

MOOC UVED

Université Virtuelle Environnement
Développement Durable

INGENIERIE ECOLOGIQUE

Ce document contient la transcription textuelle d'une vidéo du MOOC UVED « Ingénierie écologique ». Ce n'est donc pas un cours écrit au sens propre du terme ; le choix des mots, l'articulation des idées et l'absence de chapitrage sont propres aux interventions orales des auteurs.

Biodiversité, fonctionnement et stabilité des écosystèmes

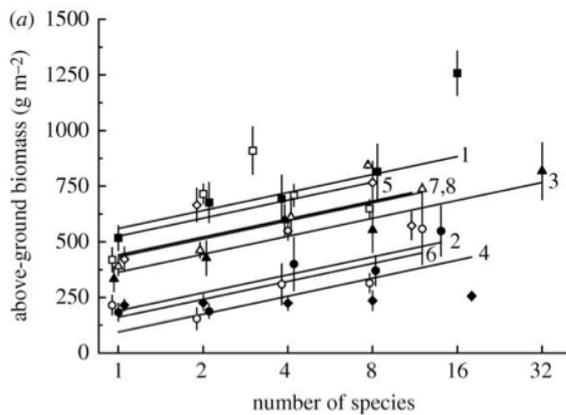
Elisa Thébault

Chargée de recherche, CNRS

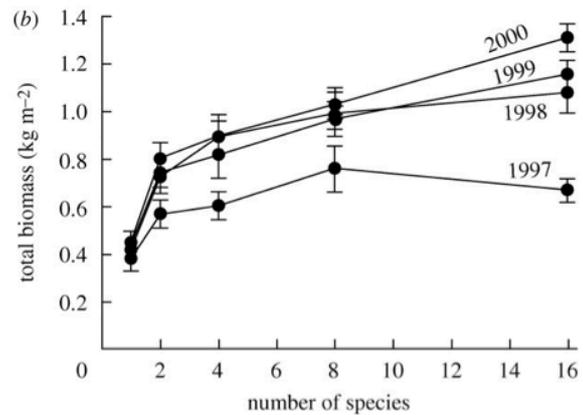
L'ingénierie des écosystèmes nécessite des connaissances de base sur les systèmes écologiques et notamment sur les effets de la biodiversité, sur le fonctionnement des écosystèmes et leurs réponses aux perturbations. L'objectif de cette présentation est de vous donner un court aperçu des connaissances actuelles sur les liens entre biodiversité, fonctionnement et stabilité des écosystèmes.

L'étude des liens entre diversité et fonctionnement des écosystèmes s'est historiquement développée à partir de larges expériences sur les communautés végétales. Vous avez ici deux exemples de telles expériences, l'une à gauche basée à Iéna en Allemagne, l'autre à droite, basée à Cedar Creek aux États-Unis. Ces expériences manipulent la composition et la diversité des espèces de plantes, les carrés qui sont visibles sur ces photographies aériennes correspondent chacun à une communauté végétale de composition et de diversité données qui diffèrent des autres carrés. Les résultats de ces expériences montrent de nombreux effets de la diversité des plantes sur le fonctionnement des écosystèmes. Tout d'abord, comme vous pouvez le voir sur ce graphique, la production primaire, qui est représentée par la biomasse végétale totale, est plus élevée à forte diversité qu'à faible diversité. C'est un résultat très général que l'on retrouve sur plusieurs pays, comme le montre le graphique à gauche, et sur plusieurs années d'expérience, comme le montre le graphique à droite.

