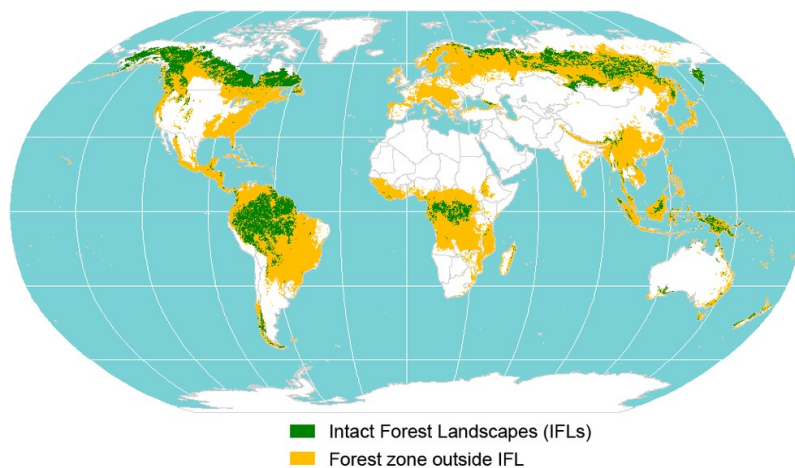


Grand Cours Sator sur la
Biodiversité
Luc Abbadie
Cahier d'illustrations commentées
Episodes 11 à 15

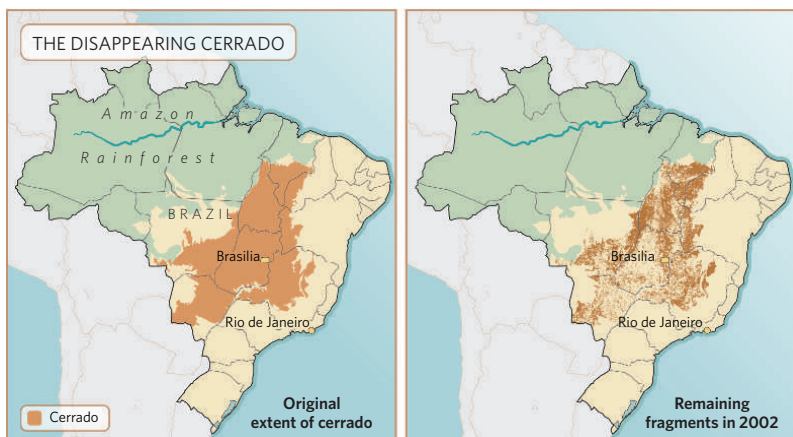
11. Régression des espaces forestiers intacts



<https://fr.wikipedia.org/wiki/For%C3%AAt> d'après Potapov et al. 2008. Ecology and Society: 13, 51

Les forêts que l'on peut considérer comme intactes, c'est à dire dont la structure et la dynamique résultent pour l'essentiel de processus non contrôlés par les humains, ne couvrent plus aujourd'hui que 23,5 % de la zone considérée comme forestière.

11. Régression des savanes

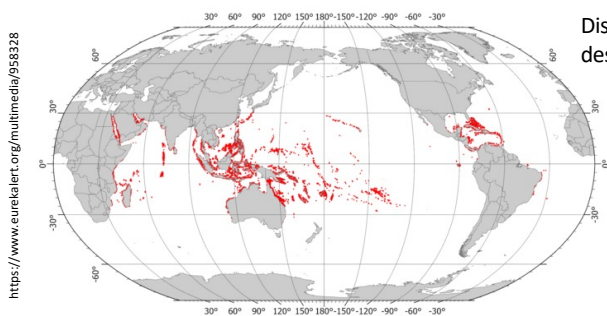


10 000 espèces végétales, 4000 espèces de ligneux buissonnants, 935 oiseaux, 14 000 insectes

Marris 2005. Nature 437: 944-945

Un autre biome majeur en régression est celui des savanes. Au Brésil, le "Cerrado", extrêmement riche en biodiversité, ne subsiste plus que sous forme de fragments plus ou moins isolés./

11. Dégradation des récifs coralliens



Distribution mondiale des récifs coralliens

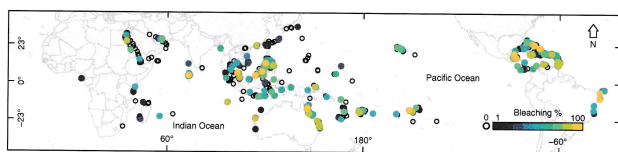
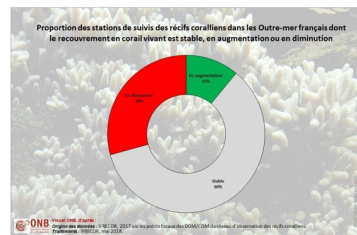


Fig. 1 Coral bleaching distribution. Prevalence of coral bleaching presented as a percentage of the coral assemblage that bleached at survey, measured at 3351 sites in 81 countries, from 1998 to 2017. White circles indicate no bleaching. Colored circles indicate 1% bleaching (blue) through 100% bleaching (yellow)

Sully 2019. Nature Communications 10:1264

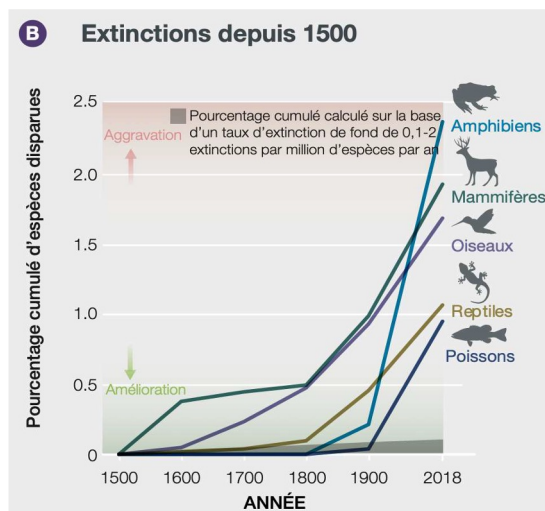
Etat des récifs coralliens français



Distribution mondiale des récifs coralliens blanchis

Le blanchiment des coraux est principalement observé dans des zones qui subissent des anomalies de températures d'intensité et de fréquence élevées. On les observe dans la zone équatoriale jusqu'à 15-20 degrés de latitude nord et sud.

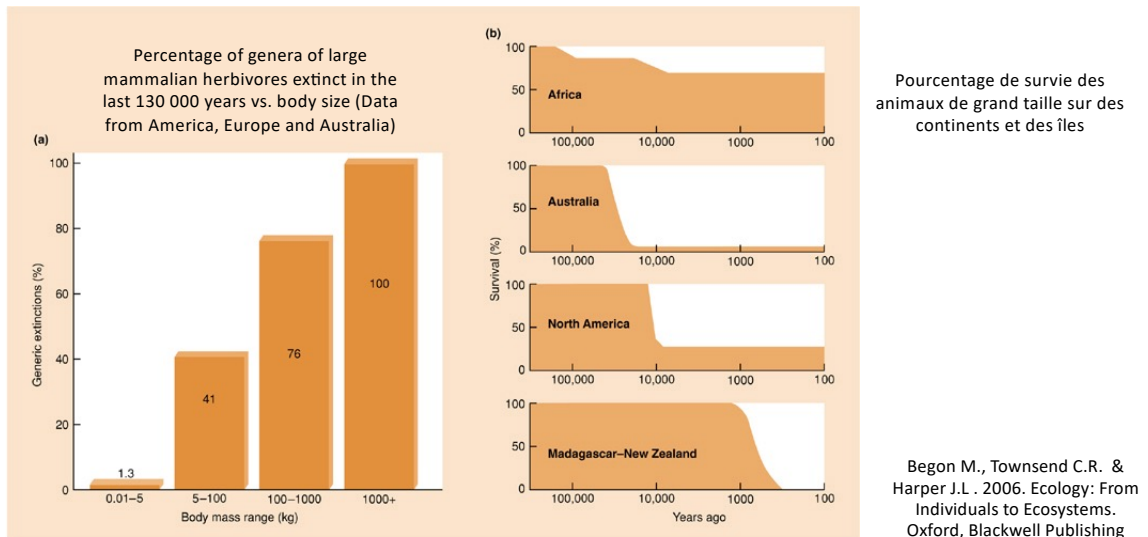
11. Un échantillon des espèces disparues depuis 1500



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.

A partir de suivis d'espèces initiés depuis 1500, il a été possible d'estimer la proportion d'espèces éteintes chez certains groupes de vertébrés

11. Extinctions avant 1500



A gauche: pourcentage de genres de mammifères herbivores éteints au cours des 130 000 dernières années.
En abscisse: les classes de poids en kilogrammes.

En ordonnée: le pourcentage de genres éteints.

A droite: pourcentage d'espèces de mammifères herbivores non éteintes au cours du temps.

En abscisse: le temps en années

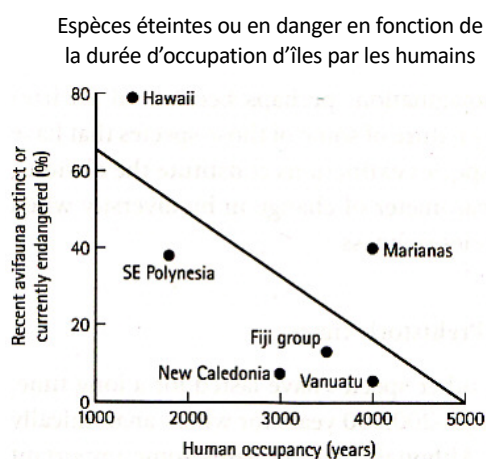
En ordonnée: le pourcentage de survie

Plus les herbivores sont de grande taille, plus ils ont subi d'extinctions, au point d'une disparition.

11. Extinctions avant 1500

La colonisation humaine des îles Fidji et Tonga, de la Nouvelle-Zélande et d'Hawaï a commencé il y a respectivement 3500, 3200 et 2600 ans. Un tiers à la moitié des oiseaux ont disparu, c'est-à-dire 10 % des espèces d'oiseaux à l'échelle mondiale.

Pourquoi ? La chasse, la collecte des œufs, l'introduction d'animaux domestiques comme le chien) et commensaux (comme les rats) ont eu un effet prédateur sur de petits oiseaux non adaptés.



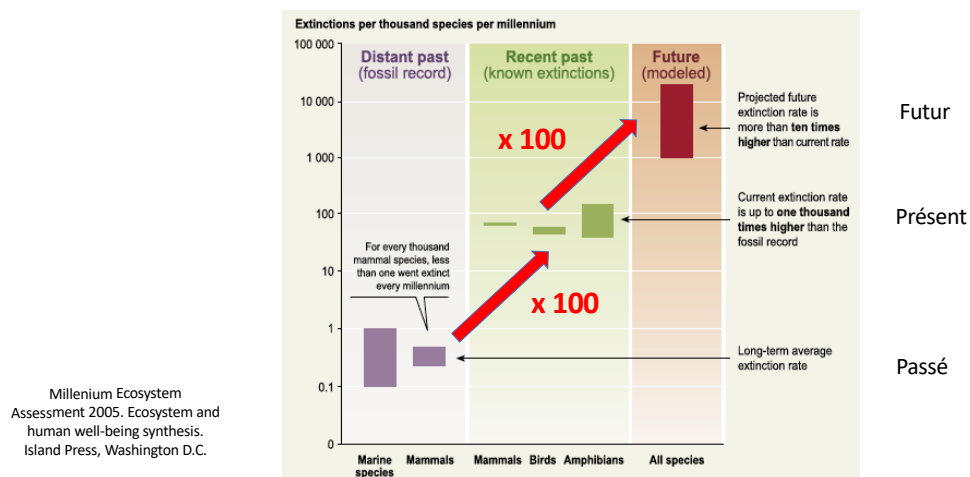
En abscisse: la durée d'occupation de ces îles par les populations humaines.

En ordonnée: le pourcentage de l'avifaune éteinte ou en danger d'extinction.

La colonisation humaine des îles Fidji et Tonga, de la Nouvelle-Zélande et d'Hawaï a commencé il y a respectivement 3500, 3200 et 2600 ans. Un tiers à la moitié des oiseaux de ces îles a disparu à ce moment là, c'est-à-dire 10 % des espèces d'oiseaux à l'échelle mondiale.

Pourquoi ? La chasse, la collecte des œufs, et surtout l'introduction d'animaux domestiques comme le chien) et commensaux (comme les rats) qui ont exercé une forte prédation sur de petits oiseaux non adaptés.

11. Des taux d'extinction inédits ?

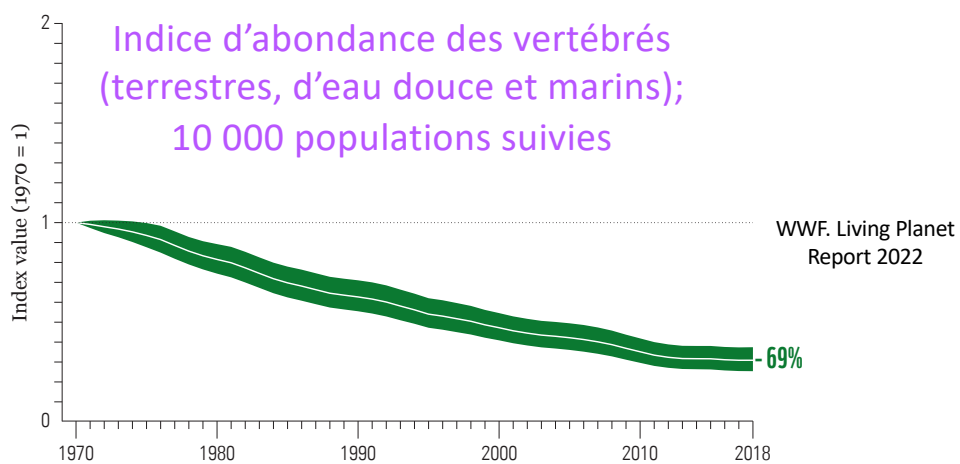


En abscisse: les divers groupes animaux considérés.

En ordonnée: le rythme d'extinction en nombre d'espèces éteintes par millier d'espèces et par millier d'années.

À partir de l'évaluation du taux d'extinction moyen des espèces au cours de l'histoire de la terre, on estime que le rythme actuel est au moins 100 fois plus rapide et qu'il pourrait encore s'accroître d'un facteur 100 dans le futur.

11. Extinction = réduction de l'abondance

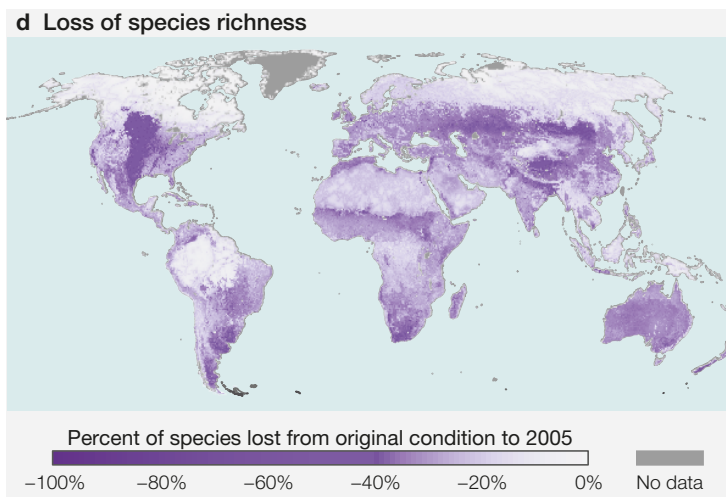


En abscisse: le temps, en dates (années)

En ordonnée: la valeur relative de l'abondance des vertébrés; la référence est l'année 1970, avec la valeur 1.

