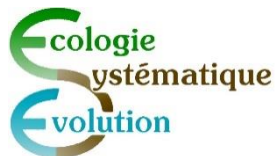


Biodiversité sur les continents

Jane Lecomte
Pr Université Paris-Sud

jane.lecomte@u-psud.fr



Unité Ecologie, Systématique, Evolution
UMR 8079 UPSud / CNRS / AgroParisTech
Bât. 360 et 362, Faculté des Sciences d'Orsay

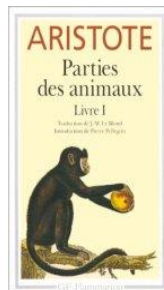
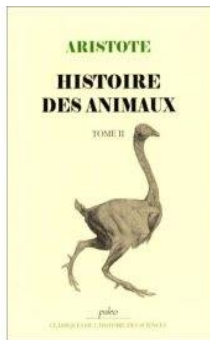


Au programme :

- Un peu d'histoire et quelques notions
- Menaces
- Scénarios
- Conserver : pourquoi et comment

Historique

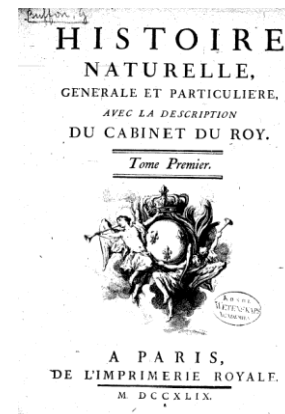
Aristote
(384-322 av JC)



Linné
(1707-1778)



Buffon
(1707-1788)



Historique

HISTOIRE

ADMIRABLE DES
PLANTES ET HERBES ESME-
ueillables & miraculeuses en nature : mesmes
d'aucunes qui sont vrayes Zoophytes, ou Plant-
animales, Plantes & Animaux tout ensemble,
pour auoir vie vegetatiue, sensitiue & animale:

Avec leurs Portraits au naturel, selon les histoires, de-
scriptions, voyages, & navigations des anciens & mo-
dernes Hebreux, Chaldees, Egyptiens, Assyriens,
Armeniens, Grecs, Latins, Africains, Arabes, Na-
biens, Ethiopiens, Sarrasins, Turcs, Mores, Persans,
Tartares, Chinois, Indiens, Portugais, Espagnols, Frä-
çois, Flamens, Anglois, Polonois, Moscovites, Al-
lemans, & autres.

Par M. CLAUDE DÛRET, President à
Moulins en Bourbonnois.



A PARIS,

Chez NICOLAS BÛON, demeurant au mont
S. Hylaire, à l'Image S. Claude.

M. DCV.

Avec Privilège du Roy.

des Plantes.

47

Portrait de l'Ilex aquifolia, ou arbre de la
graine d'escarlatte.



Historique

314

*Histoire admirable
Est metamorphosé d'une vertu seconde,
Sur terre en vrais oyseaux, en vrais poissons sur l'onde.*

Aufquels vers ce mot, Iuuerne, signifie l'Isle de l'Océan, proche d'Angleterre, à présent nommée Irlande: par Iules Cesar, Hybernia: par Pomponie, & Solin Iuuerne; ou comme il est dans les exemplaires de Alde manuce, Iuernia: par Ptolomée, Iouernia: par Strabo, Estienne & Apulée, Ierna: par Claudian, Vernia: par Eustache, Ouernia. Les habitants de ceste dite Isle l'appellent, Erin: les Anglois qui en font proches, Yuuerhon: les Allemans, Irlandt, mot composé de Erin, ou Irin, car tous les Anglois prononcent le e, par i: & de Landt, qui signifie vne Region, comme si on disoit, Region d'Erin: les Espagnols, Italiens & François, Iuyuans les Alemans, la nomment Irlanda & Irlande: aucuns Historiens ont escrit, qu'icelle a eu anciennement ce nom de Hybernie, de la Cité de Iuernin: les autres d'un Capitaine Espagnol, nommé Hybere, qui le premier l'occupa, avec grande force d'hommes, par luy assemblez: les autres du fleuve Iberos, qui est le plus renommé d'Espagne, parce que les habitants d'autour de ce fleuve, y allerent premierement demeurer: ou du temps d'Hyuer, parce qu'elle tend vers le froid & Occident: l'estendue d'icelle est moindre que celle d'Angleterre, car elle n'a pas plus de septante lieues d'Allemagne en longitude, & vingt-trois en latitude: elle est diuisée en quatre Prouinces, Momonie, Hultonie, Laginie, & Counacie, & est de present subiette au Roy d'Angleterre, depuis qu'Henry. II. du nom, Roy Anglois, en l'an de salut 1560. la conquist, &

Portrait de l'Arbre qui porte des feuilles, lesquelles tombées sur terre se tournent en oyseaux volants, & celles qui tombent dans les eaux se muent en poissons.



Historique



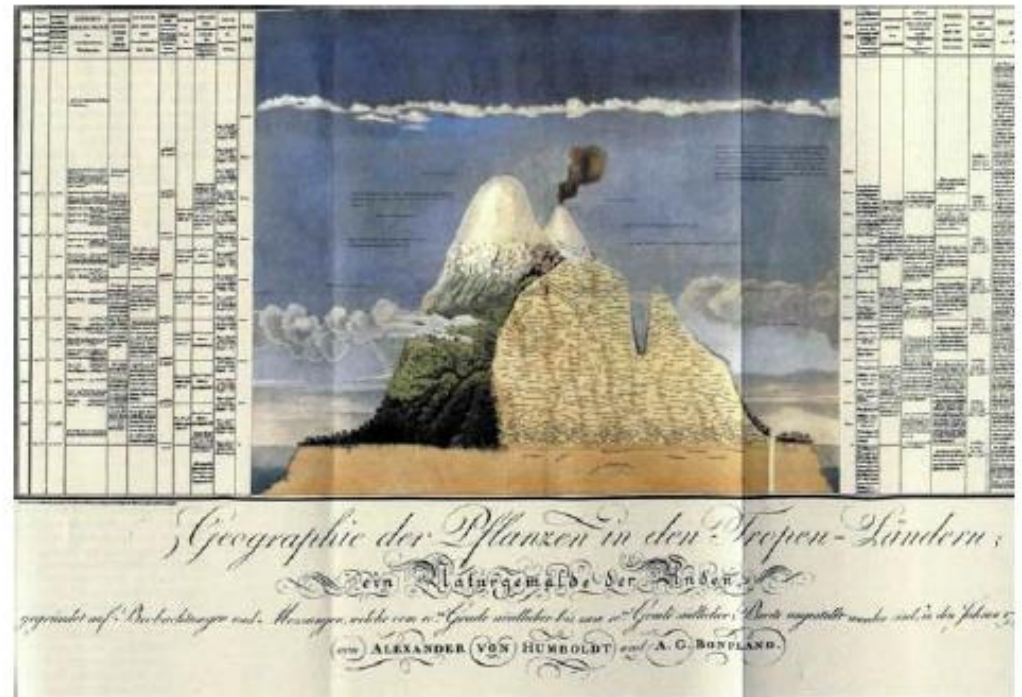
330
Histoire admirable
Portrait du Borameis de Scythie ou
Tartarie.

Historique



A. von Humboldt (1769-1859)

Historique



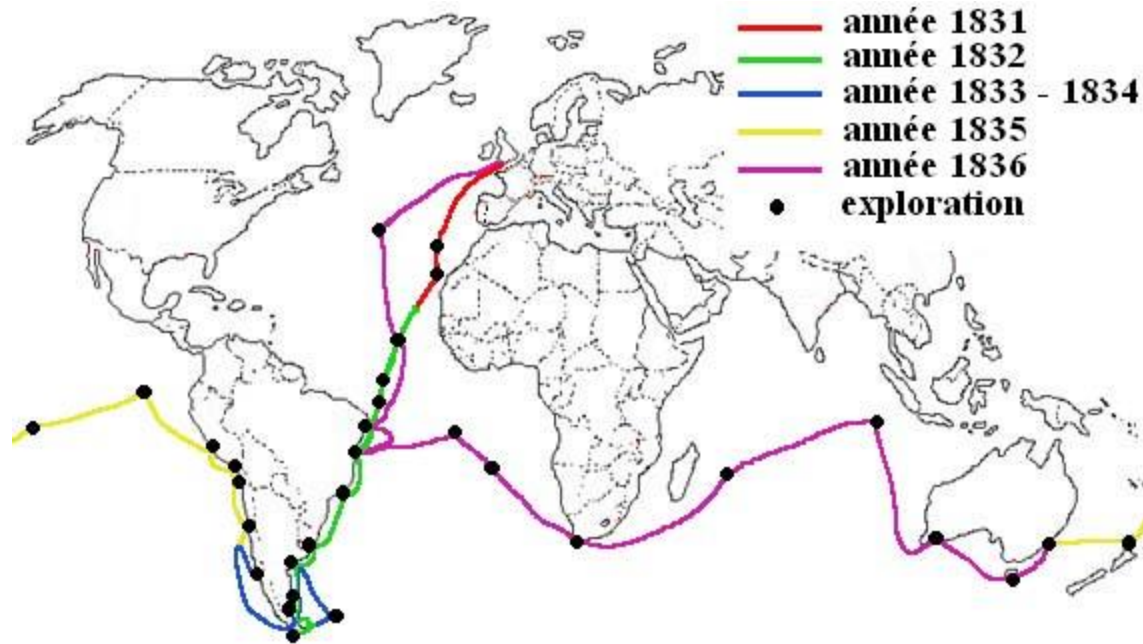
A. von Humboldt (1769-1859)

« Essai sur la géographie des plantes »
1805

Historique



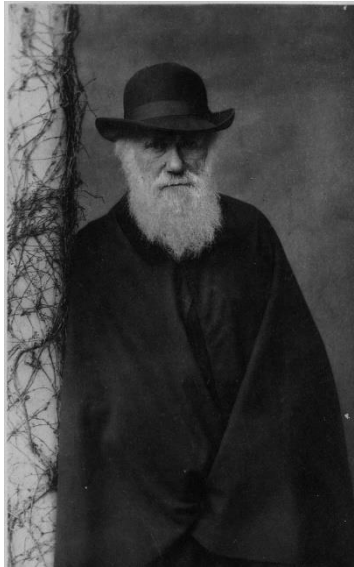
C. Darwin
(1809-1882)



Historique



C. Darwin
(1809-1882)



1837



1859

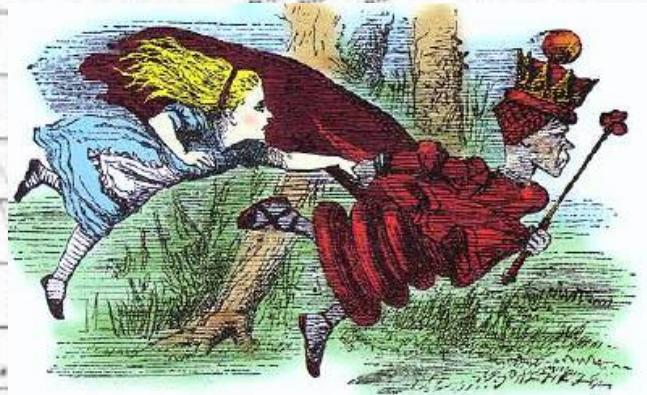
Variation : entre individus pour une caractéristique (trait)

Sélection : relation entre ce trait et la capacité des individus à survivre

Héritabilité : les variantes individuelles du trait sont en partie transmises aux descendants

« L'arbre de la vie » de Darwin

L'extinction, c'est la vie !

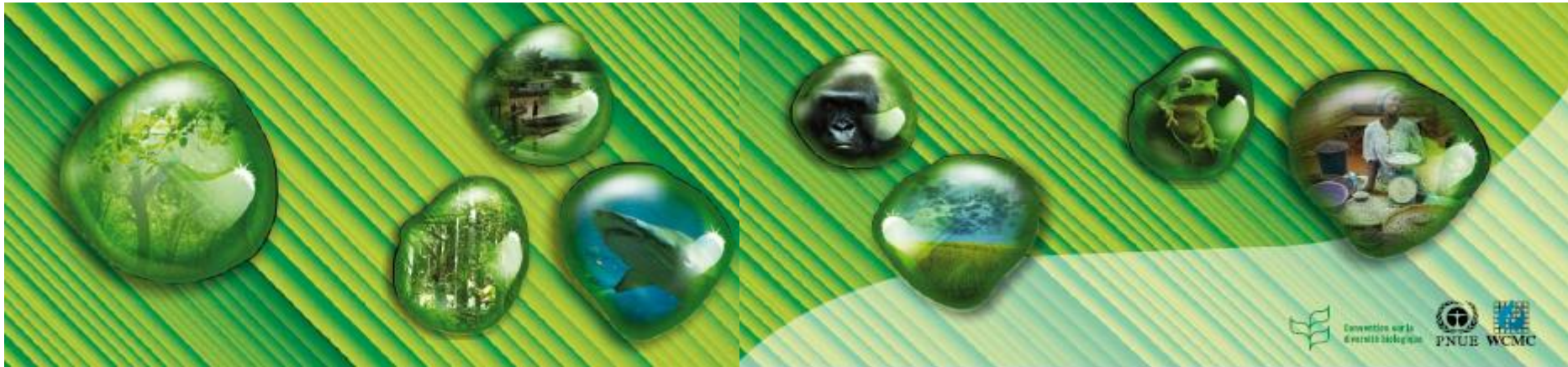


La biodiversité : de quoi parle-t-on ?

- Sommet de la Terre (Rio, 1992)

Convention pour la Diversité Biologique :

« La diversité biologique est la **variabilité** des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie; cela comprend la **diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes** »



La biodiversité : les 3 niveaux

Diversité génétique / intraspécifique



Diversité spécifique / interspécifique



Diversité écologique / des écosystèmes





ARN ribosomique

Nombre d'espèces connues en 2016

	Estimated Number of described species ¹
VERTEBRATES	
Mammals ⁶	5,536
Birds	10,424
Reptiles	10,450
Amphibians	7,538
Fishes	33,300
Subtotal	67,248
INVERTEBRATES	
Insects	1,000,000
Molluscs	85,000
Crustaceans ⁵	47,000
Corals	2,175
Arachnids	102,248
Velvet Worms	165
Horseshoe Crabs	4
Others	68,658
Subtotal	1,305,250
PLANTS ⁷	
Mosses ⁸	16,236
Ferns and Allies ⁸	12,000
Gymnosperms	1,052
Flowering Plants	268,000
Green Algae ¹⁰	6,050
Red Algae ¹⁰	7,104
Subtotal	310,442
FUNGI & PROTISTS	
Lichens	17,000
Mushrooms	31,496
Brown Algae ¹⁰	3,784
Subtotal	52,280
TOTAL	1,735,220



Données IUCN, 2016

Eucarya

Opisthokonta

Amoebozoa

Excavata

Alveolata

Heterokonta (Stramenopiles)

Rhizaria

Plantae

Archaea

Crenarchaeota

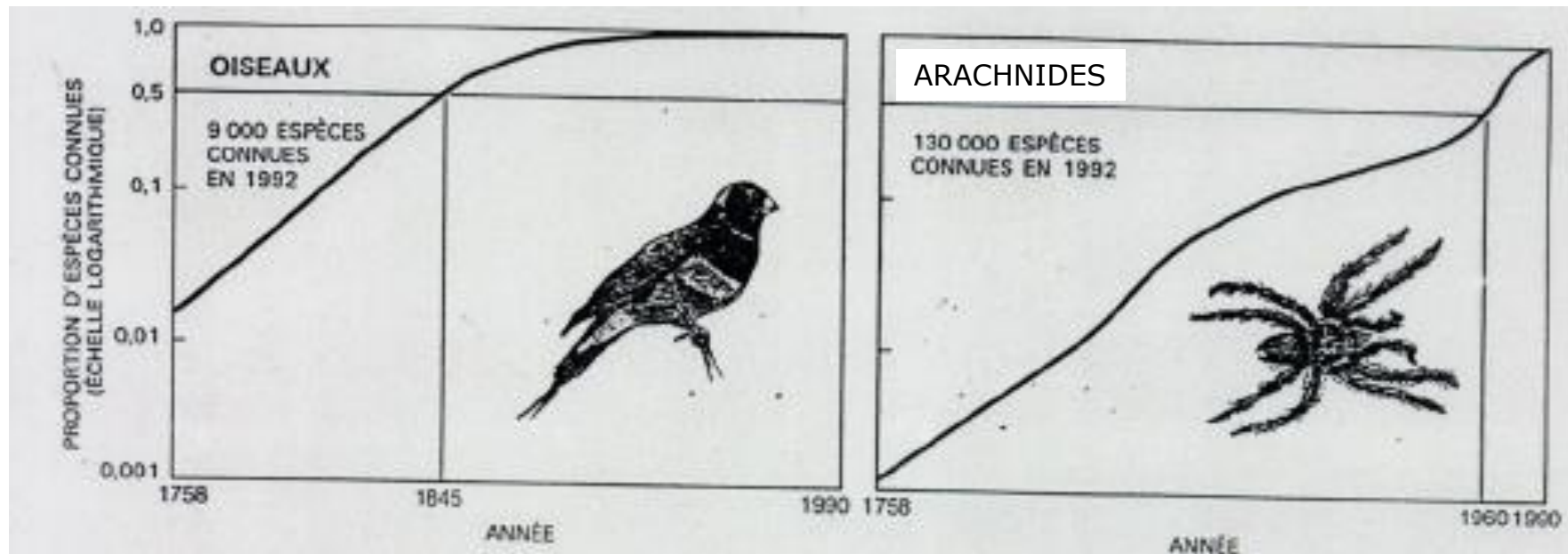
Euryarchaeota

Korarchaeota

Bacteria

ARN ribosomique

Biais dans l'estimation du nombre d'espèces



(* 10424 espèces d'oiseaux connues en 2016)

May R.M. 1990. How many species ? *Philosophical Transactions of the Royal Society*, B 330 : 293-304.

