

FORMATION À LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE DES CADRES DE L'ÉTAT

Conférence *Biodiversité*

27 mai 2024



IDEEVerte

Rassembler nos idées et nos forces
pour une recherche soutenable et
socialement responsable



Christine Dillmann
Professeure à l'Université Paris-Saclay
Directrice de l'UMR GQE-Le Moulon

Jérôme Belliard
Ingénieur de recherches INRAE
UR HYCAR

QUIZZ

Il n'y a pas de piège. C'est juste une façon de vous connaître et de vous présenter le plan de cette conférence:)

Qu'est-ce qui constitue la biodiversité ?

- A. La diversité des espèces microscopiques
- B. L'ensemble des êtres vivants en interaction avec leur environnement
- C. La diversité de la faune et la flore terrestre
- D. La diversité des espèces domestiques (dont les plantes cultivées)

Quelles valeurs pour la biodiversité ?

- A. Culturelle/spirituelle
- B. Scientifique
- C. Nourricière
- D. Economique
- E. Intrinsèque, en dehors des services rendus aux humains

Quel levier prioritaire pour atténuer la crise de la biodiversité ?

- A. Protéger les espaces naturels, agricoles et forestiers et les restaurer par la mise en place d'infrastructures écologiques
- B. Diminuer la surexploitation des ressources et le tourisme de masse
- C. Limiter les pollutions
- D. Repenser l'alimentation et les systèmes de production
- E. Limiter l'artificialisation des sols et des océans

Programme

Première partie (50mn + 15mn questions)

1.a Qu'est-ce que la biodiversité ?

1.b Les mesures et valeurs de la biodiversité

Seconde partie (40mn + 15mn questions)

2.a Les causes de la sixième extinction

2.b Quels leviers d'action ?

Discussion (30mn)

Première partie

1.a Qu'est-ce que la biodiversité ?

1.b Les mesures et valeurs de la biodiversité

2.a Les causes de la sixième extinction

2.b Quels leviers d'action ?

Biodiversité

Une contraction de **diversité biologique**, la diversité de toutes les formes vivantes

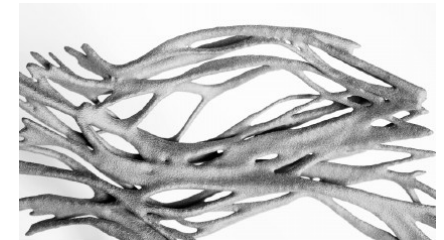
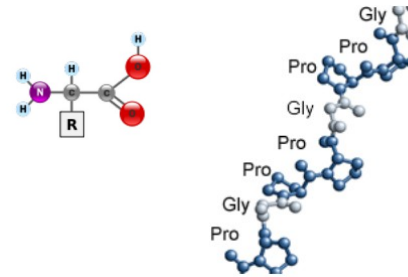
Biologie vient du grec *bios*, la vie. C'est la science qui étudie le vivant.



Mais qu'est-ce que le Vivant ?

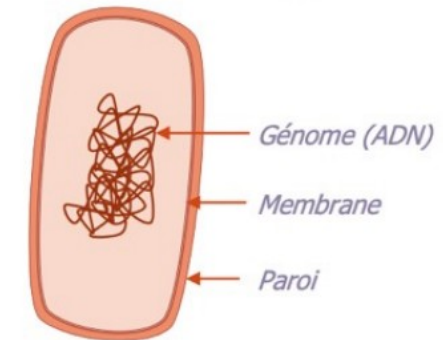
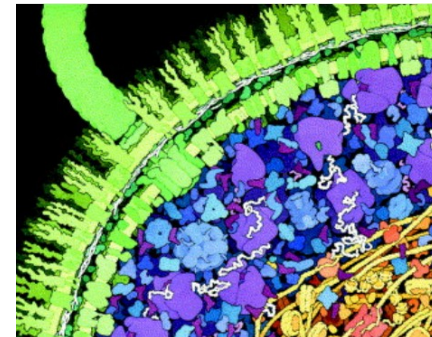
Propriétés du vivant

Complexité : Juxtaposition d'entités identiques, intégrées dans des entités plus complexes, dont elles constituent des parties.



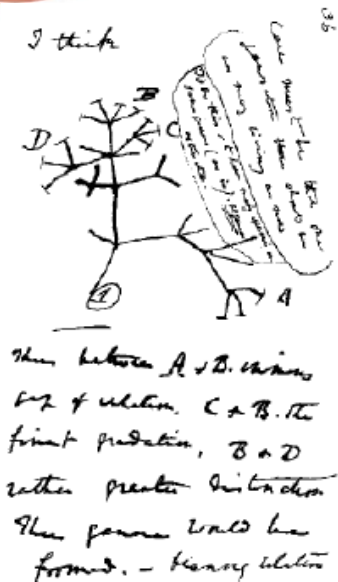
Organisation cellulaire : Unité de structure, fonctionnelle et reproductrice constituant toute partie d'un être vivant (hors virus)

Métabolisme : Ensembles des réactions chimiques qui se déroulent au sein d'une cellule, généralement catalysées par des enzymes et permettant de transformer la matière et l'énergie.



Homéostasie: Invariance des propriétés de l'organisme par rapport aux variations de l'environnement extérieur

Evolution: Ensemble de modifications graduelles ou non accumulées au cours du temps grâce à trois mécanismes : transmission (hérédité), variation (mutations), tri (sélection ou hasard).

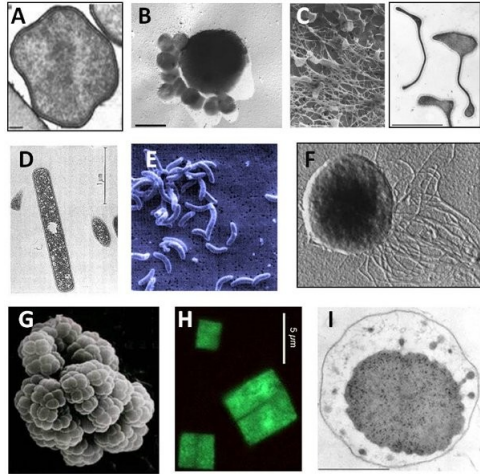


Pas de définition unique mais un ensemble de propriétés

Darwin, 1837

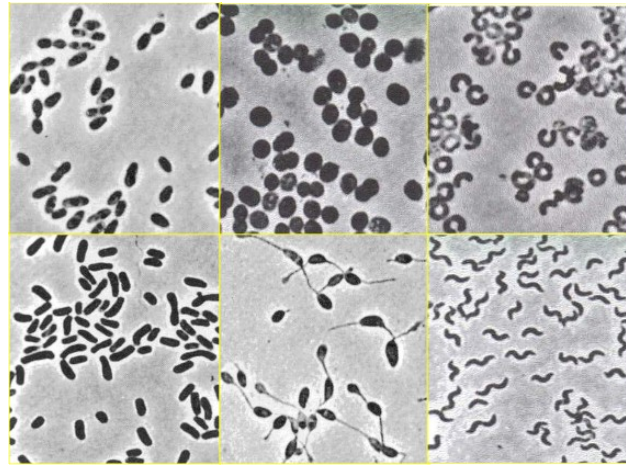
Trois domaines du vivant, deux types cellulaires

@ D. Moreira



Archées
0.5-3 μm

@ D. Moreira

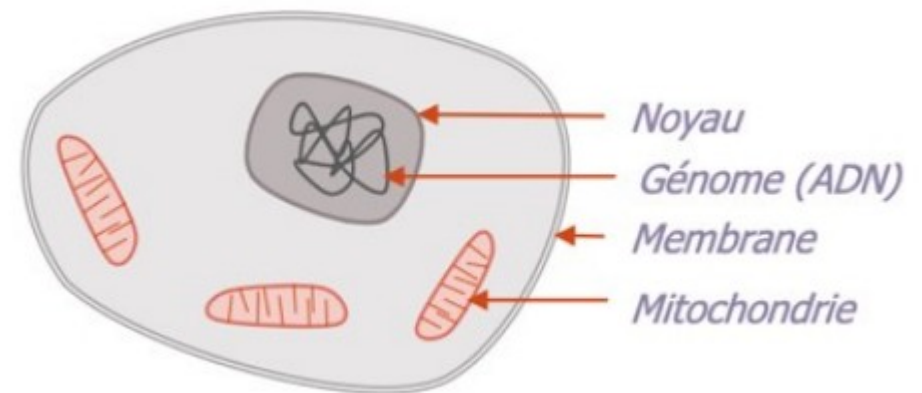
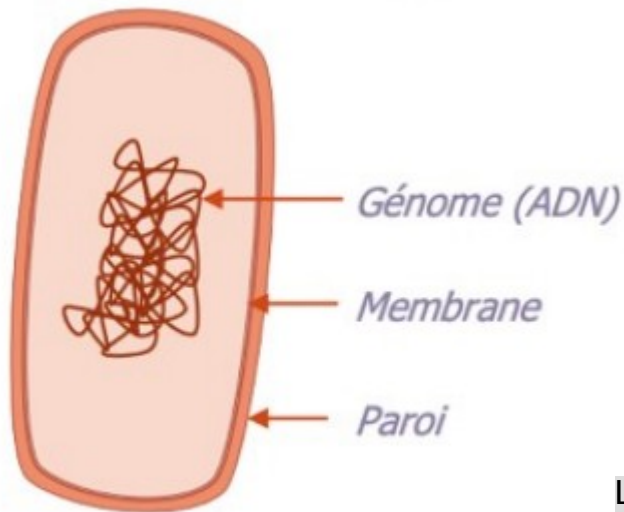


Bactéries
0.5-3μm

@ Huber et al, 2006



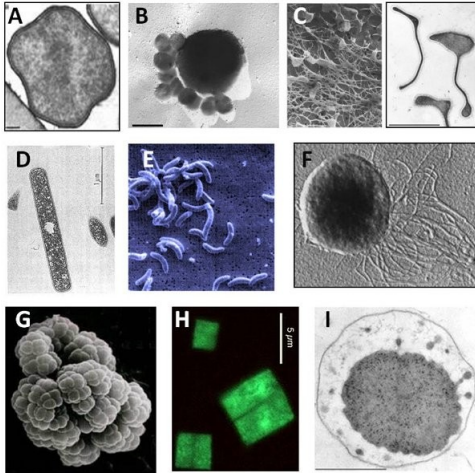
Eucaryotes
5-50μm



L'ADN des eucaryotes est contenu dans un noyau. Leur cellule possède des organites qui sont des *anciennes* bactéries

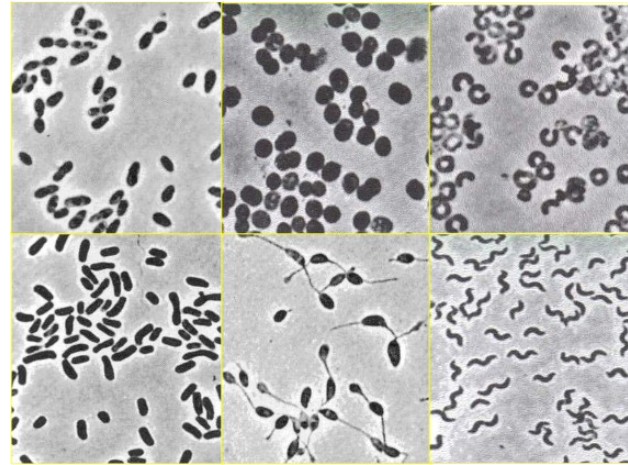
Un monde microscopique (et aquatique)

@ D. Moreira



Archées
0.5-3 μm

@ D. Moreira



Bactéries
0.5-3 μm

@ Huber et al, 2006



Eucaryotes
5-50 μm

La plupart des espèces vivantes ne sont pas observables à l'œil nu.



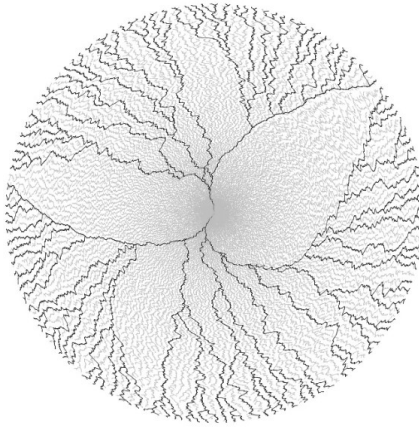
Cellbiologythenumbers, 2015

Trois domaines du vivant : un hasard de l'évolution

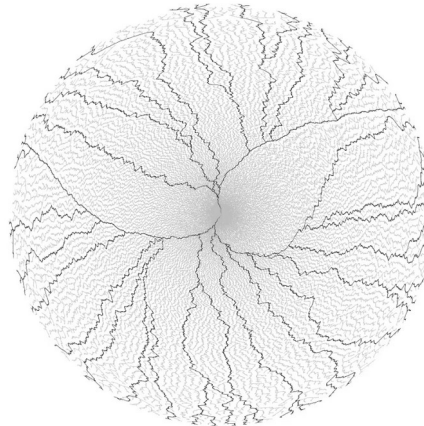
Vidéo Damien de Vienne de simulation des grandes extinctions

Phylogénie du monde vivant actuel

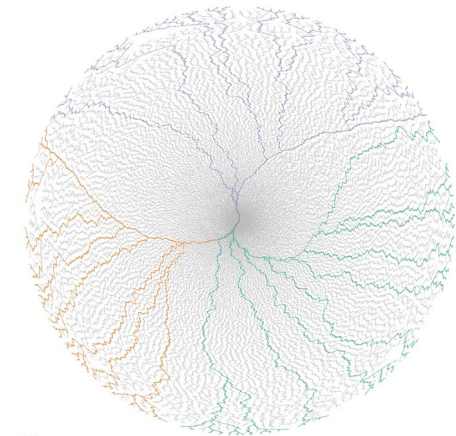
Une simulation : à chaque instant, les espèces se transforment pour donner de nouvelles espèces ou disparaissent (@D. de Vienne)



-1000 MA
Avant la 1ère extinction



-260 MA
3ème extinction

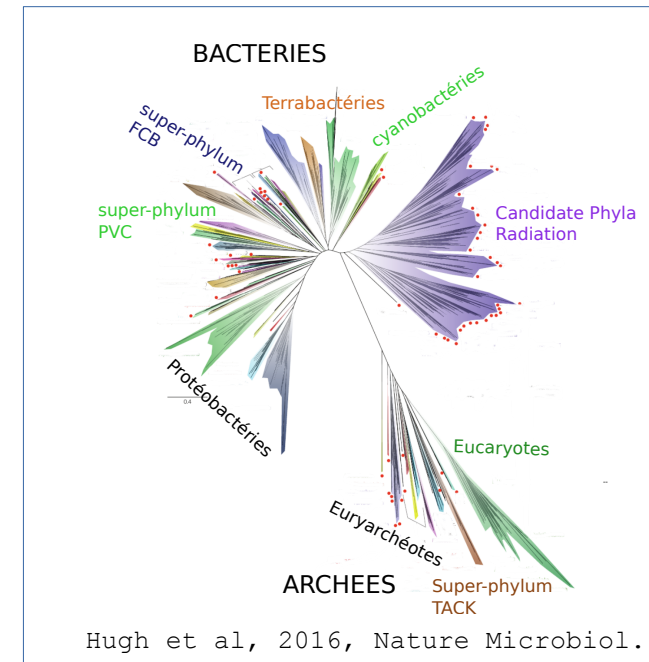
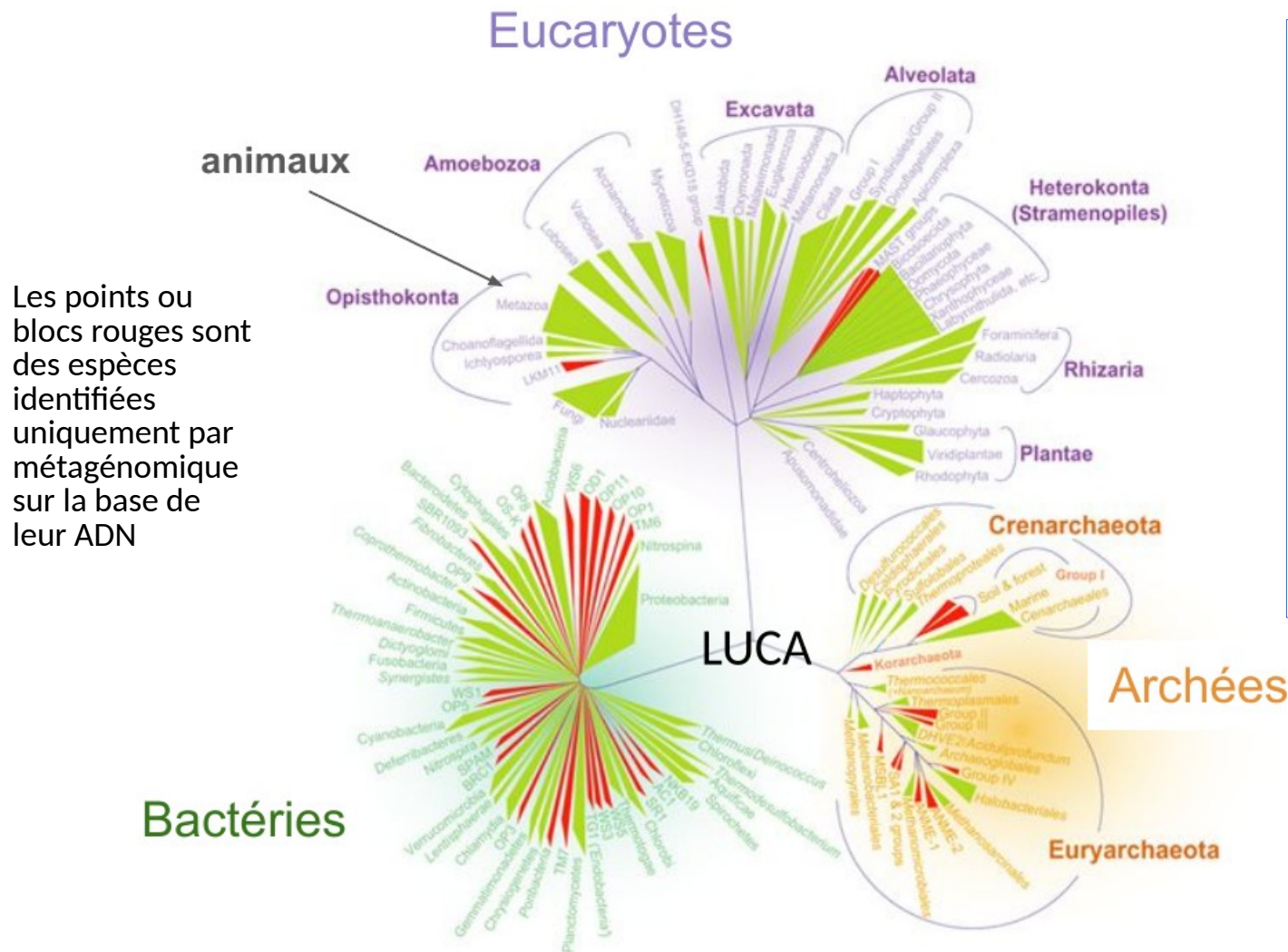


Aujourd'hui
Trois embranchements du vivant

- A chaque instant, la terre est peuplée de très nombreuses espèces
- La plupart de ces espèces sont aujourd'hui éteintes
- Les espèces vivantes aujourd'hui sont le résultat d'un processus dynamique façonné par les grandes extinctions passées.

