

Fondation UVED

Cycle de directs pour la formation des enseignants du supérieur

Visioconférence, 18 mars 2024

---

# Concepts clés en écologie (de la biodiversité)

**Luc Abbadie**

Professeur Emérite d'Ecologie, Sorbonne Université  
Institut d'Ecologie et des Sciences de l'Environnement de Paris  
Institut de la Transition Environnementale de Sorbonne Université

[luc.abbadie@sorbonne-universite.fr](mailto:luc.abbadie@sorbonne-universite.fr)

<https://iees-paris.fr>

<https://ite.sorbonne-universite.fr>



Définition de la Convention sur la diversité biologique:

La « Diversité biologique » désigne toutes les formes de **variabilité** du monde vivant, au niveau espèce et au niveau des écosystèmes, et au niveau des complexes écologiques dont font partie les organismes. Cela comprend la diversité intra-espèces, inter-espèces et inter-écosystèmes. (CBD, 1992, article 2: use of terms).

Le phénomène vivant, pourquoi et comment ? Sa variabilité (y compris dans le temps). **Sa valeur pour l'humanité.**

## How Many Species Are There on Earth and in the Ocean?

Camilo Mora<sup>1,2\*</sup>, Derek P. Tittensor<sup>1,3,4</sup>, Sina Adl<sup>1</sup>, Alastair G. B. Simpson<sup>1</sup>, Boris Worm<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Biology, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada, <sup>2</sup> Department of Geography, University of Hawaii, Honolulu, Hawaii, United States of America, <sup>3</sup> United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre, Cambridge, United Kingdom, <sup>4</sup> Microsoft Research, Cambridge, United Kingdom



*Annual Review of Entomology*

How Many Species of Insects  
and Other Terrestrial  
Arthropods Are There on  
Earth?

Nigel E. Stork

Environmental Futures Research Institute, Griffith School of Environment, Griffith University,  
Queensland 4111, Australia; email: nigel.stork@griffith.edu.au

## THE QUARTERLY REVIEW of BIOLOGY



INORDINATE FONDNESS MULTIPLIED AND REDISTRIBUTED:  
THE NUMBER OF SPECIES ON EARTH AND THE NEW PIE OF LIFE

BRENDAN B. LARSEN\*

Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Arizona  
Tucson, Arizona 85721-0081 USA

EMAIL: BBLARSEN@EMAIL.ARIZONA.EDU

Des millions ? (Mora et al. 2011)

Des milliards ? (Larsen et al. 2017)

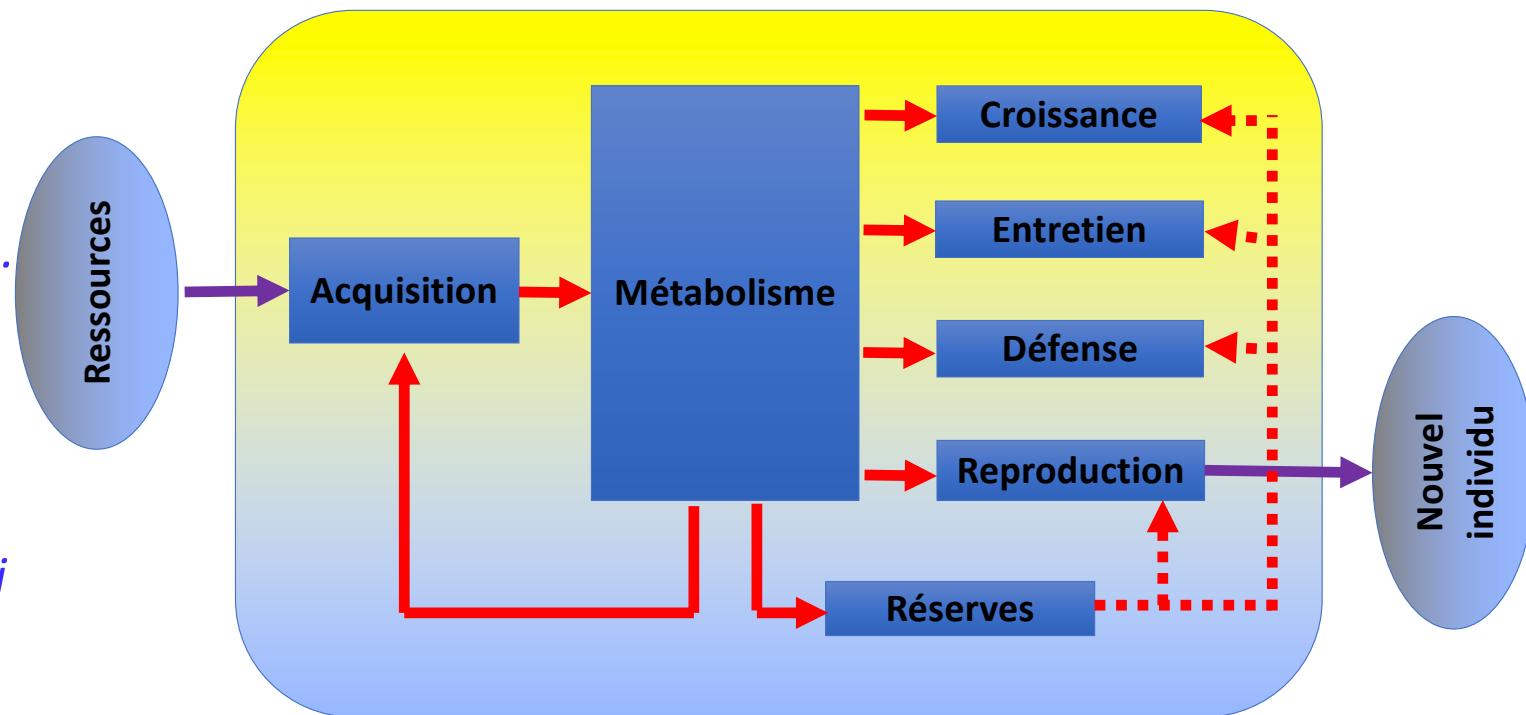
Arthropodes terrestres : 8,5 millions (Stork 2018)

Bactéries : 70-90 % du total ? (Larsen et al. 2017)

*Combien d'espèces ? Un peu plus de deux millions décrites.*

# Compromis (trade-off)

*Toute espèce est un compromis pour la satisfaction de besoins « concurrents » pour des ressources limitées. L'investissement fondamental, prioritaire pour le maintien de l'espèce dans le temps, est celui de la production de descendants.*



# Evolution, adaptation aux autres organismes

---



Sitta neumayer

<https://pxhere.com/en/photo/367879>

Deux espèces  
de sittelles  
dans les  
Balkans et au  
Moyen-Orient

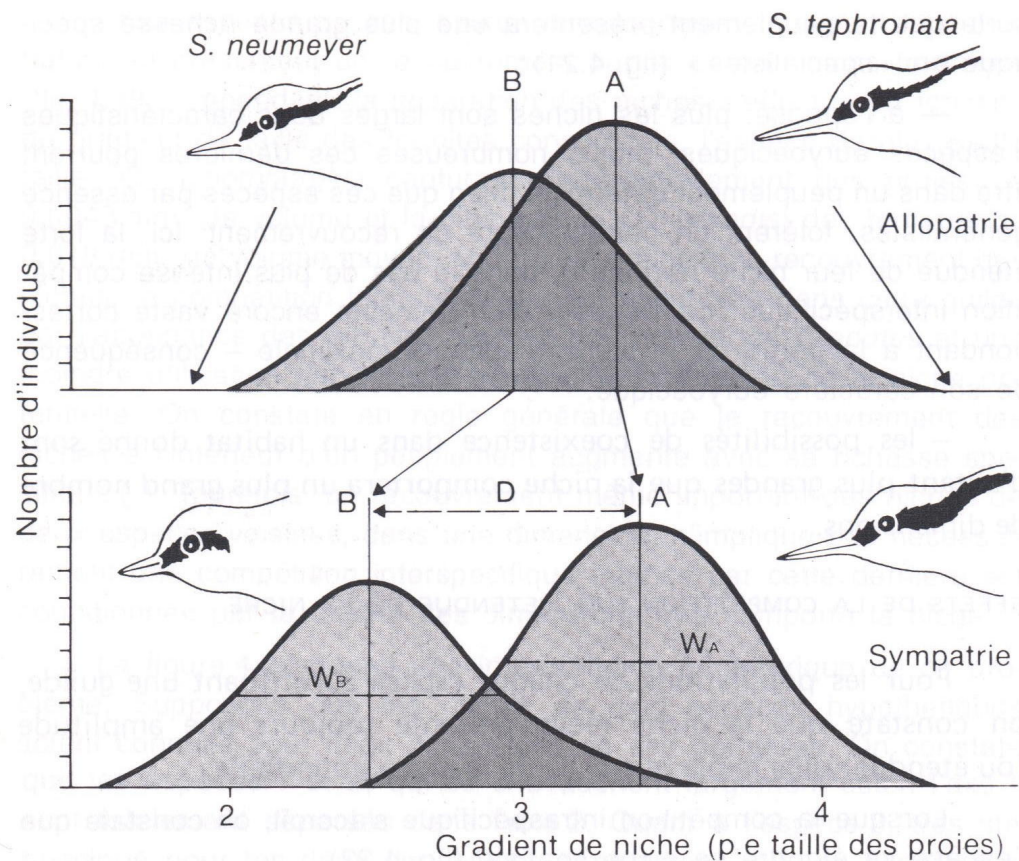
Sitta tephronota

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Sitta\\_tephronota\\_%282%29.jpg](https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Sitta_tephronota_%282%29.jpg)