L'abondance moyenne des. vertébrés à l'échelle planétaire a diminué de près de 70 % en un peu moins de cinquante ans.

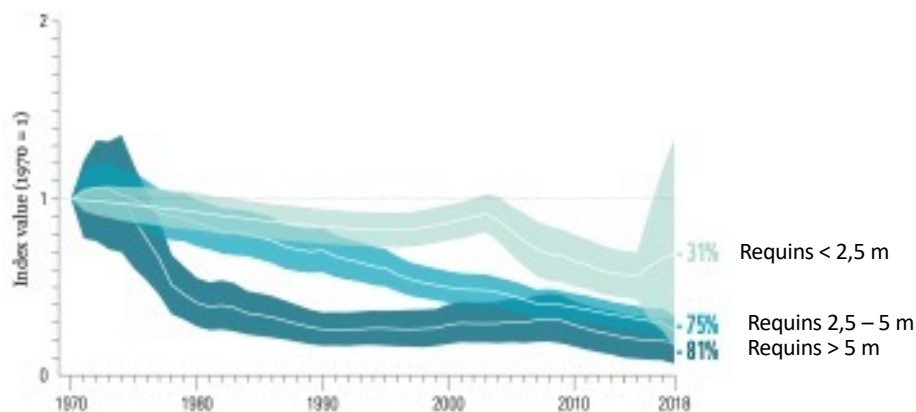
11. Extinction = réduction de l'abondance



IPBES 2018. The IPBES assessment report on land degradation and restoration. Bonn, IPBES

La perte d'espèces (toutes espèces confondues, animales et végétales) depuis 2005 est très concentrées dans les zones intertropicales et tempérées, là où l'expansion quantitative et qualitative des sociétés humaines est la plus forte.

11. Extinction = réduction de l'abondance

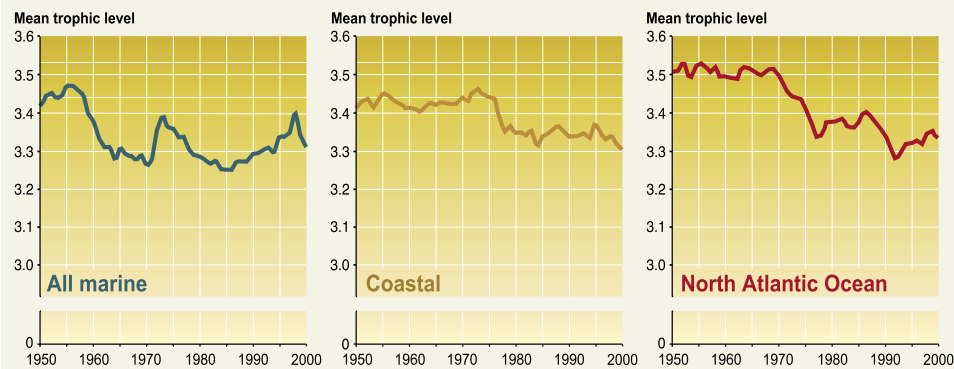


WWF. Living Planet Report 2022

En abscisse: le temps, en dates (années).
En ordonnée: la valeur relative de l'abondance des requins; la référence est l'année 1970, avec la valeur 1.
La régression de l'abondance des requins est d'autant plus rapide que les requins sont de grande taille (de moins de 2,5 m à plus de 5 m de longueur). Cela correspond au schéma classique de concentration des prélèvements humains sur les plus grosses proies. Par ailleurs, les grosses espèces ont des âges de maturité sexuelle plus tardifs que les petites espèces, ce qui contribue à accélérer la diminution de leur abondance.

11. Des changements structurels fondamentaux dans l'océan ?

A trophic level of an organism is its position in a food chain. Levels are numbered according to how far particular organisms are along the chain from the primary producers (level 1), to herbivores (level 2), to predators (level 3), to carnivores or top carnivores (level 4 or 5). Fish at higher trophic levels are typically of higher economic value. The decline in the trophic level harvested is largely a result of the overharvest of fish at higher trophic levels.

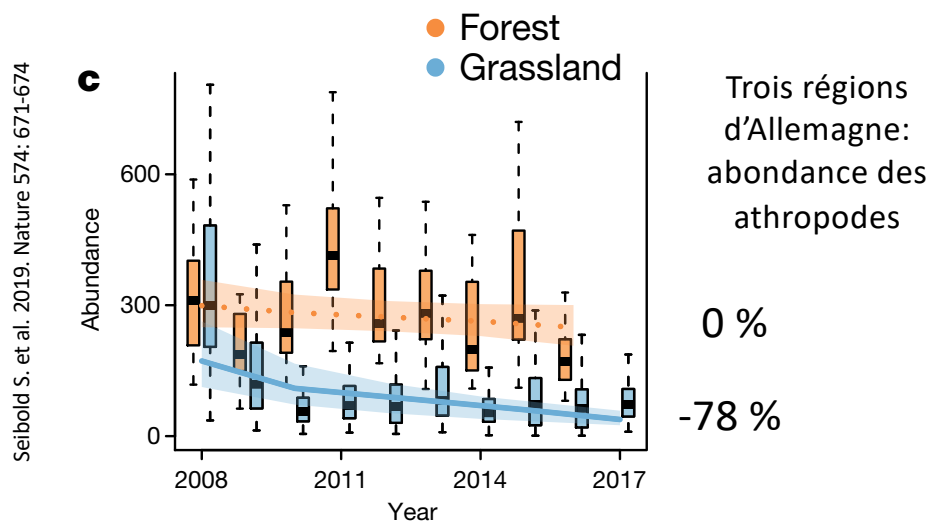


En abscisse: le temps, en dates (années).

En ordonné: le nombre de niveaux trophiques (plancton végétal-plancton animal-prédateur 1-prédateur 2).

Dans tous les milieux marins, on observe une tendance au raccourcissement des chaînes trophiques. Cela traduit sans doute une modification profonde de la structure des communautés dans les océans, aux conséquences encore difficiles à évaluer.

11. Extinction = réduction de l'abondance



En abscisse: le temps, en dates (années)

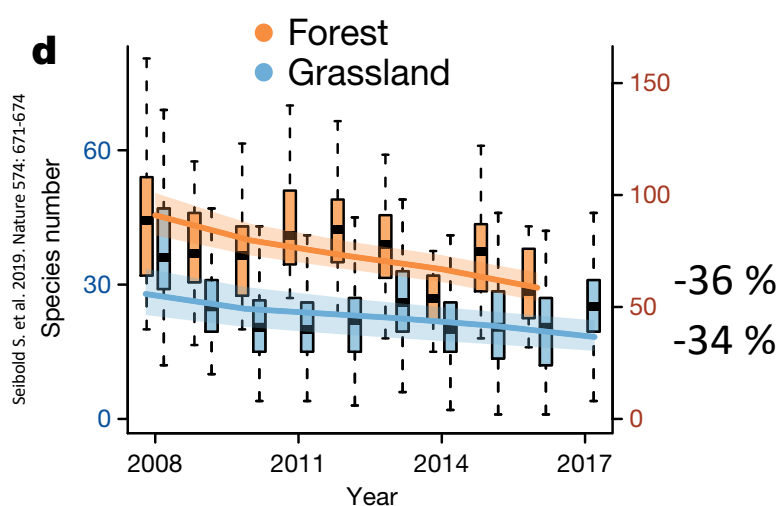
En ordonnée: l'abondance des arthropodes, en nombre d'individus capturés à l'aide de filets tournants et de pièges à interception de vol.

Dans les prairies de trois régions d'Allemagne (sud-ouest, centre et nord-est), l'abondance des arthropodes a régressé de trois quarts environ en 10 ans. Dans les forêts, cette réduction n'a pas été observée.

11. Extinction = réduction de l'abondance

Nombre d'espèces d'arthropodes en Allemagne

Dans trois régions d'Allemagne, environ un tiers des espèces d'arthropodes ont disparu localement.



En abscisse: le temps, en dates (années)

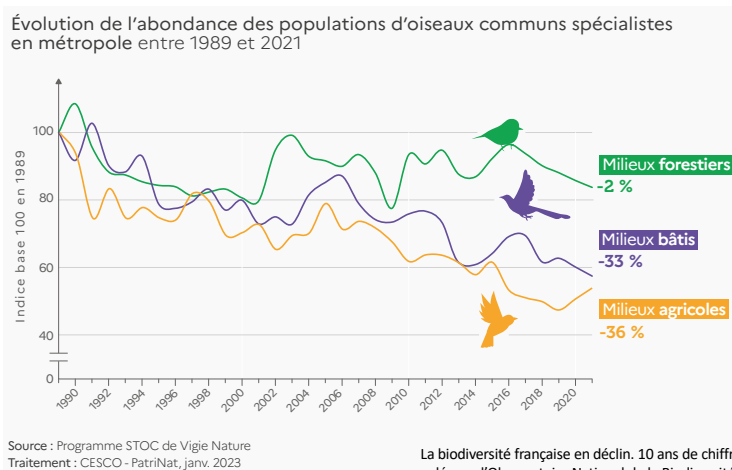
En ordonnée: le nombre d'espèces d'arthropodes capturées à l'aide de filets tournants et de pièges à interception de vol.

Dans trois régions d'Allemagne, le nombre d'espèces d'arthropodes a baissé d'un tiers en dix ans en forêt comme en prairie. Certaines espèces nouvelles se sont installées, d'autres ont émigré ou se sont éteintes: le bilan est une perte nette de biodiversité.

11. Extinction = réduction de l'abondance

Abondance des oiseaux communs spécialistes en France

Réduire ou supprimer la pression sur la biodiversité peut permettre de rétablir ou de maintenir la biodiversité.



La biodiversité française en déclin. 10 ans de chiffres clés par l'Observatoire National de la Biodiversité. Office Français de la Biodiversité, 2003.

En abscisse: le temps, en années (dates)

En ordonnée: : la valeur relative de l'abondance des oiseaux communs spécialistes des milieux forestiers, urbains et agricoles; la référence est l'année 1990, avec la valeur 1.

L'abondance des oiseaux communs (non spécialistes) diminue d'environ 1 % par an depuis une trentaine d'années, sauf dans les milieux forestiers, ce qui confirme une tendance générale, à savoir que dès que la pression sur un milieu diminue ou demeure faible, la biodiversité de maintient.

11. Extinction = réduction de l'abondance

ÉVOLUTION DE L'ABONDANCE DES POPULATIONS DE CHAUVES-SOURIS MÉTROPOLITAINES

En indice base 100 en 2006



Notes : prise en compte de sept espèces ou groupes d'espèces (groupe des Myotis, P. kuhlii, P. pipistrellus, P. pygmaeus, E. serotinus, N. leisleri et N. noctule) ; la valeur indiquée sur le graphique correspond à la tendance observée sur la période 2006-2016 (calculée à partir de la pente de la droite de régression linéaire, matérialisée en pointillés sur le graphique).
Source : programme Vigie-Chiro de Vigie-Nature. Traitements : CESCO - UMS Patrinat (AFB-CNRS-MNHN), 2017

Office National de la Biodiversité, 2018. Les chiffres clés, édition 2018, 92 p.

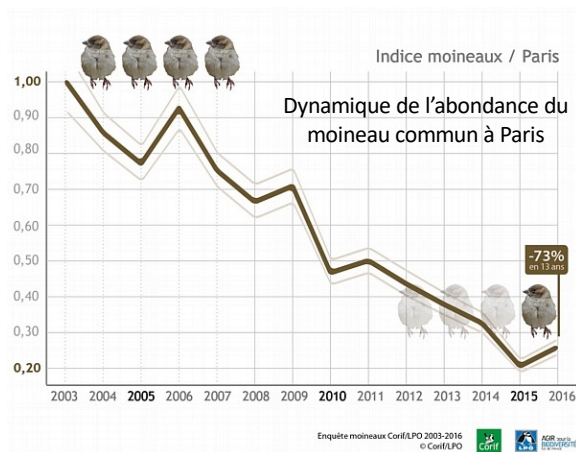
Déclin des chauves-souris en France

En abscisse: le temps, en années (dates)

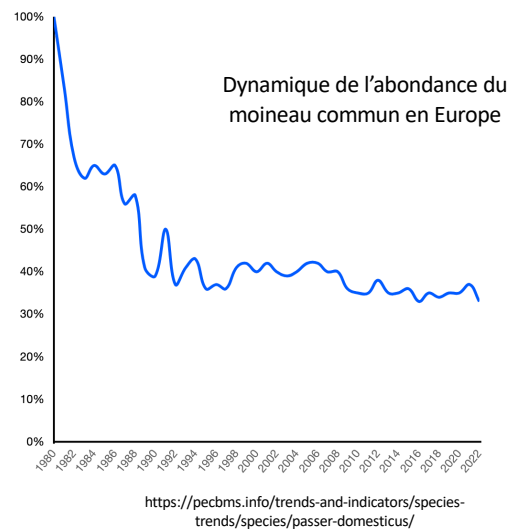
En ordonnée: la valeur relative de l'abondance des chauves-souris en France métropolitaine; la référence est l'année 2006, avec la valeur 100.

L'abondance des chauves-souris diminue d'environ 3 % par an depuis une dizaine d'années.

11. Extinction = réduction de l'abondance



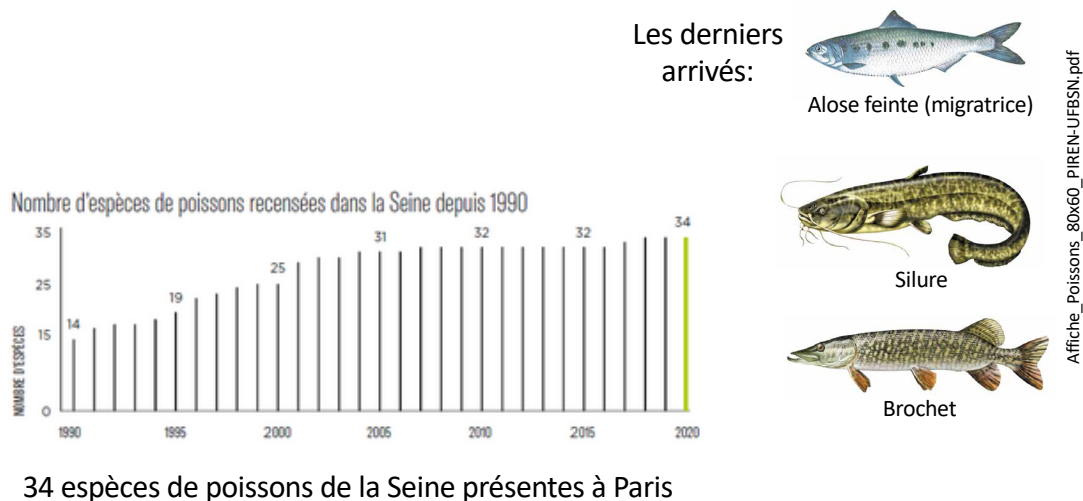
https://www.parisecologie.com/Archives/Evenements2018/Enquete_Moineaux_domestiques_Paris.htm



En abscisse: le temps, en années (dates)

En ordonnée: : la valeur relative de l'abondance des moineaux à Paris (à gauche) et en Europe(à droite); la référence est l'année 2003 ou 1990, avec la valeur 1 ou 100.

11. Biodiversité, qualité de l'environnement, pressions



En abscisse: le temps, en années (dates)

En ordonnée: : le nombre d'espèces observées dans la Seine au niveau de Paris.

