

# Conservation de la biodiversité



François Sarrazin

Sorbonne Université

Centre d'Écologie et des Sciences de la Conservation

UMR 7204 MNHN-CNRS-SU



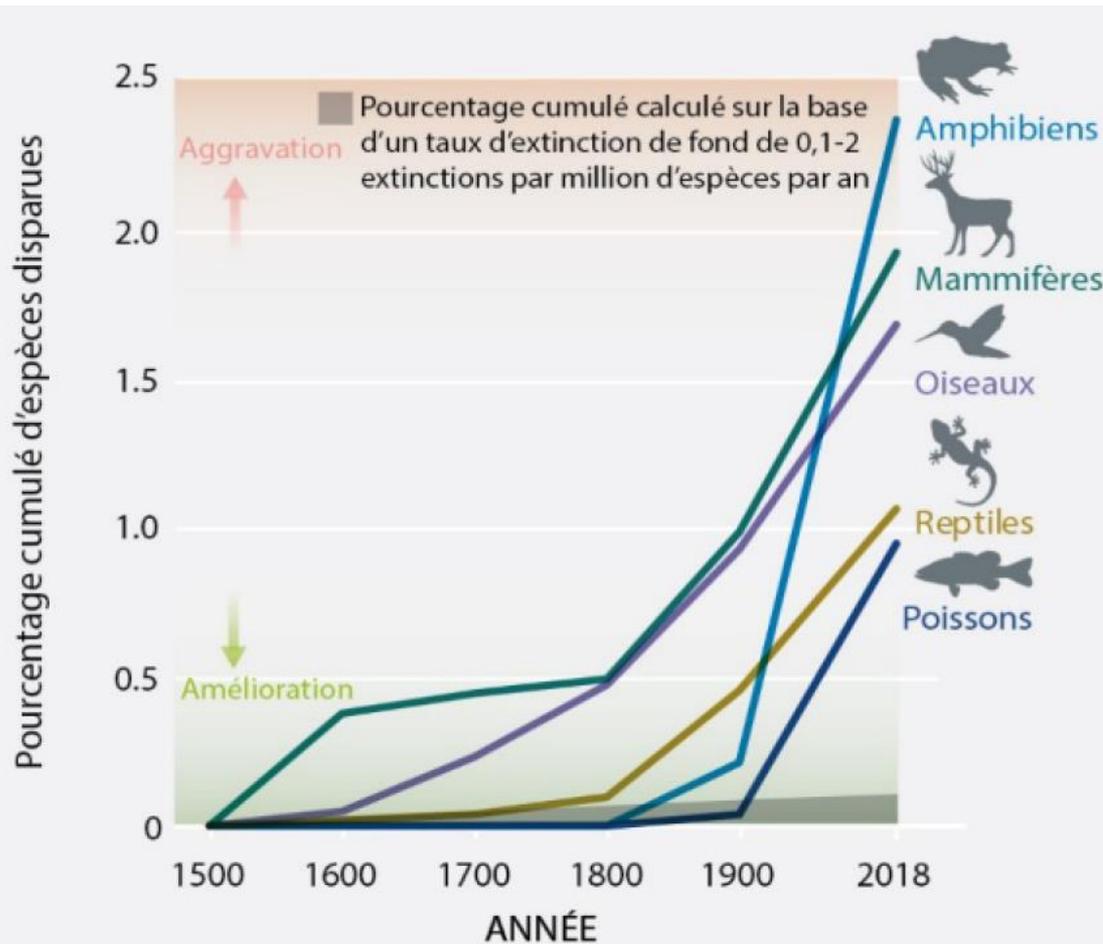
# DIFFERENTS NIVEAUX DE BIODIVERSITÉ



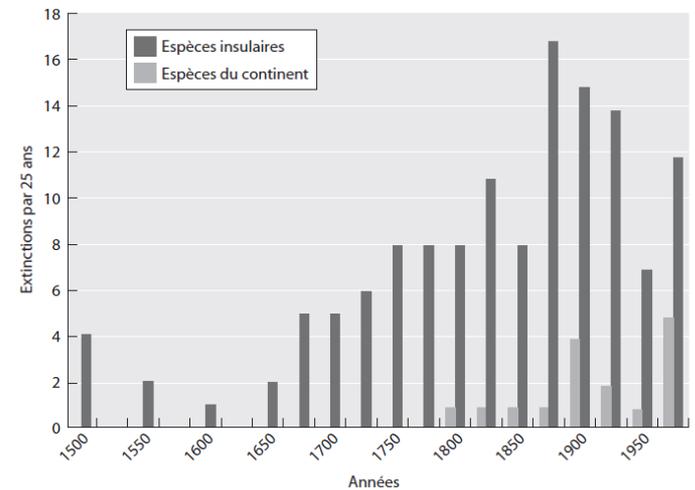
