

Les mécanismes physiologiques sous-tendant l'impact de la diversité végétale sur la productivité de l'écosystème

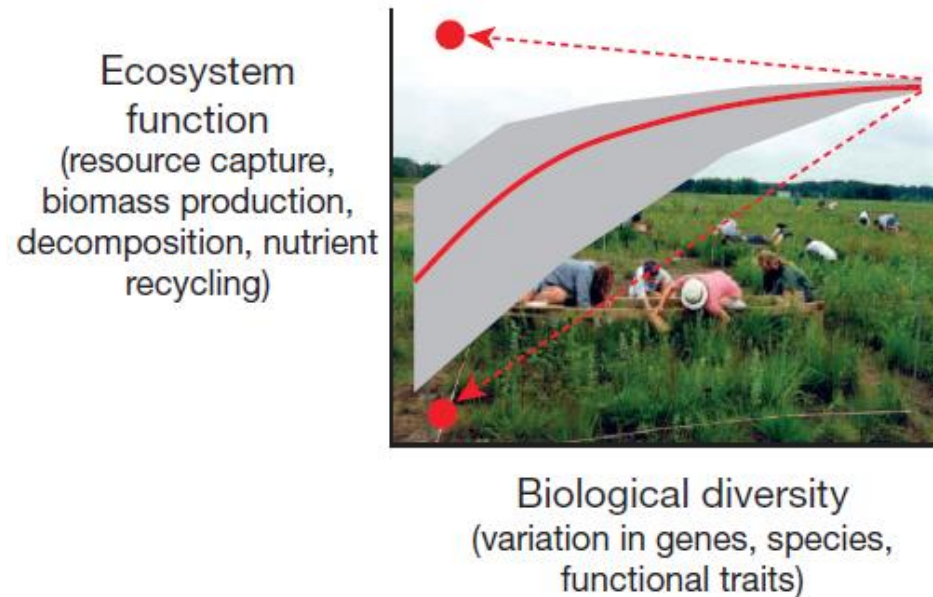


Alexandru Milcu (CNRS Ecotron & CEFE)

Co-auteurs: Christiane Roscher, Dörte Bachmann, Werner Eugster, Annette Gockele, Marcus Guderle, Markus Lange, Damien Landais, Oliver Ravel, Clement Piel, Sebastien Devidal, Arthur Geßler, Nina Buchmann, Gerd Gleixner, Anke Hildebrandt & Jacques Roy

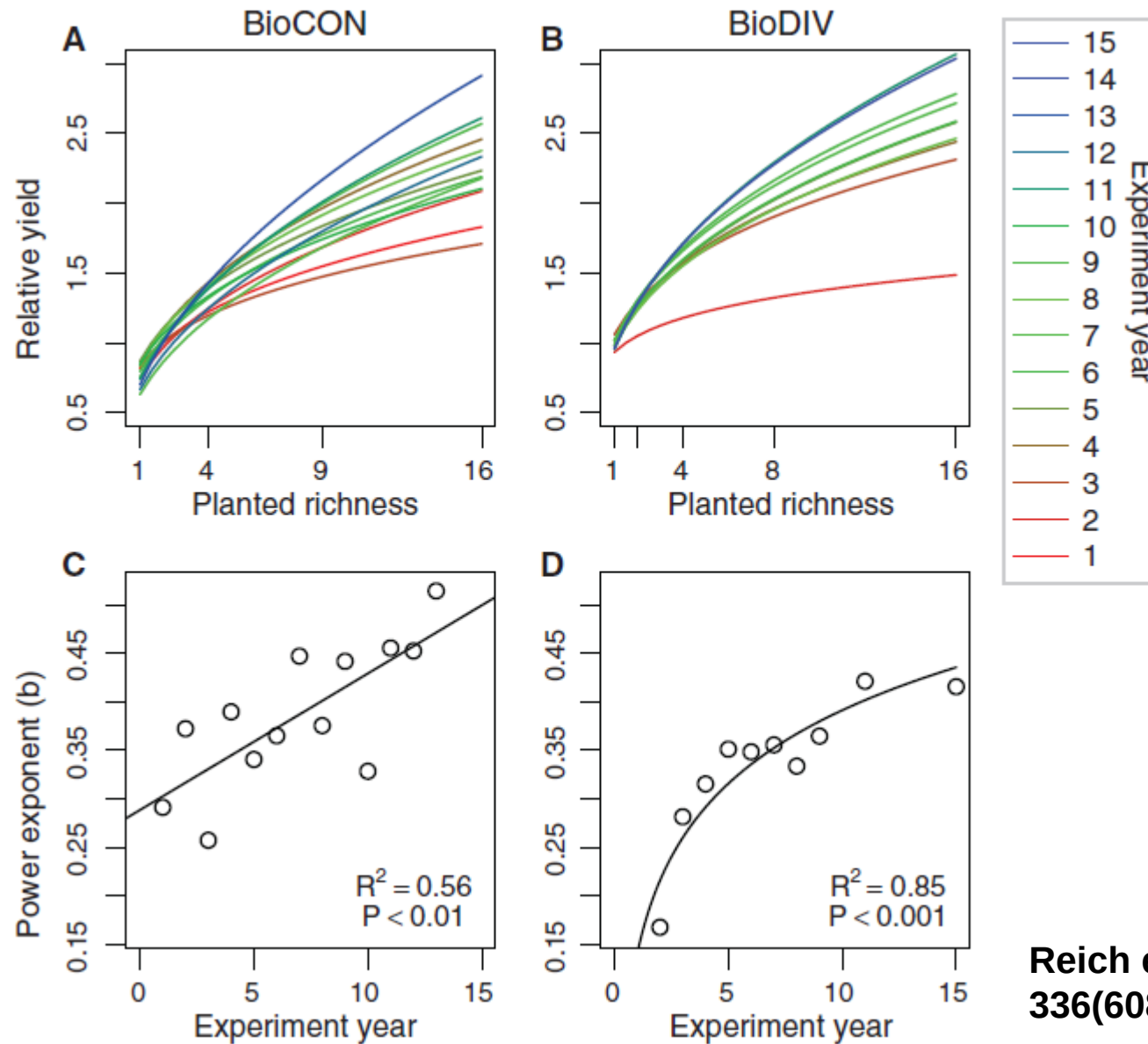
L'état de l'art: Émergence d'un consensus sur l'effet !!

“La perte de biodiversité réduit l'efficacité par lequel les communautés écologiques capturent ressources biologiques essentielles, ...” Cardinale et al 2012 (Nature)



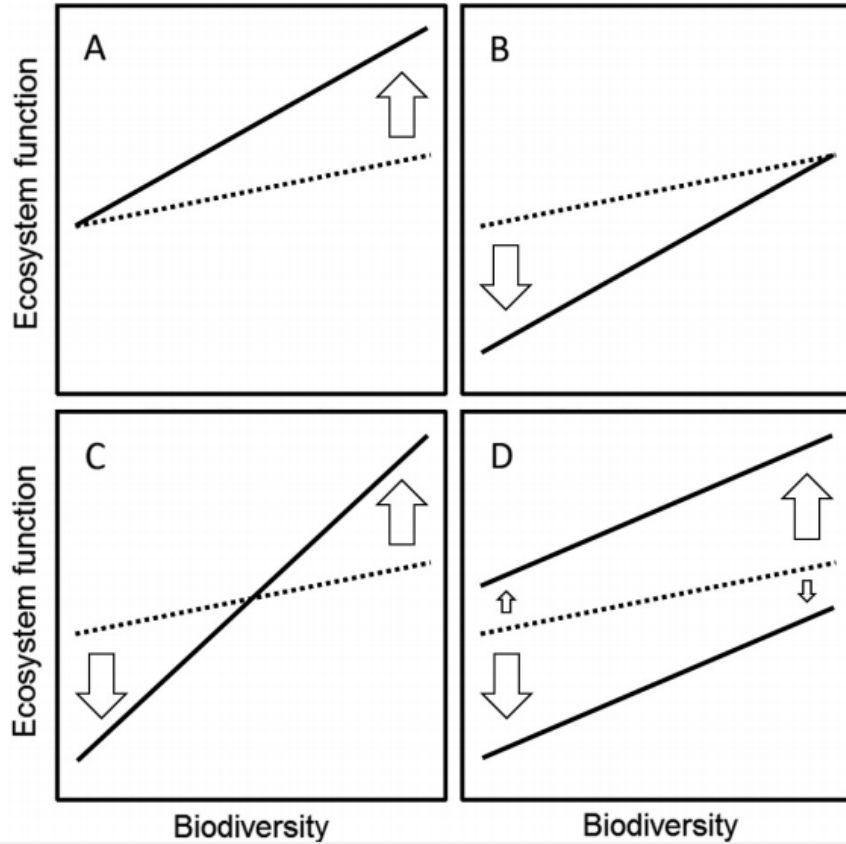
Pas de consensus sur les mécanismes & leur importance relative !
(complémentarité de niche, facilitation, effet de l'échantillonnage, les fluctuations asynchrone de populations, effets dépendants de la densité)

Effets en temps décalé

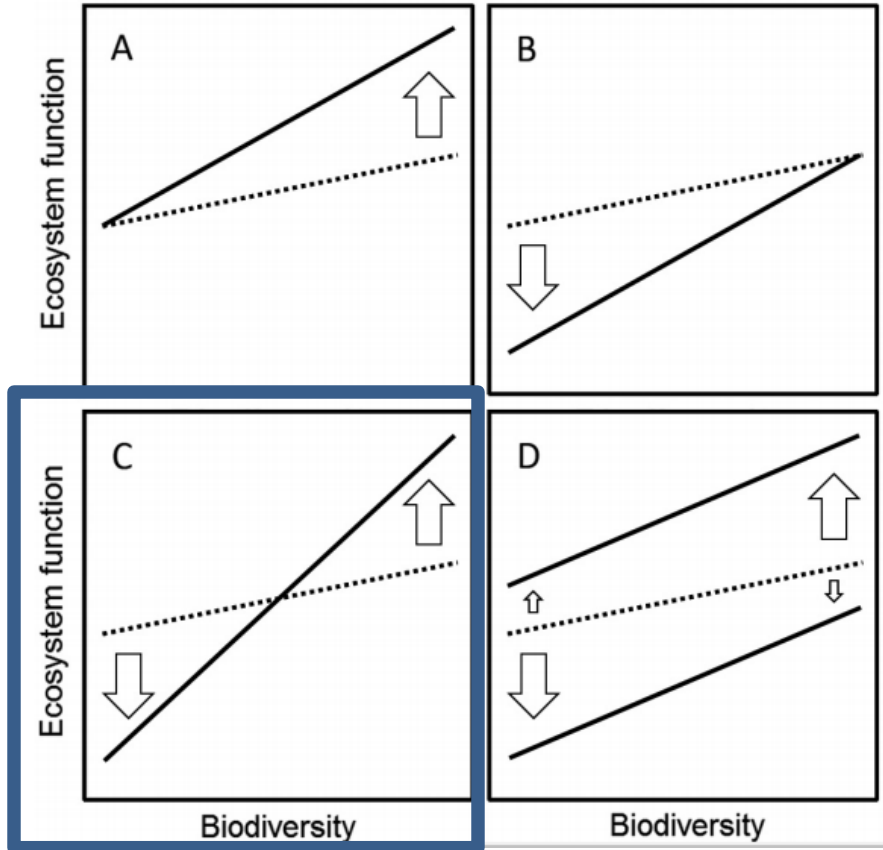


Reich et al. 2012, Science:
336(6081):589-592.