12. IPBES



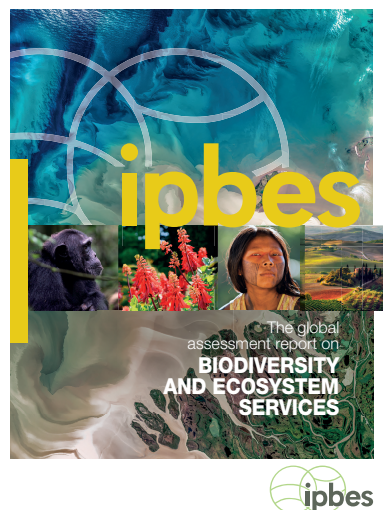
Plateforme internationale science-politique sur la biodiversité et les services écosystémiques

Début de l'aventure en 2005

Créée le 21 avril 2012

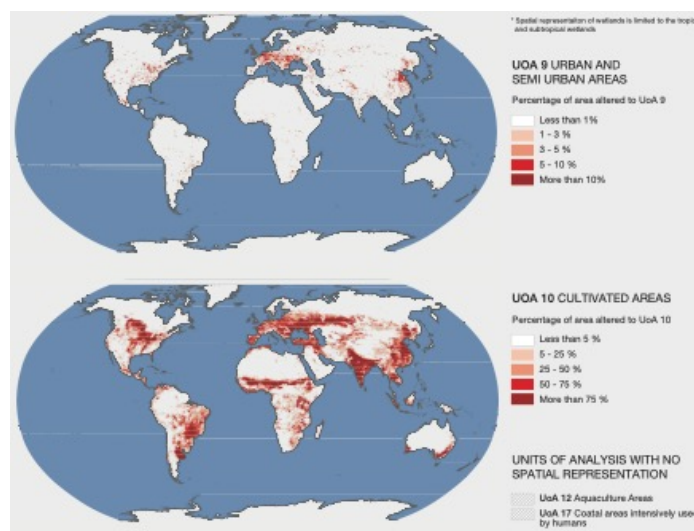
Sous l'égide du PNUE, du PNUD, de l'UNESCO, de la FAO

Premier rapport publié le 6 mai 2019



La Plateforme internationale science-politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) a été créé le le 21 avril 2012 sous l'égide du PNUE, du PNUD, de l'UNESCO, de la FAO. Son premier rapport a été publié le 6 mai 2019.

12. Usage des sols

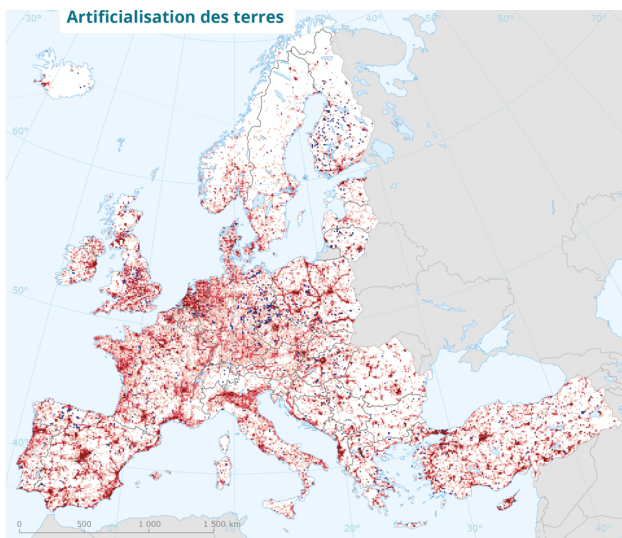


IPBES 2018. The IPBES assessment report on land degradation and restoration. Bonn, IPBES

La modification de l'usage des sols, qui est le premier facteur explicatif du déclin de la biodiversité selon l'IPBES est le résultat de l'expansion des aires urbaines et semi-urbaines et des surfaces consacrées à la production alimentaire pour les êtres humains.

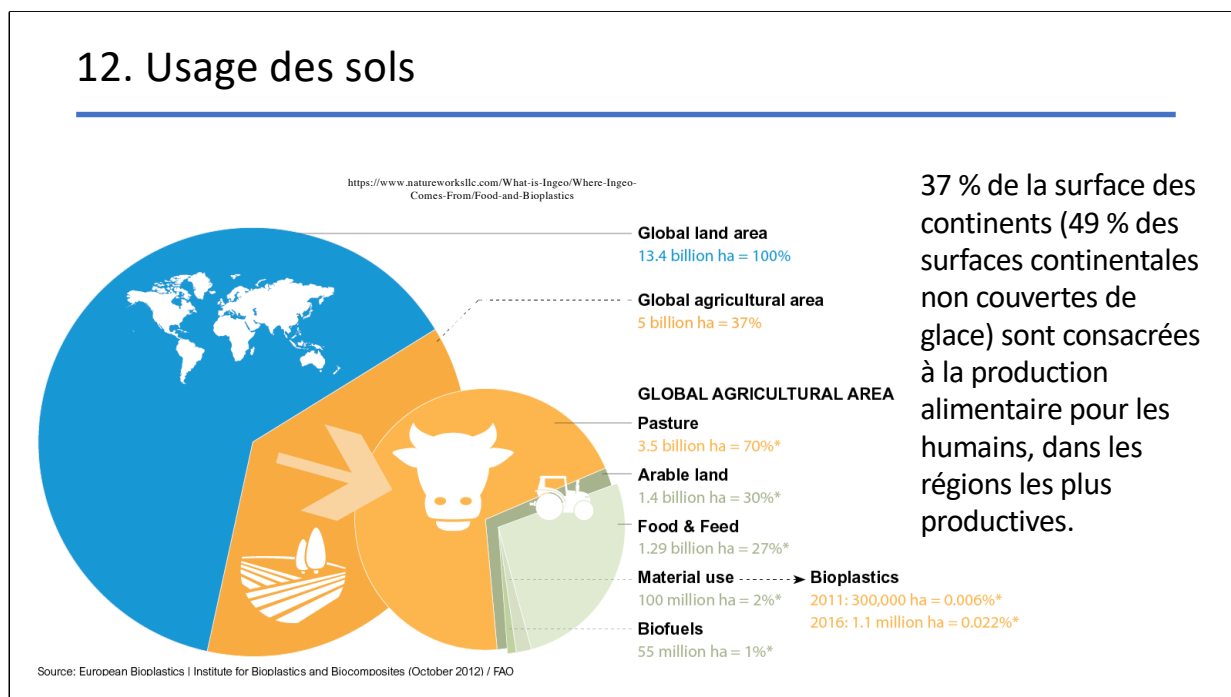
12. Usage des sols

5 % du territoire européen est artificialisé (zones urbanisées et infrastructures de transport)



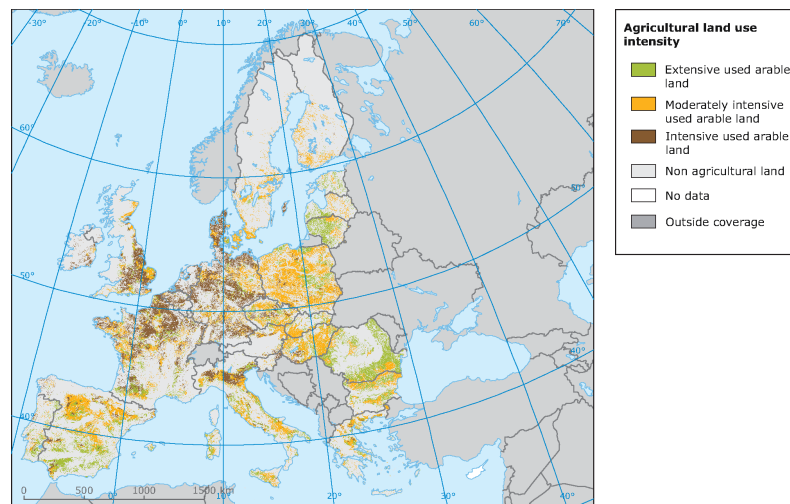
5 % du territoire européen est artificialisé (zones urbanisées et infrastructures de transport). Dans les statistiques nationales et internationales, les zones agricoles ne sont pas considérées comme des zones artificialisées.

12. Usage des sols



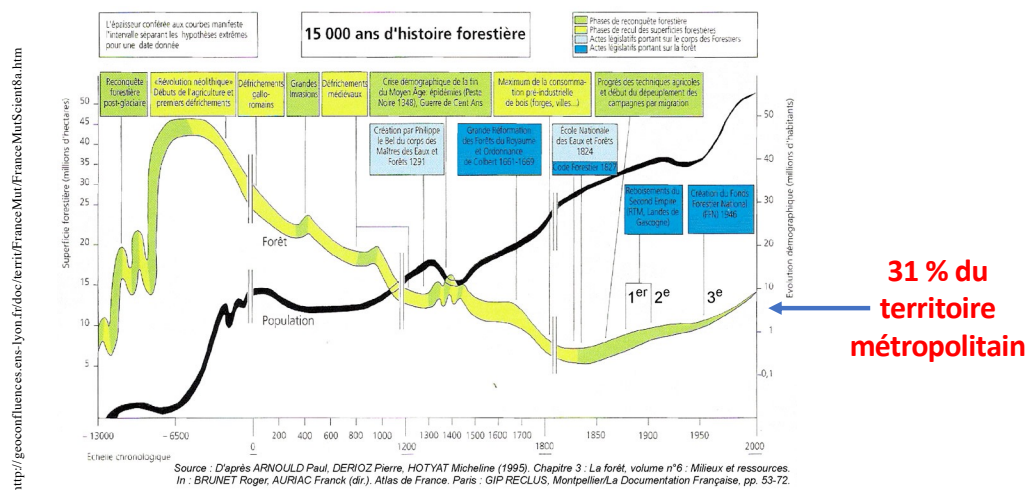
37 % de la surface des continents (49 % des surfaces continentales non couvertes de glace) sont consacrées à la production alimentaire pour les humains, Les zones agricoles sont évidemment situées dans les régions les plus productives de la planète. Si on ramène à 100 % la surface agricole totale, on a 70 % de prairies (majoritairement naturelles et semi-naturelles) et 30 % de terres labourables. Plus de 40 % de la production végétale est à destination des animaux d'élevage.

12. Usage des sols



La plus grande partie des zones cultivées d'Europe de l'ouest sont soumises à des pratiques de culture intensive.

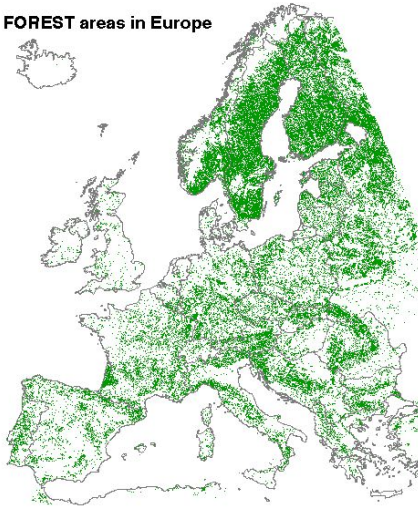
12. Usage des sols



La surface forestière française a commencé à décliner bien avant le rattachement à l'empire romain pour atteindre un minimum aux alentours de 1850. Elle a remonté depuis et elle atteint aujourd'hui 31 % du territoire métropolitain.

12. Usage des sols: fragmentation des habitats

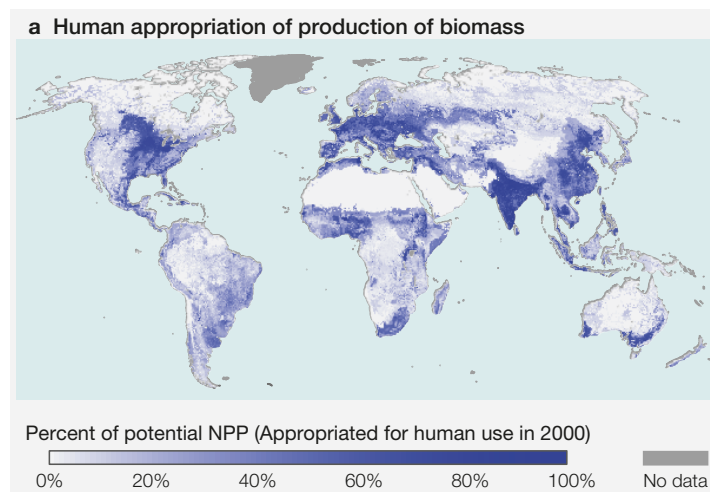
FOREST areas in Europe



Source: CORINE land cover (EEA) and
Global Forest Resources Assessment 2000 (FAO)

Dans la majeure partie de l'Europe, la forêt est très fragmentée. En France, le seul espace forestier continu est celui des Landes, forêt artificielle créée à partir de 1850.

12. Usage des sols: appropriation de la production praimaire



IPBES 2018. The IPBES assessment report on land degradation and restoration. Bonn, IPBES

Dans toutes les régions productives de la planète, une part très importante, et souvent majoritaire, de la production primaire nette est appropriée par les humains pour couvrir leurs besoins alimentaires, énergétiques, de matériaux, etc. C'est évidemment autant de moins pour les autres êtres vivants et cela constitue un facteur évident de régression de la biodiversité.

12. Usage des sols: pratiques agricoles

PNAS

RESEARCH ARTICLE

ECOLOGY
SUSTAINABILITY SCIENCE 2023

OPEN ACCESS



Farmland practices are driving bird population decline across Europe

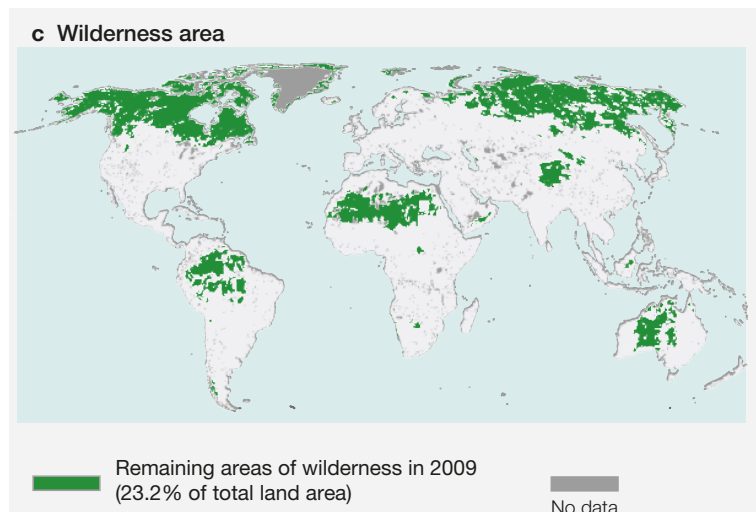
Stanislas Rigal^{1,2}, Vasilis Dakos³, Hany Alonso⁴, Ainārs Auniņš^{5,6}, Zoltán Benkő⁷, Lluís Brotons^{8,9,10}, Tomasz Chodkiewicz¹¹, Przemysław Chylarecki¹², Elisabetta de Carli¹³, Juan Carlos del Moral¹⁴, Cristian Domsa¹⁵, Virginia Escandell¹⁶, Benoit Fontaine¹⁷, Ruud Foppen^{18,19}, Richard Gregory²⁰, Sarah Harris²¹, Sergi Herrando²², Magne Husby²³, Christina Ieronymidou²⁴, Frédéric Jiguet²⁵, John Kennedy²⁶, Alena Křvaňová²⁷, Primož Kmečič²⁸, Lechosław Kuczyński²⁹, Petras Kurlavičius^{30,31}, John Atle Kålås³², Aleksis Lehikoinen³³, Åke Lindström³⁴, Romain Lorrillière³⁵, Charlotte Moshøj³⁶, Renno Nellis³⁷, David Noble³⁸, Daniel Palm Eskildsen³⁹, Jean-Yves Paquet⁴⁰, Mathieu Péliissié⁴¹, Clara Pladevall⁴², Danae Portolou⁴³, Jiří Rejzlmann⁴⁴, Hans Schmid⁴⁵, Benjamin Seaman⁴⁶, Zoltán D. Szabó^{47,48}, Tibor Szép^{49,50}, Guido Tellini Florenzano⁵¹, Norbert Teufelbauer⁵², Sven Trautmann⁵³, Chris van Turnhout⁵⁴, Zdeněk Vermouzek⁵⁵, Thomas Vikstrøm⁵⁶, Petr Voříšek⁵⁷, Anne Weiserbs⁵⁸, and Vincent Devictor⁵⁹

28 pays européens,
170 oiseaux
communs, 37 ans,
20 000 sites.
*Abondance des
oiseaux: -25 % en
entre 1980 et 2016,
principalement due
aux pesticides et aux
fertilisants*

L'intensification (pesticides, fertilisants) est un déterminant majeur de la perte de biodiversité.