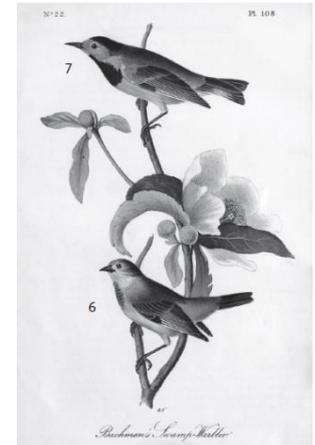
- Gènes
- Individus
- Populations
- Communautés
- Ecosystèmes
- Socio-écosystèmes



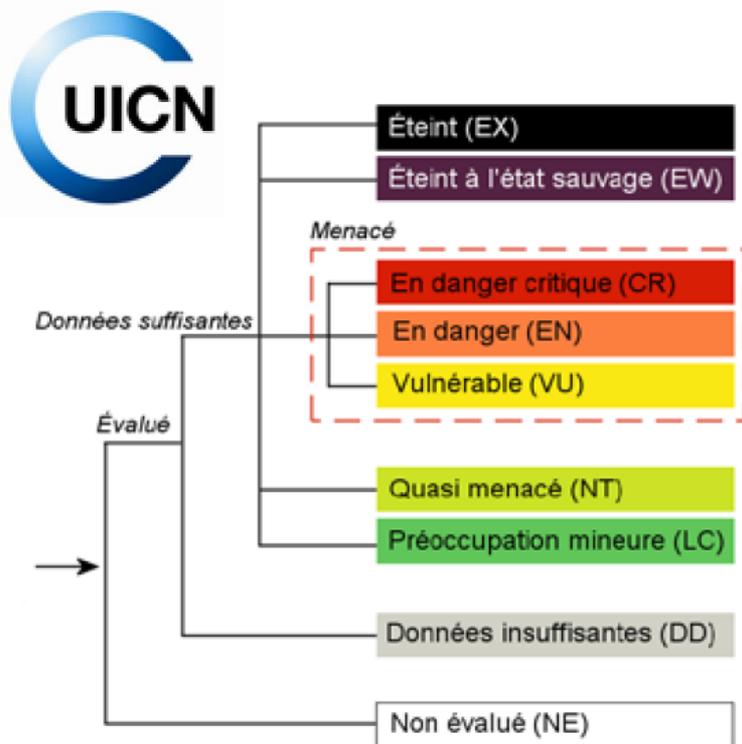
# EXTINCTIONS DEPUIS 1500



Paruline de Bachman (*Vermivora bachmanii*) et Franklinia (*Franklinia Alatomaha*).