Augmenter à une grande diversité ou de réduire à une faible diversité



Augmenter à une grande diversité ou réduire à une faible diversité ?



esa

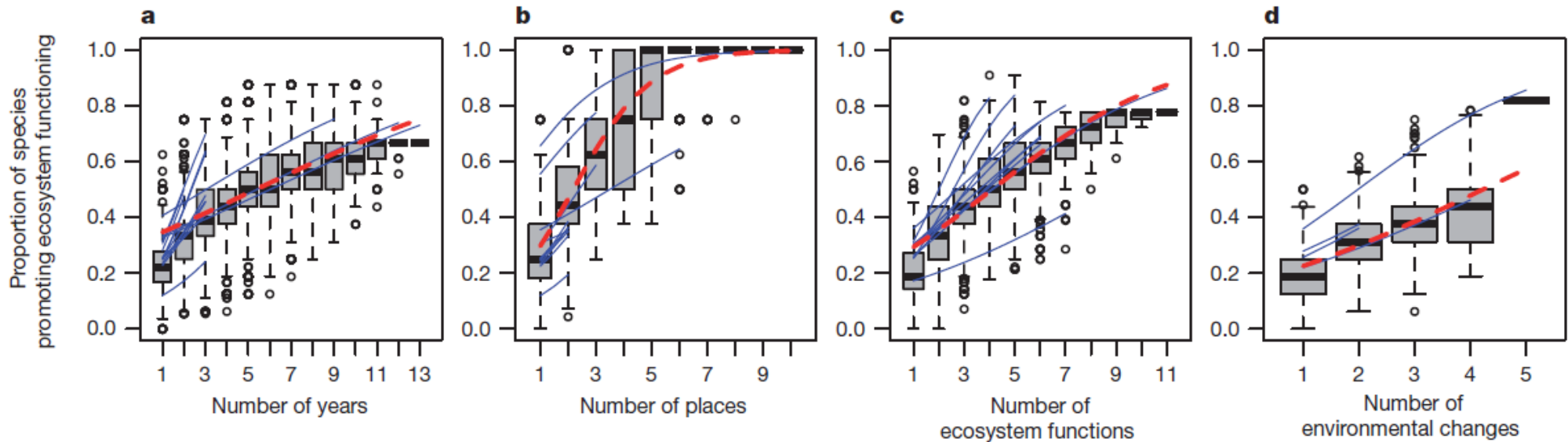
ECOSPHERE

Effects of biodiversity strengthen over time as ecosystem functioning declines at low and increases at high biodiversity

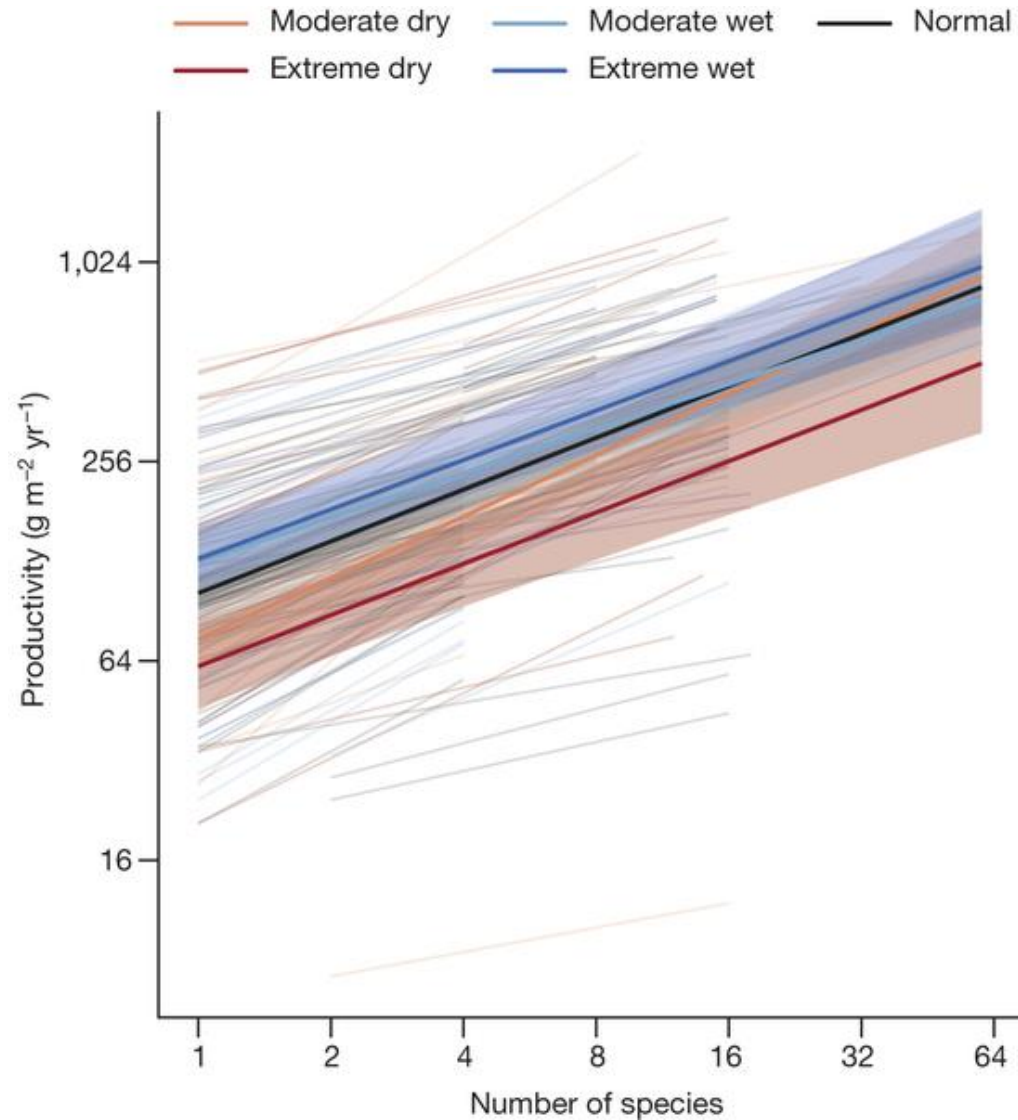
SEBASTIAN T. MEYER,^{1,†} ANNE EBELING,² NICO EISENHAEUER,^{3,4} LIONEL HERTZOG,¹ HELMUT HILLEBRAND,⁵
ALEXANDRU MILCU,^{6,7} SVEN POMPE,^{1,2} MAIKE ABBAS,⁵ HOLGER BESSLER,⁸ NINA BUCHMANN,⁹
ENRICA DE LUCA,¹⁰ CHRISTOF ENGELS,⁸ MARKUS FISCHER,¹¹ GERD GLEIXNER,¹² ANIKA HUDEWENZ,¹³

Multifonctionnalité

Isbell et al. 2011, Nature:
477(7363):199-202.



La biodiversité augmente la résistance de la productivité des écosystèmes aux climats extrêmes



Isbell et al. 2015, Nature

Le project Jena – Ecotron

Pas de consensus sur les mécanismes

- L'objectif du projet était de profiter de deux installations uniques pour combler les lacunes de connaissances concernant le rôle de la diversité végétale pour les mécanismes physiologiques qui sous-tendent les cycles biogéochimiques.

Expérience de la biodiversité à long terme Ecotron de Montpellier

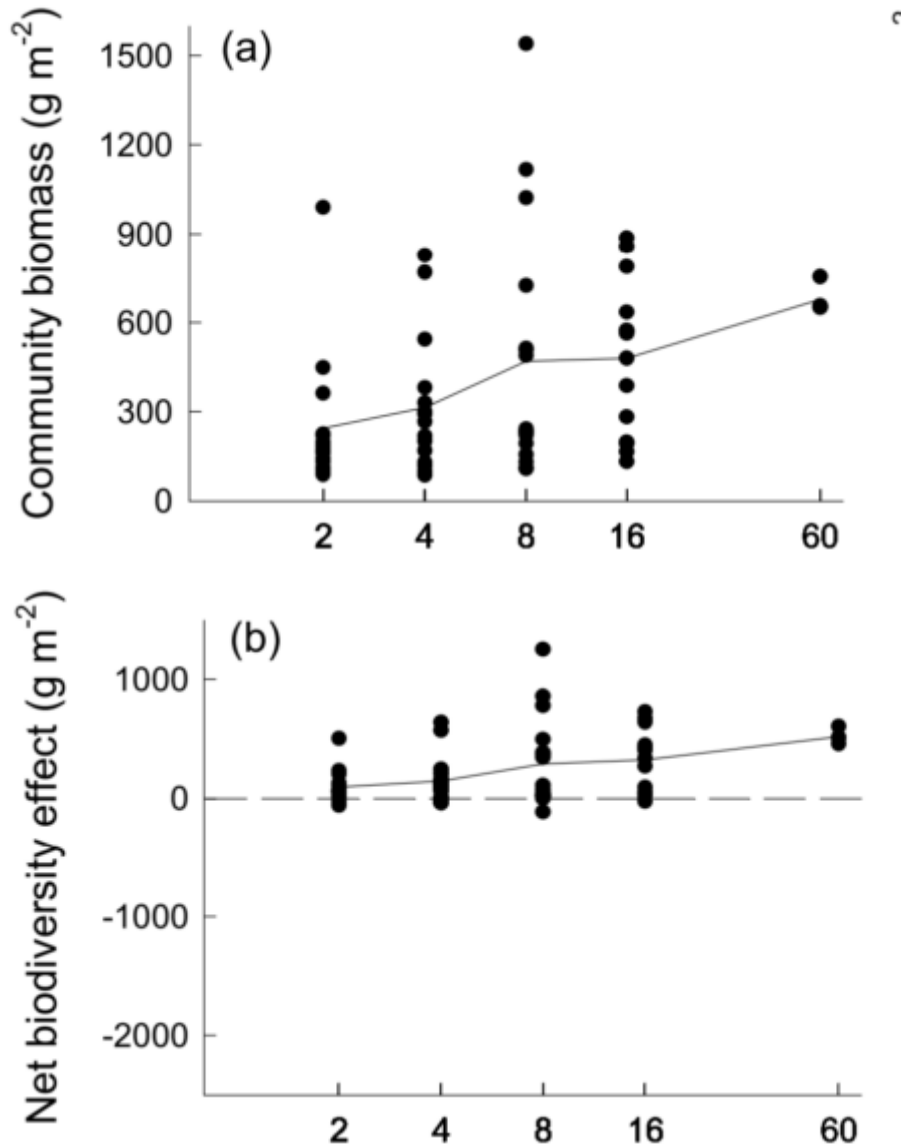


Subventionné par la DFG (l'équivalent allemand de l'ANR)

