Institut des Hautes Etudes d'Aménagement des Territoires Session « L'expertise scientifique et son appropriation » 17 janvier 2020

Erosion de la biodiversité: causes, conséquences, solutions

Luc Abbadie

Professeur 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@upmc.fr

http://ieesparis.ufr918.upmc.fr





Institut de la transition environnementale § SORBONNE UNIVERSITÉ

Biodiversité?

D<u>éfinition de la Convention sur la diversité</u> <u>biologique</u>: 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 intraespèces, inter-espèces et inter-écosystèmes. (CBD, 1992, article 2: use of terms).

<u>Ma définition</u>: Le phénomène vivant, pourquoi et comment ? Sa variabilité (y compris dans le temps). Sa valeur pour l'humanité.

Combien d'espèces sur la planète ?

Group	Number of	Estimated number of species			Paliability
	species de- scribed	High esti- mate	Low esti- mate	Most probable number	of the best estimate
Viruses	4	1000	50	400	Very low
Bacteria	4	3000	50	1000	Very low
Fungi	72	2700	200	1500	Medium
Protozoa	40	200	60	200	Very low
Algae	40	1000	150	400	Very low
Plants	270	500	300	320	Good
Nematodes	25	1000	100	400	Low
Crustaceans	40	200	75	150	Medium
Arachnids	75	1000	300	750	Medium
Insects	950	100 000	2000	8000	Medium
Molluscs	70	200	100	200	Medium
Chordates	45	55	50	50	Good
Others	115	800	200	250	Medium
TOTAL	1750	111 655	3635	13 620	Very low

Combien d'espèces sur la planète ?

Group	Number of species de- scribed	Estimate High esti- mate	d number	Yost Yost Nable Yoer	Reliability of the best estimate
Viruses	4		X	•	Very low
Bacteria	4				Very low
Fungi		~ 2			Medium
Protozoa			, •	· · · ·	Very low
Algae	\sim				ry low
Plants					Good
Nema			\mathbf{V}		Low
Crustace				150	Medium
Arachnids		\mathbf{V}		750	Medium
Insects			2000	8000	Medium
Molluscs	$\mathbf{O}\mathbf{U}$		100	200	Medium
Chordates	X	55	50	50	Good
Others		800	200	250	Medium
TOTAL	1750	111 655	3635	13 620	Very low

Comment, pourquoi ?



Figure 2.1 Temporal dynamics of the number of marine animal families. (After Sepkoski 1992.)

Comment, pourquoi?



Institute of Ecology and Environmental Sciences - Paris

Trade-off (compromís)



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

La mécanique évolutive



Les Galapagos sont situées à 1000 km des côtes de l'Equateur. Les 14 espèces de pinsons dérivent d'un ancêtre commun arrivé il y a 3 millions d'années du continent américain. Actuellement, *Certhidea olivacea* est le plus proche génétiquement du fondateur de la colonie.



Institut d'Ecologie et des Sciences de l'Environnement de Paris

Mutualisme et diversification







Institut d'E



Un écosystème, c'est ça...



... ou plutôt ça !!!



... ou plutôt ça !!!



Complexe = compliqué ?



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.

Complexe = compliqué ?



Complexe = compliqué ?



Complexe = compliqué?



Complexe = compliqué?



Tilman D. 1996, Ecology 77: 350-363



Complexe = compliqué?



Global effect of tree species diversity on forest productivity. Ground-sourced data from 777,126 global forest biodiversity permanent sample plots (dark blue dots, left), which cover a substantial portion of the global forest extent (white), reveal a consistent positive and concave-down biodiversity-productivity relationship across forests worldwide (red line with pink bands representing 95% confidence interval, right).

Liang J. at al. 2016. Science 354

IPBES, 6 mai 2019



Extinctions depuis 1500



IPBES, 2019. Summary for Policy Makers of the Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.

Erosion de la biodiversité

ÉVOLUTION DE L'ABONDANCE DES POPULATIONS D'OISEAUX COMMUNS SPÉCIALISTES EN FRANCE MÉTROPOLITAINE



Source : programme STOC de Vigie-Nature. Traitements : CESCO - UMS PatriNat (AFB-CNRS-MNHN), décembre 2017

Institute of Ecology and Environmental Sciences - Paris

- Espèces des milieux bâtis

Office National de la

Erosion de la biodiversité



Office National de la

Abondance des arthropodes en Allemagne



Institute of Ecology and Environmental Sciences - Paris

Nombre d'espèces d'arthropodes en Allemagne



Institute of Ecology and Environmental Sciences - Paris

La sixième crise d'extinction



La sixième crise d'extinction



La sixième crise d'extinction





nces de l'Environnement de París

Causes de la críse



Agrículture et élevage



Quel vivant?



Quel vivant?



Bar-On et al. 2018. PNAS doi/10.1073/pnas.1711842115

Services écosystémiques

Support	Régulation	Approvisionnement	Culturels
Production primaire	Du climat	Nourriture	Esthétique
Cycle des nutriments	Des inondations	Eau	Spiritualité et valeurs religieuses
Cycle de l'eau	De l'érosion	Bois et fibres	Loisirs
Formation des sols	Des maladies	Molécules d'intérêt	Education
Production d'habitats	Purification de l'eau	Combustible	Confort psychologique
Production d'oxygène	Pollinisation	Ressources génétiques	Sources d'inspiration

Les services écosystémiques sont les bénéfices que les humains tirent des caractéristiques et du fonctionnement des écosystèmes et de la biodiversité.