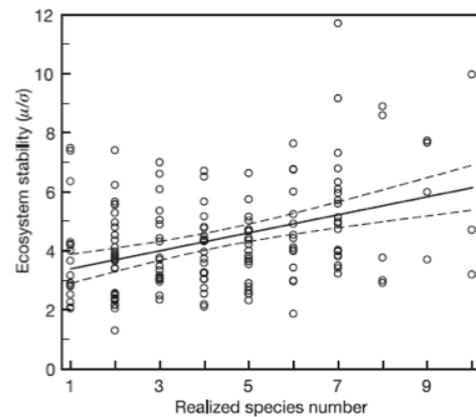
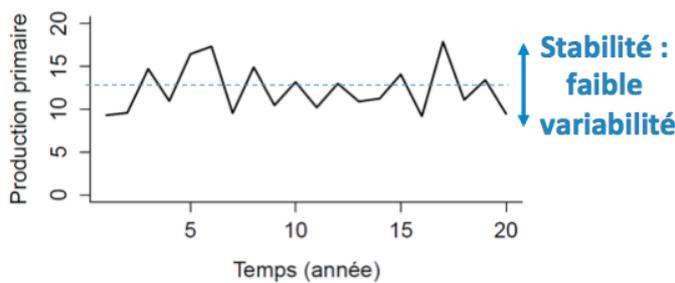
Expérience BIODEPTH (8 sites en Europe)



Expérience de long-terme (Cedar Creek, US)



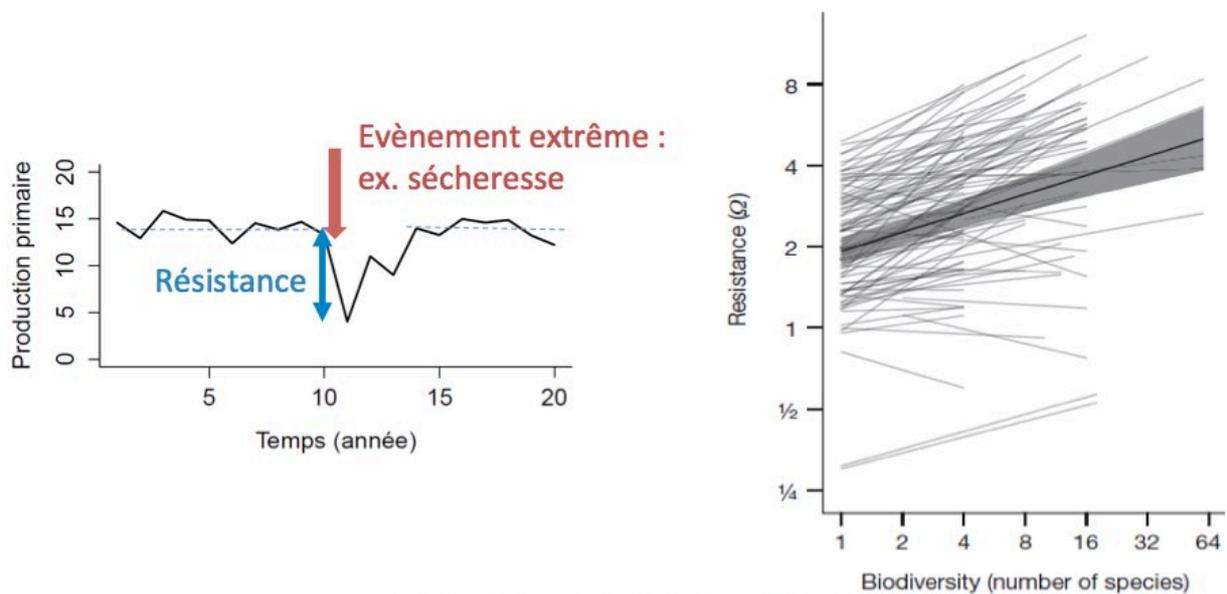
Ces expériences montrent non seulement des effets de la diversité sur la production primaire, mais également sur la stabilité de cette production. En effet, la production primaire varie d'une année sur l'autre, notamment du fait des aléas climatiques. Les expériences de long terme permettent de mesurer la variabilité interannuelle de cette production primaire, et donc d'estimer la stabilité de cette production au cours du temps. Une plus forte stabilité correspondant alors à une plus faible variabilité interannuelle. Ce graphique présente la relation entre la diversité des plantes et la stabilité de la production mesurée sur 10 ans, temps de l'expérience de Cedar Creek. Vous pouvez voir que la stabilité de la production augmente avec la diversité de plantes, un résultat aussi trouvé dans d'autres expériences de ce type.