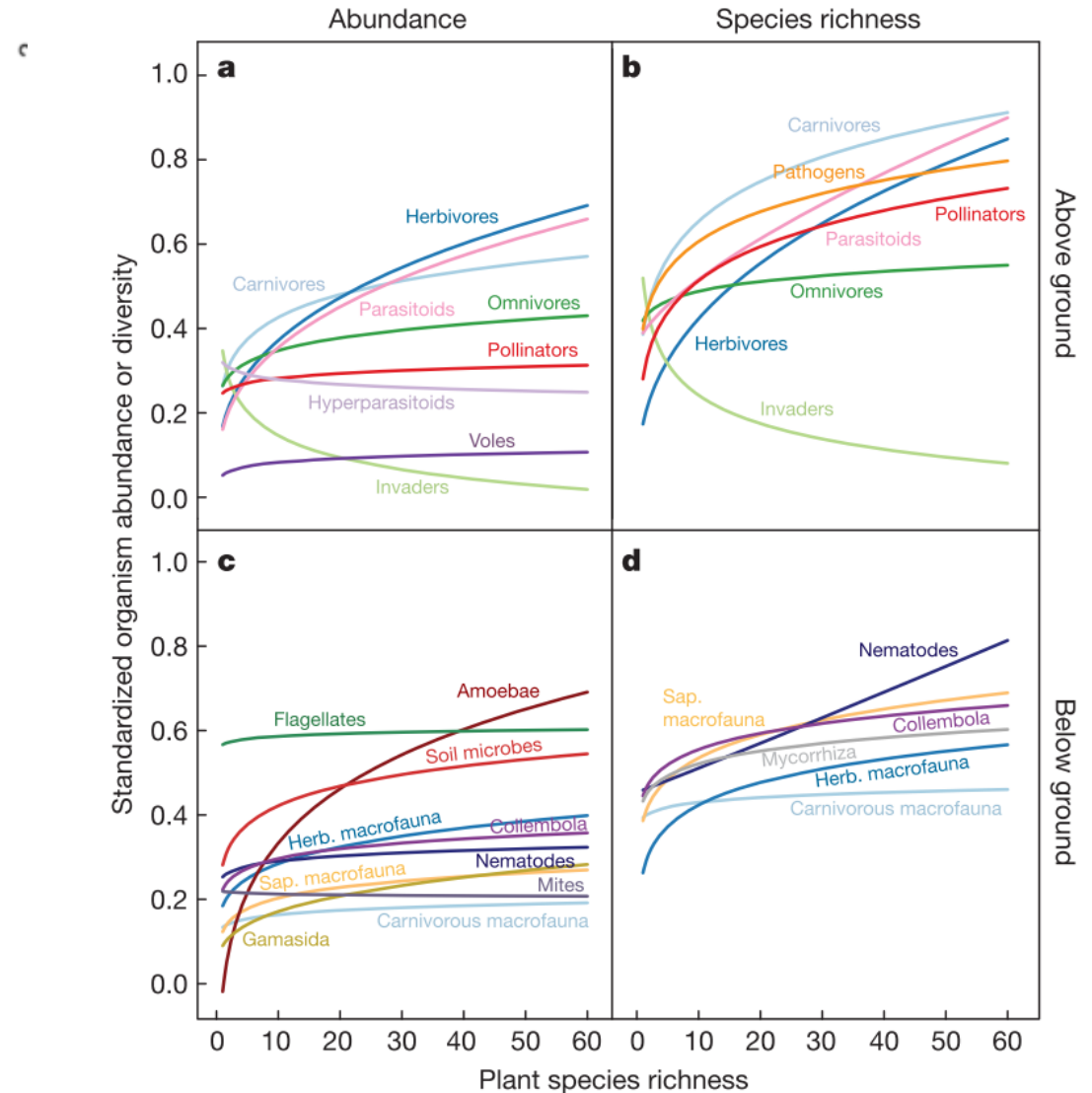
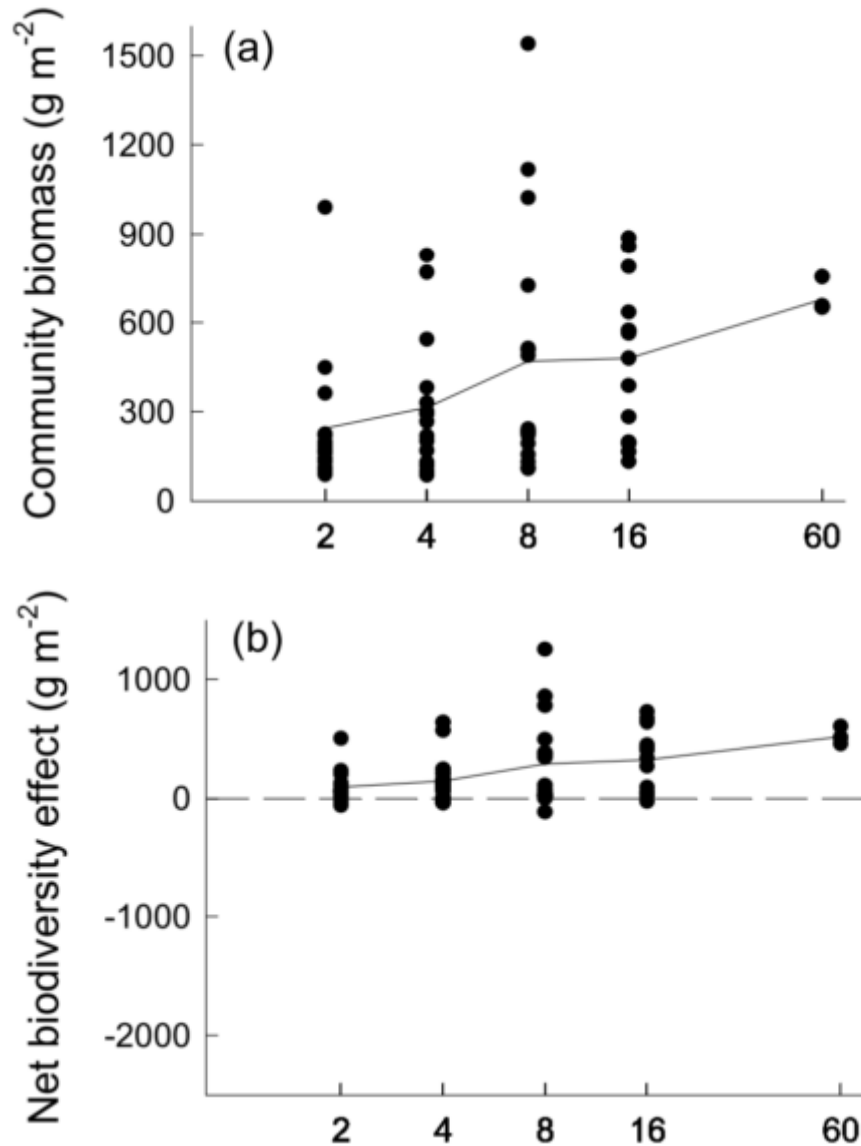


- En cours depuis 2002
- Grandes parcelles (20 x 20m)

Les effets de la diversité des plantes dans l'expérience de Jena

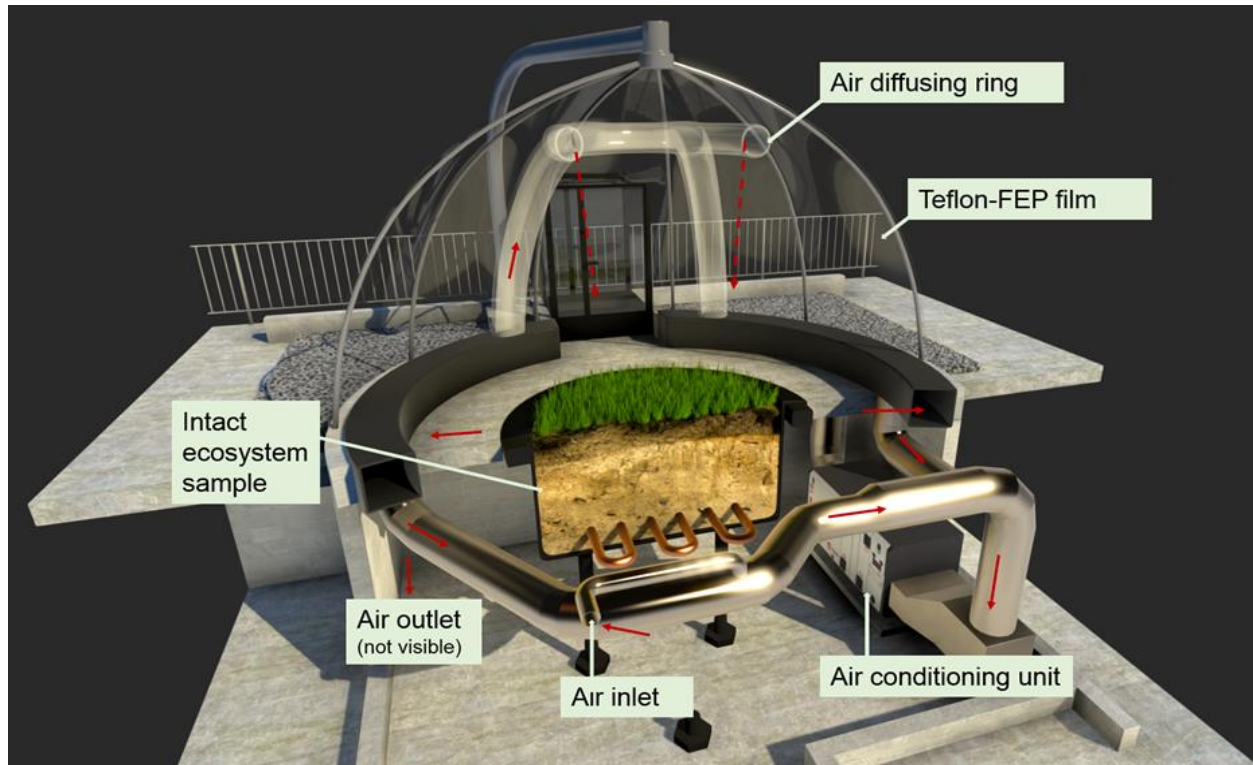


Les effets de la diversité des plantes dans l'expérience de Jena



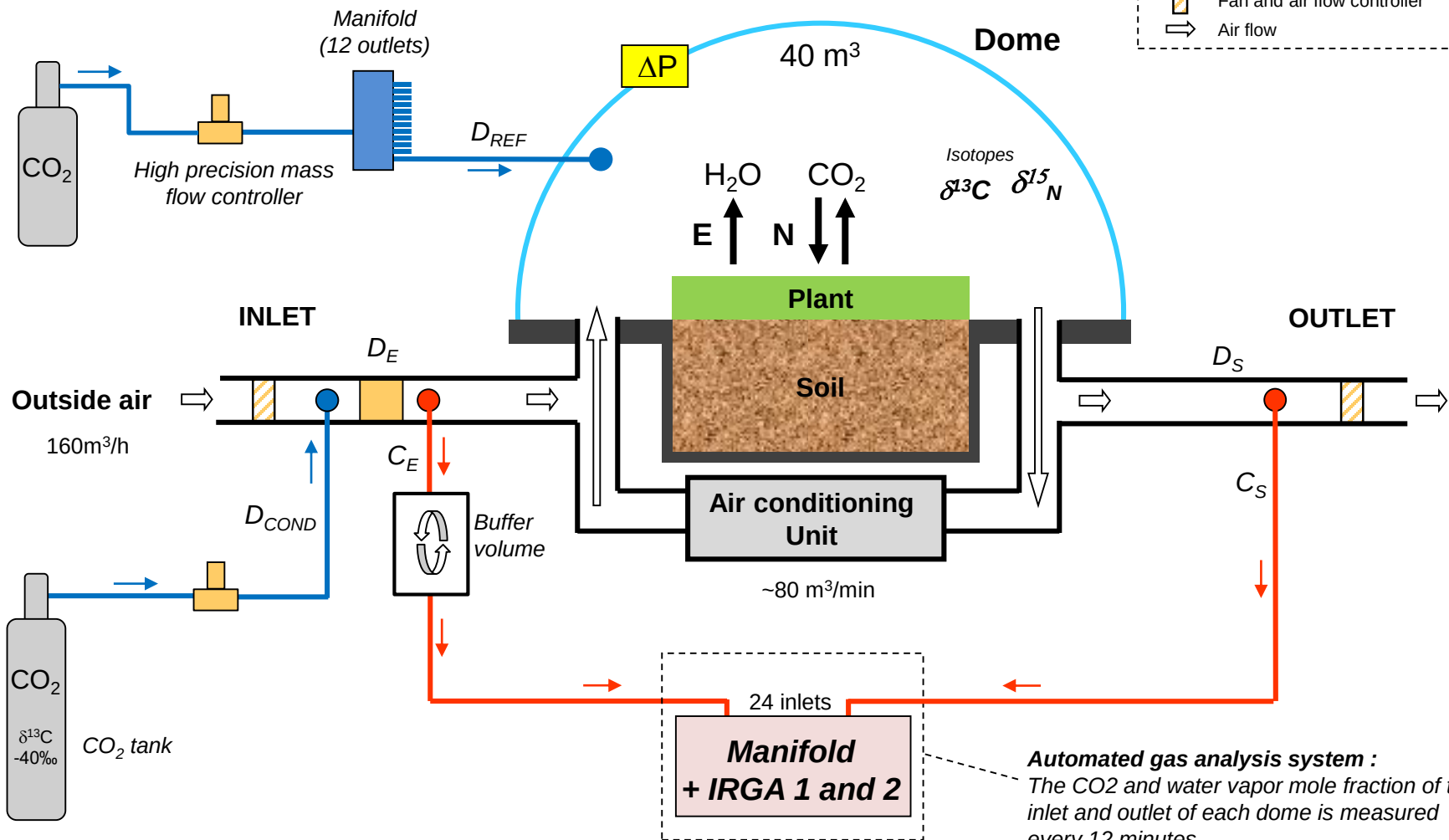
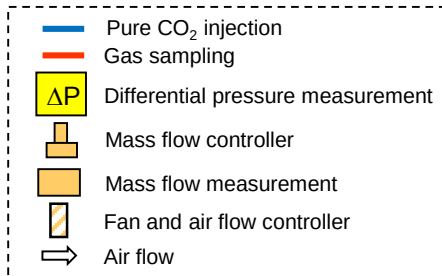
Scherber et al. 2010, Nature 468 (7323), 553-556.