Une étude publiée en 2023, portant sur 28 pays européens, 170 oiseaux communs, menée sur 20 000 sites pendant 37 ans pour certains sites, montre que l'abondance des oiseaux communs a chuté de 25 % en moyenne entre 1980 et 2016. La cause principale a été identifiée: pesticides et fertilisants.

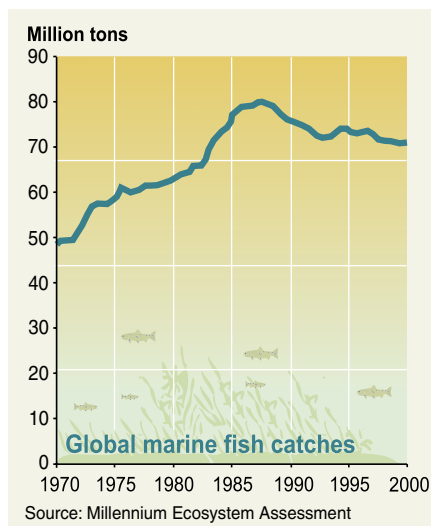
12. Usage des sols: et la "wilderness" ?



IPBES 2018. The IPBES assessment report on land degradation and restoration. Bonn, IPBES

En 2009, 33 % seulement des surfaces continentales portaient des écosystèmes "sauvages", c'est à dire où l'impact de l'homme était peu ou pas sensible.

12. Surexploitation: la surpêche

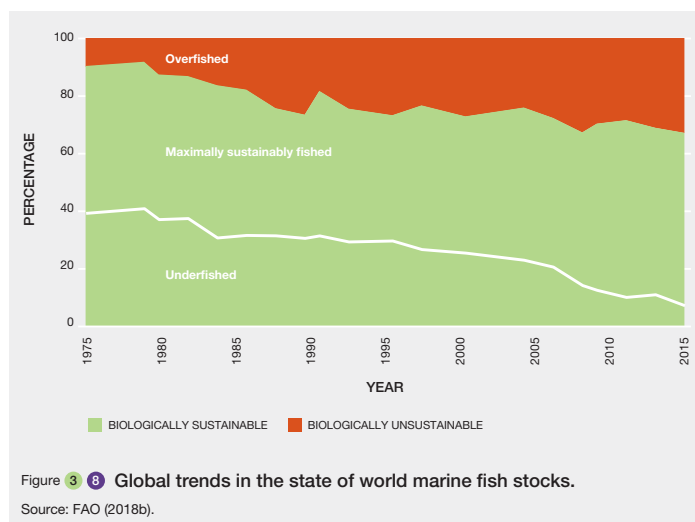


En abscisse: le temps, en années (dates)

En ordonnée: le tonnage des pêches mondiales, en millions de tonnes.

Depuis la fin des années 1980, le tonnage des pêches a légèrement diminué malgré un doublement du nombre de bateaux entre 1950 et 2015. Les prises sont aujourd'hui stabilisées à un peu moins de 80 millions de tonnes par an.

12. Surexploitation: la surpêche



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

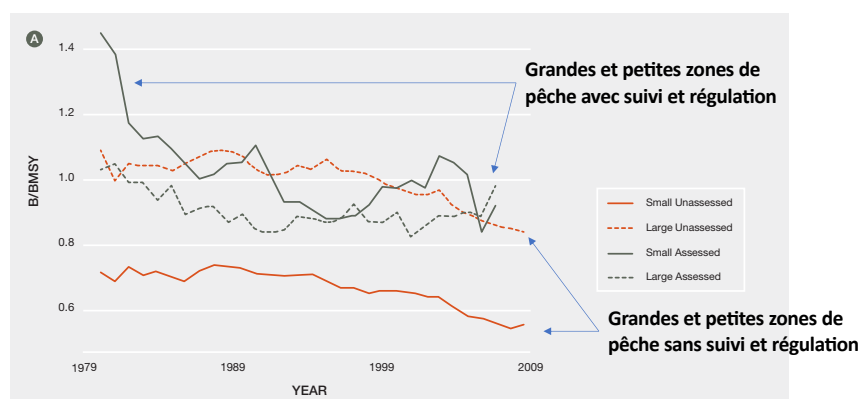
En abscisse: le temps, en années (dates)

En ordonnée: le pourcentage des stocks halieutiques en situation de sur-pêche, de sous-pêche et de pêche durable.

Près de 40 % des stocks sont actuellement en situation de surpêche.

12. Surexploitation: la surpêche

B/BMSY: ratio biomasse capturée sur biomasse capturable (permettant le renouvellement des stocks)



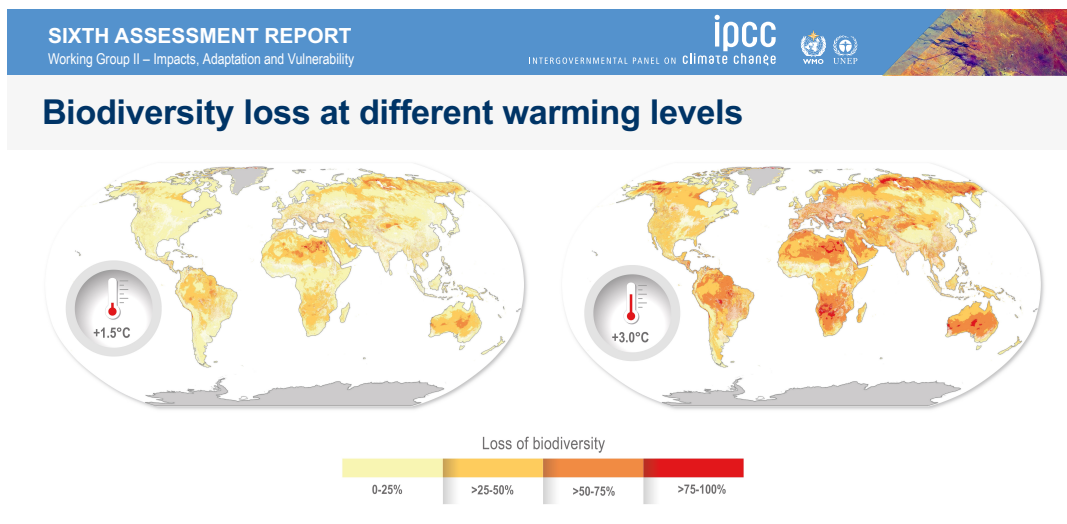
IPBES, 2019. Global assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Bonn, IPBES secretariat, p140.

En abscisse: le temps en années (dates).

En ordonnée: le rapport biomasse capturée sur biomasse capturable (c'est à dire permettant le renouvellement des stocks).

Ce graphique montre que lorsqu'il y a des mesures de régulation de la pêche et un suivi des populations impactées, le rapport capturé sur capturable se stabilise aux alentours de 1, c'est à dire passe dans un état de pêche durable; cela est particulièrement vrai dans les zones de pêche de grandes surfaces.

12. Changement climatique



Plus le réchauffement climatique sera important plus les pertes de biodiversité seront élevés. Si la tendance actuelle se poursuit, c'est-à-dire si on atteint une moyenne mondiale de 3° supplémentaires en 2100, les taux locaux d'extinction des espèces pourront dépasser les 75 %.

12. Pollution

Table 4.9 Dominant forms of pollution wide and the underlying causes. Source: Laws (2017); Mekonnen & Hoekstra (2015); Stehle & Schulz (2015); UNEP (2016).

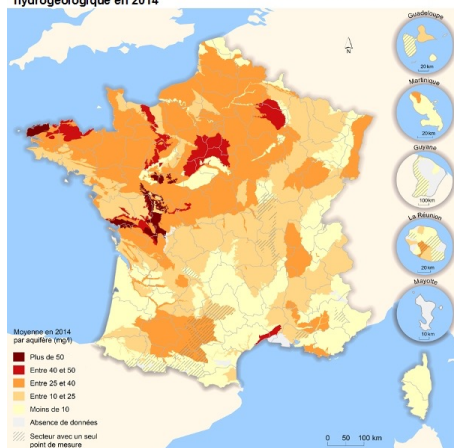
FORM OF POLLUTION	AGRICULTURE	URBANIZATION	INDUSTRY	MINING
Pesticides	XX			
Herbicides	XX	X		
Nutrients	XX	X		
Silt/sedimentation	XX	X		X
Metals		X	XX	XX
Pharmaceuticals		X		
Salinization	X	X		X
Petroleum products		X	XX	

IPBES 2018. The IPBES assessment report on land degradation and restoration. Bonn, IPBES

IPBES: La pollution est une menace majeure pour les services rendus par les écosystèmes d'eau douce et la biodiversité à l'échelle mondiale. Elle entraîne la disparition d'espèces, des changements dans les cycles biogéochimiques et la simplification des réseaux alimentaires aquatiques. Les apports directs de polluants industriels, miniers ou domestiques dans les eaux douces sont courants dans les pays en développement. Les apports non ponctuels de sédiments, d'engrais et de contaminants provenant des activités urbaines et agricoles augmentent dans les pays en développement, mais sont déjà très élevés en Amérique du Nord, en Europe et en Australie. Les villes plus anciennes disposent souvent de systèmes d'égouts mélangeant les eaux usées et les eaux pluviales, qui débordent et contaminent les cours d'eau en cas de fort ruissellement.

12. Pollution

Concentrations moyennes en nitrates dans les eaux souterraines par unité hydrogéologique en 2014



Sources : agences et offices de l'Eau ; BRGM ; banque de données Ades, 2016 ; réseaux RCS, RCO, découpage 2013 ; SOeS d'après la BDRHFV1 du BRGM. Traitements : SOeS, 2016

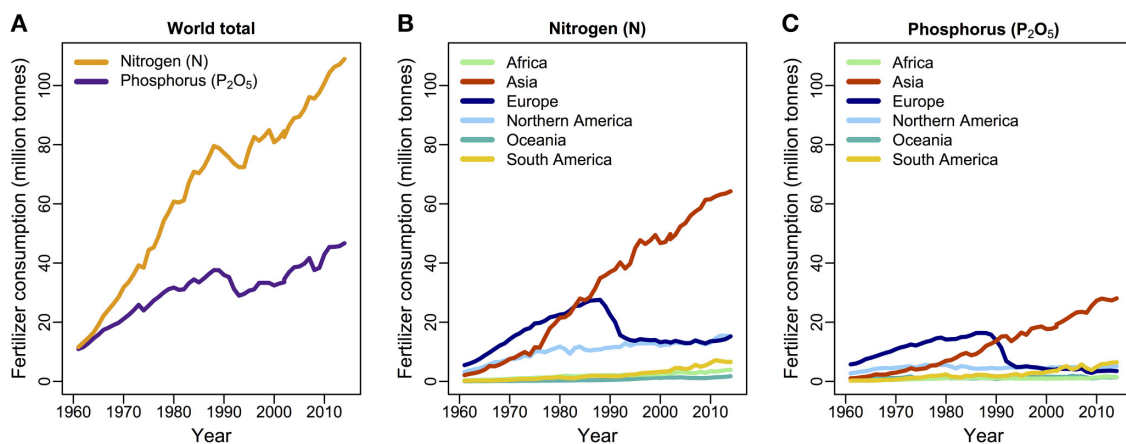
<https://www.donnees.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/esessentiels/essentiels/nitrates-eau-souterraine.html>

Dans la moitié nord-ouest de la France, de nombreuses nappes phréatiques montrent une teneur en nitrate supérieure à 50 mg par litre, c'est-à-dire qu'elle dépasse la limite de portabilité. Cette pollution est durable car les nappes phréatiques se renouvellent lentement.

<https://www.google.fr/search?dcr=0&biw=1404&bih=700&tb=surK3AF&tbm=isch&sa=1&ei=SQz8WsbuClgUpbEHLAF&q=eutroph>

Dans la moitié nord-ouest de la France, de nombreuses nappes phréatiques montrent une teneur en nitrate supérieure à 50 mg par litre, c'est-à-dire qu'elle dépasse la limite de portabilité. Cette pollution est durable car les nappes phréatiques se renouvellent lentement

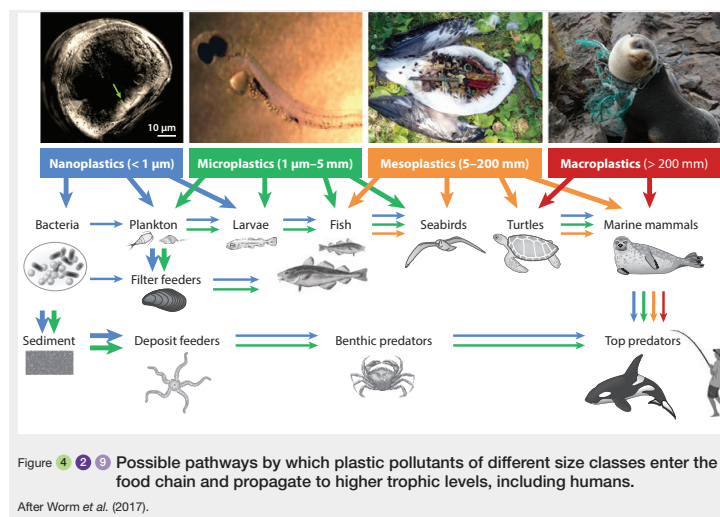
12. Pollution



Guignard et al. 2017. *Frontiers in Ecology and Evolution* 5: 70

À l'exception notable de l'Europe, la pollution des eaux par le phosphore et l'azote augmente dans toutes les régions du monde.

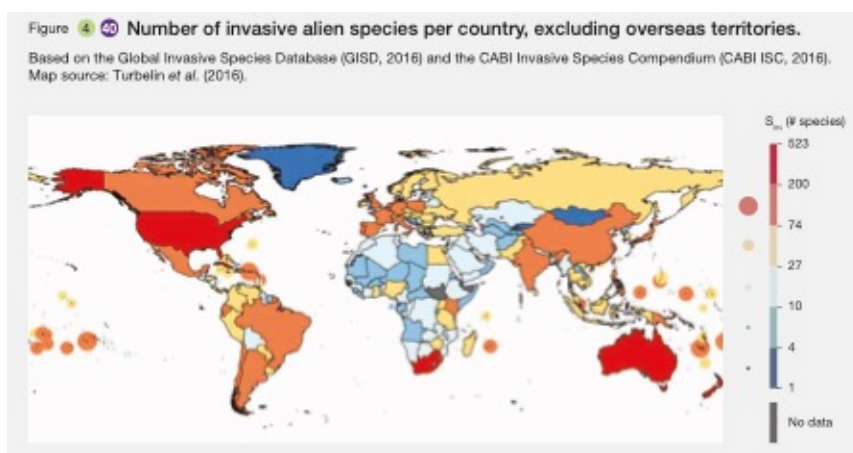
12. Pollution: plastiques



IPBES, 2019. Global assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Bonn, IPBES secretariat, p 646.