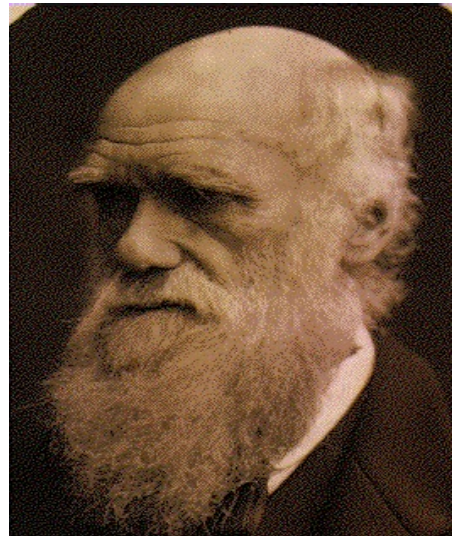
Les régimes alimentaires des sittelles diffèrent selon que les deux espèces vivent ensemble ou dans des aires géographiques séparées (Balkans et Moyen-Orient)

Ramade F. 1994. *Eléments d'écologie, écologie fondamentale*. Ediscience International, Paris

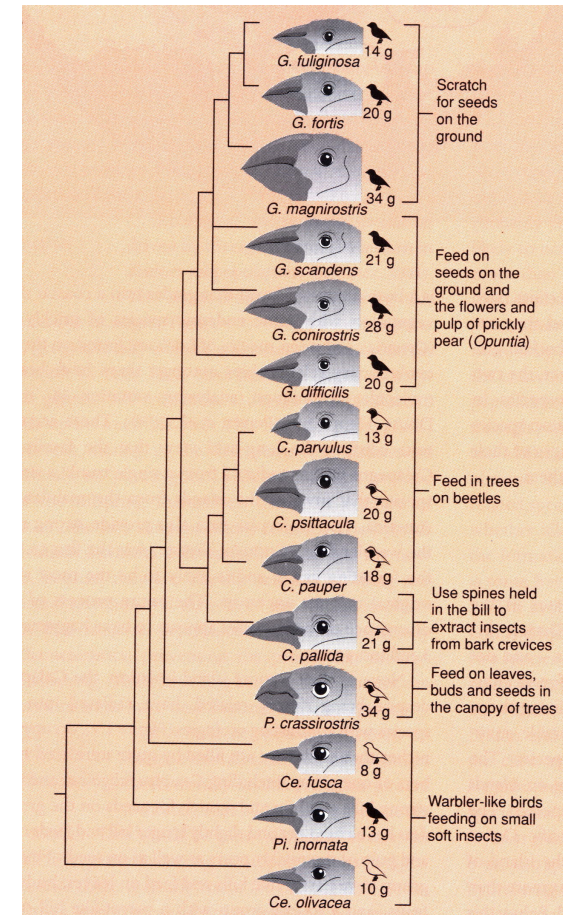


# Evolution, adaptation aux autres organismes

La réduction de  
 l'intensité de la  
 compétition qui permet  
 de maintenir un effort  
 reproductif important  
 est l'un des principaux  
 « moteurs » de la  
 diversification du  
 vivant.



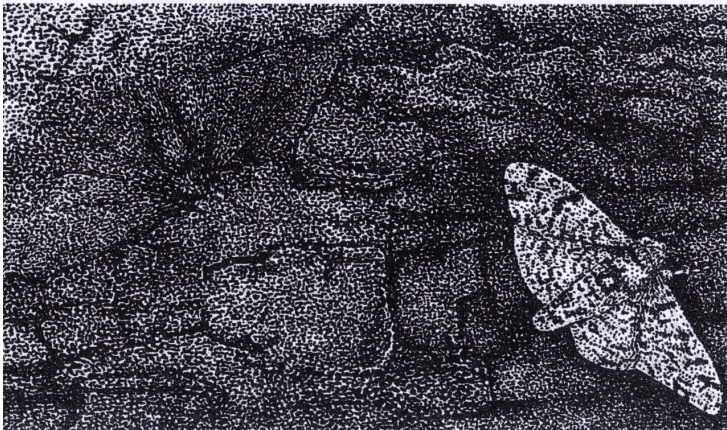
Les Galapagos sont à 1000 km  
 de la côte de l'Equateur. Les  
 14 espèces de pinsons  
 actuelles dérivent d'un ancêtre  
 commun arrivé il y a 3 millions  
 d'années du continent.



# Evolution, adaptation aux facteurs physiques

---

Phalène du Bouleau  
*Biston betularia* en  
Angleterre

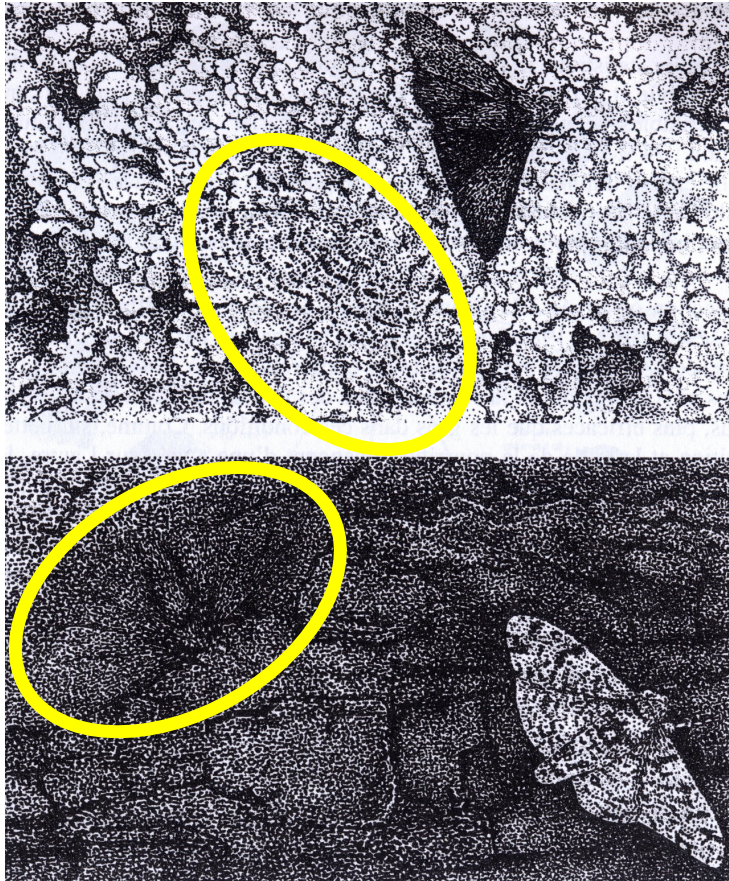


Barbault R. Ecologie générale. Structure et  
fonctionnement de la biosphère. Dunod, Paris



