Ecol.*

Specific leaf area (SLA) → **Ecosystem productivity**

e.g., Garnier et al. 2004 *Ecology* - Enquist et al. 2015 *Adv. Ecol. Res.*

Plan de mon exposé :

- ❑ Echelle locale: de la biodiversité au fonctionnement des écosystèmes
- ❑ Echelle globale: quels défis ?
- ❑ Changement d'échelles : approche générale
- ❑ Cartographie des services et traits fonctionnels
- ❑ Une meilleure représentation de la biodiversité dans les modèles globaux

Plan de mon exposé :

- ❑ Echelle locale: de la biodiversité au fonctionnement des écosystèmes
- ❑ Echelle globale: quels défis ?
- ❑ Changement d'échelles : approche générale
- ❑ Cartographie des services et traits fonctionnels
- ❑ Une meilleure représentation de la biodiversité dans les modèles globaux

Quels défis ?

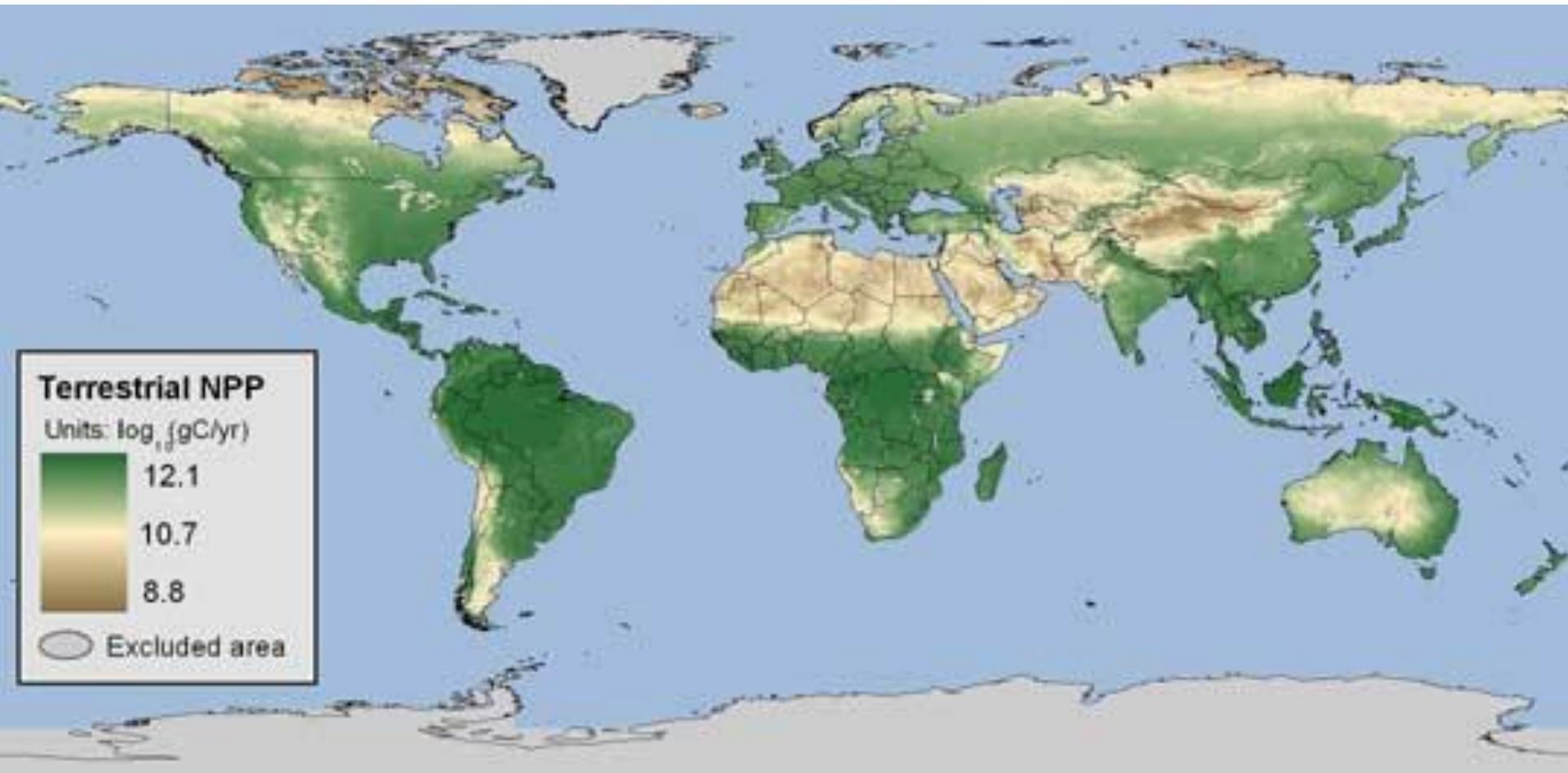


Quels défis ?

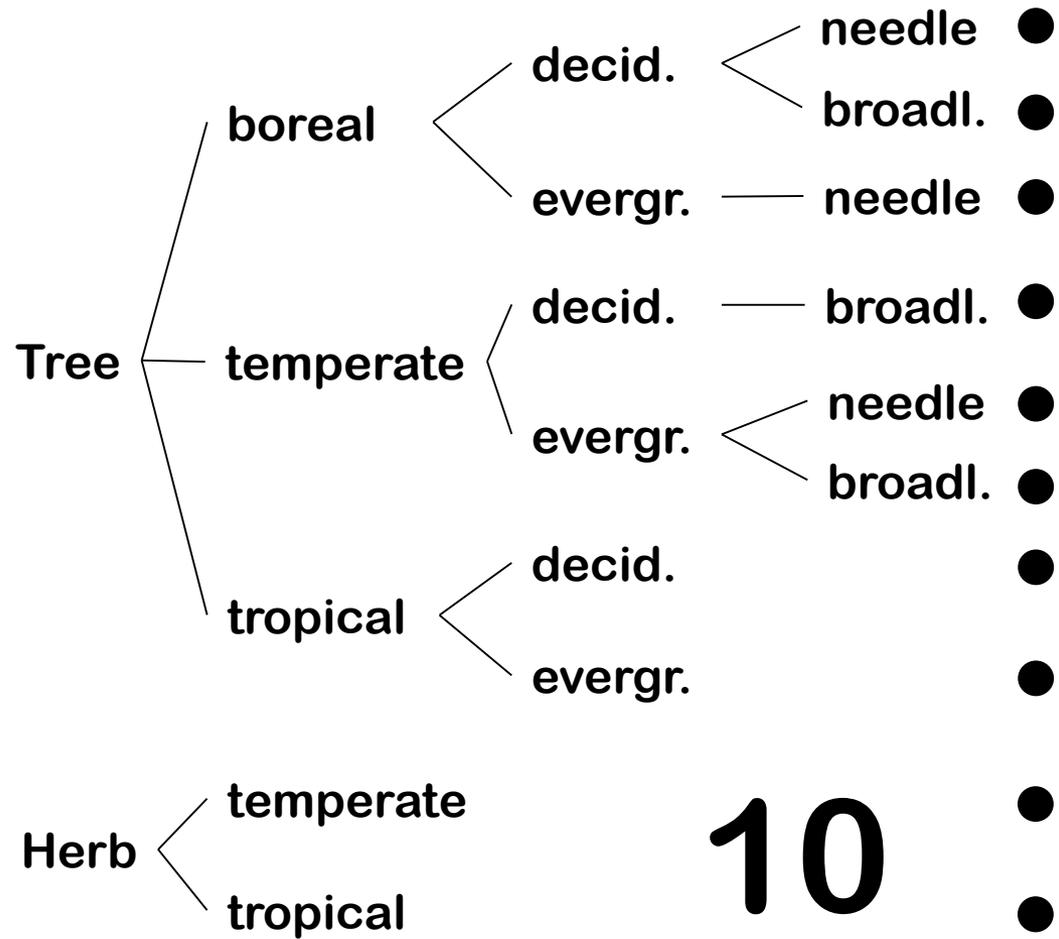
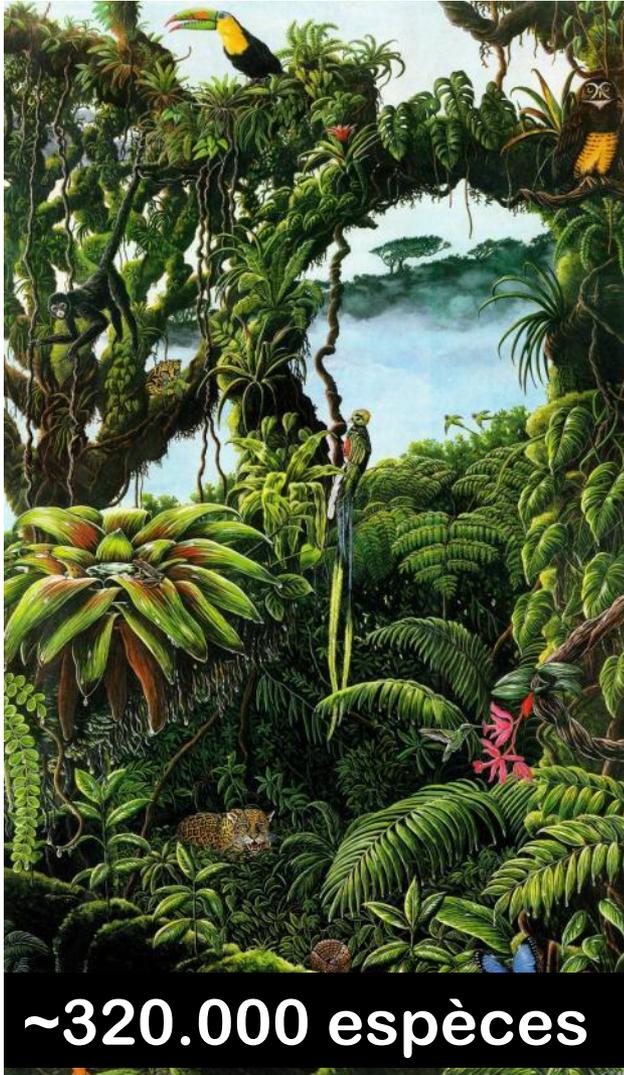
Passer du local au global (« scaling up »)
n'est pas tâche facile

- ❑ Zéro information locale presque partout...
- ❑ L' « approche climatique » pas possible pour le moment

Pas de biodiversité dans les modèles biogéochimiques ?



Modélisation et PFTs



Quels défis ?

- ❑ Cartographier et prédire les processus et les services écosystémiques en tout point du globe
- ❑ Améliorer la représentation de la biodiversité dans les modèles globaux (DGVMs)

Biogéographie fonctionnelle

Quels défis ?

□ Cartographier et prédire les processus et les services



SPECIAL FEATURE: INTRODUCTION

The emergence and promise of functional biogeography

Cyrille Violle^{a,b,1}, Peter B. Reich^{c,d}, Stephen W. Pacala^e, Brian J. Enquist^{f,g,h}, and Jens Kattge^{i,j}

^aCentre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, Unité Mixte de Recherche 5175, Centre National de la Recherche Scientifique, Montpellier, Université Paul-Valéry Montpellier, École Pratique des Hautes Études, F-34293 Montpellier Cedex 5, France; ⁱet d'Analyse sur la Biodiversité/Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité, Domaine du Petit Arbois, Avenue Louis Ph

dans les modèles globaux (DEVMIS)

Biogéographie fonctionnelle

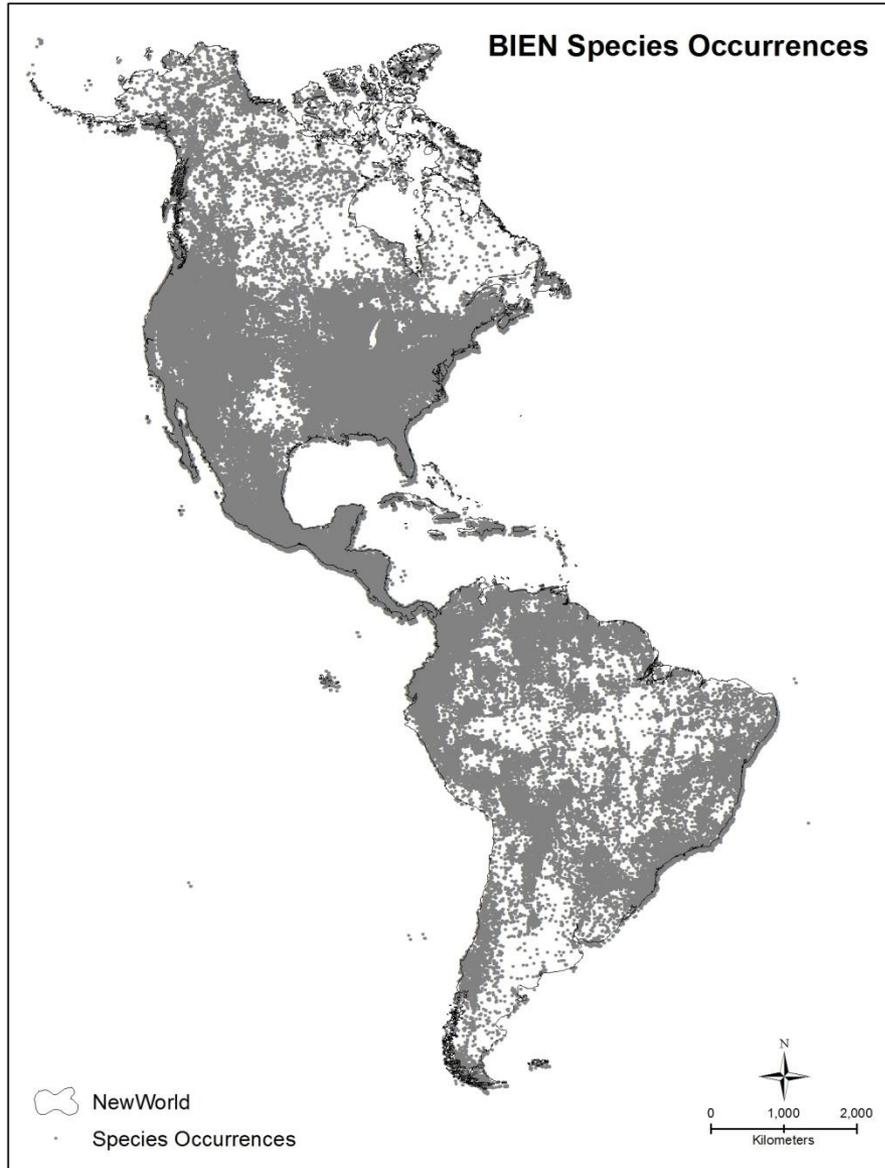
Plan de mon exposé :

- ❑ Echelle locale: de la biodiversité au fonctionnement des écosystèmes
- ❑ Echelle globale: quels défis ?
- ❑ Changement d'échelles : approche générale
- ❑ Cartographie des services et traits fonctionnels
- ❑ Une meilleure représentation de la biodiversité dans les modèles globaux

Plan de mon exposé :

- Echelle locale: de la biodiversité au fonctionnement des écosystèmes
- Echelle globale: quels défis ?
- Changement d'échelles : approche générale**
- Cartographie des services et traits fonctionnels
- Une meilleure représentation de la biodiversité dans les modèles globaux

Biogéographie : des espèces aux fonctions



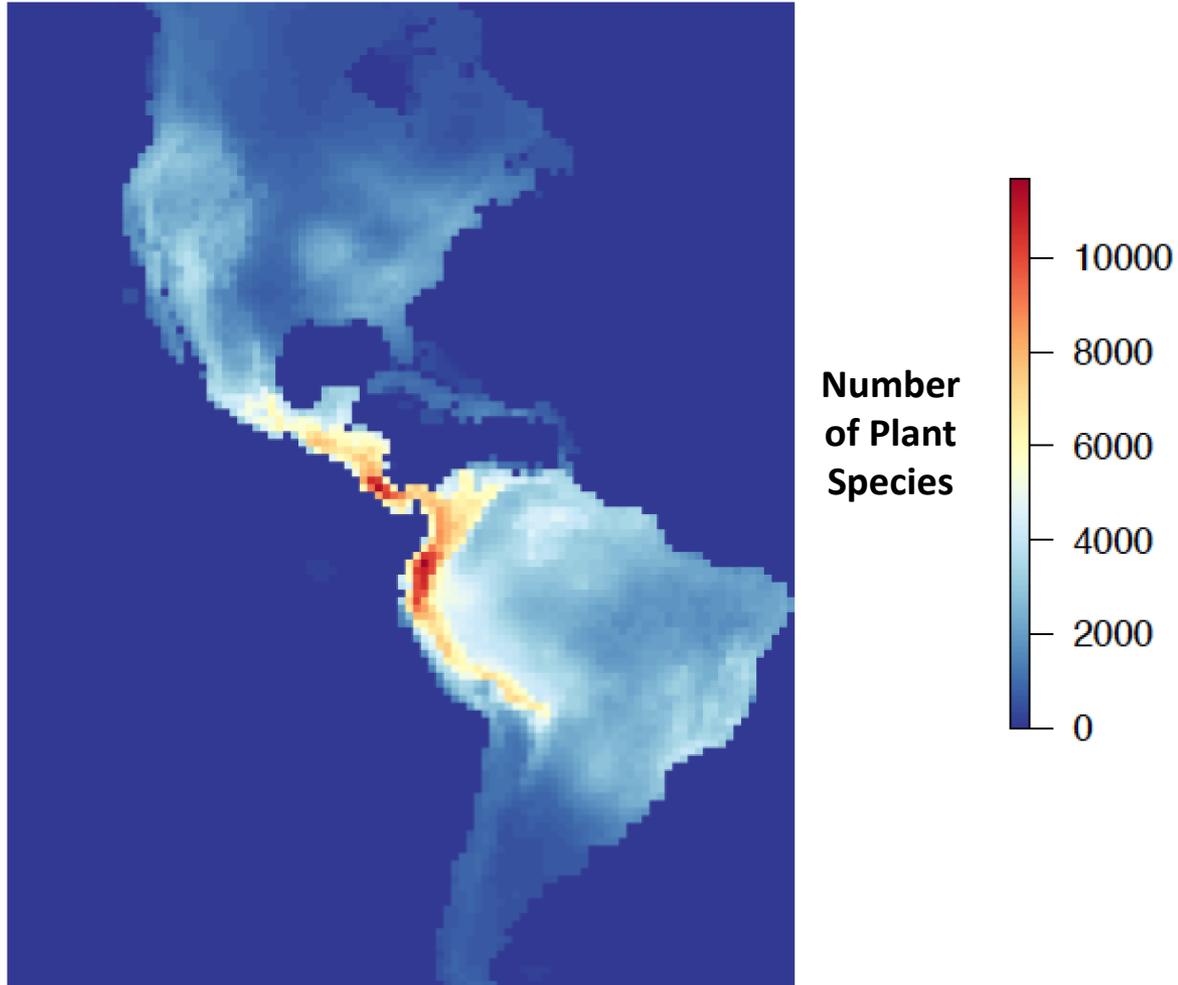
BIEN

Botanical Information and
Ecology Network

20 millions d'occurrences

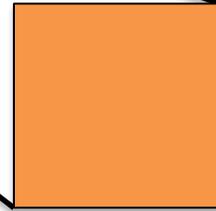
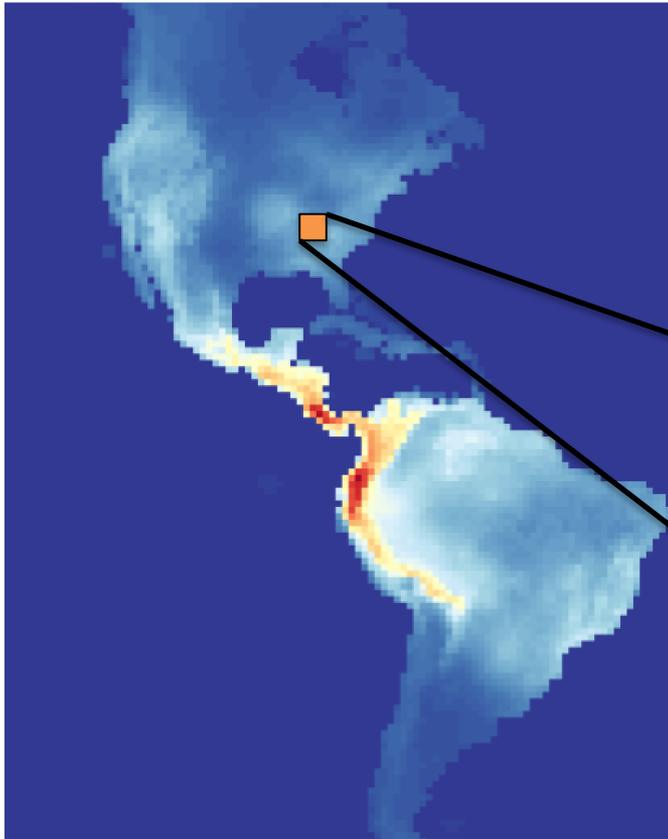


Biogéographie : des espèces aux fonctions



La taxonomie n'est pas suffisante

Biogéographie : des espèces aux fonctions

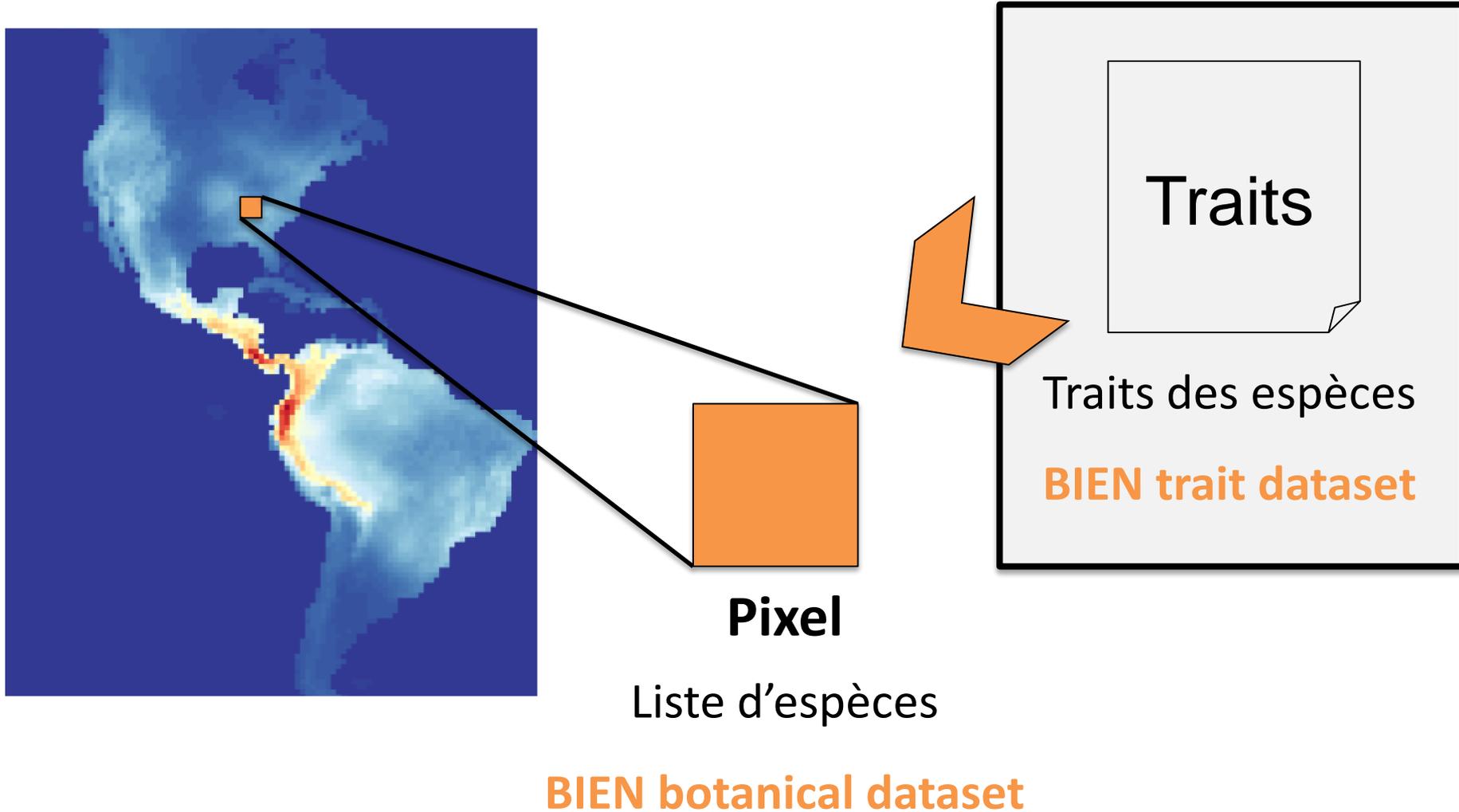


Pixel

Liste d'espèces

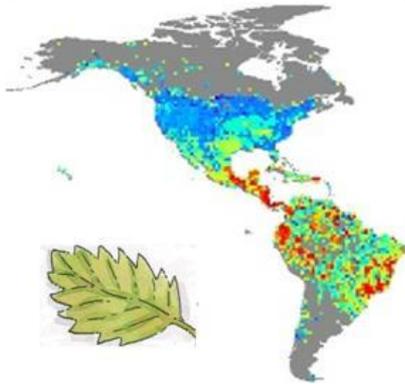
BIEN botanical dataset

Biogéographie : des espèces aux fonctions

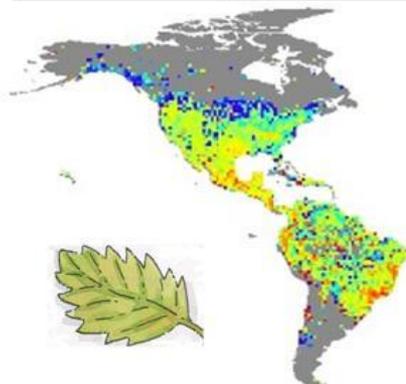


Vers des cartes de fonctions

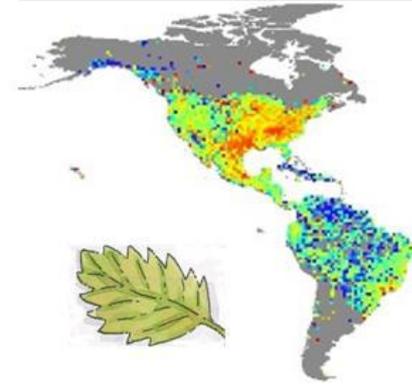
SLA



%N_{leaf}



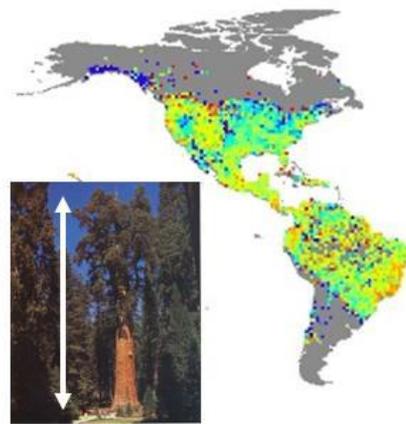
%P_{leaf}



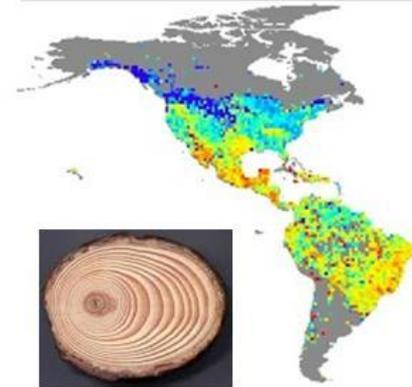
Seed mass



Height



Wood density



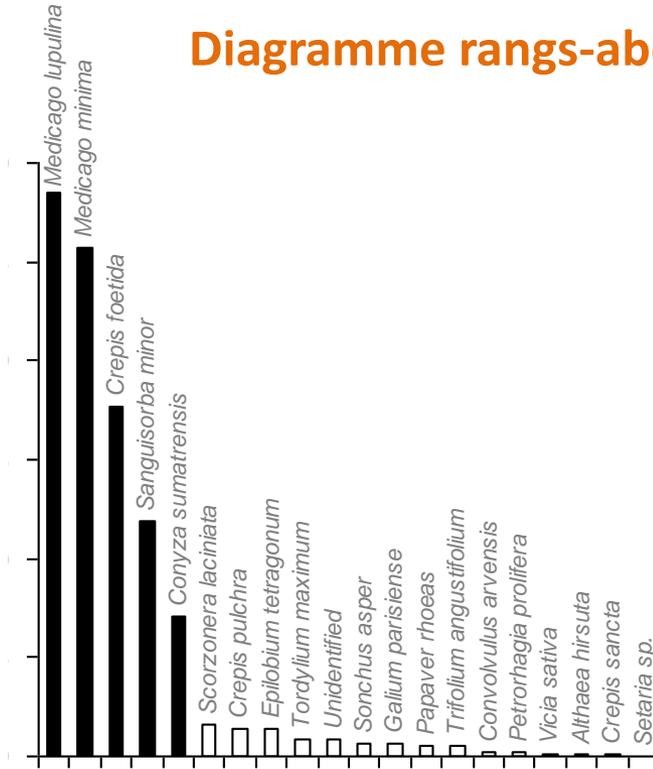
Des informations à l'échelle du pixel
ne sont pas suffisantes