# ENJEUX ESPÈCES: LISTES ROUGES, CATÉGORIES ET CRITÈRES

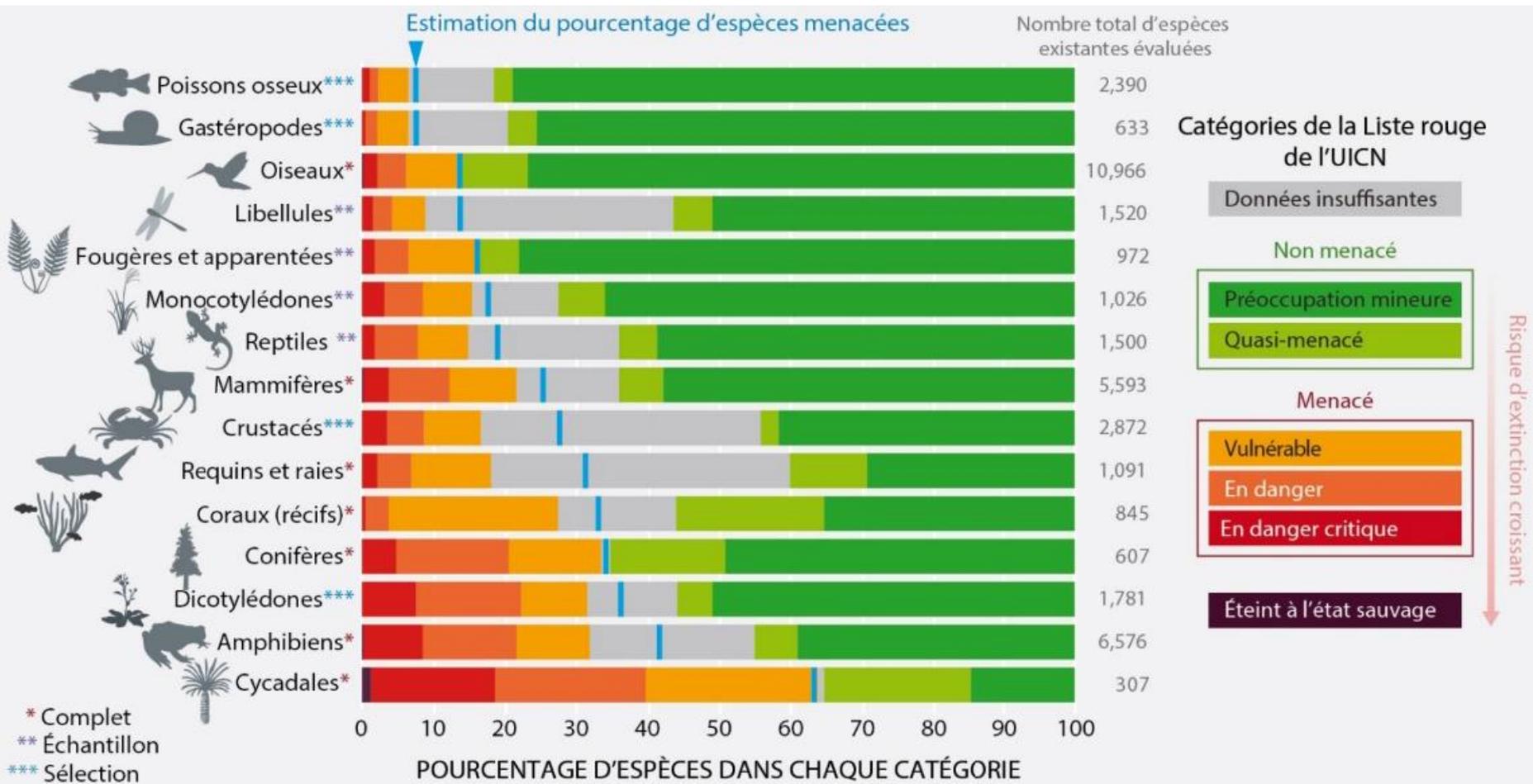


- Critères quantitatifs *(Mace & Lande 1991, 1994, IUCN 2012)*
  - Taux de déclin (A,C)
  - Distribution (B)
  - Nombres d'individus matures (C, D)
  - Probabilité d'extinction (E)
- Applicable à tous les taxons
- Permet des comparaisons
- Prise en compte des incertitudes *(Akçakaya et al. 2000)*
- Ré-évaluation régulière
- Définition au niveau régional *(Gardenfors et al. 2001, IUCN 2003)*