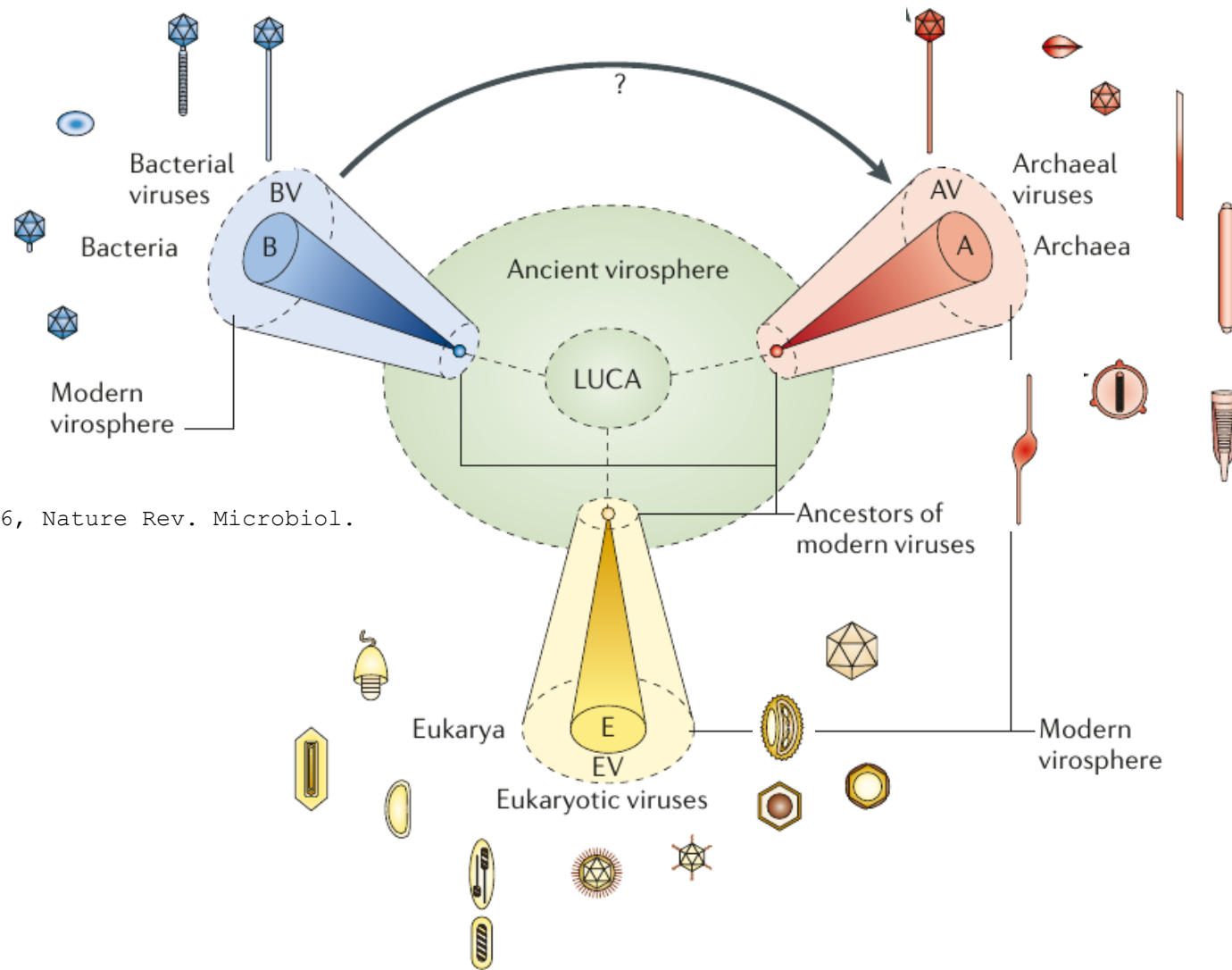
La biodiversité *actuelle* est le résultat de 3.8 milliards d'années d'un **processus dynamique** d'évolution du vivant sur la terre

La vision actuelle du monde vivant (cellulaire)



8.7 millions d'espèces (± 1.3) eucaryotes, 10 milliards d'espèces de bactéries et archées, toutes issues de notre dernier unique ancêtre commun, LUCA par un processus mécanique d'apparition/extinction

Et les virus dans tout cela ?



Prangishvili et al, 2006, Nature Rev. Microbiol.

Chaque domaine du vivant a son propre cortège de virus résultant d'une coévolution avec le monde cellulaire.

Biodiversité

La biodiversité *actuelle* est le résultat de 3.8 milliards d'années d'un **processus dynamique** d'évolution du vivant sur la terre

Cohabitations et écosystèmes

Les espèces cohabitent et interagissent. Elles forment des écosystèmes

Ecologie vient du grec *oikos* (maison, habitat). C'est la science qui étudie les relations entre les êtres vivants.

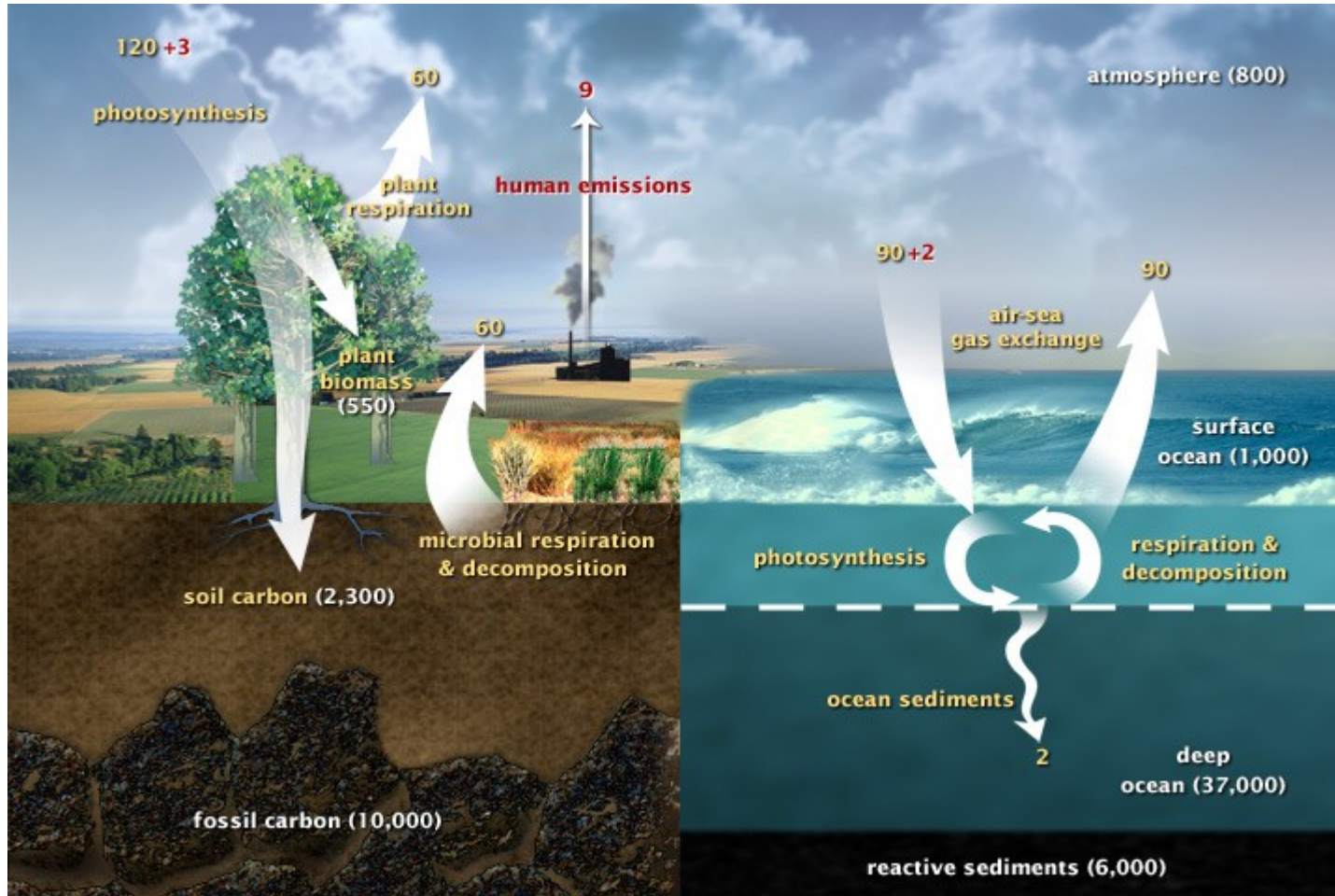


Les individus ou les espèces peuvent aussi être décrites par le rôle fonctionnel qu'ils assurent au sein d'un écosystème.

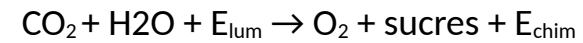
La cohabitation et l'interdépendance engendrent des coévolutions.
Les écosystèmes se transforment en permanence, en interaction avec
Les espèces vivantes et l'environnement.

Cycles biogéochimiques de la terre

Exemple : cycle du carbone



Photosynthèse



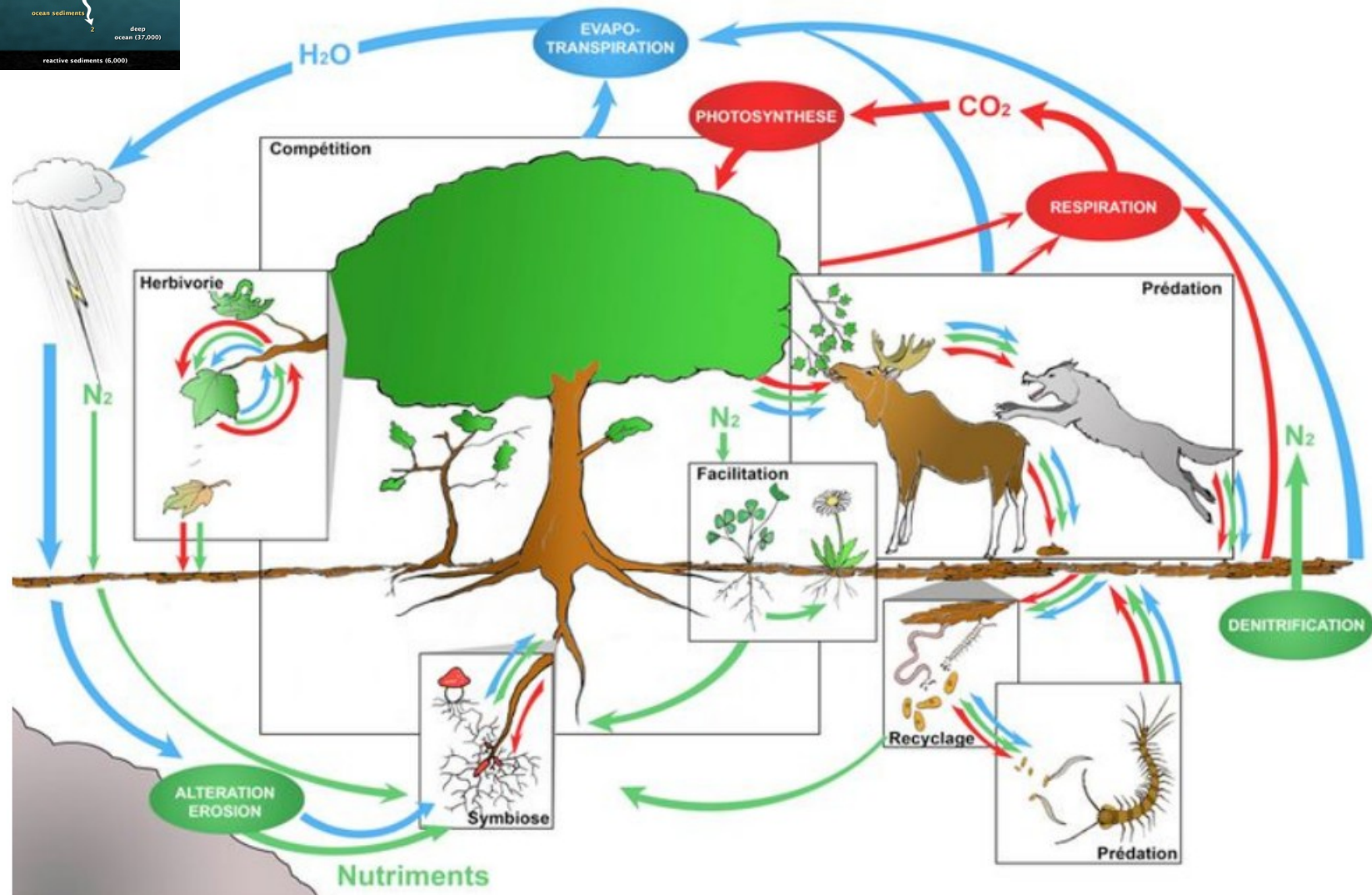
Respiration



L'oxygène de la terre a été produit dans les océans il y a plusieurs milliards d'années.

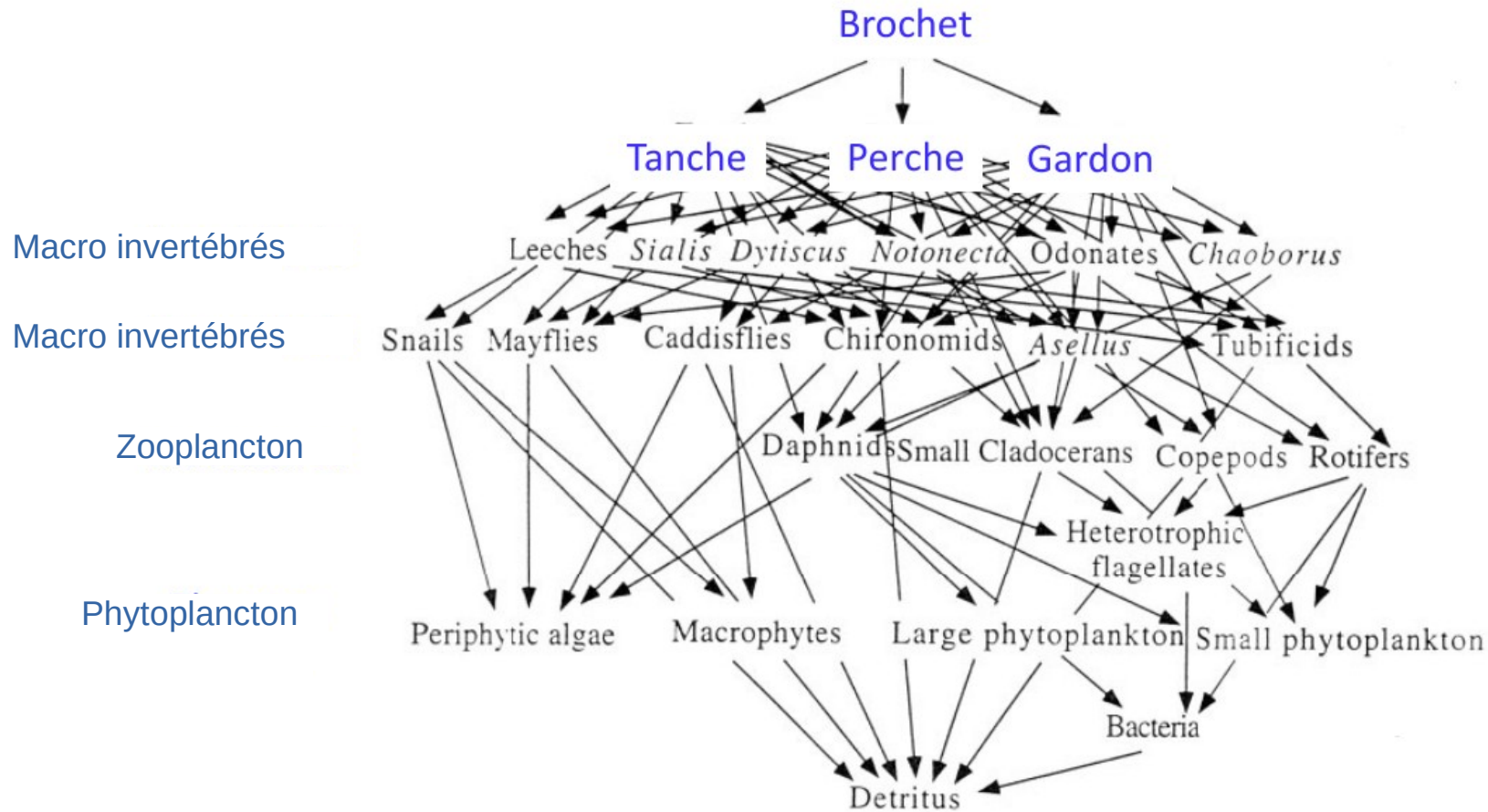
Les êtres vivants transforment la matière et participent aux échanges entre compartiments terrestres.

Rôle des écosystèmes



Au sein d'un écosystème, chaque espèce participe aux cycles géochimiques terrestres et peut être caractérisée par sa fonction/sa place dans le cycle

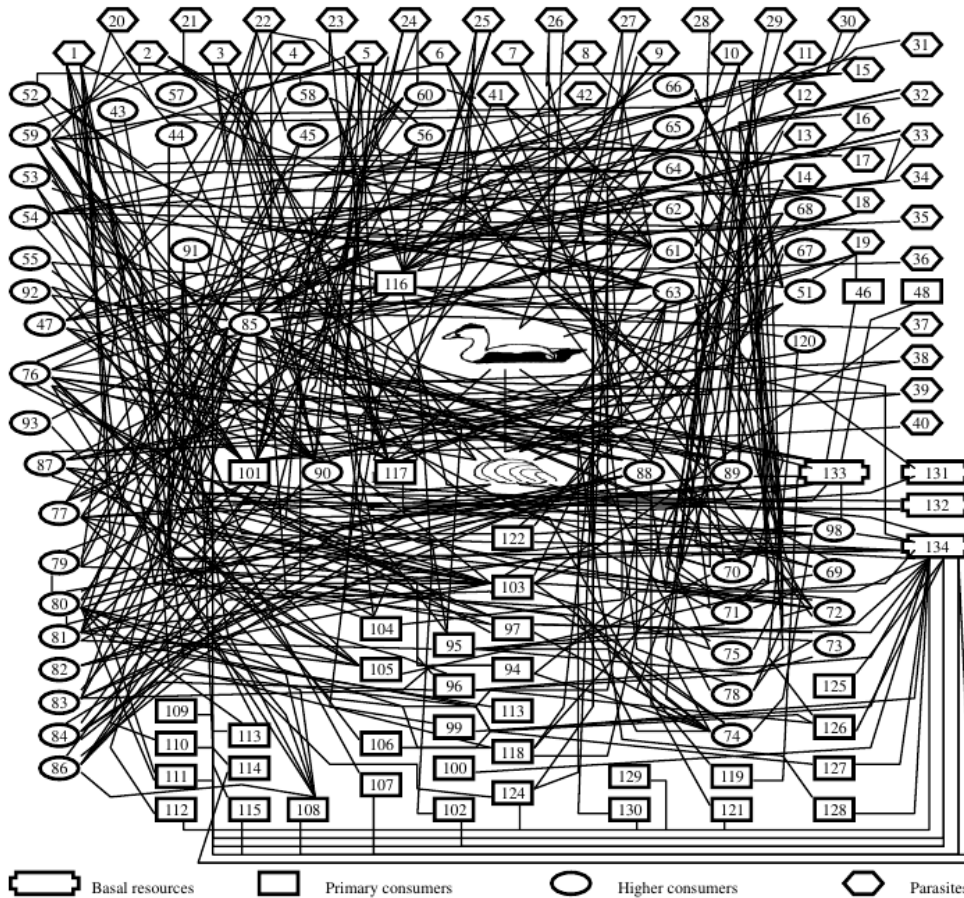
Interdépendance : un cas simple



Que se passe-t-il si l'on supprime le brochet ?

Que se passe-t-il si l'on réduit la production de phytoplankton ?

Interdépendance : soyons réalistes



- Que se passe-t-il si l'on supprime le canard ?
- Que se passe-t-il si l'on supprime l'espèce 116 ?

La cohabitation et l'interdépendance engendrent des coévolutions

Des écosystèmes fragiles

Vidéo d'interview de Tatiana Giraud sur les fourmis et les buffles

Résilience écologique

Capacité d'un écosystème à retrouver les structures et les fonctions de son état de référence après une perturbation.

C.S. Holling, 2013



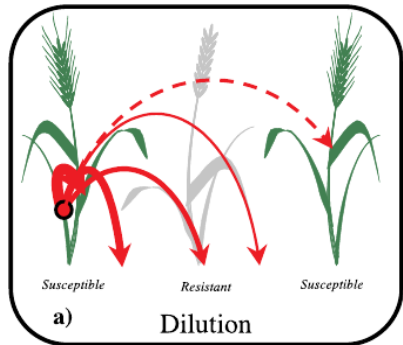
=> Diversité et complémentarité des organismes présents dans un milieu

=> Redondance fonctionnelle : répétition d'espèces avec les mêmes fonctions sur l'écosystème (pollinisation, décomposeurs, producteurs primaires, ...)