Le système climat-écosystème






IPCC, 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Cambridge University Press, Cambridge and New York





La course biodiversité-climat



IPCC, 2014: Summary for policymakers. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1-32.

Des envahisseur spotentiels



La course biodiversité-climat

Extinctions and warming



Institute of Ecology and Environmental Sciences - Paris

La course biodiversité-climat

Extinctions and warming



Institute of Ecology and Environmental Sciences - Paris

La migration des espèces marines



Les surprises du vivant... 2003 !

REVIEWS REVIEWS _____

38

Green surprise? How terrestrial ecosystems could affect earth's climate

Jonathan A Foley¹, Marcos Heil Costa², Christine Delire¹, Navin Ramankutty¹, and Peter Snyder¹

While the earth's climate can affect the structure and functioning of terrestrial ecosystems, the process also works in reverse. As a result, changes in terrestrial ecosystems may influence climate through both biophysical and biogeochemical processes. This two-way link between the physical climate system and the biosphere is under increasing scrutiny. We review recent developments in the analysis of this interaction, focusing in particular on how alterations in the structure and functioning of terrestrial ecosystems, through either human land-use practices or global climate change, may affect the future of the earth's climate.

Front Ecol Environ 2003; 1(1): 38-44

Changement de végétation et albedo



Foley J.A. et al. 2003. Frontiers in Ecology and the Environment 1: 38-44

Clímat et forêt



Quelles solutions?



Oiseaux communs

Institute of Ecology and Environmental Sciences - Paris

Quelles solutions?

Plus un habitat est étendu, plus le nombre d'espèces est élevé



https://en.wikipedia.org/wiki/Species%E2%80%93area_relationship



Plus un habitat est isolé et petit, plus le nombre d'espèces est faible



Prévisions de la FAO



World agriculture towards 2030/2050. The 2012 revision. ESA Working Paper n° 12-03. Roma, FAO Institute of Ecology and Environmental Sciences - Paris

Quelles solutions?



L'intensification réduit le nombre d'espèces de plantes, de carabiques (dans le champ) et d'oiseaux nicheurs (hors champ). Huit pays européens

> Geiger F. et al. 2010. Basic and Applied Ecology 11:97-105

Quelles solutions?



Les principaux facteurs explicatifs du déclin sont: la taille du champ, la fréquence et la quantité d'herbicides, d'insecticides et de fongicides

Geiger F. et al. 2010. Basic and Applied Ecology 11:97-105

Quelles solutions?



L'intensification réduit le potentiel de contrôle biologique des insectes ravageurs (pucerons)

Geiger F. et al. 2010. Basic and Applied Ecology 11:97-105

Quelles solutions?



Les herbicides ne garantissent pas une productivité forte (a) et n'affectent pas toujours les adventices (b,d). La productivité est faiblement affectée par les adventices (c,e).

Quelles solutions?



Plus le paysage (champs, zones non cultivées, haies) est diversifié, plus la biodiversité est élevée

> Billeter R. et al. 2008. Journal of Applied Ecology 45:141-150

Quelles solutions?



- Sensible au pathogène
- Resistant au 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:7.28Culture mélangée:3.48Economie par hectare:3.80

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

Quelles solutions?



130,210 forest plots in USA

Quelles solutions?



Futur: des canícules plus fortes

Température estivale moyenne à Paris (1873-2100)



La température moyenne quotidienne est la moyenne des températures minimale et maximale quotidiennes. Une moyenne de ces valeurs est ensuite calculée sur la saison estivale pour chaque année.

> Agence Parisienne du Climat, sd. Le changement climatique à Paris. Evolution du climat à Paris depuis 1900, quel climat futur ?

Institute of Ecology and Environmental Sciences - Paris

Futur: des canícules fréquentes



S'adapter ?

Air temperature at 2 m above soil, 10 August 2003 6:00 am, Paris



APUR 2012. Les îlots de chaleur urbains à Paris

S'adapter ?



Institut d'Ecologie et des Sciences de l'Environnement de Paris

S'adapter ? Arbres des rues

Accumulation de carbone (issu des racines) au cours du temps.



Institute of Ecology and Environmental Sciences - Paris

S'adapter ? Arbres des rues



S'adapter ? Arbres des rues



S'adapter ? Toits végétalisés



Figure 3. Average control and green rooftop surface temperatures observed on the Penn State University field experiment during July 2003 (Denardo, 2003).

> Gaffin S. et al. 2006. In: Rosenzweig et al, Green Roofs in the New-York Metropolitan Region

S'adapter ? Murs végétalisés



Fig. 18. Measured energy savings during the end of August 2015.

Pérez et al. 2017. Applied Energy 187: 424-437



S'adapter ?



S'adapter ?



S'adapter ? Toits végétalisés



Evapotranspiration et disponibilité de l'eau (toits végétalisés)

Fig. 4. Relationship between evapotranspiration and substrate water content

Cascone et al. 2019. Buildig and Environment 147: 337-355


S'adapter ? Toits végétalisés

Water retention by the roof substrate depends on biodiversity,

> **FIGURE 2** Average water retention as a function of substrate depth and type (\pm *SE*). Retention for the different species was pooled for each family. Lowercase letters indicate differences (p < .05) between treatments within each family. Capital letters indicate differences (p < .05) between families within each type/depth treatment



Dusza, Barot, Kraepiel, Lata, Abbadie & Raynaud 2017. Ecology and Evolution

Institute of Ecology and Environmental Sciences - Paris

S'adapter ? Toits végétalisés



Substrate type/depth

Institute of Ecology and Environmental Sciences - Paris





Mercí pour votre attention



Institute of Ecology and Environmental Sciences - Paris