Le fonctionnement des écosystèmes dépend:

- ❑ Des abondances des espèces
- ❑ Des interactions entre espèces

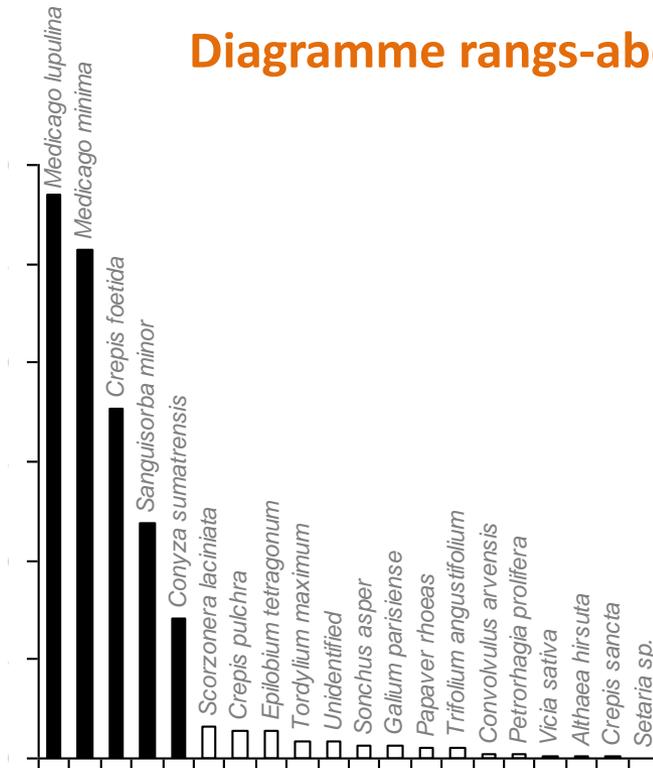
Le niveau « communauté » apporte des informations supplémentaires

Diagramme rangs-abondances



Le niveau « communauté » apporte des informations supplémentaires

Diagramme rangs-abondances



$A_{k,j}$: abondance de l'espèce k dans la communauté j

Community-weighted means

$$CWM_j = \sum_{k=1}^{n_j} A_{k,j} \cdot Trait_k$$

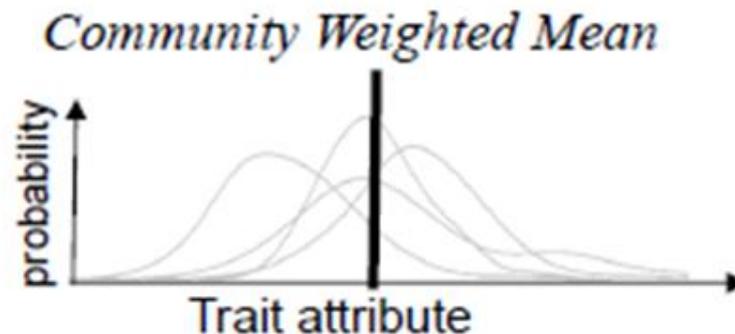
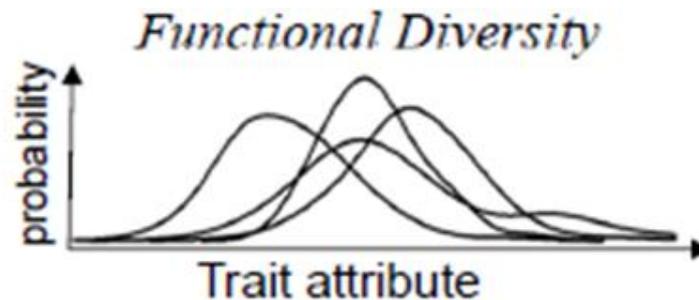
Community-weighted variances

$$CWV_j = \sum_{k=1}^{n_j} A_{k,j} \cdot (Trait_k - CWM_j)^2$$

Scaling up : approche générale

Etape 1 (échelle locale)

Processus écosystémiques
= $f(\text{CWM, Diversité fonctionnelle})$



Scaling up : approche générale

Etape 1 (échelle locale)

Processus écosystémiques
= $f(\text{CWM}, \text{Diversité fonctionnelle})$

Etape 2 (grande échelle)

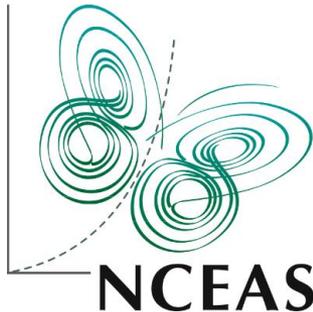
Distribution spatiale (continue) de CWM et Div. fonctionnelle
CWM et Div. fonctionnelle = $f(\text{environnement})$

Etape 3 (grande échelle)

Distribution continue des processus écosystémiques à partir des étapes 1 et 2

Big vegetation plot datasets
are needed, too

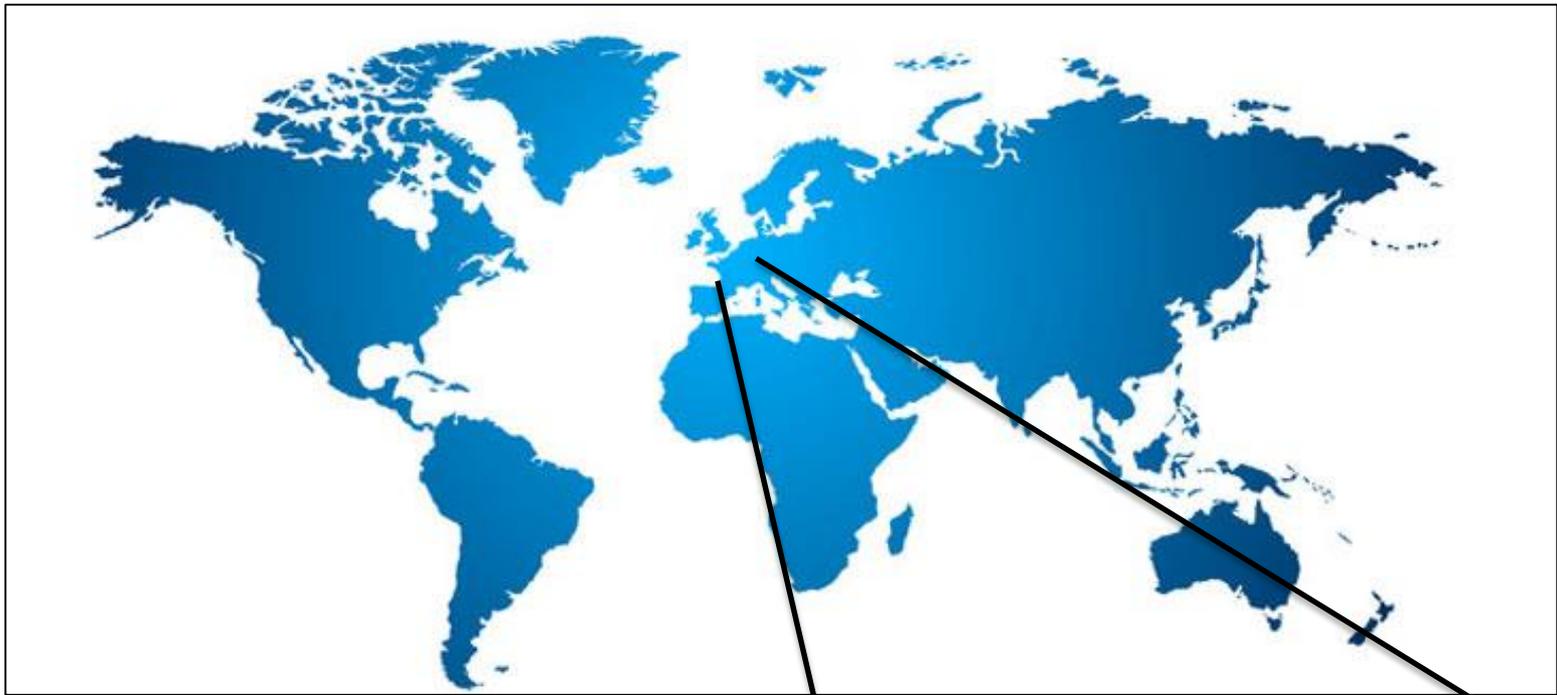
B  **EN**



 **sPlot**

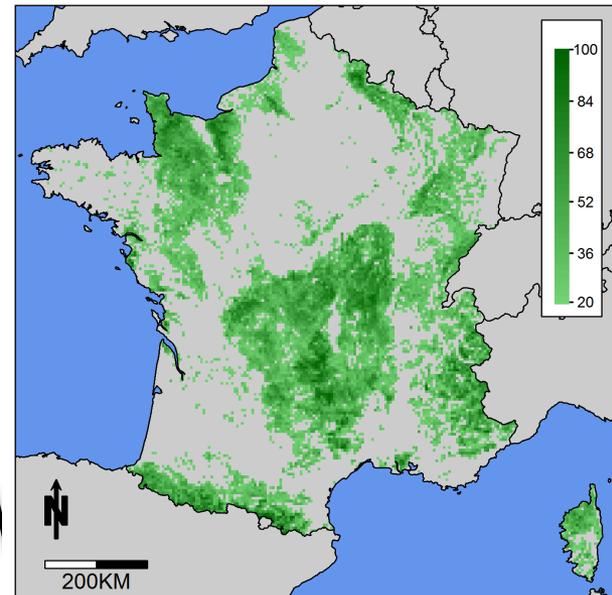
a project of  **iDiv**

Switching from big data
to 'medium' data

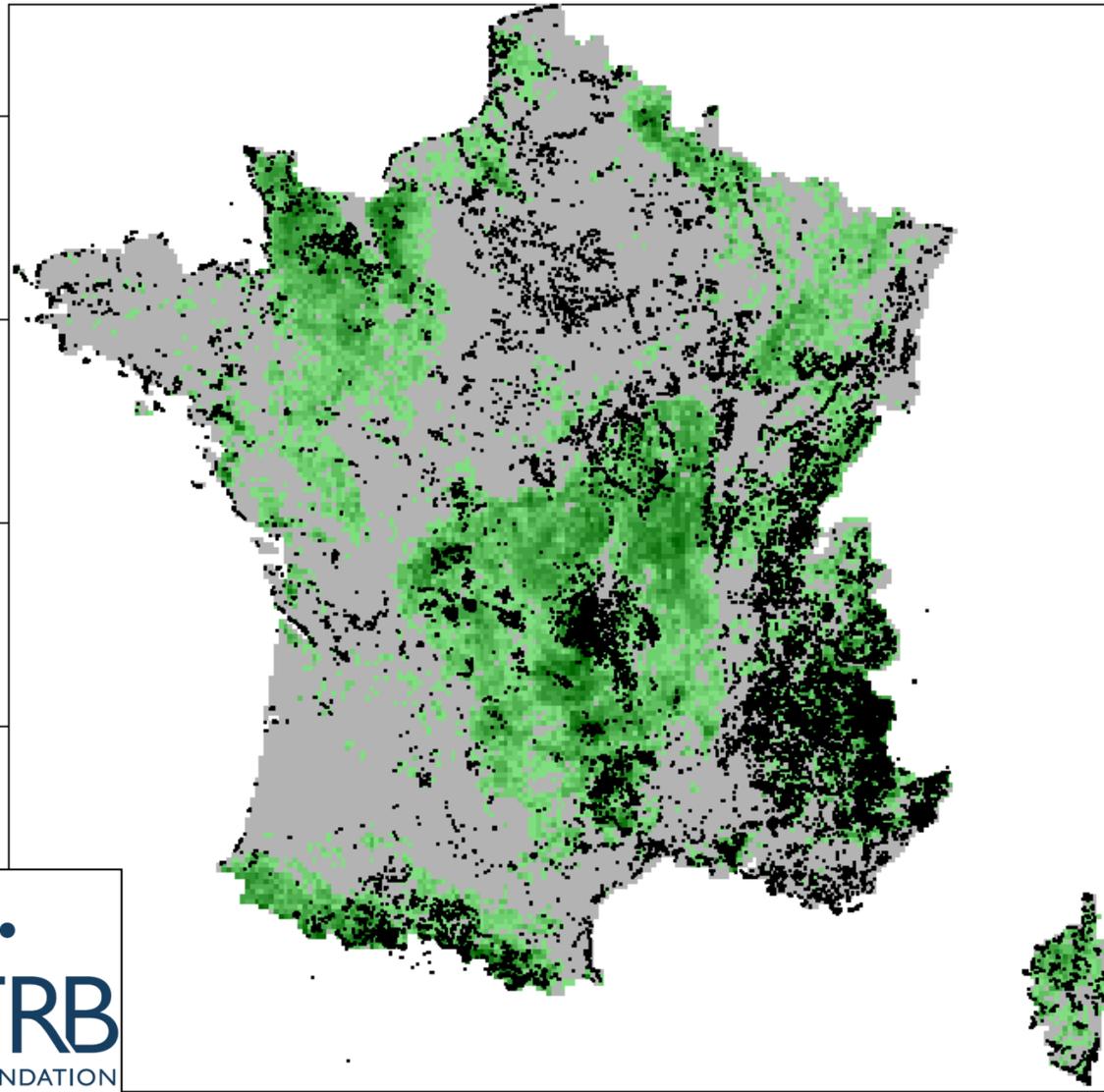


**Un cas d'étude:
Les prairies permanentes**

(20% du territoire)



150,000 vegetation plots



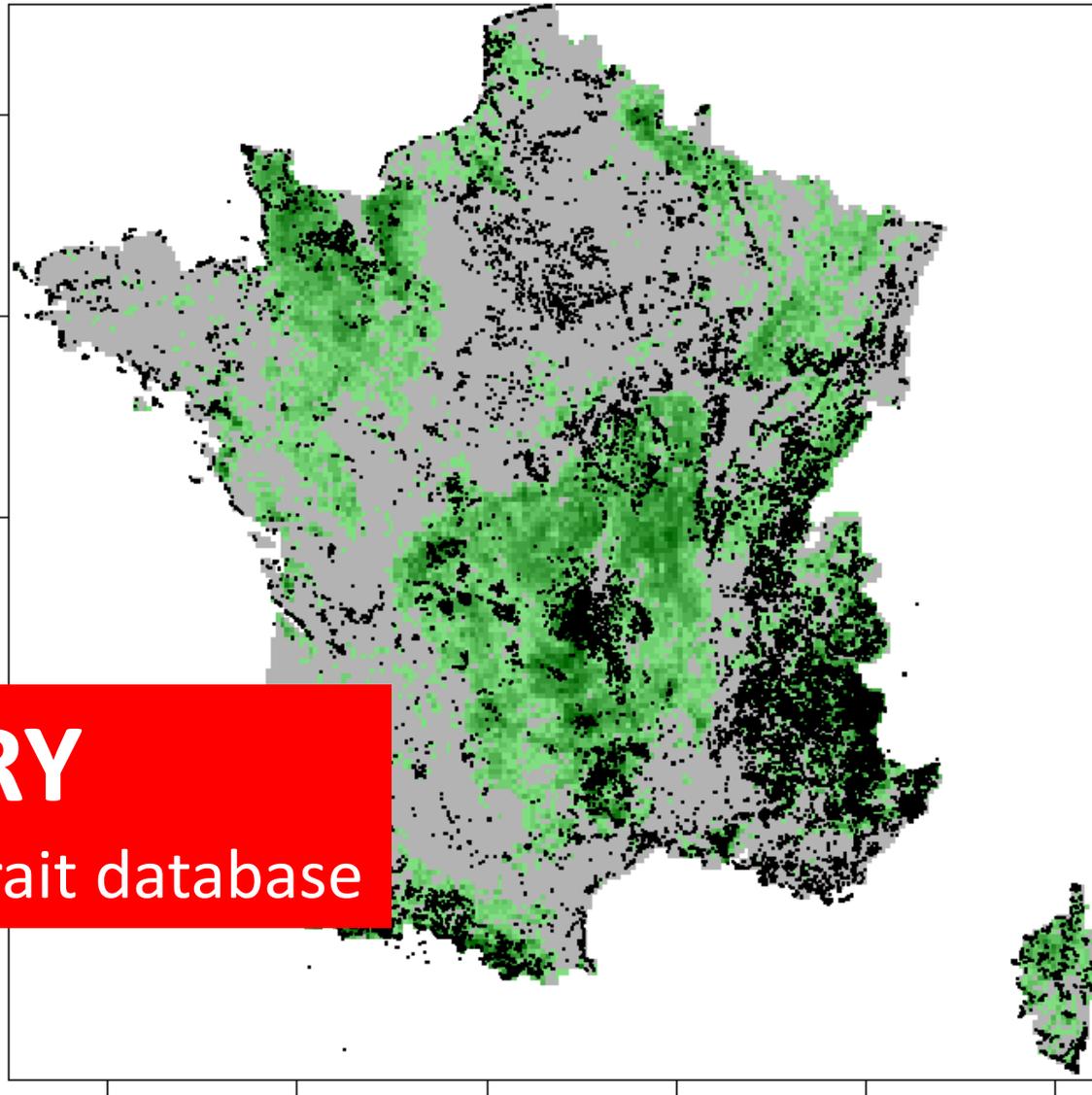

CESAB
CENTRE DE SYNTHÈSE
ET D'ANALYSE
SUR LA BIODIVERSITÉ


FRB
FONDATION
POUR LA RECHERCHE
SUR LA BIODIVERSITÉ

A centre created and developed by the FRB

Violle et al. 2015 *Sci. Tot. Env.* – Borgy, Violle et al. in press *GEB*

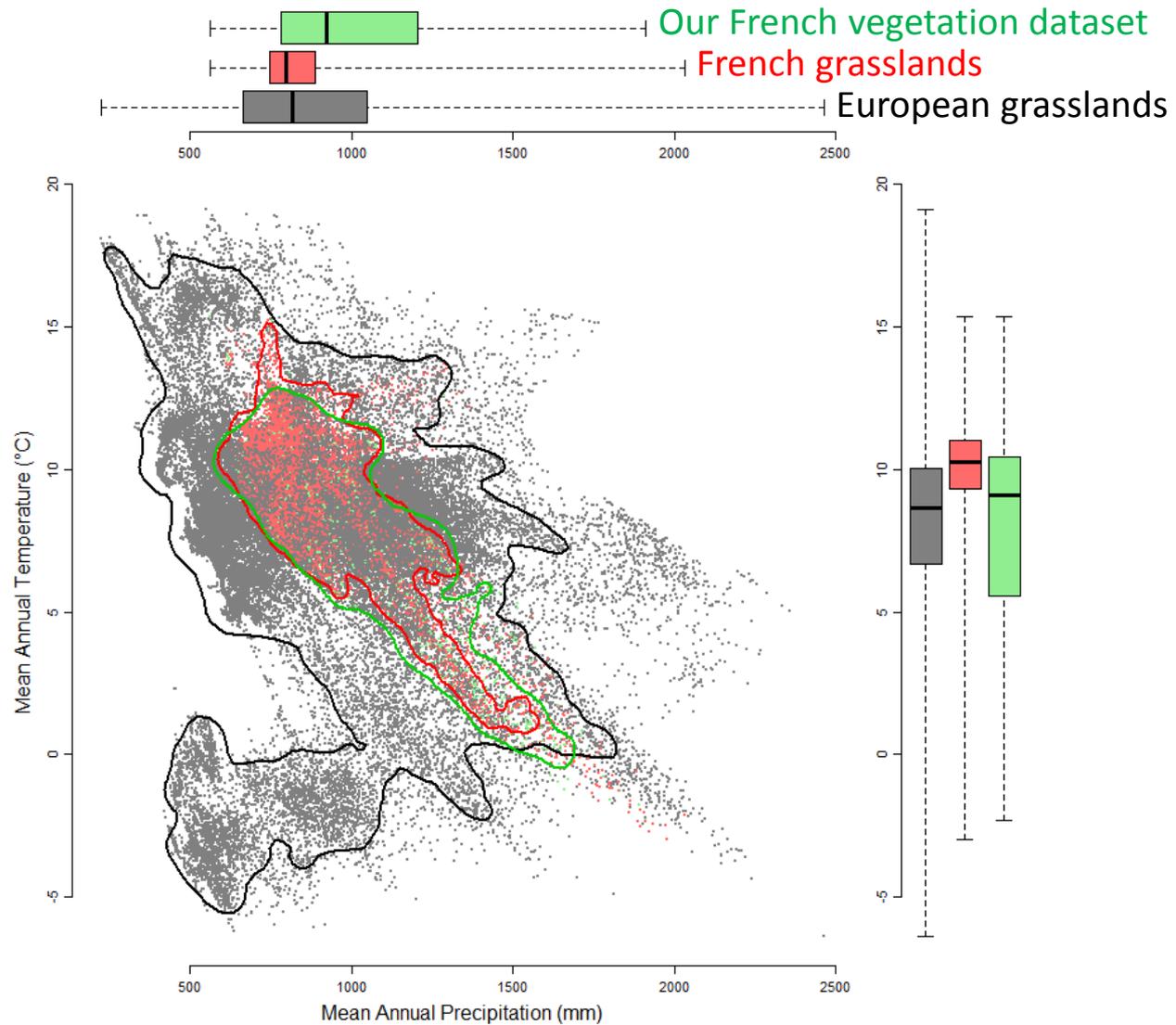
150,000 vegetation plots



TRY

worldwide trait database

Prairies permanentes françaises



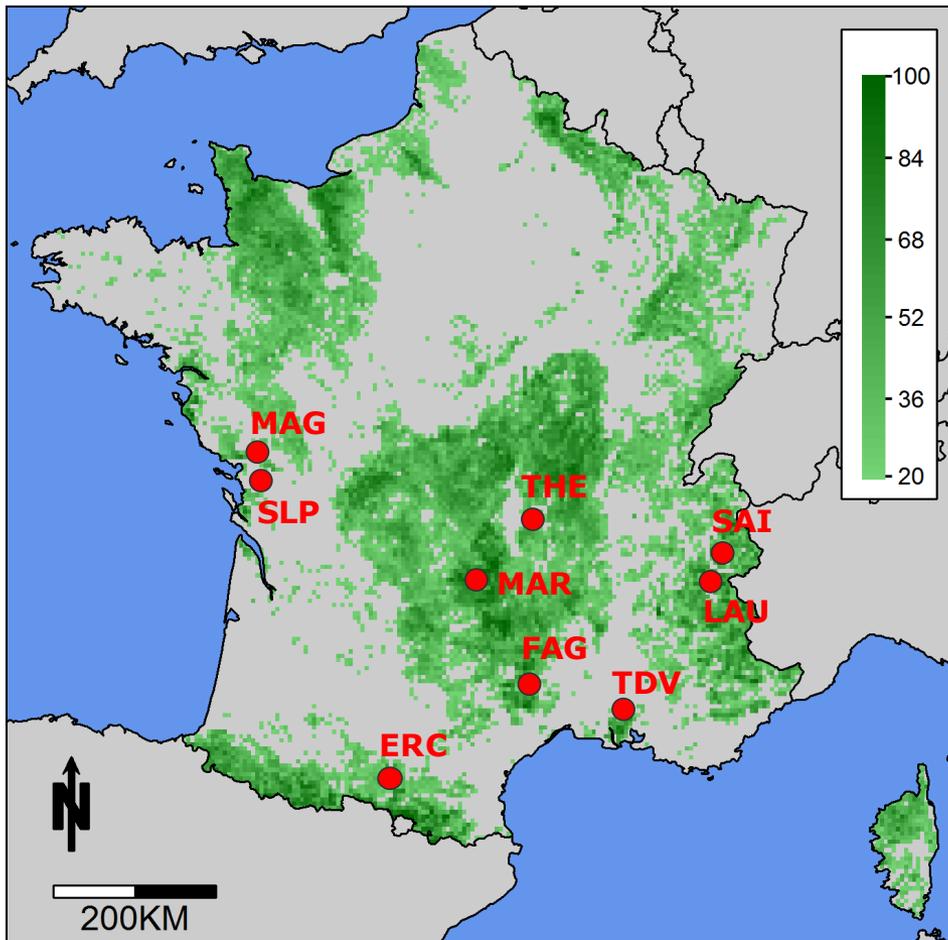
Plan de mon exposé :