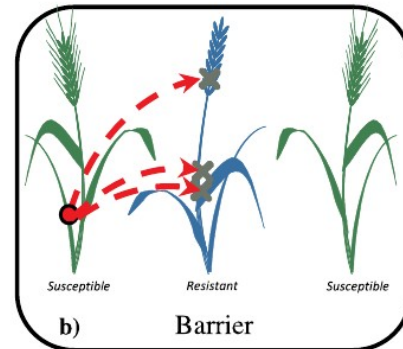
La biodiversité au sein d'un écosystème favorise sa résilience

Résilience : un exemple

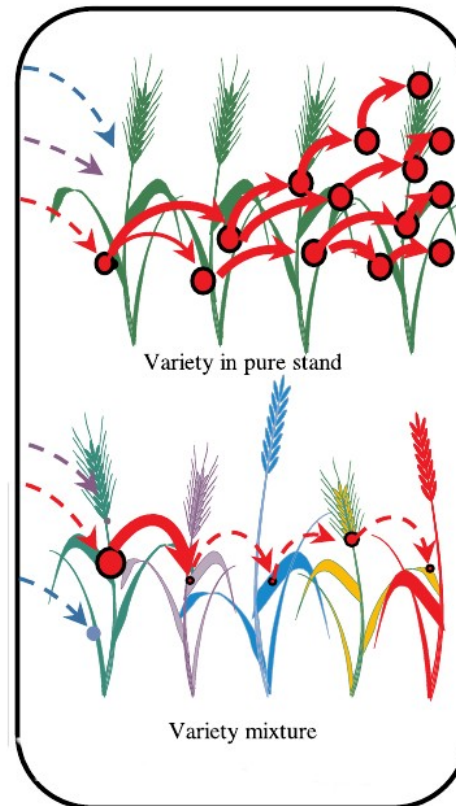
Mélanges variétaux de blé



Dilution :
Moins de plantes
favorables à la
croissance des
pathogènes



Barrière :
Pas de reproduction
sur les plantes
résistantes

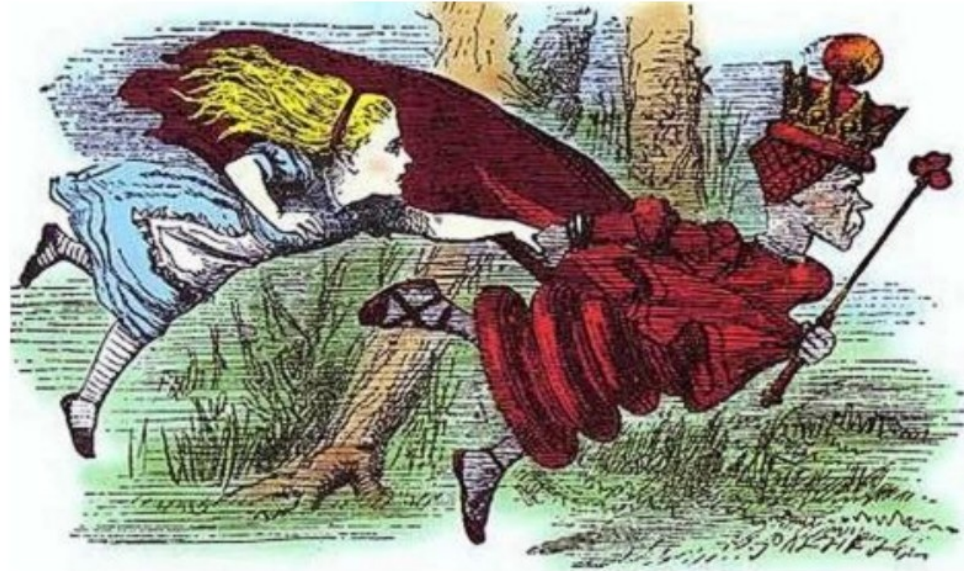


Le mélange de variétés dans la parcelle agricole (diversité génétique) confère aux cultures une résistance aux maladies et réduit l'usage de fongicides chimiques.

Ecosystèmes

Le maintien des écosystèmes est important pour le climat car il entretient les cycles biogéochimiques. La cohabitation entre espèces vivantes dans un écosystème et l'inter-dépendance entre espèces engendrent des co-évolutions.

Evolution : s'adapter pour survivre



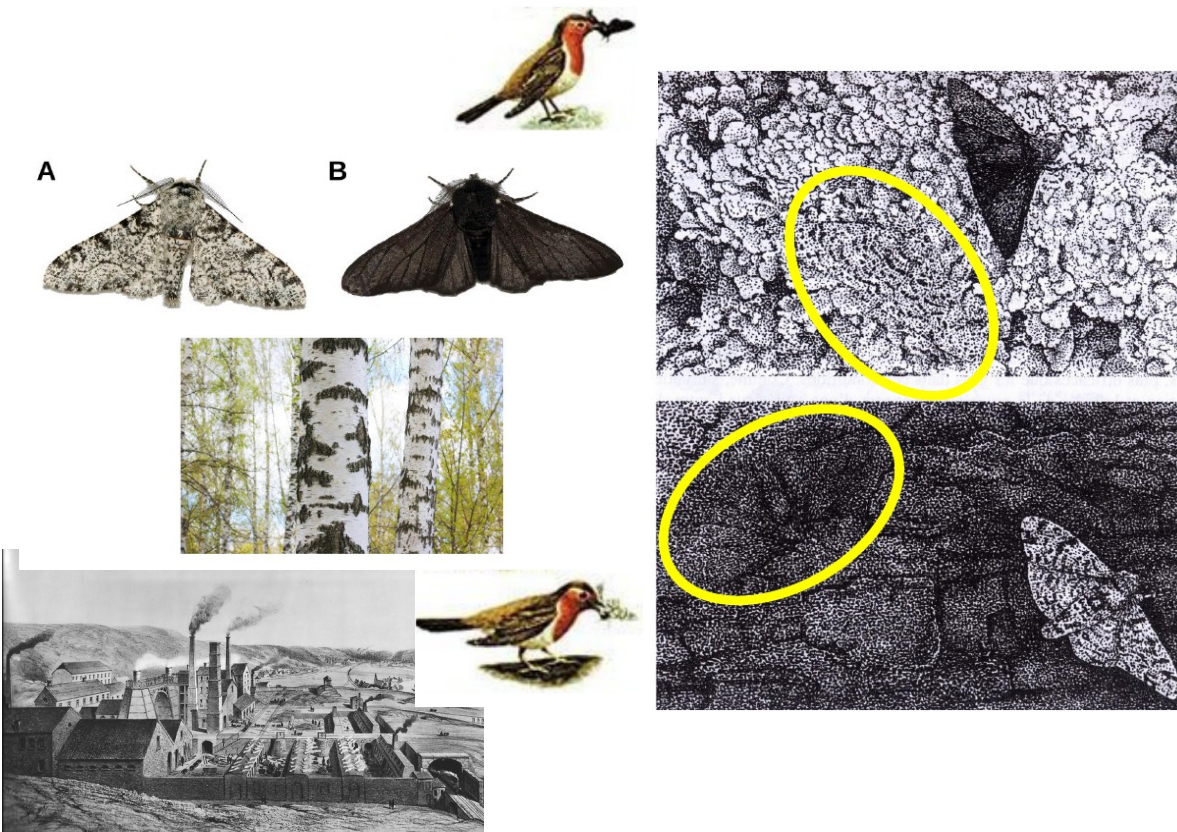
La Reine rouge entraîne Alice dans une course effrénée. Alice demande alors : *Mais, Reine rouge, c'est étrange, nous courons vite et le paysage autour de nous ne change pas ?* Et la reine répond : *Nous courons pour rester à la même place.*

Lewis Carroll, De l'autre côté du miroir (1973, Van Valen)

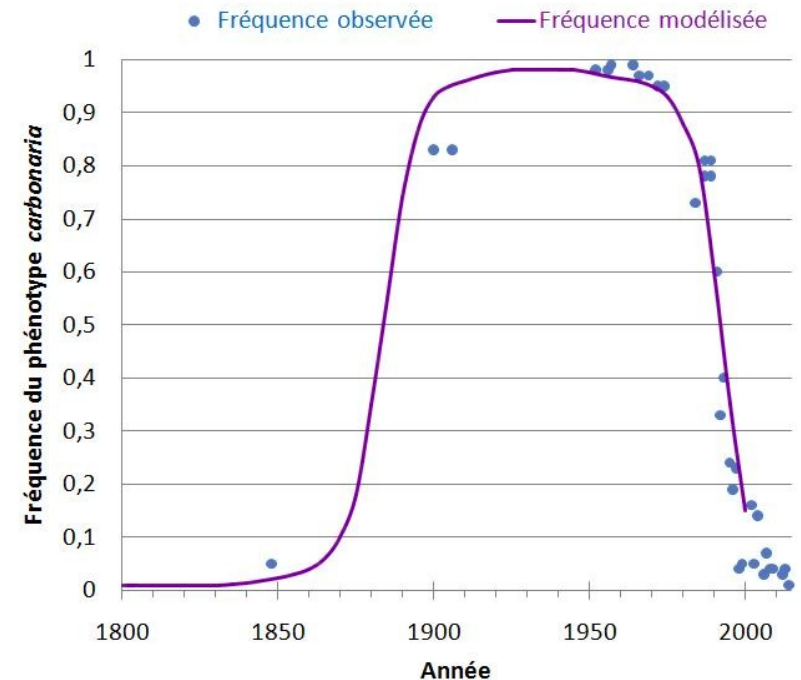
Les espèces vivantes sont constamment en train de s'adapter à leur environnement changeant, qu'il soit vivant (autres individus/espèces) ou non (changements climatiques).

Un exemple

La phalène du bouleau *Biston Bistularia* est présente sous deux formes dans le sud de l'Angleterre. La forme sombre a augmenté en fréquence au début du 20ème siècle suite au noircissement des troncs des bouleaux dû à la pollution, permettant un meilleur camouflage des individus face aux oiseaux prédateurs. Après les années 1950 et l'arrêt des usines, les troncs des bouleaux redeviennent clairs et la fréquence de la forme sombre du papillon diminue



Fréquence du phénotype *carbonaria* dans la population de *Biston betularia* de la région de Manchester



<https://pedagogie.ac-reunion.fr/>

La diversité génétique au sein d'une espèce donnée est une condition du maintien de l'espèce en cas de changement de l'environnement.

Pressions évolutives

Différents facteurs déterminent l'évolution de la diversité entre individus au sein d'une espèce et in fine ses capacités d'évolution. On nomme ces facteurs les **pressions évolutives**.

Pression	Définition	Diversité	
		intra	inter
Mutation	Apparition d'une nouvelle caractéristique par modification spontanée de l'ADN lors de la reproduction sexuée ou de la division cellulaire	++	++
Migration	Echanges de gènes ou d'individus porteurs de gènes entre territoires	++	--
Sélection	Les individus porteurs d'une caractéristique transmissible à leur descendants et avantageuse pour leur reproduction participent à l'augmentation en fréquence de la caractéristique dans la population	--	+/-
Dérive génétique	Dans des populations de faible effectif, peut conduire à la perte aléatoire de caractéristiques génétiques	--	++

Les autres espèces et l'environnement physique changent l'intensité des pressions évolutives qui s'exercent sur les individus d'une espèce au sein d'un écosystème.

Pressions évolutives

La diversité d'une espèce au sein d'un écosystème est une condition pour son maintien lorsque l'environnement change

Première partie

1.a Qu'est-ce que la biodiversité ?

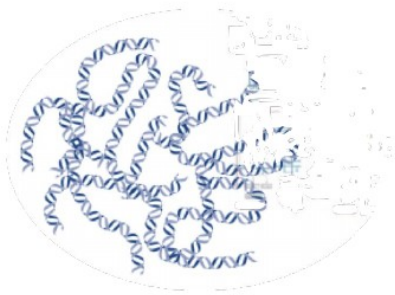
1.b Les mesures et valeurs de la biodiversité

2.a Les causes de la sixième extinction

2.b Quels leviers d'action ?

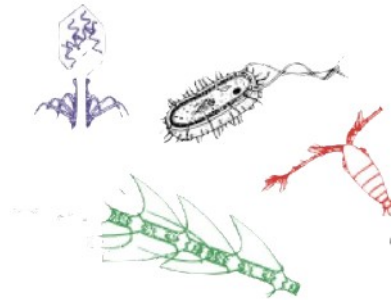
Les multiples facettes de la biodiversité

Biodiversité **génétique**



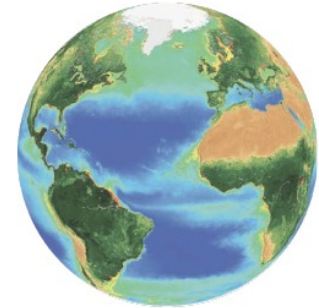
La survie d'une espèce dans un environnement en constant changement est conditionnée par sa diversité génétique.

Biodiversité **spécifique**



Les relations entre espèces au sein d'un écosystème participent aux flux de matière entre compartiments terrestres. La diversité spécifique garantit la résilience des écosystèmes.

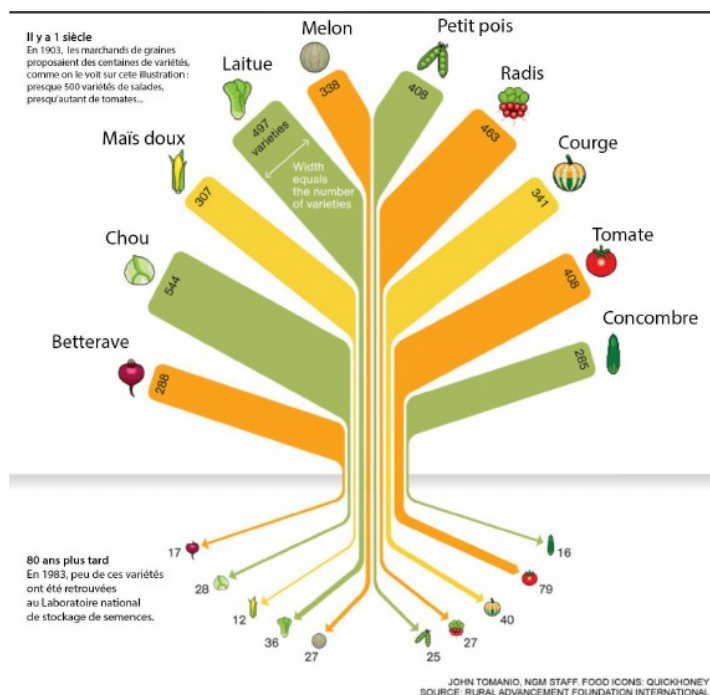
Biodiversité des **écosystèmes**



Chaque écosystème produit des services écologiques particuliers. Le fonctionnement global de la terre dépend de l'équilibre entre les différents services.

Mesures de la diversité intra-spécifique

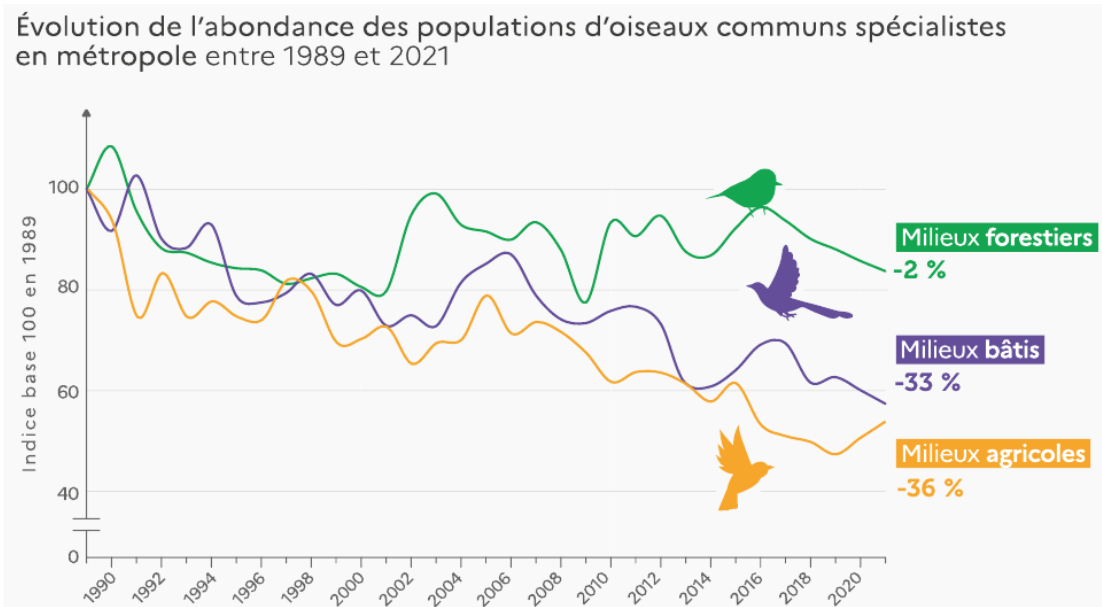
Diversité génétique



Diminution du nombre de variétés différentes de légumes proposées dans les catalogues entre le siècle dernier (en haut) et aujourd'hui (en bas).

60 % des calories consommées par l'humanité sont produites par 5 espèces de plantes cultivées : riz, blé, maïs, millet, sorgho.

Effectifs des populations

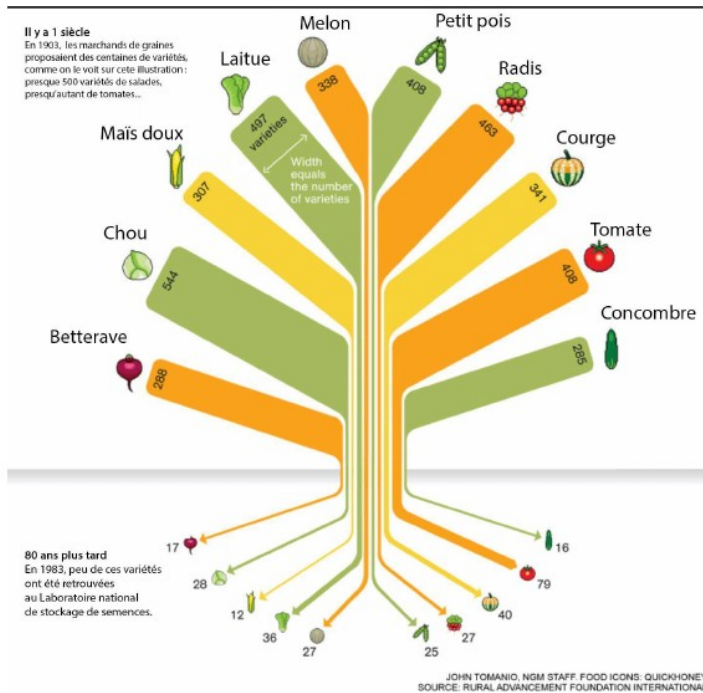


Source : Programme STOC de Vigie Nature
Traitement : CESCO - PatriNat, janv. 2023

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

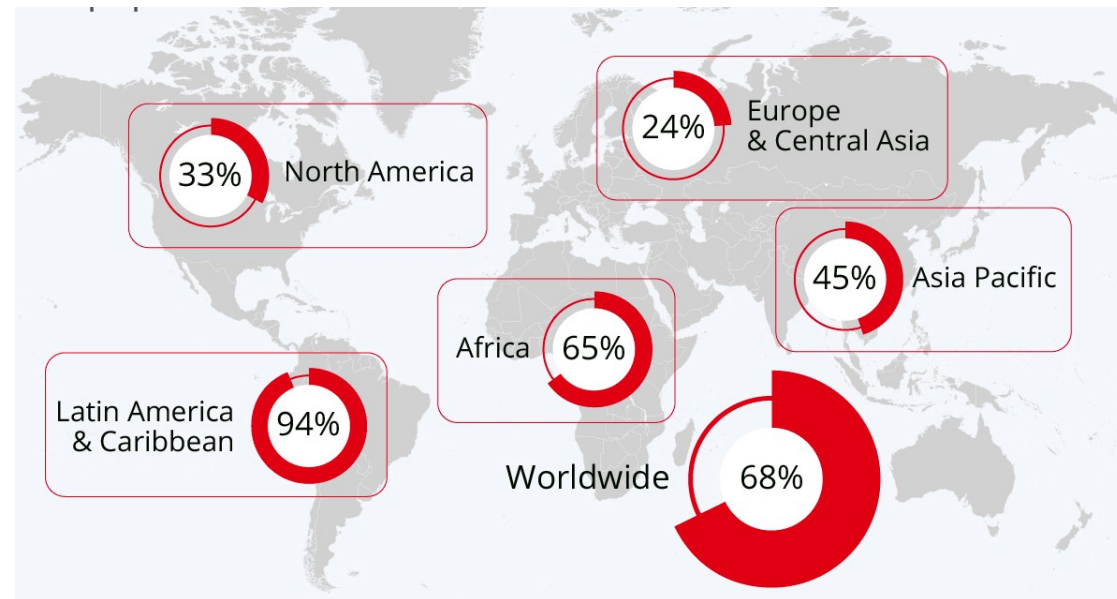
Mesures de la diversité génétique

Diversité génétique intra-spécifique



Diminution du nombre de variétés différentes de légumes proposées dans les catalogues entre le siècle dernier (en haut) et aujourd'hui (en bas).

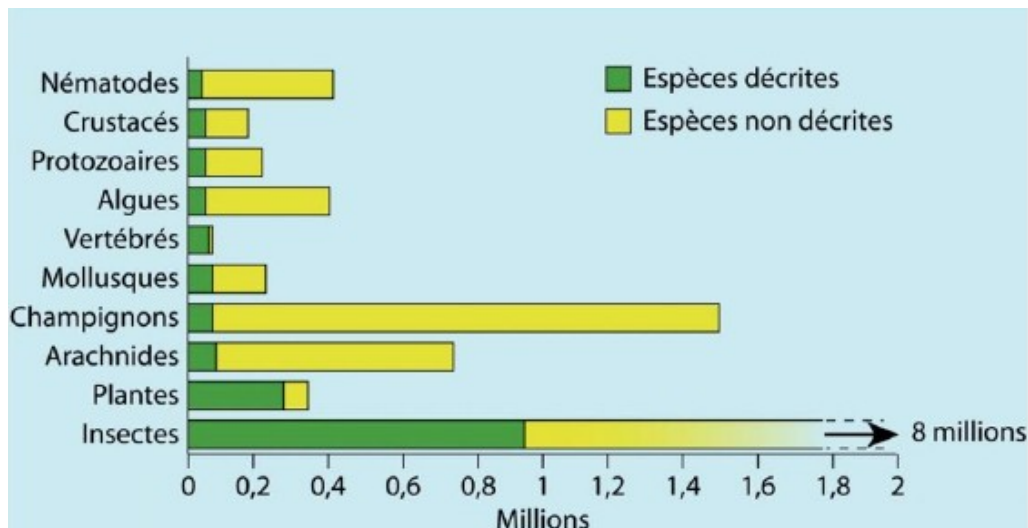
Effectifs des populations



Diminution du nombre d'individus recensés par espèce entre 1970 et 2016 (Global Living Planet Index, 2020) chez les **animaux vertébrés** (**mammifères, reptiles, amphibiens, oiseaux, poissons**). Étude basée sur 20811 populations de 4392 espèces différentes.