Plateforme Macrocosmes



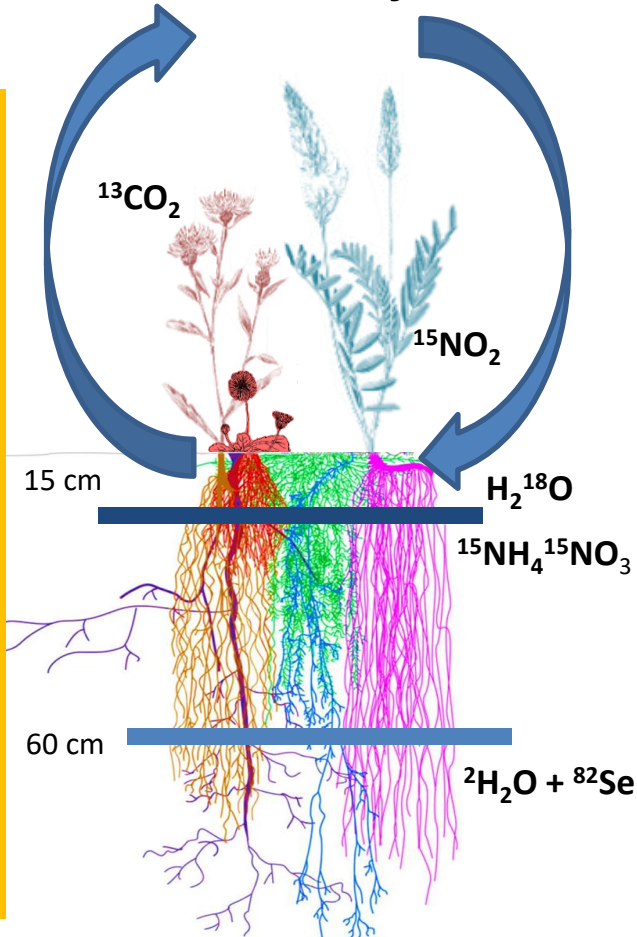
- Conçu pour des mesures automatiques de l'échelle de l'écosystème des flux de CO₂ (NEE, Reco, NPP), N₂O & CH₄ ainsi que de l'évapotranspiration (ET)
- Permet le marquage et les mesures automatiques de multiples traceurs isotopiques (¹³CO₂ & ¹⁵N₂O)

Mesures de CO₂



Approches multiples - équipes multiples

Flux de CO_2 and H_2O au niveau de l'écosystème



Plusieurs traceurs isotopiques

■ Complémentarité et traits de plante

(Christiane Roshcher & Arthur Gessler)

■ Complémentarité de l'utilisation de l'azote

(Yvonne Oelman & Wolfgang Wilke)

■ Traits de plantes souterraines

(Anette Gloeckle)

■ Complémentaire de l'eau

(Dorte Bachman & Nina Buchman)

■ Faune du sol (Tanja Strecker & Stefan Scheu)

■ Microorganismes du sol (Marcus Lange, Perla Melado and Gerd Gleixner)

■ Hydrologie (Anke Hildebrand, Markus Guderle, Christiane Fischer)

■ Flux de CO_2 et d'eau au niveau de l'écosystème + Coordination (The Ecotron team)



Sélection de parcelles et l'extraction de monolithes

- Parcelles avec la richesse en espèces végétales de 4 et 16 espèces ($n = 6$)
- Excavé en novembre 2011 (lysimètre surface 2 m², profondeur 2 m, poids ~ 8 t)



Transport et installation



March 2012

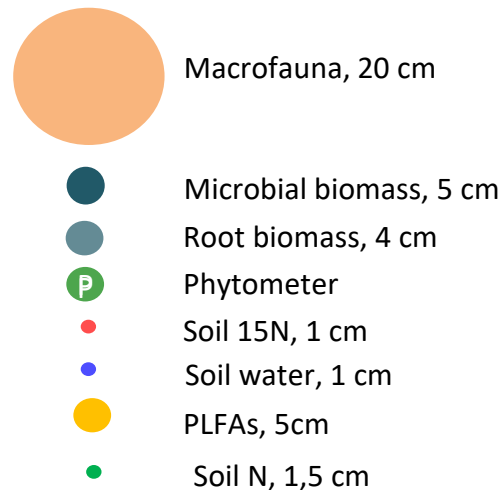


Transport et installation

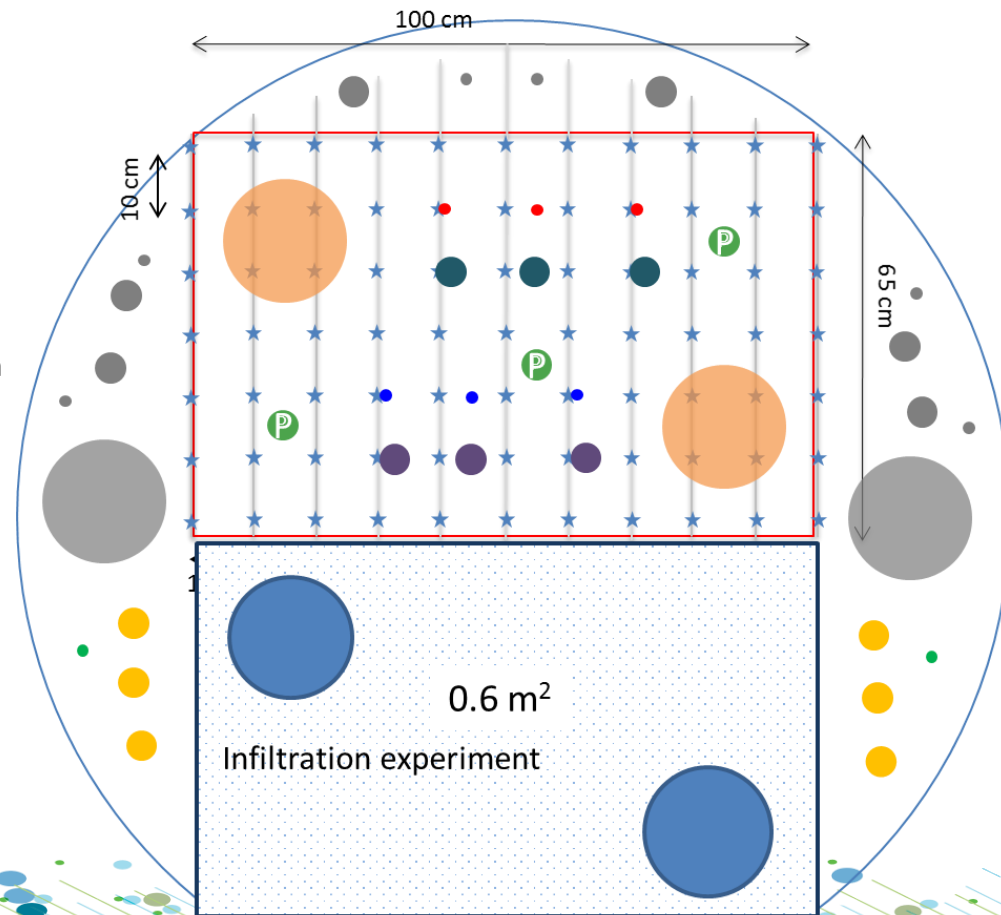


Montage expérimental

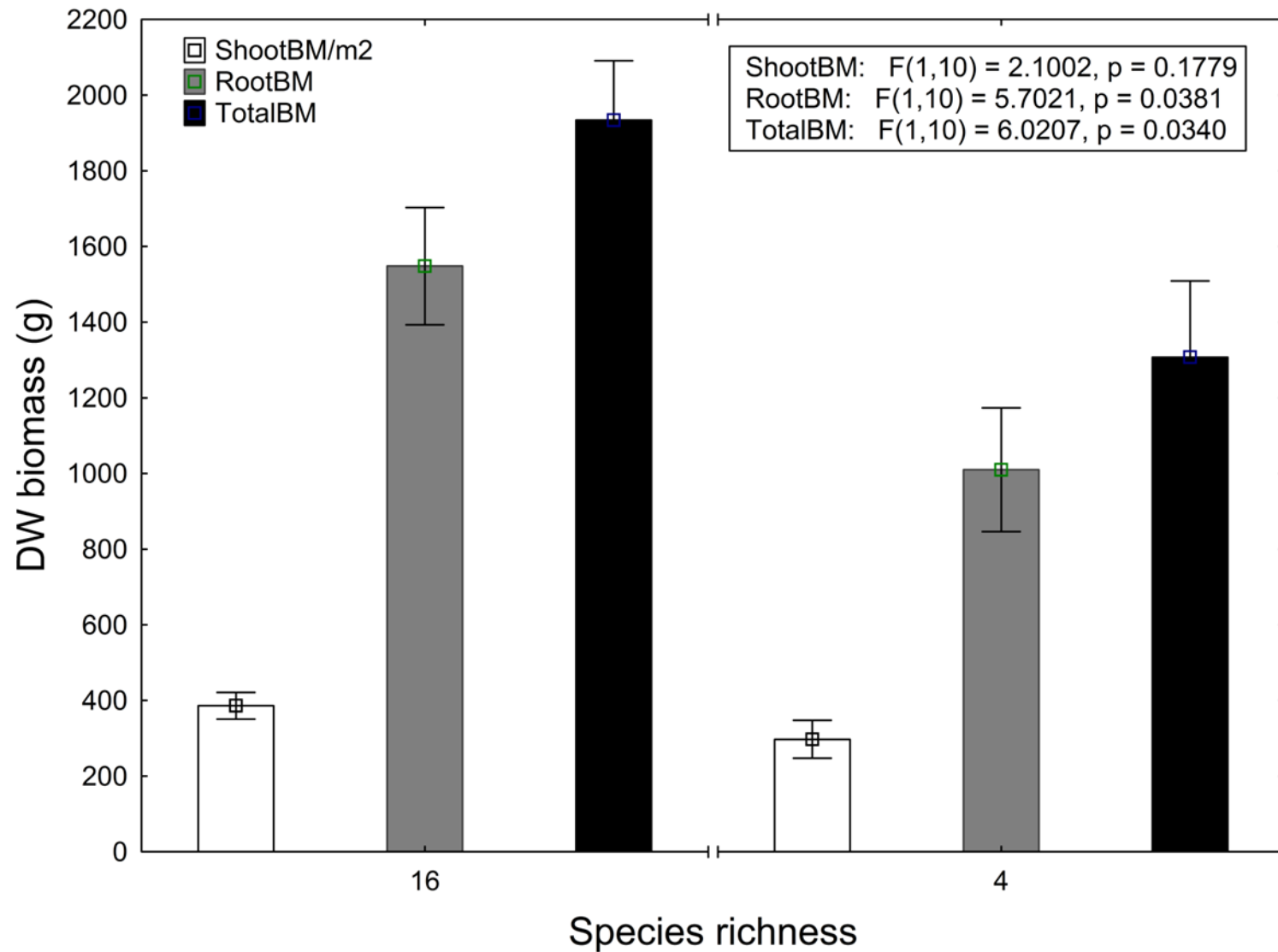
- Installé dans l'Ecotron au début de mars
- Simuler les conditions climatiques de Jena, Allemagne
- Désherbage en permanence fait chaque deux semaines
- Récolte destructrice à la fin de juillet