- ❑ Echelle locale: de la biodiversité au fonctionnement des écosystèmes
- ❑ Echelle globale: quels défis ?
- ❑ Changement d'échelles : approche générale
- ❑ Cartographie des services et traits fonctionnels
- ❑ Une meilleure représentation de la biodiversité dans les modèles globaux

Plan de mon exposé :

- ❑ Echelle locale: de la biodiversité au fonctionnement des écosystèmes
- ❑ Echelle globale: quels défis ?
- ❑ Changement d'échelles : approche générale
- ❑ Cartographie des services et traits fonctionnels**
- ❑ Une meilleure représentation de la biodiversité dans les modèles globaux

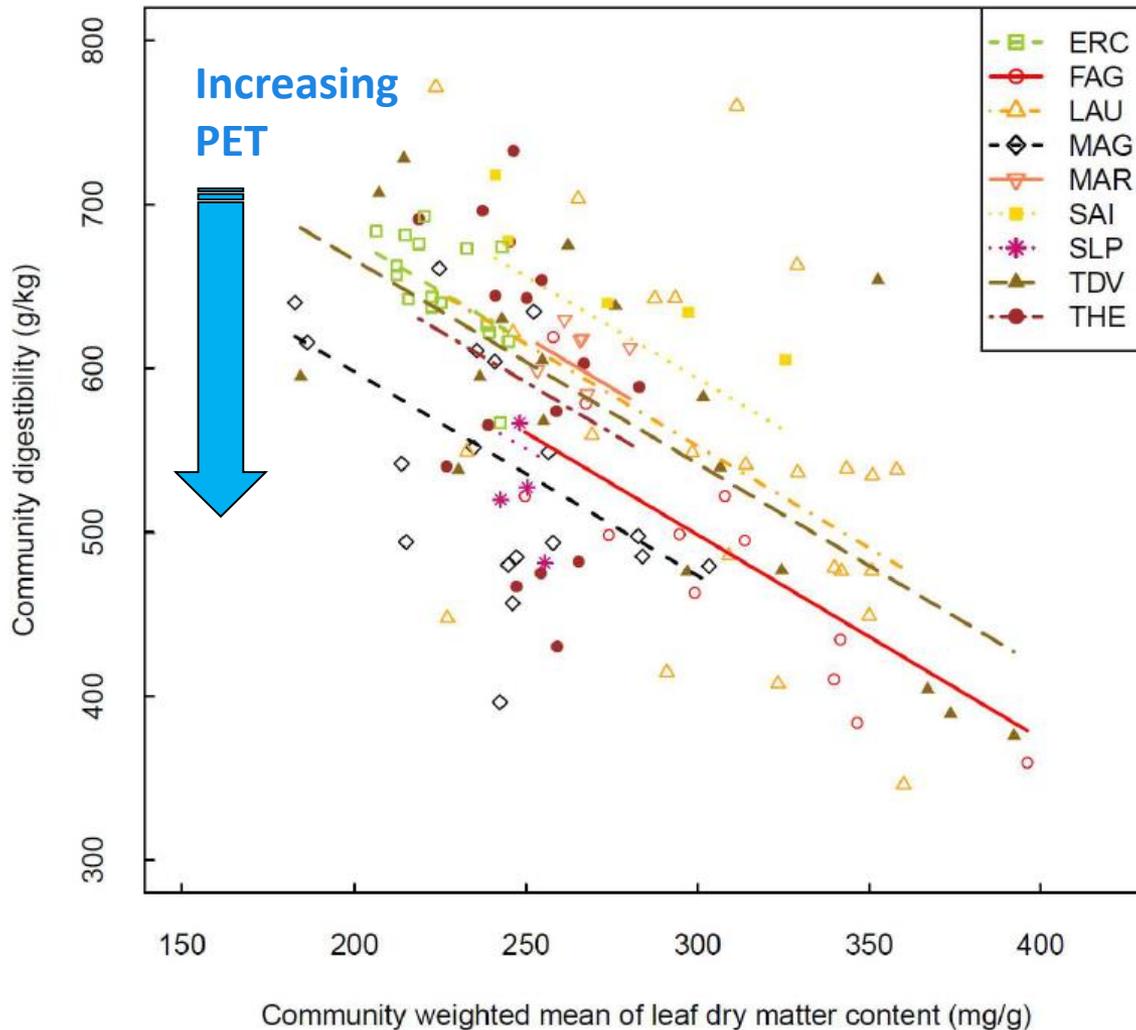
Etablir une relation entre digestibilité de la prairie et traits



Digestibility:

a synthetic measure of
the amount of energy
available to herbivores
in plant tissues

Etablir une relation entre digestibilité de la prairie et traits

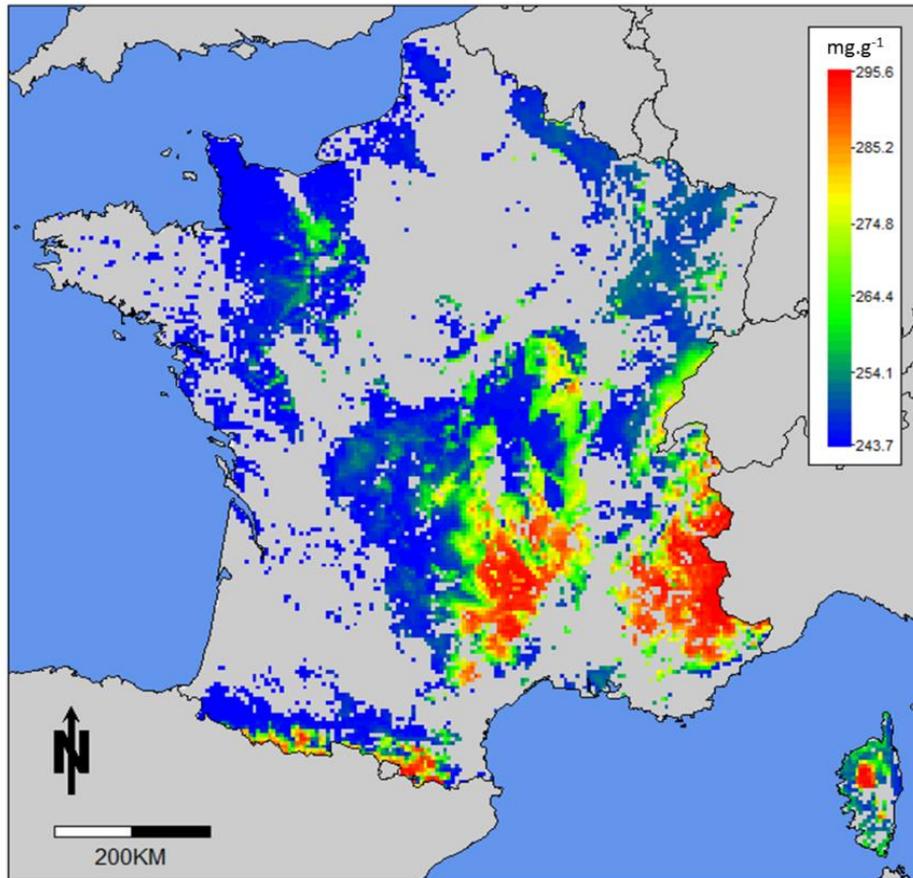


Digestibility:

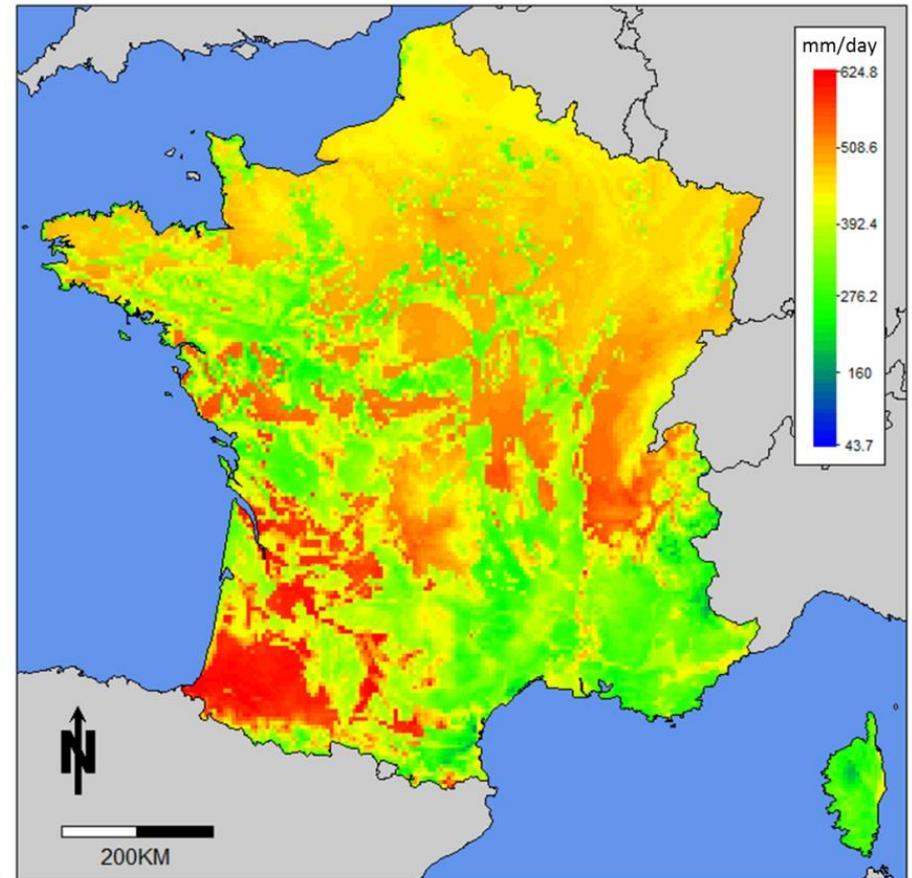
a synthetic measure of the amount of energy available to herbivores in plant tissues

Carte des deux prédicteurs de la digestibilité

Predicted CWM_LDMC
(mg g^{-1})

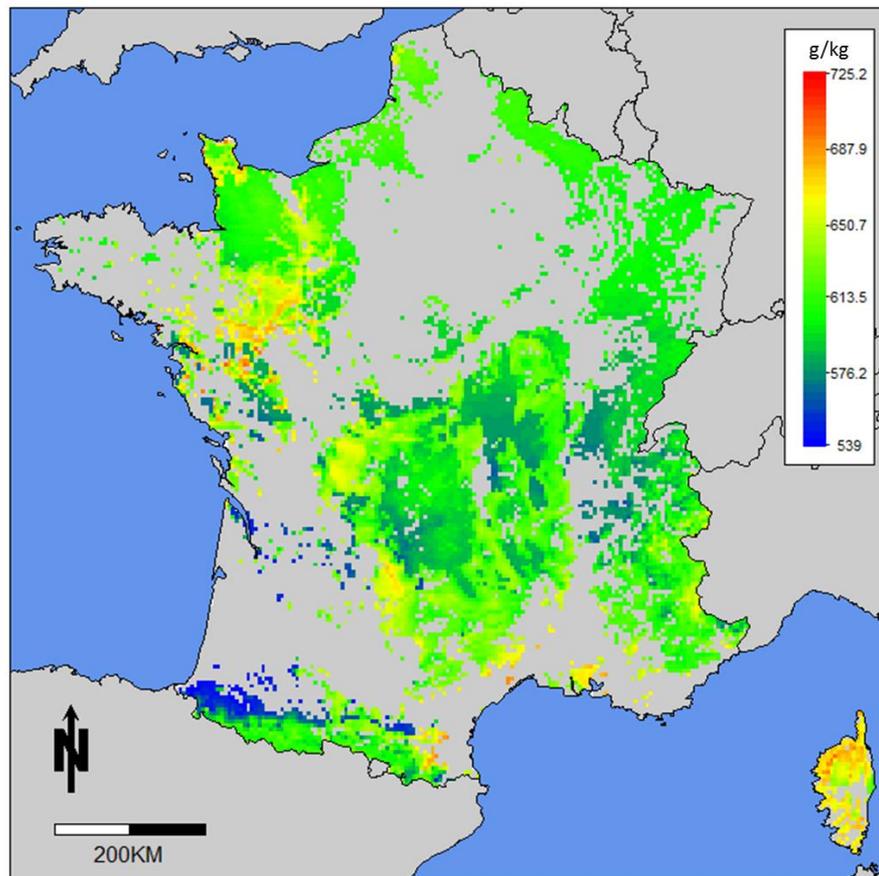


Potential evapotranspiration
(mm d^{-1})



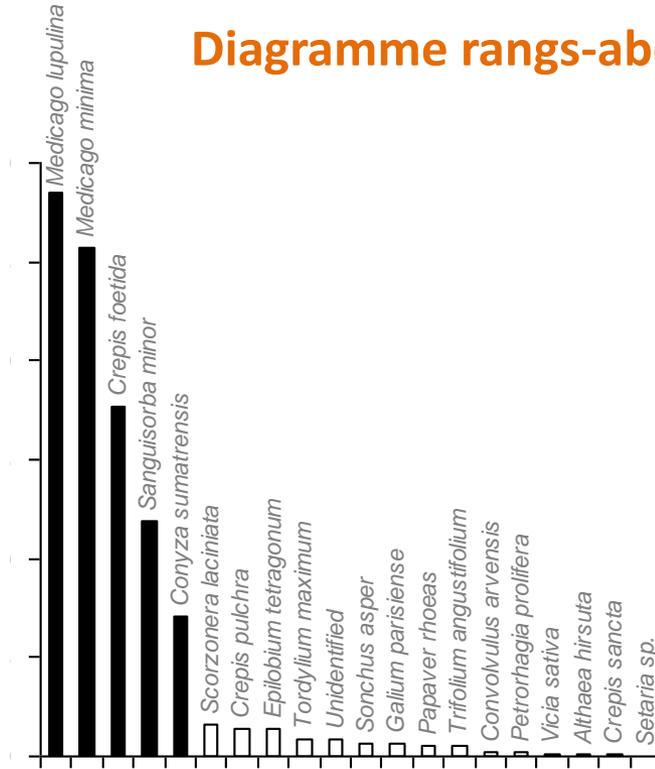
Carte de la digestibilité prédite

$$Digestibility = -1.29 * \left(\sum_{k=1}^n A_k * LDMC_k \right) + (1120 - [0.43 * PET])$$



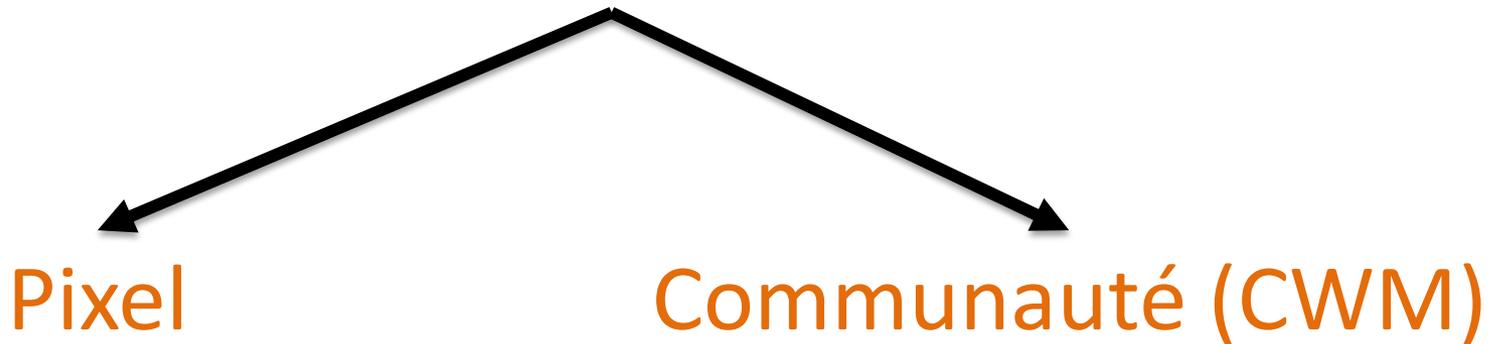
Le niveau « communauté » apporte des informations supplémentaires

Diagramme rangs-abondances



Le niveau « communauté » apporte des informations supplémentaires

LDMC = f(température, précipitation)



$$R^2 = 0.07$$

$$R^2 = 0.44$$

Le niveau « communauté » apporte des informations supplémentaires



Journal of Vegetation Science **25** (2014) 1167–1180

SPECIAL FEATURE: VEGETATION PATTERNS AND THEIR UNDERLYING PROCESSES

Which is a better predictor of plant traits: temperature or precipitation?

Angela T. Moles, Sarah E. Perkins, Shawn W. Laffan, Habacuc Flores-Moreno, Monica Awasthy, Marianne L. Tindall, Lawren Sack, Andy Pitman, Jens Kattge, Lonnie W. Aarssen, Madhur Anand, Michael Bahn, Benjamin Blonder, Jeannine Cavender-Bares, J. Hans C. Cornelissen, Will K. Cornwell, Sandra Díaz, John B. Dickie, Grégoire T. Freschet, Joshua G. Griffiths, Alvaro G. Gutierrez, Frank A. Hemmings, Thomas Hickler, Timothy D. Hitchcock, Matthew Keighery, Michael Kleyer, Hiroko Kurokawa, Michelle R. Leishman, Kenwin Liu, Ülo Niinemets, Vladimir Onipchenko, Yusuke Onoda, Josep Penuelas, Valério D. Pillar, Peter B. Reich, Satomi Shiodera, Andrew Siefert, Enio E. Sosinski Jr, Nadejda A. Soudzilovskaia, Emily K. Swaine, Nathan G. Swenson, Peter M. van Bodegom, Laura Warman, Evan Weiher, Ian J. Wright, Hongxiang Zhang, Martin Zobel & Stephen P. Bonser

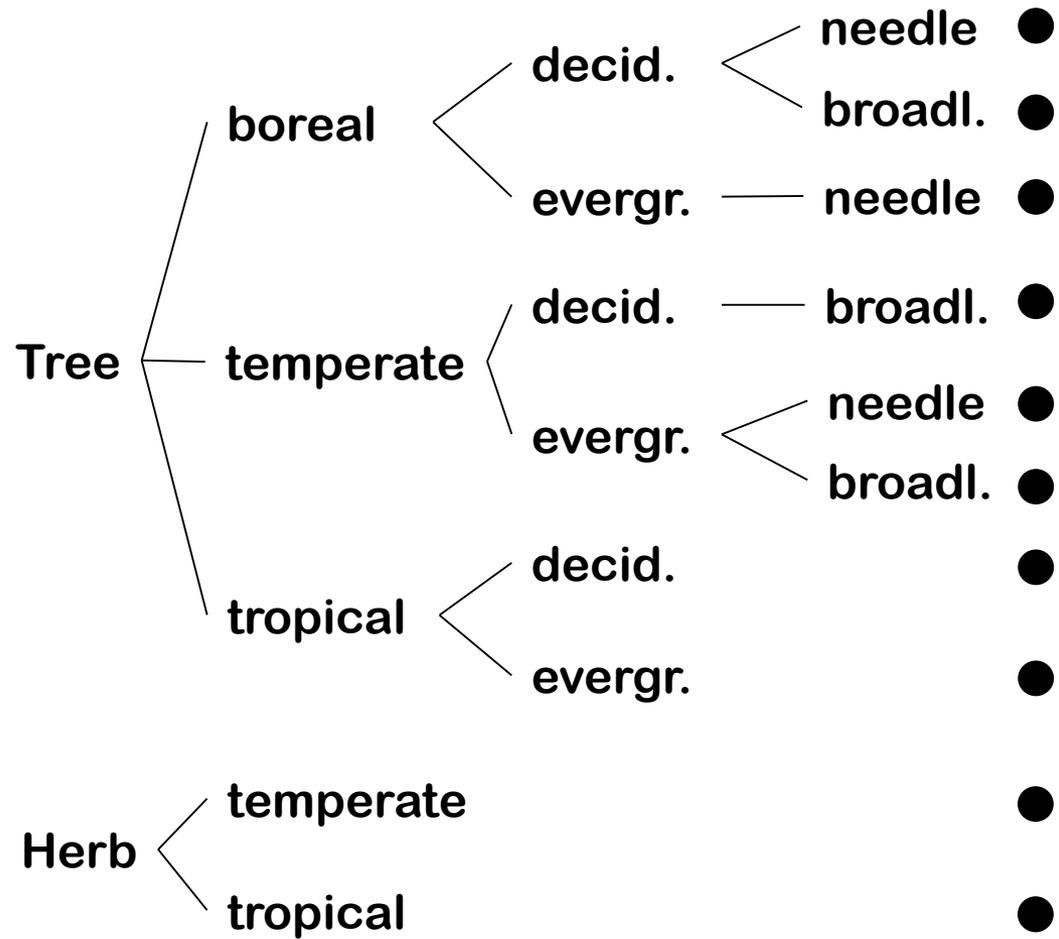
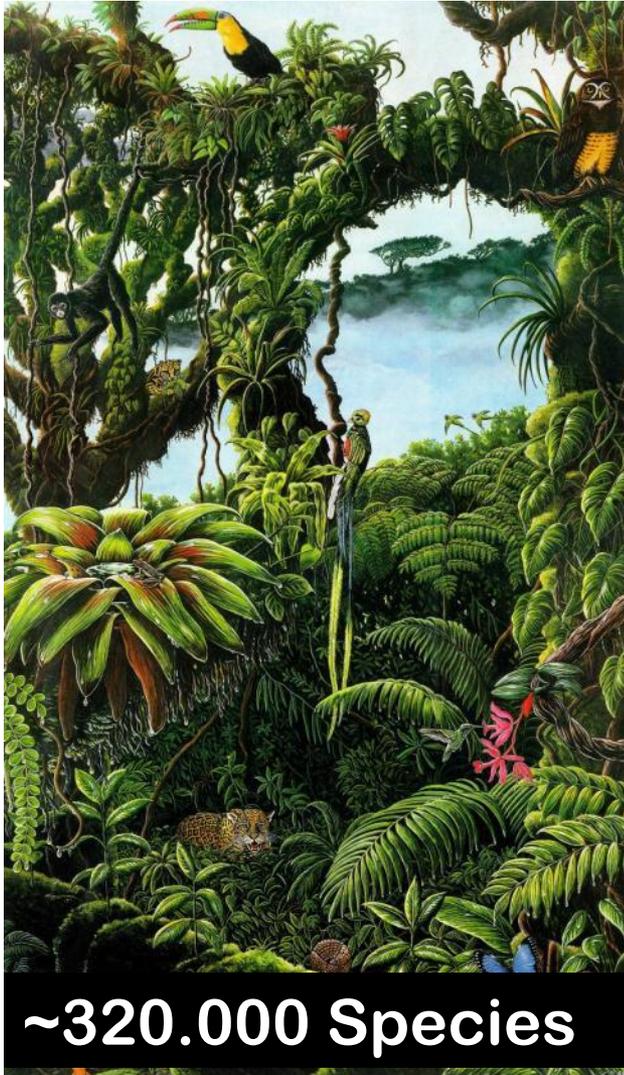
Plan de mon exposé :

- ❑ Echelle locale: de la biodiversité au fonctionnement des écosystèmes
- ❑ Echelle globale: quels défis ?
- ❑ Changement d'échelles : approche générale
- ❑ Cartographie des services et traits fonctionnels
- ❑ Une meilleure représentation de la biodiversité dans les modèles globaux

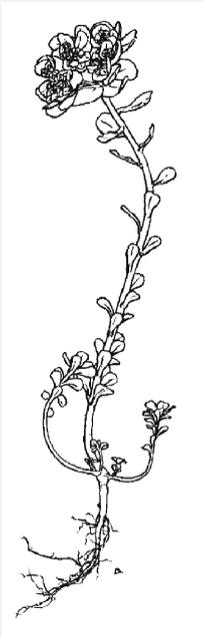
Plan de mon exposé :

- ❑ Echelle locale: de la biodiversité au fonctionnement des écosystèmes
- ❑ Echelle globale: quels défis ?
- ❑ Changement d'échelles : approche générale
- ❑ Cartographie des services et traits fonctionnels
- ❑ **Une meilleure représentation de la biodiversité dans les modèles globaux**

Plant functional types (PFT)