IPBES: Les polymères organiques synthétiques (plastiques) persistent et s'accumulent dans l'environnement, peuvent être transportés sur de longues distances (jusqu'à des régions polaires éloignées) et peuvent avoir des effets nocifs sur la faune et la flore et sur l'homme. Contrairement aux POP (polymères organiques persistants), leur production est très élevée et continue d'augmenter, de sorte que les préoccupations mondiales concernant la pollution plastique égalent ou dépassent celles relatives aux autres POP, en particulier en ce qui concerne l'environnement marin, qui constitue un puits pour les déchets plastiques mis au rebut.

12. Espèces invasives et envahissantes



IPBES 2018. The IPBES assessment report on land degradation and restoration. Bonn, IPBES

IPBES: 13 168 espèces végétales, correspondant à 3,9 % de la flore vasculaire mondiale existante, ou à peu près la taille de la flore européenne indigène, se sont naturalisées quelque part en raison de l'activité humaine. Au niveau mondial, 27 % de tous les animaux menacés le sont par des organismes envahissants. Les espèces exotiques envahissantes sont responsables de 30 % des oiseaux menacés (et jusqu'à 67 % sur les îles), 11 % des amphibiens menacés et 8 % des sites de mammifères menacés.

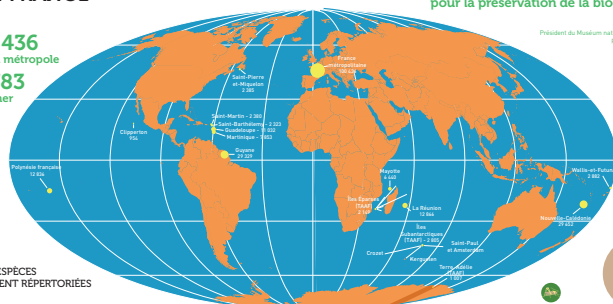
13. Qu'y a-t-il à conserver ?

LES ESPÈCES INVENTORIÉES EN FRANCE

100 436
espèces en métropole
& 91 783
en outre-mer

« À l'aube d'une 6^e extinction, la connaissance des espèces revêt une importance primordiale pour la préservation de la biodiversité »

Bruno David
Président du Muséum national d'Histoire naturelle, paléontologue et biologiste



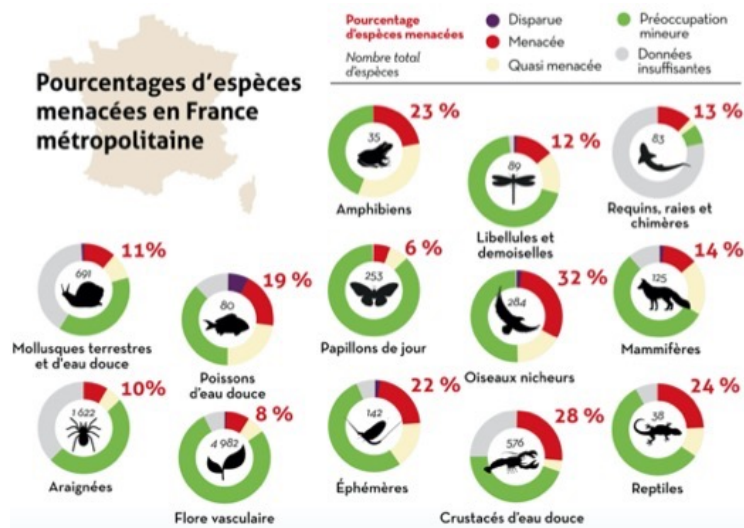
NOMBRE D'ESPÈCES ACTUELLEMENT RÉPERTORIÉES



INPN & ONB, 2021. La biodiversité en France. 100 chiffres expliqués sur les espèces. Paris, OFB.

Du fait de ses territoires ultra marins, la France détient une responsabilité particulière en matière de protection de la biodiversité de la zone inter-tropicale

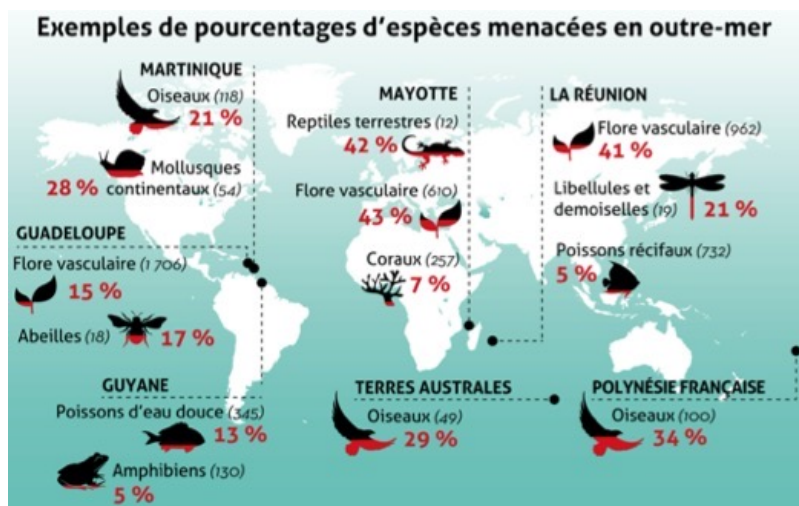
13. Qu'y a-t-il à conserver ?



<https://uicn.fr/wp-content/uploads/2024/02/bilan-16-ans-liste-rouge-france.pdf>

En France métropolitaine et d'outre-mer, la liste rouge des espèces menacées est basée sur l'évaluation du statut de 17 367 espèces depuis 2008. Aujourd'hui, 2 903 sont menacées et 189 sont éteintes.

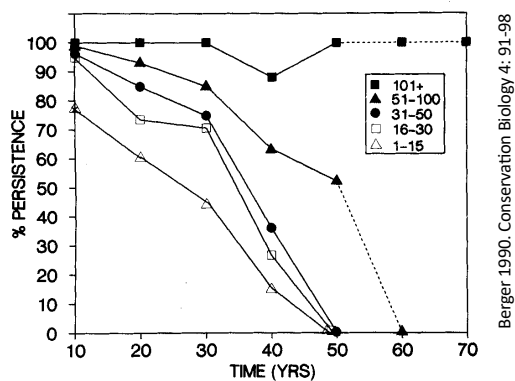
13. Qu'y a-t-il à conserver ?



<https://uicn.fr/wp-content/uploads/2024/02/bilan-16-ans-liste-rouge-france.pdf>

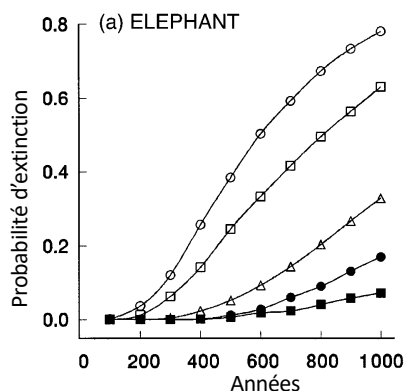
En France métropolitaine et d'outre-mer, la liste rouge des espèces menacées est basée sur l'évaluation du statut de 17 367 espèces depuis 2008. Aujourd'hui, 2 903 sont menacées et 189 sont éteintes.

13. Viabilité des populations: analyses de viabilité



Berger 1990. Conservation Biology 4: 91-98

Le pourcentage de mouflons d'Amérique en Amérique du Nord qui persistent au delà de 70 ans diminue avec l'effectif initial de la population



Armbruster et al. 1999. Animal Conservation 2: 69-73

Simulation (avec le modèle ELEPHANT) de la probabilité d'extinction de l'éléphant d'Asie en fonction de l'effectif initial de la population

En abscisse: le temps en années.

En ordonnée: le pourcentage de persistance (en % de l'effectif initial; à gauche) ou en probabilité d'extinction (de 0 à 1).

Plus les effectifs d'une population sont petits, plus les risques de disparition locale sont grands. D'où l'importance d'avoir des échanges d'individus entre populations à faibles effectifs et populations à forts effectifs ; c'est l'enjeu majeur de la connectivité écologique.

13. Conservation in situ

Saura S. et al.
2018. Biological
Conservation 219:
53-67

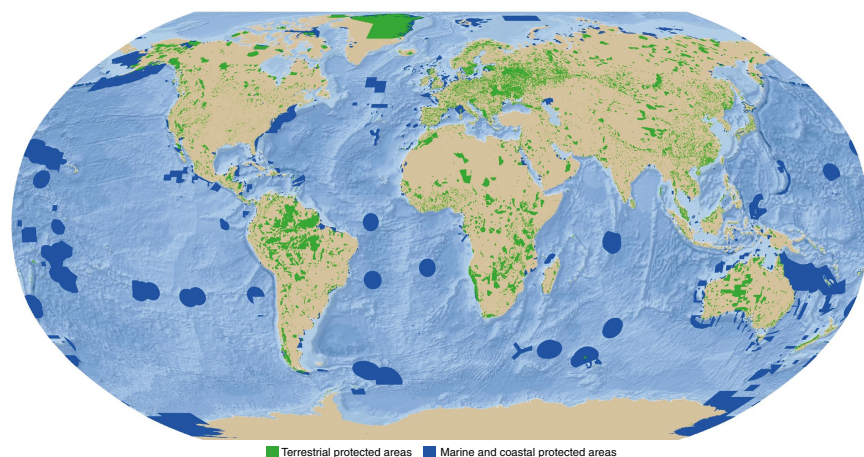
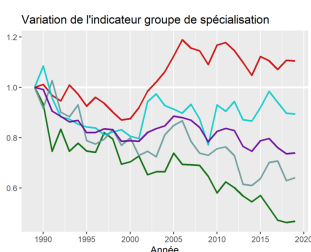


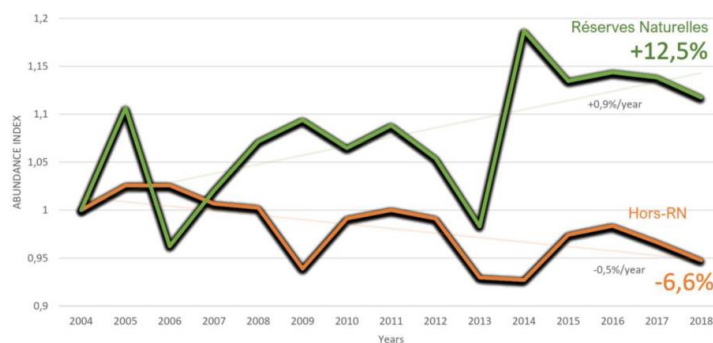
Fig. 1 | Map of the world, showing the locations of protected areas on land and in the ocean, based on spatial data derived from the WDPA¹⁹. Source: UNEP-WCMC and IUCN (2019). Protected Planet: The World Database on Protected Areas (WDPA, January 2019, Cambridge, UK: UNEP-WCMC. Available at www.protectedplanet.net (accessed January 2019).

Les aires protégées dans le monde, au statut et au degré de production variables, couvrent 14,7 % de la surface des continents et 8 % de la surface des océans.

13. Conservation in situ



<https://www.vigienature.fr/fr/page/produire-des-indicateurs-partir-des-indices-des-especes-habitat>



https://www.vigienature.fr/sites/vigienature/files/atoms/files/les_reserves_naturelles_efficaces_pour_eviter_la_disparition_des_oiseaux_communs.pdf

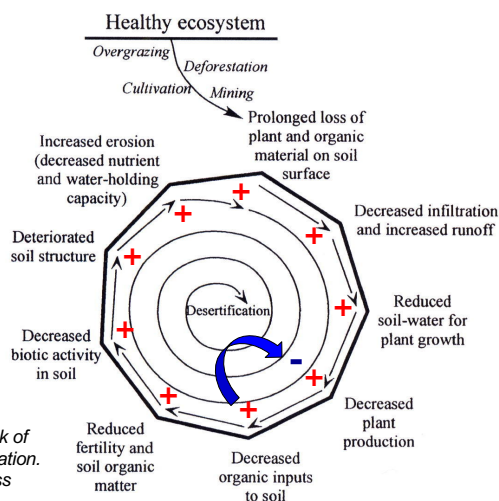
Une étude réalisée en 2019 par le Muséum national d'Histoire naturelle au sein du programme Vigie-Nature, reposant sur plus de 200 000 observations de plus de 200 espèces d'oiseaux communs dans 1 933 sites à l'échelle nationale montre que les abondances (toutes espèces confondues), sont bien meilleures dans les réserves qu'ailleurs en France, avec une augmentation de 0,9% des effectifs par an en moyenne dans les réserves depuis 2004, soit +12,5% en 15 ans.

13. Restauration des écosystèmes dégradés

Au cours de la dégradation, les rétroactions positives renforcent et accélèrent les processus dommageables, ce qui conduit à un état « irréversible » (pas de capacité d'autoréparation).

Un écosystème dégradé n'est plus un système puisque la plupart des rétroactions négatives ont disparu.

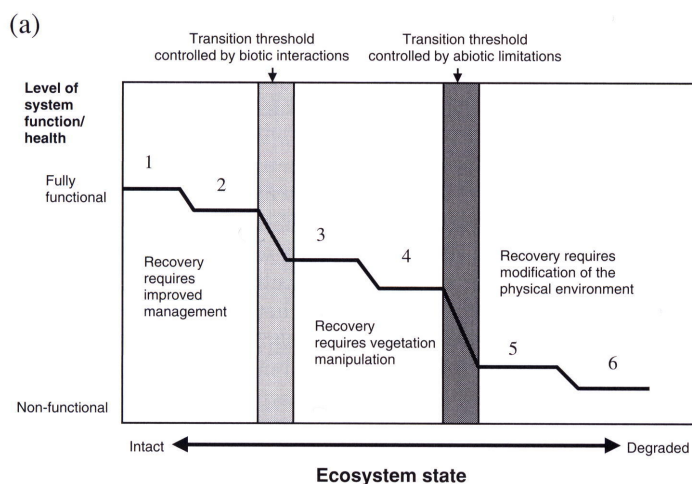
Perrow M.R. & Davy A.J. 2002. Handbook of Ecological restoration. Principles of Restoration. Cambridge, Cambridge University Press



Au cours de la dégradation d'un écosystème, les rétroactions positives renforcent et accélèrent les processus dommageables par un mécanisme de conséquences en chaîne, ce qui conduit à un état « irréversible » (pas de capacité d'autoréparation). Un écosystème dégradé n'est plus un système puisque la plupart des rétroactions négatives ont disparu.

Pour restaurer un écosystème, il faut provoquer une rétroaction négative, par exemple apporter de la matière organique au sol, ce qui va permettre de remonter la production végétale, accroître la densité de la faune du sol dont l'activité va augmenter la porosité du sol et par conséquent l'infiltration de l'eau.