Mesures de la diversité spécifique

Nombre d'espèces de chaque famille

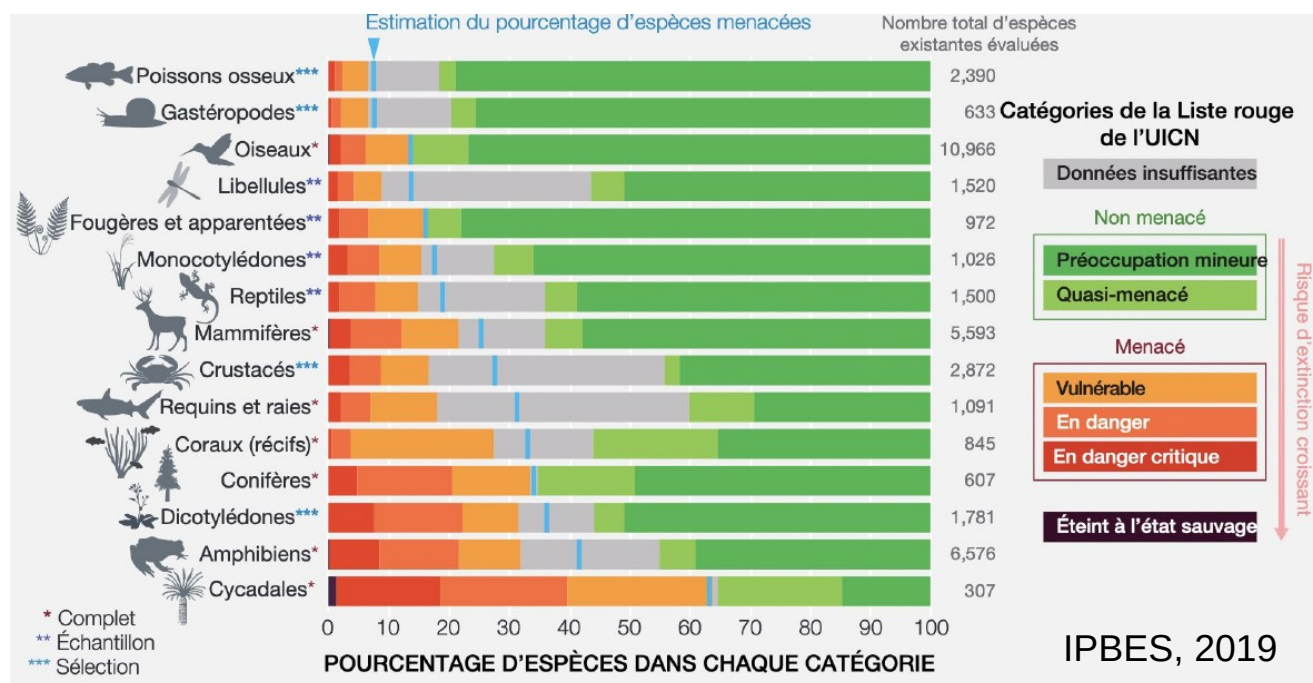


Estimations actuelles :

Eucaryotes : 8-9 millions
(2.7 millions décrites)

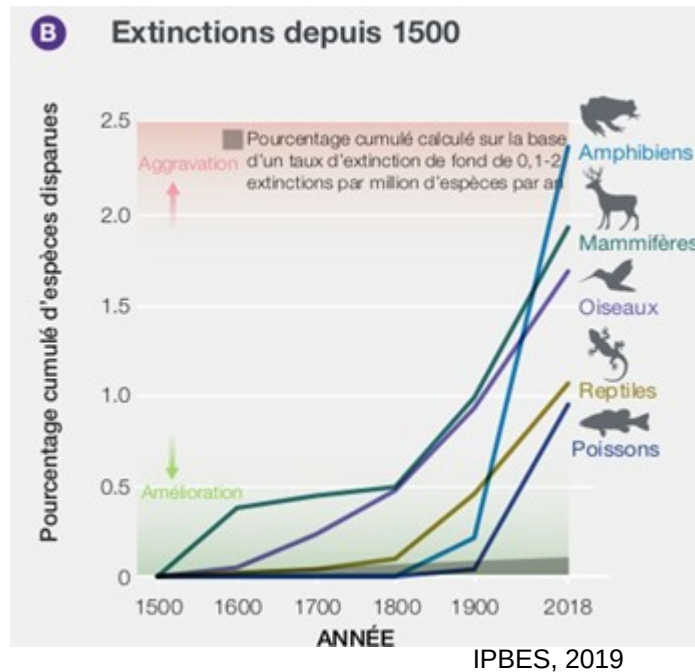
Bactéries, Archées : 10 milliards

En France,
10 % à 25 %
des espèces connues
(plantes et animaux)
sont menacées d'extinction



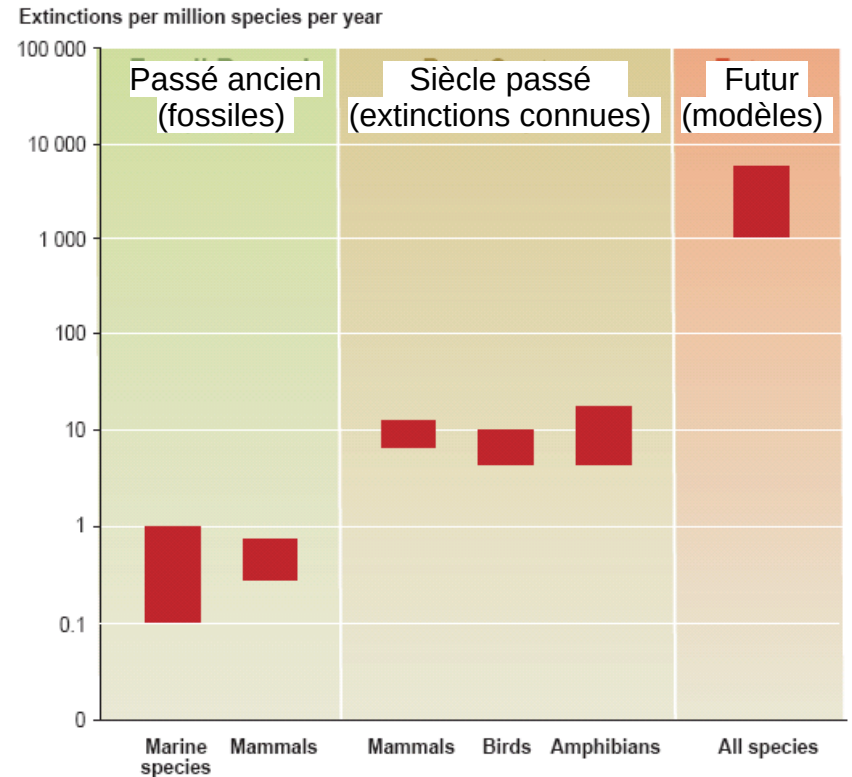
IPBES, 2019

Des taux d'extinction sans précédent



Sur les 5 derniers siècles, le rythme des extinctions d'espèces s'est très fortement accru

Taux d'extinction connus ou projetés pour différentes périodes



Sources: Millennium Ecosystem Assessment.

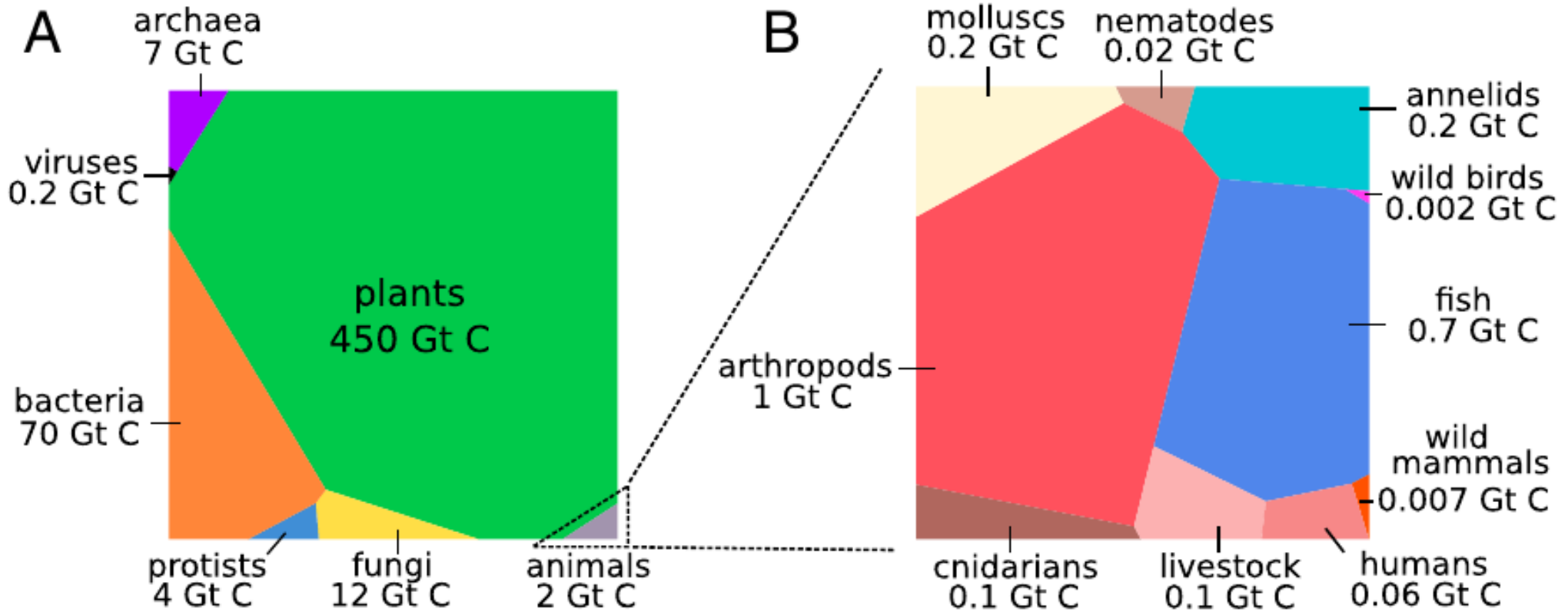
Le taux d'extinction observé au siècle passé est 50 à 500 fois plus élevé que celui observé avec les données fossiles (avant l'impact de l'homme)

Dans un avenir proche l'augmentation du taux d'extinction pourrait augmenter d'un facteur 10 000 par rapport au niveau de base

Répartition de la biomasse

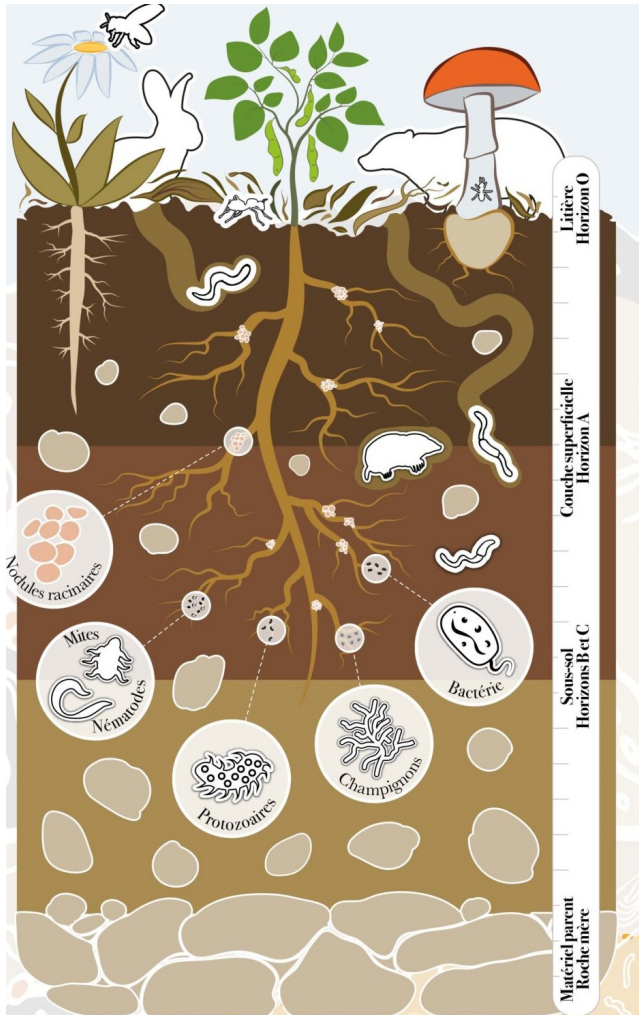
Par catégorie du vivant

Teneur en carbone x # d'individus

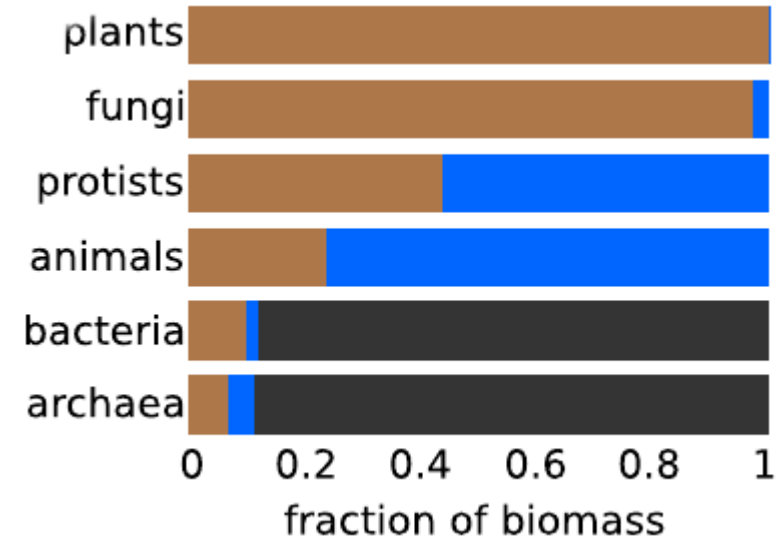
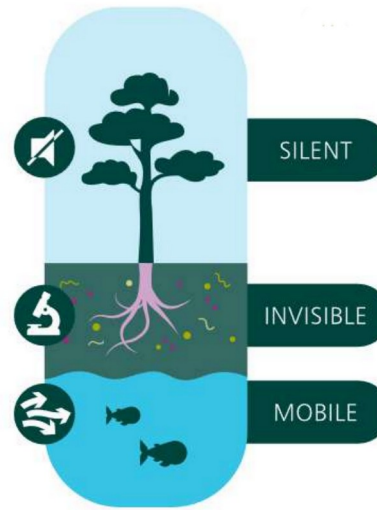


Les plantes terrestres et les bactéries représentent la plus grande part de la biomasse

Répartition spatiale de la biomasse



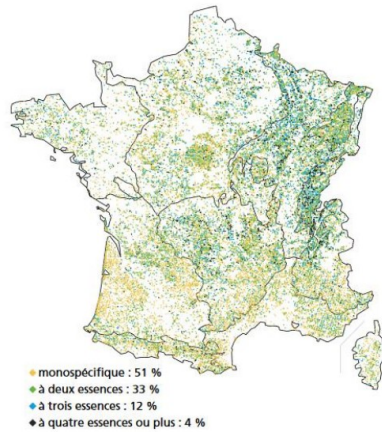
■ terrestrial
■ marine
■ deep subsurface



Une part importante du carbone est stockée par des formes vivantes dans les océans et les couches profondes de la croûte terrestre

Mesure de la biodiversité des écosystèmes

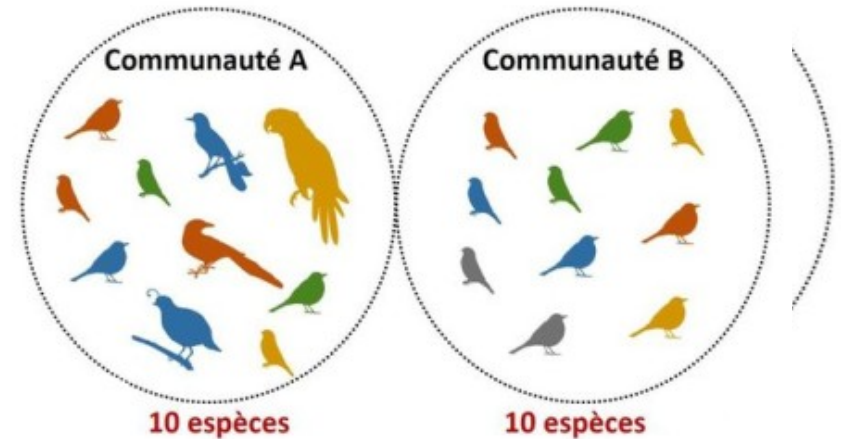
Nombre d'espèces



En France métropolitaine, la plupart des forêts abritent moins de trois espèces d'arbres différentes

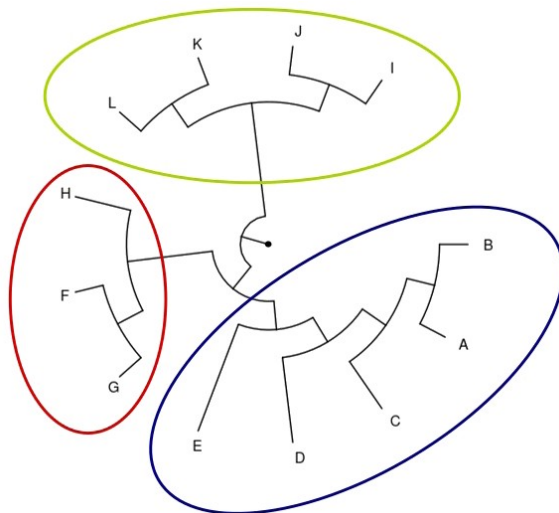
<https://inventaire-forestier.ign.fr/>

Diversité fonctionnelle



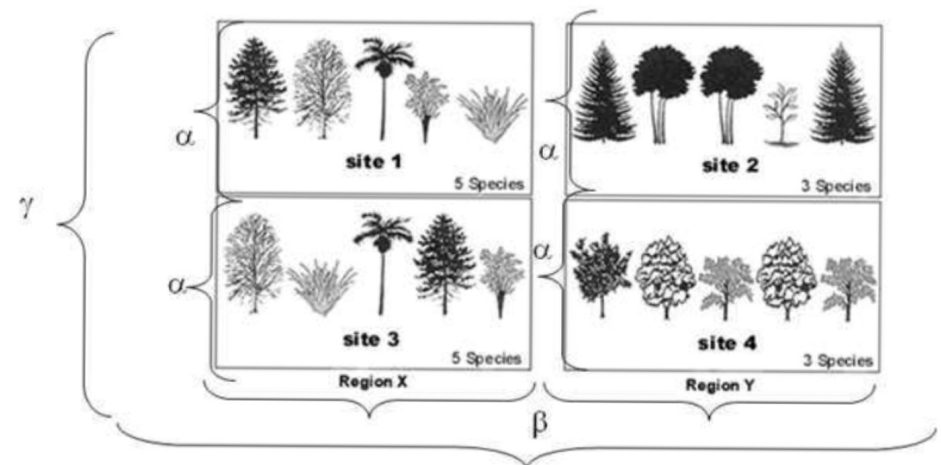
D'après Willam Perrin

Diversité phylogénétique



Tucker et al. (2017) Biological Reviews

Une question d'échelle



In Fauveau 2013 d'après Perlman & Adelson, 1997

Comment mesurer la biodiversité ?

Les différentes mesures de la biodiversité ne donnent pas la même information. Mais lorsque l'on regarde leur évolution, tous les indicateurs sont au rouge

Reconnaissance des valeurs de la biodiversité



1992 : Variabilité des organismes vivants (...), diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes.

1995 : COP1 Biodiversité (Bahamas)

Journée Mondiale de la Biodiversité

2022 : COP15 Biodiversité (Montreal)

By 2030: Protect 30% of Earth's lands, oceans, coastal areas, inland waters; Reduce by \$500 billion annual harmful government subsidies; Cut food waste in half

Les objectifs sont la conservation de la diversité biologique, l'utilisation durable de ses éléments et le partage juste et équitable des avantages [...] grâce à un financement adéquat.

Les valeurs de la biodiversité

Services écosystémiques (une vision anthropocentrique)

Approvisionnement :

Produits tangibles tirés des écosystèmes comme nourriture, combustibles, matériaux, médicaments.