Représentation de la biodiversité dans les modèles globaux



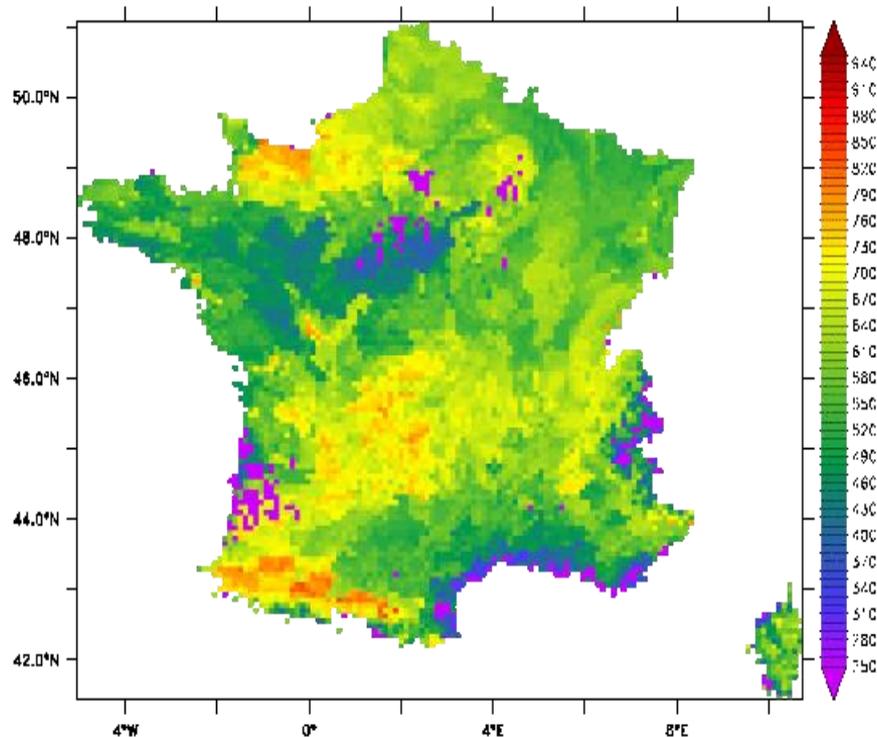
Paramètres fixes

p. ex. SLA = 23 m²/kg

pour les prairies permanentes

Représentation de la biodiversité dans les modèles globaux

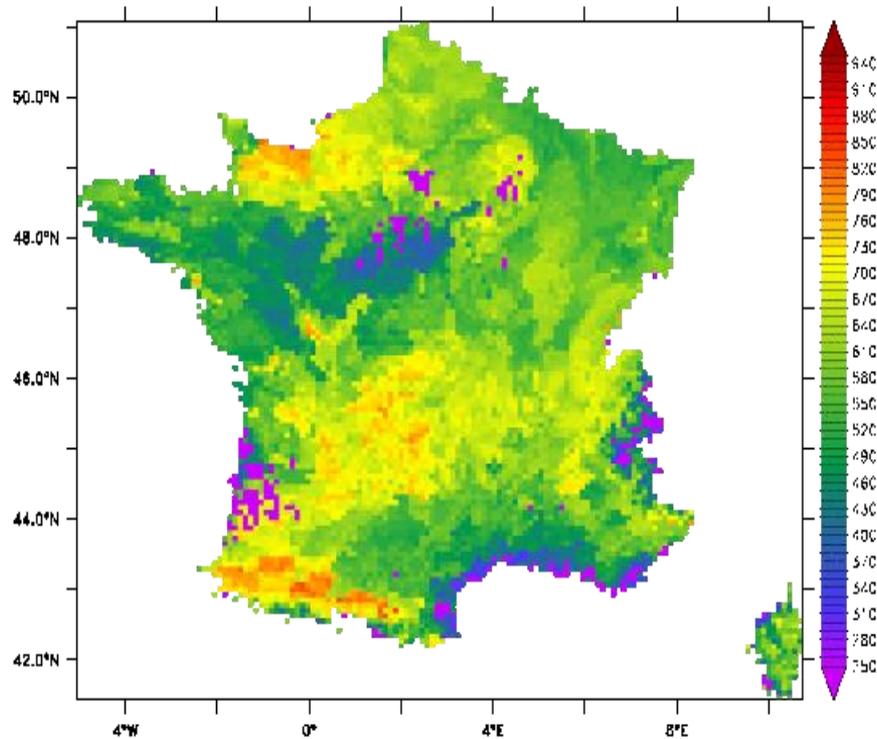
Productivité primaire nette simulée



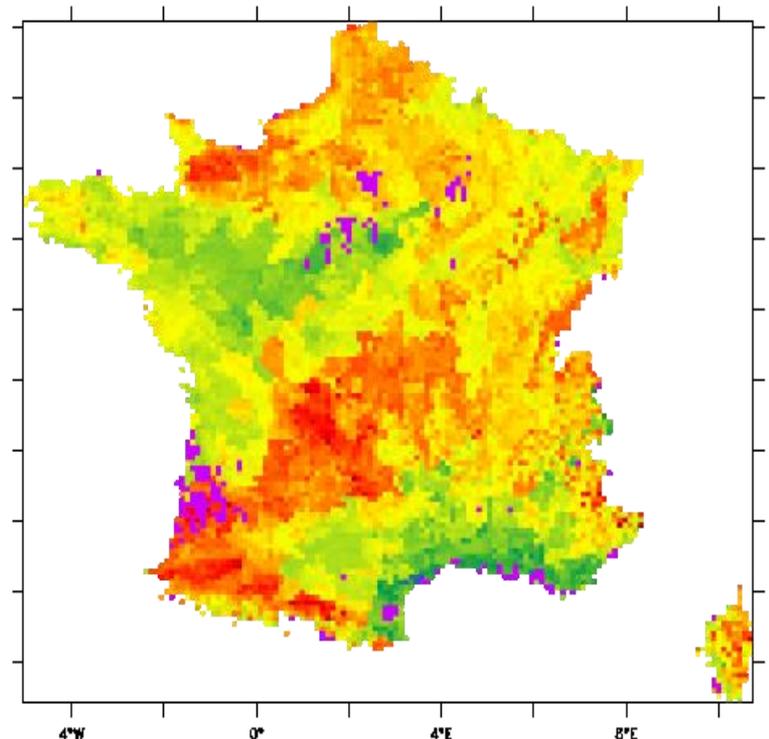
SLA fixe

Représentation de la biodiversité dans les modèles globaux

Productivité primaire nette simulée



SLA fixe

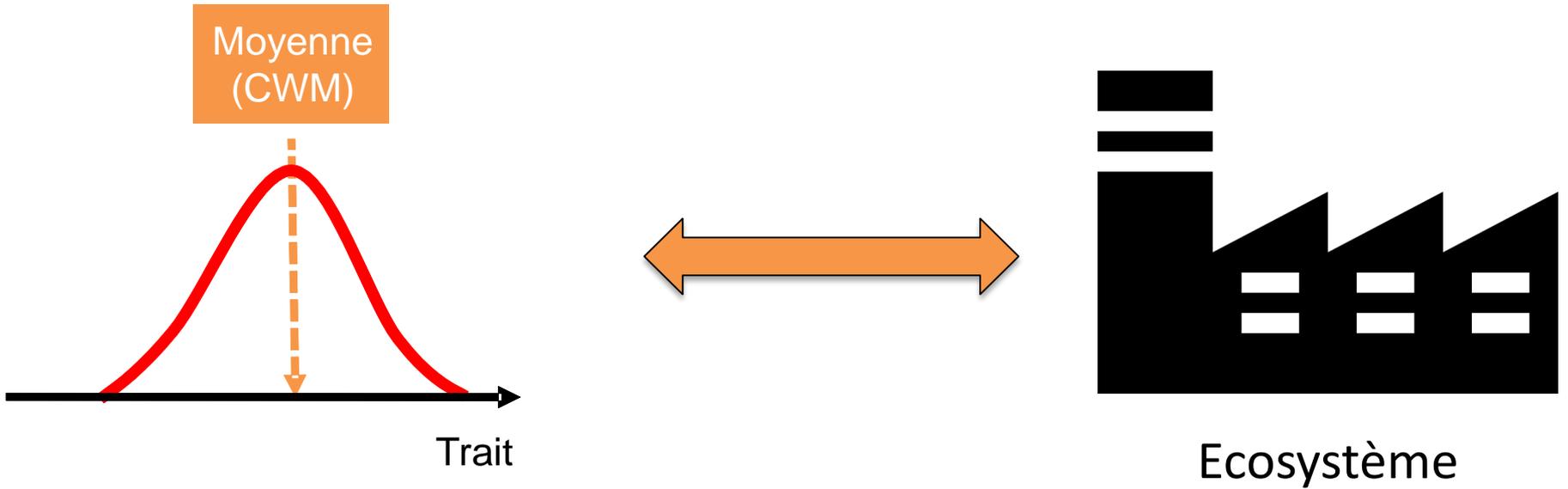


À partir d'une carte continue de SLA

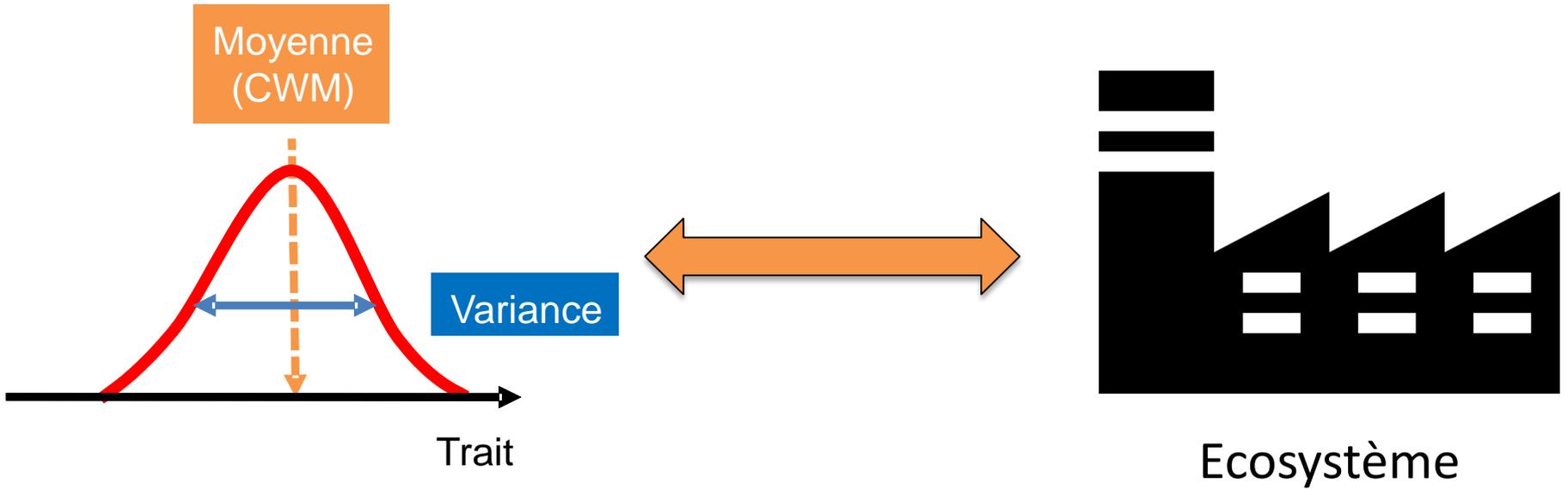
Le Big data et des approches
de biogéographie fonctionnelle
pourrait permettre d'affiner
les modèles globaux

Conclusion

Au-delà du « champ moyen »



Au-delà du « champ moyen »



Au-delà du « champ moyen »

Review

Cell
PRESS

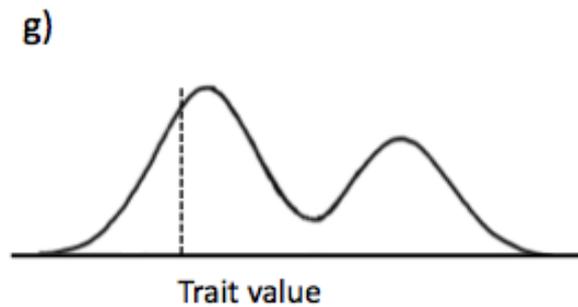
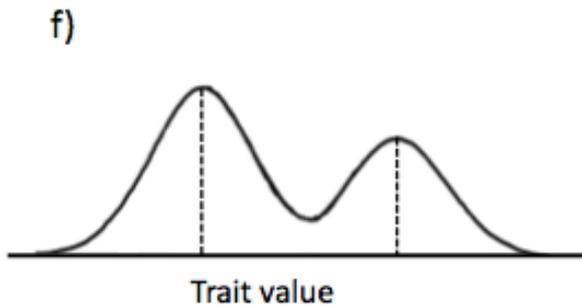
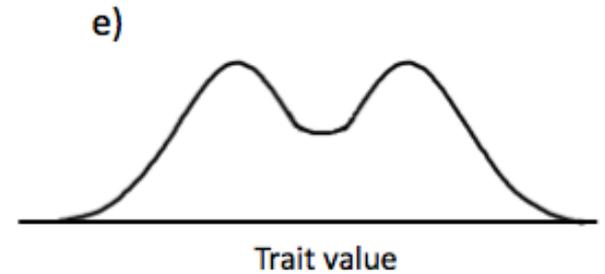
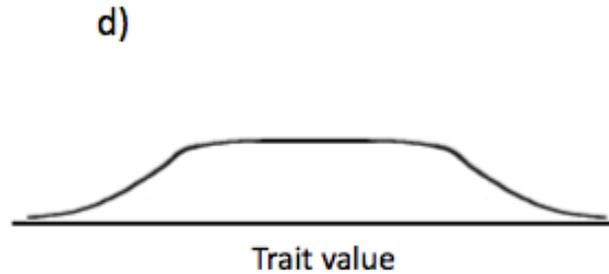
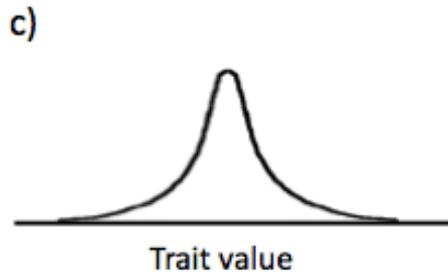
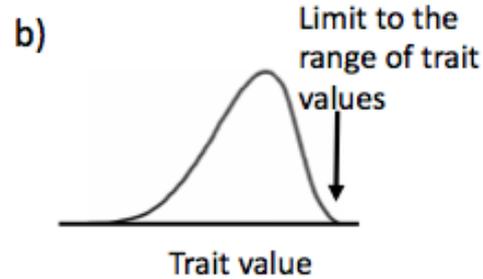
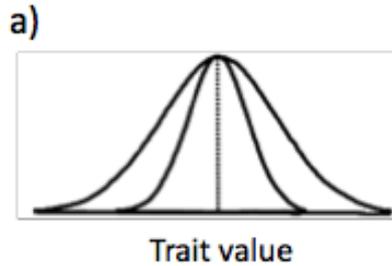
The return of the variance: intraspecific variability in community ecology

Cyrille Violle^{1,2}, Brian J. Enquist^{1,3}, Brian J. McGill⁴, Lin Jiang⁵, Cécile H. Albert^{6,7}, Catherine Hulshof¹, Vincent Jung^{8,9} and Julie Messier¹

Scaling from Traits to Ecosystems: Developing a General Trait Driver Theory via Integrating Trait-Based and Metabolic Scaling Theories

Brian J. Enquist^{*,†,1,2}, Jon Norberg[‡], Stephen P. Bonser[§],
Cyrille Violle^{*,¶}, Colleen T. Webb^{||}, Amanda Henderson^{*},
Lindsey L. Sloat^{*}, Van M. Savage^{†,#,**,1}

Au-delà du « champ moyen »

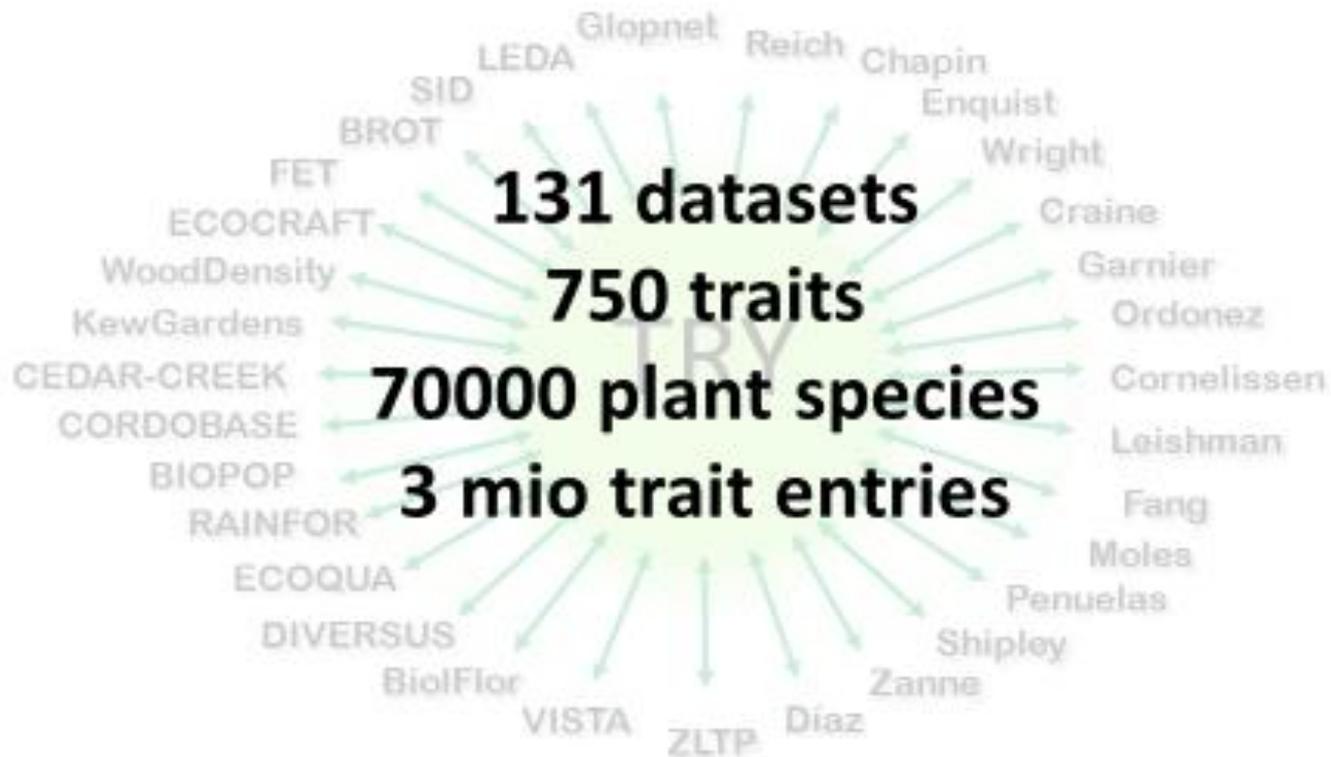


Un manque criant de données

TRY Database

Second Generation of Data Pooling

IGBP DIVERSITAS MPI-BGC



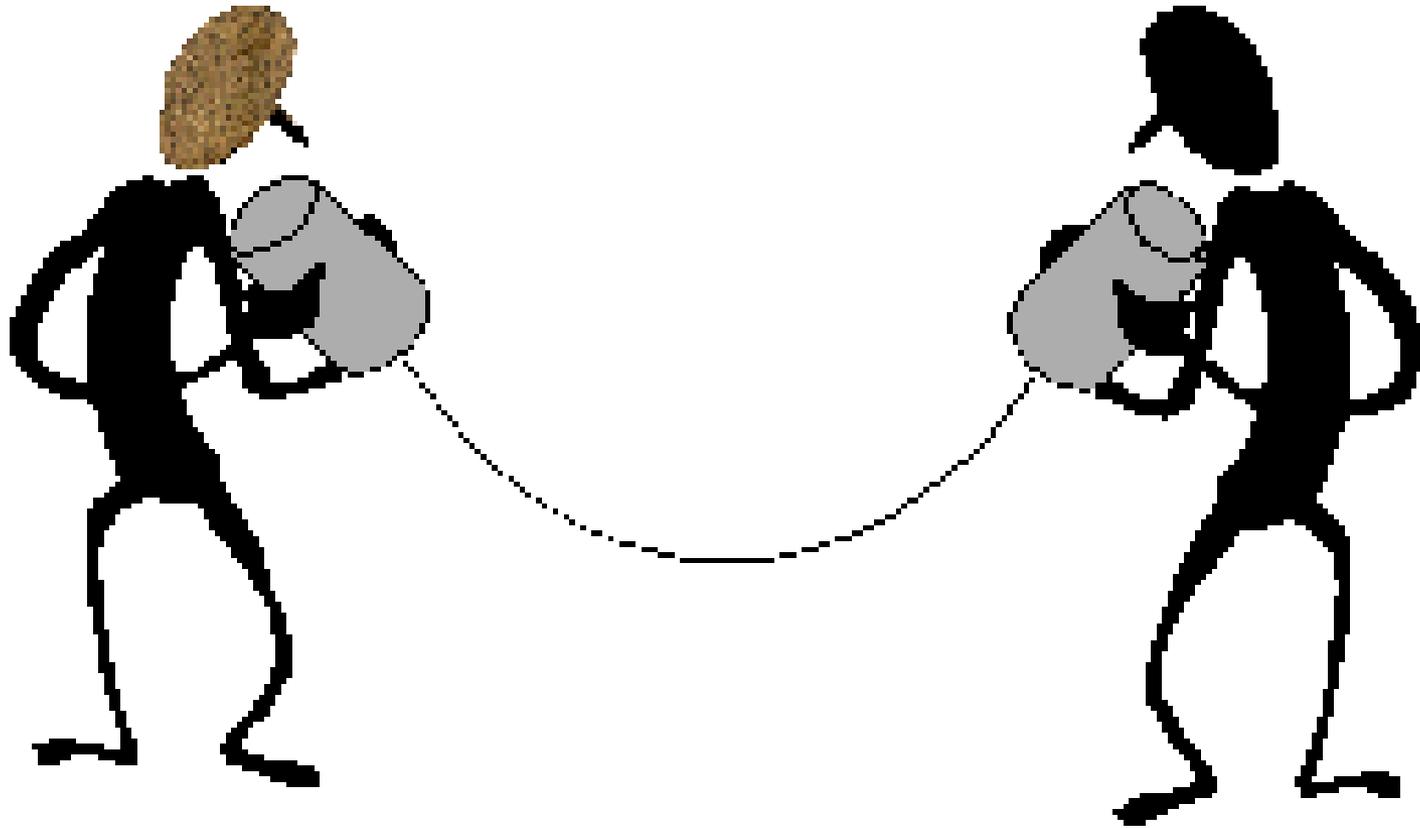
The TRY Initiative

—

refining plant functional types for earth system modeling ?

Jens Kattge, Sandra Diaz, Sandra Lavorel,
Colin Prentice, Paul Leadley, Christian Wirth, Gerhard Bönisch,
Hanhuai Shan, Arindam Banerjee, Franziska Schrodtr, Peter Reich,
and all members of the TRY initiative