13. Restauration des écosystèmes dégradés

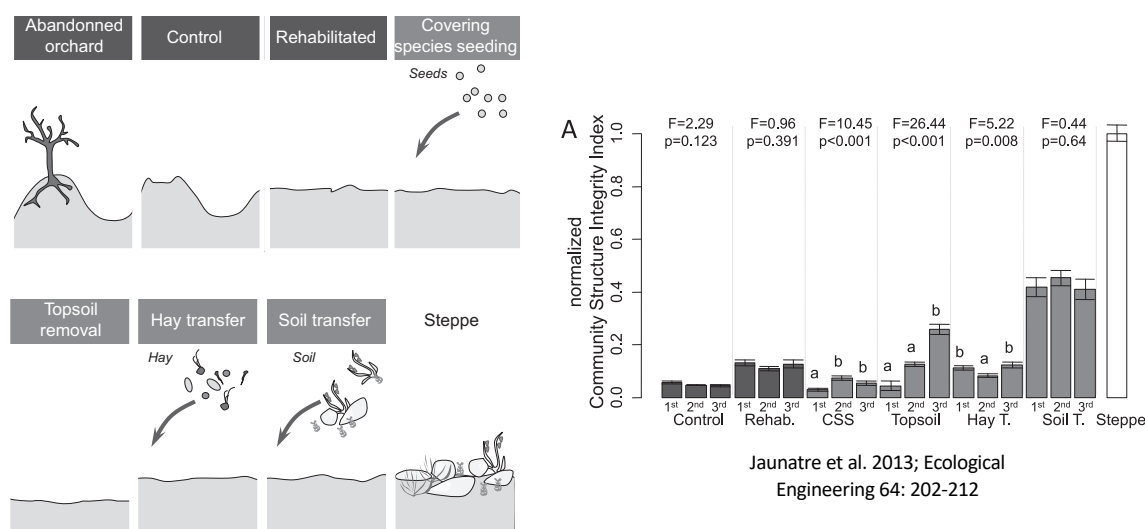


Deux types de seuils limitent la récupération naturelle des écosystèmes endommagés, ce qui nécessite différentes approches de restauration

Perrow M.R. & Davy A.J. 2002. Handbook of Ecological restoration. Principles of Restoration. Cambridge, Cambridge University Press

Deux types de seuils, physiques et biologiques, limitent la récupération naturelle des écosystèmes dégradés, ce qui nécessite différentes approches de restauration: reconstitution de communautés végétales et réintroduction d'espèces dans le premier cas, lourds travaux de morphologie ou d'hydraulique dans le second.

13. Restauration des écosystèmes dégradés

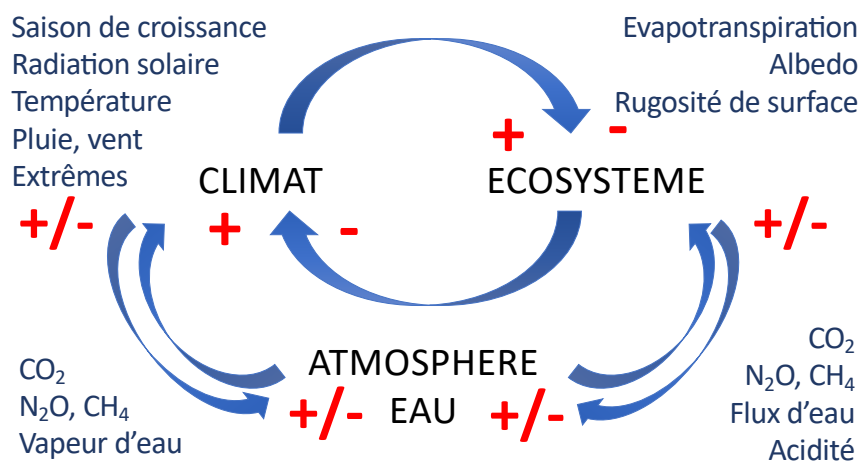


En abscisse: type d'intervention de restauration (témoin après arrachage des arbres morts, sol labouré et aplani, solensemencé avec des graines du commerce, sol privé de sa partie superficielle, transfert de foin -et de ses graines- prélevé dans le même écosystème intact, transfert de sol avec sa banque de graines provenant du même écosystème intact.

En ordonnée: indice de reconstitution à l'identique du couvert végétal par rapport à l'écosystème de référence, de 0 à 1.

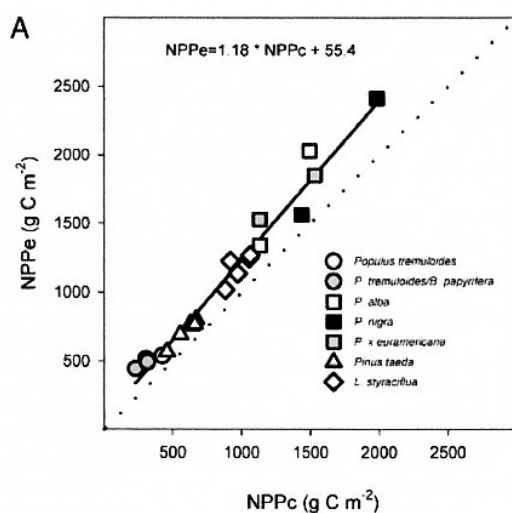
Lors de la restauration de la steppe de la Crau, différentes techniques ont été testées. La plus efficace est l'apport de sol naturel avec sa bande de graines prélevé dans une partie intacte de la Crau : c'est avec cette modalité que la composition de la communauté végétale est la plus proche de celle de la communauté naturelle non dégradée.

14. Le système Terre



Climat, océans, milieux aquatiques et écosystèmes terrestres sont dépendant les uns des autres et forment un véritable système. on parle souvent du "système Terre".

14. Augmentation de la concentration atmosphérique en CO₂



Relation entre la production primaire nette à CO₂ élevé (NPPe) et la concentration actuelle de CO₂ (NPPc) dans 4 expériences FACE en forêt.

La relation entre NPPe et NPPc est supérieure à la ligne 1:1, ce qui indique un effet significatif du CO₂ sur la production primaire nette

Augmentation de 23 % la production primaire nette à 550 ppm CO₂.

Norby R.J. et al. 2005. PNAS 102: 18052-18056

En abscisse : la production nette (NPP) d'écosystèmes forestier en situation de concentration naturelle en CO₂, en grammes de carbone par mètre carré.
 En ordonnée : la production nette (NPP) d'écosystèmes forestier en situation de concentration en CO₂ expérimentalement augmentée, en grammes de carbone par mètre carré.

Les arbres sont des plantes photosynthétiques de type C3 : elles expriment le maximum de leur potentiel photosynthétique à des niveaux de CO₂ élevé, aux alentours de 700 à 800 ppm. Autrement dit, les forêts manquent actuellement de CO₂. On observe par conséquent une augmentation de la production primaire des arbres lorsqu'on les place expérimentalement en situation de CO₂ élevé.

14. Augmentation de la concentration atmosphérique en CO₂

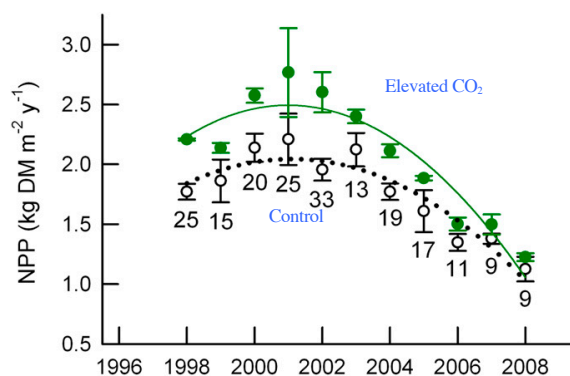


Fig. 1. Tree growth responses to elevated CO₂. NPP [kilograms dry matter (DM) per square meter land area per year] data are the means of three aCO₂ plots (open symbols) and two eCO₂ plots (solid symbols) ± SEM. The number at each point is the percentage increase under eCO₂. Statistical information is given in *SI Materials and Methods*.

Norby R.J. 2010. Proceedings of the National Academy of Sciences 107: 19368-19373

En abscisse : le temps en années (dates).

En ordonnée: la production primaire nette, en matière sèche par mètre carré et par an.

En cas d'augmentation expérimentale de la disponibilité en CO₂, on observe une augmentation de la production primaire nette par rapport à la production en CO₂ actuelle, mais la différence entre les deux forêts s'amenuise avec le temps : des facteurs limitants apparaissent.

14. Augmentation de la concentration atmosphérique en CO₂

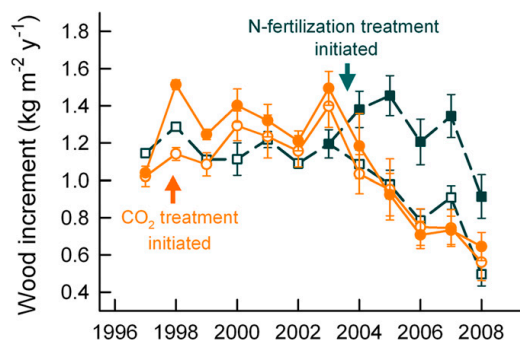


Fig. 2. Growth response to nitrogen addition. Responses in the N fertilizer experiment (dashed lines) are compared with responses in the FACE experiment (solid lines). Elevated CO₂ (solid circles) caused a significant increase in wood increment in the first year after treatment initiation (1998), but the response diminished in subsequent years and in later years was not statistically different from FACE controls (open circles). N fertilization (shaded squares) caused an immediate and sustained increase in wood increment compared with unfertilized plots (open squares) ($P < 0.001$).

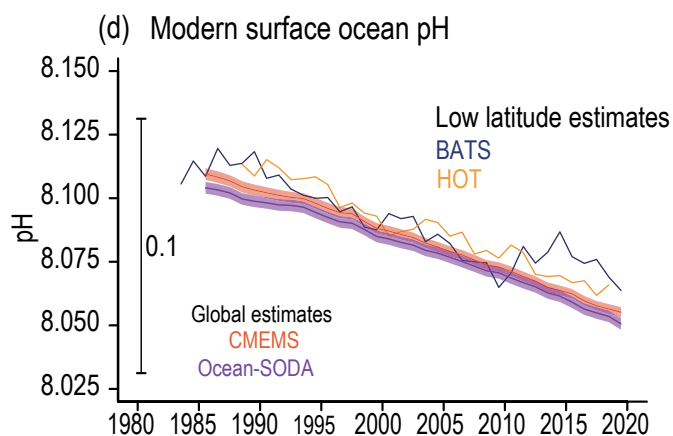
Norby R.J. 2010. Proceedings of the National Academy of Sciences 107: 19368-19373

En abscisse : le temps en années (dates).

En ordonnée: la production primaire nette, évaluée en masse de bois produit par mètre carré et par an.

En cas d'augmentation expérimentale de la disponibilité en CO₂, on observe une augmentation de la production primaire nette par rapport à la production en CO₂ actuelle, mais la différence entre les deux forêts s'amenuise avec le temps. La plus forte productivité de la forêt en CO₂ élevé peut être maintenue, voire rétablie, si on apporte un fertilisant azoté, mais ce maintien est transitoire et la différence avec la forêt en CO₂ naturel s'amenuise à nouveau au bout de quelques années, probablement suite à l'apparition d'autres facteurs limitants comme le phosphore.

14. Acidification des océans



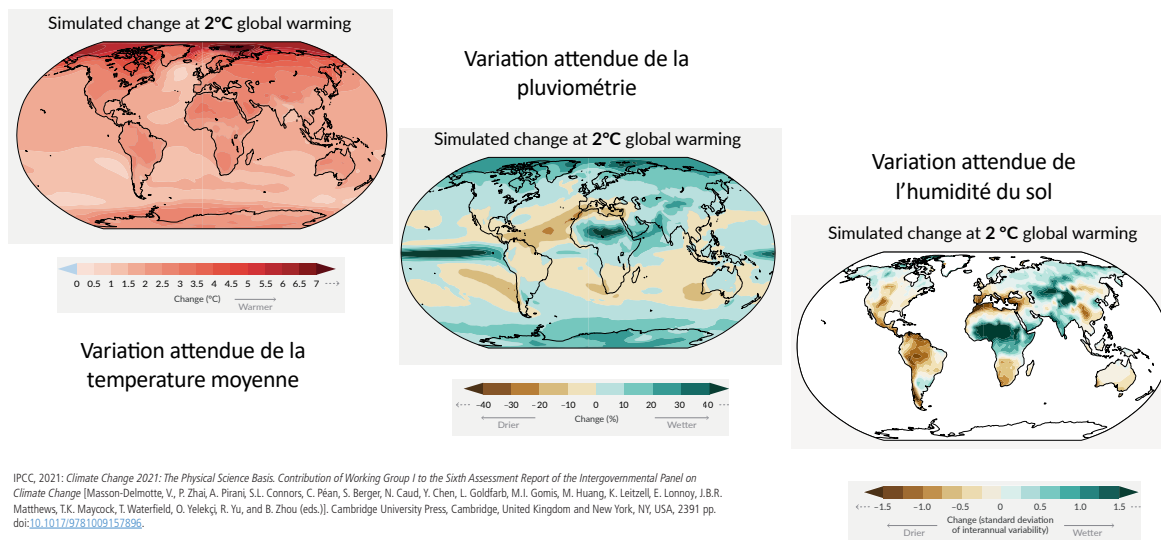
IPCC, 2021: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lennox, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, Q. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp. doi:10.1017/9781009157896.

En abscisse; le temps en années (dates).

En ordonnée: le pH.

En théorie, l'augmentation de la concentration de l'atmosphère en CO₂ induit une augmentation de la dissolution du CO₂ dans l'eau de l'océan. Le CO₂ réagit avec la molécule d'eau pour donner de l'acide carbonique. C'est ce qui se passe actuellement dans les océans où l'on observe une baisse généralisée du pH, c'est-à-dire une acidification progressive de l'eau.

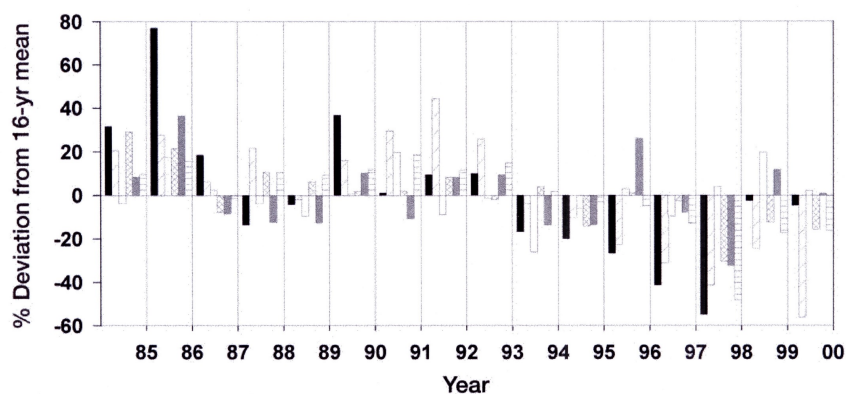
14. Changement de la température et de la pluviométrie



L'intensité du changement climatique varie avec la latitude. Mais, attention aux interprétations, il s'agit de changements relatifs par rapport à des bases moyennes qui diffèrent également avec la latitude. Par exemple, les changements positifs élevés en pourcentage de pluviométrie dans les régions sèches peuvent correspondre à de faibles changements absolus de quantité de pluie annuelle. En ce qui concerne l'humidité du sol, l'unité utilisée est l'écart-type de la variabilité interannuelle de l'humidité du sol au cours de la période 1850-1900. L'écart-type est une mesure largement utilisée pour caractériser la gravité des sécheresses. Une réduction projetée de l'humidité moyenne du sol d'un écart-type correspond à des conditions d'humidité du sol typiques des sécheresses qui se sont produites environ une fois tous les six ans au cours de la période 1850-1900.

14. Impacts: productivité de la végétation terrestre

Variation interannuelle de la croissance des arbres (6 espèces) (incrément de diamètre)
dans la forêt tropicale ancienne de plaine de la Selva, Costa Rica



Clark D.A., Piper S.C., Keeling C.D. & Clark D.B.
2003. Proceedings of the National Academy of
Sciences 100: 5852-5857

La croissance des arbres a
tendance à diminuer avec
le temps à La Selva

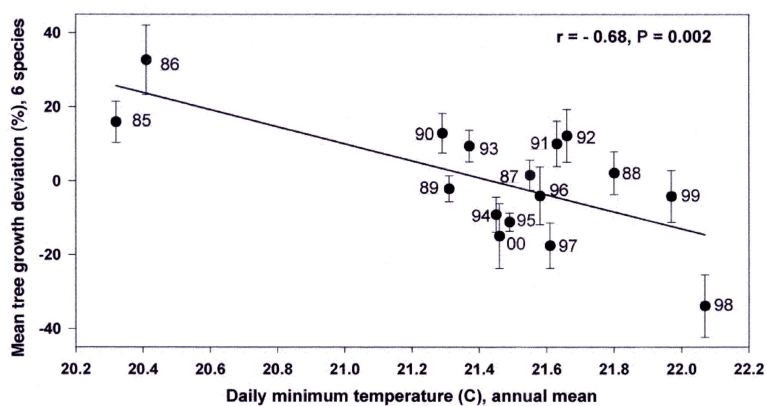
Fig. 1. Interannual variation in tree growth in old-growth lowland rain forest at La Selva, Costa Rica. Bars show the annual mean growth deviations of adult trees of six canopy species (left to right in each year: Mg, La, Dp, Ha, Be, and Hm; see Table 1 for species names and sample sizes); growth deviations are calculated as the percent departure of the species' mean annual diameter increment, from that species' 16-yr mean annual increment. x axis: yr 2 of measurement years.