	Estimated Number of described species <sup>1</sup>	Number of species evaluated by 2021 (IUCN Red List version 2021-3)	% of described species evaluated by 2021 (IUCN Red List version 2021-3)	Number of threatened species <sup>2</sup> by 2021 (IUCN Red List version 2021-3)	Estimated % threatened species in 2021 (IUCN Red List version 2021-3) <sup>2,3,4</sup>		
					Lower estimate (threatened spp. as % of extant evaluated species)	Best estimate (threatened spp. as % of extant data sufficient evaluated species)	Upper estimate (threatened and DD spp. as % of extant evaluated species)
<b>VERTEBRATES</b>							
Mammals <sup>5</sup>	6,578	5,968	91%	1,333	23%	26%	37%
Birds	11,162	11,162	100%	1,445	13%	13%	14%
Reptiles	11,690	10,148	87%	1,839	18%	21%	33%
Amphibians	8,395	7,296	87%	2,488	34%	41%	51%
Fishes	36,058	22,581	63%	3,332	<i>Insufficient coverage</i>		
<b>Subtotal</b>	<b>73,883</b>	<b>57,155</b>	<b>77%</b>	<b>10,437</b>			
<b>INVERTEBRATES</b>							
Insects	1,053,578	12,100	1.1%	2,270	<i>Insufficient coverage</i>		
Molluscs	83,706	9,019	11%	2,385	<i>Insufficient coverage</i>		
Crustaceans <sup>6</sup>	80,122	3,189	4%	743	<i>Insufficient coverage</i>		
Corals	5,610	848	15%	232	<i>Insufficient coverage</i>		
Arachnids	110,615	441	0.40%	251	<i>Insufficient coverage</i>		
Velvet Worms	208	11	5%	9	<i>Insufficient coverage</i>		
Horseshoe Crabs	4	4	100%	2	50%	100%	100%
Others	157,543	902	0.57%	150	<i>Insufficient coverage</i>		
<b>Subtotal</b>	<b>1,491,386</b>	<b>26,514</b>	<b>2%</b>	<b>6,042</b>			
<b>PLANTS<sup>7</sup></b>							
Mosses <sup>8</sup>	21,925	282	1.3%	165	<i>Insufficient coverage</i>		
Ferns and Allies <sup>9</sup>	11,800	739	6%	281	<i>Insufficient coverage</i>		
Gymnosperms	1,113	1,016	91%	403	40%	41%	42%
Flowering Plants	369,000	56,232	15%	22,477	<i>Insufficient coverage</i>		
Green Algae <sup>10</sup>	12,090	16	0.1%	0	<i>Insufficient coverage</i>		
Red Algae <sup>10</sup>	7,445	58	0.8%	9	<i>Insufficient coverage</i>		
<b>Subtotal</b>	<b>423,373</b>	<b>58,343</b>	<b>14%</b>	<b>23,335</b>			
<b>FUNGI &amp; PROTISTS<sup>11</sup></b>							
Lichens	17,000	76	0.4%	56	<i>Insufficient coverage</i>		
Mushrooms, etc.	120,000	474	0.4%	208	<i>Insufficient coverage</i>		
Brown Algae <sup>10</sup>	4,381	15	0.3%	6	<i>Insufficient coverage</i>		
<b>Subtotal</b>	<b>141,381</b>	<b>565</b>	<b>0.4%</b>	<b>270</b>			
<b>TOTAL</b>	<b>2,130,023</b>	<b>142,577</b>	<b>7%</b>	<b>40,084</b>			

# ESPECES MENACEES



# ESPECES MENACEES EN FRANCE



## Pourcentages d'espèces menacées en France métropolitaine

### Légende

**Pourcentage d'espèces menacées**

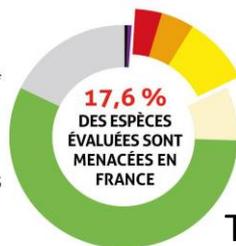
Nombre total d'espèces

- Disparue
- Menacée
- Quasi menacée
- Préoccupation mineure
- Données insuffisantes