Régulation :

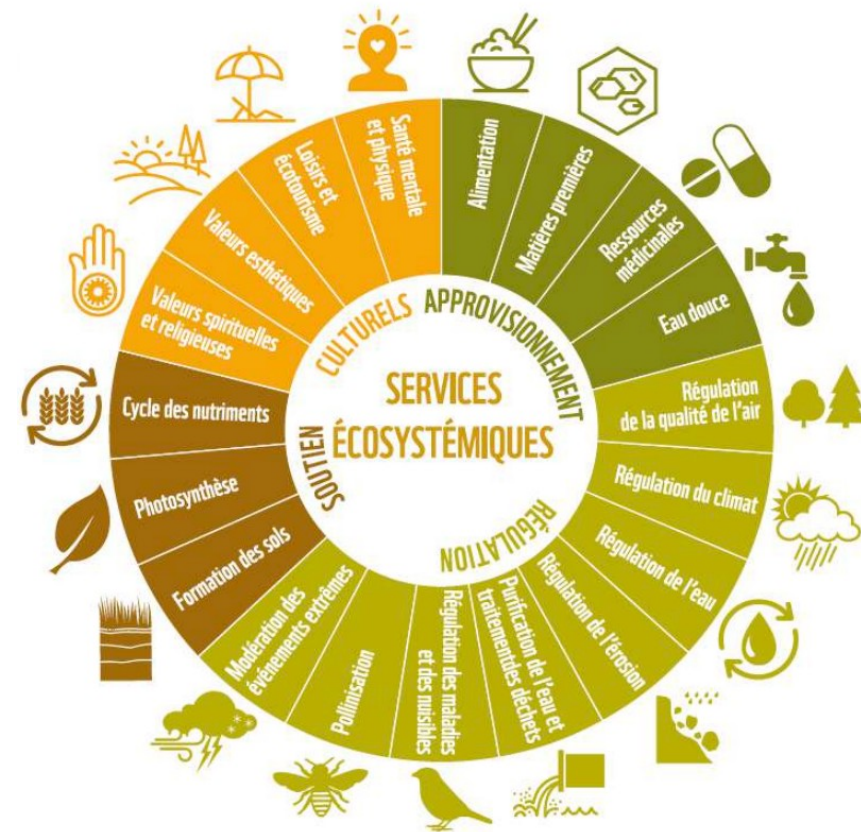
Avantages intangibles assurés par le bon fonctionnement des écosystèmes comme la régulation du climat, des agents pathogènes, des inondations ou tempêtes, les services de pollinisation, etc.

Socioculturels :

Apports non matériels obtenus au travers des rapports qu'entretient l'Homme avec la nature. Incluent la source d'inspiration que représente la nature (biomimétisme, nature design, etc.)

Soutien :

Services nécessaires à la production de tous les autres services : cycles biogéochimiques, formation des sols, production primaire, etc.



Chiffrer les valeurs de la biodiversité



La dégradation des sols :

La biodiversité contribue à maintenir la qualité et la fertilité des sols, qui sont essentiels pour l'agriculture, la sécurité alimentaire, la régulation du climat et la prévention des catastrophes naturelles. Pertes mondiales annuelles de **\$1,3 trillion**, soit 9 % du PIB mondial



La perte de pollinisateurs :

La plupart des cultures alimentaires sont pollinisées par les animaux: les fruits, les légumes, le café, le cacao ou les oléagineux. Perte annuelle de la pollinisation par les insectes: **€153 milliards**, soit 9,5 % de la valeur de la production agricole mondiale



La disparition des récifs coralliens :

Bénéfices économiques et sociaux : pêche, tourisme et protection côtière. Pertes mondiales annuelles de **\$375 milliards**, soit 9,9 % du PIB des pays côtiers



La réduction de la diversité génétique :

Source de richesse pour l'innovation, la recherche et le développement, notamment dans les domaines de la santé, de l'agriculture ou de la biotechnologie. La valeur économique annuelle des ressources génétiques est de **\$240 milliards**

Une part significative du PIB mondial dépend de la nature

Valeur économique de la biodiversité

Objet	Pourcent	Nature PIB	Perte estimée
Dégradation des sols	10 % PIB mondial (IPBES 2019)	PIB Mondial 2018 \$86,095	Pertes 2018 \$8609
Perte de pollinisateurs	13 % PIB valeur ajoutée de l'agriculture	Valeur ajoutée de agriculture 2005 : 3.2 % PIB mondial (donnees.banquemondiale.fr) \$1,550	Pertes estimées 2005 (Gallai et al, 2007) \$193
Disparition des coraux	1 % PIB régions côtières	Part de PIB des régions côtières 2006 (Xiaoming et al, 2023) \$39,655	Pertes estimées 2006 (Le Monde, 2020) \$375
Valeur économique des ressources génétiques			Volonté de payer /milliard de foyer 2008 (Ahtainen & Pouta, 2011) \$380

Les chiffres sont en milliard de dollars. Les données du PIB mondial proviennent de Wikipaedia.
En gras, les chiffres référencés par des articles scientifiques

Chiffrer les valeurs de la biodiversité



La dégradation des sols :

La biodiversité contribue à maintenir la qualité et la fertilité des sols, qui sont essentiels pour l'agriculture, la sécurité alimentaire, la régulation du climat et la prévention des catastrophes naturelles. Pertes mondiales annuelles de **\$1,3 trillion**, soit 9 % du PIB mondial

Soutien



La perte de pollinisateurs :

La plupart des cultures alimentaires sont pollinisées par les animaux: les fruits, les légumes, le café, le cacao ou les oléagineux. Perte annuelle de la pollinisation par les insectes: **€153 milliards**, soit 9,5 % de la valeur de la production agricole mondiale

Régulation



La disparition des récifs coralliens :

Bénéfices économiques et sociaux : pêche, tourisme et protection côtière. Pertes mondiales annuelles de **\$375 milliards**, soit 9,9 % du PIB des pays côtiers

Socioculturel



La réduction de la diversité génétique :

Source de richesse pour l'innovation, la recherche et le développement, notamment dans les domaines de la santé, de l'agriculture ou de la biotechnologie. La valeur économique annuelle des ressources génétiques est de **\$240 milliards**

Approvisionnement

Près de la moitié du PIB mondial dépend de la nature

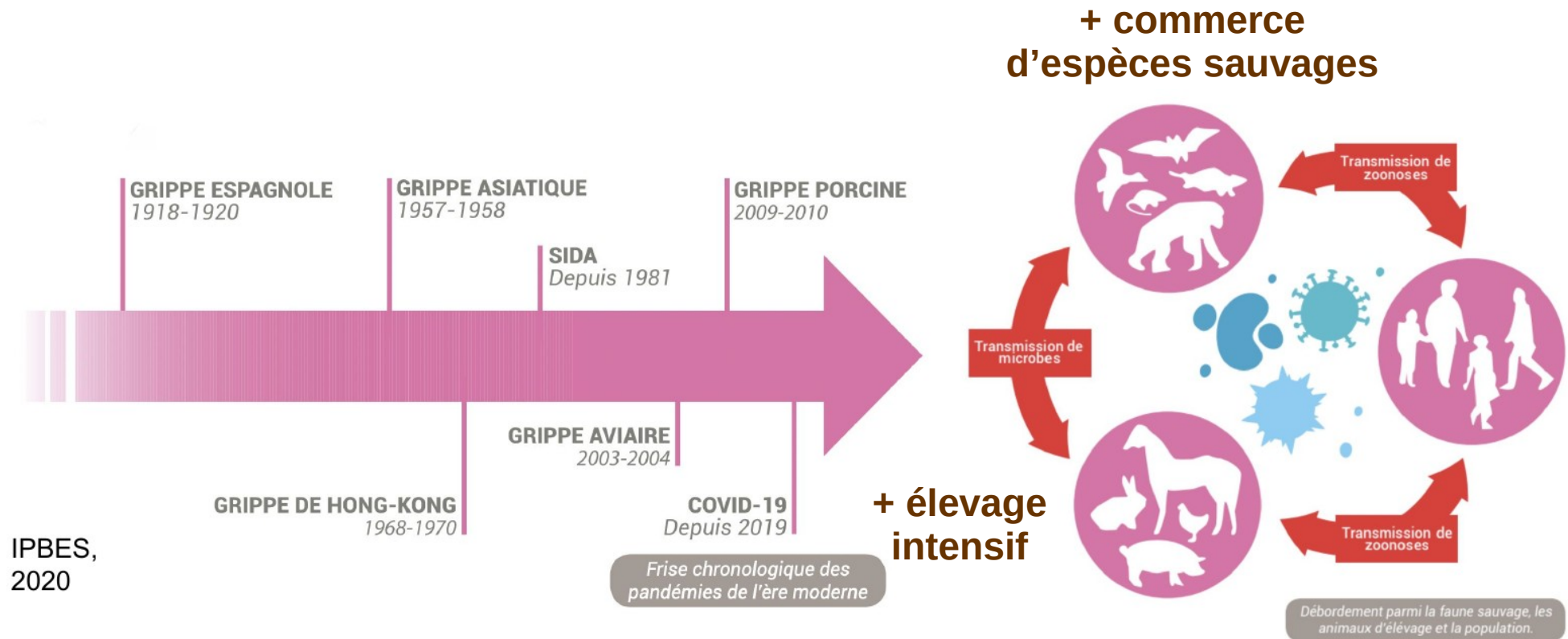
Evolution des services écosystémiques



Tendances mondiales de la capacité de la nature à maintenir ses contributions à une bonne qualité de vie (IPBES 2019)

Depuis 1970, déclin global de la plupart des services écosystémiques à l'exception de certains services d'approvisionnement (conversion d'écosystèmes naturels en terres agricoles)

Perturbation du service de régulation



70 % des maladies émergentes (Zika, Ebola) sont des zoonoses.
Presque 100 % des pandémies sont des zoonoses.

Le contact avec des espèces sauvages porteuses de pathogènes zoonotiques est amplifié par la surexploitation des ressources naturelles et la mondialisation

Les valeurs de la biodiversité



Les valeurs de la nature dépendent de notre système de pensée, de connaissances, et de notre vision du monde.

Conclusions sur la biodiversité

- L'ensemble des formes vivantes participent aux cycles biogéochimiques de la terre et rendent des services à l'Homme.
- Les espèces changent constamment, elles s'adaptent à leur environnement qui change lui aussi, ou elles s'éteignent.
- Tous les indicateurs de biodiversité sont aujourd'hui au rouge et nous assistons à la sixième grand extinction des espèces vivantes et des écosystèmes.



La terre s'en remettra probablement, mais quid de l'espèce humaine ?

Des questions ?

- *L'ensemble des formes vivantes participent aux cycles biogéochimiques de la terre et rendent des services à l'Homme.*
- *Les espèces changent constamment, elles s'adaptent à leur environnement qui change lui aussi, ou elles s'éteignent.*
- *Tous les indicateurs de biodiversité sont aujourd'hui au rouge et nous assistons à la sixième grand extinction des espèces vivantes et des écosystèmes.*

Seconde partie

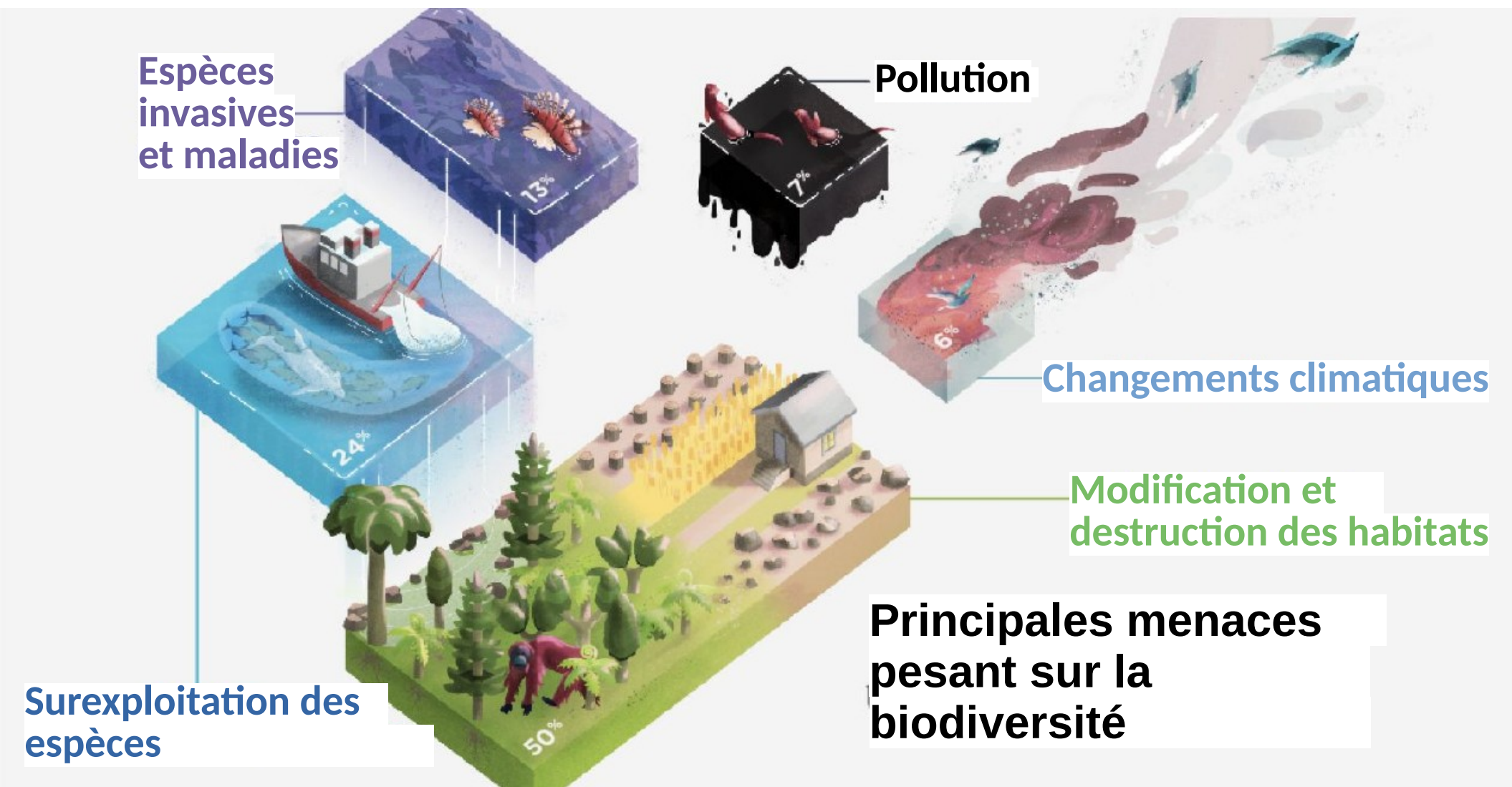
1.a Qu'est-ce que la biodiversité ?

1.b Les mesures et valeurs de la biodiversité

2.a Les causes de la sixième extinction

2.b Quels leviers d'action ?

Les causes de la sixième extinction



Les causes de la sixième extinction sont une conjonction de facteurs, tous déclenchés par les activités humaines

L'IPBES, le GIEC de la Biodiversité



Intergovernmental science-policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services

Création en 2012 sous l'égide des Nations Unies

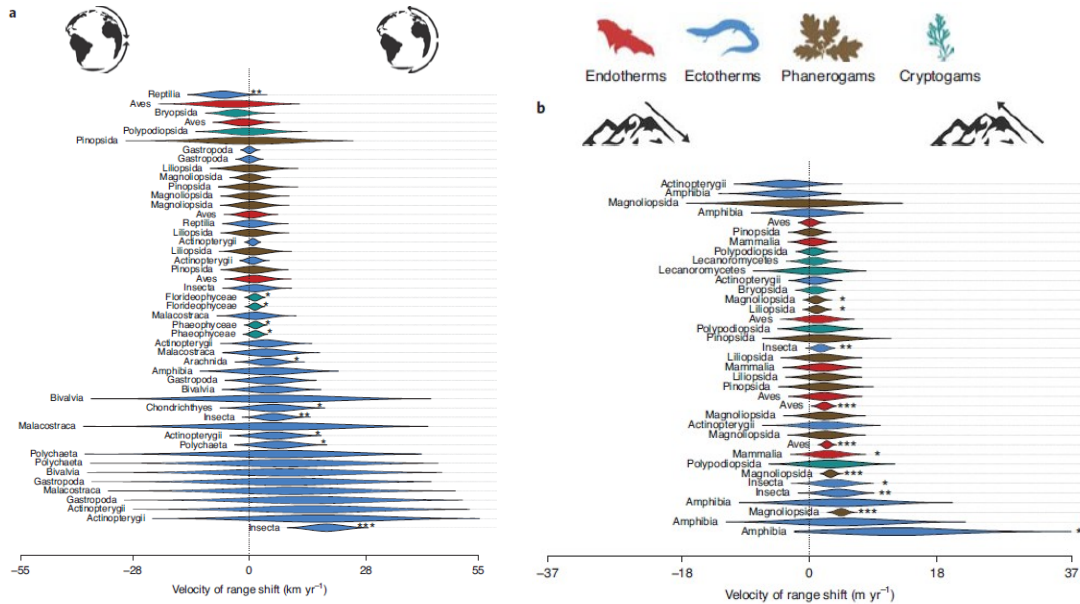
- > Rapprocher scientifiques et décideurs politiques sur la question de la biodiversité
- > Collecter et synthétiser les données éparses recueillies par les experts du monde entier

Rapport de 2019 (IPBES 7, Paris):

150 experts internationaux en sciences naturelles et sociales venus de 50 pays, avec l'appui de 250 autres experts. **Examen des causes de perte de la biodiversité** face aux changements dans les écosystèmes, leurs **implications pour les populations**, et les **scénarios d'un futur durable d'ici 2050**.

Changements Climatiques

Des effets déjà perceptibles ...



- Des déplacements des aires de distribution vers les pôles (quelques km/an) ou vers des altitudes plus élevées (1.78 ± 0.41 m/an)
- Des déplacements plus rapides chez les organismes marins (5.92 ± 0.94 km/an) que chez les organismes terrestres (1.11 ± 0.96 m/an) (difficultés à suivre le changement de conditions climatiques)

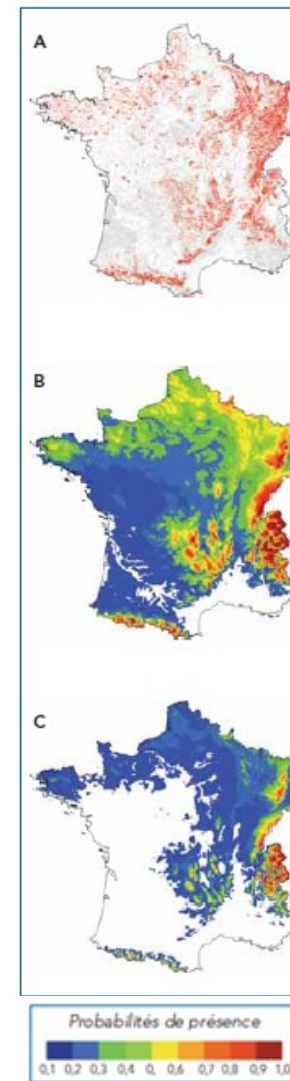
et des conséquences potentiellement considérables

Répartition actuelle observée

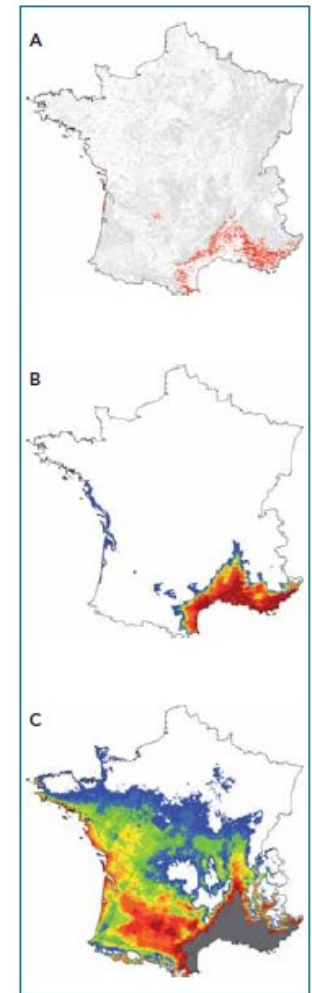
Distribution actuelle modélisée

Distribution 2100 extrapolée

Hêtre
(*Fagus sylvatica*)



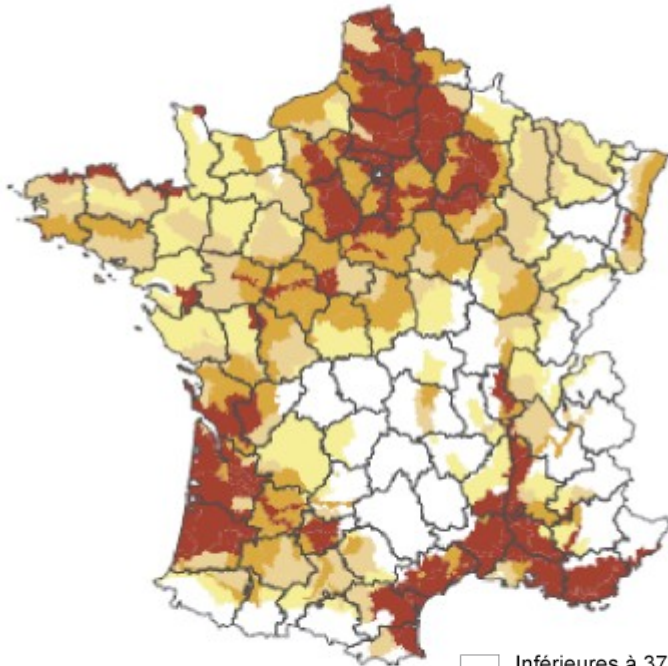
Chêne vert
(*Quercus ilex*)