En abscisse: le temps en années (dates).

En ordonnée: le pourcentage de variation de la croissance de six espèces d'arbres une année donnée par rapport à la moyenne des 16 ans d'observation.

Dans la forêt de la Selva, au Costa Rica, la croissance radiale des arbres, qui est un bon indicateur de la production totale des arbres, a diminué au fil des années entre 1985 et 2000.

14. Impacts: productivité de la végétation terrestre



Relation entre la croissance annuelle en diamètre de six espèces d'arbres de la canopée et la moyenne annuelle de la température minimale quotidienne à La Selva

Clark D.A., Piper S.C., Keeling C.D. & Clark D.B. 2003. Proceedings of the National Academy of Sciences 100: 5852-5857

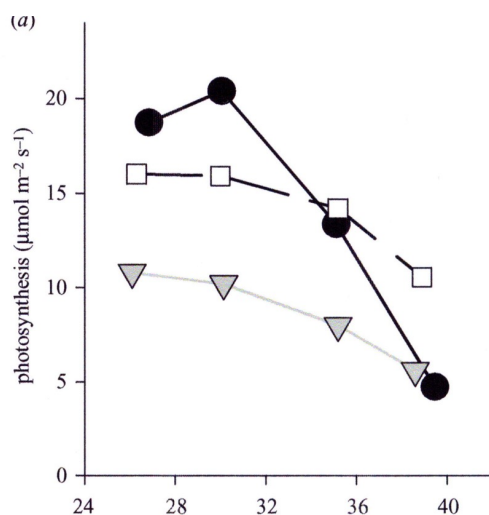
En abscisse: moyenne annuelle de la température minimale quotidienne à La Selva, en °C.

En ordonnée: croissance annuelle relative en diamètre de six espèces d'arbres de la canopée.

Les nombres, 85 à 00, indiquent les années (1005 à 2000).

Plus la température est élevée, plus la croissance en diamètre des arbres est faible.

14. Impacts: productivité de la végétation terrestre



Forêt tropicale humide au Costa Rica



<https://www.flickr.com/photos/withaghost/1430343473>

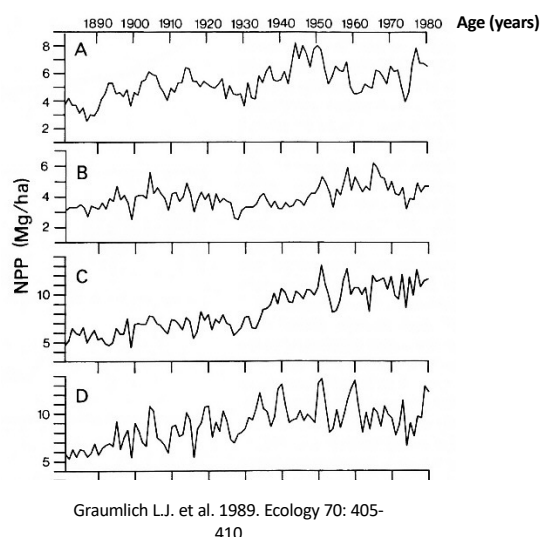
Clark D.A. 2004. *Phil. Trans. R. Soc. London B* 359: 477-491

En abscisse: la température en $^{\circ}\text{C}$ à laquelle les feuilles de trois arbres de la canopée de la forêt de la Selva ont été exposées expérimentalement.

En ordonnée : l'intensité de la photosynthèse des feuilles des trois espèces testées, en micro-moles de CO_2 capturé par mètre carré de feuilles et par seconde.

La température à laquelle les feuilles de la canopée des arbres de la forêt de la Selva sont exposées, en augmentation progressive avec le changement climatique, pourrait expliquer la diminution de la vitesse de croissance des arbres, c'est-à-dire a minima la réduction du puits de carbone potentiel.

14. Impacts: productivité de la végétation terrestre



Tendances à long terme de la productivité primaire nette aérienne des forêts dans les monts Cascade, Washington (quatre sites)

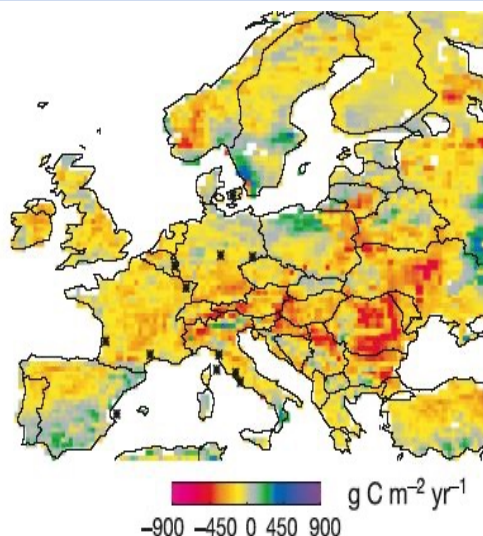
La productivité a augmenté de 60 % au cours du 20e siècle. La production annuelle est corrélée à la variation à long terme de la température estivale et à la variation à court terme des précipitations annuelles, et non corrélée aux concentrations atmosphériques de CO₂.

En abscisse: le temps en années (années).

En ordonnée : La production primaire nette, en tonnes de matières sèches par hectare et par an.

Dans quatre sites de la forêt de mon cascade, dans l'État de Washington, la productivité a augmenté de 60 % au cours du 20e siècle. L'analyse statistique des données disponibles sur les caractéristiques de l'environnement ont permis de montrer que ce gain de production est corrélé à la variation à long terme de la température estivale et à la variation à court terme des précipitations annuelles, et non corrélée aux concentrations atmosphériques en CO₂. C'est un bel exemple de l'impact direct des facteurs du climat sur la productivité de certains écosystèmes.

14. Impacts: productivité de la végétation terrestre



2003 : 6°C de température au-dessus de la moyenne en juillet, déficit de précipitations annuelles env. 300 mm.

Réduction de 30 % de la productivité primaire brute en Europe (essentiellement en forêt), ce qui s'est traduit par une source nette de carbone de 0,5 Pg C, soit quatre années de séquestration nette du carbone par l'écosystème.

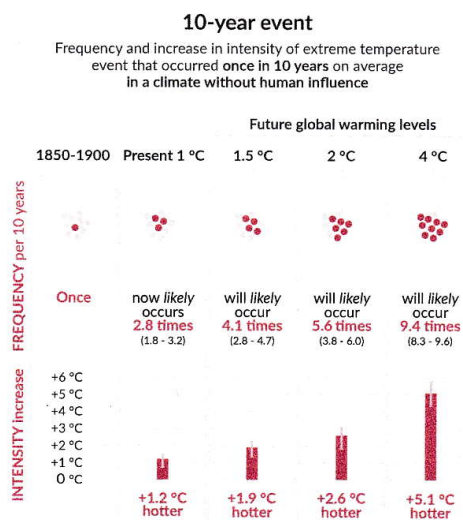
Ciais P. et al. 2005. Nature 437: 529-523

En juillet 2003, la température journalière moyenne était de 6°C au dessus de la normale, et déficit de précipitations annuelles était d'environ 300 mm. Cet épisode climatique extrême à engendré une réduction de 30 % de la productivité primaire brute en Europe (essentiellement en forêt), ce qui s'est traduit par une source nette de carbone de 0,5 Pg C, soit l'annulation de quatre années de séquestration nette du carbone par les forêts européennes (depuis, le puits de carbone des forêts européennes s'est amoindri)..

14. Impacts: évènements extrêmes

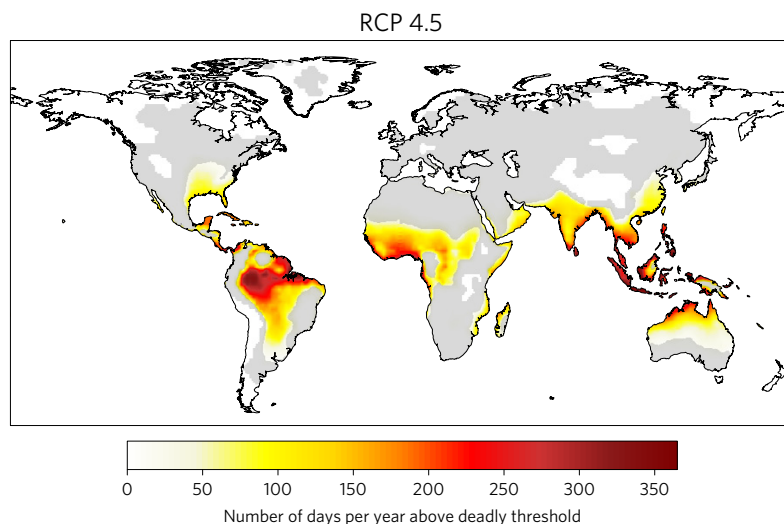
Des pics de chaleur plus fréquents et plus intenses

IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.



Dans l'avenir, les évènements climatiques extrêmes vont augmenter en fréquence et en intensité. Par exemple si on se base sur des évènements qui reviennent tous les 10 ans, pour un réchauffement planétaire moyen de 2° on aura entre cinq et six fois plus de pics de chaleur pour une température moyenne augmentée de 2 à 3°C.

14. Impacts: évènements extrêmes



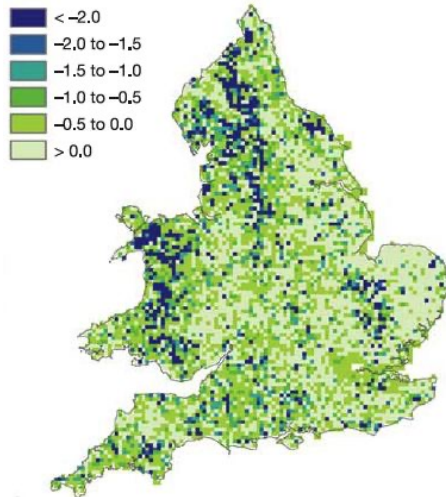
Dans le scénario RCP 4.5 (= SSP2-4.5), 2,6 – 3,5 °C en 2100, 53 % de la population mondiale connaît des températures humides potentiellement létales pendant plus de 20 jours par an

Mora C. et al. 2017. Nature Climate Change, DOI: 10.1038/NCLIMATE3322

Dans le scénario RCP 4.5 (= SSP2-4.5), 2,6 – 3,5 °C en 2100, 53 % de la population mondiale connaît des températures humides potentiellement létales pendant plus de 20 jours par an.

14. Impacts: carbone organique du sol

b Rate of change ($\text{g kg}^{-1} \text{yr}^{-1}$)



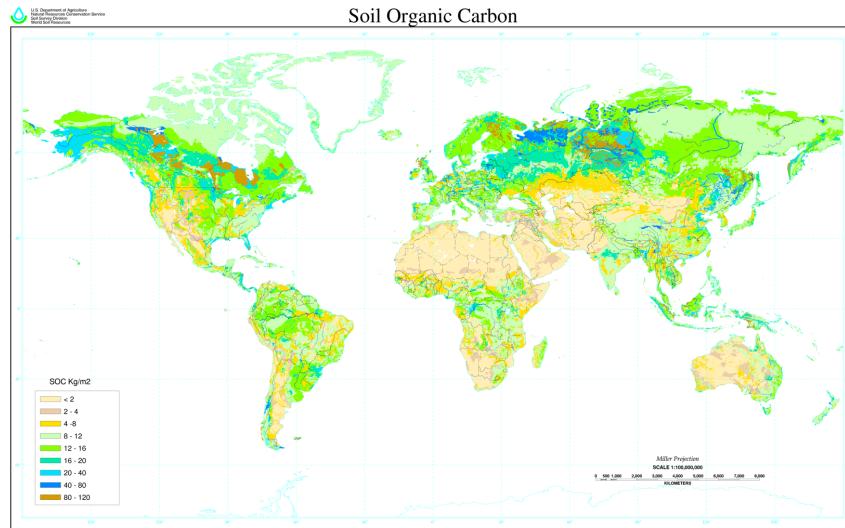
Perte de carbone de tous les sols
d'Angleterre et du Pays de Galles de 1978
à 2003

Taux moyen de perte de
carbone du sol (si linéaire) :
0,6 % an⁻¹ !!!

Bellamy P.H. et al. 2005. Nature 437: 245-248

Divers facteurs peuvent expliquer cette baisse généralisée de la teneur en matière organique, dans les sols cultivés comme dans les sols non cultivés. L'augmentation de la température, qui stimule l'activité microbienne de dégradation de la matière organique du sol, est proposée comme hypothèse principale.

14. Impacts: carbone organique du sol



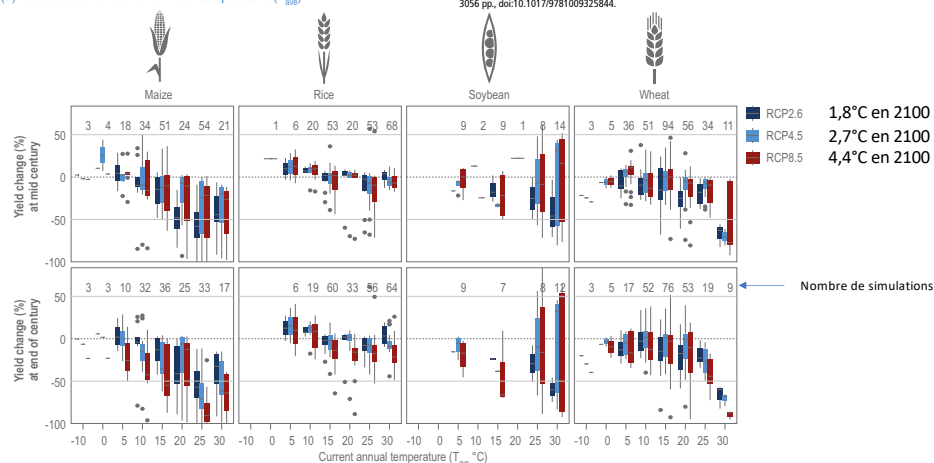
Cette carte montre que les sols situés dans les régions actuellement les plus froides sont également les plus riches en matière organique, en dépit de la faible productivité végétale. Cela suggère que la température et la durée de la saison biologiquement active sont des facteurs principaux qui conduisent à l'accumulation du carbone dans les sols.

14. Impacts: production alimentaire

Projected yield changes relative to the baseline period (2001–2010)
without adaptation and with CO₂ fertilization effects

(a) As a function of current annual temperature (T_{ann})

IPCC, 2022. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Pi-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lüscher, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., doi:10.1017/9781009325844.