**13 842**  
ESPECES ÉVALUÉES \*

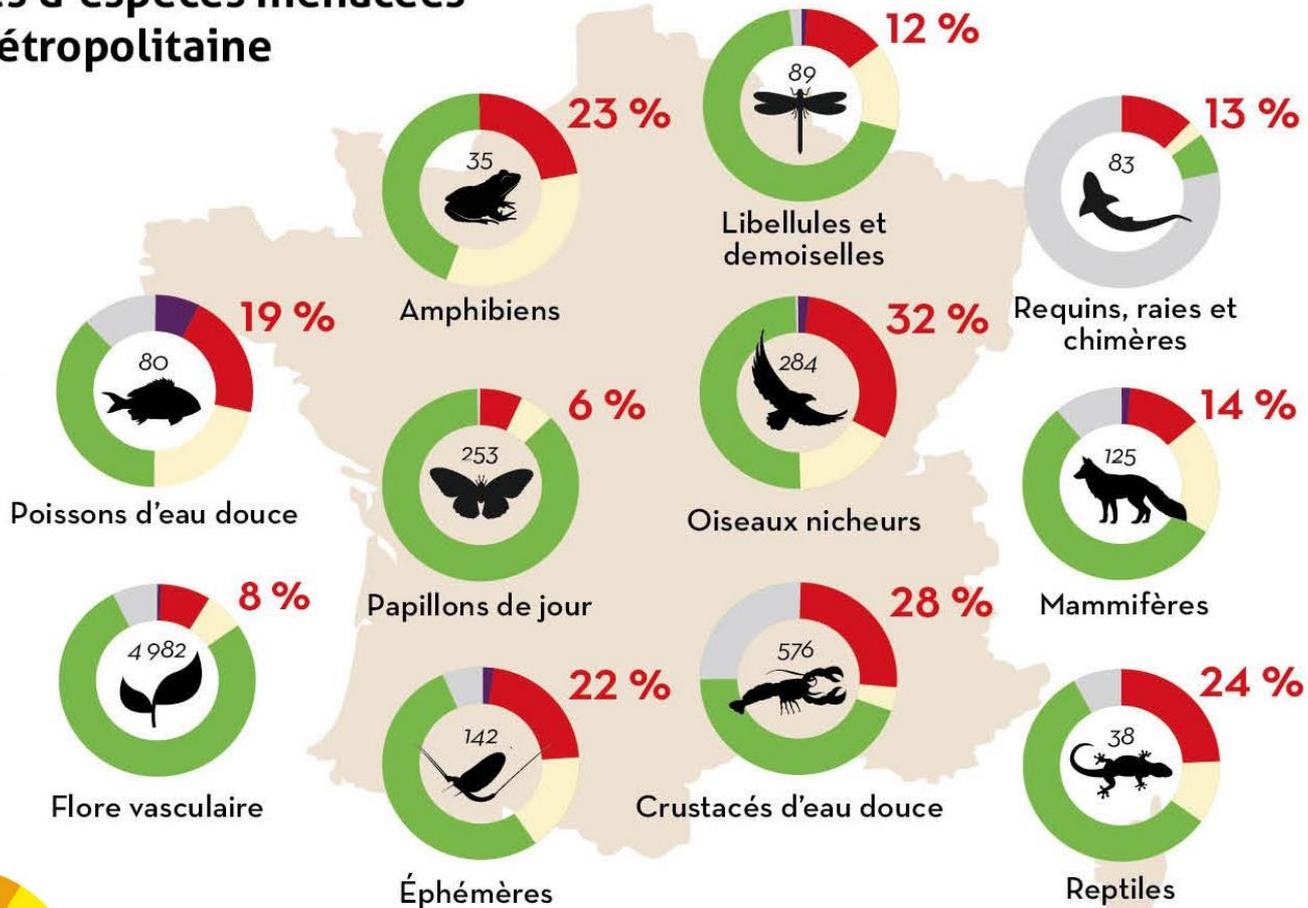
**2 430**  
ESPECES MENACÉES

**187**  
ESPECES DISPARUES  
OU ÉTEINTES



- Éteinte au niveau mondial
- Disparue de métropole ou d'un territoire d'outre-mer
- En danger critique
- En danger
- Vulnérable
- Quasi menacée
- Préoccupation mineure
- Données insuffisantes