Source : [Tilman et al., Nature \(2006\) 441, 629-932](#)

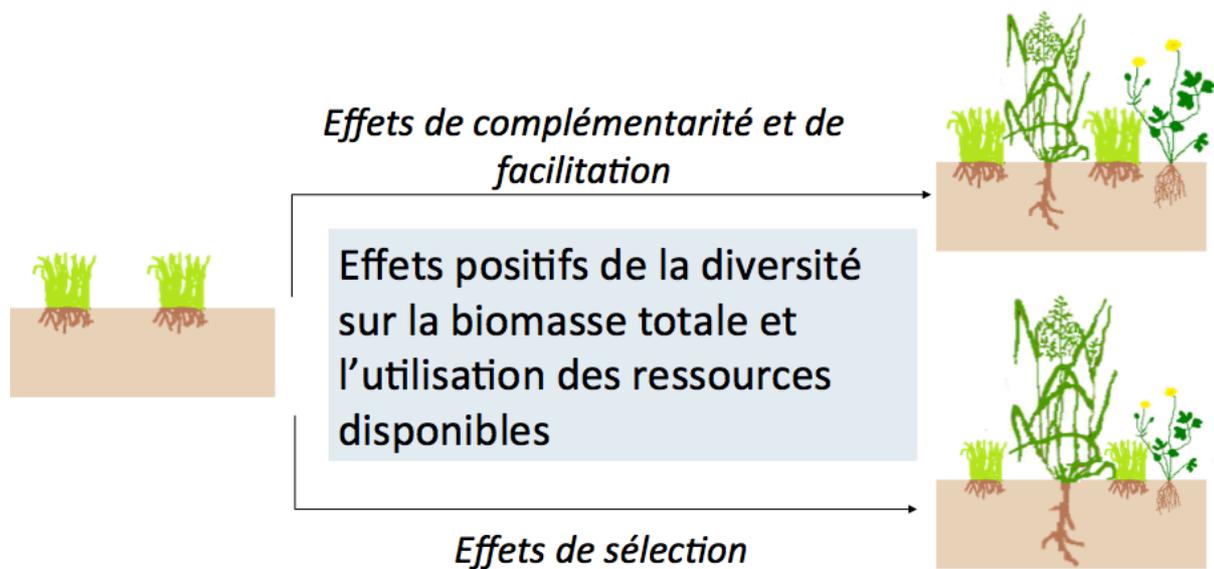
La diversité des plantes affecte également d'autres aspects de la stabilité, et notamment la résistance à des événements climatiques exceptionnels. Dans l'exemple schématisé ci-dessous, vous pouvez voir qu'en réponse à une sécheresse inhabituelle, la production primaire diminue fortement une année donnée. La résistance mesure à quel point la production primaire en réponse à la sécheresse diffère de la production primaire des années moyennes. Le graphique qui vient d'apparaître vous montre la relation entre la diversité des plantes et la résistance de la production primaire face à des sécheresses ou à des fortes

précipitations inhabituelles, et ce pour de nombreuses expériences manipulant la diversité des plantes. On peut voir que la résistance augmente avec la diversité, de façon générale. Les communautés végétales de forte diversité étant ainsi caractérisées par une plus grande résistance aux événements climatiques extrêmes. Nous avons vu que la diversité affecte aussi bien la production primaire que la stabilité de ces productions. Nous pouvons donc nous demander quels sont les mécanismes qui peuvent expliquer ces effets positifs de la diversité. Intéressons-nous tout d'abord aux effets positifs de la diversité des plantes sur la production primaire et sur la biomasse végétale.