# Evolution, adaptation aux facteurs physiques

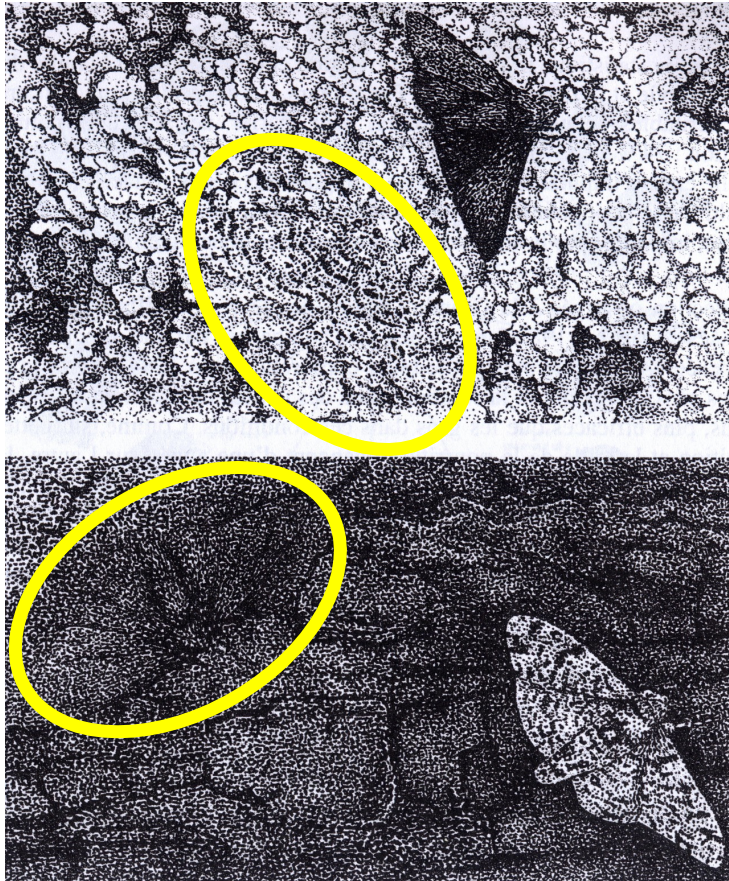
Phalène du Bouleau  
*Biston betularia* en  
Angleterre



Barbault R. Ecologie générale. Structure et  
fonctionnement de la biosphère. Dunod, Paris

# Evolution, adaptation aux facteurs physiques

Phalène du Bouleau  
*Biston betularia* en  
Angleterre

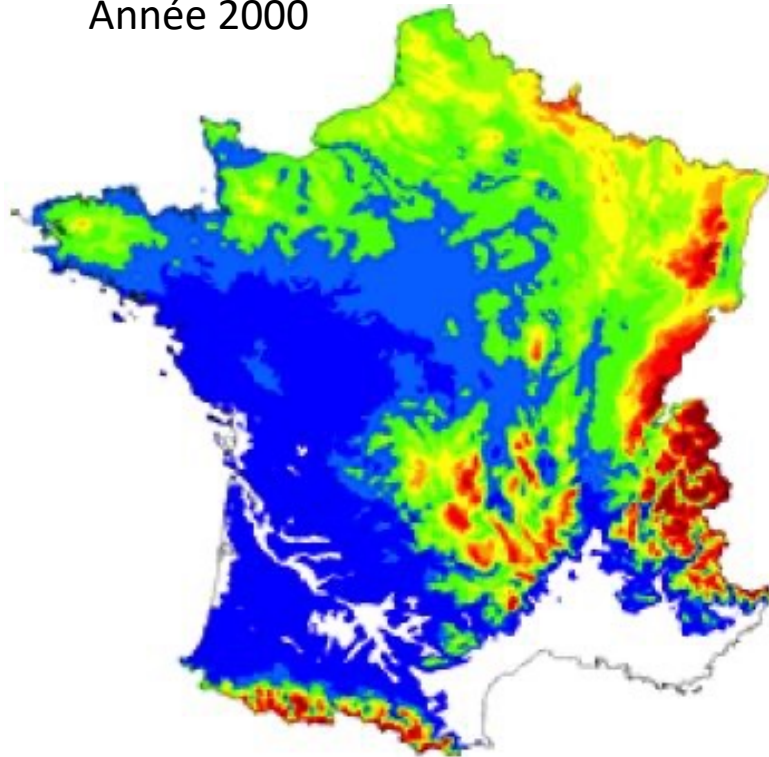


*Deux couleurs de la phalène existent, déterminées par une petite différence d'information génétique. Quand les troncs des bouleaux sont clairs, dépourvus de suie, les formes sombres du papillon sont consommées par les oiseaux prédateurs et sont peu nombreuses; quand les troncs des bouleaux sont sombres, couverts de suie, les formes claires du papillon sont consommées par les oiseaux et sont peu nombreuses. Le papillon s'est maintenu malgré le changement de son environnement grâce à la diversité génétique de l'espèce.*

Barbault R 2000. Ecologie générale. Structure et fonctionnement de la biosphère. Dunod, Paris

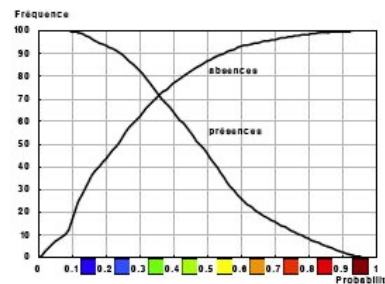
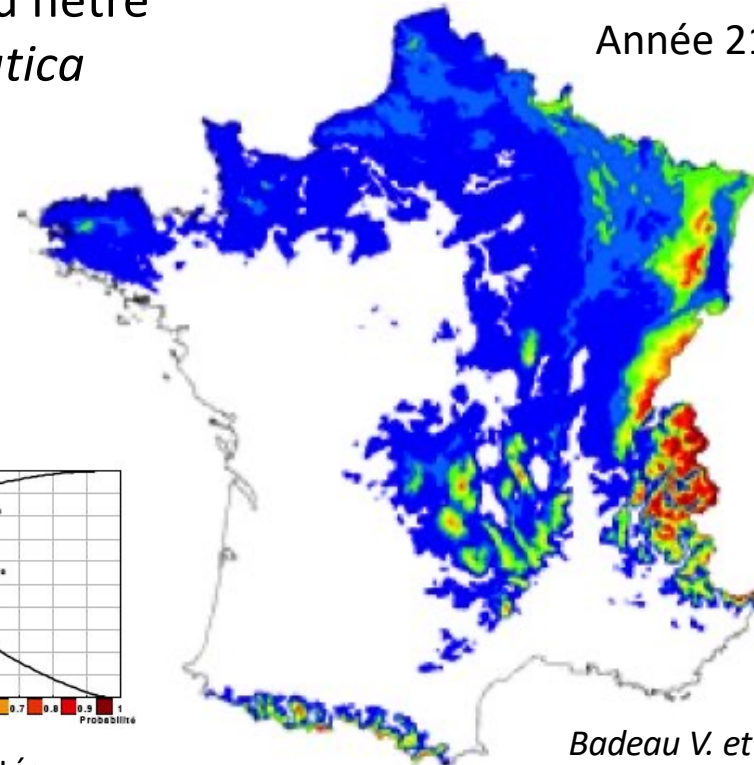
# Evolution, adaptation aux facteurs physiques

Année 2000



Distribution du hêtre  
*Fagus sylvatica*

Année 2100



Probabilités  
d'occurrence

Badeau V. et al. 2004.  
Rapport INRA n° 4154 B

Prédation, parasitisme.

Coopération



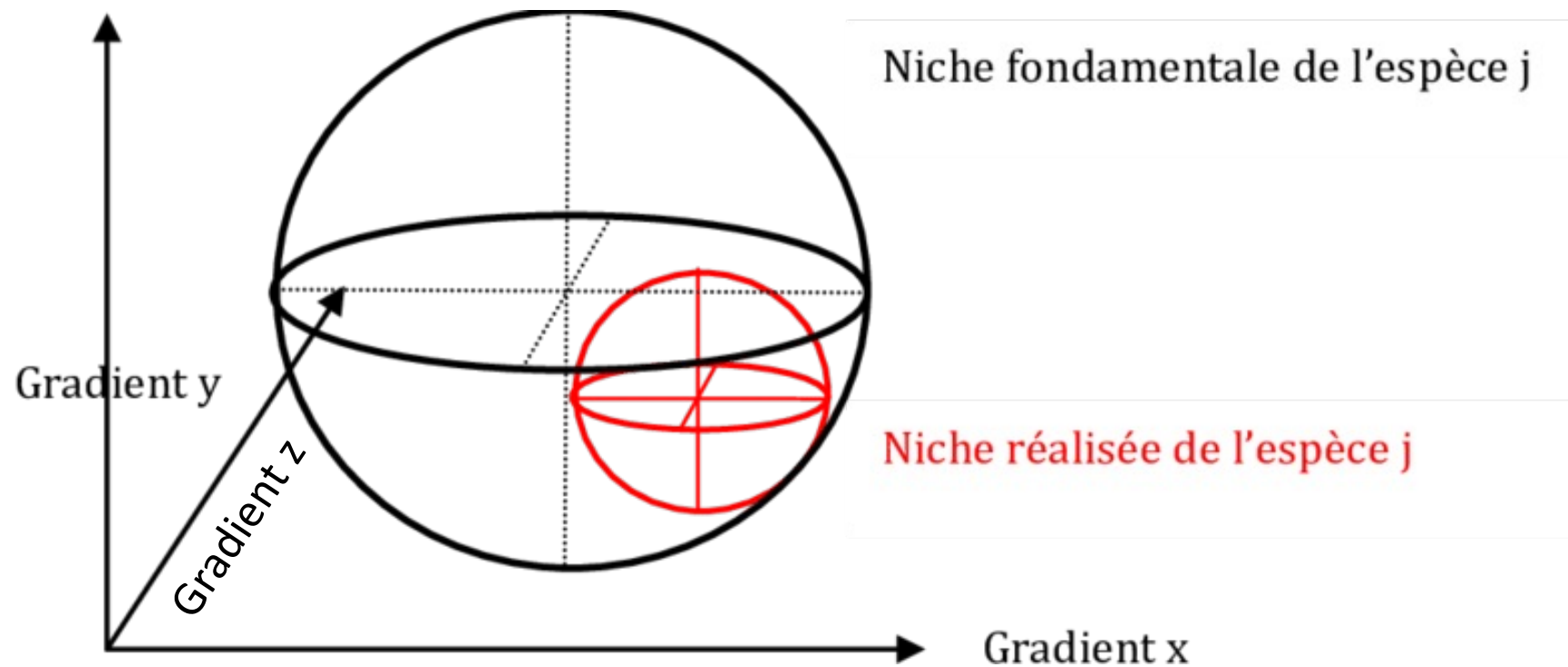
**Sélection sexuelle:** une forme de sélection naturelle qui engendre un meilleur accès au partenaire reproducteur.