Une biodiversité à découvrir

Dallol : aux frontières de la vie

Film d'Olivier Grunewald

Diffusé dimanche 16 octobre à 20h40 sur Ushuaïa TV



*Purificacion Lopez-Garcia
David Moreira
Ludwig Jardillier*



Un inventaire inachevé...

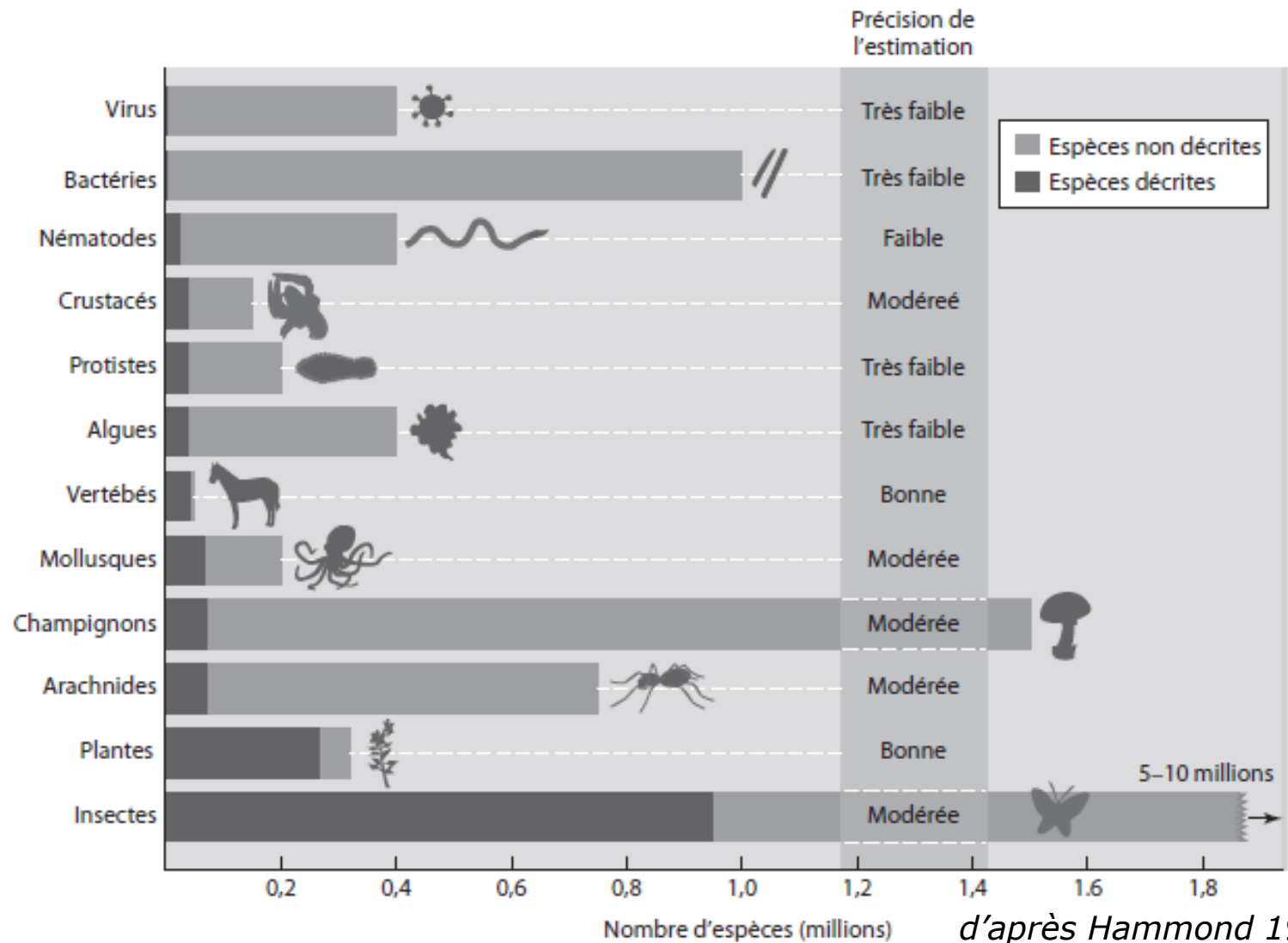
Environ 15 000 espèces découvertes par an



Ex :

Cercopithecus lomamiensis
Espèce de cercopithèque
du Congo dont l'existence a
été confirmée en 2012.

Alors combien d'espèces ?



Alors combien d'espèces ?



OPEN ACCESS Freely available online

PLOS BIOLOGY

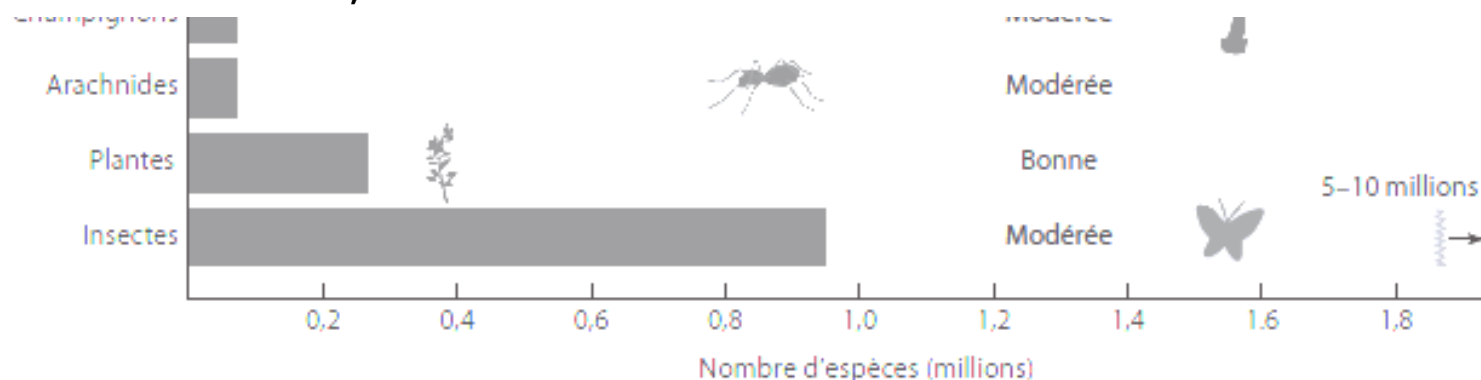
How Many Species Are There on Earth and in the Ocean?

Camilo Mora^{1,2*}, Derek P. Tittensor^{1,3,4}, Sina Adl¹, Alastair G. B. Simpson¹, Boris Worm¹

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

2011

8,7 millions d'espèces
6,5 millions évoluent sur les continents

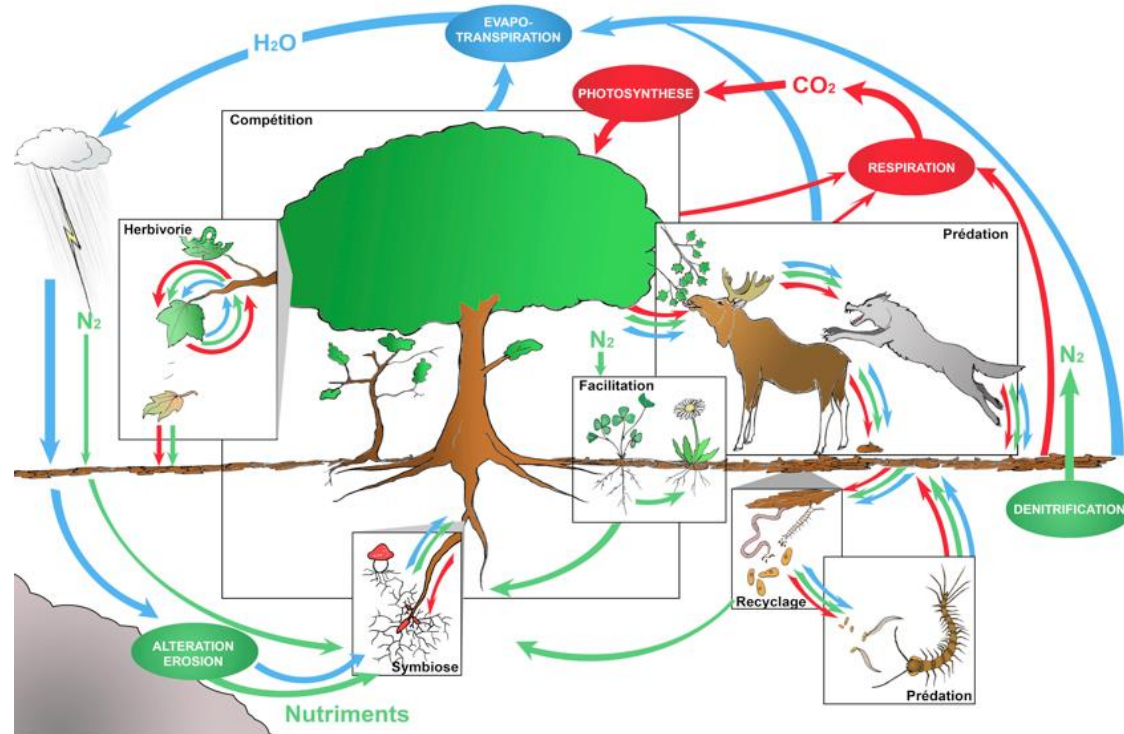


La biodiversité : de quoi parle-t-on ?

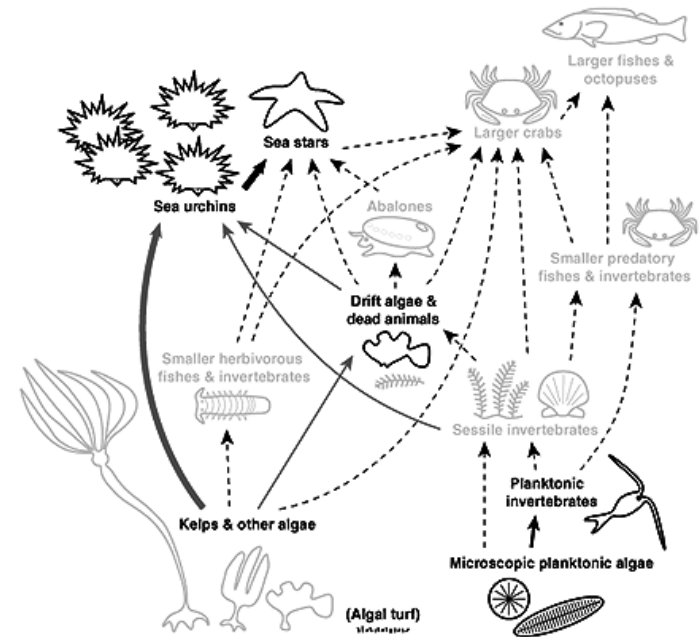
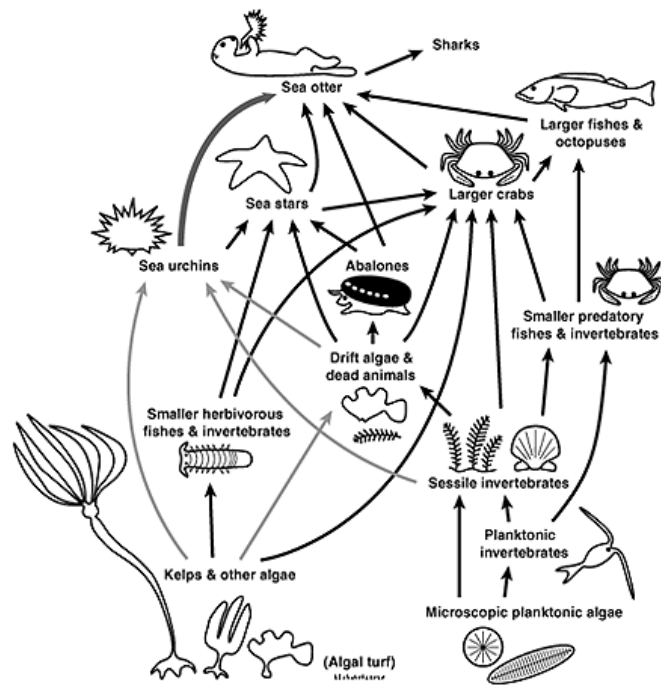
Loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages

Loi n° 2016-1087 du 8 août 2016

« On entend par biodiversité ou diversité biologique l'ensemble des organismes vivants ainsi que les **interactions** qui existent, d'une part, entre les organismes vivants eux-mêmes, d'autre part, entre ces organismes, leurs habitats naturels et leurs milieux de vie. »



Biodiversité et stabilité des écosystèmes



Biodiversité et stabilité des écosystèmes



ARTICLE

Received 10 Nov 2015 | Accepted 14 Jul 2016 | Published 24 Aug 2016

DOI: 10.1038/ncomms12573

OPEN

No complexity–stability relationship in empirical ecosystems

Claire Jacquet^{1,2,3}, Charlotte Moritz^{4,5}, Lyne Morissette⁶, Pierre Legagneux^{1,2}, François Massol⁷,
Philippe Archambault^{4,8} & Dominique Gravel^{1,2,9}

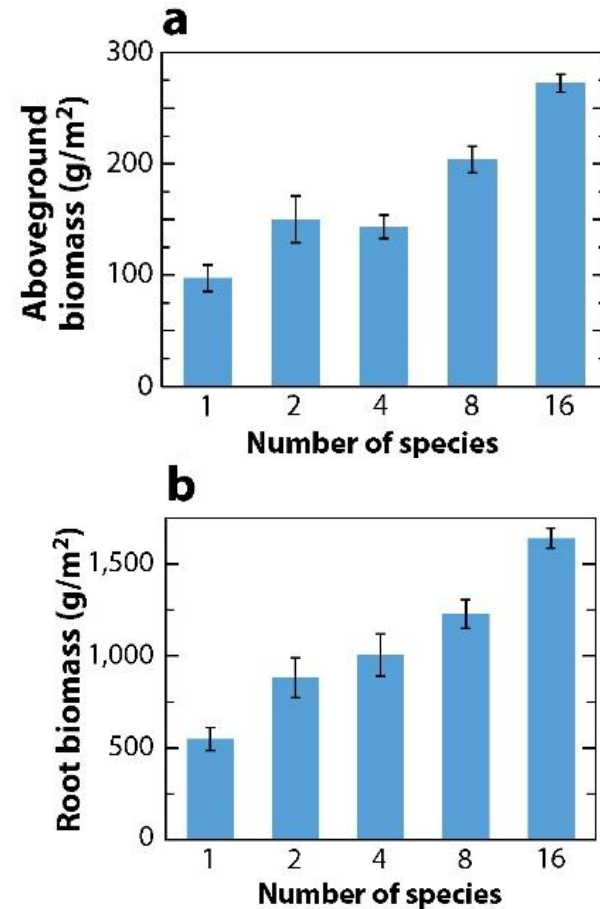
Analyse de 116 réseaux terrestres, marins et d'eau douce

L'existence d'un grand nombre d'interactions faibles et la structure très organisée des réseaux écologiques sont les fondements de la stabilité des écosystèmes.