Source : [Isbell et al.](#), *Nature* (2015) 526, 574-577

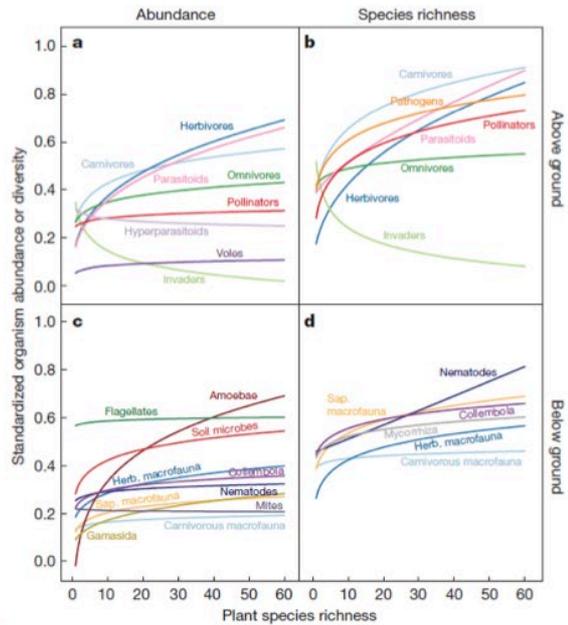
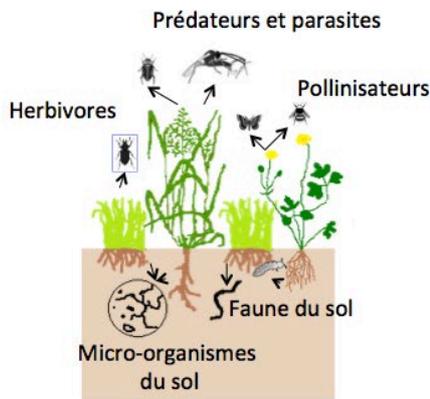
De façon générale, deux mécanismes sont avancés pour expliquer ces effets. Tout d'abord, ils peuvent s'expliquer par des interactions de facilitation entre les plantes et une complémentarité d'utilisation des ressources. Différentes plantes ont en effet par exemple des systèmes racinaires différents et exploitent donc les ressources à différentes profondeurs dans le sol. La complémentarité mène ainsi à une meilleure utilisation des ressources à plus forte diversité, et donc à une plus grande biomasse végétale et à une plus grande production primaire. Ces effets positifs de la diversité sont aussi également parfois expliqués par des effets dits de sélection. À plus forte diversité, on a une plus forte probabilité d'avoir des espèces très productives, juste par construction, ce qui va amener à une plus grande production primaire.



Si nous nous intéressons maintenant à essayer de comprendre les effets de la diversité sur la stabilité, dans ce cas, il faut s'intéresser aux variations de la biomasse des espèces au cours du temps. Dans le cas d'une communauté avec une seule espèce, la biomasse totale de la communauté va dépendre de la biomasse de cette espèce à un moment donné, et donc de si les conditions sont favorables ou défavorables à cette espèce. On peut donc s'attendre à avoir des variations de production primaire relativement fortes. Dans le cas de communauté à forte diversité, les espèces répondent de façons différentes aux conditions environnementales. Certaines conditions défavorables pour certaines espèces vont pouvoir être favorables pour d'autres espèces. Donc, si l'abondance d'une espèce diminue, une autre espèce va pouvoir compenser en augmentant sa biomasse, ce qui limite la variabilité complète de la biomasse totale au cours du temps. La diversité peut ainsi être vue comme une assurance face à des conditions environnementales variables.