Badeau et al. 2007

Pollution

Pesticides



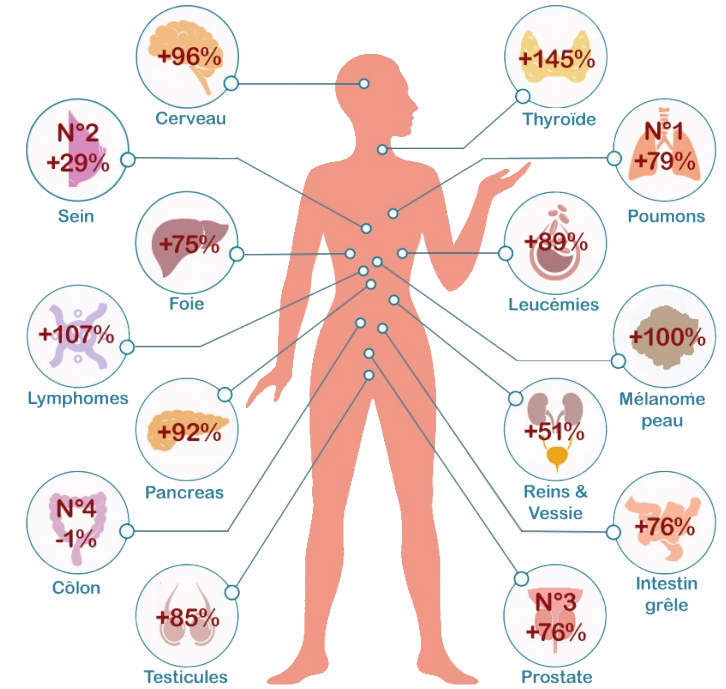
Dépenses en phyto en euros par hectare

(Agreste, statistiques agricoles, 2006)

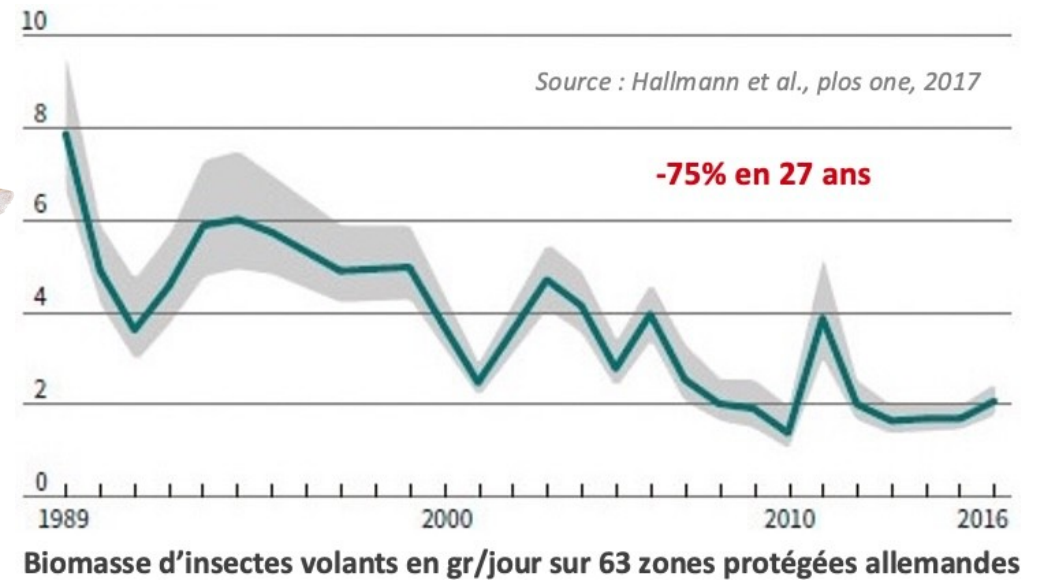
Diminution du nombre d'espèces d'insectes et de leur abondance, en particulier dans les zones agricoles



L'exposition aux perturbateurs endocriniens se traduit par une augmentation des cancers chez l'humain



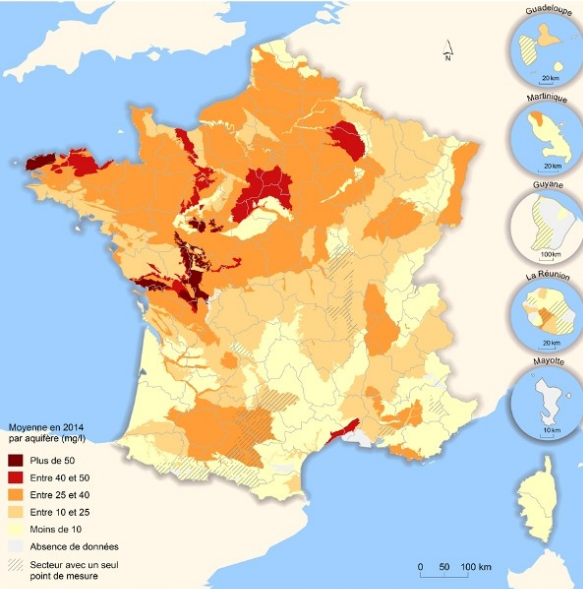
Evolution du taux d'incidence des cas de CANCERS de 1990 à 2023 - Institut National du Cancer - INSERM



Pollution

Nitrates

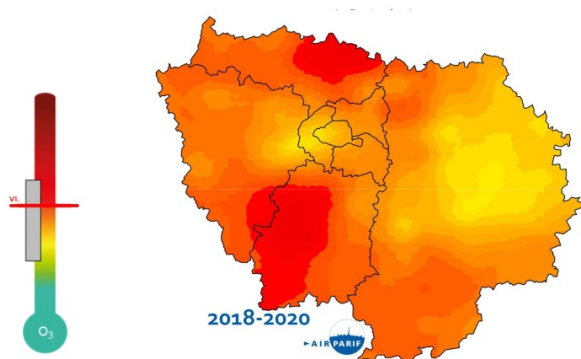
Concentrations moyennes en nitrates dans les eaux souterraines par unité hydrogéologique en 2014



Les nitrates favorisent la prolifération des algues vertes (cyanobactéries). Leur décomposition produit un gaz mortel (H_2S) pour les mammifères.



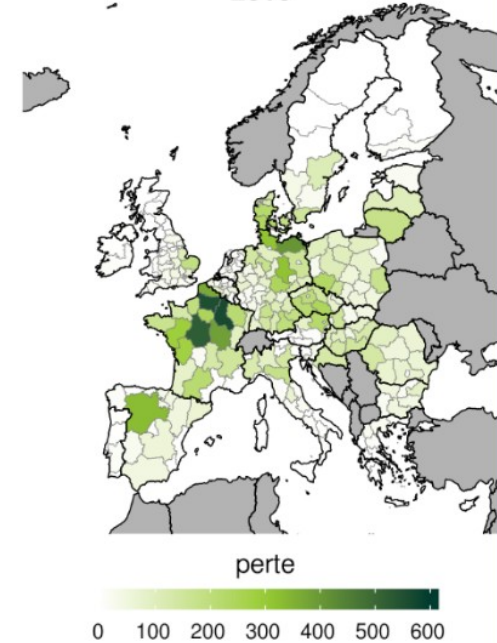
Ozone



Situation de l'Île-de-France au regard de la valeur cible en ozone pour la santé (seuil de $120 \mu g/m^3$ sur 8 heures) – période 2018-2020.

L'ozone réduit la capacité des végétaux à stocker du CO_2

Perte (kT) pour le blé 2010



Espèces invasives

1/1000 des espèces introduites par l'homme volontairement ou involontairement sur un territoire hors de son aire de répartition naturelle deviennent invasives.

Elles menacent les écosystèmes, les habitats naturels ou les espèces locales.

Le processus se déroule en quatre étapes :

1. **L'introduction** : une espèce arrive sur un territoire dont elle n'est pas originaire.
2. **L'acclimatation** : l'espèce survit sur son nouveau territoire.
3. **La naturalisation** : l'espèce se reproduit sur son nouveau territoire.
4. **L'expansion** : l'espèce colonise ce territoire et s'étend, au détriment d'espèces locales qu'elle va supplanter voire totalement éradiquer.



Écureuil roux d'Europe



Écureuil gris d'Amérique



Écrevisse à pattes rouges



Écrevisse américaine



Abeille noire



Frelon asiatique



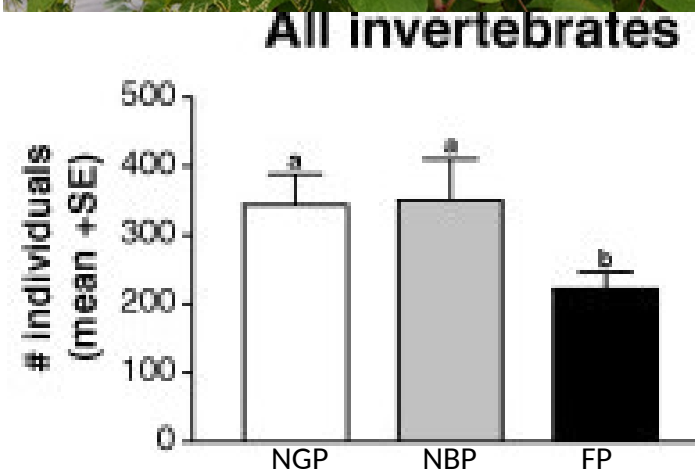
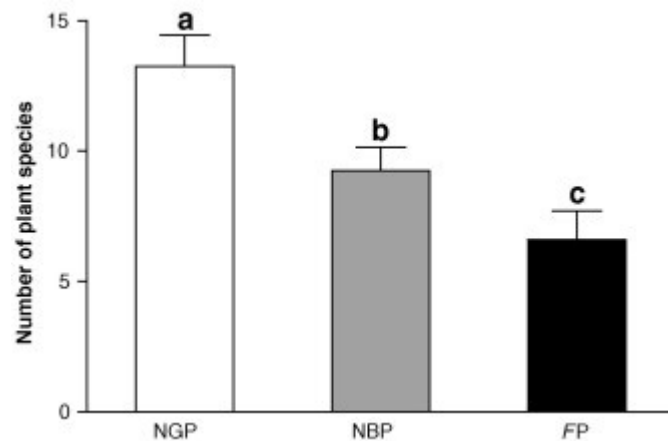
Angélique des estuaires



Renouée du japon

Exemple : la renouée du Japon

Gerber et al, 2008, Biological Conservation, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.12.009>

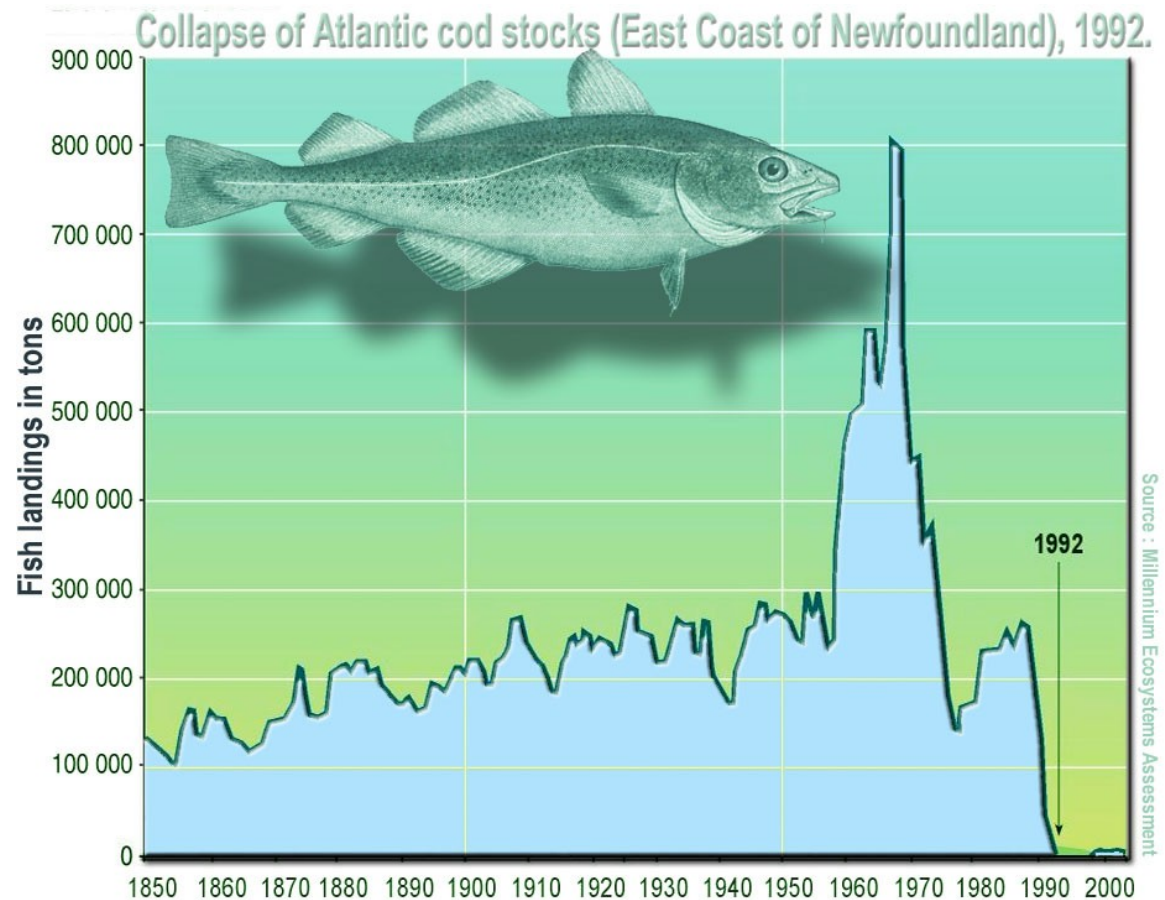


Les populations de vertébrés diminuent dans les milieux envahis par la renouée du Japon car ils dépendent directement ou indirectement des espèces herbacées autochtones et/ou des invertébrés associés pour leur survie

Surexploitation des ressources

Surexploitation et effondrement du stock de Morue du banc de Terre-Neuve

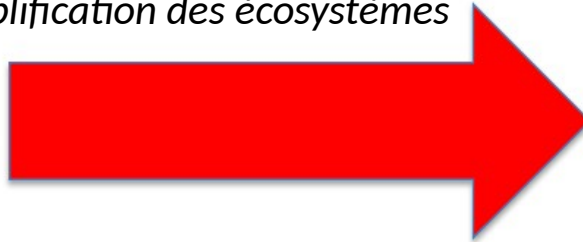
- Stock exploité à partir du 16^e siècle
- Fin des années 1950 : abandon des techniques de pêches traditionnelles au profit du chalutage profond → Augmentation considérable des captures puis effondrement au début des années 1970
- A la fin des années 1970 Système de régulation reprise partielle des captures puis 2nd effondrement à la fin des années 1980 → arrêt de la pêche 1992
- Incapacité du stock à se reconstituer → basculement d'état de l'écosystème ?



Changement d'usage des terres



Simplification des écosystèmes

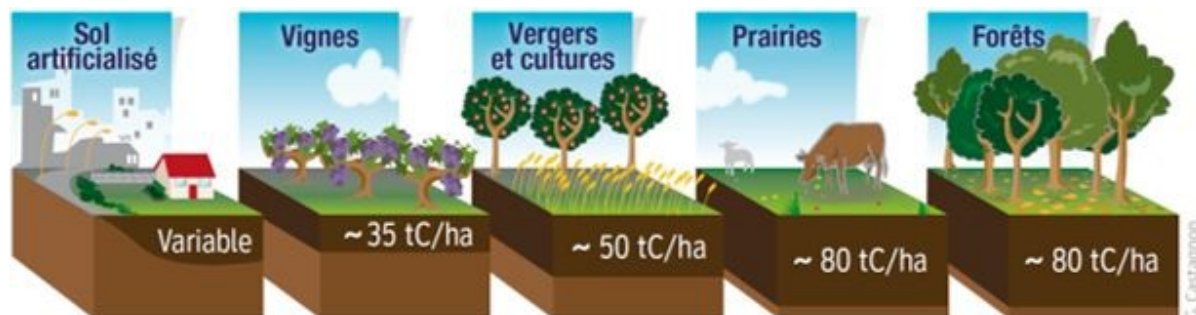


Artificialisation des sols



Les changements d'usage des terres conduisent à une érosion de la biodiversité

Perte des services de régulation



Les sols participent au stockage du carbone

Changements d'occupation entre 2006 et 2014

Surfaces échangées
millier d'hectares



Espaces naturels¹ : + 75
(forêt, landes, roches...)



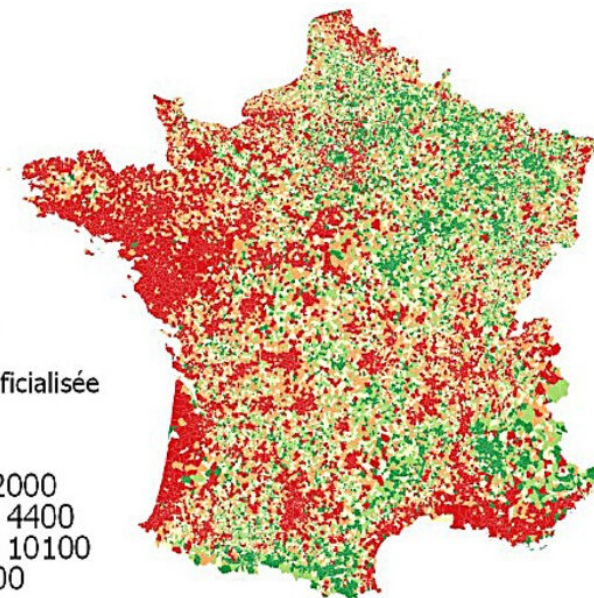
Sols agricoles : - 566
(sols cultivés et toujours en herbe)



Espaces artificialisés : + 491
(constructions, routes, chantiers, jardins...)



Surfaces artificialisées par commune
et par an entre 2006 et 2016



Légende

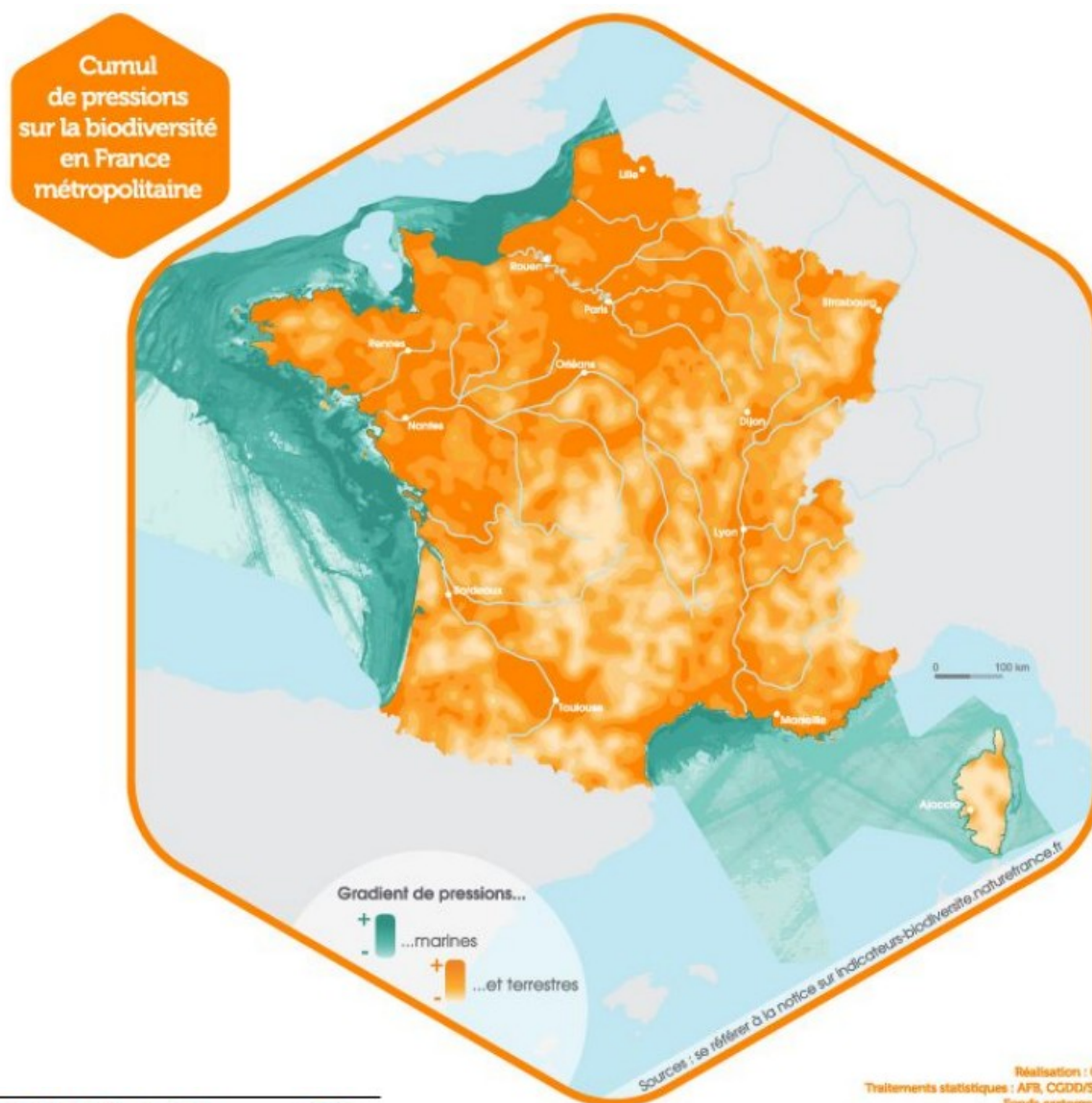
Surface artificialisée
(m²/an)

- < 700
- 700 - 2000
- 2000 - 4400
- 4400 - 10100
- > 10100

L'artificialisation croît plus vite que la population

En France, forte diminution des surfaces agricoles

Pressions anthropiques sur la biodiversité



Destruction des habitats

600 000 ha de terres agricoles et espaces naturels perdus entre 2006 et 2015 (~ Seine et Marne)

Fragmentation du territoire

462 000 km d'autoroutes et 30 000 km de voies ferrées entravent le cycle de vie des espèces

Surexploitation des ressources

40% des stocks de pêche ne sont pas exploitées de manière durable (notamment en Méditerranée)

Changement climatique

+4° de température moyenne près du massif du Mont Blanc entre 1950 et 2000

Pollution

68.500 tonnes de pesticides achetés et épandus en 2016 (Ecophyto !!!)

