

MOOC UVED

Université Virtuelle Environnement
Développement Durable

INGENIERIE ECOLOGIQUE

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

Qu'est-ce qu'un système en écologie ?

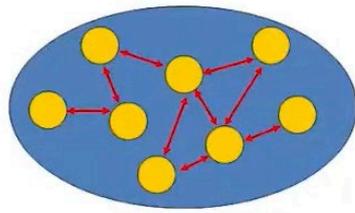
Luc ABBADIE
Professeur à l'UPMC



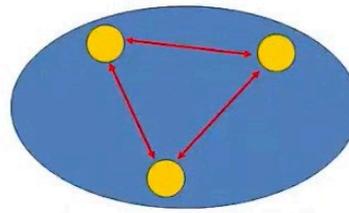
En ingénierie écologique, on agit sur des écosystèmes.

1. La notion d'interactions

Un système est un ensemble de composantes de natures variées : physiques, chimiques, biologiques, qui sont toutes en interaction. Le mot interaction est un mot clé en écologie. Une interaction signifie que A agit sur B, mais que B agit sur A. Cela veut dire que lorsque l'on modifie A, on va modifier B. Mais puisque B est modifié, il va également à son tour modifier A. On voit donc la grande difficulté de l'ingénierie écologique. Lorsqu'on va intervenir sur un élément du système, celui que l'on vise, on va changer la totalité du système. On peut avoir des effets collatéraux positifs ou négatifs. Cette notion d'interaction dit que A agit sur B et que B agit sur A. Autrement dit, on a des actions et on a des rétroactions. Il est extrêmement important de prendre les deux en compte quand on veut prévoir la dynamique d'un système.



**Système
(complexe)**



**Système
(simple)**

2. Prédire l'évolution des écosystèmes

Le changement climatique est aussi une variation géographique des zones climatiques. Dans l'hémisphère nord, pour 1 degré supplémentaire de température moyenne, on a un déplacement vers le nord des organismes de l'ordre de 160 kilomètres. Un forestier se pose donc la question de savoir ce qu'il va planter maintenant pour récolter dans 50 ans, sachant qu'il n'aura pas le même climat. Pour répondre à cette question, on fait des études de répartition future des différentes espèces. Ci-dessous on a l'exemple d'une fougère.

Predicted occurrence shifts of *Dryopteris dilatate* between 1990 and 2050

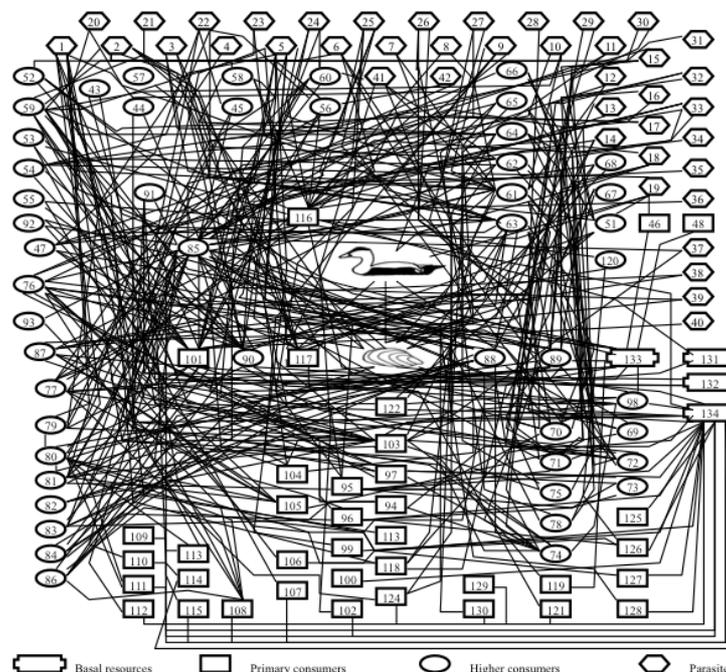


Cette fougère vit dans des conditions de pluies et de températures données. Ces conditions vont changer. Sa zone de compatibilité climatique, ce qu'on appelle l'enveloppe climatique de l'espèce, va migrer vers le nord. Sur la carte, on voit apparaître en sombre des zones futures d'implantation de la fougère et en plus clair, les zones que la fougère va abandonner. Si on

raisonne pour un arbre, on a le même genre de résultats. On dira : "OK, je vais pouvoir planter cet arbre dans telle contrée. "