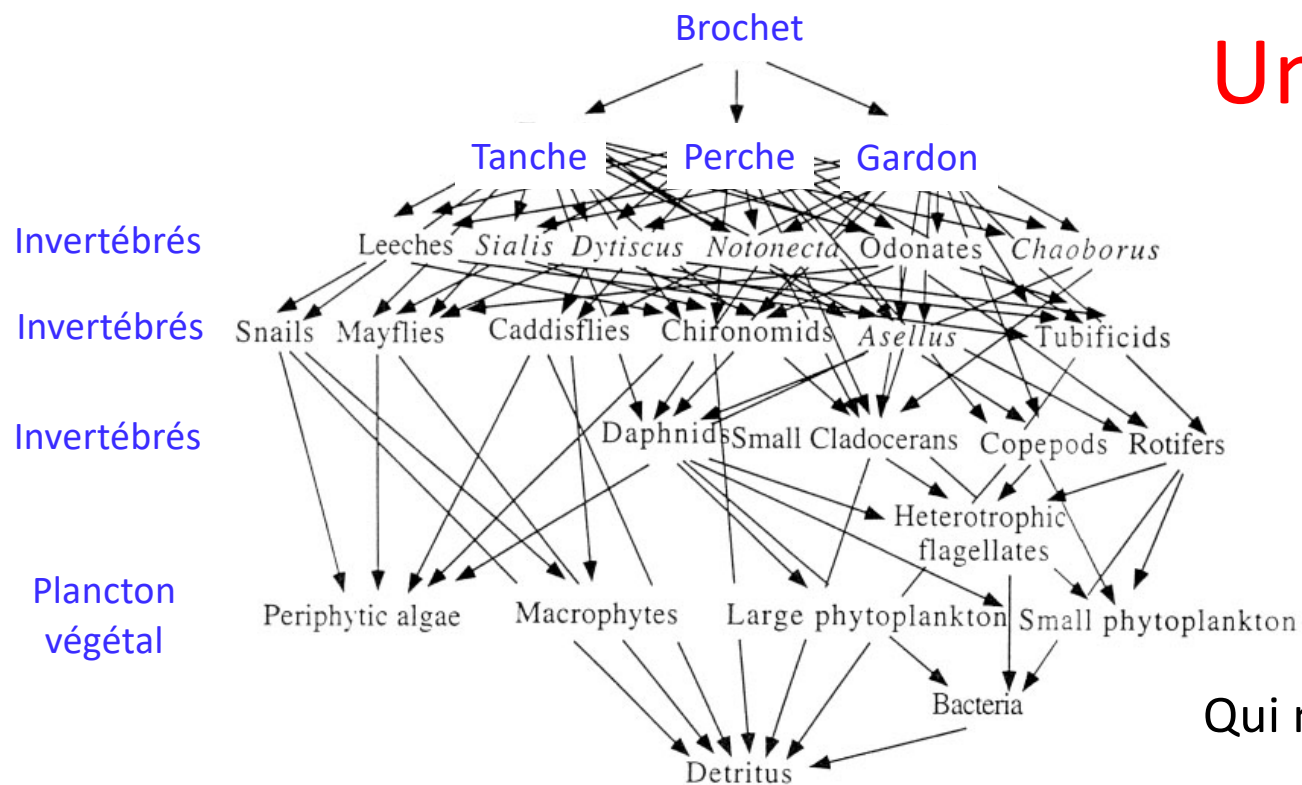
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Le\\_p\\_\u00e0on\\_fait\\_la\\_roue\\_-\\_Jardins\\_de\\_Bagatelle.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Le_p_\u00e0on_fait_la_roue_-_Jardins_de_Bagatelle.JPG)

**Dérive génétique:** en raison du hasard, certains états de certains gènes (allèles) peuvent être perdus ou envahir une population.

# Niche écologique



# Interactions



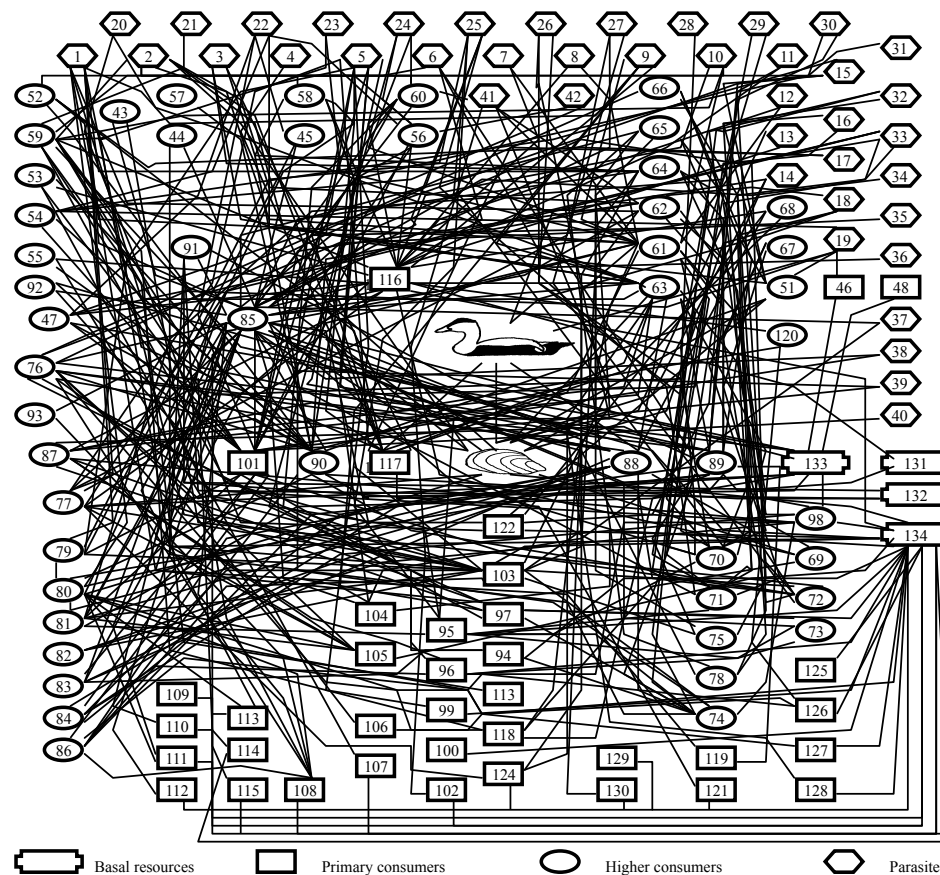
Un écosystème,  
c'est ça !

Qui mange qui dans un lac ?

# Interactions

Concrètement:

Toute modification  
d'un système  
écologique "quelque  
part" est susceptible  
de se propager et  
d'entraîner des  
modifications  
"ailleurs" (effets  
collatéraux).



Ou plutôt  
ça !

Qui mange qui du point  
de vue du canard ?