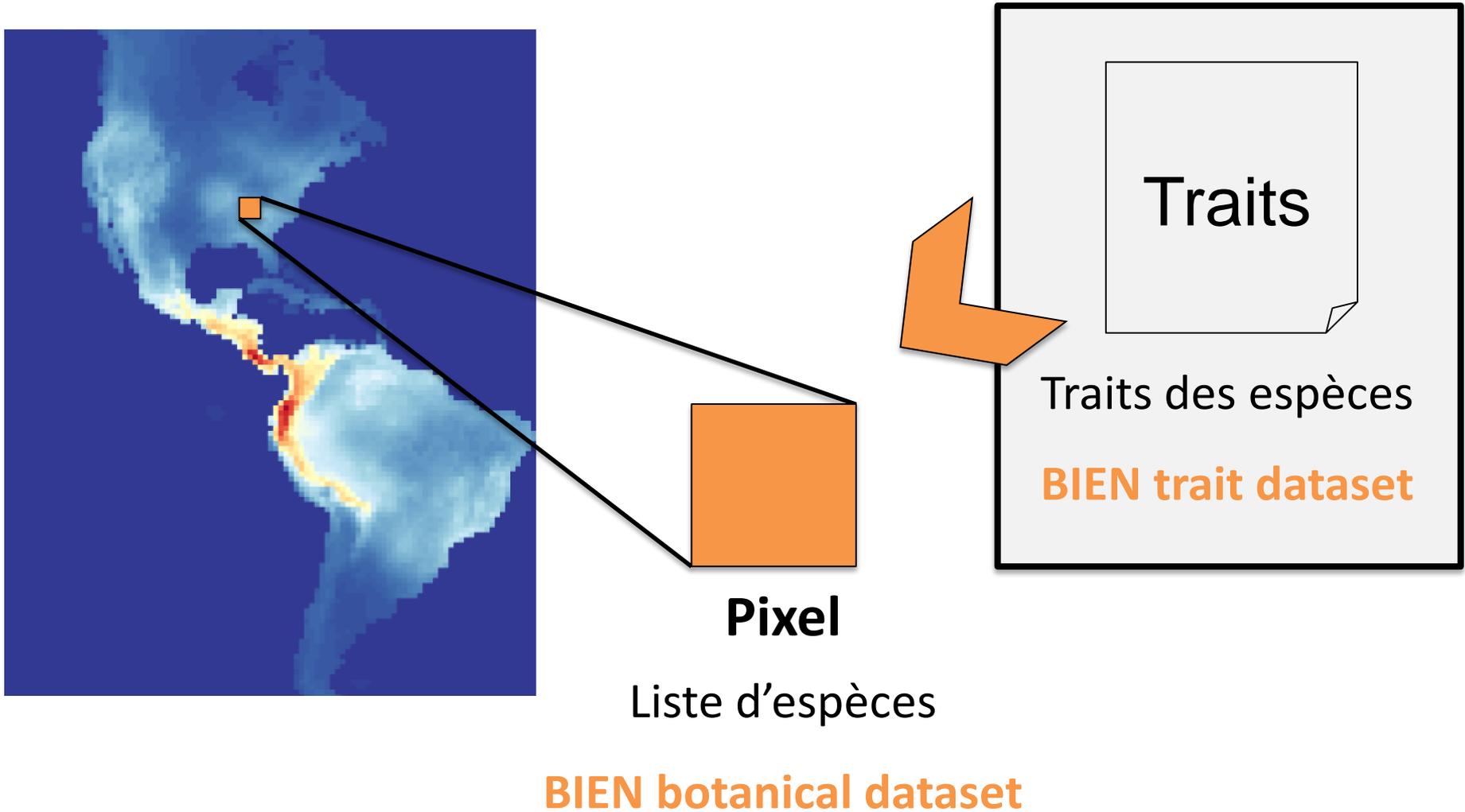




Sciences de la biodiversité

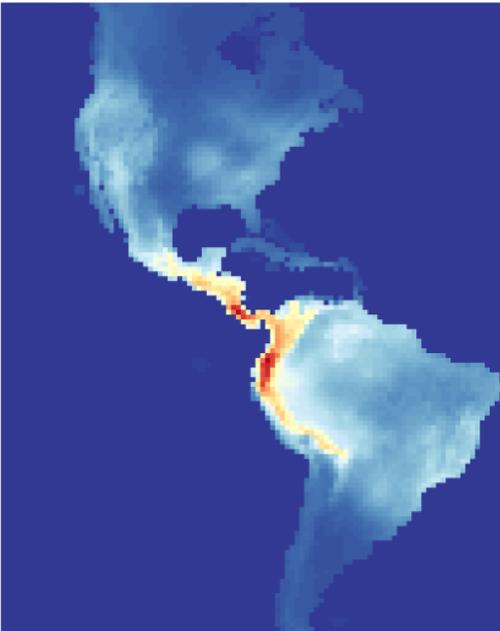
Sciences des écosystèmes

Un manque criant de **bonnes** données



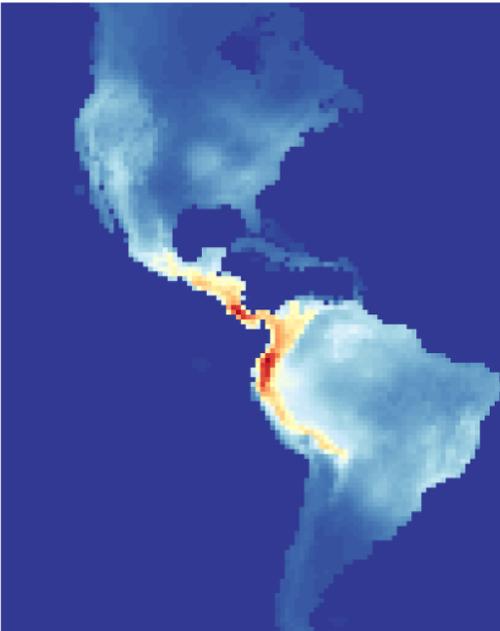
Un manque criant de théorie

Data-driven science



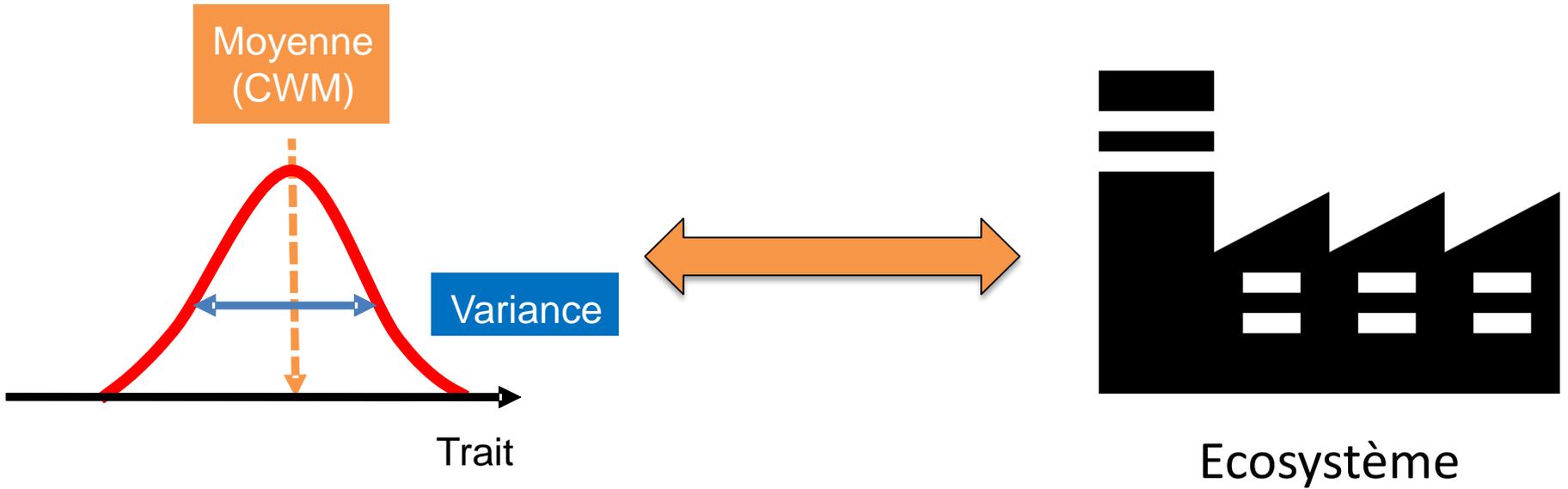
Un manque criant de théorie

Data-driven science



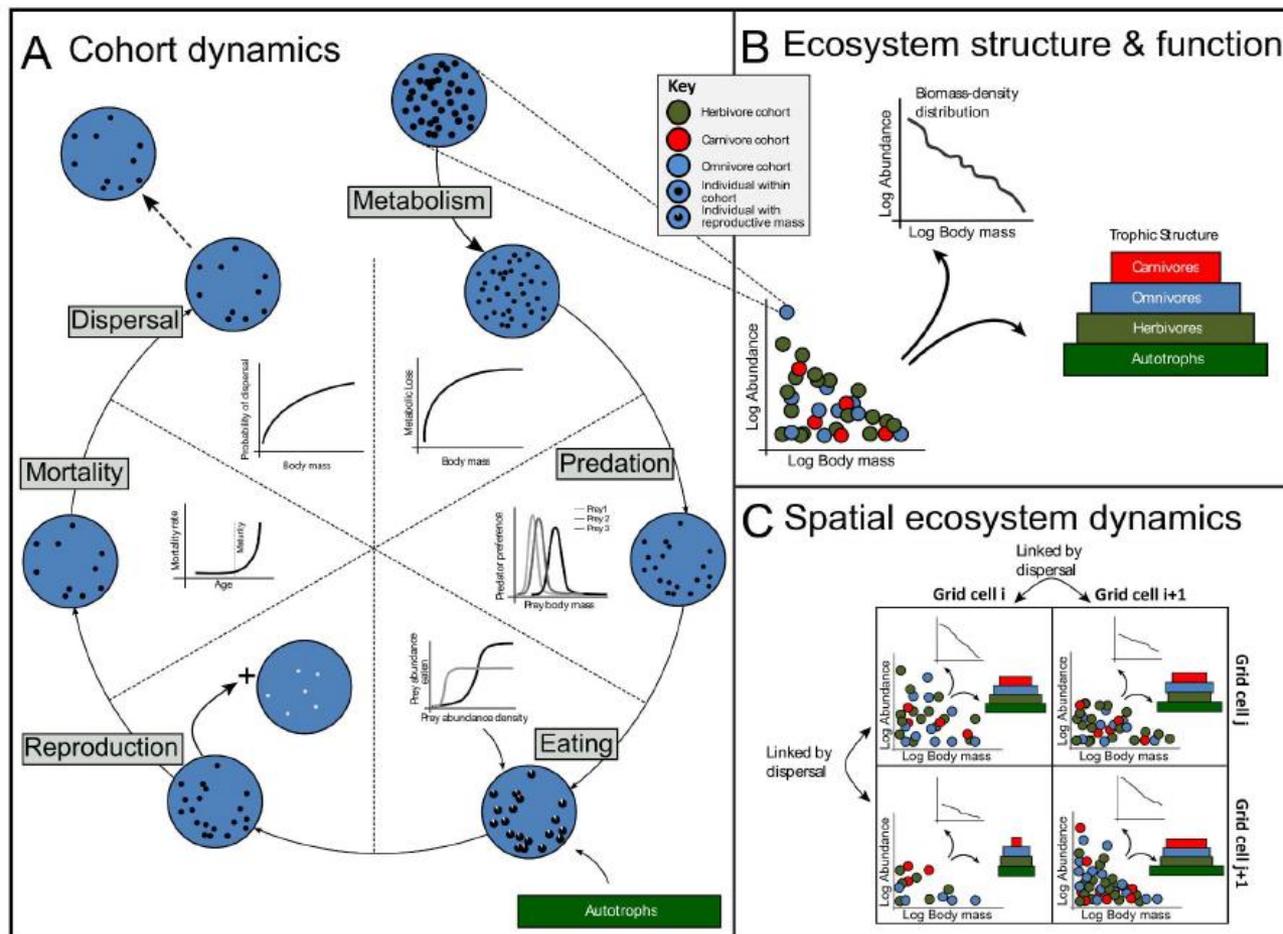
Theory-driven science

Au-delà du « champ moyen »



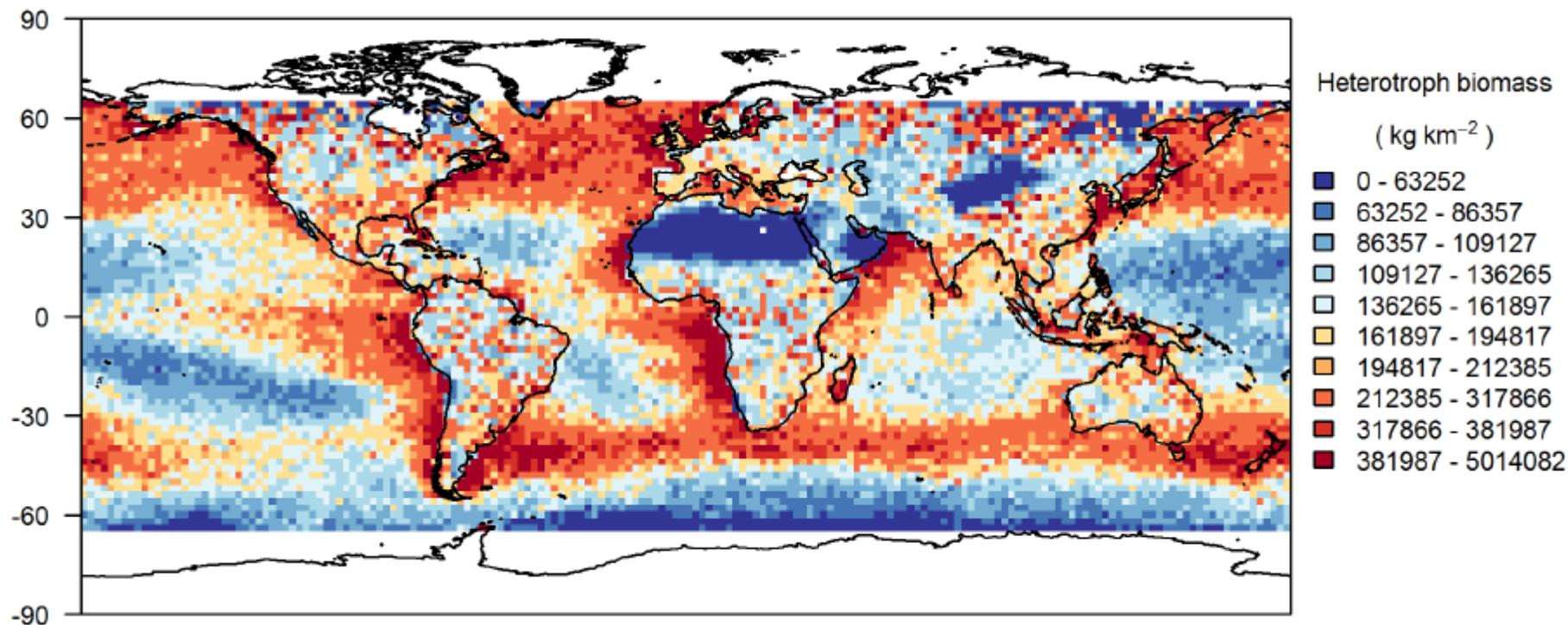
Emergent Global Patterns of Ecosystem Structure and Function from a Mechanistic General Ecosystem Model

Michael B. J. Harfoot^{1,2,9*}, Tim Newbold^{1,2,9}, Derek P. Tittensor^{1,2,3,9}, Stephen Emmott², Jon Hutton¹, Vassily Lyutsarev², Matthew J. Smith², Jörn P. W. Scharlemann^{1,4}, Drew W. Purves²



Emergent Global Patterns of Ecosystem Structure and Function from a Mechanistic General Ecosystem Model

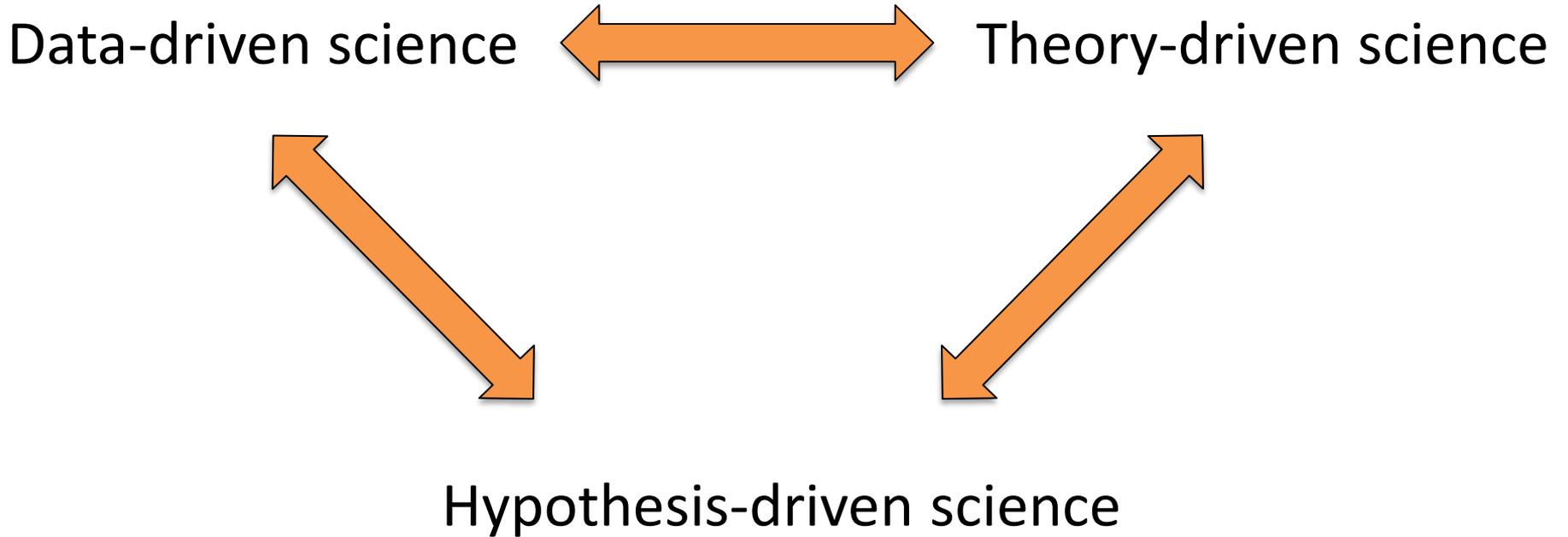
Michael B. J. Harfoot^{1,2,9*}, Tim Newbold^{1,2,9}, Derek P. Tittensor^{1,2,3,9}, Stephen Emmott², Jon Hutton¹, Vassily Lyutsarev², Matthew J. Smith², Jörn P. W. Scharlemann^{1,4}, Drew W. Purves²



Un manque criant de théorie

Data-driven science  Theory-driven science

Un manque criant de théorie



Centres de synthèse:

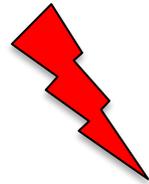
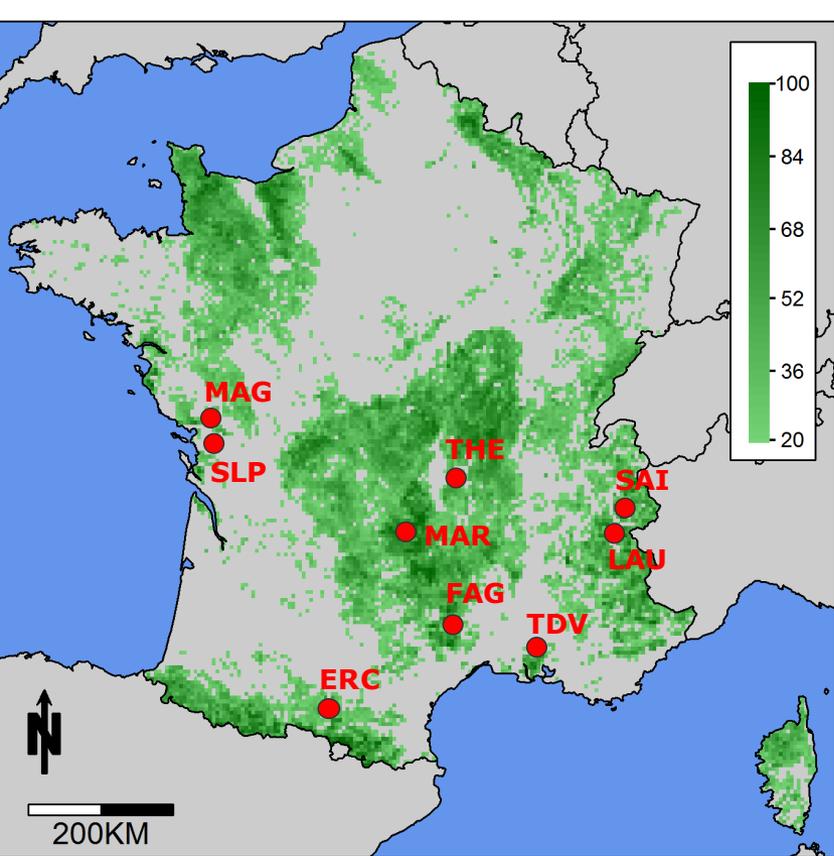


Agences:



Merci pour votre attention !

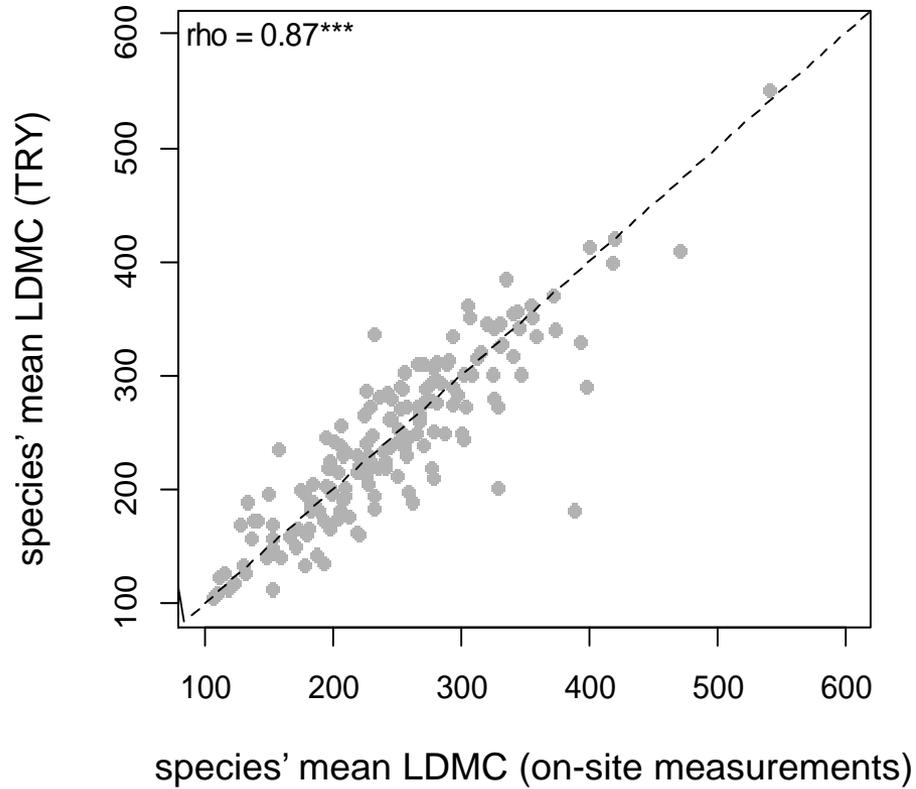
Can we rely on trait databases ?