Total avec Outre Mer



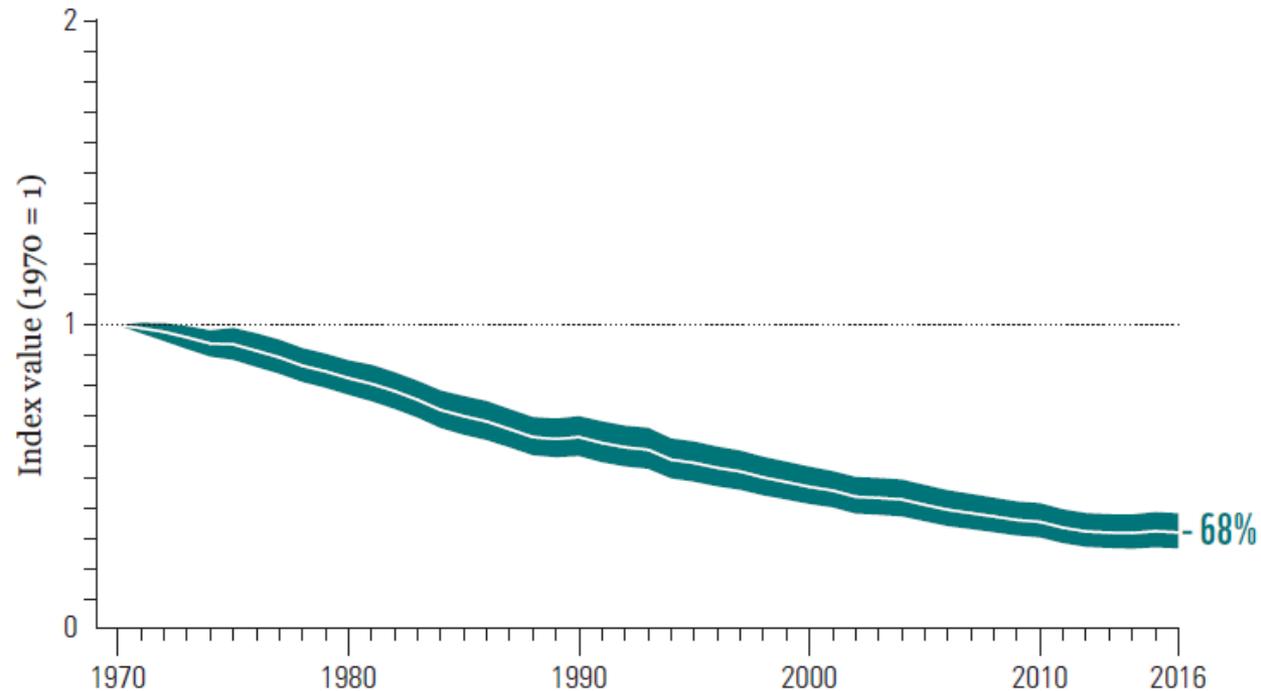
# INDICE PLANÈTE VIVANTE

## Indice Planète Vivante :

Dynamique de 20 811 populations de 4 392 espèces de mammifères, d'oiseaux, de reptiles, d'amphibiens et de poissons répartis dans le monde entier



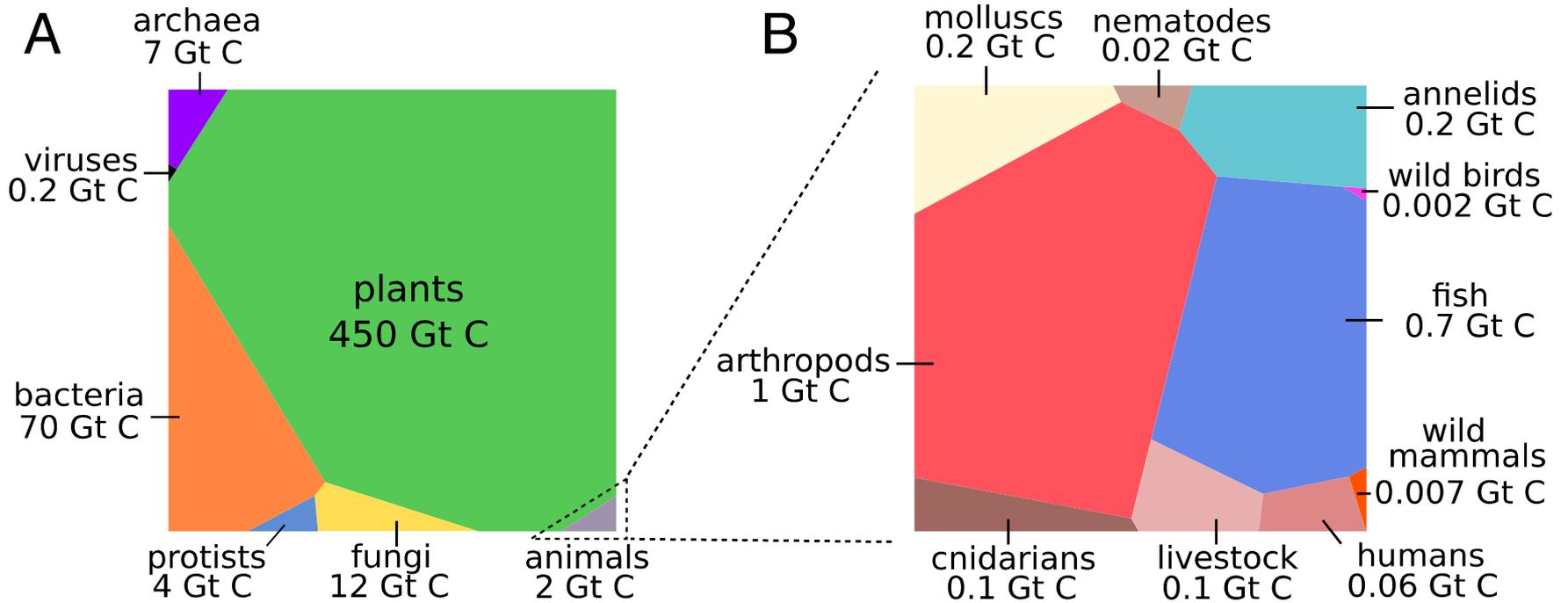
**Figure 1: The global Living Planet Index: 1970 to 2016**  
Average abundance of 20,811 populations representing 4,392 species monitored across the globe declined by 68%. The white line shows the index values and the shaded areas represent the statistical certainty surrounding the trend (range: -73% to -62%).  
Source - WWF/ZSL (2020)<sup>107</sup>.