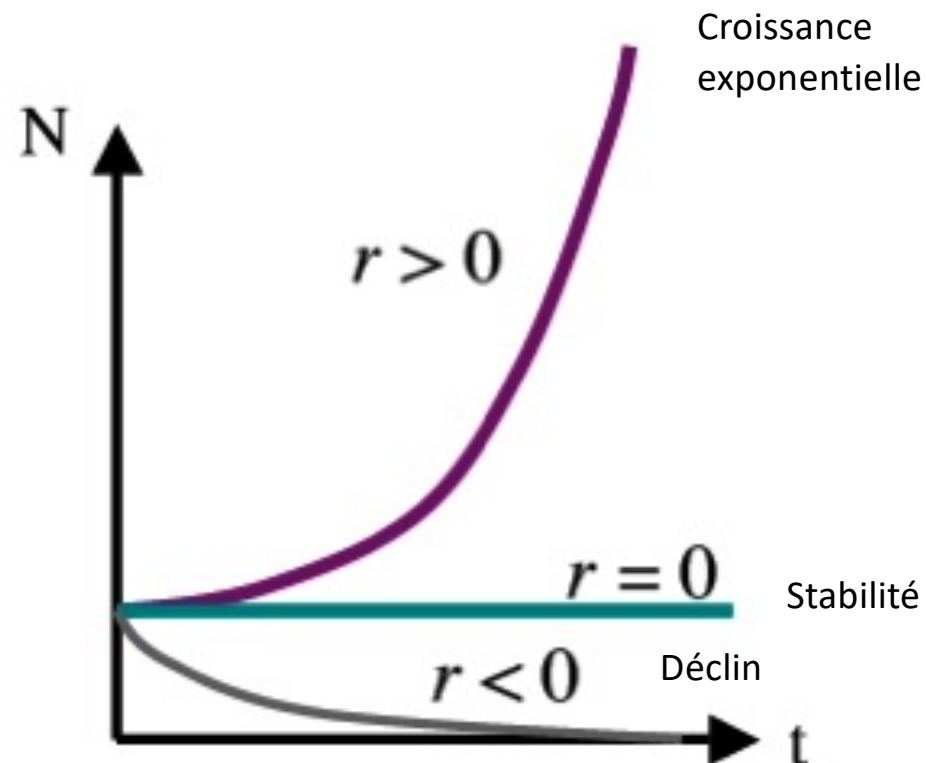
# Population, croissance des populations