3. Considérer les interactions

Cette carte n'est qu'une carte de distribution possible. La réalité est beaucoup plus difficile à prendre en compte, parce que la réalité c'est que cet arbre est pris dans un réseau d'interactions. Il influence d'autres organismes, mais il est influencé par d'autres organismes. C'est ce qu'on appelle un système écologique complexe. On en a une image ci-dessous pour un écosystème aquatique. Un écosystème ressemble à ça : un ensemble de composantes qui sont toutes en influence réciproque. Très vite, évidemment, on est perdu.

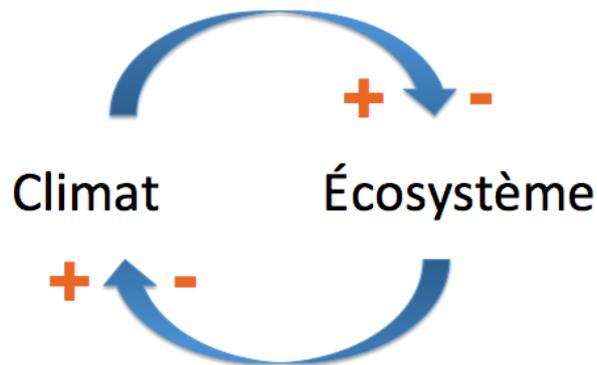


Le vrai défi aujourd'hui de l'ingénierie écologique est de prendre cette complexité en considération pour améliorer la prédiction de la distribution future, par exemple des arbres ou de n'importe quel autre organisme.

4. Climat et biodiversité

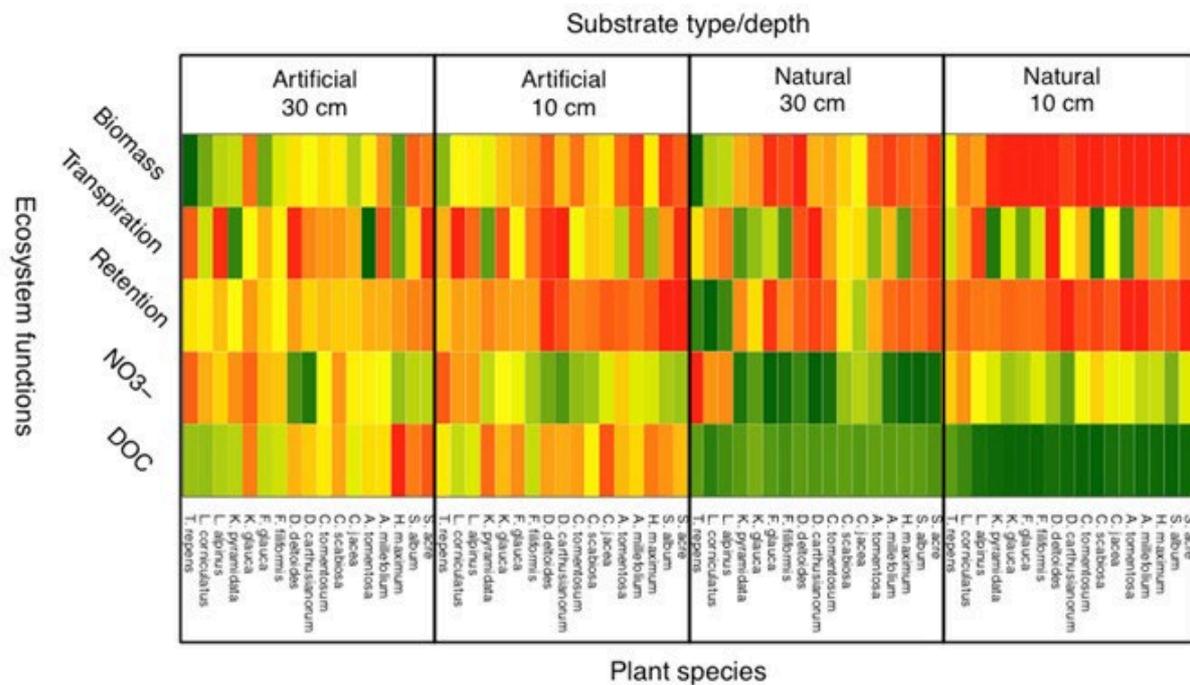
Le climat a une action sur la biodiversité et sur l'écosystème, mais évidemment, l'écosystème également joue sur le climat. On pourrait reprendre un exemple à partir d'un phénomène qui est en cours actuellement dans les régions froides, qui est l'avancée de la taïga, c'est-à-dire une forêt de conifères sur la toundra, qui est un couvert bas d'herbes et de lichens. Aujourd'hui, avec le réchauffement, la taïga gagne sur la toundra. On pourrait se dire que c'est