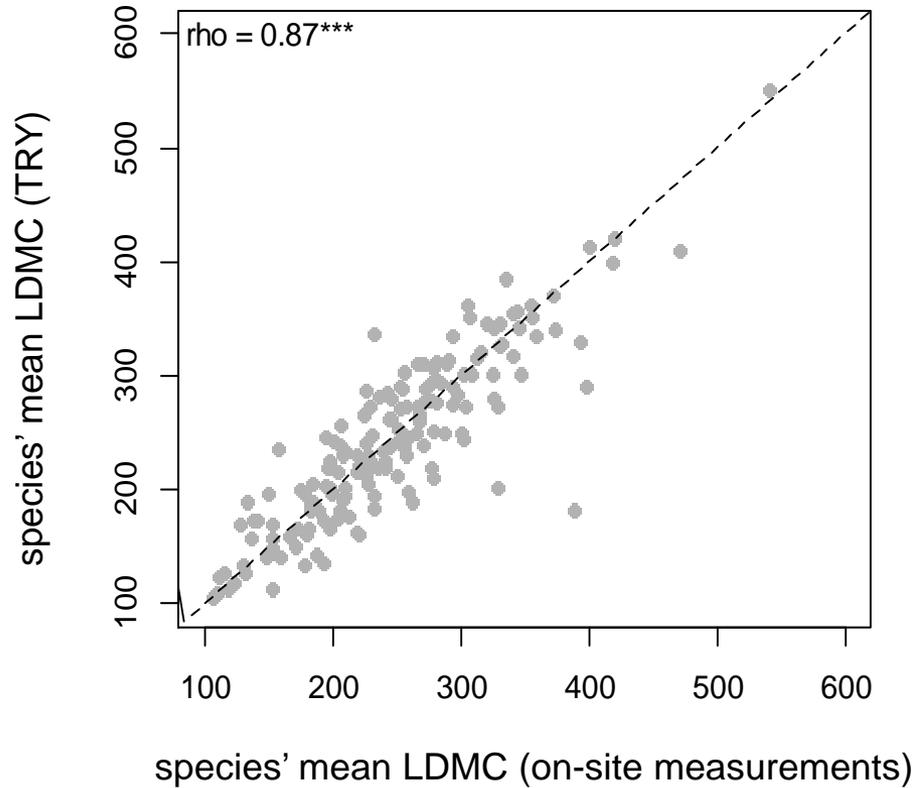
TRY
worldwide trait database

On-site trait measurements

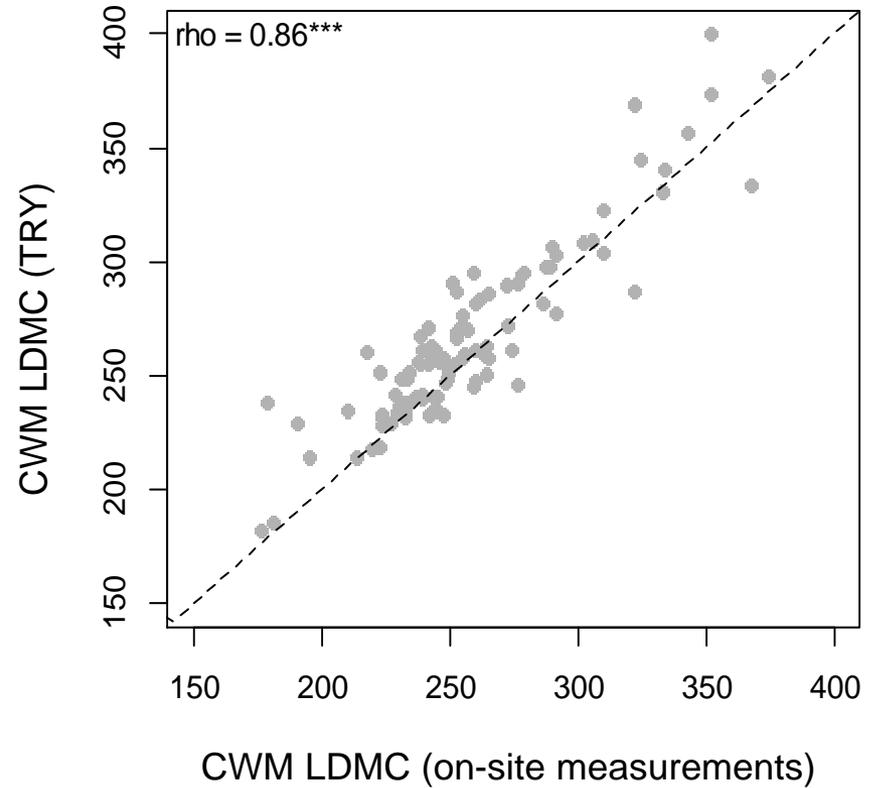
Species-level comparison

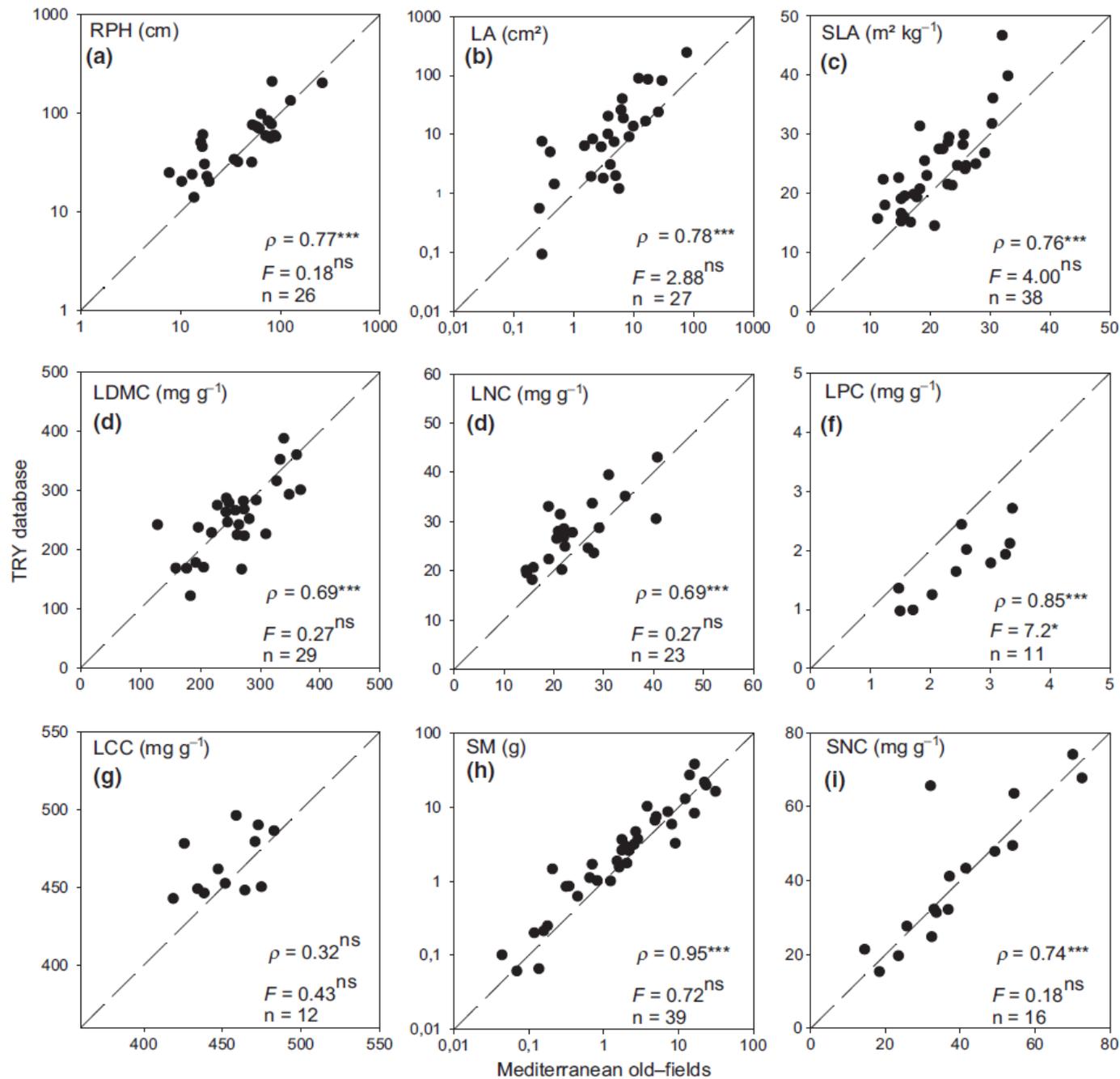


Species-level comparison

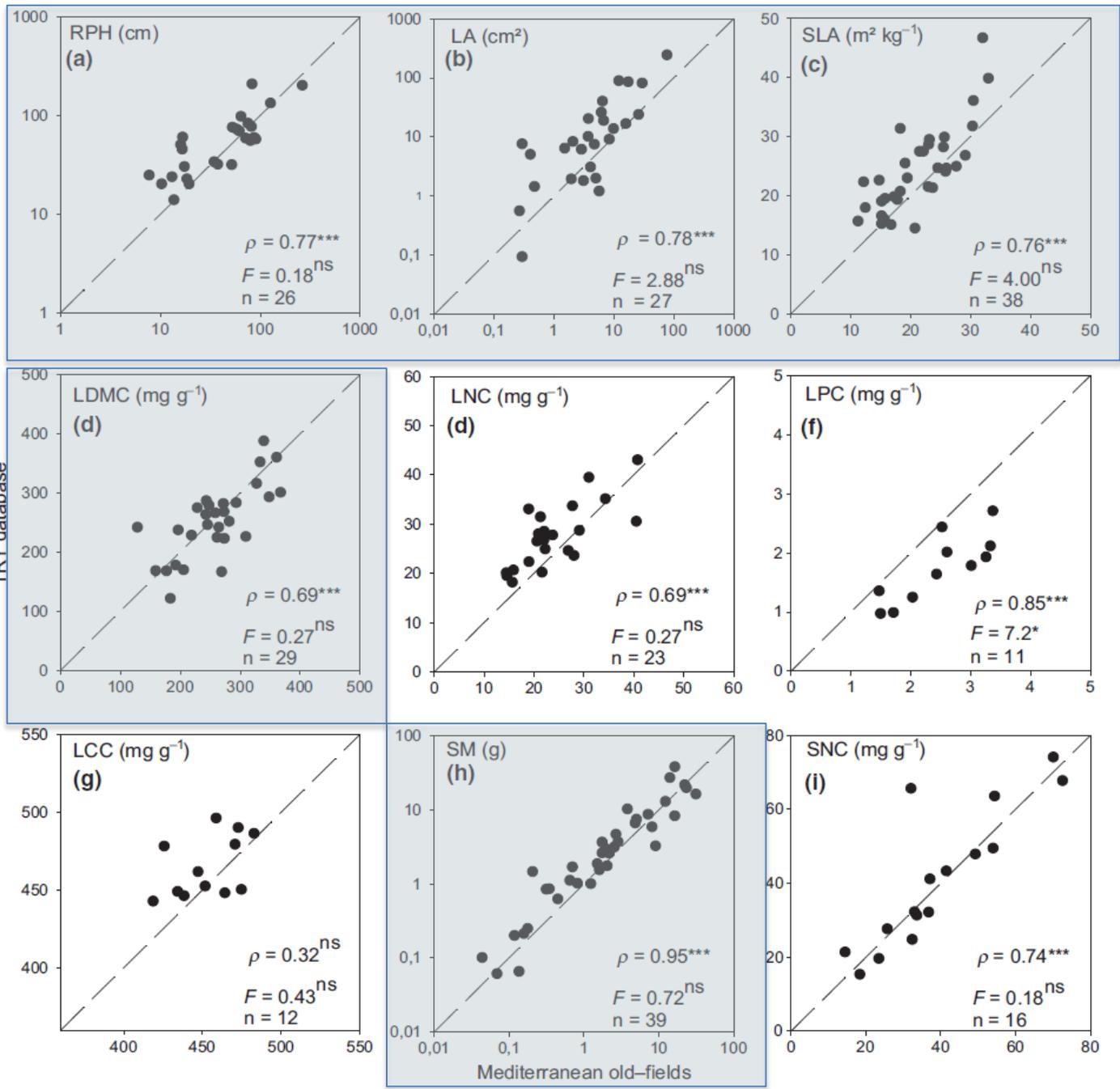


Community-level comparison



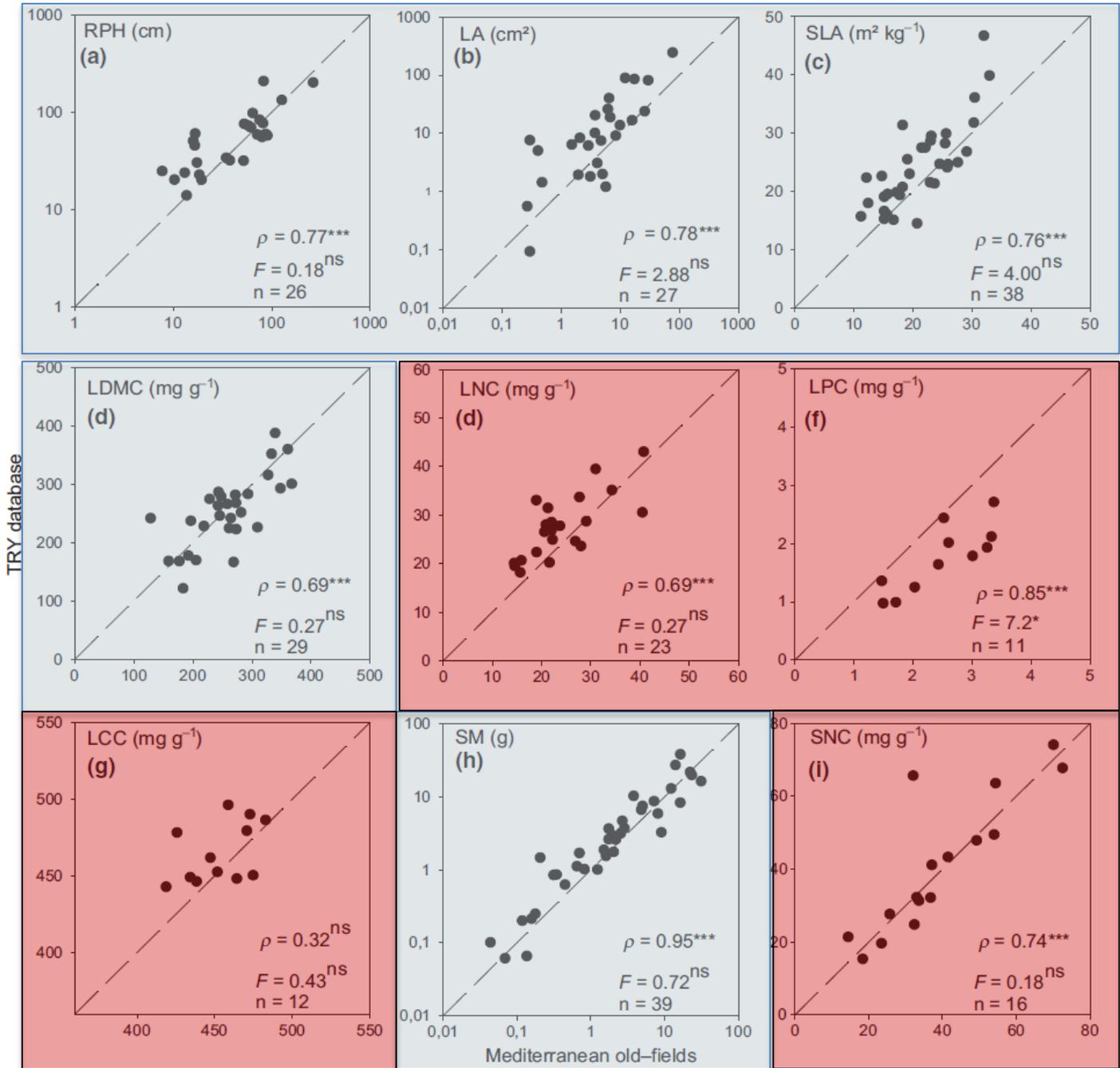


Morphological traits



Morphological
traits

Chemical
traits



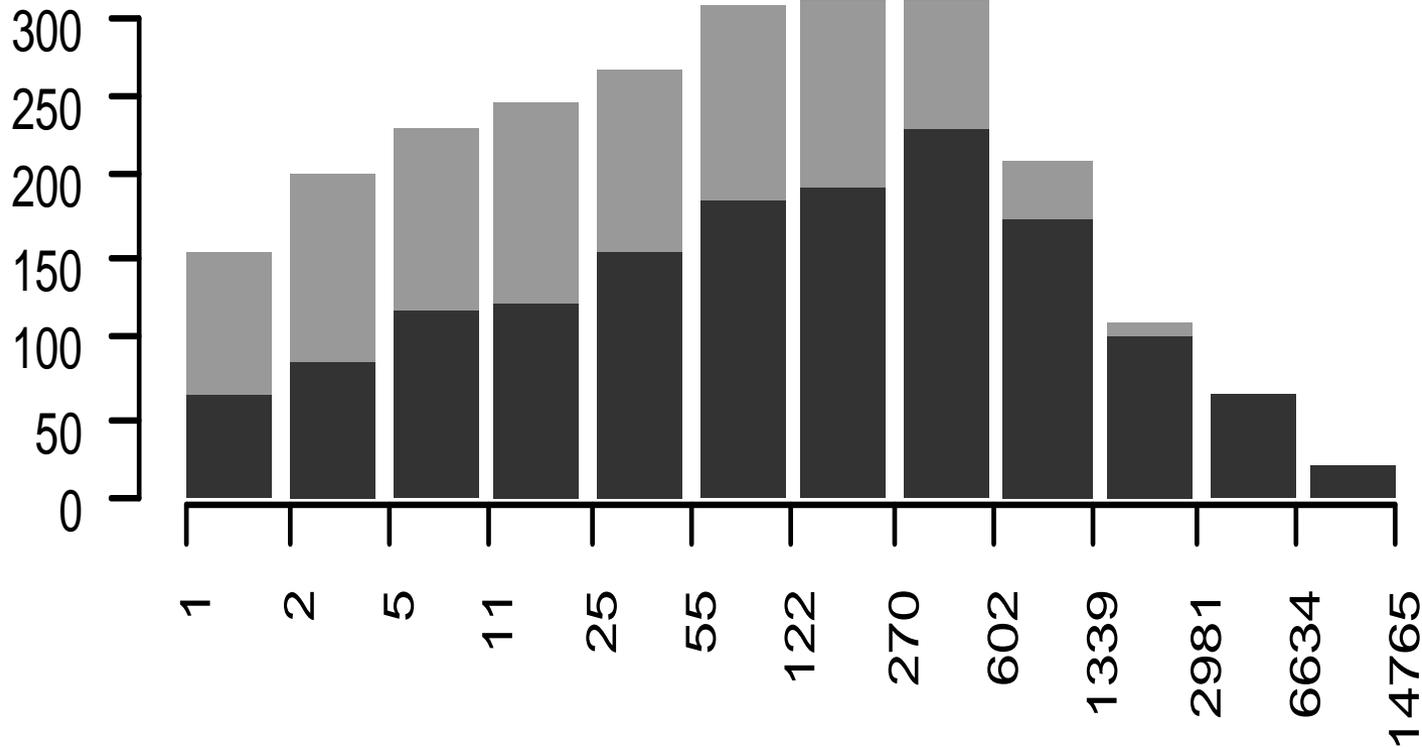
A global meta-analysis of the relative extent of intraspecific trait variation in plant communities



Data representativeness
in trait databases ?

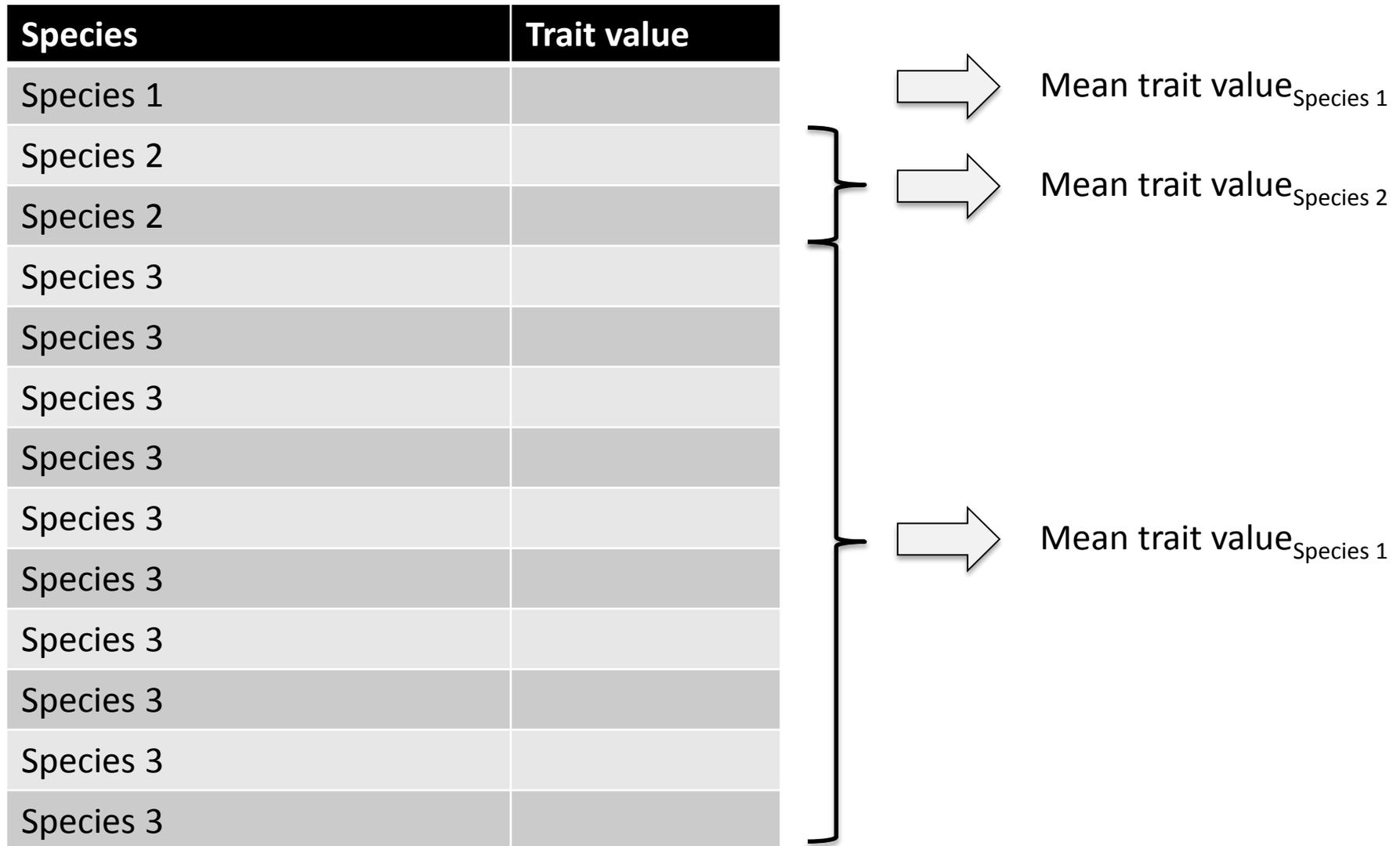
Common species are more often measured than rare species

Proportion of species with LDMC values in TRY



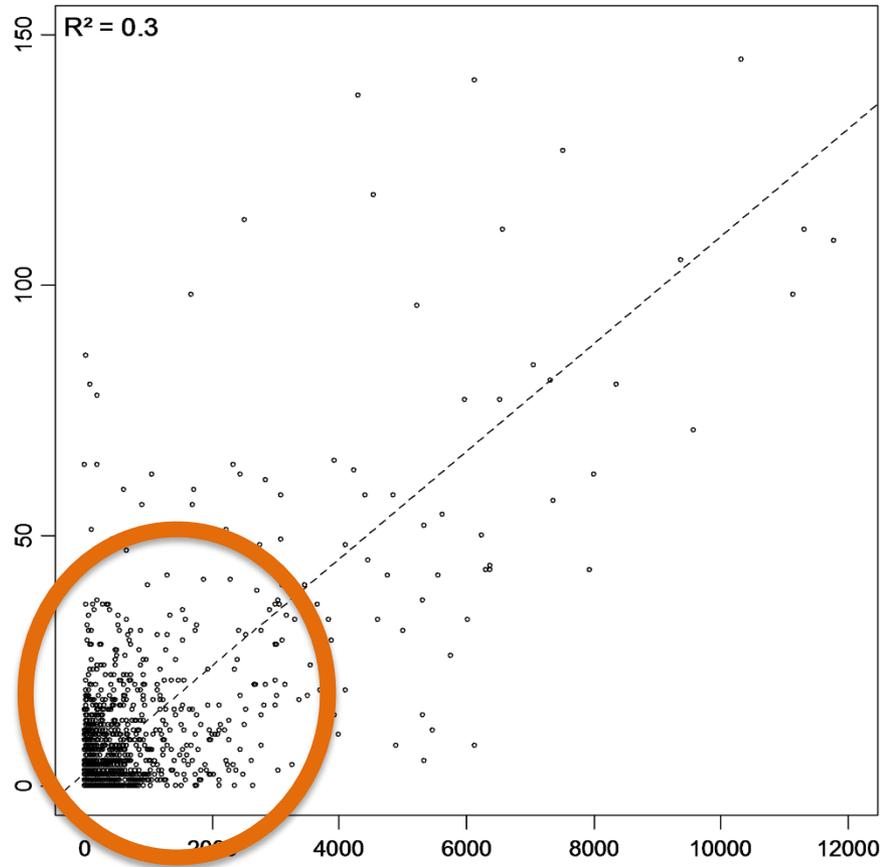
Number of occurrences per species in the French botanical dataset

Unbalanced information in trait databases



Traits of rare species are rarely measured and, when they are, their mean estimates may be imprecise due to lower sampling effort

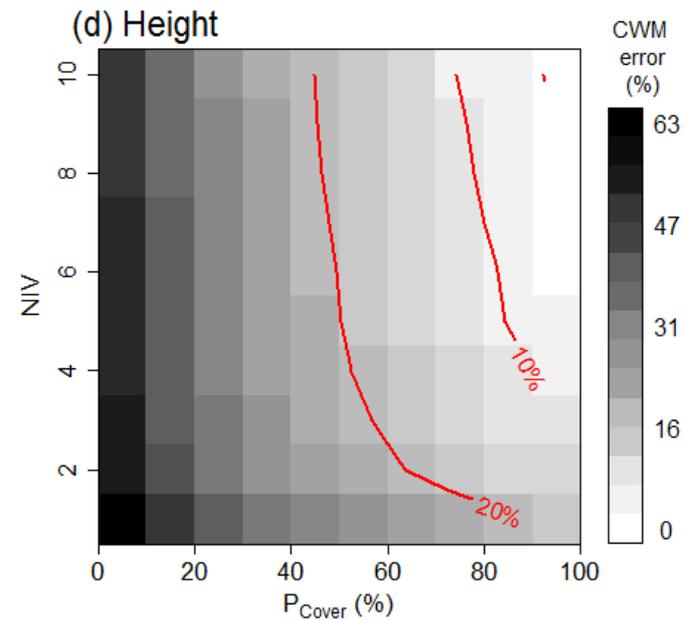
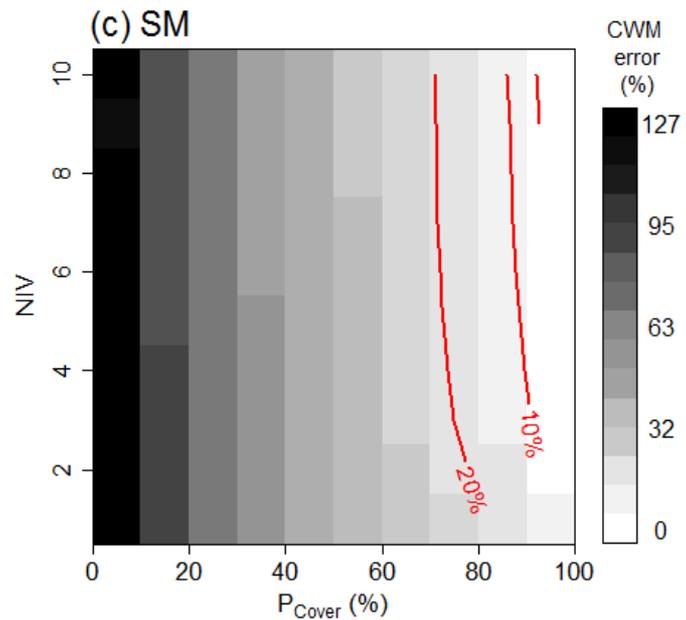
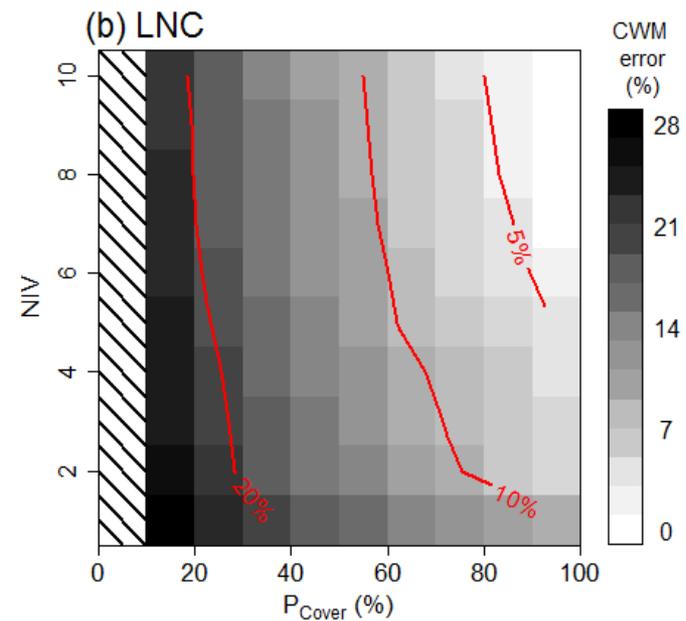
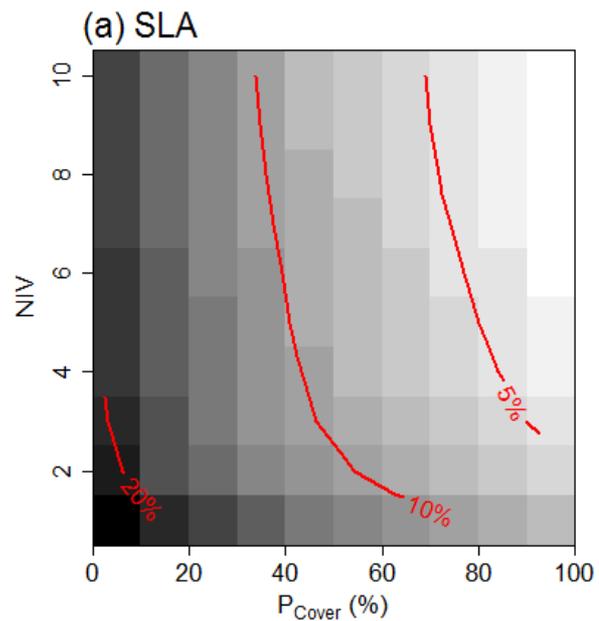
**Number
of observations
per species in TRY**