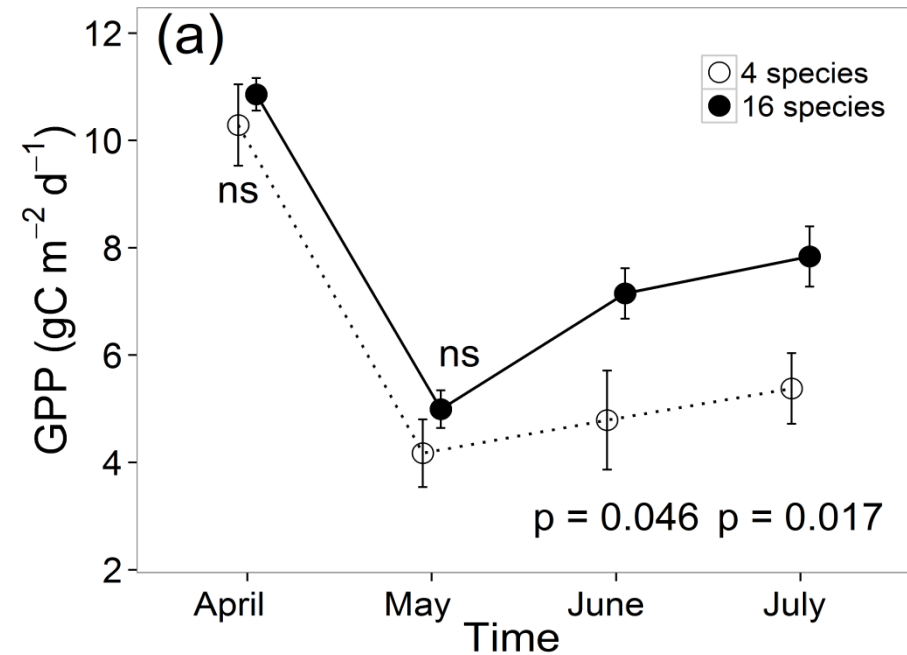
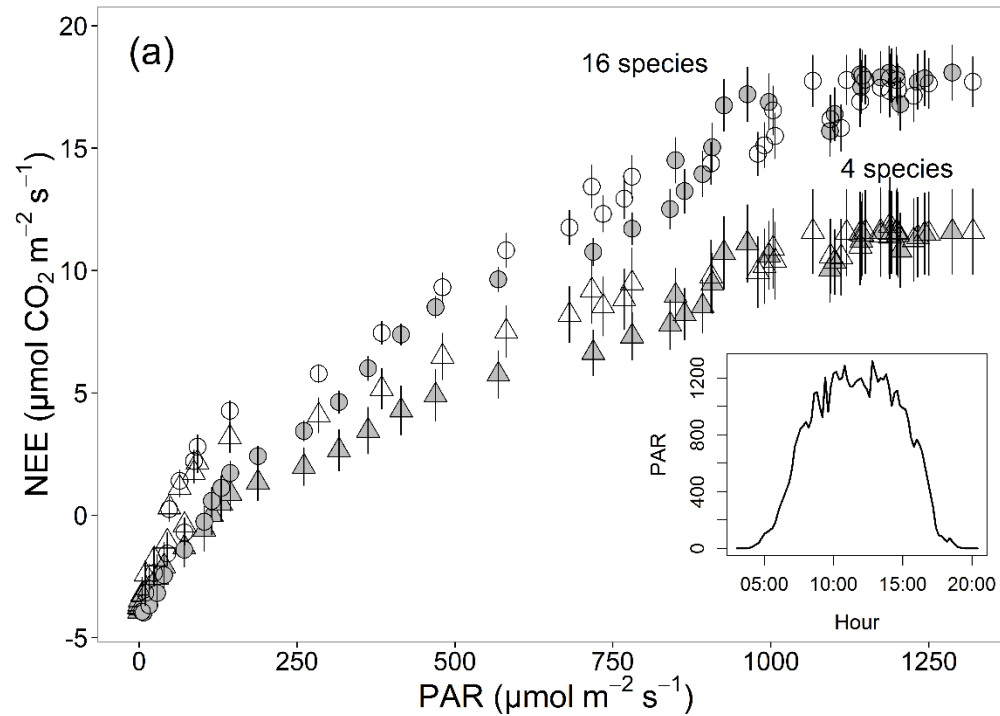
Plan d'échantillonnage



Quelques résultats clés

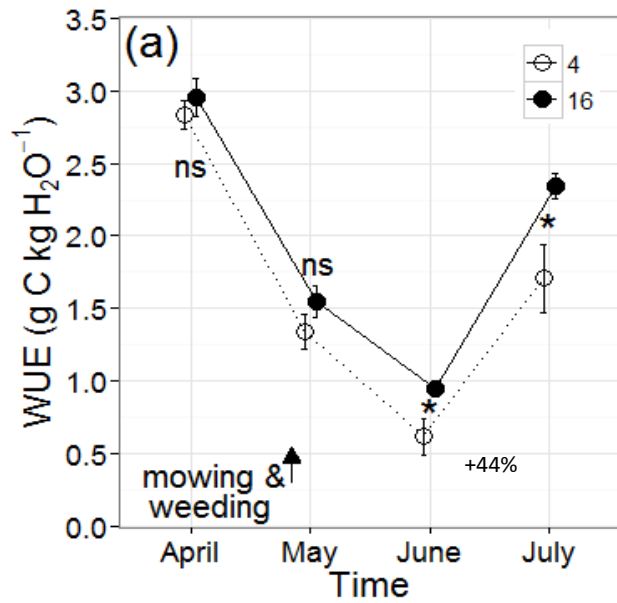


La richesse en espèces a augmenté la fixation de C



- Milcu et al. 2014 – Ecology Letters

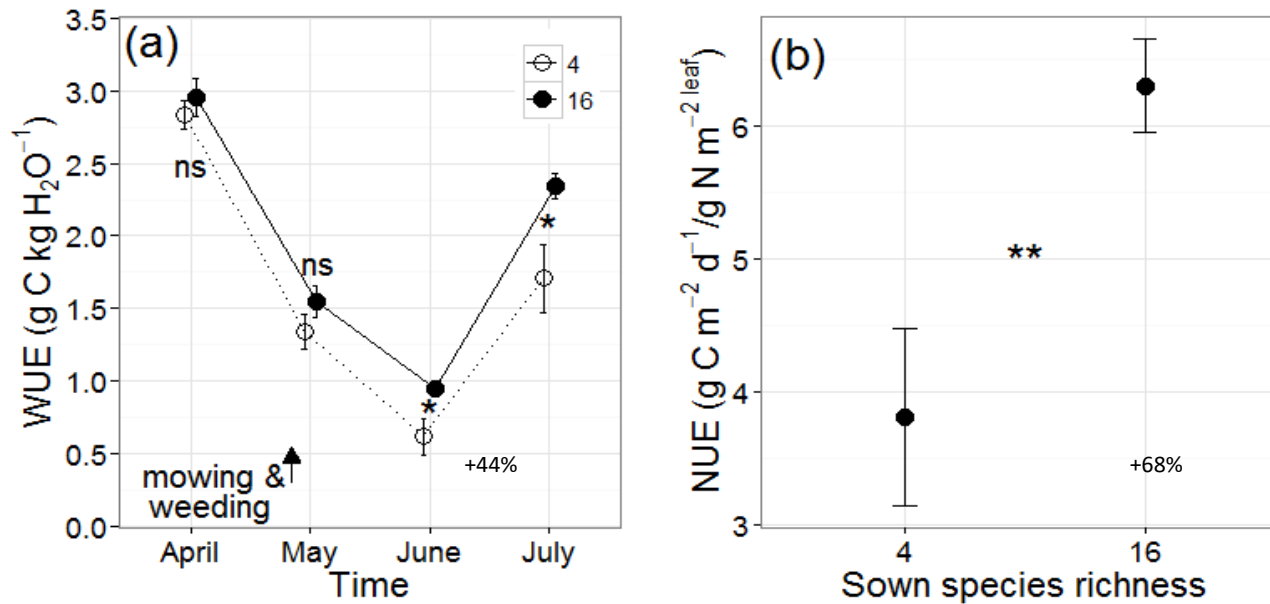
Mesures de l'efficacité de l'utilisation des ressources



➤ Efficacité d'utilisation de l'eau (WUE) - g C gagnés per Kg H₂O perdu

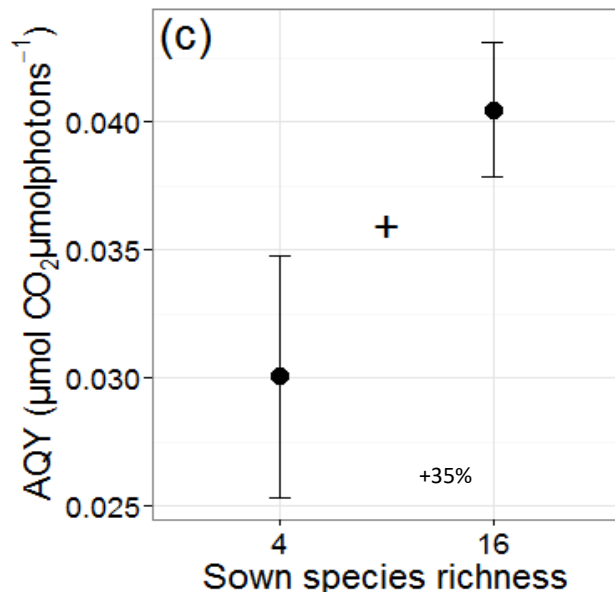
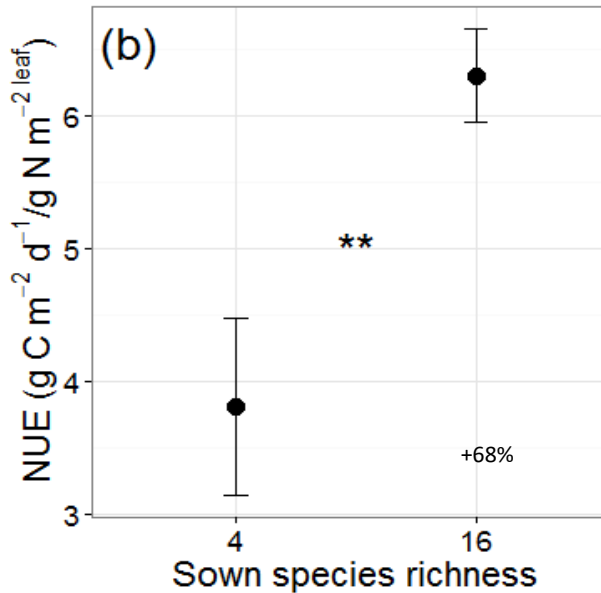
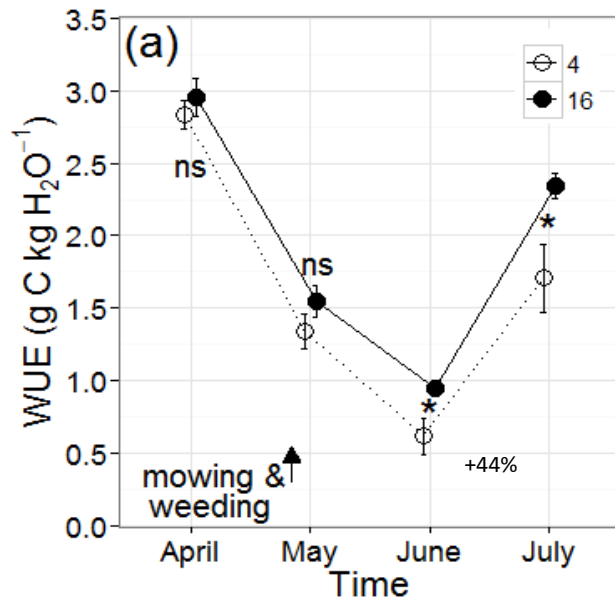
+35%