$r$ : taux de croissance  
intrinsèque de la population

$$dN / dt = r N$$

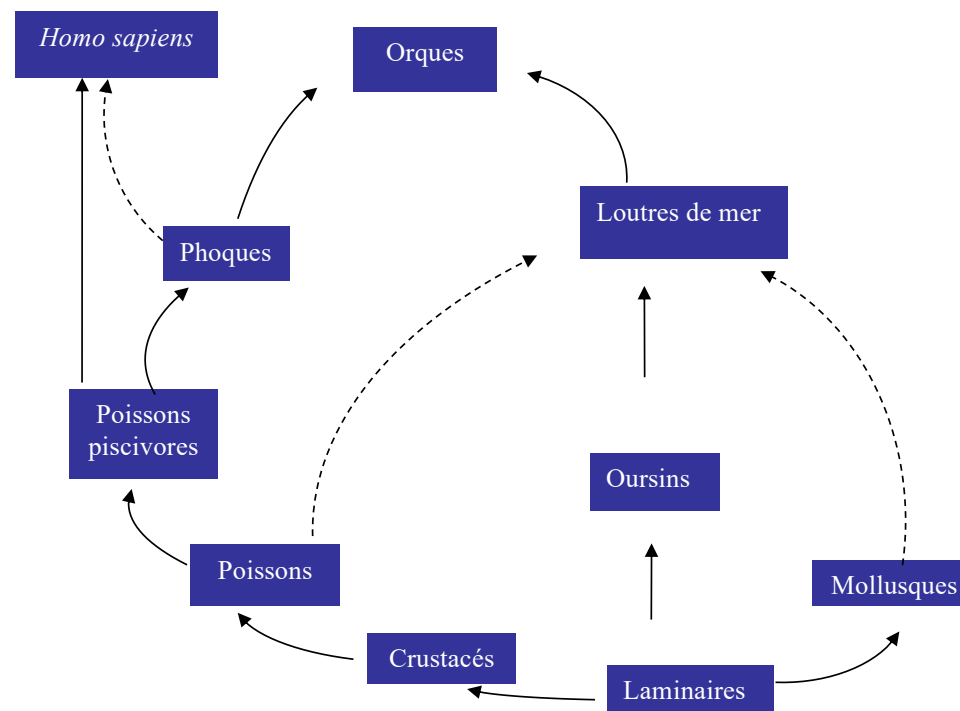
$$N_t = N_0 e^{rt}$$

avec  $N_0$  = nombre d'individus  
au temps 0





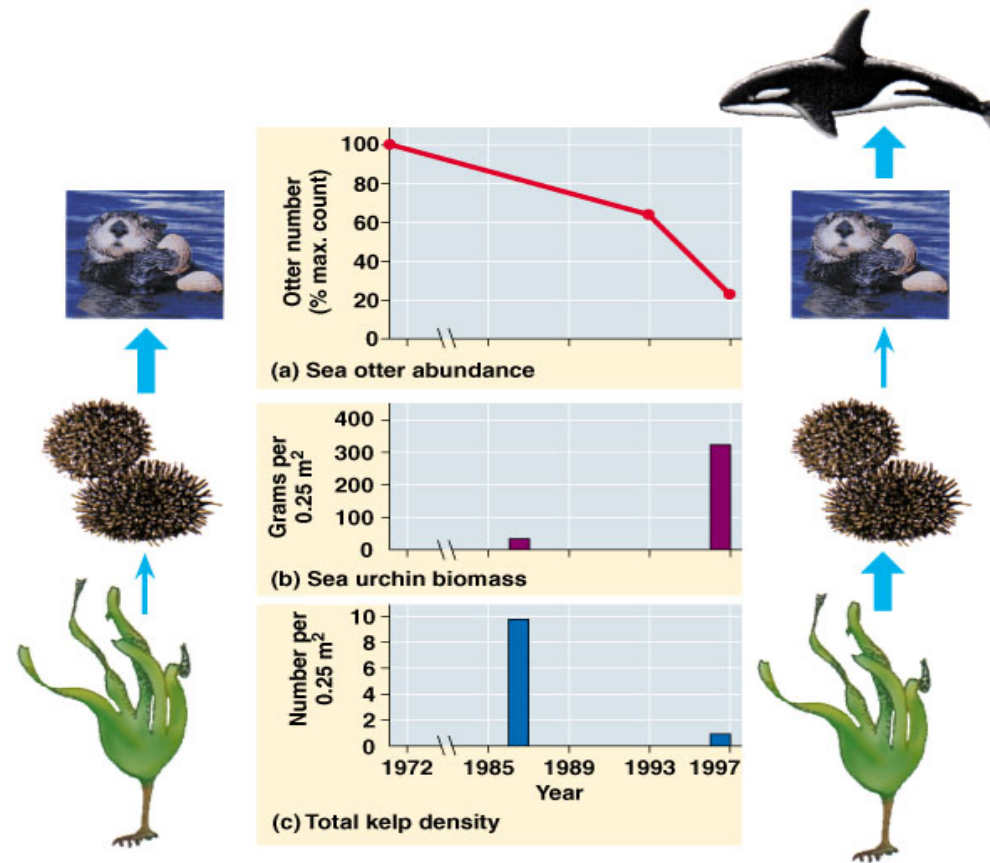
# Cascade trophique



Côtes de l'Alaska  
Années 1990

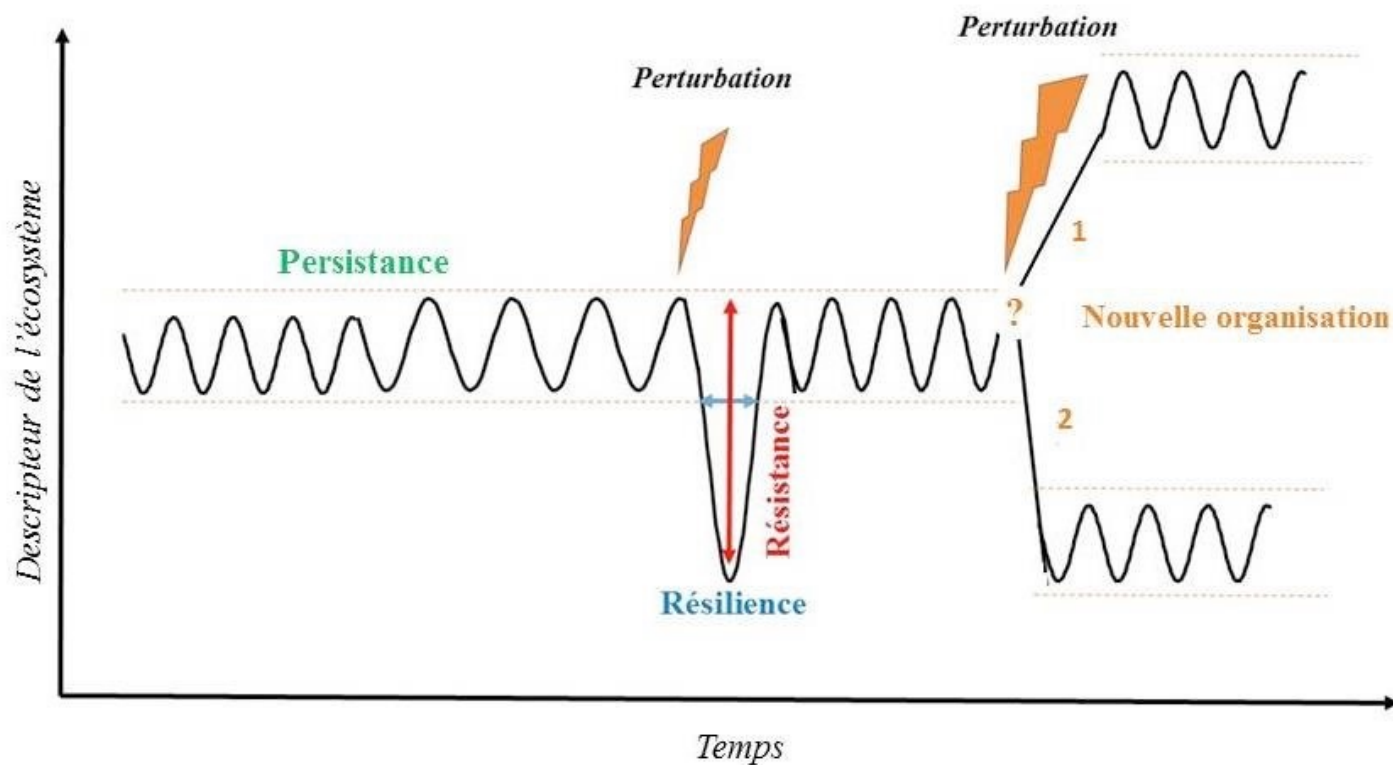
Un fragment de réseau alimentaire sur les côtes de l'Alaska, en partant des Loutres de mer et des déboires qu'elles connaissent depuis les années 1990 .  
Les flèches relient les proies à leurs consommateurs.

# Cascade trophique



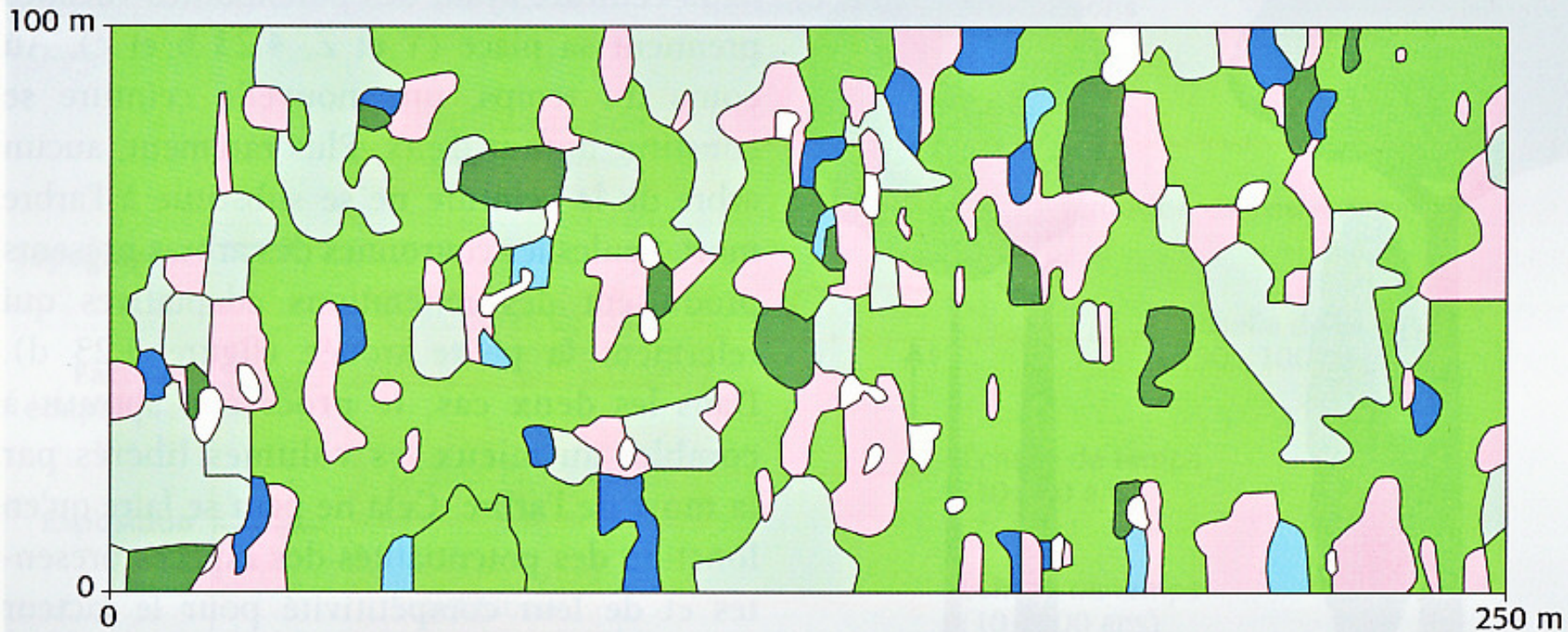
Côtes de l'Alaska  
Années 1990

# Dynamique, perturbations



Curvlier A. 2016. Dynamique et fonctionnement des herbiers marins dans un complexe récifal anthropisé (île de La Réunion, Océan Indien. Thèse Université de la Réunion, 242 p.