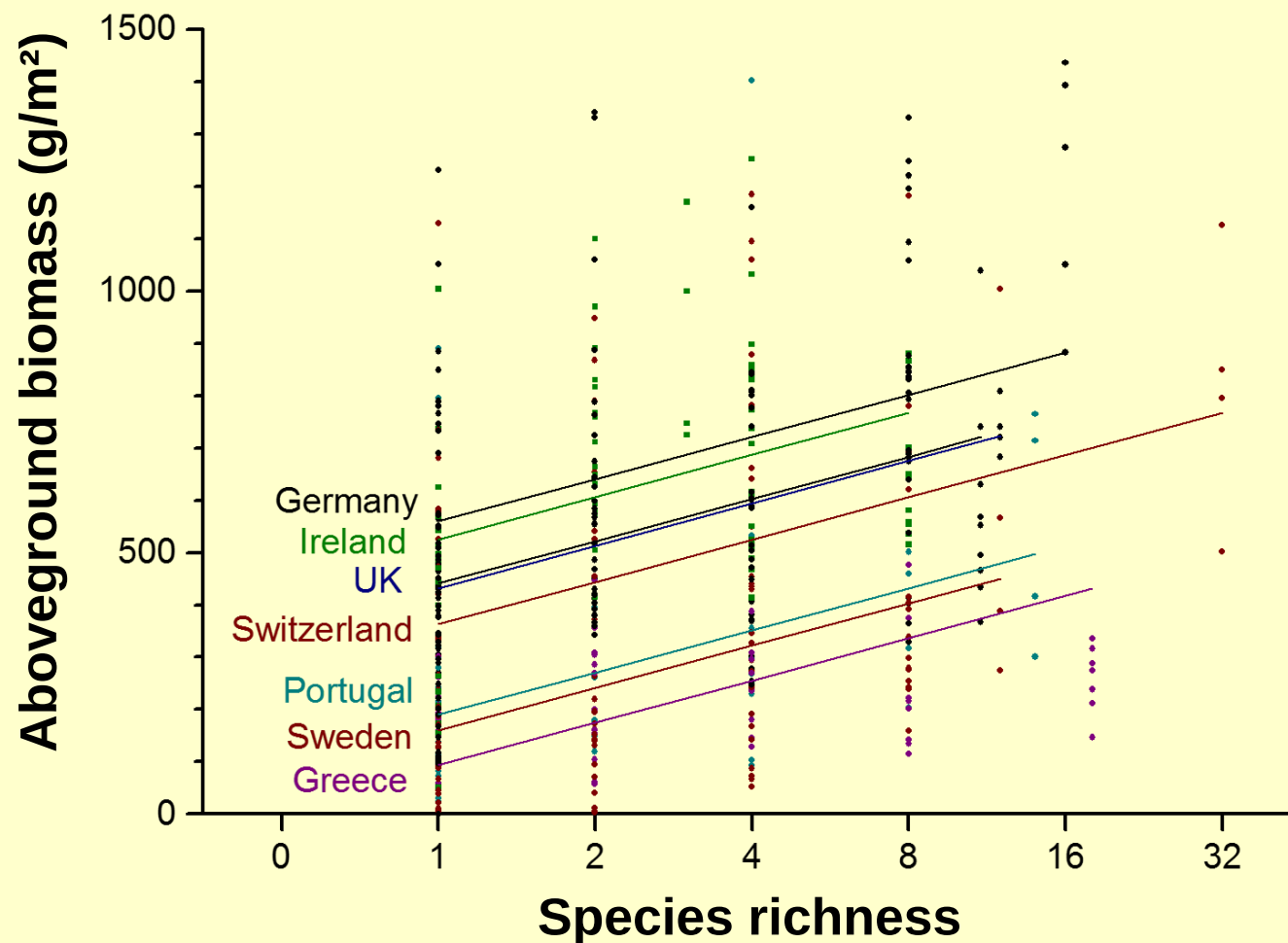
Biodiversité et fonctionnement des écosystèmes



Cedar Creek biodiversity Experiment
Minnesota, USA



Biodiversité et fonctionnement des écosystèmes

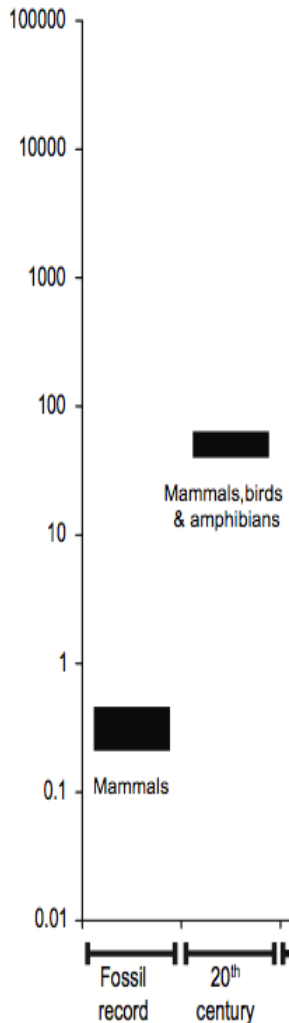


Hector et al., *Science* 286: 1123–1127 (1999)

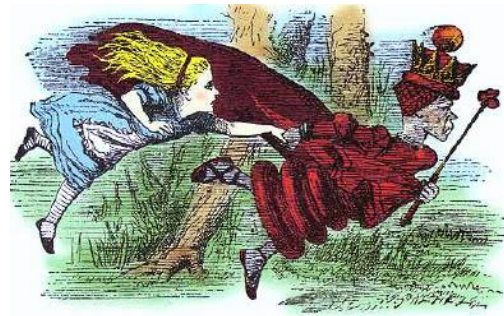
Menaces sur la biodiversité

Evolution du taux d'extinction

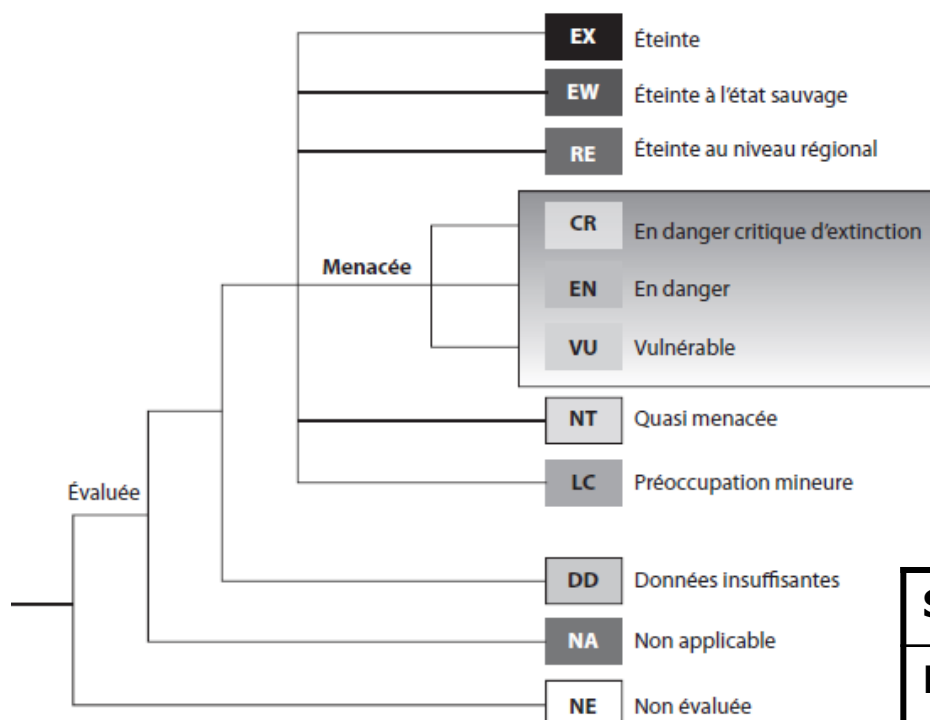
E/MSY Nombre d'extinctions pour un million d'espèce par an



Perte nette :
taux d'extinction plus
de 100 fois supérieur
à celui observé dans
les traces fossiles



La Liste rouge de l'IUCN



Critères d'évaluation

- Dynamique de population
- Répartition géographique
- Taille de population
- Petite population
- Probabilité d'extinction

Statut	CR	EN	VU
P ext	>50% 10 ans ou 3 génér.	>20% 20 ans ou 5 génér.	>10% 100ans
Effectif	< 50	< 250	< 1000

Nombre d'espèces menacées d'extinction (2016)

	Estimated Number of described species ¹	Number of species evaluated by 2016 (IUCN Red List version 2016-1)	Number of threatened species ² in 2016 (IUCN Red List version 2016-2)	Species evaluated in 2016, as % of species described ^{2,3}	Lower estimate of % threatened species in 2016 (number threatened as % of extant evaluated species) ^{2,3,4}	Best estimate of % threatened species in 2016 (number threatened as % of extant data sufficient evaluated species) ^{2,3,4}	Upper estimate of % threatened species in 2016 (number threatened + DD as % of extant evaluated species) ^{2,3,4}
VERTEBRATES							
Mammals ⁵	5,536	5,536	1,208	100%	22%	28%	37%
Birds	10,424	10,424	1,375	100%	13.37%	13.45%	14%
Reptiles	10,450	5,154	989	49%		Insufficient coverage	
Amphibians	7,538	6,525	2,063	87%	32%	42%	56%
Fishes	33,300	15,284	2,343	46%		Insufficient coverage	
Subtotal	67,248	42,923	7,978	64%			
INVERTEBRATES							
Insects	1,000,000	6,095	1,156	0.6%		Insufficient coverage	
Molluscs	85,000	7,251	1,967	9%		Insufficient coverage	
Crustaceans ⁵	47,000	3,169	729	7%		Insufficient coverage	
Corals	2,175	862	237	40%		Insufficient coverage	
Arachnids	102,248	212	166	0.21%		Insufficient coverage	
Velvet Worms	165	11	9	7%		Insufficient coverage	
Horseshoe Crabs	4	4	1	100%	25%	100%	100%
Others	68,658	480	73	0.70%		Insufficient coverage	
Subtotal	1,305,250	18,084	4,338	1%			
PLANTS ⁷							
Mosses ⁸	16,236	102	76	0.6%		Insufficient coverage	
Ferns and Allies ⁹	12,000	416	217	3%		Insufficient coverage	
Gymnosperms	1,052	1,011	400	96%	40%	40%	42%
Flowering Plants	268,000	20,298	10,875	8%		Insufficient coverage	
Green Algae ¹⁰	6,050	13	0	0.2%		Insufficient coverage	
Red Algae ¹⁰	7,104	58	9	0.8%		Insufficient coverage	
Subtotal	310,442	21,898	11,577	7%			
FUNGI & PROTISTS							
Lichens	17,000	9	7	0.05%		Insufficient coverage	
Mushrooms	31,496	25	22	0.079%		Insufficient coverage	
Brown Algae ¹⁰	3,784	15	6	0.4%		Insufficient coverage	
Subtotal	52,280	49	35	0.09%			
TOTAL	1,735,220	82,954	23,928	5%			



Indice Planète Vivante

L'Indice Planète Vivante suit plus de 10380 populations appartenant à plus de 3041 espèces de mammifères, d'oiseaux, de reptiles, d'amphibiens, de poissons

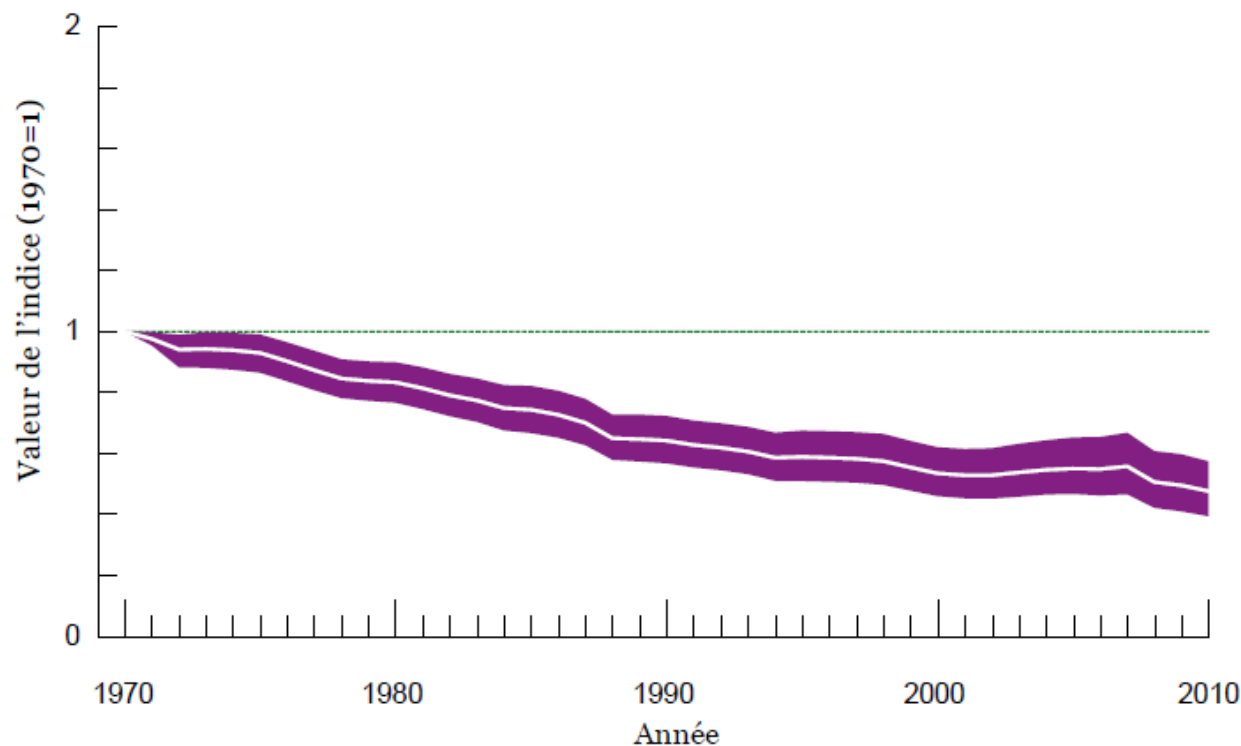
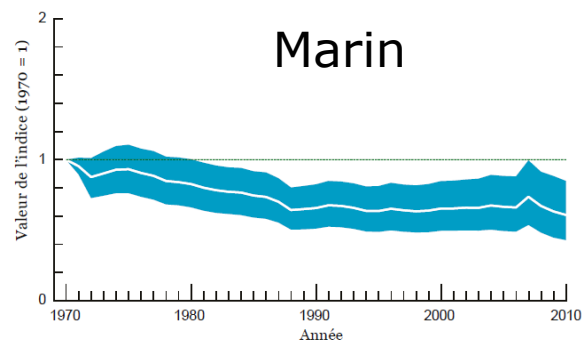
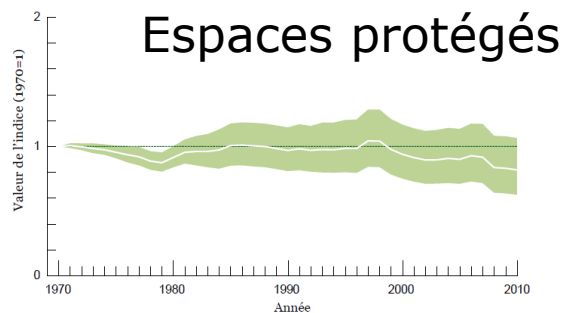
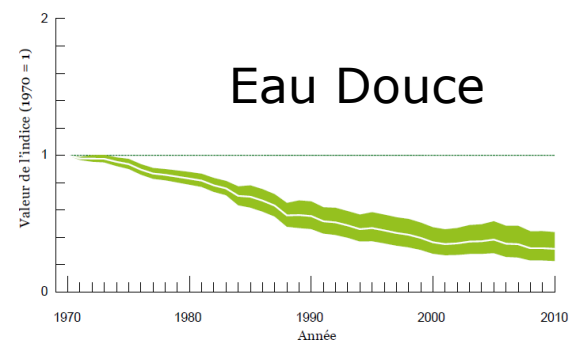
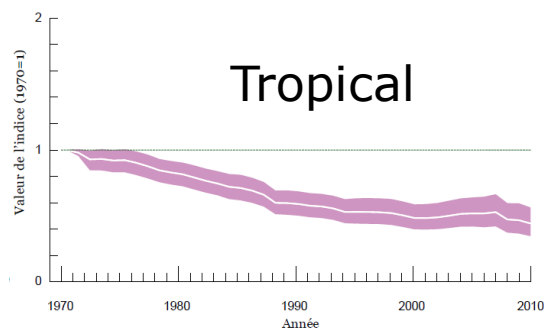
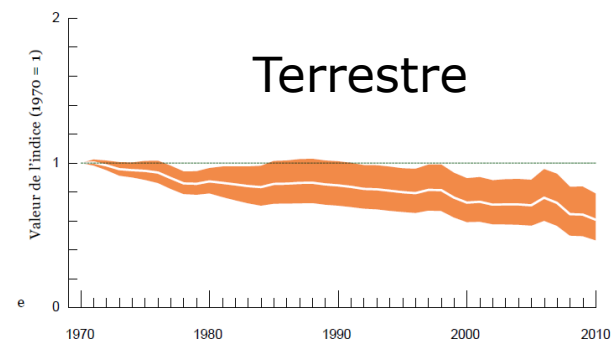
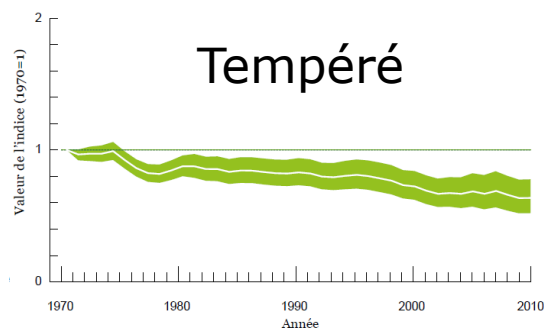