Mesures de l'efficacité de l'utilisation des ressources



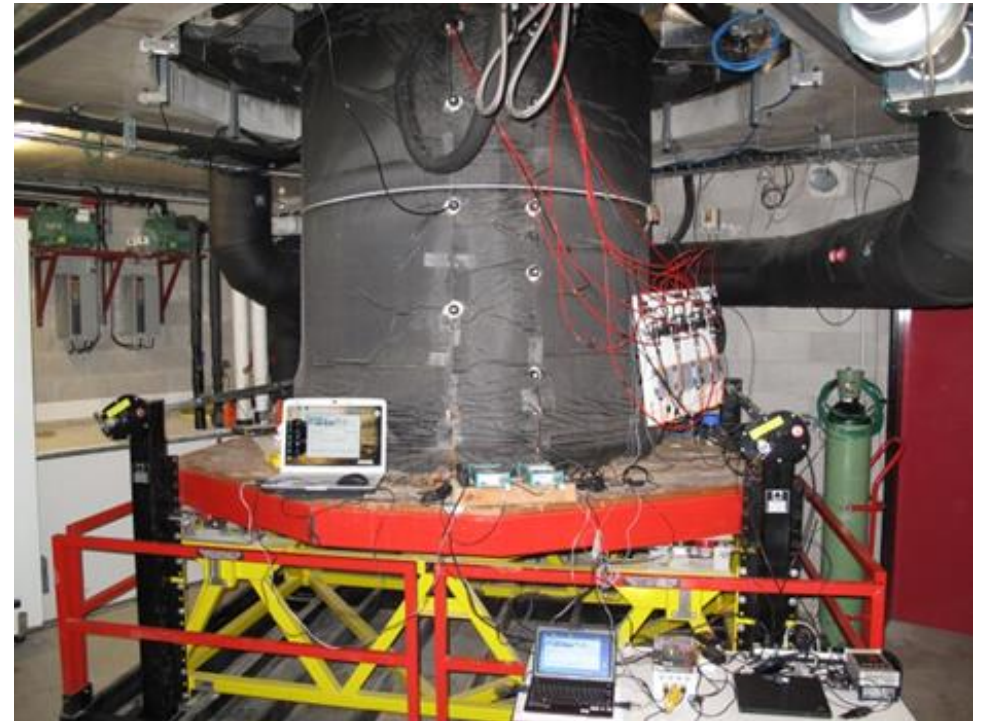
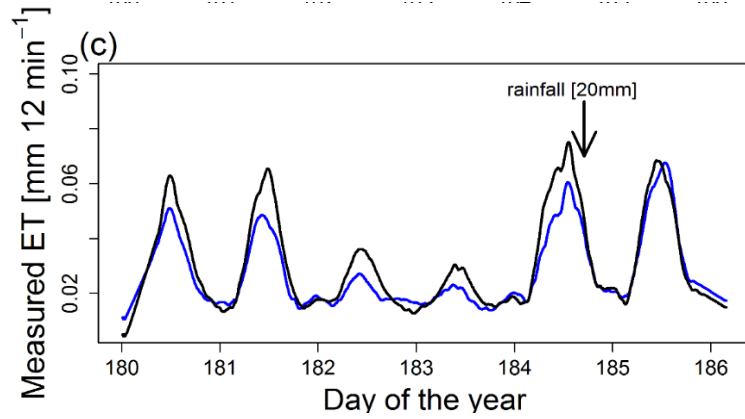
- Efficacité d'utilisation de l'eau (WUE) - g C gagnés per Kg H_2O perdu
- Efficacité de l'utilisation de l'azote (NUE) - g C gagnés par teneur en azote par surface foliaire

Mesures de l'efficacité de l'utilisation des ressources



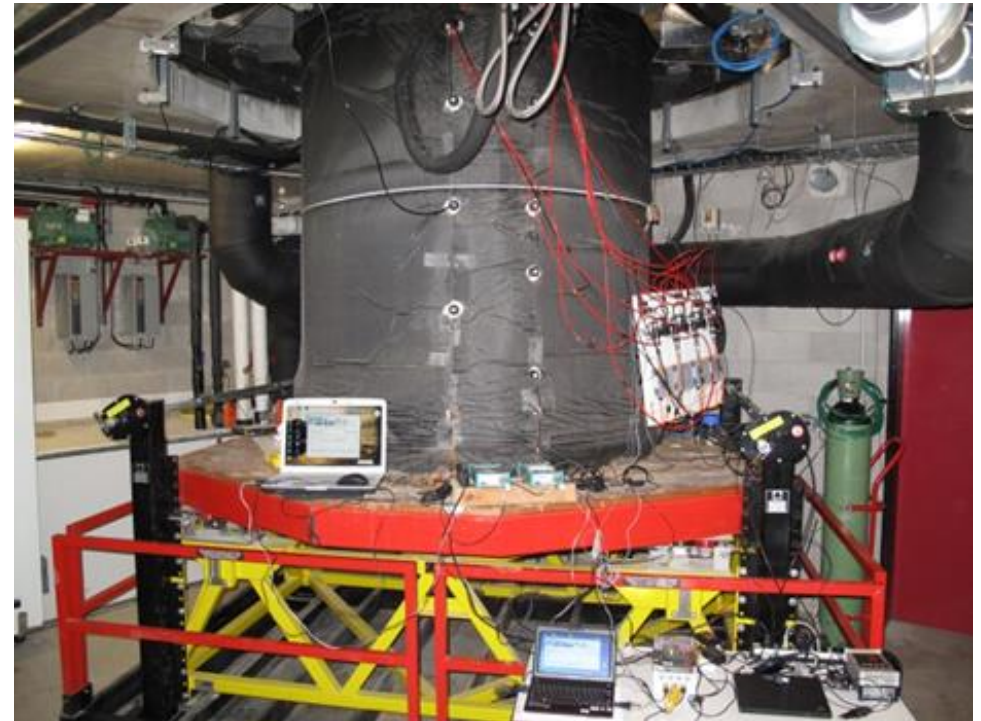
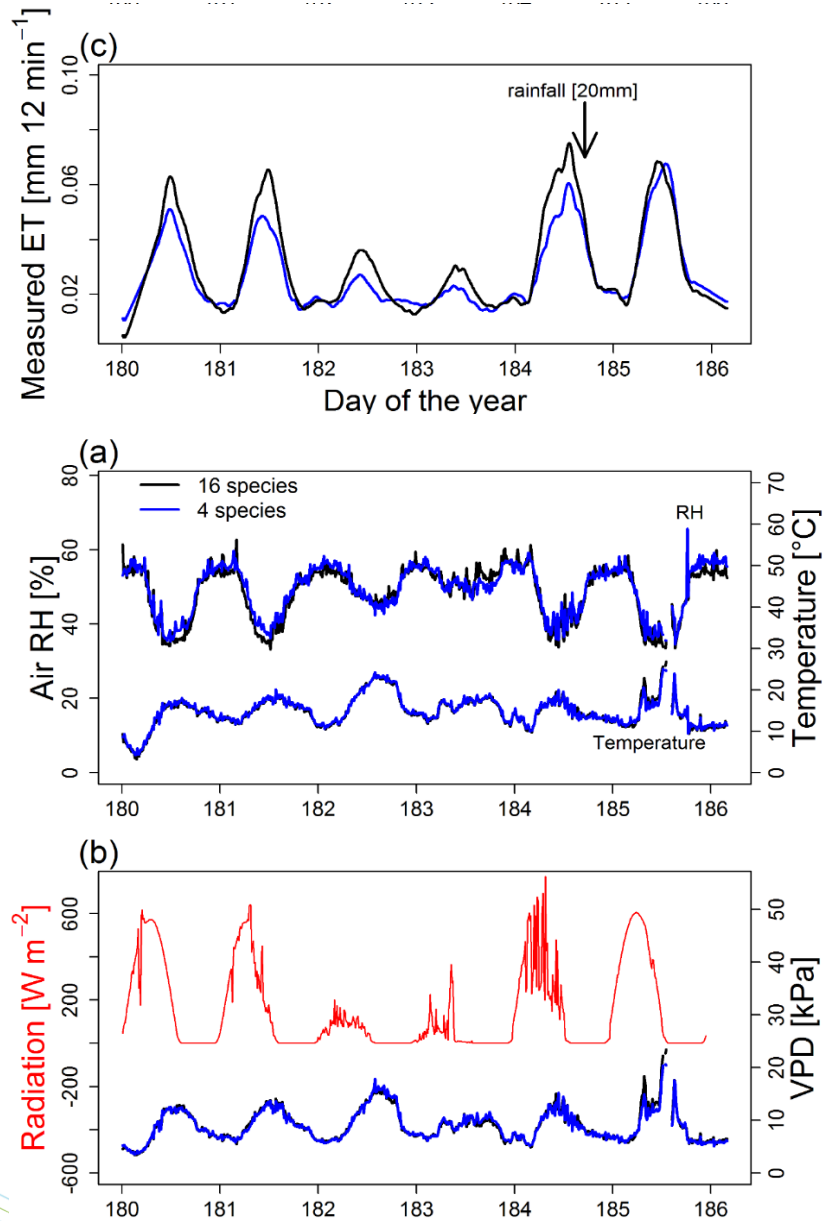
- Efficacité d'utilisation de l'eau (WUE) - g C gagnés per Kg H_2O perdu
- Efficacité de l'utilisation de l'azote (NUE) - g C gagnés par teneur en azote par surface foliaire
- Efficacité de l'utilisation de la lumière (AQY)- g C gagnés per intensité de flux de lumière