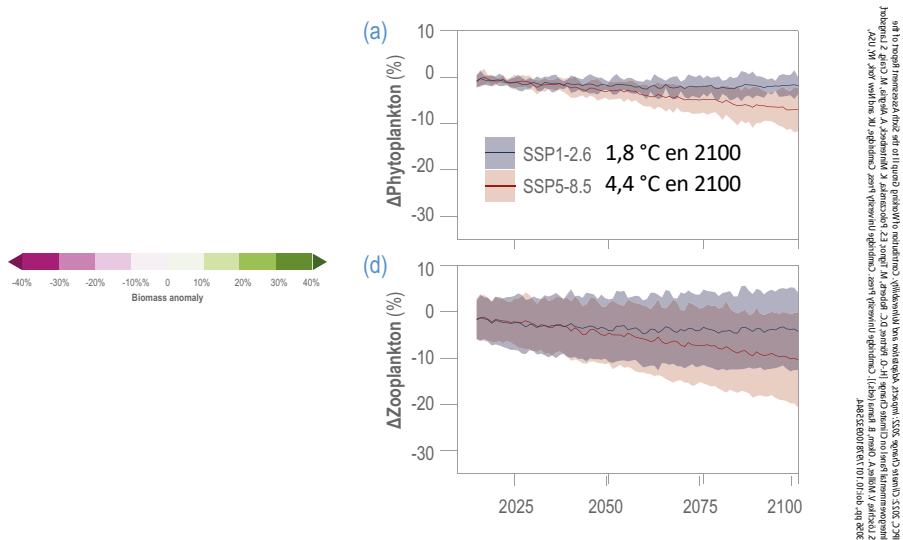


En abscisse: les températures moyennes actuelles dans diverses régions du monde, en degrés centigrades.

En ordonnée: le pourcentage d'augmentation ou de diminution des rendements par rapport à l'actuel, en 2050 (en haut) et en 2100 (en bas).

Les nombres en haut des graphiques indiquent le nombre de simulations effectuées. Les différences entre régions sont liées au niveau de température actuel et au niveau de réchauffement. Les effets projetés du changement climatique sont positifs lorsque les températures annuelles moyennes sont inférieures à 10 °C, mais ils deviennent négatifs lorsque la température annuelle moyenne dépasse 15 °C environ. Pour le maïs, les effets négatifs sont attendus dans toutes les régions.

14. Impacts: biomasse du plancton marin



En abscisse: le temps en années (dates).

En ordonnée: la variation relative de la biomasse par rapport à la valeur de l'année 2000.

Au niveau régional, les changements moyens de la biomasse du plancton végétal et du plancton animal sont à la baisse dans l'Atlantique Nord et le Pacifique équatorial occidental, tandis que dans les hautes latitudes, la production primaire augmente.

15. Les surprises du vivant

REVIEWS 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.

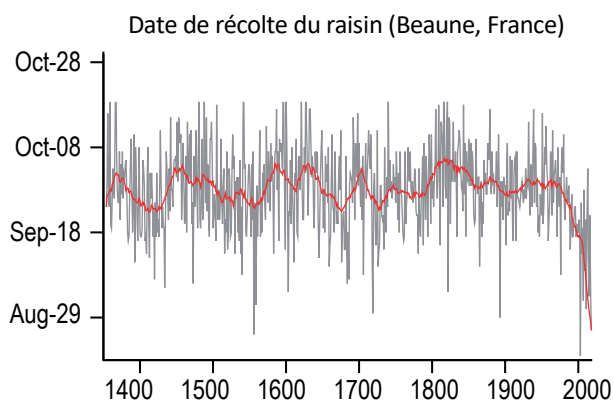
Front Ecol Environ 2003; 1(1): 38-44

Le titre de cet article symbolise le début des travaux portant sur les rétroactions du vivant sur le changement climatique. Beaucoup d'incertitudes demeurent sur la réponse évolutive des organismes vivants et sur la structuration des communautés, ainsi que sur la nature des impacts que cela aura sur le changement climatique.

15. Réponses des organismes: phénologie

Phénologie : phénomènes naturels cycliques chez les plantes et les animaux en relation avec le climat et la saison.

- Avancement du printemps (reproduction, débourrement, rupture d'hibernation, floraison, migration).
- 1,1 jours/décennie pour les herbes, graminées et arbustes ; 3,3 jours/décennie pour les arbres de l'hémisphère nord (NH).
- Apparition plus précoce des proliférations de phytoplancton.
- Ponte des oiseaux : 3,7 jours/décennie



IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Pavan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, I. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Keitzel, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp. doi:10.1017/9781009157896

En abscisse: le temps en années (dates).

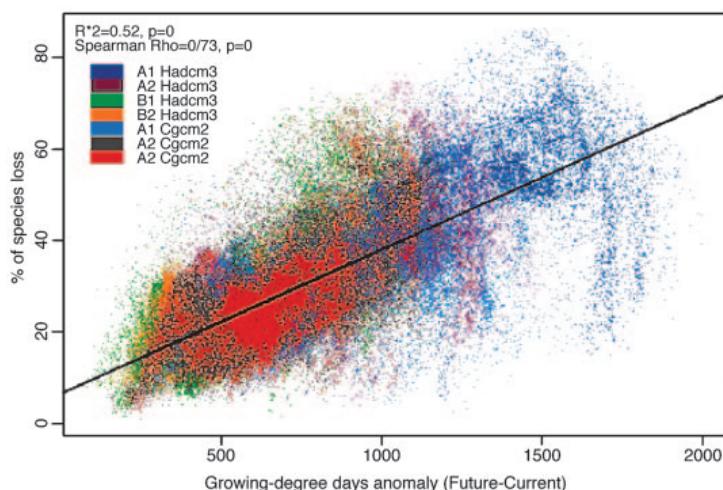
En ordonnée: le temps en dates calendaires de récolte du raisin à Beaune.

Depuis trois décennies, la récolte du raisin dans la région de Beaune est de plus en plus précoce.

15. Réponses des organismes: migration

La course entre les espèces et les zones climatiques

Thuillier W. et al. 2005.
PNAS 102: 8245-8250



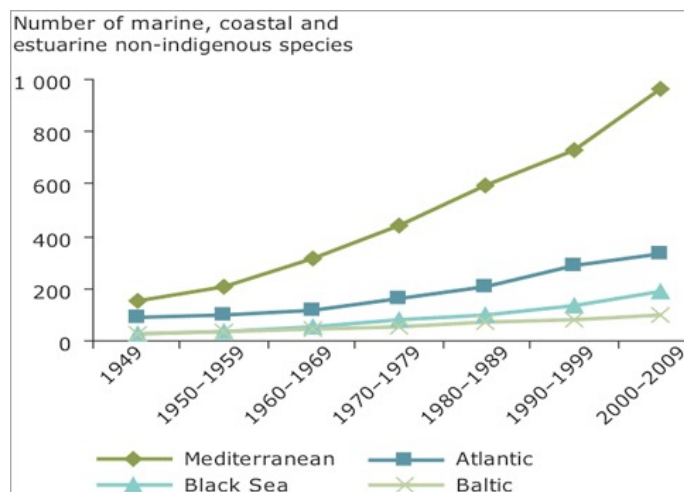
En abscisse: un indicateur de changement de température en degrés jour par rapport à l'actuel.

En ordonnée le pourcentage relatif d'espèces disparues localement.

La densité du changement climatique se traduit par un déplacement vers le nord dans l'hémisphère nord et vers le sud dans l'hémisphère sud des zones de pluie et de température. Cela engendre une migration des espèces, mais beaucoup n'ont pas les capacités de migrer assez vite pour suivre le déplacement de leur niche climatique.

En conséquence, beaucoup d'espèces disparaîtront localement ; ce taux de disparition sera d'autant plus important que le changement climatique s'approfondira.

15. Réponses des organismes: migration en latitude



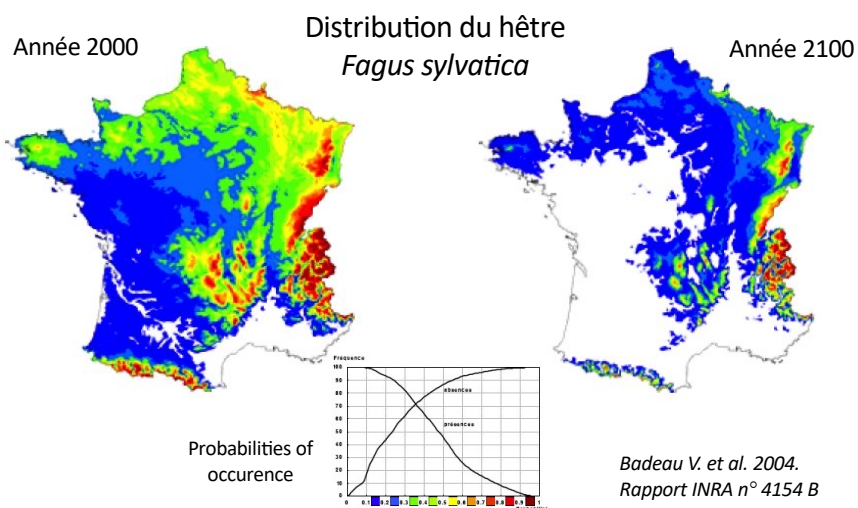
http://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/descriptor-2/index_en.htm

L'abscisse : le temps en décennies.

En ordonnée: le nombre d'espèces observées au niveau de points fixes qui n'étaient pas observées précédemment.

Dans tous les océans, la structure des communautés est en cours de profonds changements, c'est-à-dire qu'on y observe dorénavant des espèces qui n'étaient pas présentes autrefois, ce qui témoigne, comme sur les continents, d'une grande migration des organismes vivants ont réponse au changement climatique.

15. Réponses des organismes: migration en latitude

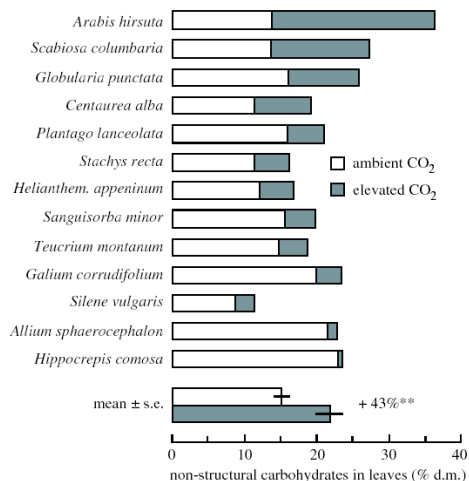


Le changement de distribution géographique des zones climatiques va entraîner de profondes perturbations de la composition des communautés végétales et notamment celle des arbres. Par exemple, le hêtre ne sera plus présent à la fin du siècle que dans les massifs montagneux et le quart nord-est de la France.

15. Rétroactions sur le climat

Elevated CO₂ causes non-structural carbohydrate concentration increase (grassland species in Tuscany, Italy, close or far from natural CO₂ springs).

Korner C. 2003. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. A* 361: 2023-2041

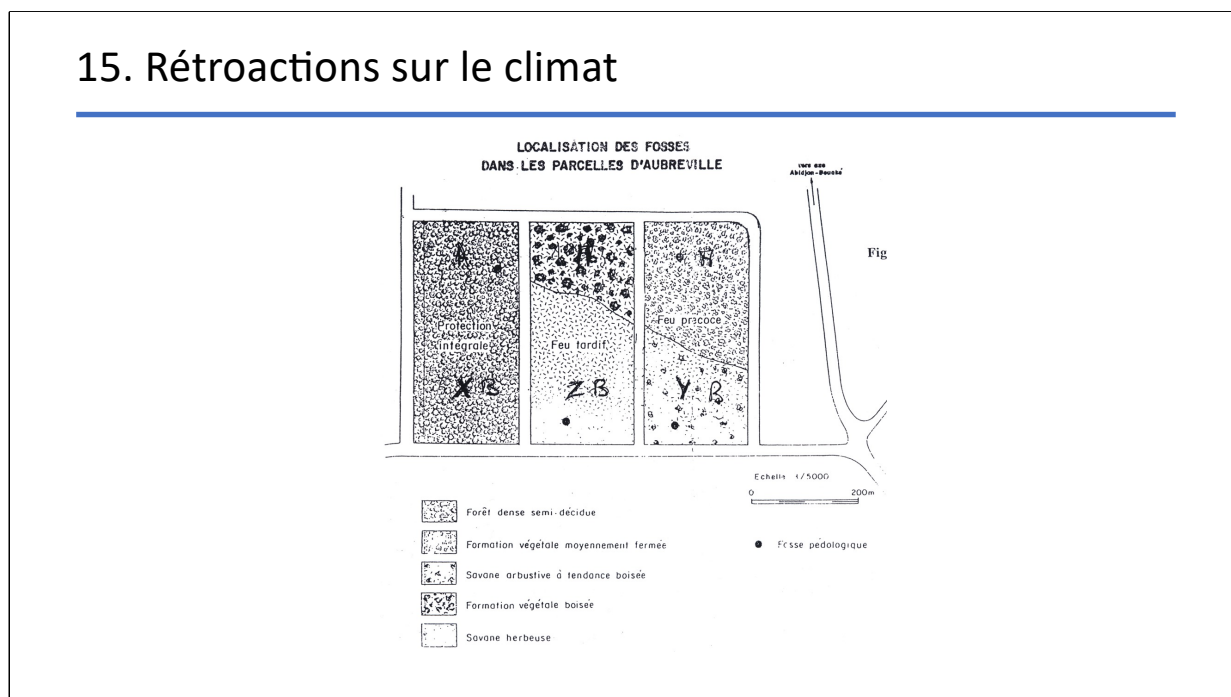


En abscisse: le pourcentage par rapport au poids sec de carbohydrates non structurel dans les plantes.

En ordonnée: les diverses espèces analysées.

À côté du changement climatique, le changement de composition de l'atmosphère, c'est-à-dire son enrichissement en CO₂, peut avoir des conséquences sur la composition chimique des plantes. Dans cette étude, des plantes qui poussent en permanence à proximité de sources naturelles de CO₂ en Toscane montrent une teneur en molécules carbonées de petits poids moléculaire plus élevée que celle des plantes qui poussent en situation de CO₂ normal. En théorie, cette concentration forte en petites molécules carbonées devrait stimuler la dégradation de la matière végétale morte et donc accélérer le recyclage des nutriments minéraux, ce qui pourrait avoir des conséquences positives sur la croissance des plantes. Ceci est un exemple d'une rétro-actions possibles du vivant sur le climat parmi, très probablement, de nombreuses aux autres qu'il reste à identifier et quantifier.

15. Rétroactions sur le climat



En Côte d'Ivoire, dans la région de Bouaké, une expérience de long est menée depuis les années 1930 sur l'influence du feu sur la couverture végétale. À gauche, la parcelle est totalement préservée du feu annuel ; au centre la parcelle fait l'objet d'un feu tardif très intense et à droite d'un feu précoce moins intense. Cette expérience montre que la fréquence des feux comme leur intensité dans les zones de savane, qui devraient augmenter avec le changement climatique, sont susceptibles de modifier drastiquement la nature de la couverture végétale et en particulier de l'équilibre entre les herbes et les arbres.

15. Rétroactions sur le climat



À droite, la suppression du feu de brousse annuel a entraîné le développement d'une couverture forestière. À gauche un feu tardif et donc violent car beaucoup d'herbe sèches sont disponibles en tant que combustible, a freiné la régénération des arbres, conduisant à un paysage typique de savane de type arbustif avec un couvert arboré très discontinu.

15. Rétroactions sur le climat



Parcelle brûlée
précocément

Dans cette parcelle, le feu a été mis tous les ans en début de saison sèche lorsque les herbes sont encore plus ou moins vertes. L'intensité du feu a donc été modérée ce qui a favorisé la régénération des arbres et conduit à un paysage de savane très arborée.

Au total, les modalités du feu de brousse annuel dans les savanes, facteur environnemental tout à fait normal dans ce type d'écosystème, déterminent la quantité de carbone stockée dans la végétation et son albédo, deux paramètres qui influencent fortement le climat.