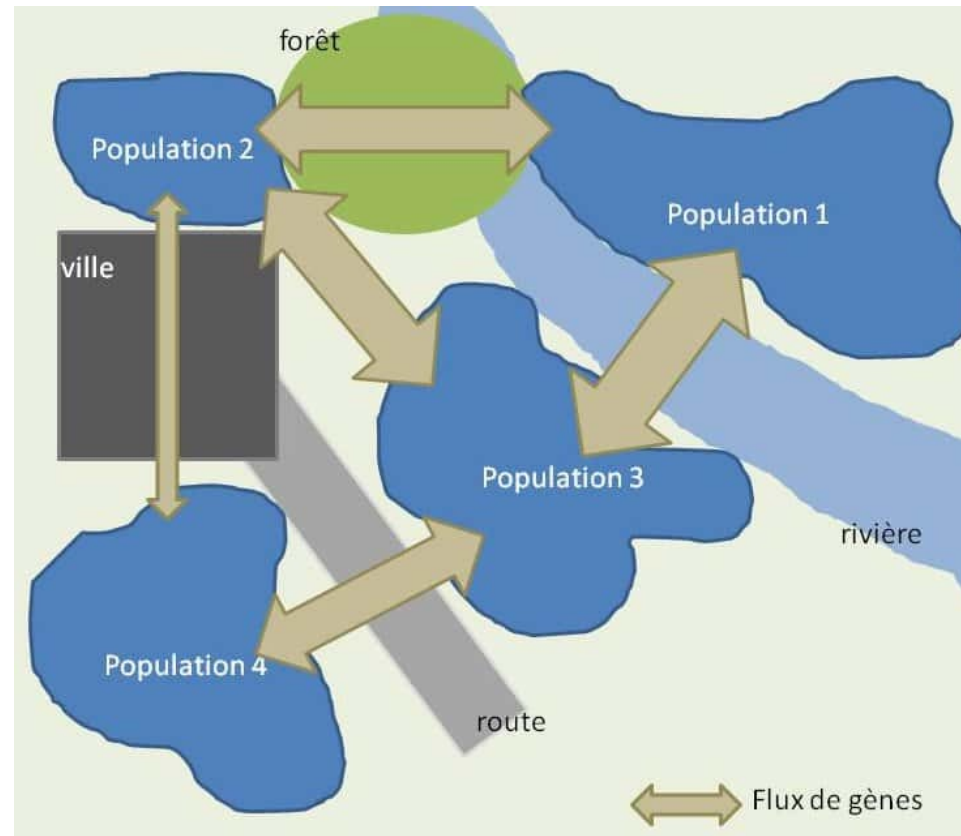
# Dynamique, perturbations, espace



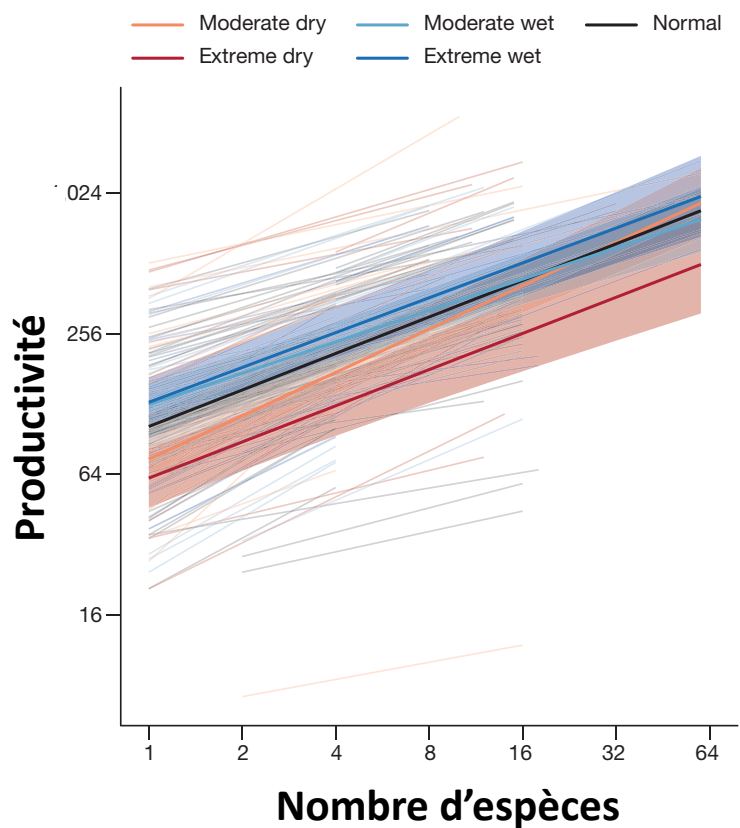
*Puig H. 2001. La forêt tropicale humide. Belin, Paris*

Forêt tropicale de Sungai Mahato, Riau, Sumatra, Indonésie

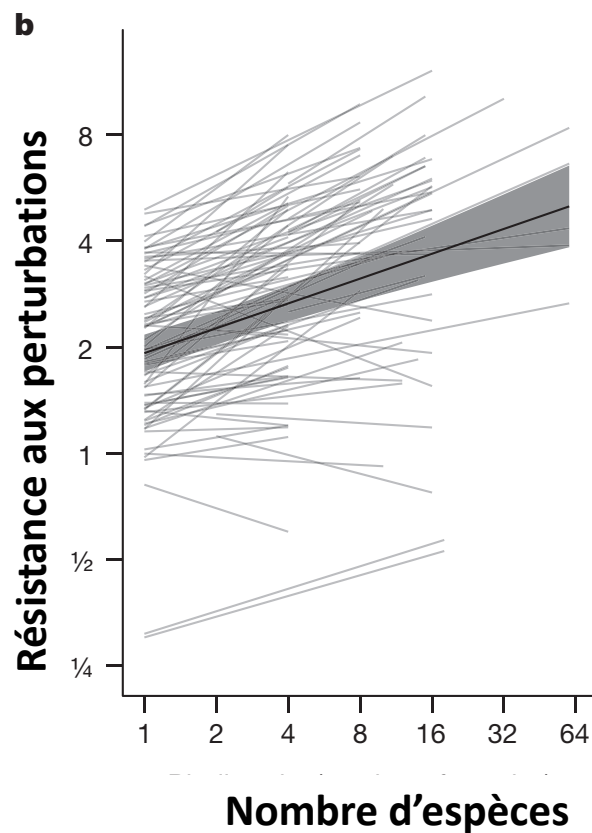
# Population, métapopulation



# Biodiversité, production, résistance



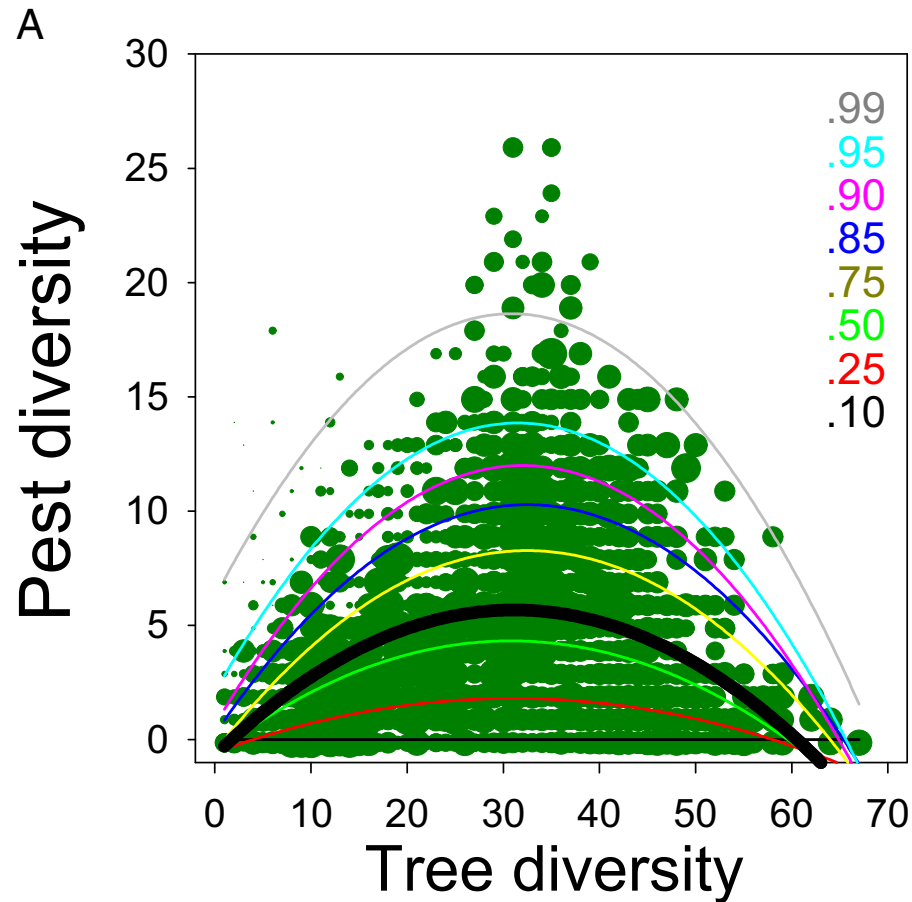
Isbell F. et al. 2015. Nature 526: 574-577



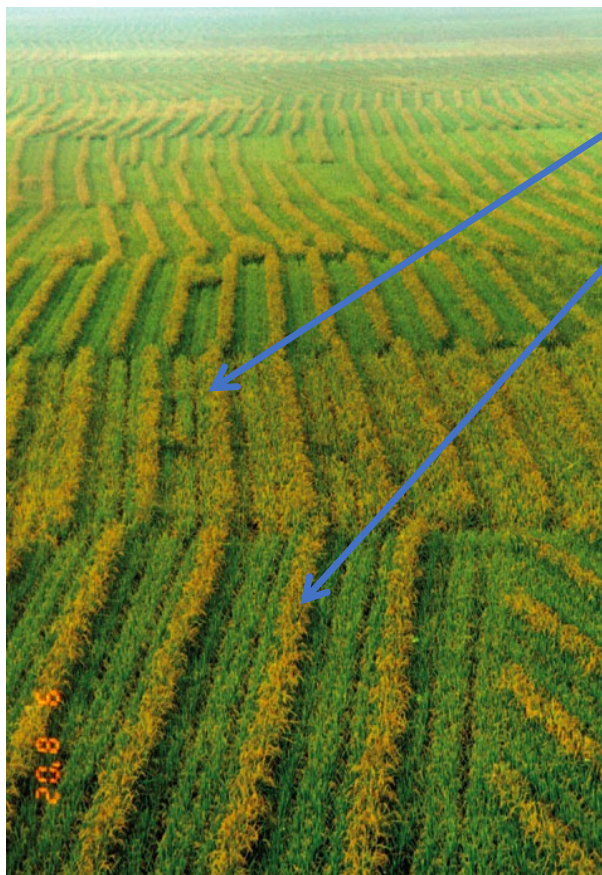
Les  
« performances »  
de l'écosystème  
dépendent de la  
biodiversité

130 210 sites  
d'observation aux USA:  
plus les espèces d'arbres  
sont nombreuses, plus  
les pathogènes ont du  
mal à se disperser.

Guo Q. et al. 2019. PNAS  
116: 7382-7386.



# Biodiversité et pathogènes



Riz sensible à un champignon pathogène

Riz résistant à un champignon pathogène

La variété sensible au pathogène plantée en mélange avec la variété résistante est plus productive de 89 % (par rapport à la monoculture) et l'infection est moins sévère de 94 % (par rapport à la monoculture).