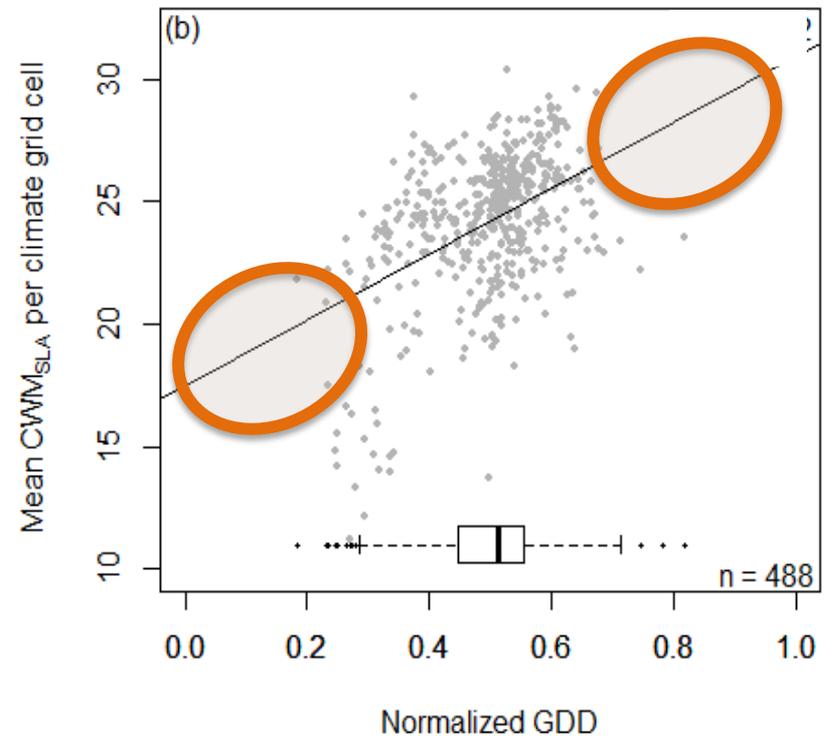
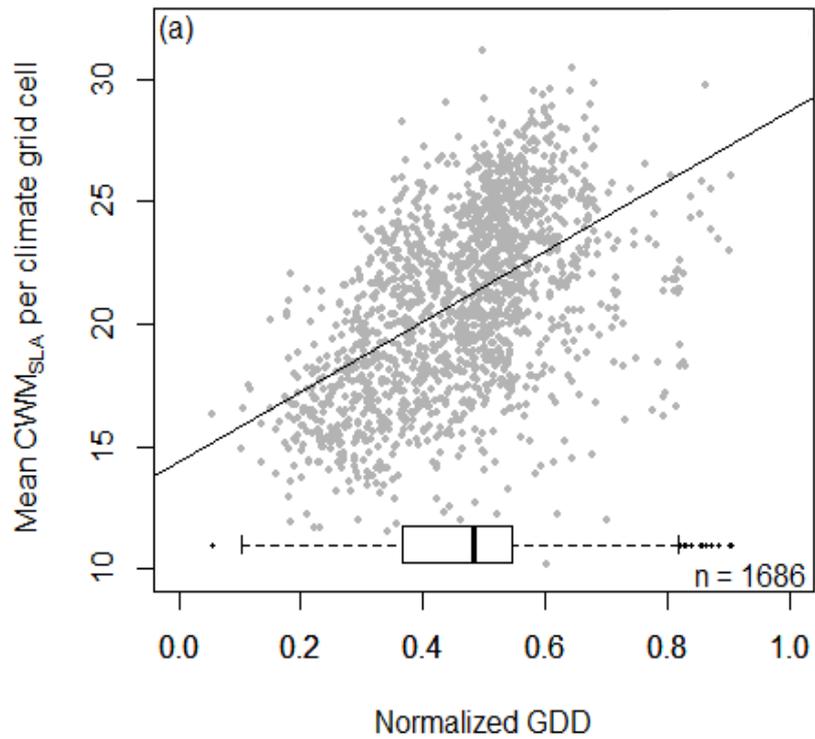


Number of occurrences per species in the French botanical dataset

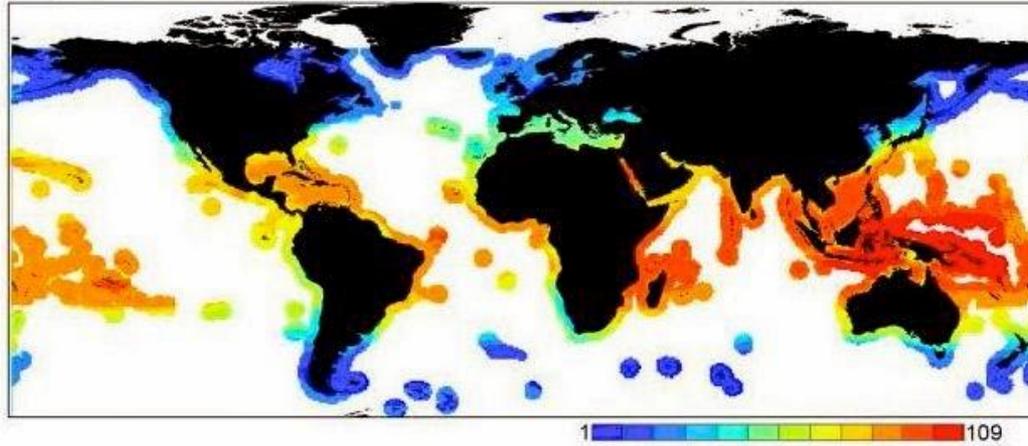
Community-weighted means

$$CWM_j = \sum_{k=1}^{n_j} A_{k,j} \cdot Trait_k$$

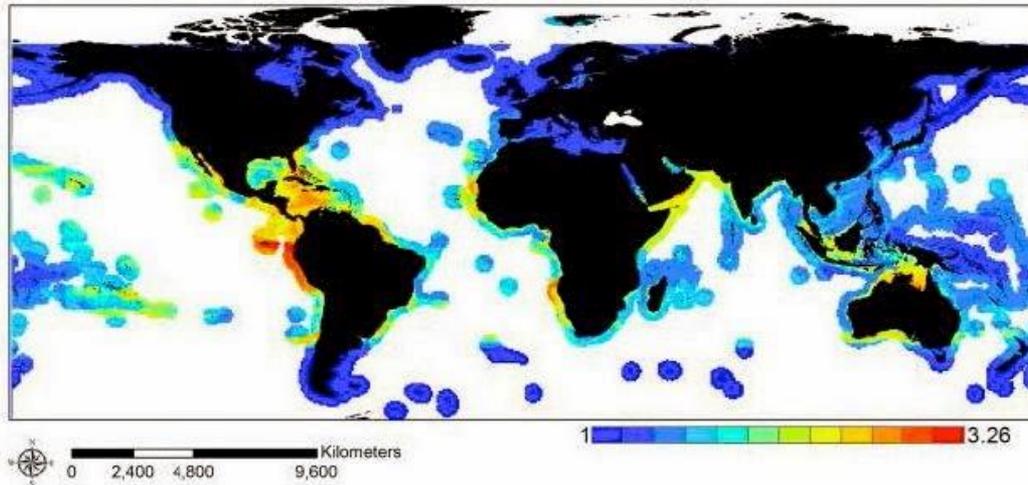




Species Density

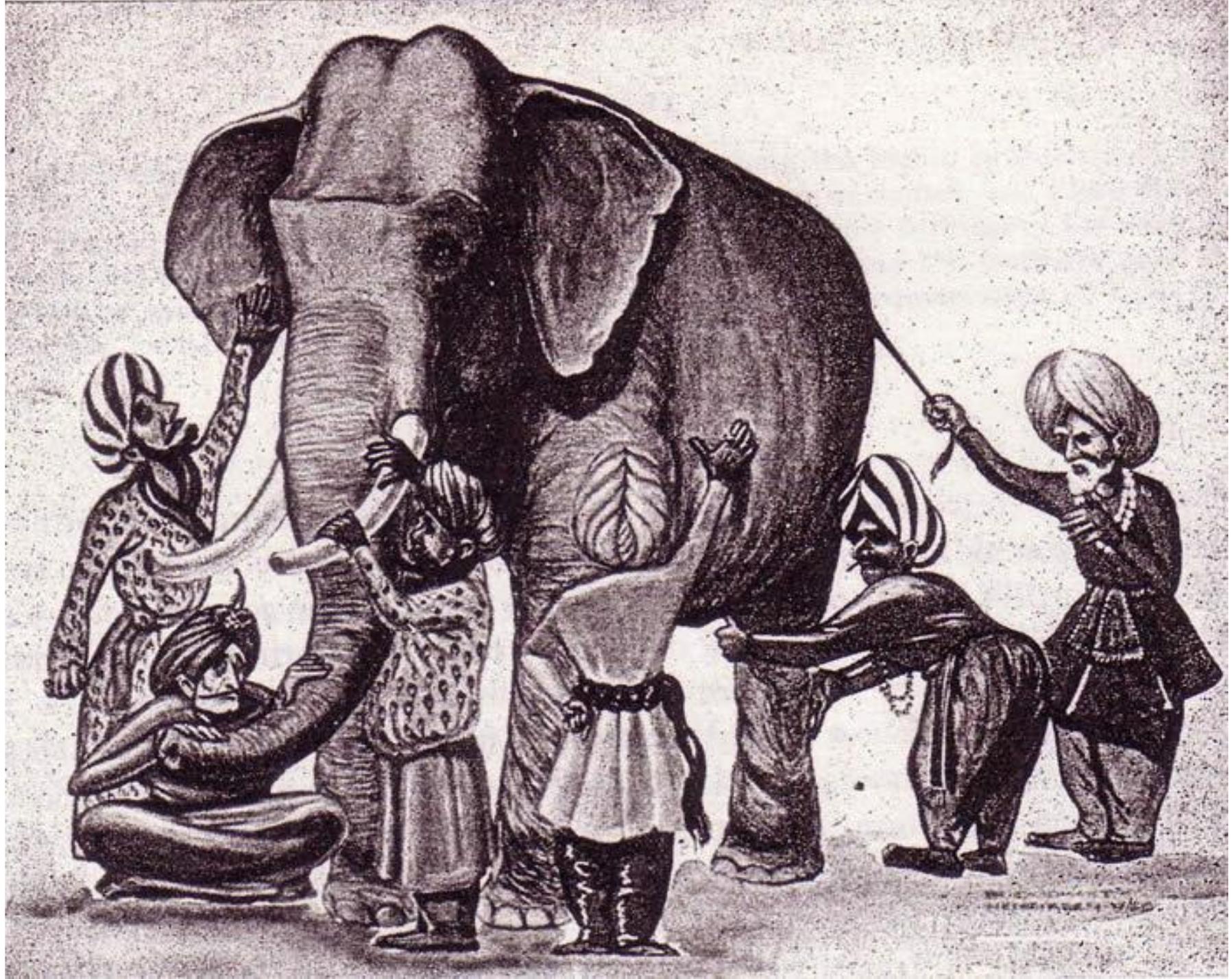


Functional Diversity

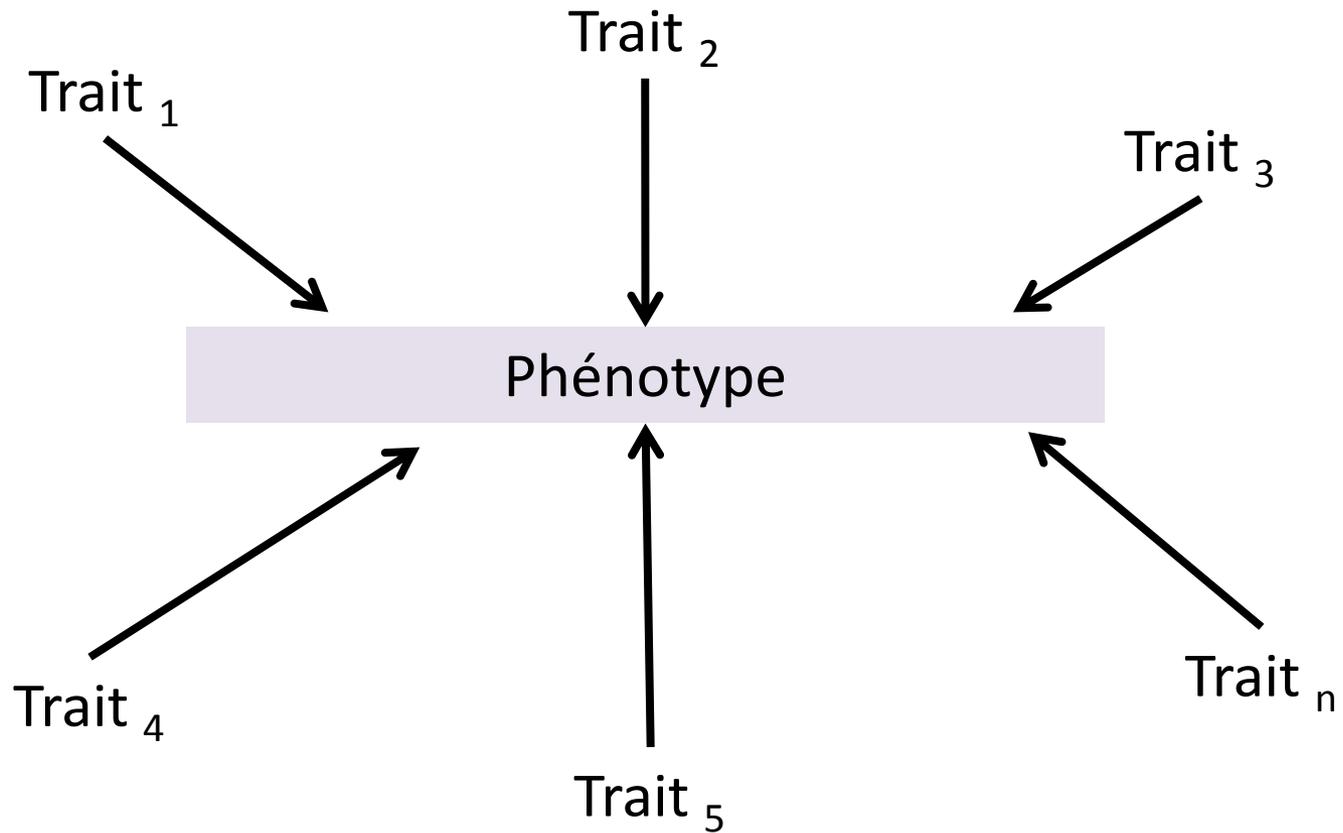


Atomiser le phénotype

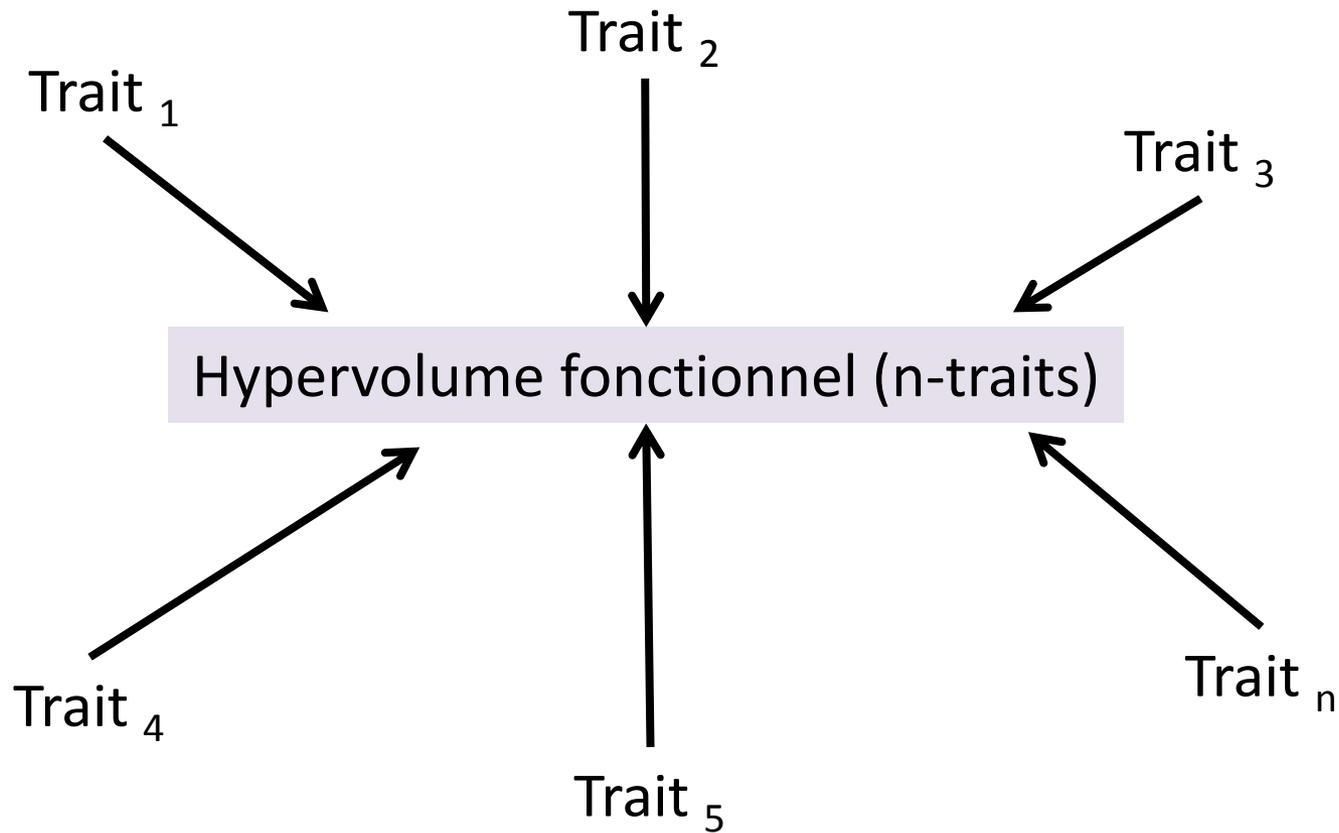




Des traits au phénotype



La prise en compte de l'hypervolume fonctionnel



La prise en compte de l'hypervolume fonctionnel

- Prendre en compte l'hypervolume de la niche estimée par un ensemble de traits (n-dimensionalité de la niche)
- Jusqu'à présent méthodes pas satisfaisantes (par ex. convex hull)
- Demandes calculatoires très lourdes

La prise en compte de l'hypervolume fonctionnel

Global Ecology and Biogeography, (Global Ecol. Biogeogr.) (2014) 23, 595–609

MACROECOLOGICAL
METHODS

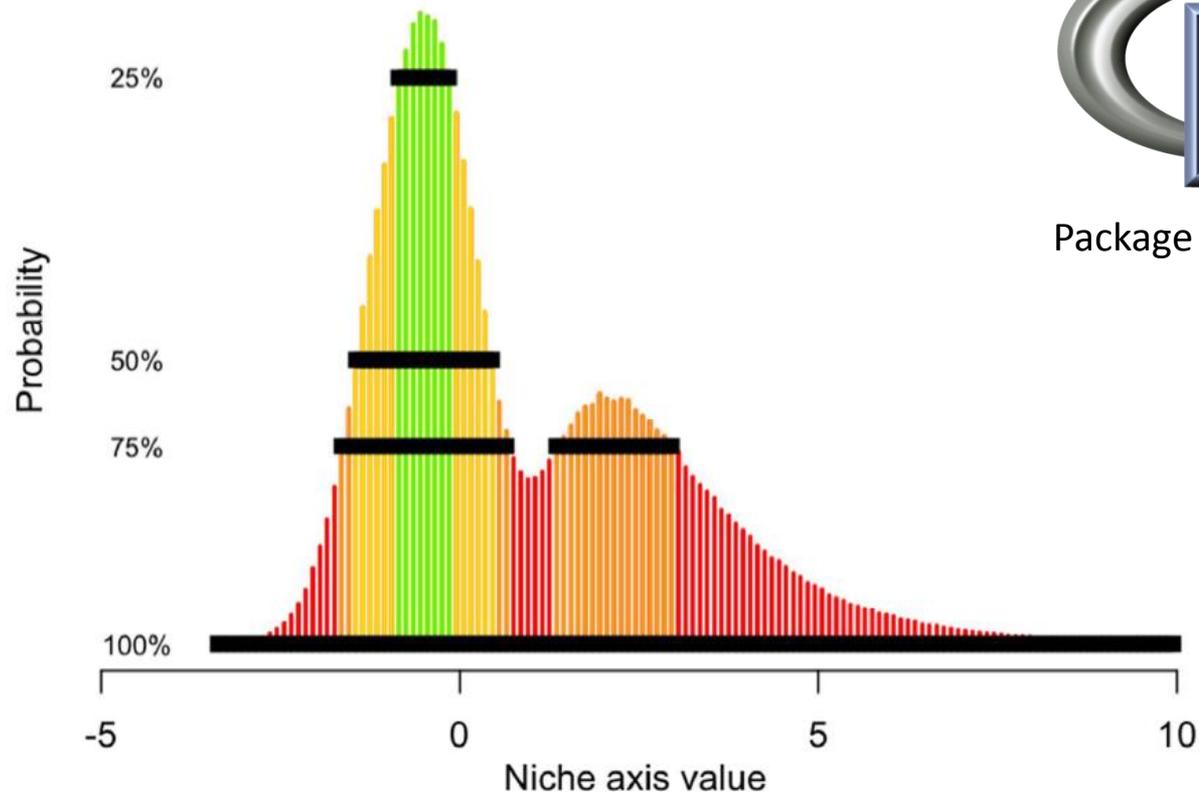


The n -dimensional hypervolume

Benjamin Blonder^{1,2,3*}, Christine Lamanna^{2,4}, Cyrille Violle⁵ and
Brian J. Enquist^{1,2,6}

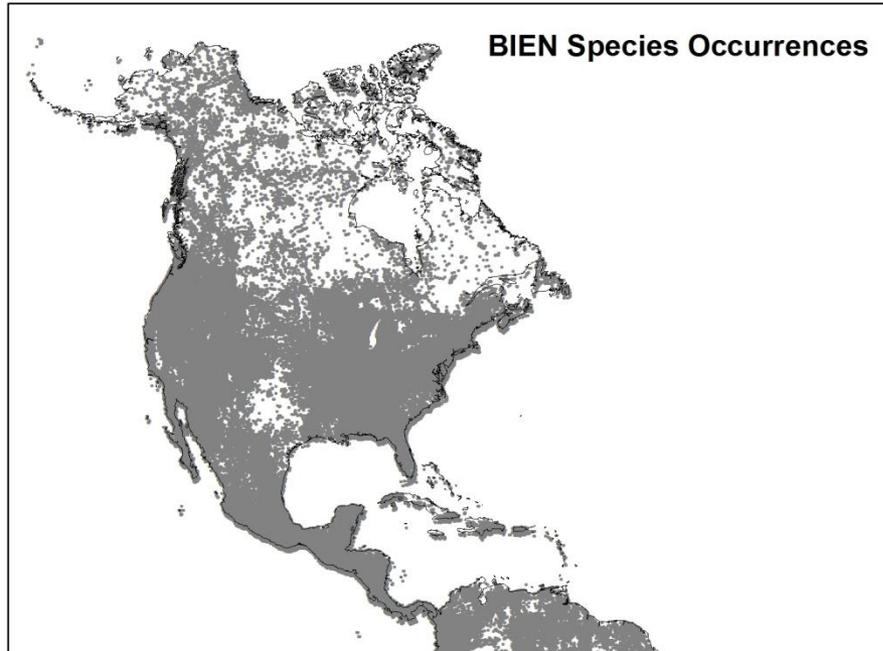


Package *hypervolume*



Estimation par noyau (Kernel density estimation)

La prise en compte de l'hypervolume fonctionnel



BIEN

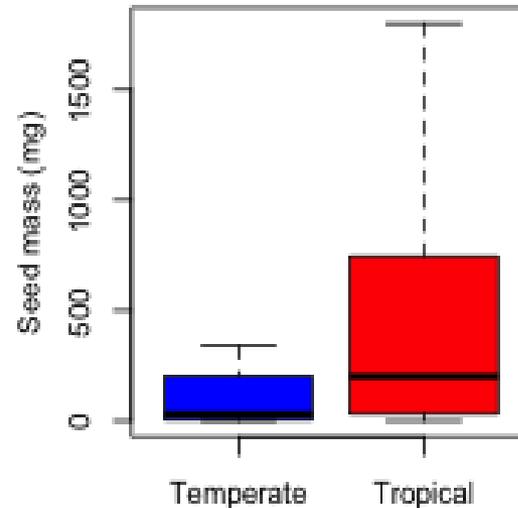
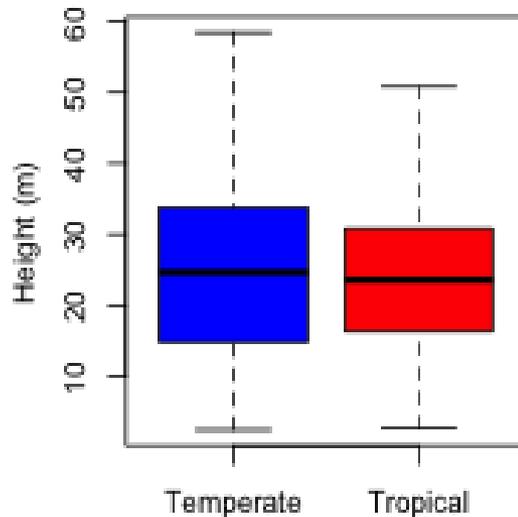
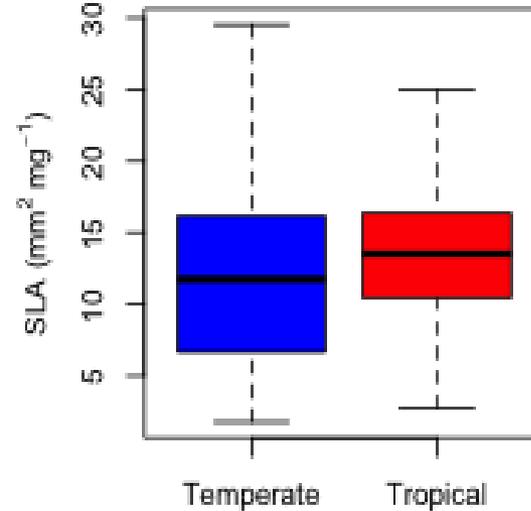
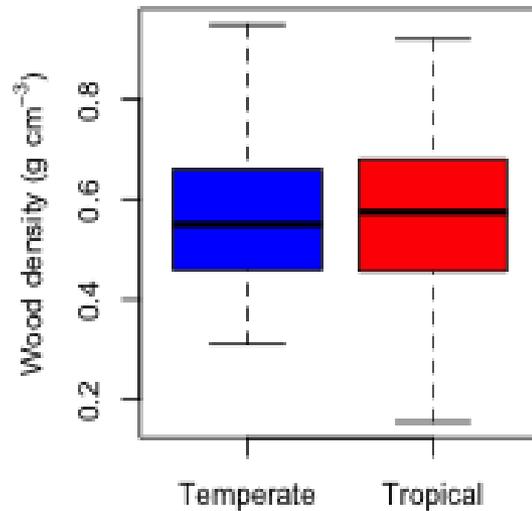
Botanical Information and
Ecology Network

20 millions d'occurrences

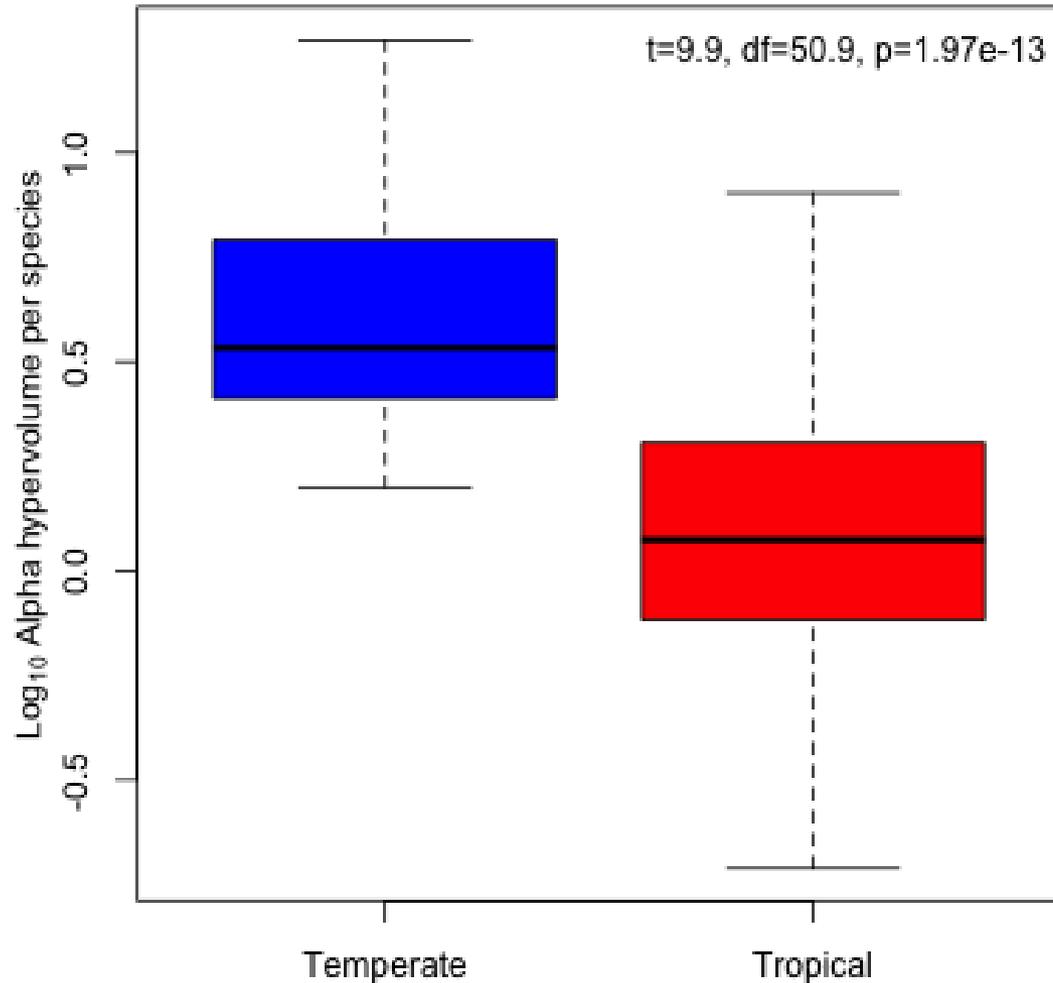
Différence entre l'espace phénotypique des espèces
tempérées vs. des espèces tropicales?