Conclusions sur la sixième extinction

La biodiversité diminue partout dans le monde à un rythme sans précédent.

Les causes de cette diminution sont aujourd'hui bien établies et sont majoritairement d'origine anthropique.

La perte de biodiversité participe des changements climatiques et menace l'humanité.

Seconde partie

1.a Qu'est-ce que la biodiversité ?

1.b Les mesures et valeurs de la biodiversité

2.a Les causes de la sixième extinction

2.b Quels leviers d'action ?

Quel décideur êtes-vous ?

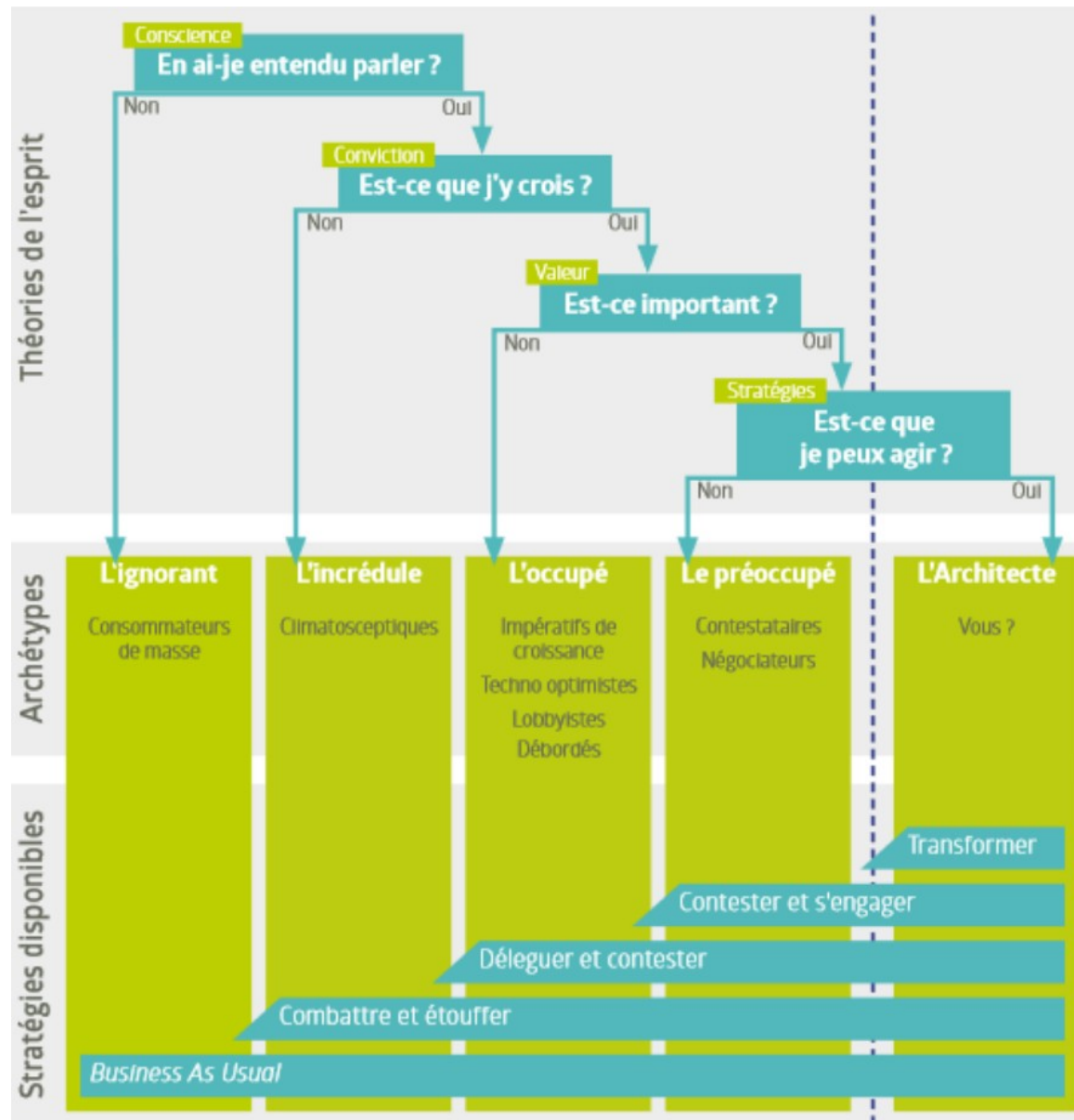


Figure 1 : Les différents archétypes de décideurs (adaptée de Waeber et al., 2021)

Il n'y a pas de planète B !

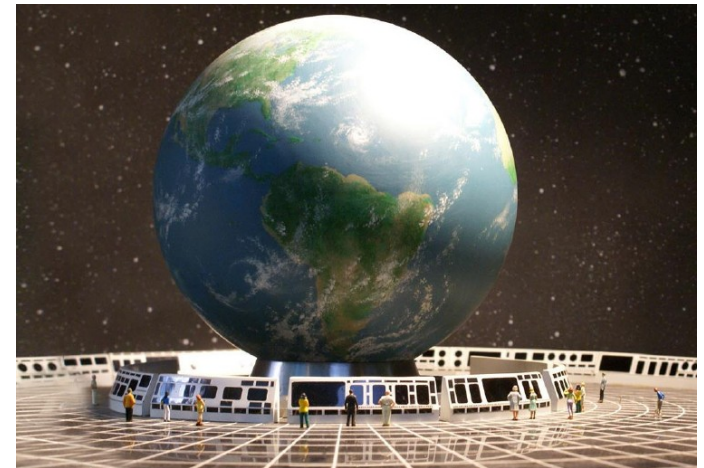


*La première règle des bricoleurs intelligents,
c'est de garder toutes les pièces*

Aldo Leopold, fondateur américain de l'écologie

*We have shaped our past, we are shaping our present,
we can shape our future !*

International Geosphere-Biosphere Program, IGBP



Les discours sur l'Anthropocène tendent à surestimer la capacité de contrôle des humains sur les processus naturels.

La position de l'IPBES

- Les trajectoires actuelles ne permettent pas d'atteindre les objectifs de conservation et d'exploitation durable de la nature et de parvenir à la durabilité.
- Les objectifs pour 2030 et au-delà ne peuvent être réalisés que par des changements en profondeur sur les plans économique, social, politique et technologique.



Des solutions basées sur la nature

- (1) Protéger et restaurer
- (2) Réduire les pressions
- (3) Réorganiser l'économie et les systèmes de production
- (4) Adopter des styles de vie plus sobres et plus équitables

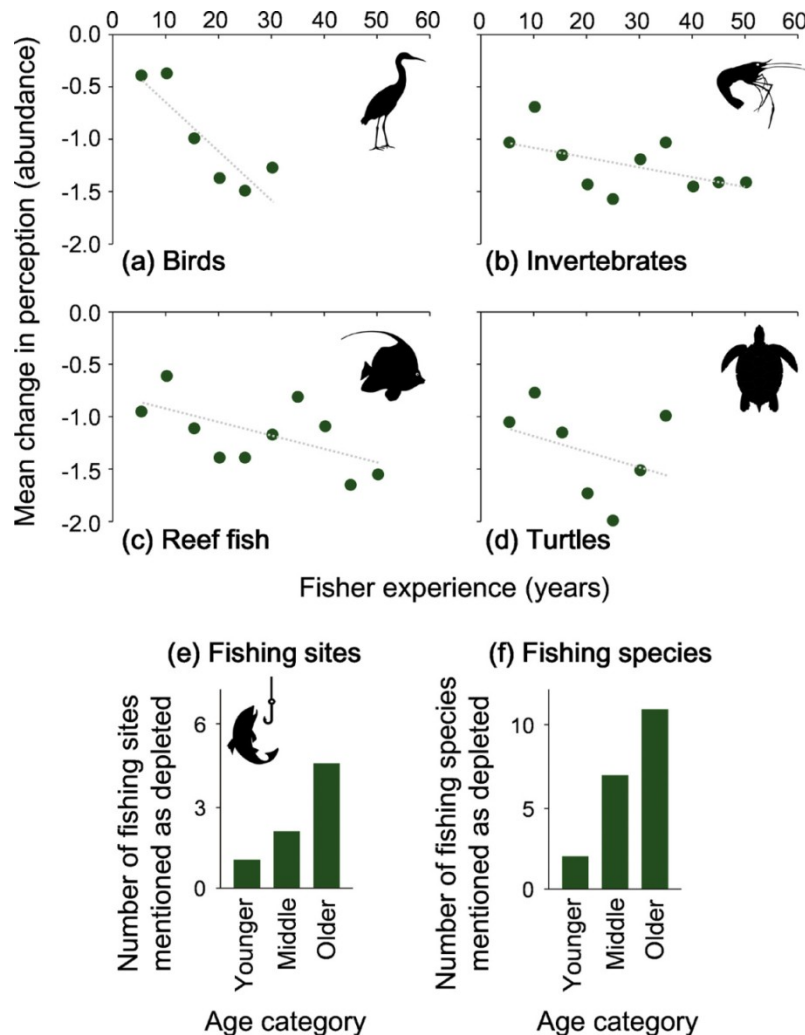
Figure 19.1 The Benefits of Nature-based Solutions



Éduquer, se rapprocher de la nature

Amnésie écologique / environnementale

Perte de conscience entre
générations (et intra
génération) de la dégradation
de l'environnement / la
biodiversité



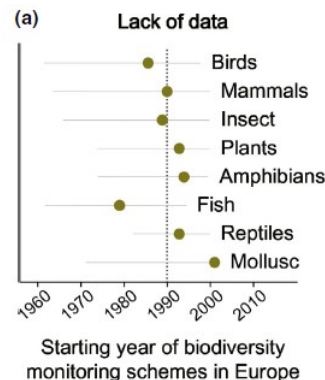
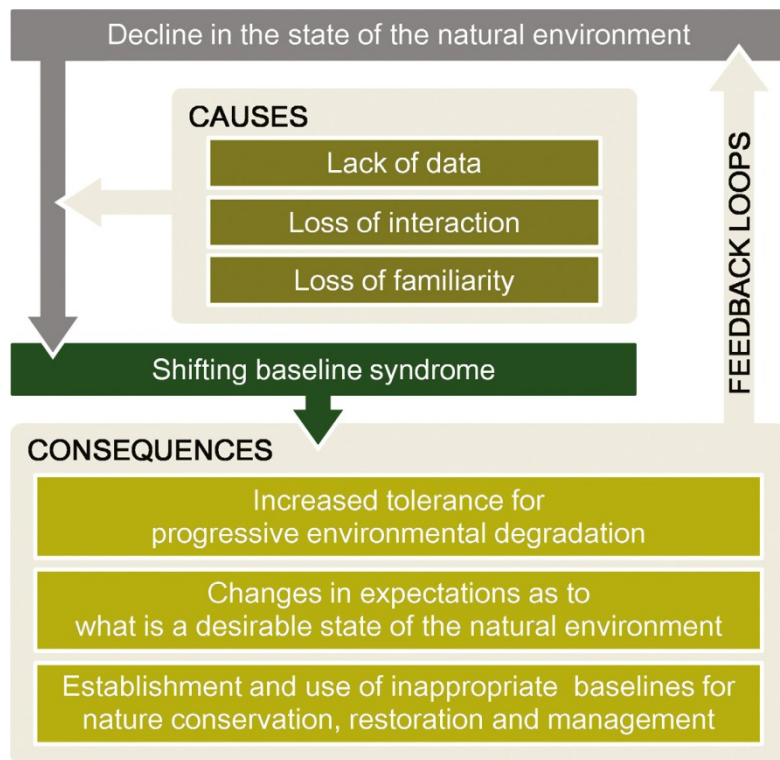
(a) à (d) perception du déclin
des populations animales en
fonction de l'âge des pêcheurs -
Archipel indonésien (d'après
Ainsworth et al. 2008)

(e) et (f) nombre de sites ou
d'espèces considérés comme
épuisés en fonction de l'âge des
pêcheurs – Golfe de Californie,
Mexique (Sáenz-Arroyo et al.
2005)

Éduquer, se rapprocher de la nature

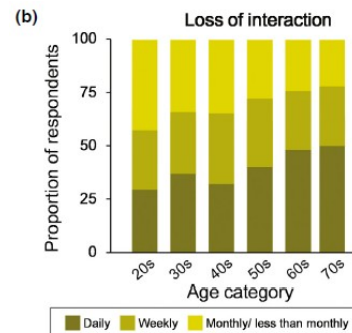
Les conséquences et boucles de rétroaction

→ Vers une accentuation progressive de l'amnésie écologique et de la dégradation de l'environnement



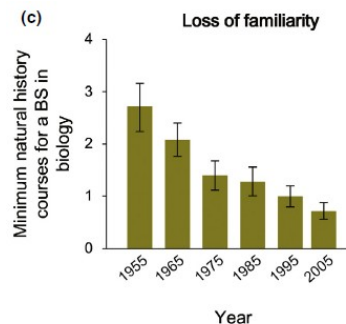
1- Le manque de données historiques sur l'environnement

(a) début des monitorings concernant la biodiversité en Europe (Mihoub et al. 2017)



2- Perte des interactions avec l'environnement naturel

(b) expérience directe de la nature pendant l'enfance en fonction de l'âge -Japon (Soga et al. 2018)



3- Perte de familiarité avec l'environnement naturel

(c) Nombre minimum de cours d'histoire naturelle requis pour obtenir le BS in biology depuis 50 ans - USA (Tewksbury et al. 2014)

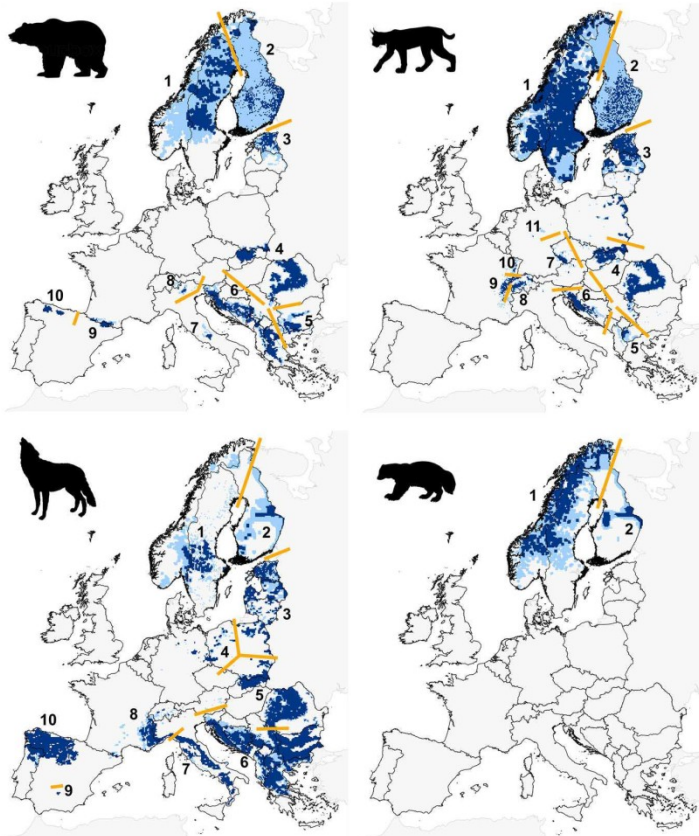
Protéger et restaurer

Protéger les espèces

CONSERVATION

Recovery of large carnivores in Europe's modern human-dominated landscapes

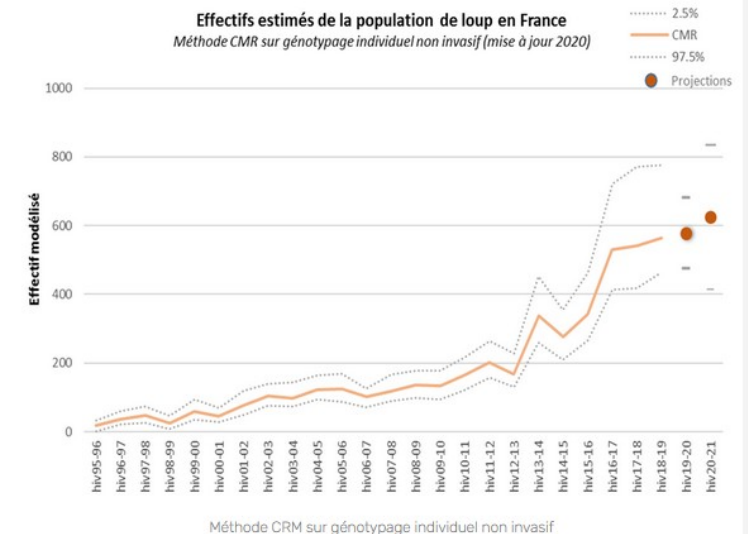
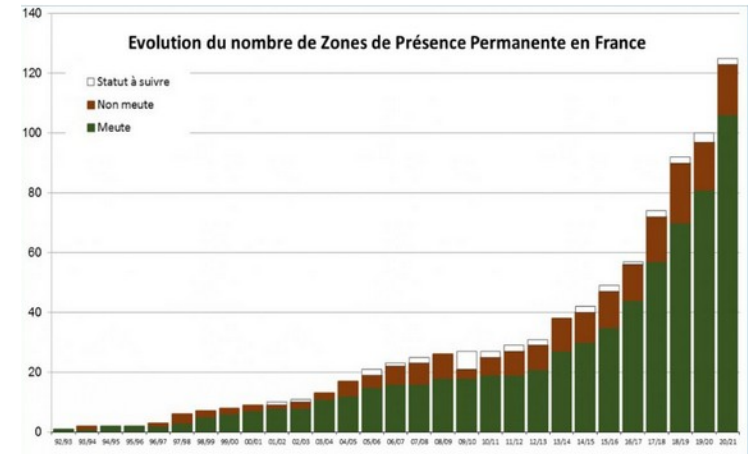
Guillaume Chapron,^{1,2,†} Petra Kaczensky,² John D. C. Linnell,² Manuela von Arx,⁴ Djuro Huber,² Henrik Andrén,¹ José Vicente López-Bao,^{1,6,†} Michal Adamec,⁷ Evgeniya Alenina,⁸ Ole Anders,⁹ Tamas Balazs,¹⁰ Valérie Barbra,¹¹ Dávid Barke,¹²



SCIENCE sciencemag.org

19 DECEMBER 2014 • VOL 346 ISSUE 6216 1517

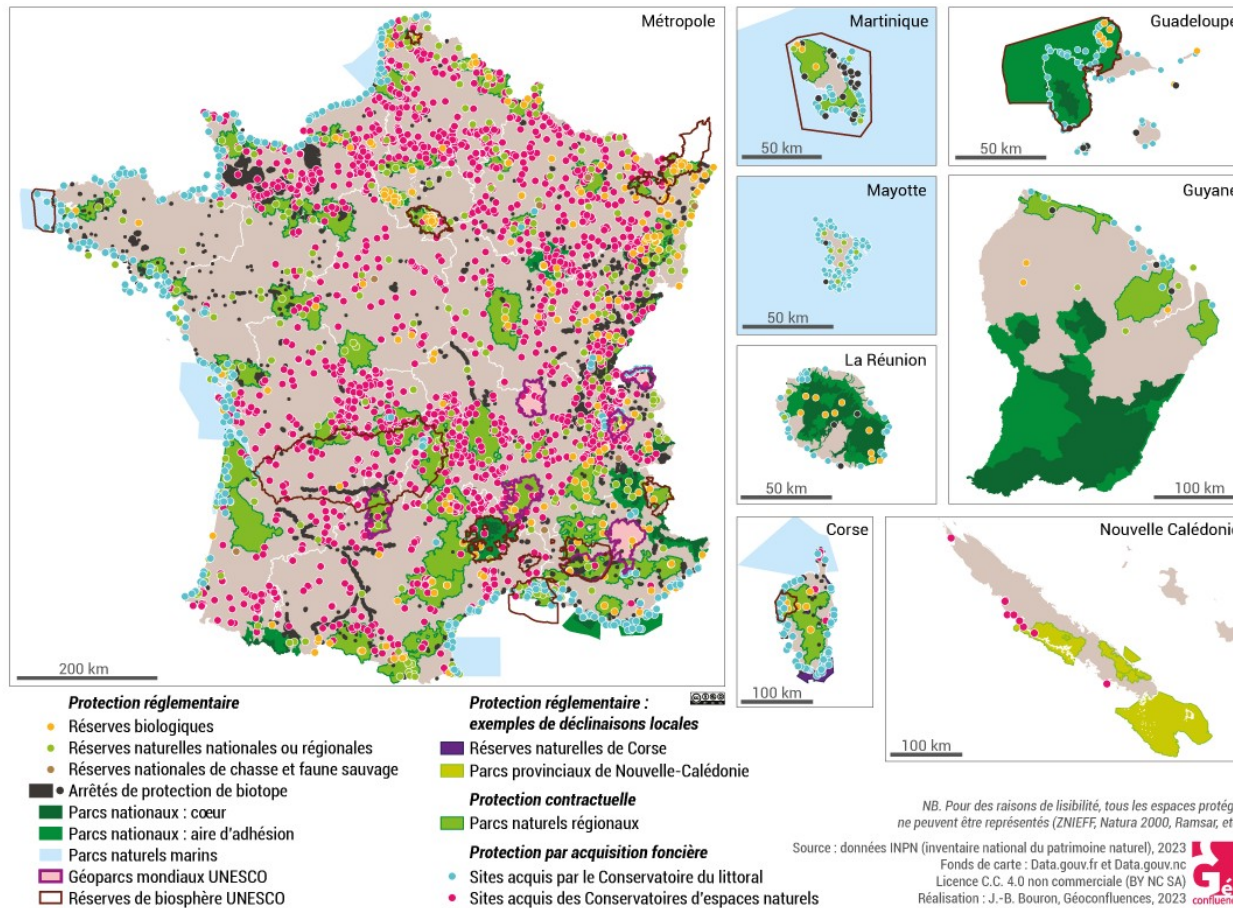
Evolution des population de loup en France (source OFB)



Méthode CRM sur génotypage individuel non invasif

Protéger et restaurer

Protéger les espaces



Stratégie Nationale Biodiversité 2030

Objectif : 30 % des écosystèmes terrestres et marins classés en **aires protégées**, dont **10% sous protection forte** (mais 1,8% seulement aujourd'hui ...)