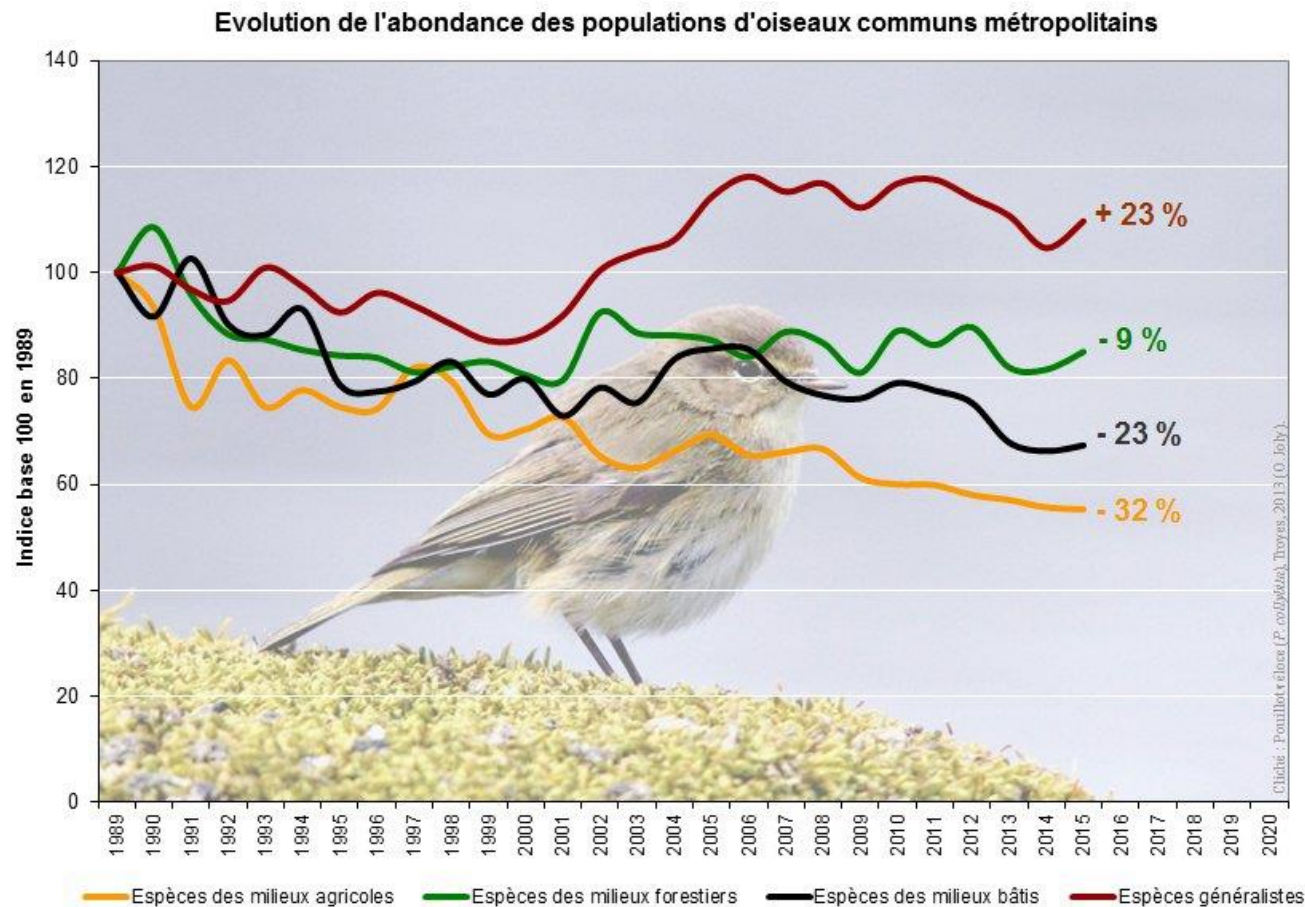
Figure 5 : l'Indice Planète Vivante® global montre un déclin de 52 % entre 1970 et 2010 (WWF, ZSL, 2014).

- Indice Planète Vivante® global
- Intervalle de confiance

Indice Planète Vivante



Indicateur oiseaux communs (cas de la France)



Source : MNHN (CESCO), 2016.

Variations d'abondance des oiseaux communs (60 espèces) en France (statistiques sur de plus de 2 Millions d'oiseaux)

Diversité cultivée et domestiquée

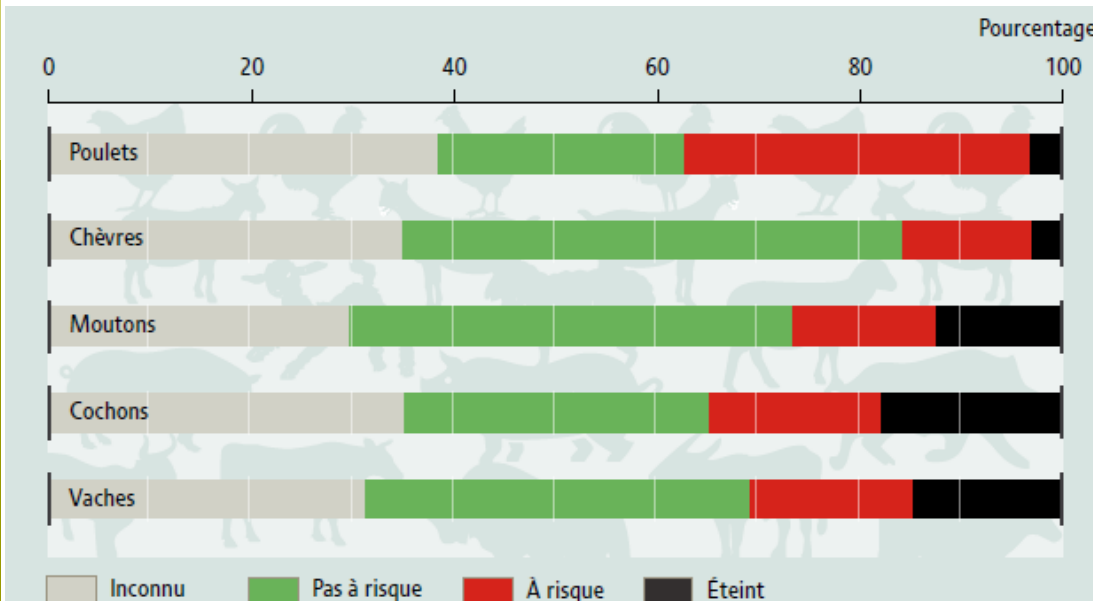
75% de la diversité des cultures a été perdue entre 1900 et 2000 (FAO)



Chine :

Nombre de variétés de riz cultivées
de 46 000 dans les années 1950
à un peu plus de 1000 variétés
seulement en 2006.

GBO3, 2010

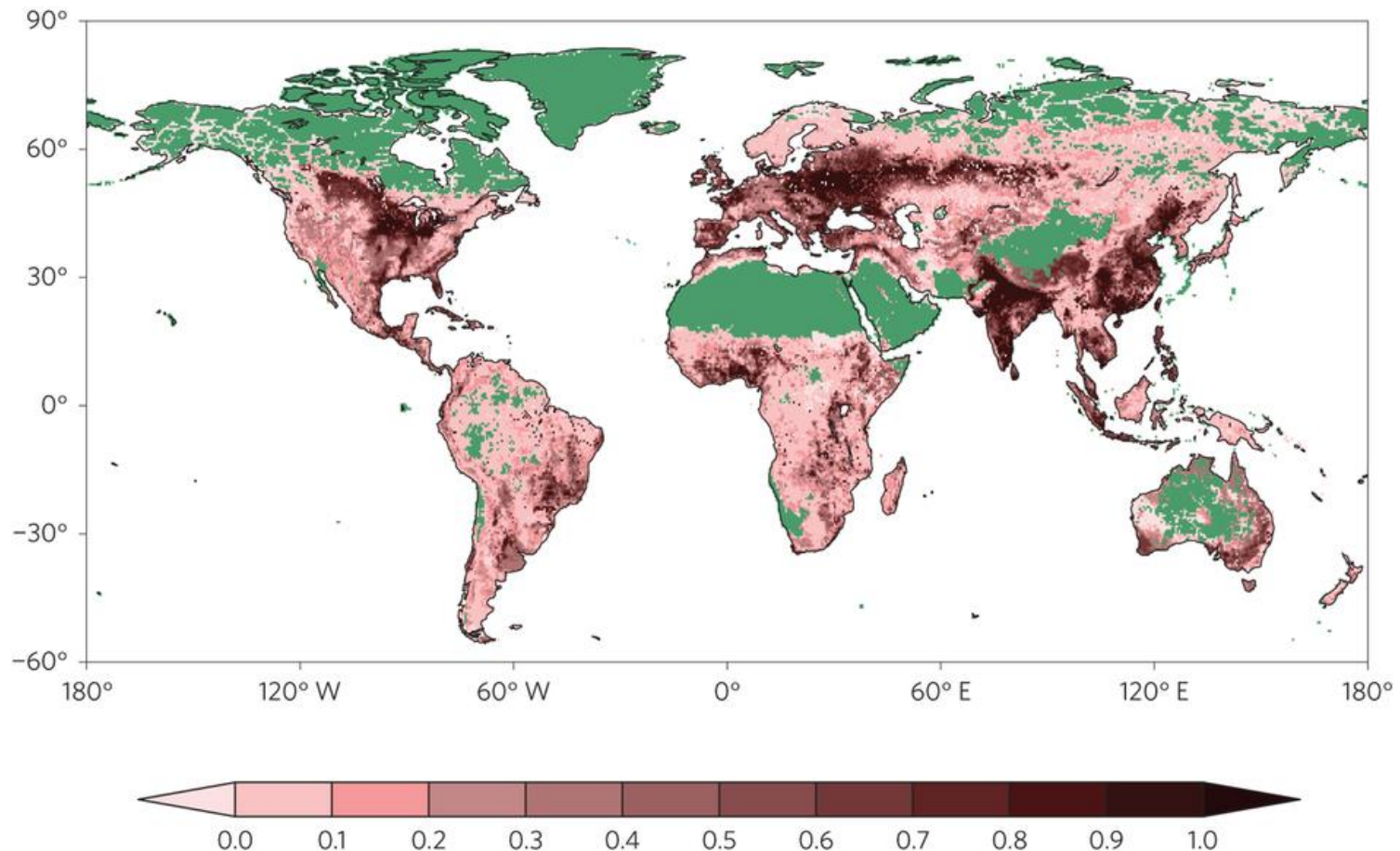


Parmi les 35 espèces domestiquées, plus d'un cinquième des races d'élevage sont classées comme étant menacées d'extinction (FAO)



Menaces sur la biodiversité

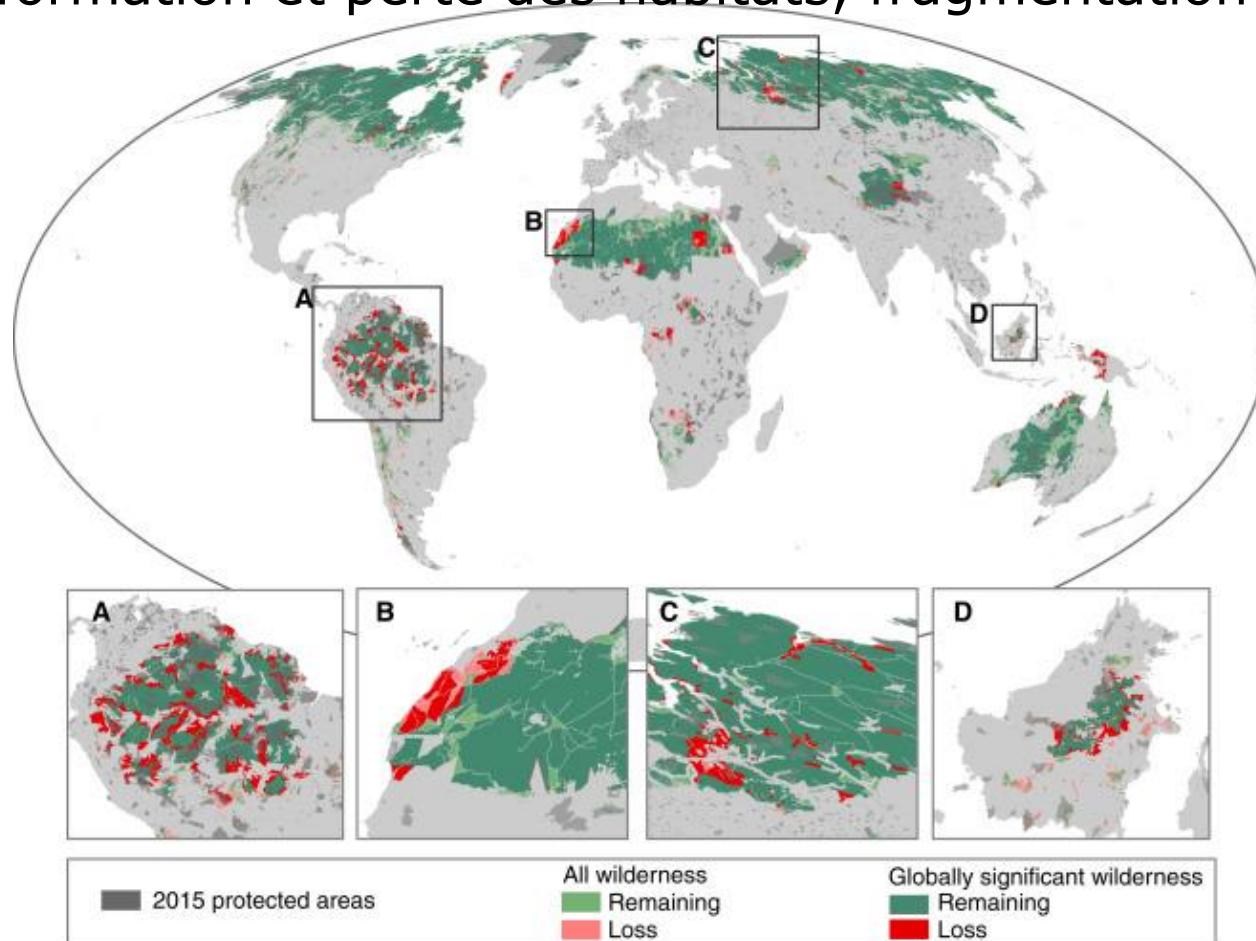
- Transformation et perte des habitats, fragmentation (45%)