(comparaison de pools régionaux)

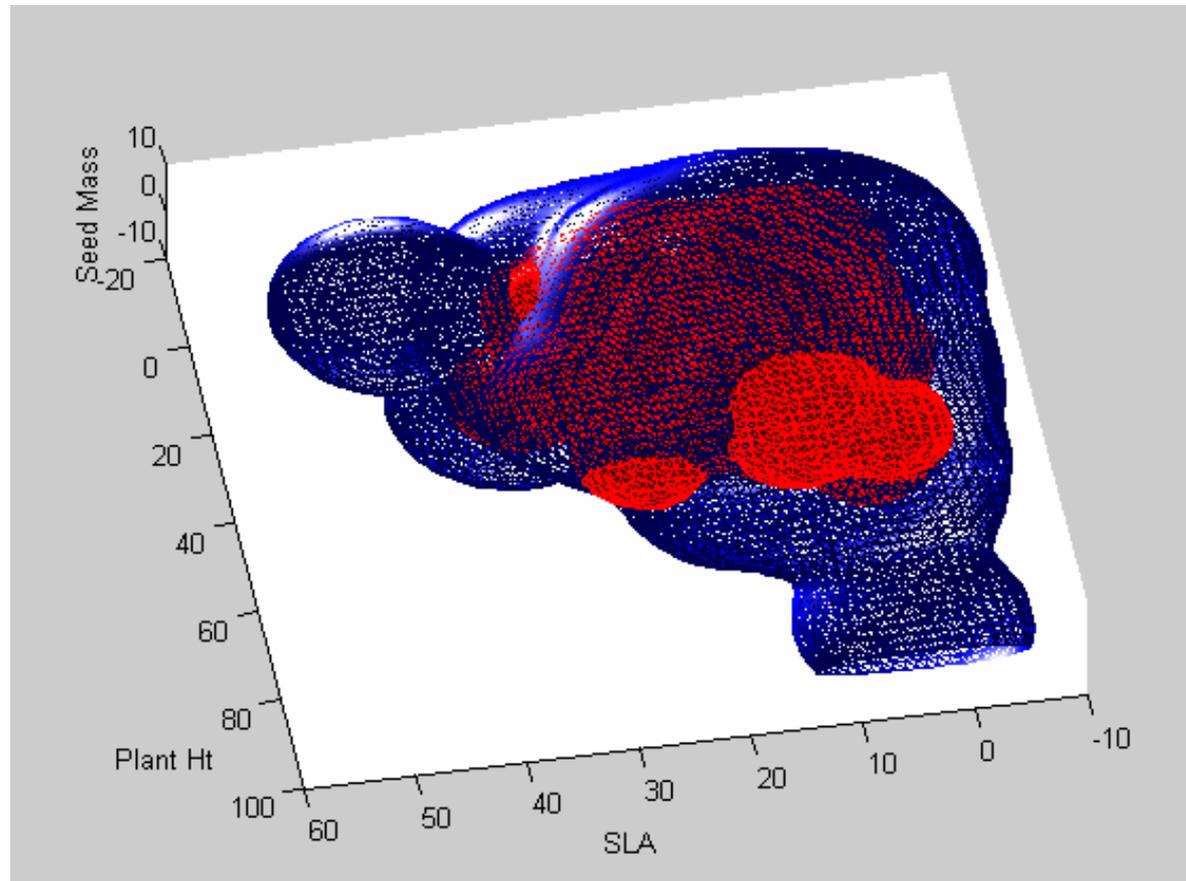
La prise en compte de l'hypervolume fonctionnel



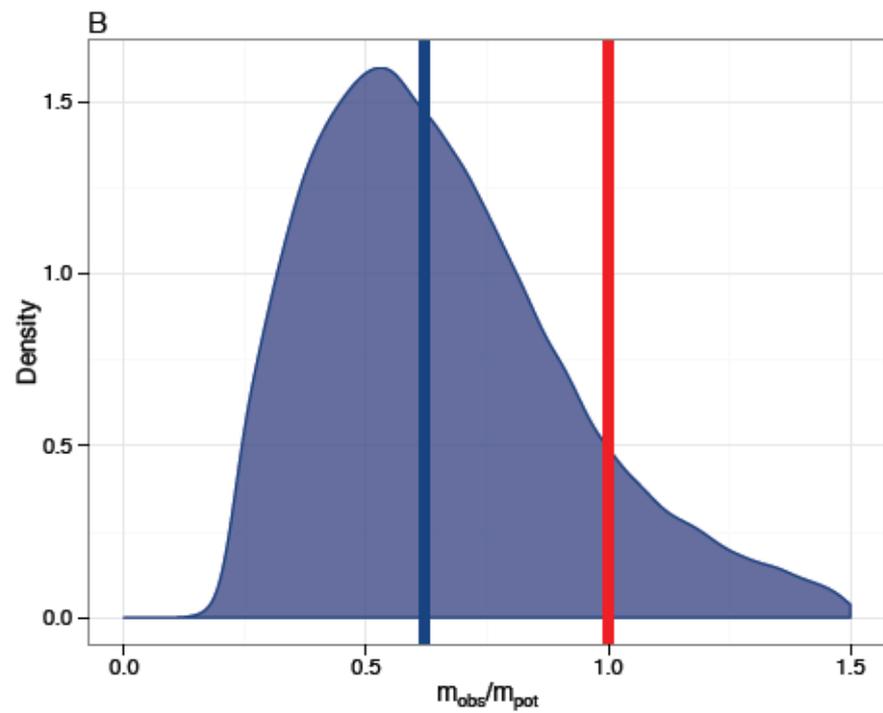
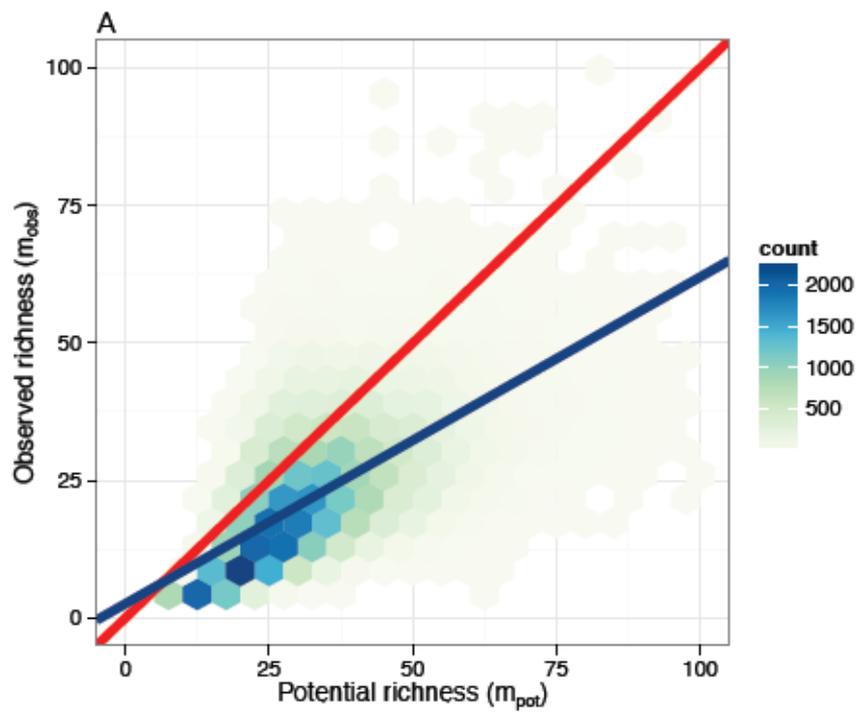
La prise en compte de l'hypervolume fonctionnel



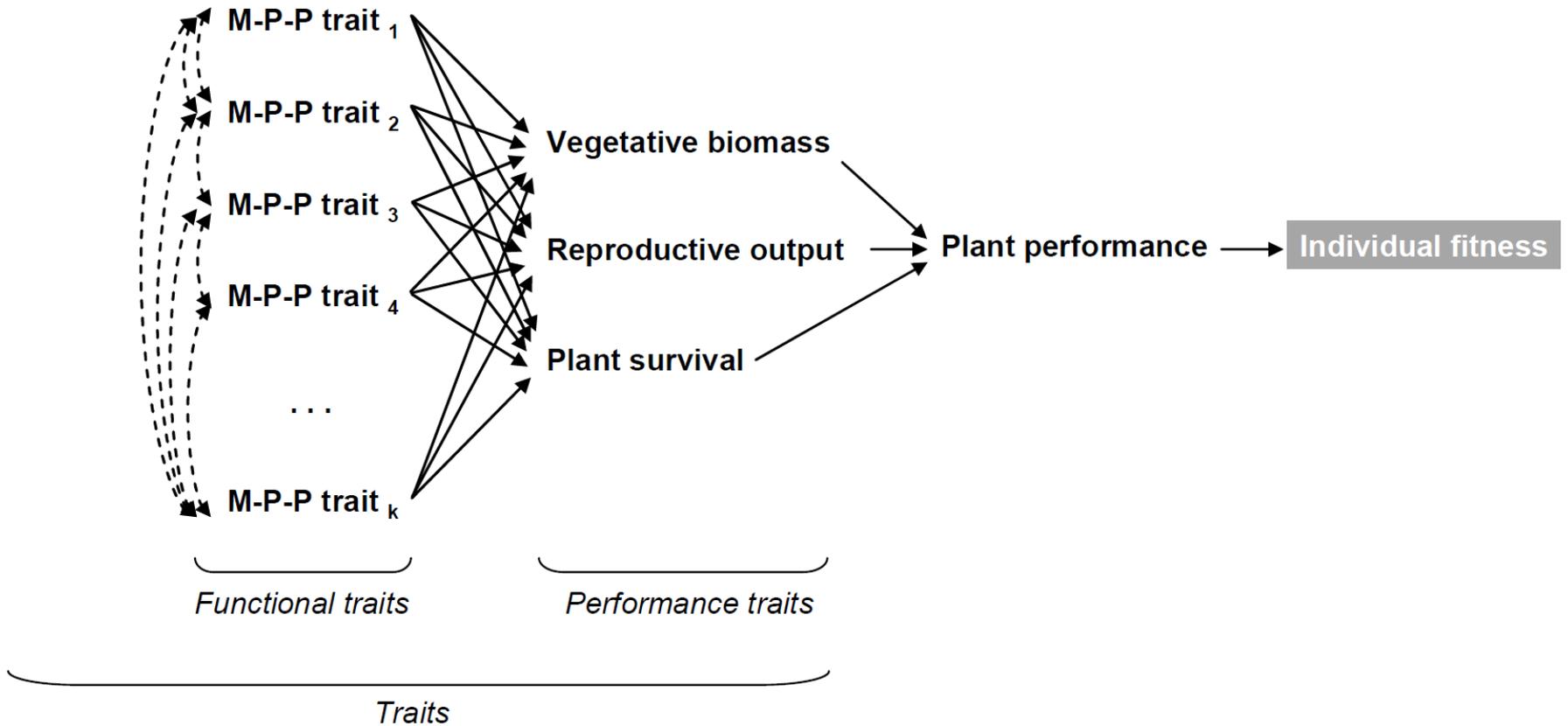
La prise en compte de l'hypervolume fonctionnel



- Hypervolume des espèces tropicales
- Hypervolume des espèces tempérées



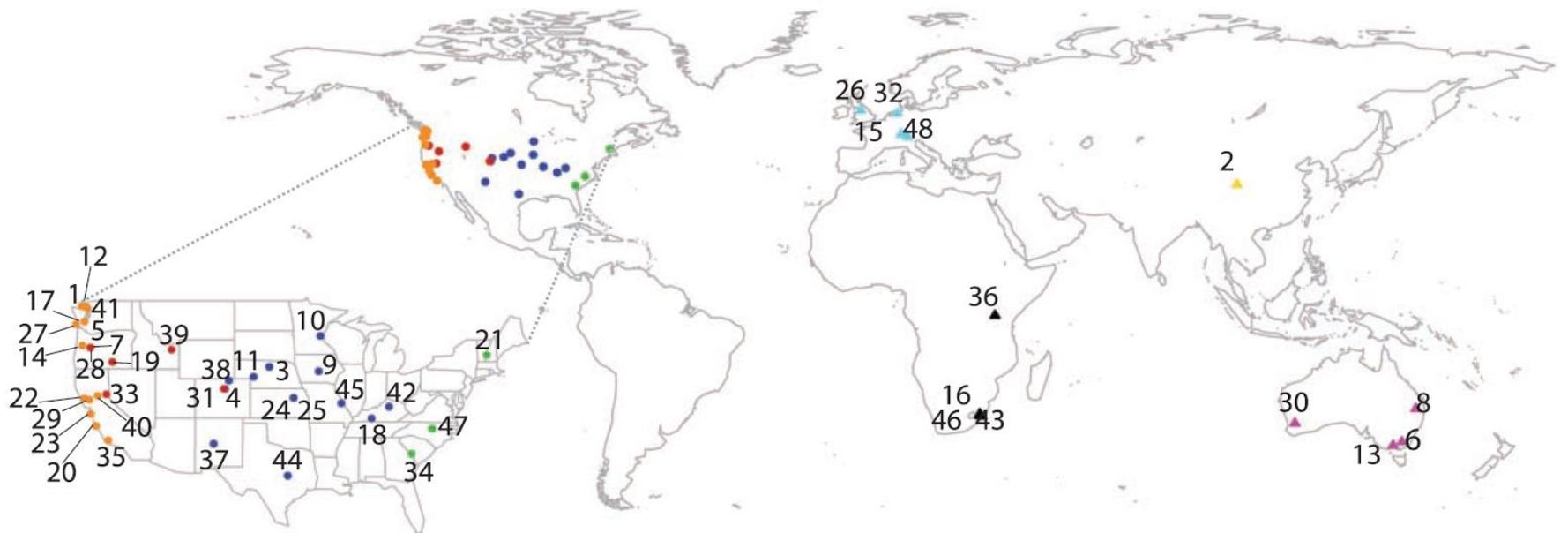
Back to the phenotype...

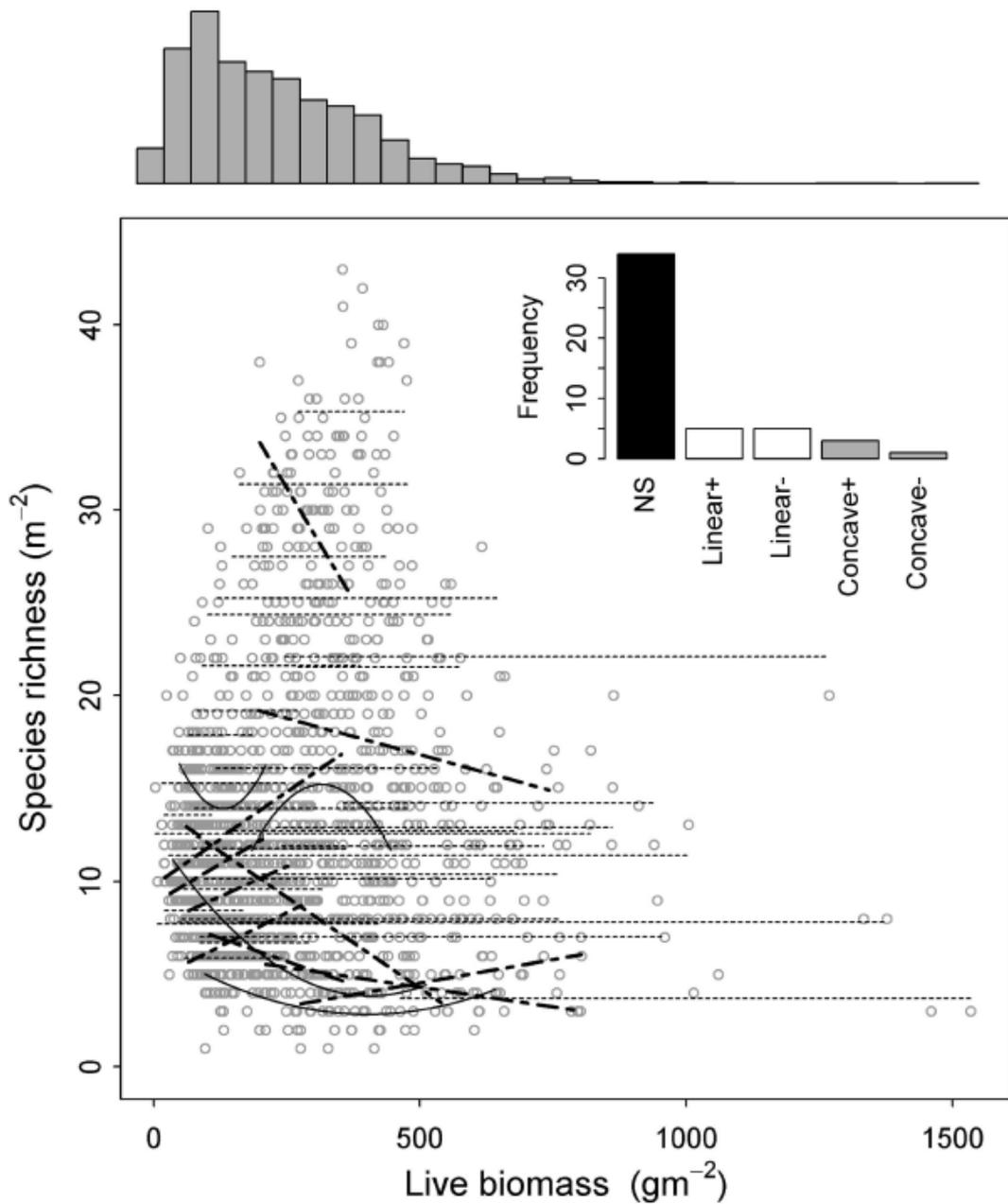


Et dans la nature ?

Productivity Is a Poor Predictor of Plant Species Richness

Peter B. Adler,^{1*} Eric W. Seabloom,² Elizabeth T. Borer,² Helmut Hillebrand,³ Yann Hautier,⁴ Andy Hector,⁴ W. Stanley Harpole,⁵ Lydia R. O'Halloran,⁶ James B. Grace,⁷ T. Michael Anderson,⁸ Jonathan D. Bakker,⁹ Lori A. Biederman,⁵ Cynthia S. Brown,¹⁰ Yvonne M. Buckley,¹¹ Laura B. Calabrese,¹² Cheng-Jin Chu,¹³ Elsa E. Cleland,¹⁴ Scott L. Collins,¹¹ Kathryn L. Cottingham,¹⁵ Michael J. Crawley,¹⁶ Ellen I. Damschen,¹⁷ Kendi F. Davies,¹⁸ Nicole M. DeCrappeo,¹⁹ Philip A. Fay,²⁰ Jennifer Firn,²¹ Paul Frater,⁵ Eve I. Gasarch,¹⁸ Daniel S. Gruner,²² Nicole Hagenah,^{23,24} Janneke Hille Ris Lambers,²⁵ Hope Humphries,¹⁸ Virginia L. Jin,²⁶ Adam D. Kay,²⁷ Kevin P. Kirkman,²³ Julia A. Klein,²⁸ Johannes M. H. Knops,²⁹ Kimberly J. La Pierre,²³ John G. Lambrinos,³⁰ Wei Li,⁵ Andrew S. MacDougall,³¹ Rebecca L. McCulley,³² Brett A. Melbourne,¹⁸ Charles E. Mitchell,³³ Joslin L. Moore,³⁴ John W. Morgan,³⁵ Brent Mortensen,⁵ John L. Orrock,¹⁷ Suzanne M. Prober,³⁶ David A. Pyke,¹⁹ Anita C. Risch,³⁷ Martin Schuetz,³⁷ Melinda D. Smith,²⁴ Carly J. Stevens,^{38,39} Lauren L. Sullivan,⁵ Gang Wang,¹³ Peter D. Wragg,² Justin P. Wright,⁴⁰ Louie H. Yang⁴¹



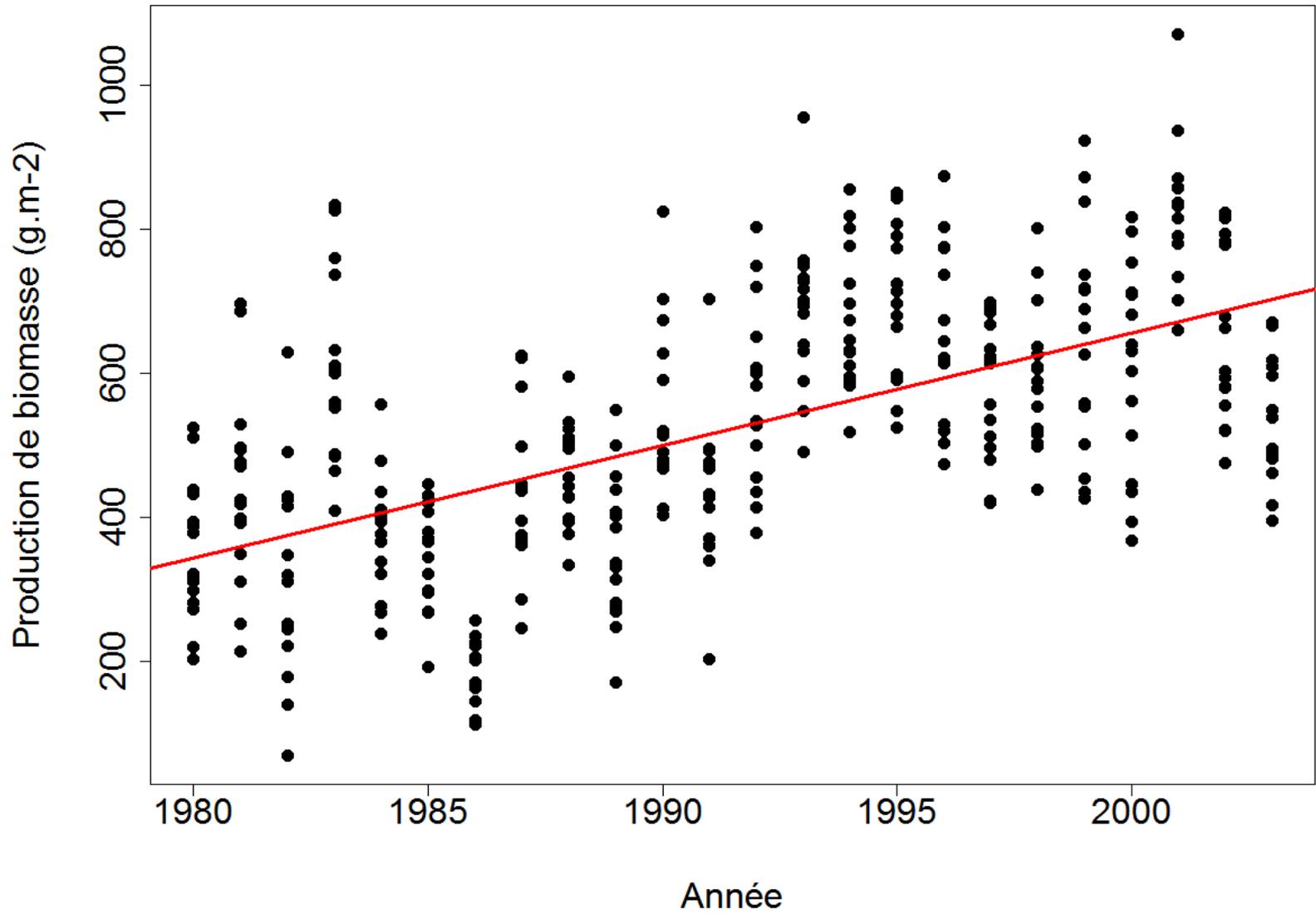


Ferme expérimentale de l'INRA, La Fage, Larzac



16 parcelles x 24 ans

Ferme expérimentale de l'INRA, La Fage, Larzac



Ferme expérimentale de l'INRA, La Fage, Larzac



Ferme expérimentale de l'INRA, La Fage, Larzac