Protéger et restaurer

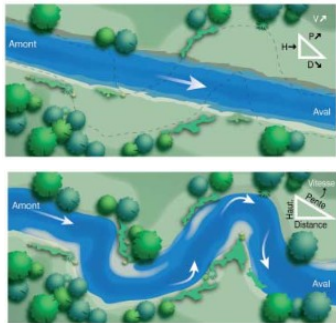
Exemple des cours d'eau

Passer à poisson

Par Rufus46
<https://commons.wikimedia.org>



Restauration du tracé du cours d'eau



Introduction d'une espèce ingénieure : le castor



Bylak et al. 2024

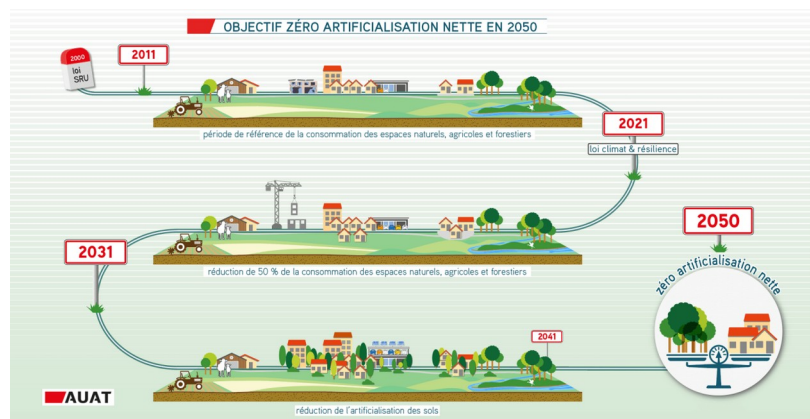
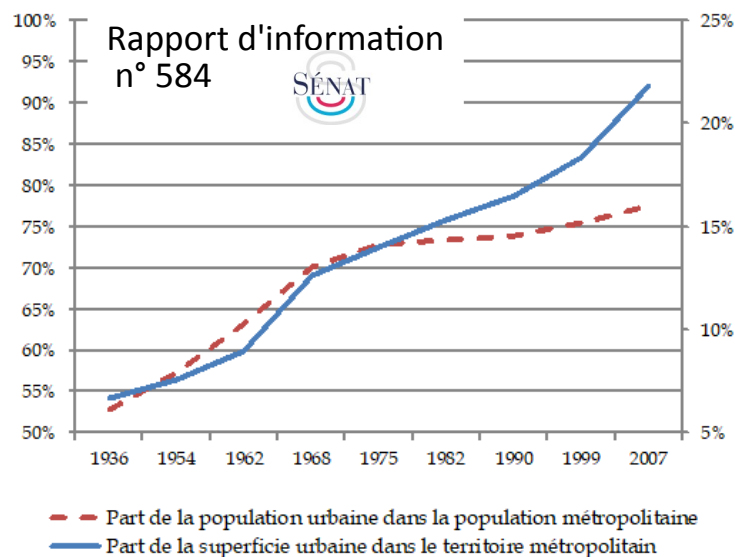
Restaurer les écosystèmes



- restaurer au moins 20% des terres et des mers de l'UE d'ici 2030
- restaurer au moins 90% des habitats en mauvais état d'ici 2050

Réduire les pressions

Zéro Artificialisation nette (ZAN)



Plans Écophyto



Stratégie de réduction d'usage agricole et non agricole des Pesticides

Écophyto 2018 (Écophyto I) (2007) :
Réduction de 50 % de l'usage des pesticides (2008-2018) et retrait de substances les plus problématiques

Écophyto 2 (2015) : Report des échéances Écophyto I à 2025

Écophyto 2+ (2018) : Ajout d'un objectif de sortie du Glyphosate

Écophyto 2030 (Début 2024) : Report de l'échéance à 2030

Fev 2024 : Abandon des objectifs 2030, remplacement de l'indicateur de suivi (NODU) par un indicateur scientifiquement moins étayé ...

- Zéro artificialisation nette en 2050
- Système de compensation

Des effets tangibles des actions sur les espèces et les écosystèmes

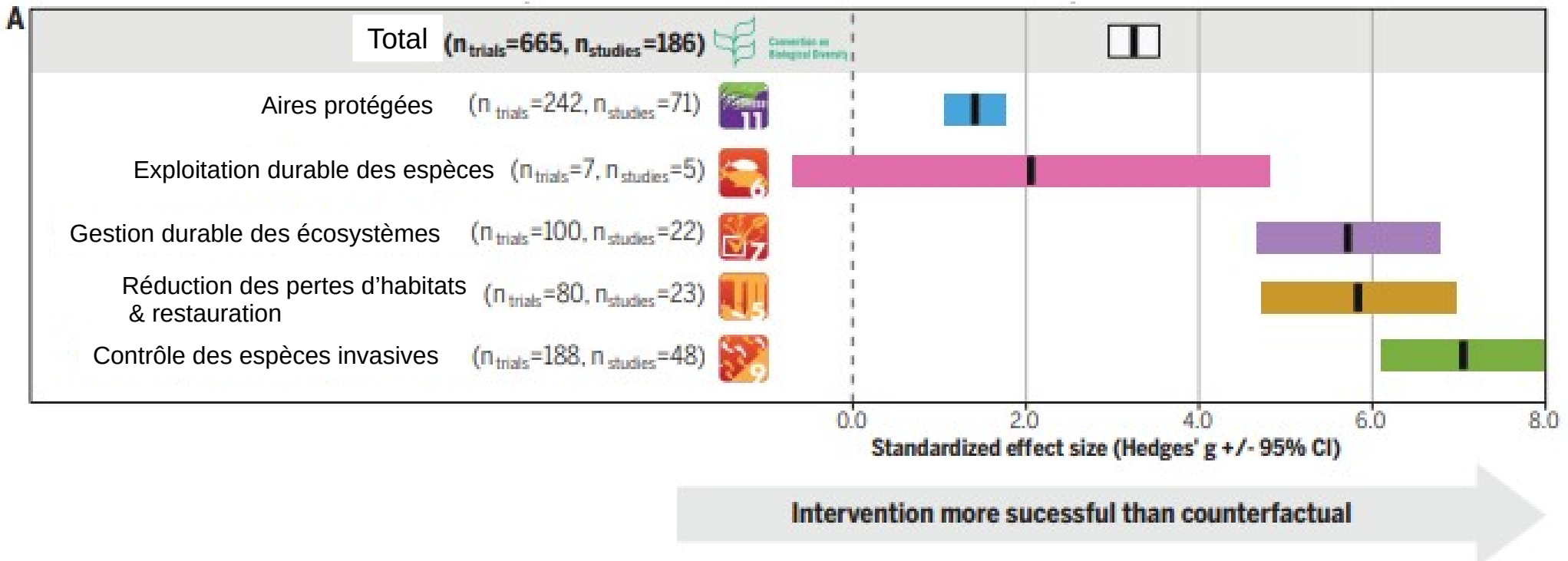
CONSERVATION

The positive impact of conservation action

Penny F. Langhamer^{1,2,4}, Joseph W. Bull^{3,4,5}, Jake E. Bicknell⁴, Joseph L. Oakley⁶, Mary H. Brown¹, Michael W. Bruford^{7,8,†}, Stuart H. M. Butchart^{9,10}, Jamie A. Carr^{11,12,13}, Don Church¹, Rosie Cooney^{14,15,†}, Simone Cutajar¹⁶, Wendy Foden^{13,17,18,19}, Matthew N. Foster¹, Claude Gascon²⁰, Jonas Geldmann^{10,21}, Piero Genovesi^{22,23,24}, Michael Hoffmann^{25,26}, Jo Howard-McCombe^{27,28}, Tiffany Lewis²⁹, Nicholas B. W. Macfarlane³⁰, Zoe E. Melvin^{27,31}, Rossana Stoltz Merizalde³², Meredith G. Morehouse³³, Shyama Pagad³⁴, Beth Polidoro^{25,35}, Wes Sechrest¹, Gernot Segelbacher^{8,36}, Kevin G. Smith³⁷, Janna Steadman⁴, Kyle Strongin³⁸, Jake Williams³⁹, Stephen Woodley⁴⁰, Thomas M. Brooks^{41,42,43}

19 DECEMBER 2014 • VOL 346 ISSUE 6216

sciencemag.org **SCIENCE**



Réorganiser l'économie et les systèmes de production



Grenelle de l'environnement



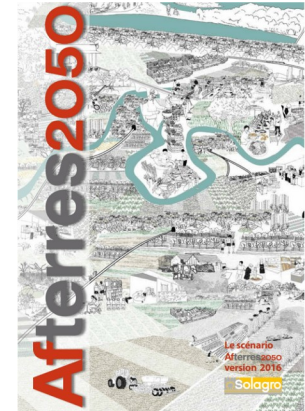
Initiative 4pour1000



Stratégie nationale bas-carbone



Transition écologique



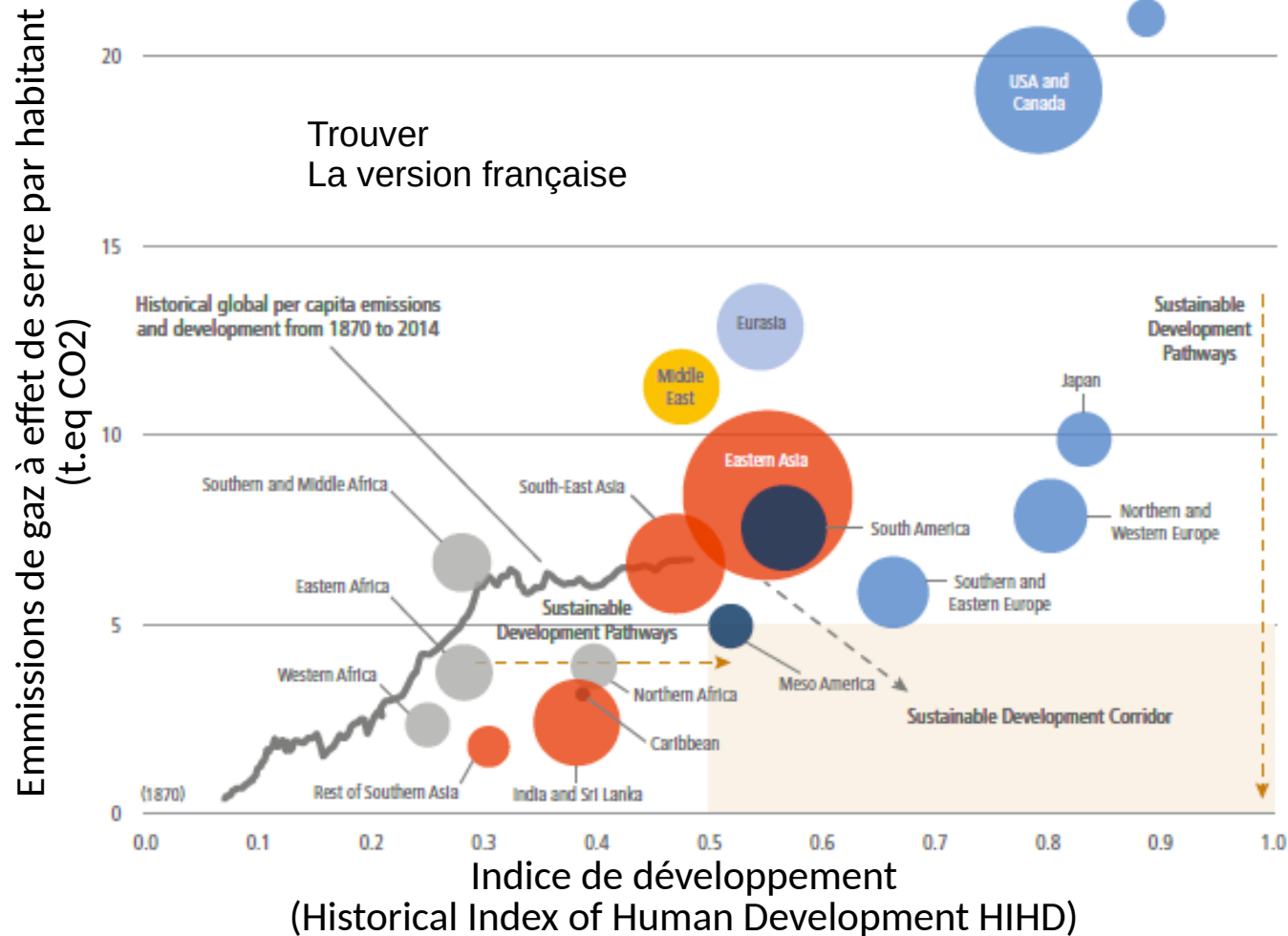
ONG Solagro



Adopter des styles de vie plus sobres et plus équitables



Working Group III
Mitigation of Climate Change



Le chemin vers la zone de développement soutenable diffère selon les pays mais dans chaque cas, des **transformations** sont nécessaires dans la manière dont le développement humain est atteint tout en limitant les émissions de GES.

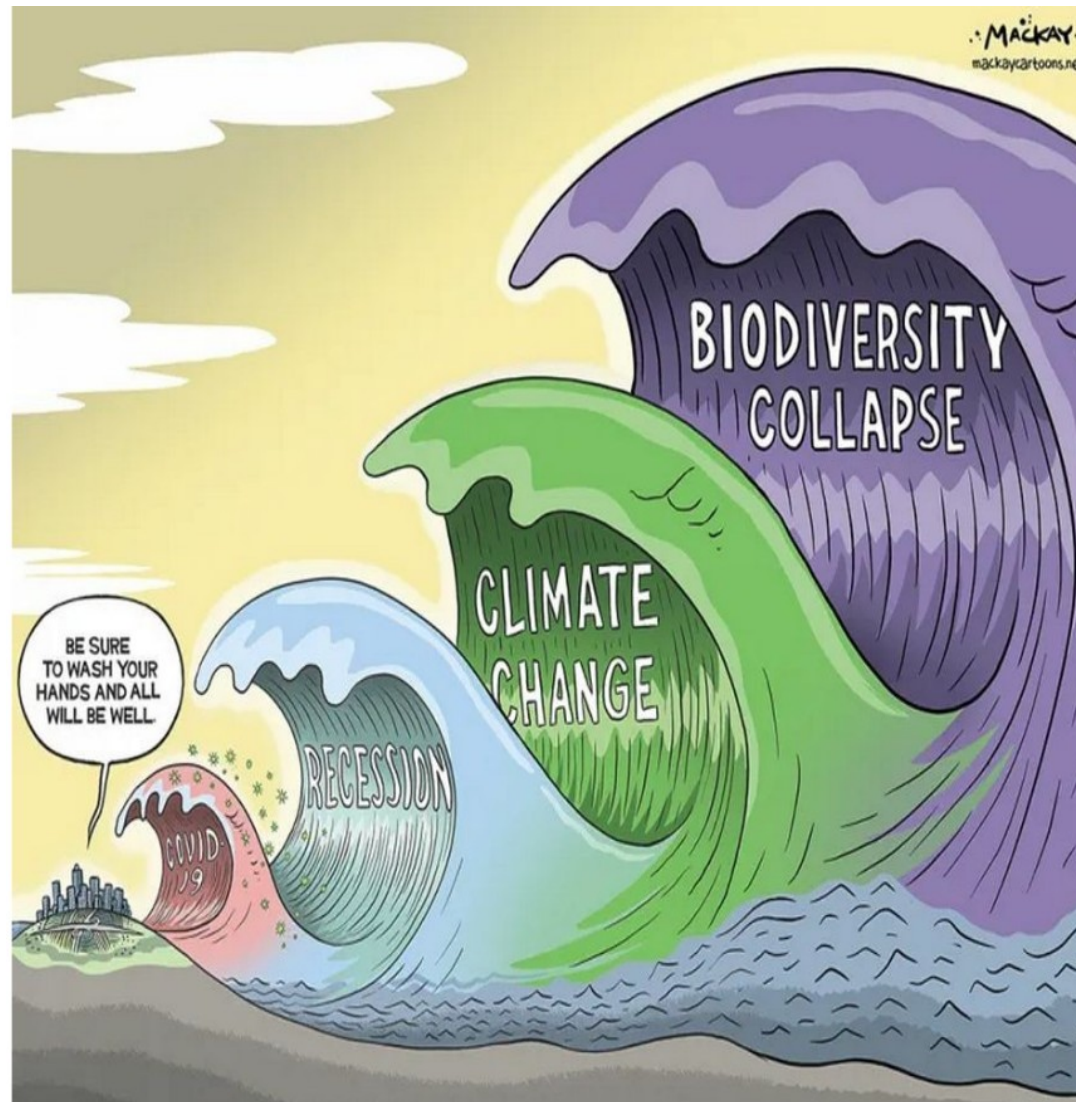
Conclusions sur les causes et les leviers

- Les causes de la sixième extinction ont pour origine les activités humaines
- De nombreux leviers d'action existent qui permettraient d'en atténuer les conséquences
- Leur mise en œuvre nécessite des transformations en profondeur de nos sociétés
- Les trajectoires doivent être conçues dans le respect du développement humain

Des questions ?

- *Les causes de la sixième extinction ont pour origine les activités humaines*
- *De nombreux leviers d'action existent qui permettraient d'en atténuer les conséquences*
- *Leur mise en œuvre nécessite des transformations en profondeur de nos sociétés*
- *Les trajectoires doivent être conçues dans le respect du développement humain*

Conclusion / Discussion



De nombreux leviers existent pour atténuer la crise de la biodiversité. Il est plus que temps de les mettre en œuvre

Quelques références

Quizz sur la biodiversité (à faire entre amis ou en famille)

<https://sondages.inrae.fr/index.php/598445?lang=fr>

Résumés de l'IPBES pour les décideurs :

IPBES (2022) Summary for policymakers of the methodological assessment of the diverse values and valuation of nature of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.

<https://zenodo.org/records/7410287>

IPBES (2019): Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.3553579>

Ouvrages de vulgarisation :

Tatiana Giraud, Marie Hameller (2024) L'attention au Vivant. L'observatoire EDS DE. EAN : 9791032930717

Marc-André Selosse (2021) Jamais seuls. Ces microbes qui contruisent les plantes, la animaux et les civilisations. Actes Sud. EAN : 9782330077495