Luyssaert S. et al. *Nature Climate Change*, 2014

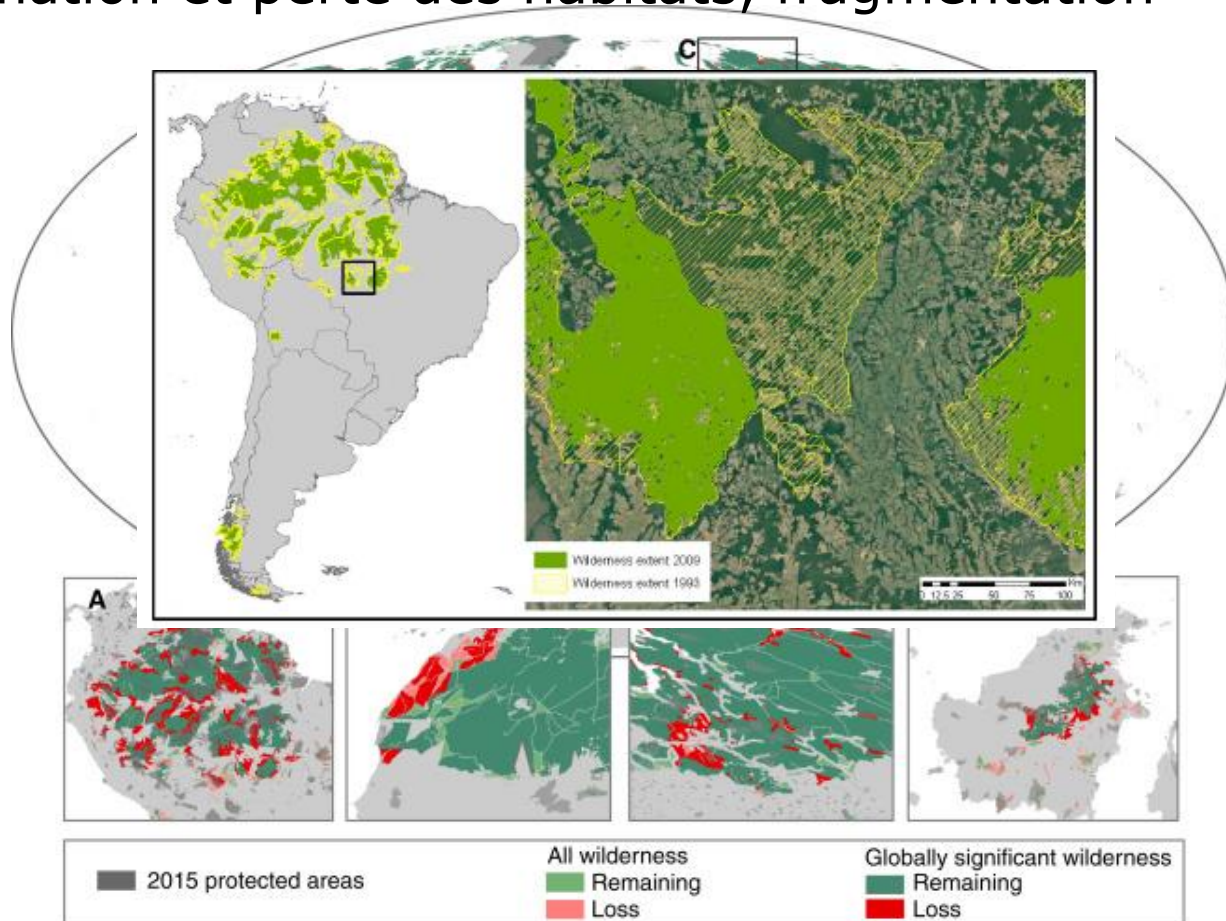
Menaces sur la biodiversité

- Transformation et perte des habitats, fragmentation



Menaces sur la biodiversité

- Transformation et perte des habitats, fragmentation



Menaces sur la biodiversité

- ❑ Transformation et perte des habitats, fragmentation
- ❑ Surexploitation (37%)
 - de subsistance
 - Récréative (chasse, pêche sportive, collections)
 - Indirecte
 - Accidentelle (liée aux activités humaines)



Menaces sur la biodiversité

- ❑ Transformation et perte des habitats, fragmentation
- ❑ Surexploitation
- ❑ Invasions biologiques (5%)

Introductions

Intentionnelles

Substance
Récréation

Accidentelles

Cales des bateaux
Ballasts des bateaux
Avions ...

+ destruction



Boiga irregularis



Lithobates catesbeianus



Fallopia japonica

Invasion des insectes : l'économie mondiale affectée

69 milliards d'euros, c'est le coût minimal annuel des dégâts provoqués par les insectes envahissants dans le monde, estime une équipe internationale de chercheurs menée par Franck Courchamp, directeur de recherche CNRS au laboratoire Ecologie, systématique et évolution (Université Paris-Sud/CNRS/AgroParisTech) et impliquant notamment les entomologistes de l'IRD à Montpellier et un économiste CNRS. Depuis les dégâts sur les biens et services jusqu'aux coûts en santé,



le termite de Formose (*Coptotermes formosanus*)



la teigne des choux (*Plutella xylostella*),

Massive yet grossly underestimated global costs of invasive insects.

Corey J.A. Bradshaw, Boris Leroy, Céline Bellard, David Roiz, Céline Albert, Alice Fournier, Morgane Barbet-Massin, Jean-Michel Salles, Frédéric Simard & Franck Courchamp.

Nature Communications. 4 octobre 2016

Menaces sur la biodiversité

- Transformation des habitats
- Surexploitation
- Invasions biologiques
- La pollution (4%) et les changements climatiques (7%)

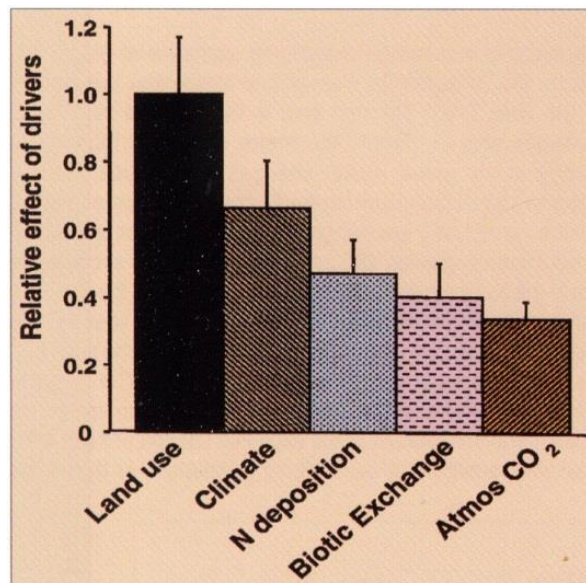
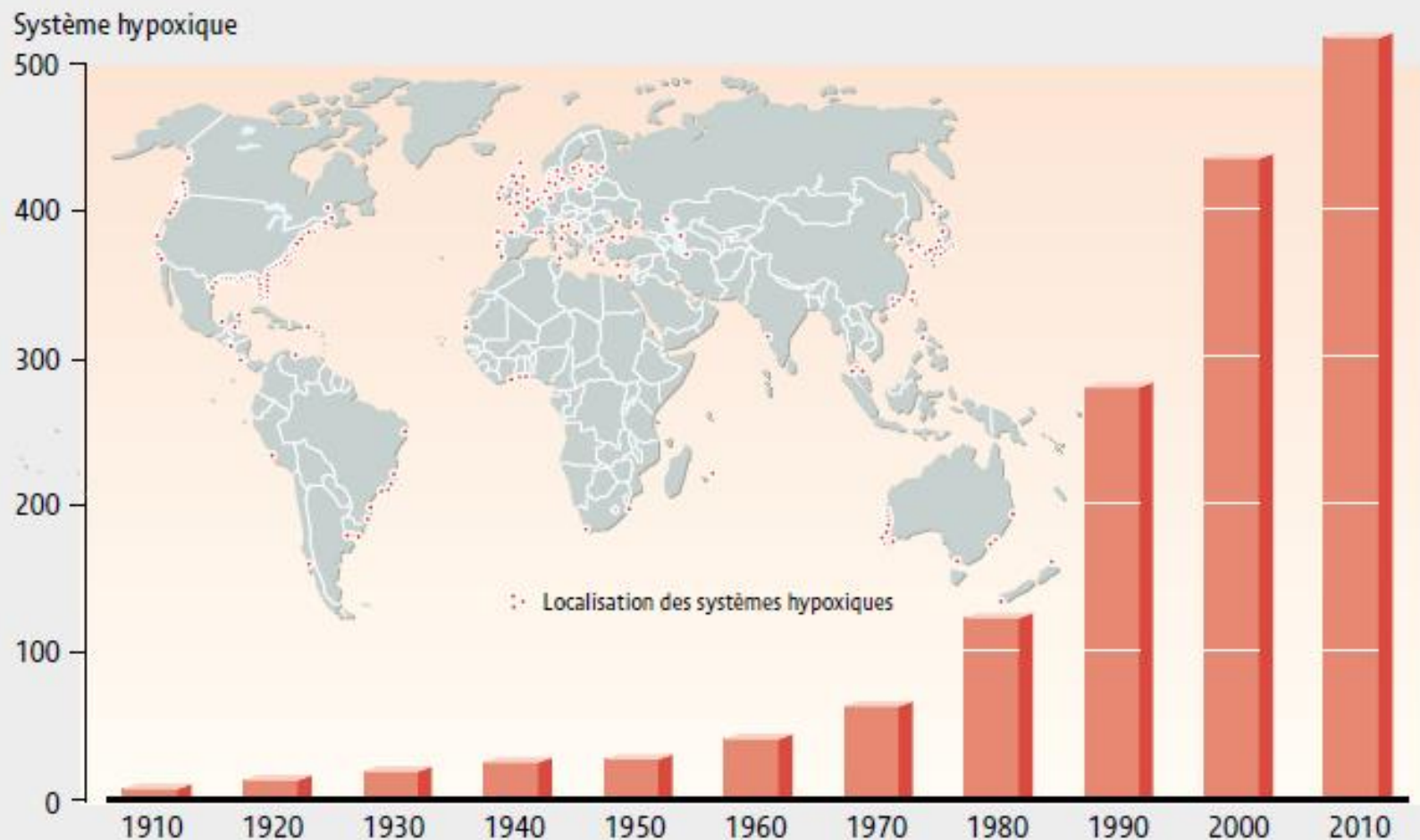
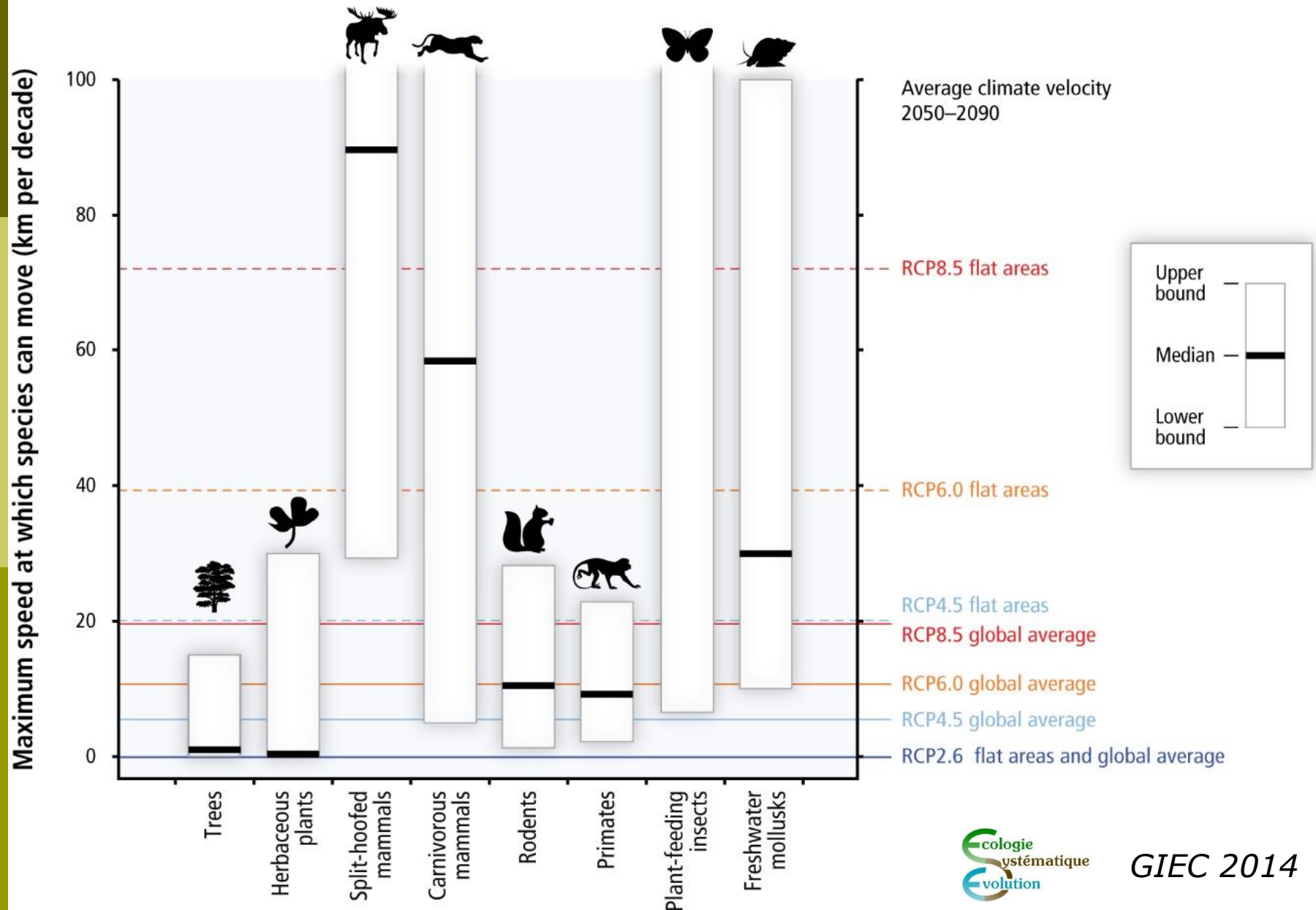


Figure 1. Relative effects of the five most important drivers of biodiversity change for the year 2100 as resulting from the biodiversity scenarios (2) [© Science 2000].

Pollution : zones mortes marines



Les changements climatiques



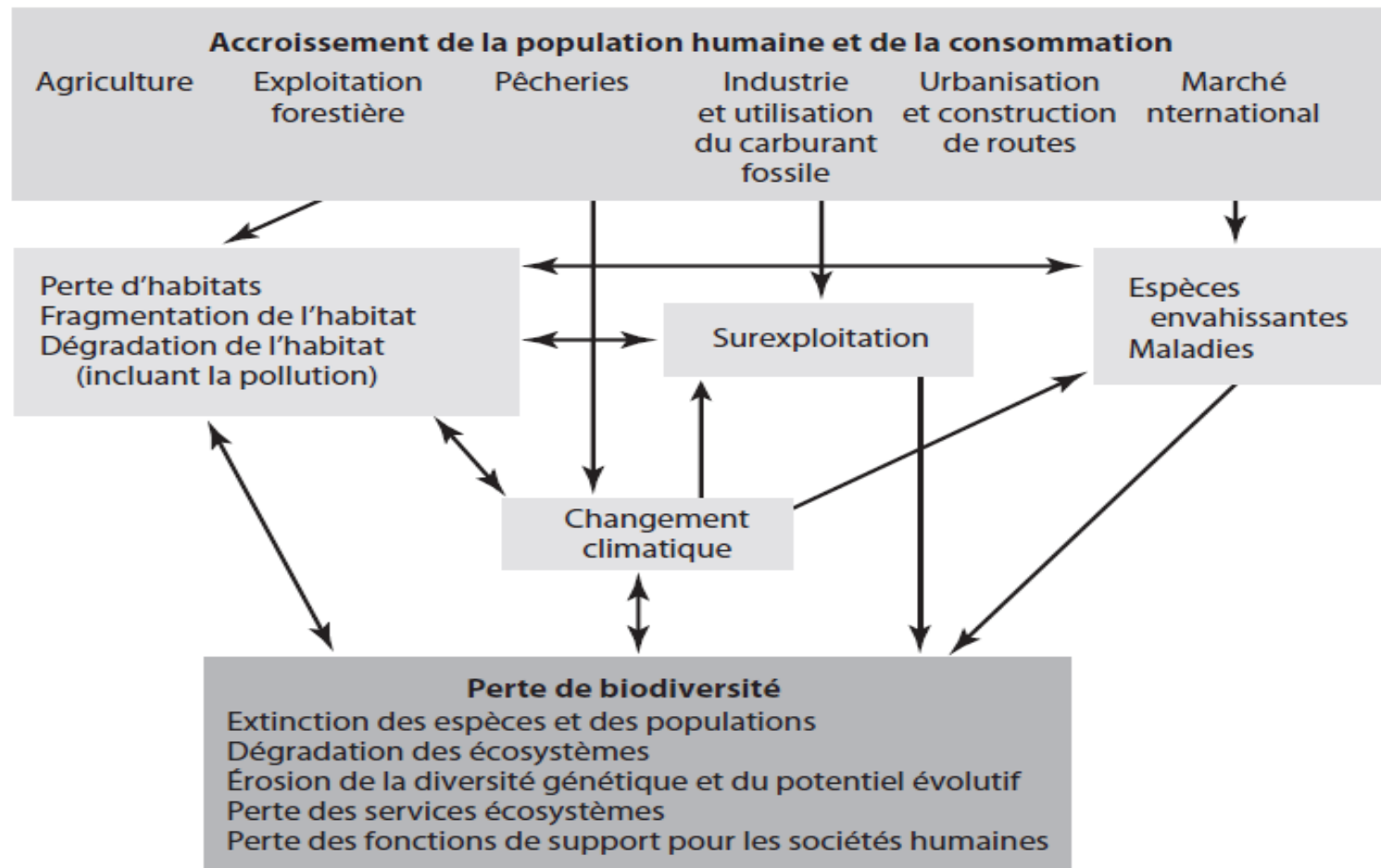
Menaces sur la biodiversité

- ❑ Transformation des habitats
- ❑ Surexploitation
- ❑ Invasions biologiques
- ❑ La pollution et les changements climatiques
- ❑ Les maladies (2%)