intéressant pour le changement climatique puisque la forêt stocke du CO₂. Sauf que la forêt a une couleur sombre par rapport à la couleur de la toundra. Par conséquent, elle absorbe l'énergie lumineuse et la réémet sous forme d'infrarouge thermique, ce qui contribue au réchauffement climatique. On voit bien dans cette situation que le changement de végétation, qui est une réponse naturelle au changement climatique, à son tour change le climat. Si on veut faire des prédictions correctes sur le climat du futur, il va donc falloir prendre en compte la dynamique du vivant qui joue un rôle actif dans ce climat futur.



5. Renaturation en ville

Si on passe à une échelle plus petite, on peut raisonner de la même façon. Dans le cadre de tous les projets de renaturation en ville, on essaie d'utiliser le vivant comme un outil pour contrer un certain nombre d'effets du changement climatique. Par exemple, on va créer sur les toits des végétations, des écosystèmes, qui vont avoir un effet bénéfique sur la température parce qu'on a des plantes qui vont évaporer de l'eau et que l'évaporation contribue à baisser la température de l'air. Mais évidemment une espèce n'est jamais toute seule, elle est en combinaison avec l'environnement. Un test a été fait pour 20 espèces avec deux types de sols et avec deux épaisseurs de sols. Evidemment, chaque espèce, n'aura pas les mêmes performances par rapport à ce que vous souhaitez comme effet. C'est le cas par exemple de la transpiration, qui refroidit la température de l'air, ou de la rétention de l'eau par le sol, qui va permettre de diminuer le ruissellement. Sur le schéma ci-dessous, cette combinaison de couleurs vous montre que lorsqu'une espèce est très performante sur une dimension, en général elle l'est moins ailleurs, mais que cette réponse change en fonction de l'association végétale dans laquelle elle se trouve, ou en fonction de cet environnement.



Dusza et al., *Ecology and Evolution*, 2017

Le vivant est donc un outil, mais qui a une certaine variabilité et qui peut avoir des effets négatifs, par exemple ici la production de nitrate. La biodiversité a aussi des effets qui ne nous arrangent pas. Par exemple la pollution de l'eau par du nitrate qui va ruisseler des toits. Si on n'a pas une approche système qui prend en compte les différents effets liés à la nature des combinaisons végétales et éventuellement les effets négatifs, on ne règle finalement pas réellement les problèmes qu'on veut solutionner. Cette approche système et ce concept d'interaction sont vraiment des points clé si on veut assurer une ingénierie écologique efficace.