Coût par hectare en US\$:

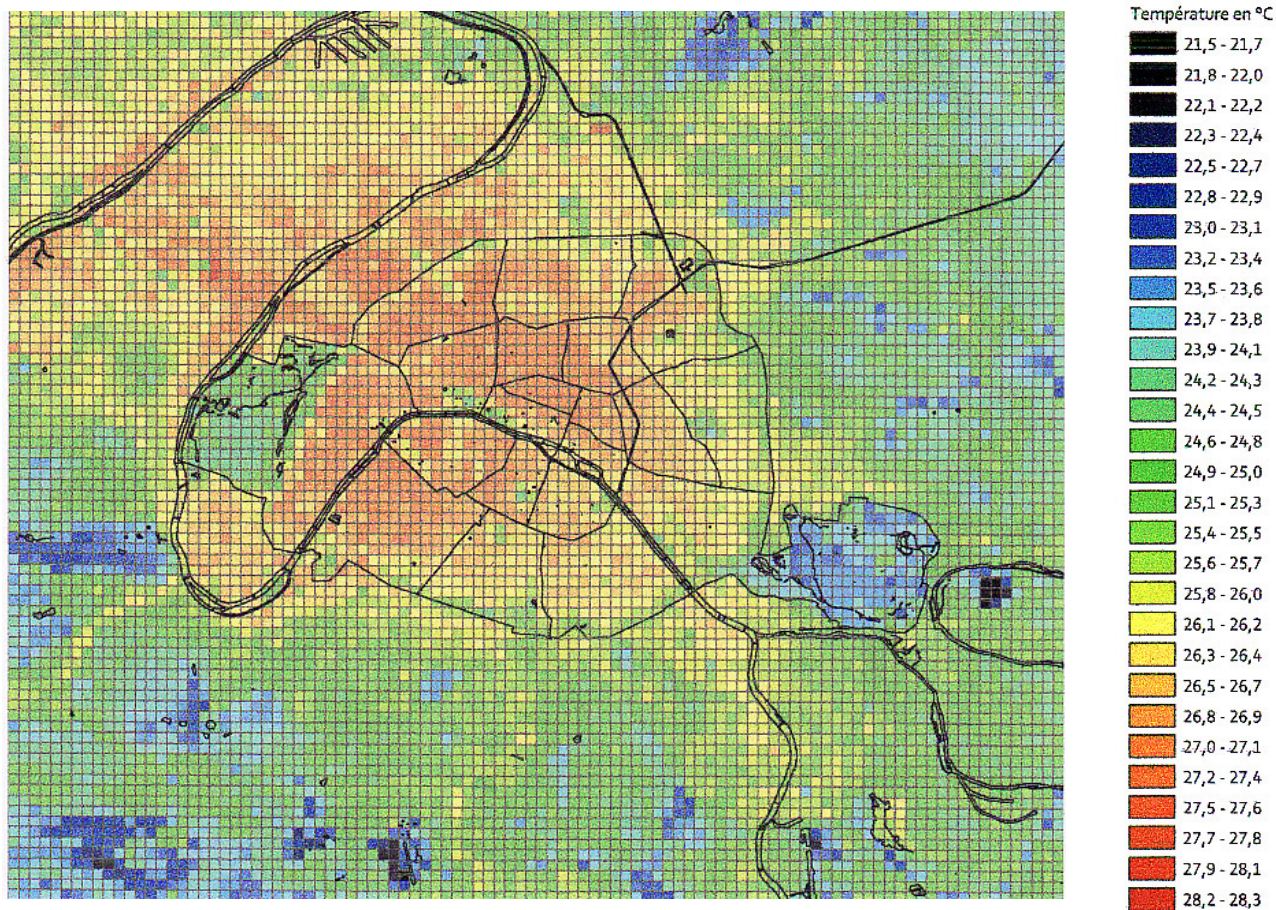
Monoculture standard: 7.28

Culture mélangée: 3.48

Economie par hectare: 3.80

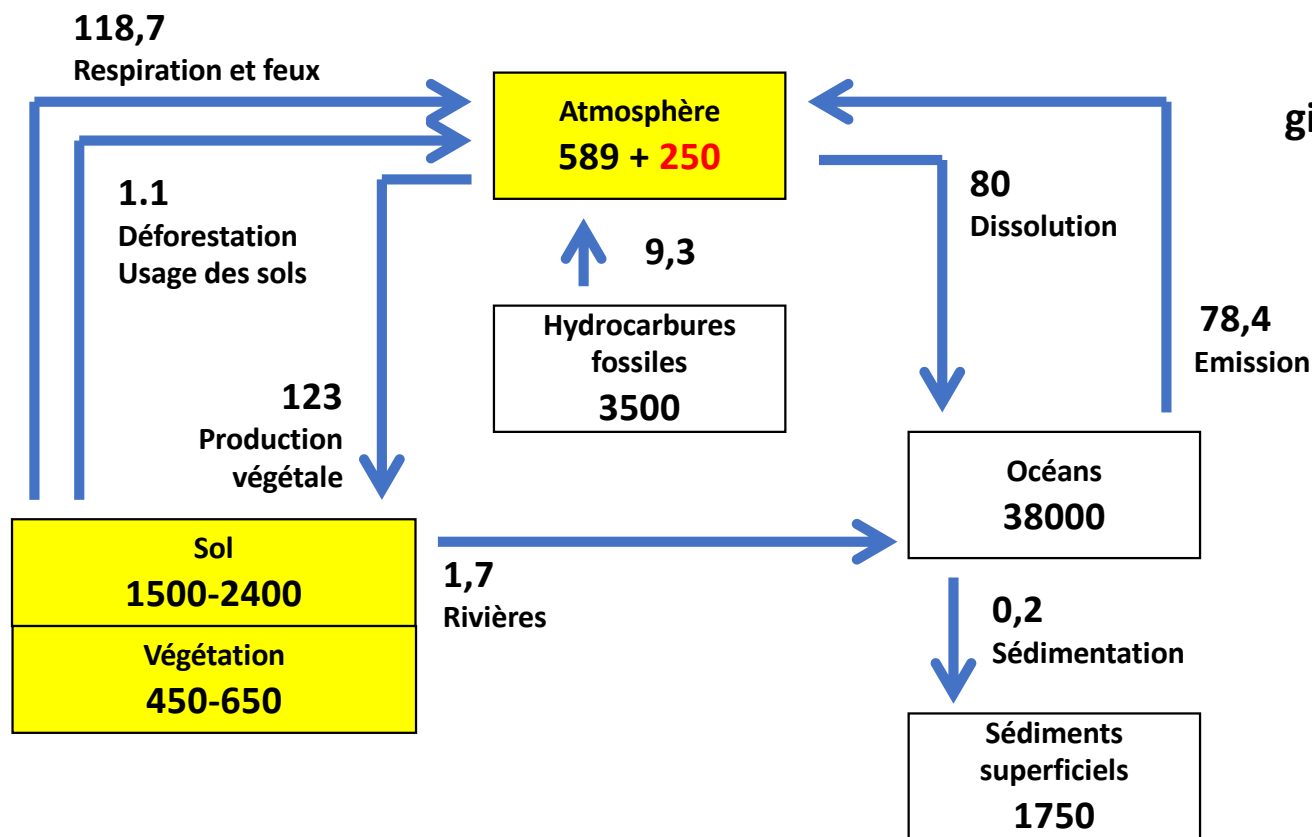
*Zhu Y. et al. 2000. Nature 406: 718-722*





Température de  
l'air à 2 m au  
dessus du sol, 10  
août 2003, 6  
heures du matin

APUR 2012. Les îlots de  
chaleur urbains à Paris



Cycle planétaire du carbone en gigatonnes (= milliards de tonnes) de C et gigatonnes de C par an

**Concrètement:**

La végétation continentale est un outil potentiel de modification des conditions de vie physico-chimiques à l'échelle planétaire (exemple: planter des forêts pour séquestrer du carbone).

# Messages clés

---

Les organismes vivants ne peuvent que se diversifier, à des vitesses variables (millions d'années pour les vertébrés).

Les organismes vivants s'adaptent en permanence aux variations de leur environnement et modifient cet environnement (au grès des changements génétiques au hasard).

Les organismes vivants forment un système: toute modification quelque part engendre une modification ailleurs.

Le monde vivant détermine la qualité de l'environnement, sa dynamique, sa résilience.

Représenter un écosystème avec des cartes ou des calculs, imaginer des scénarios dynamiques suite à une modification.

Mesurer et cartographier des températures en fonction de la couverture végétale.

Comparer la diversité de groupes animaux ou végétaux en fonction de l'usage des sols.

Suivre (sur plusieurs générations d'étudiants) l'évolution du carbone du sol, de la microflore, de la faune après restauration ou aménagement.

Expérimenter (sur plusieurs générations) l'impact de la biodiversité dans la résistance d'une prairie à la sécheresse.