Flux de vapeur d'eau plus élevés



Lysimètre

Flux de vapeur d'eau plus élevés

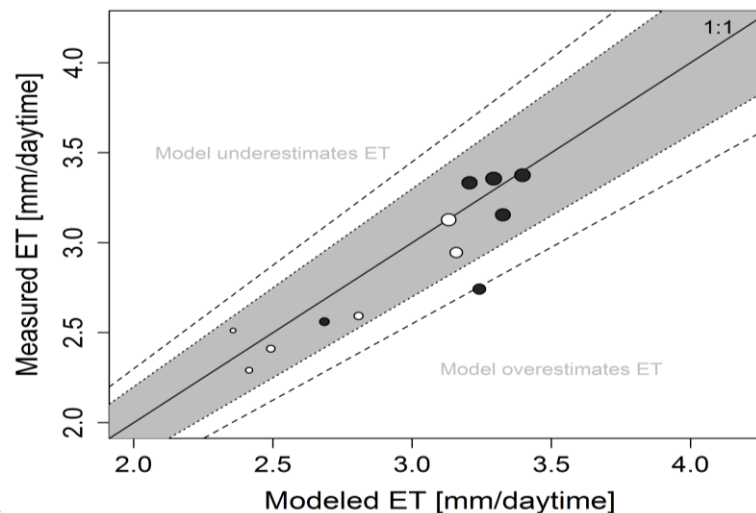
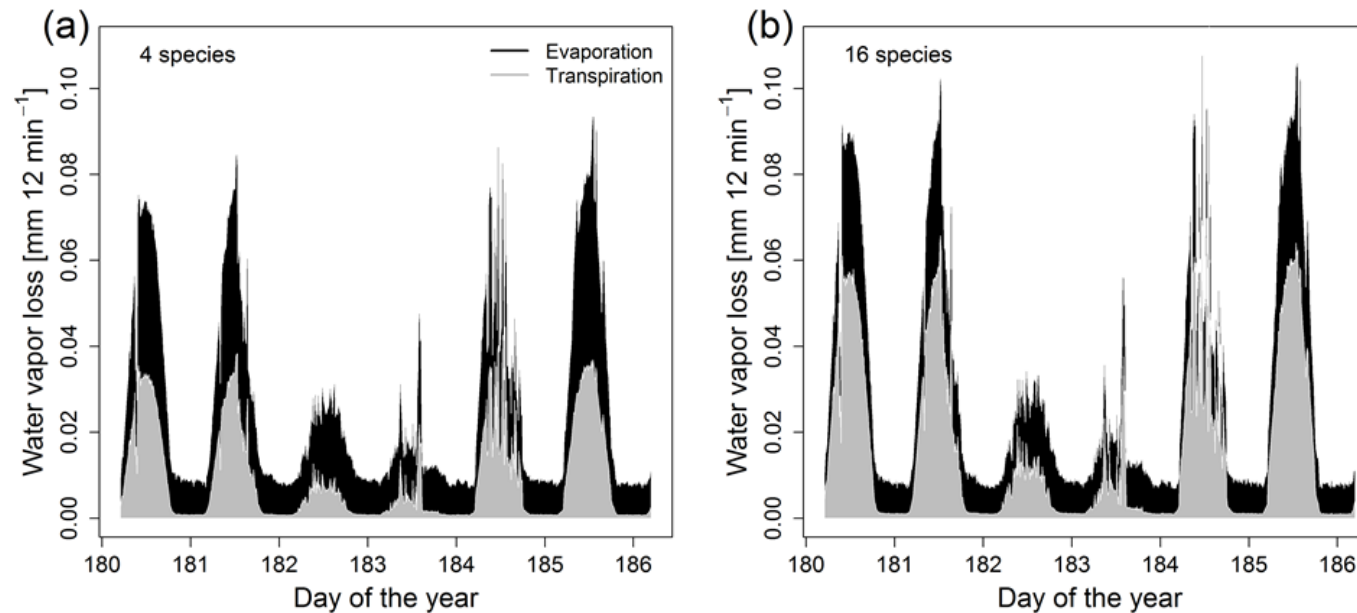


Lysimètre

Augmentation des flux de vapeur d'eau liées à la productivité



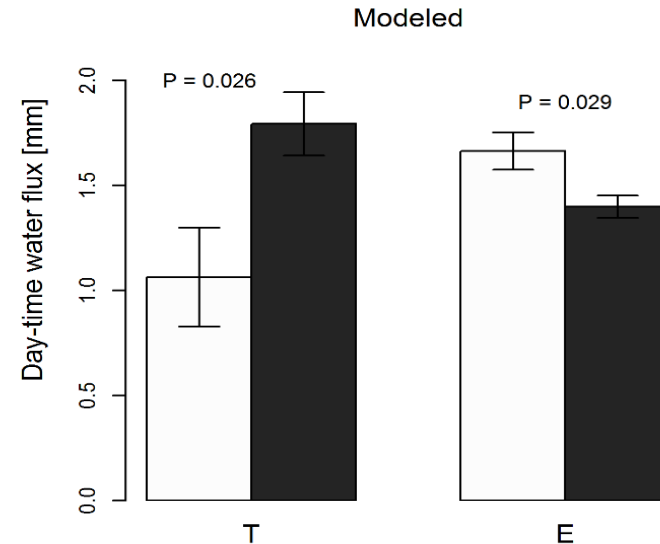
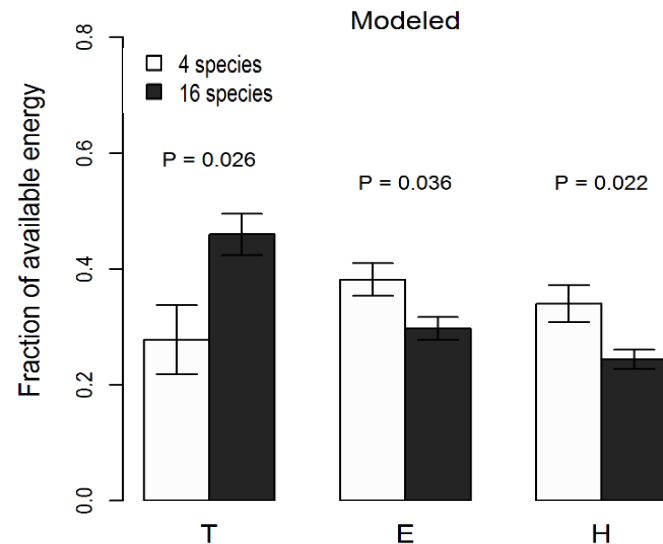
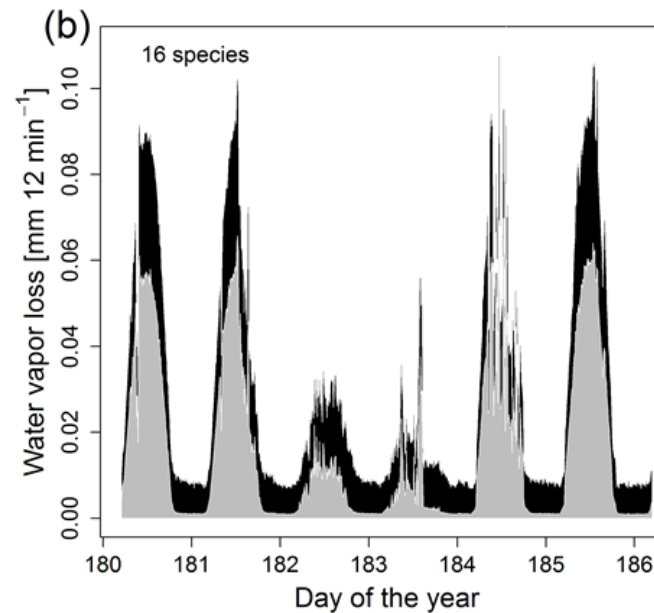
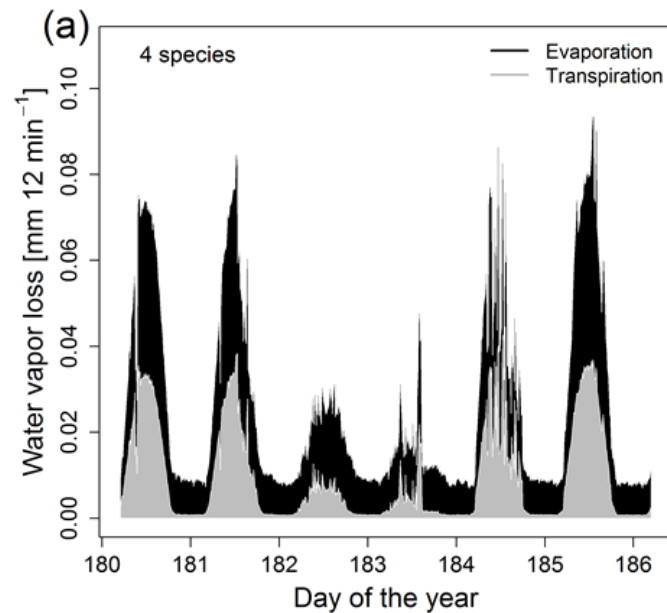
Werner Eugster (ETH)
Shuttleworth and Wallace
modèle de partition
énergétique