Grenouille morte infectée par
Batrachochytrium dendrobatidis

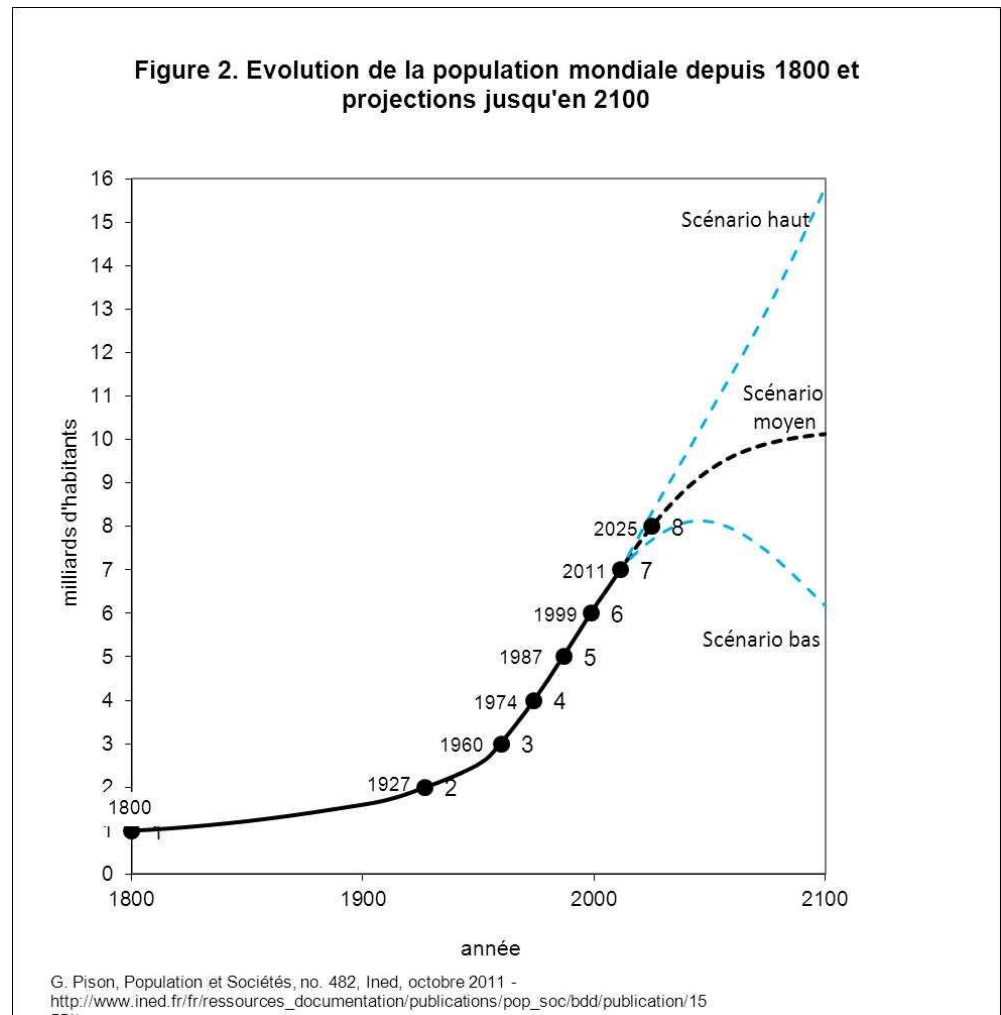
Des facteurs en synergie



La biodiversité dans un monde anthropisé

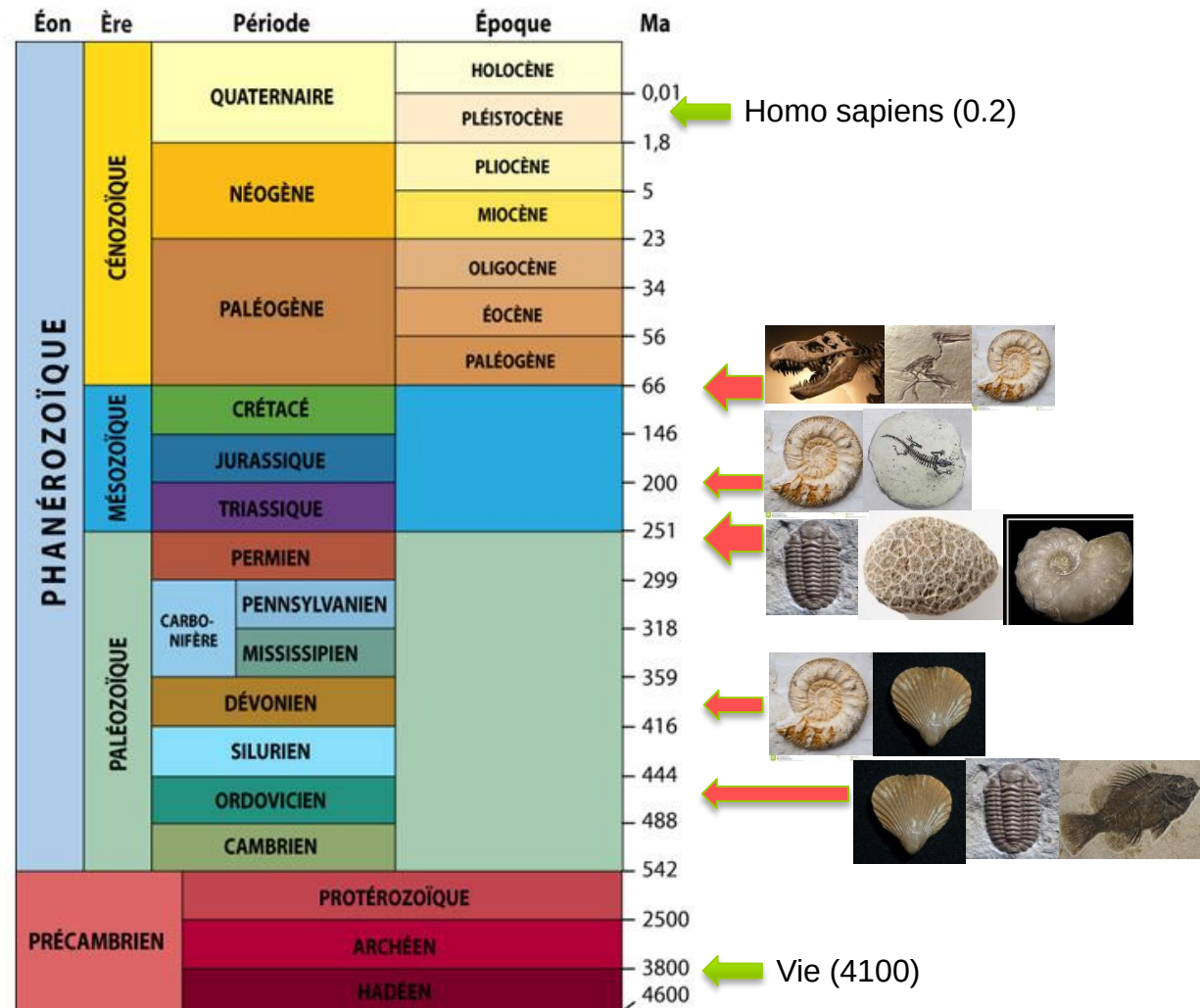
Impact humain croissant
 $I = P \times A \times T$

Ehrlich P. R., TREE, 2009

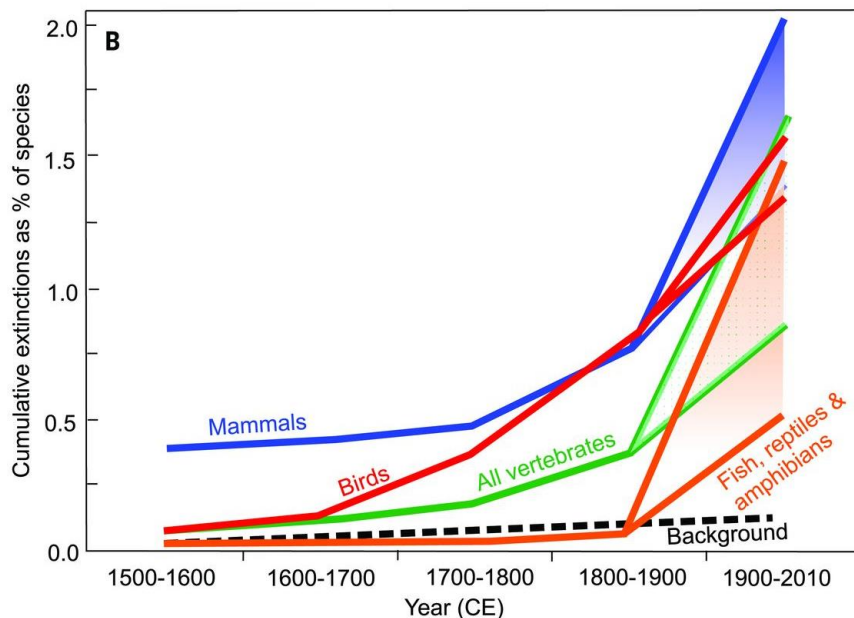
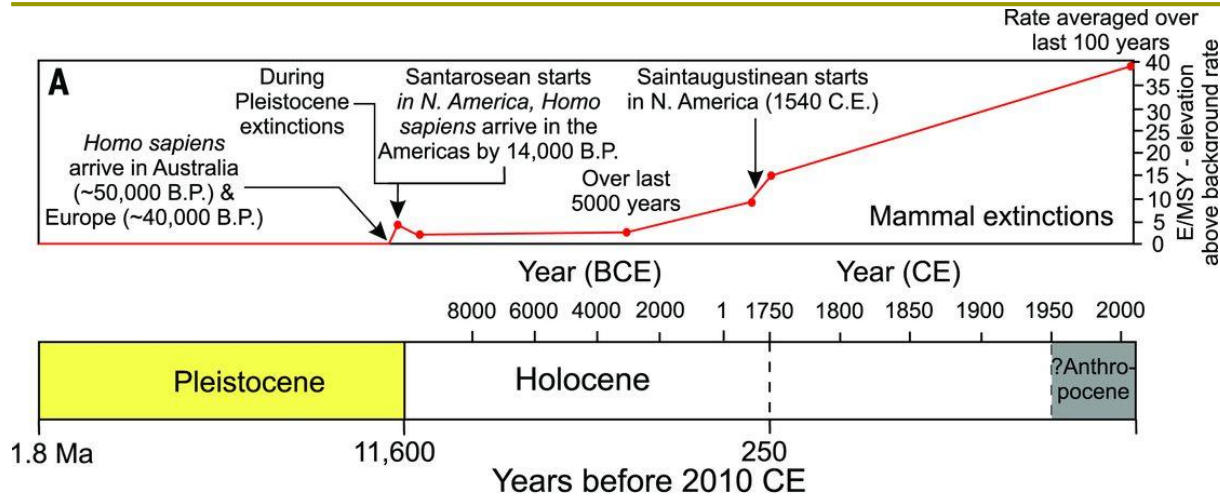


La biodiversité dans un monde anthropisé

Anthropocene ?



La biodiversité dans un monde anthropisé

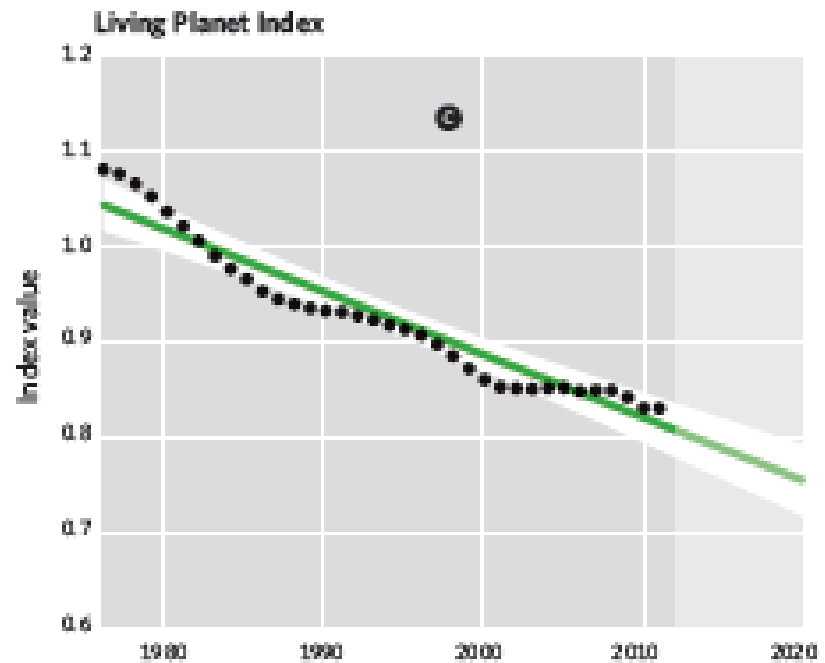
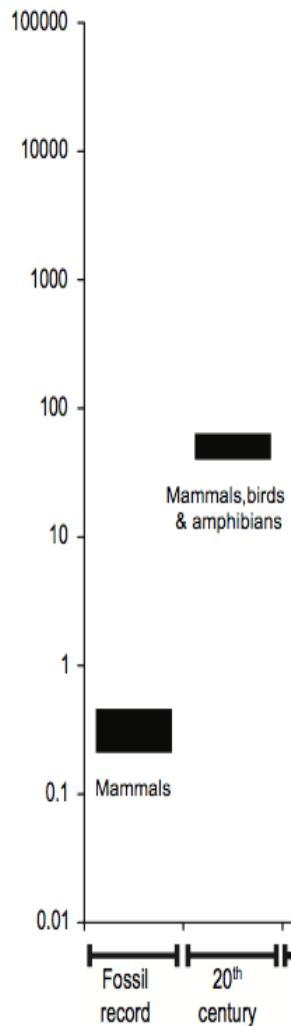


The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene
Waters C.N., et al. Science, 2016

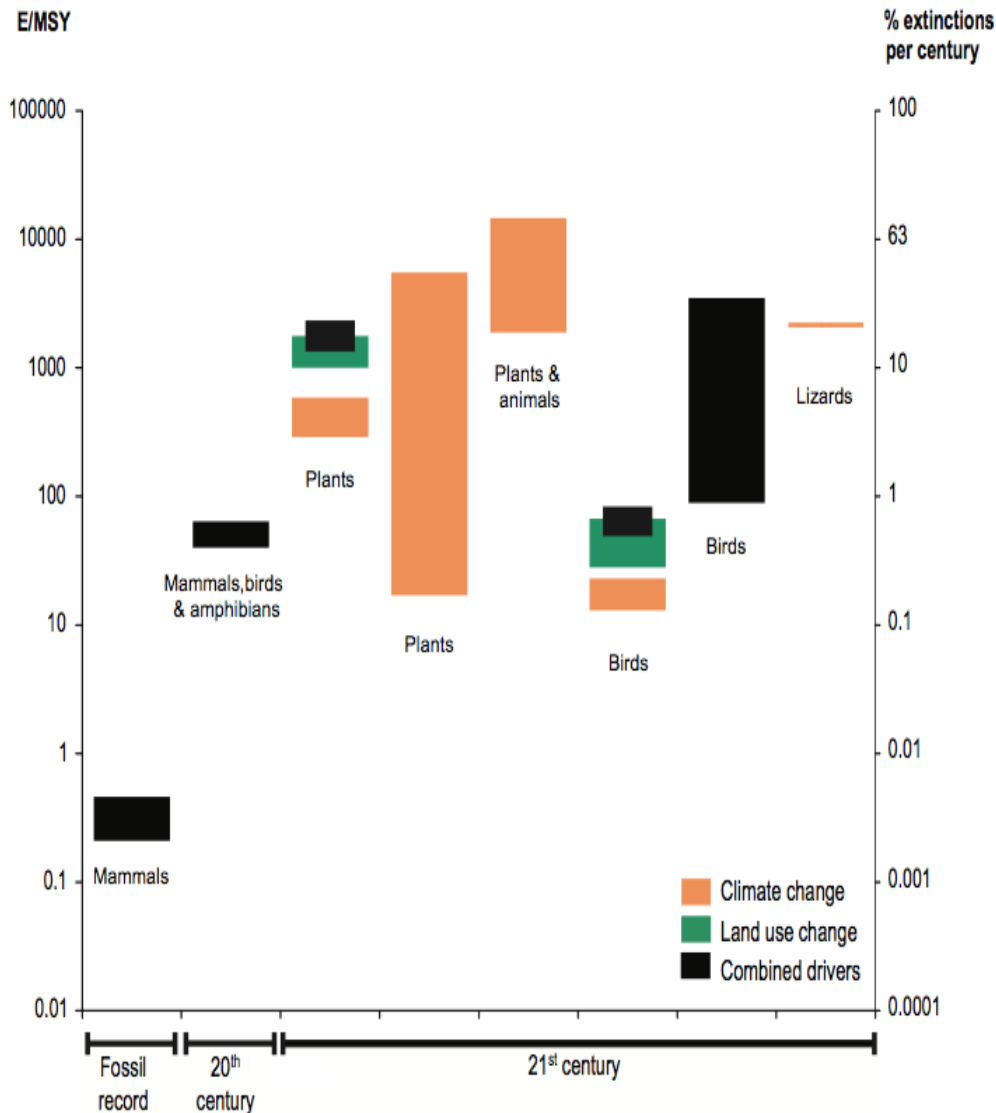
Scénarios de biodiversité

Estimations et projections

E/MSY Nombre d'extinctions pour un million d'espèce par millénaire



Estimations et projections



Scenarios for global biodiversity
in the 21st century.