Donc, jusqu'à présent, j'ai principalement parlé de la diversité de plantes. Cependant, il est important de considérer également la diversité à d'autres niveaux trophiques. En effet, si l'on garde l'exemple des écosystèmes terrestres, les plantes interagissent avec de nombreuses espèces aussi bien directement qu'indirectement. Avec des herbivores, des prédateurs, et aussi des décomposeurs dans le sol. D'ailleurs, les expériences qui manipulent la diversité des plantes montrent qu'à forte diversité, on observe également une plus grande abondance et une plus forte diversité aux autres niveaux trophiques, que ce soit au-dessus du sol, ou dans les sols.

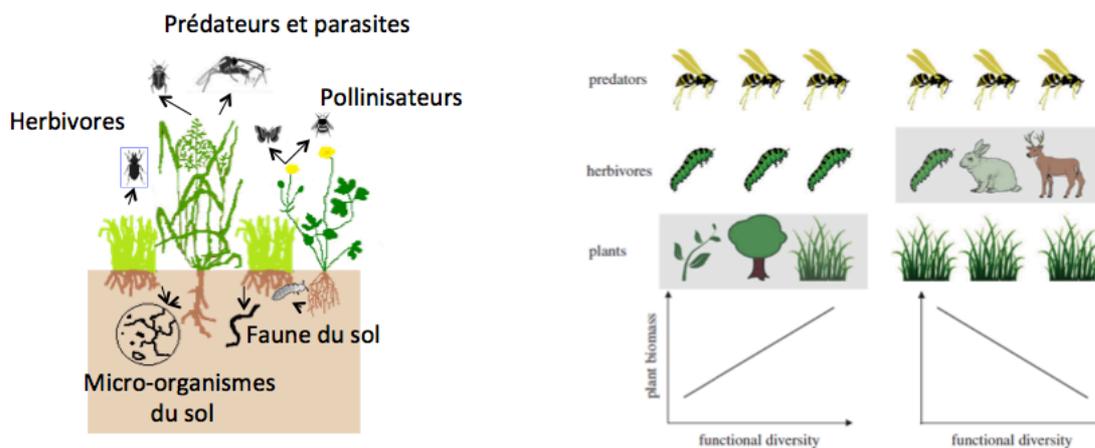
Des effets sur les autres niveaux trophiques



Source : Scherber et al., *Nature* (2011) 468, 553-556

Alors, quels sont les effets de la diversité à d'autres niveaux trophiques? Ces effets sont complexes, car ils vont dépendre du niveau trophique considéré. Par exemple, dans le schéma présenté ici, on compare les effets de la diversité des plantes et de la diversité des herbivores sur la biomasse de plantes. On peut voir que ces effets sont opposés.

On a un effet positif de la diversité des plantes sur la production de plantes et un effet négatif de la diversité des herbivores sur la biomasse végétale. En effet, la plupart des expériences qui manipulent la diversité à d'autres niveaux trophiques montrent qu'une plus forte diversité à un niveau trophique donné mène à une meilleure utilisation des ressources par ce niveau trophique.



Source : Gravel et al., *Phil. Trans. R. Soc. B* (2016) 371: 20150268

Je vous présente ici un dernier exemple qui montre les effets de la diversité des prédateurs, d'un puceron, sur l'abondance des pucerons et l'abondance des plantes dans un agroécosystème. Sur le graphique en haut à droite, on peut voir que la diversité des

prédateurs mène à une diminution de l'abondance des pucerons. Sur le graphique en bas par contre, on peut voir que l'abondance de la plante, ici la luzerne, est plus importante à plus forte diversité de prédateurs. Donc ce dernier exemple montre aussi bien que la diversité de prédateurs et à d'autres niveaux trophiques va avoir un effet dans les écosystèmes, mais également que ces effets peuvent avoir des conséquences en termes de gestion, par exemple dans le cas des agroécosystèmes.

Effets de la diversité à tous les niveaux trophiques



Source : Wikimedia Commons

Source : Cardinale et al., *Ecology Letters* (2003) 6: 857-865