Augmentation des flux de vapeur d'eau liées à la productivité

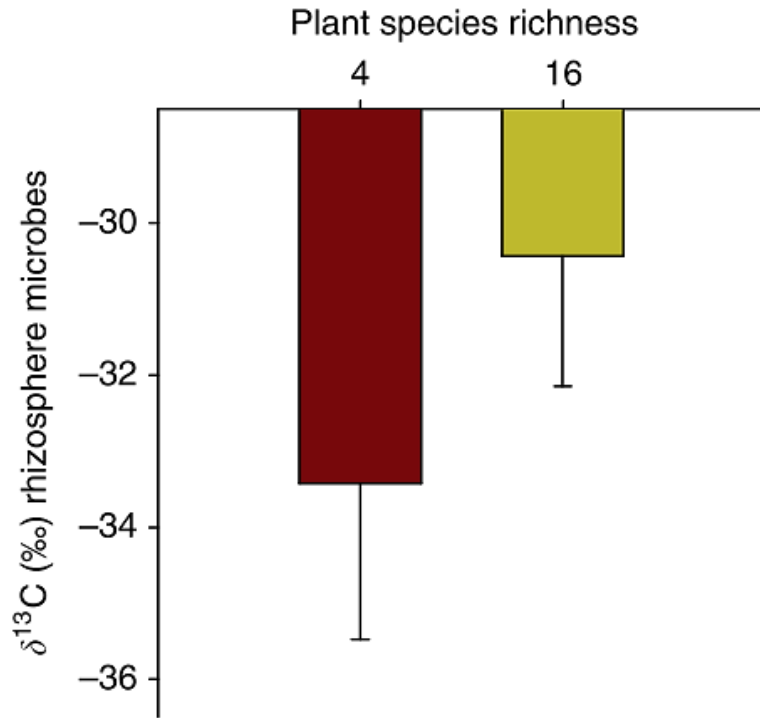


Werner Eugster (ETH)
Shuttleworth and Wallace
modèle de partition
énergétique



Milcu et al. - Ecology,
2016

Meilleur accès des microbes au carbone récemment photosynthétisé

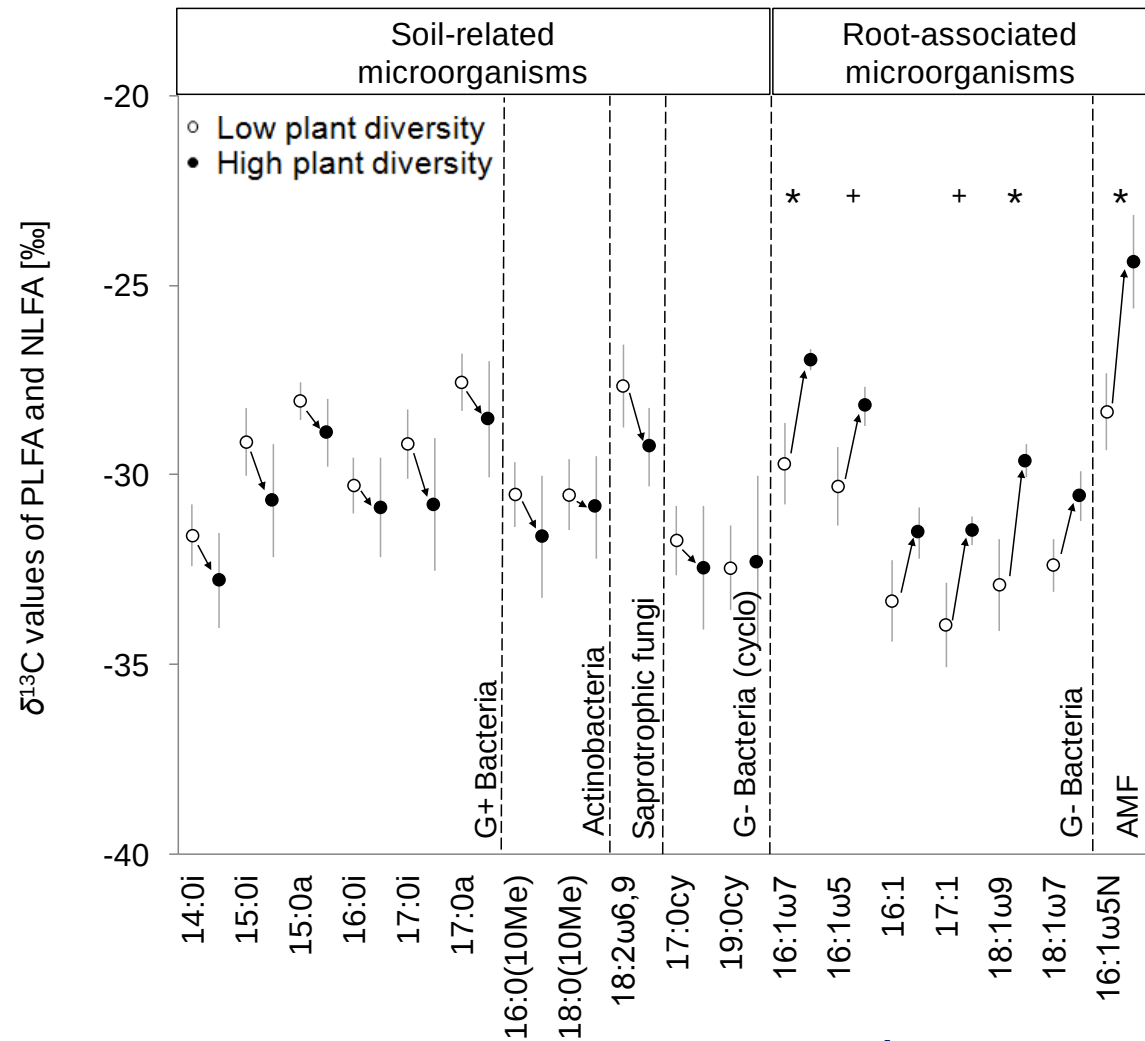


Lange et al 2015 – Nature
Communications

Meilleur accès des microbes au carbone récemment photosynthétisé

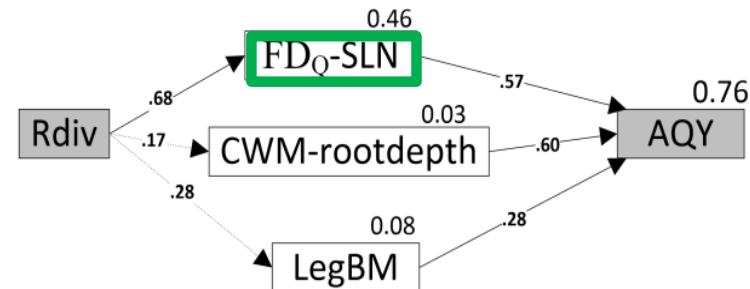
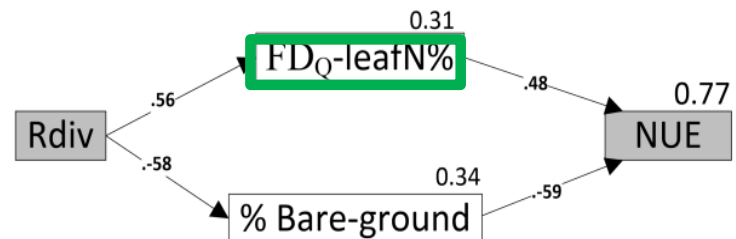
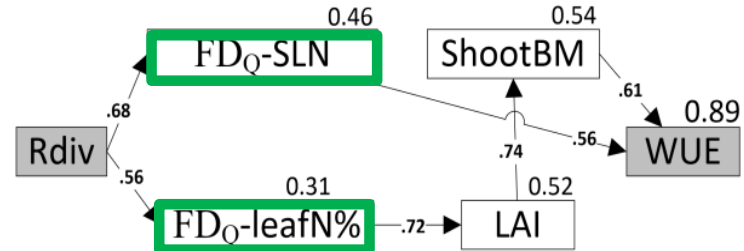
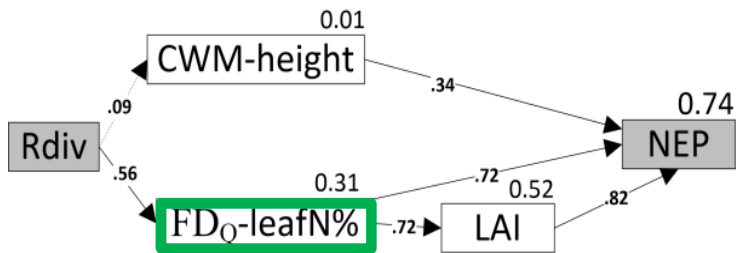
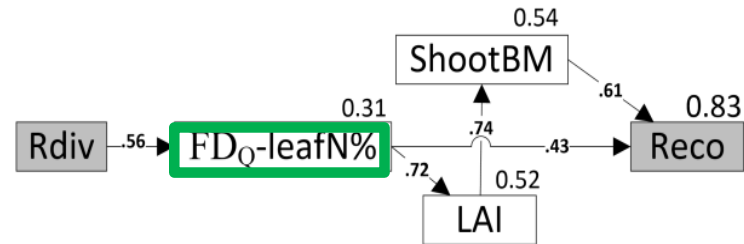
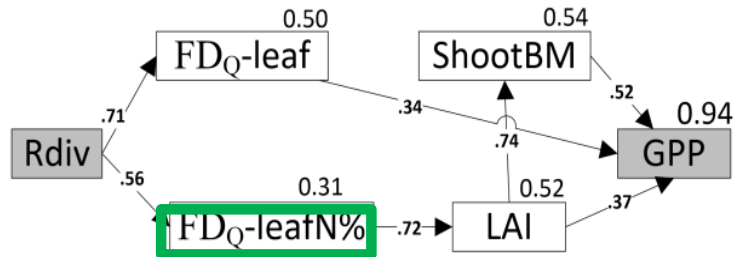


Lange et al 2015 – Nature Communications



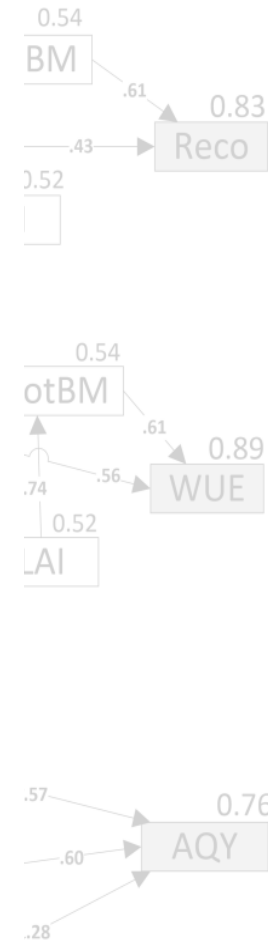
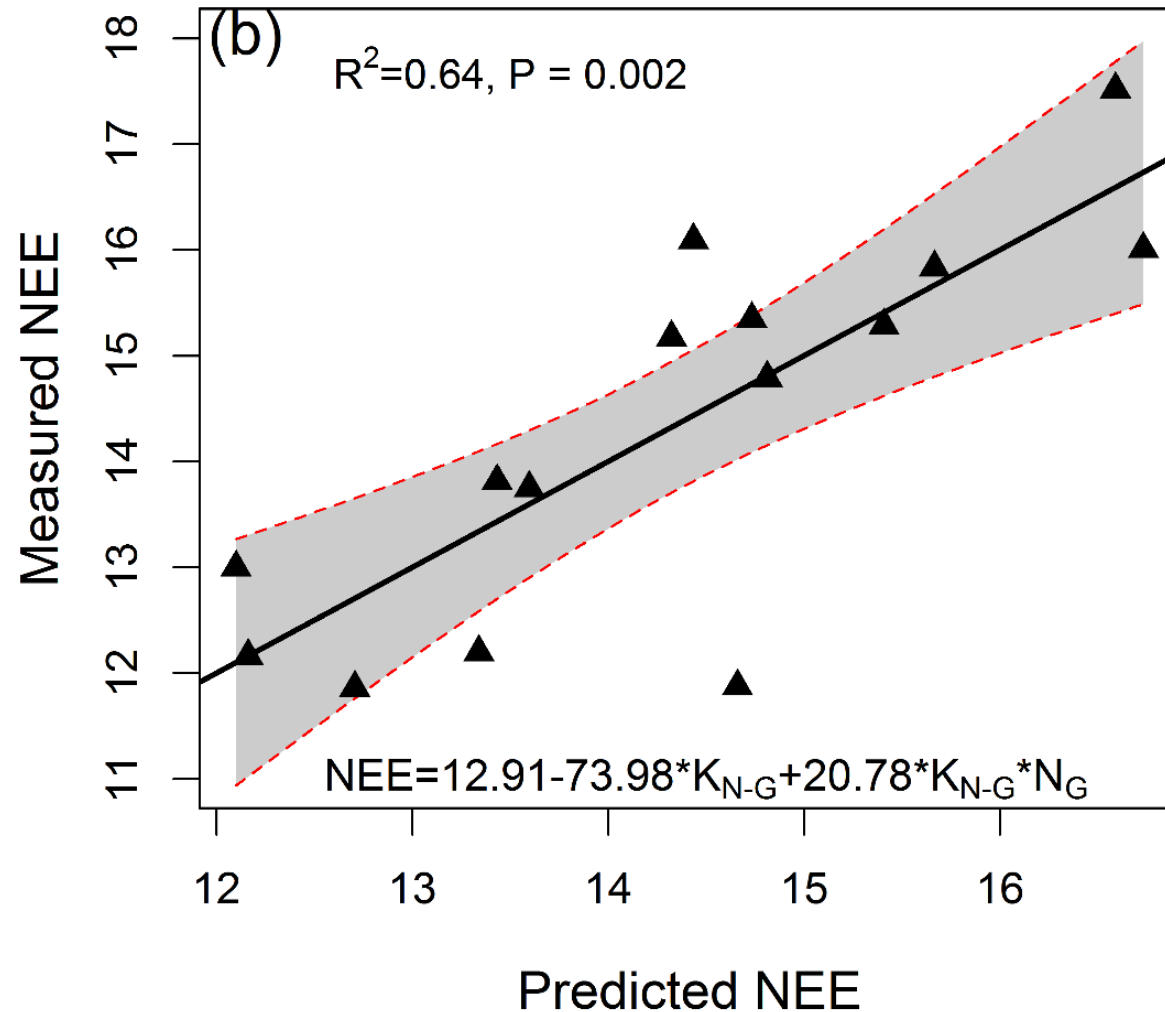
Mellado-Vázquez et al 2015 - SBB

Importance de l'allocation N dans la canopée



- diversité des concentrations d'azote dans les feuilles (FD_Q-leafN%)
- diversité d'azote foliaire spécifique (FD_Q-SLN)

Importance de l'allocation N dans la canopée

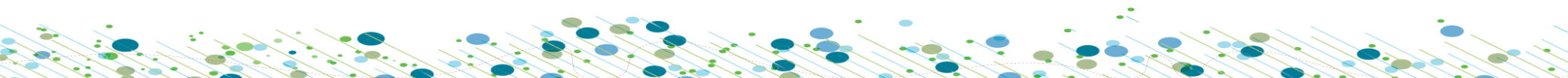


- diversité des concentrations d'azote dans les feuilles (FD_Q -leafN%)
- diversité d'azote foliaire spécifique (FD_Q -SLN)

Conclusions



- À l'aide d'une approche en Ecotron, nous montrons que l'effet positif de la richesse en espèces végétales sur le fonctionnement de l'écosystème repose sur des processus physiologiques à l'échelle de l'écosystème.
- Les effets de la diversité végétale sur les flux de C et l'eau sont très importants pour la productivité primaire.
- Allocation de N dans la canopée est potentiellement un mécanisme très important, mais nous avons besoin de plus d'études.
- Pour avoir un bilan des cycles biogéochimiques en fonction de la diversité, des études à long terme sont nécessaires.



Remerciements

L'équipe de l'Ecotron



Je vous remercie pour votre attention !