Points de basculement

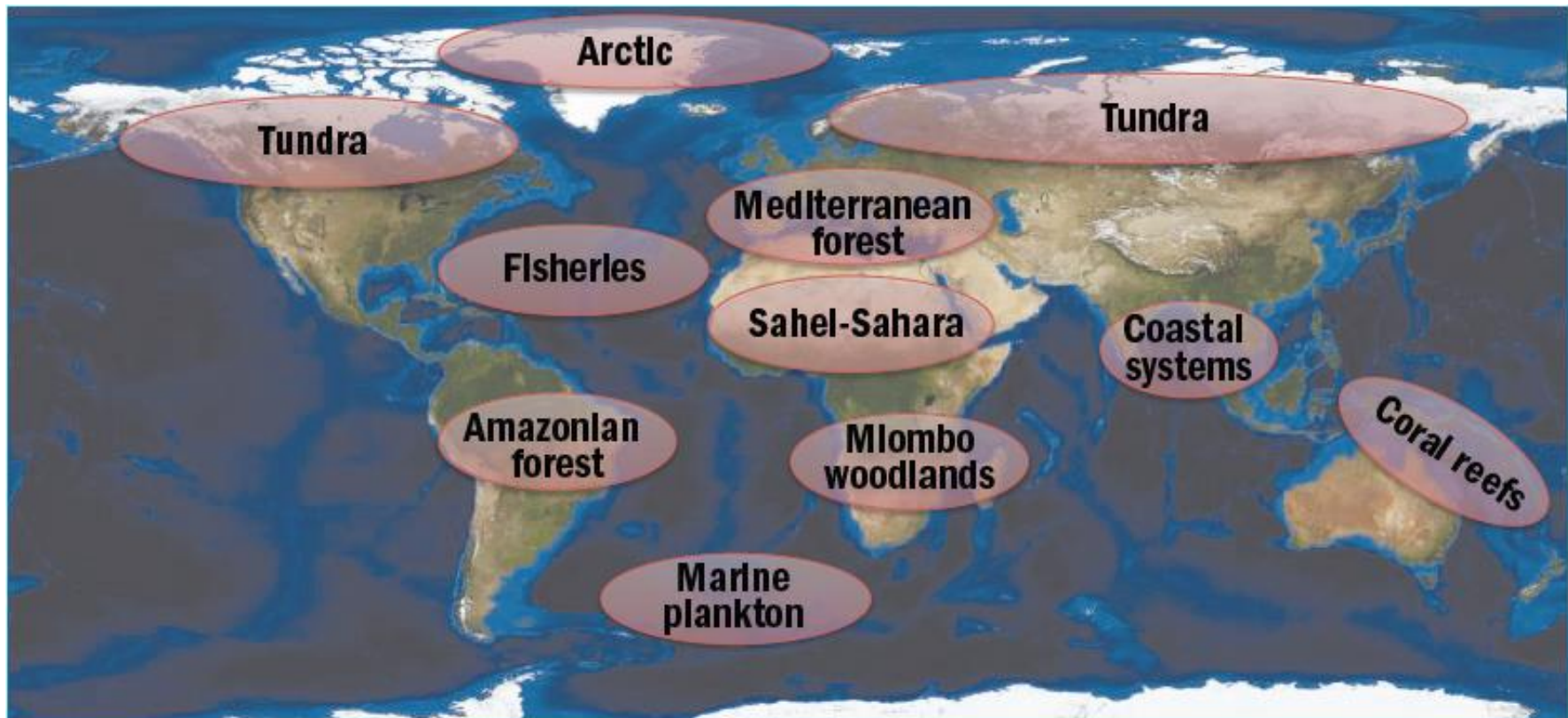
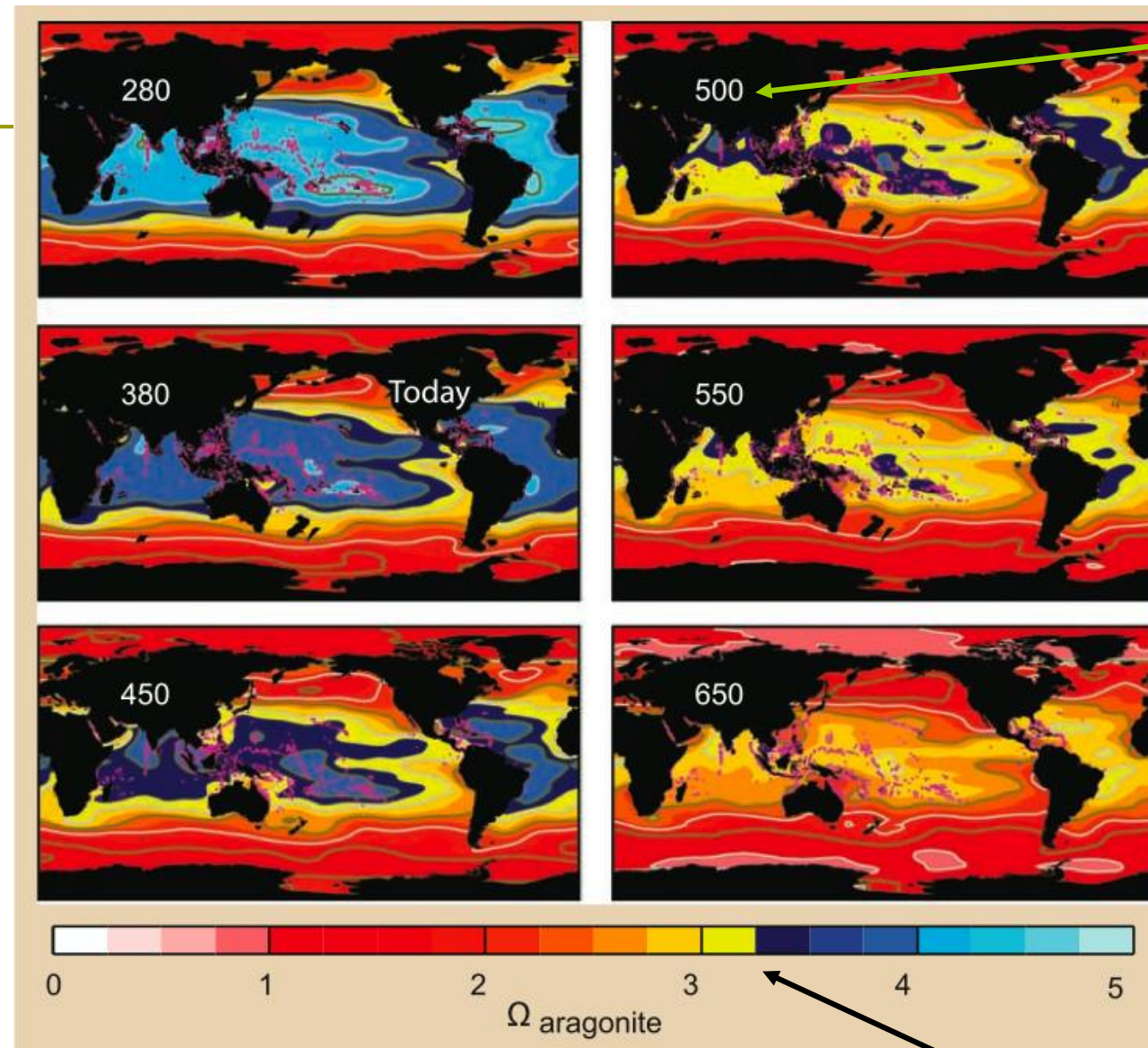


FIGURE 1 MAP OF THE DISTRIBUTION OF TIPPING POINTS OF GLOBAL IMPORTANCE.

Base map is the NASA Blue Marble Next Generation, a MODIS-derived 500m true color earth dataset. Source: onearth.jpl.nasa.gov/.

Acidification des océans et récifs coralliens



Atmospheric CO_2 concentration

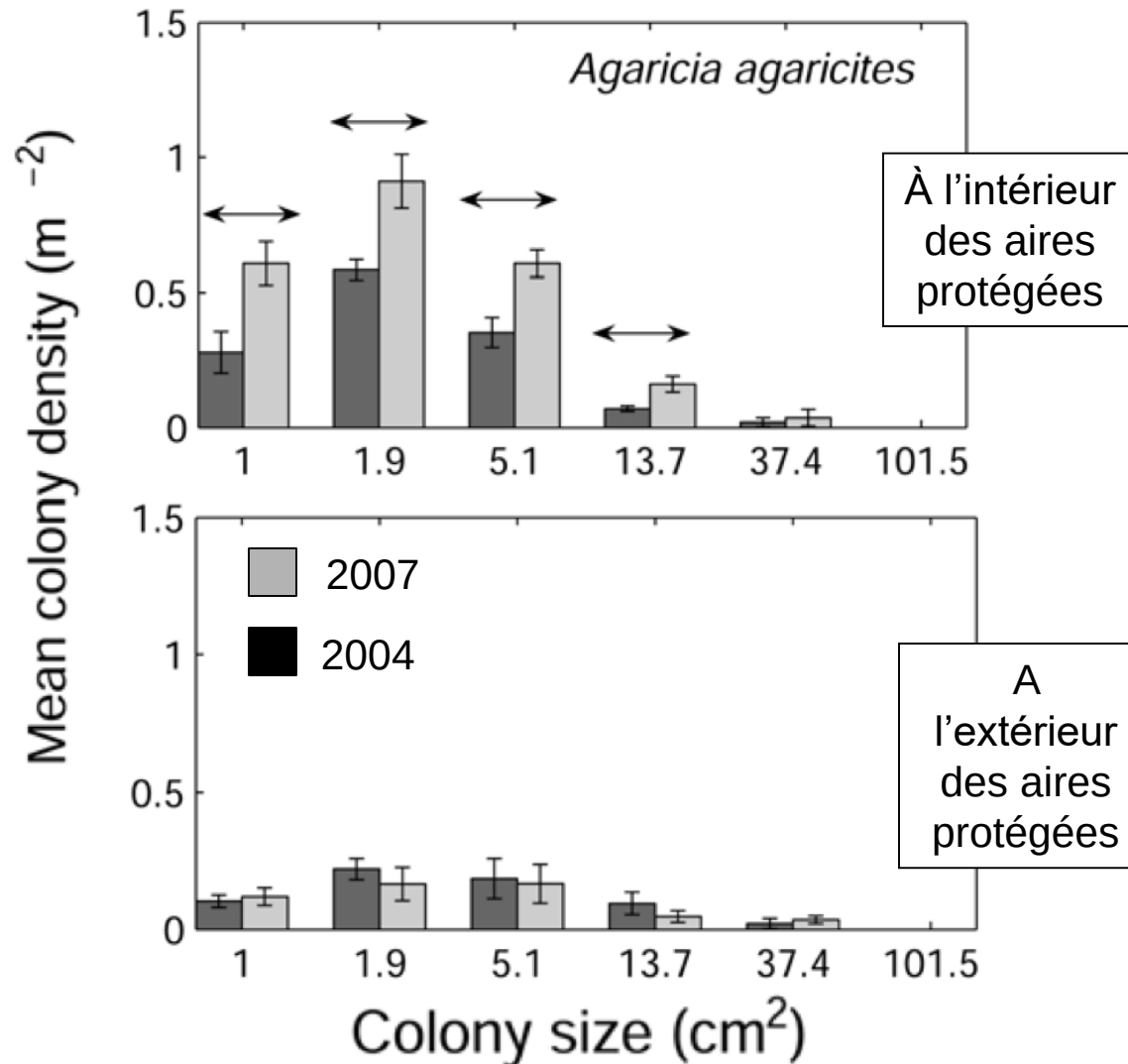
Les modèles de composition chimique des océans suggèrent qu'au milieu du XXI^{ème} siècle, les coraux seraient incapables de construire des récifs en aragonite compte tenu de l'acidification.

Hoegh-Guldberg et al. 2007 Science

Niveau en dessous duquel les coraux ne peuvent construire des récifs

Une raison d'espérer

Les aires marines protégées peuvent augmenter la résistance et la résilience des massifs coralliens

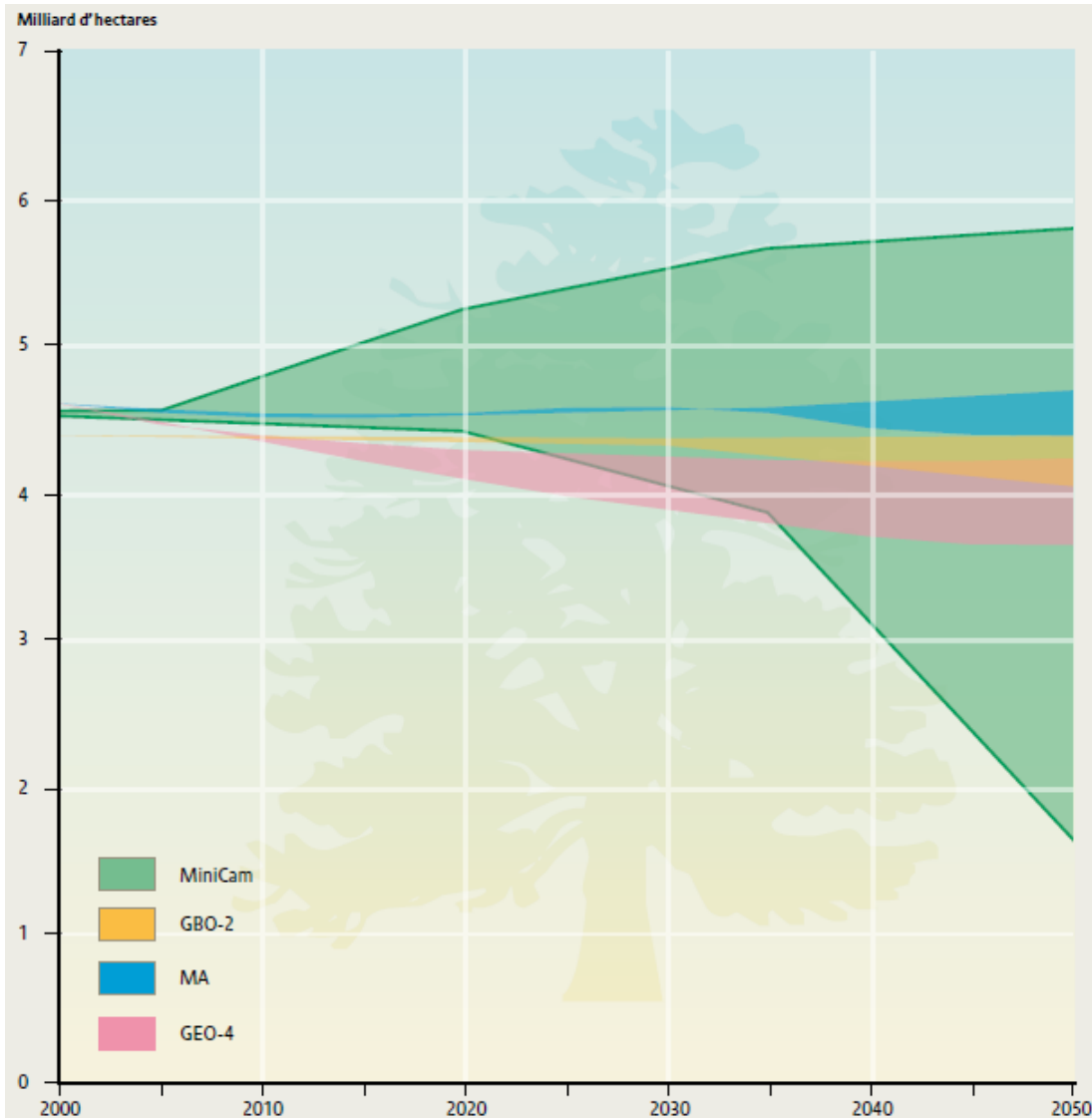


Les réserves marines des Bahamas améliorent la résilience des coraux avec un événement de blanchissement (1998)

Mumby & Harborne. 2010. PLoS ONE



Scénarios pour les surfaces forestières



Taxe sur toutes les émissions de carbone :
Augmentation de l'efficacité agricole, renforcer la protection, limitation des agrocarburants

Taxe uniquement sur émissions de carbone fossile: Peu d'augmentation de l'efficacité agricole, peu de protection, déploiement massif des agrocarburants

Scénarios : la forêt brésilienne

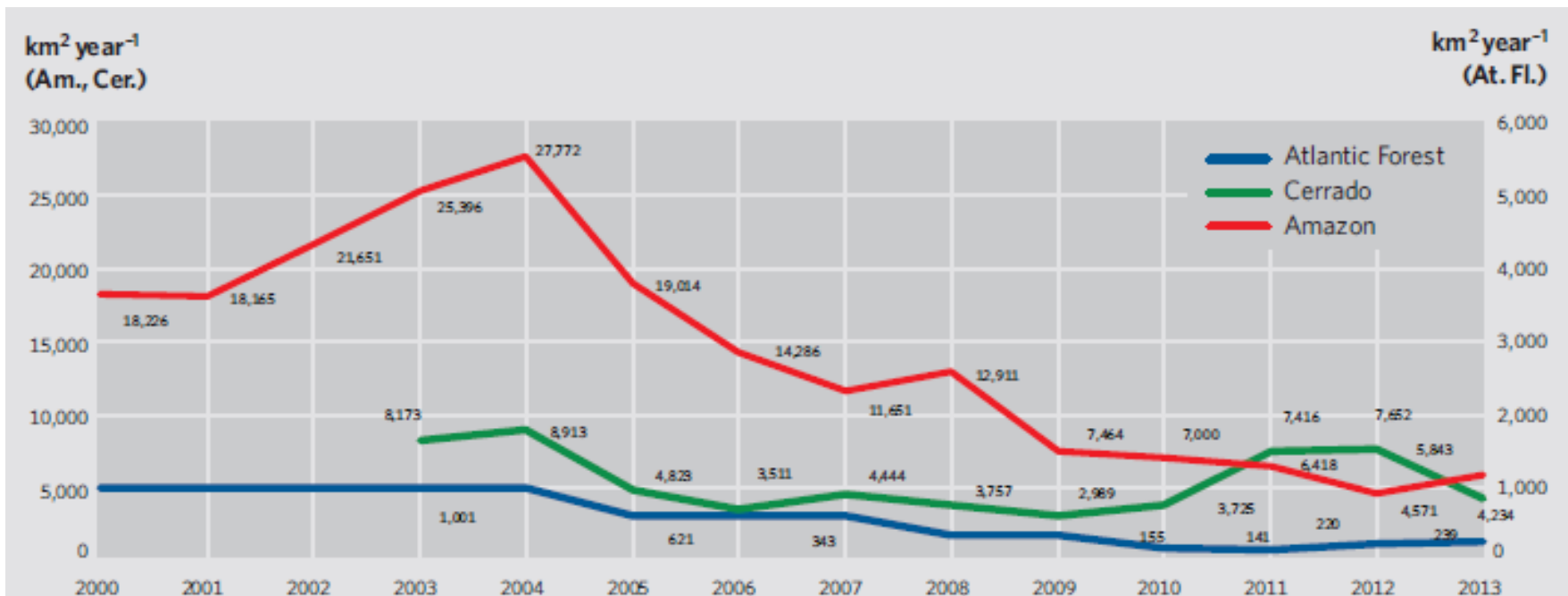


Figure 5.2. Deforestation trajectories in Brazil's major biomes. Recent efforts have reduced Amazon deforestation in 2013 by 70% below the historical 1996–2005 baseline of 19,600 km² per year. Deforestation in the Cerrado has remained high. Deforestation has steadily declined in the Atlantic Forest despite a slight increase in 2013.⁷⁰

Pourquoi et comment conserver la biodiversité ?

Les relations Homme-Biodiversité

Une question de valeurs

Les sciences de la conservation

Les relations Homme - Biodiversité



Canis lupus



Brassica oleacea



Les relations Homme - Biodiversité



Les relations Homme - Biodiversité



René Descartes
Discours de la Méthode
1637

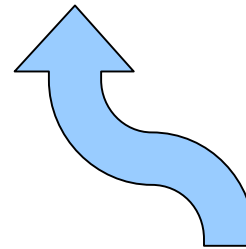
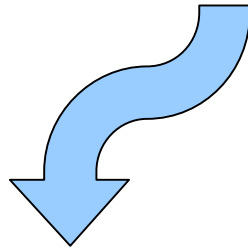


Luc Ferry
Le nouvel ordre écologique
1992



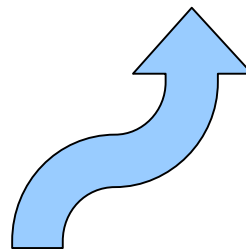
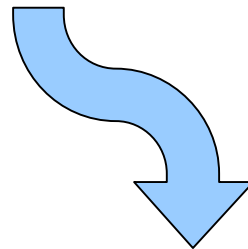
Hans Jonas
Le principe de responsabilité
1979

**Biodiversité
(non-humains)**

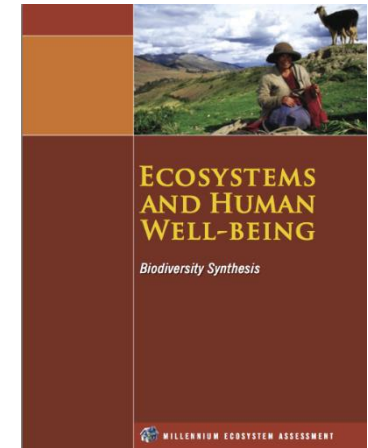
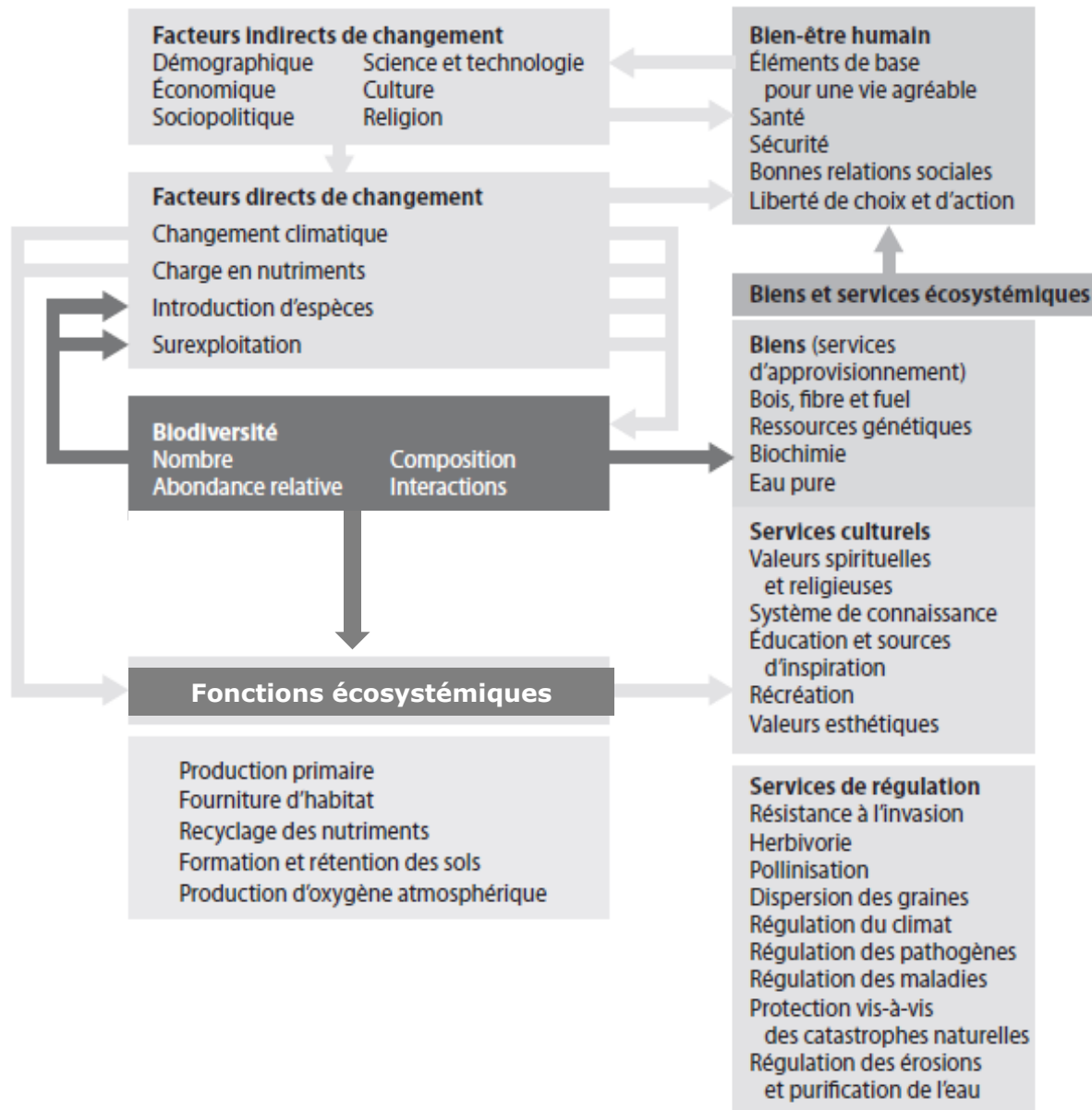


**Services
rendus**

Protection



Humains



Une question de valeurs

Ethique environnementale

□ Valeur instrumentale

- Valeur qu'a une entité en fonction du moyen qu'elle constitue pour les fins d'une autre entité
- Mesures accessibles notamment économiques

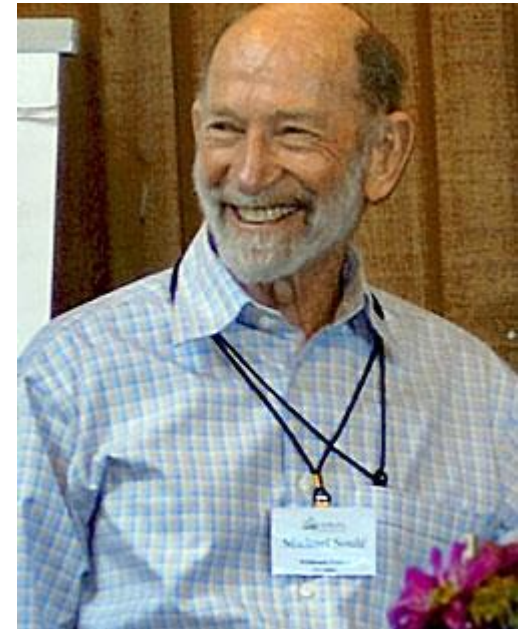
□ Valeur intrinsèque

- Valeur de ce qui est une fin en soi
- Non divisible en catégories

Ethique de la conservation

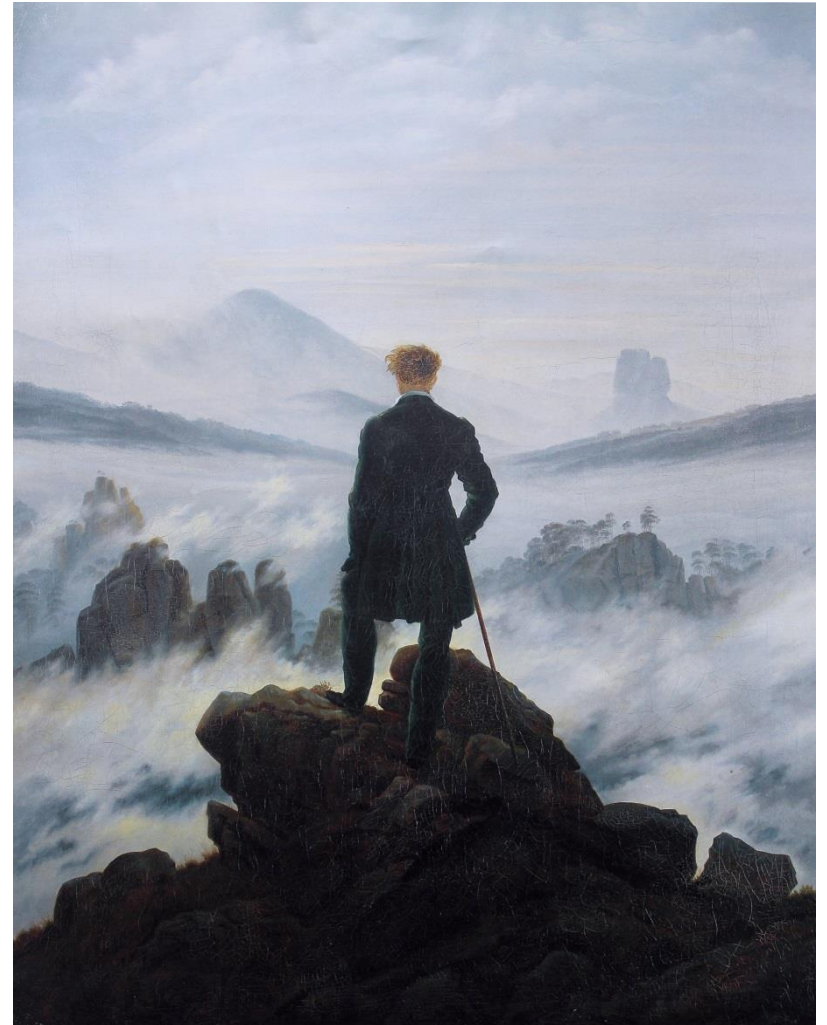
Fondements éthiques de la Biologie de la conservation

- La diversité des espèces et des communautés biologiques devrait être préservées
- L'extinction **précoce** des populations et des espèces doit être évitée
- La complexité écologique doit être maintenue
- L'évolution doit se poursuivre
- **La diversité biologique a une valeur intrinsèque**



A qui conférer de la valeur ?

- ▣ Anthropocentrisme
- ▣ Biocentrisme
- ▣ Ecocentrisme



Nécessité d'une approche évolutive

Mettre en perspective les débats à court terme :

- ❑ Reconnecter les histoires évolutives des humains et non-humains
- ❑ Comprendre les conséquences évolutives des impacts humains
- ❑ Comprendre les inerties des trajectoires humaines
- ❑ Envisager les scénarios de transitions possibles

Approche evocentrée

- ❑ Principe :
 - Intégrer les conséquences évolutives des impacts humains
 - Conservation non anthropocentrée
 - Priorités sur la conservation des processus plutôt que des états
 - De pourquoi “conserver” à pourquoi “détruire” ?
 - Un dépassement de l’anthropocène
- ❑ Nécessite des approches transdisciplinaires
 - Etude Fonctionnement / évolution
 - Interface Sciences de l’Homme et des sociétés, écologie, evolution

Buts stratégiques du plan stratégique 2011-2020 Nagoya (2010) déclinés en 20 objectifs

- A.** Gérer les causes sous-jacentes de l'appauvrissement de la diversité biologique en intégrant la diversité biologique dans l'ensemble du gouvernement et de la société
- B.** Réduire les pressions directes exercées sur la diversité biologique et encourager l'utilisation durable
- C.** Améliorer l'état de la diversité biologique en sauvegardant les écosystèmes, les espèces et la diversité génétique
- D.** Renforcer les avantages retirés pour tous de la diversité biologique et des services fournis par les écosystèmes
- E.** Renforcer la mise en œuvre au moyen d'une planification participative, de la gestion des connaissances et du renforcement des capacités

Stratégies de conservation

Stratégie	Type d'espace	Problématique
Restauration des espèces et des habitats (Ecologie de la conservation et de la restauration)	Espaces protégés	Conservation des espèces et des espaces protégés
« Réconciliation » des habitats (Ecologie de la réconciliation)	Nature « ordinaire »	Conciliation des activités humaines et de la biodiversité – Préservation des services écosystémiques
Information et reconnexion des citoyens avec la nature (Ecologie de la reconnexion)	Villes et villages	Réduction de l'empreinte écologique – Conception de régulations économiques, sociales et environnementales



Merci de votre attention !

A l'heure où dans tant de domaines s'installe le règne de la monotonie et de l'uniformité, peut être apparaîtra-t-il salutaire de méditer un instant sur les vertus de la diversité.

Que serait un orchestre avec un seul instrument, une palette avec une seule couleur ?

Théodore Monod

« Le degré de civilisation se mesurera à la quantité de nature sauvage que l'homme aura réussi à préserver »

Robert Hainard