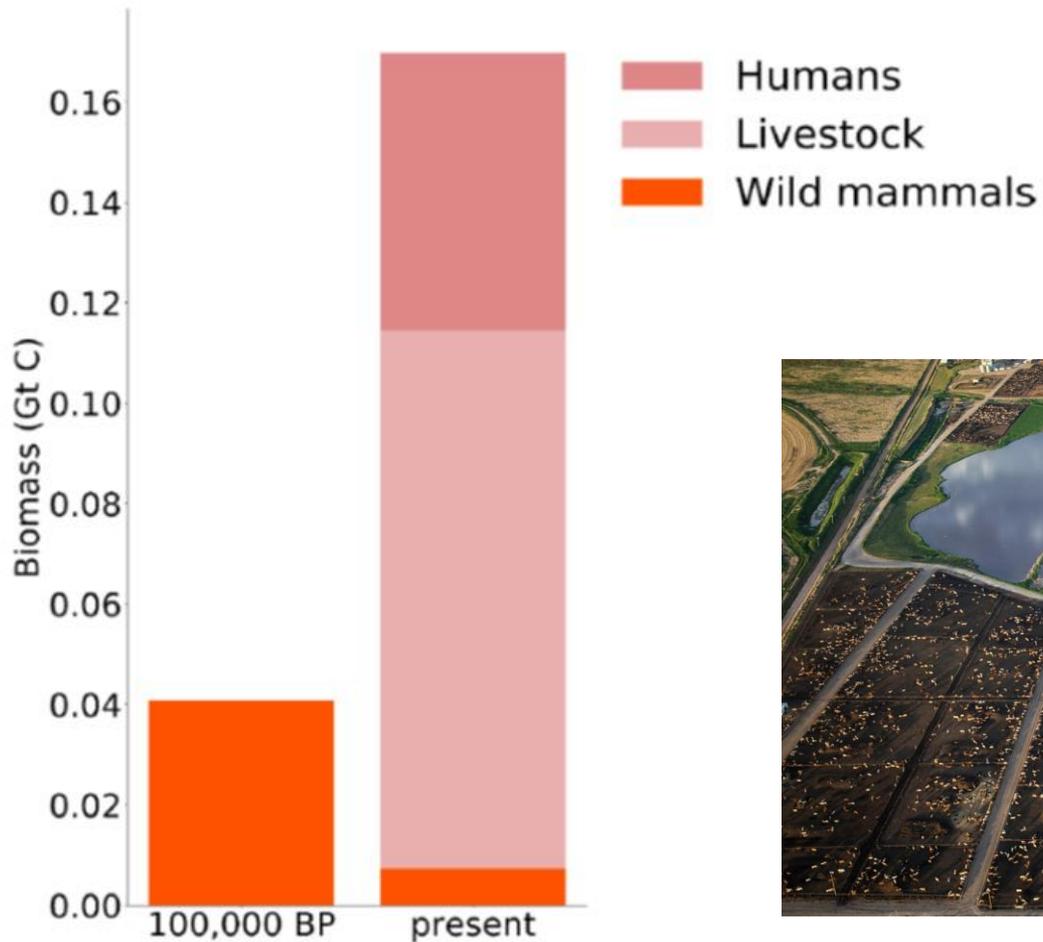
### Key

- Global Living Planet Index
- Confidence limits

# DISTRIBUTION DES BIOMASSES



# DISTRIBUTION DES BIOMASSES

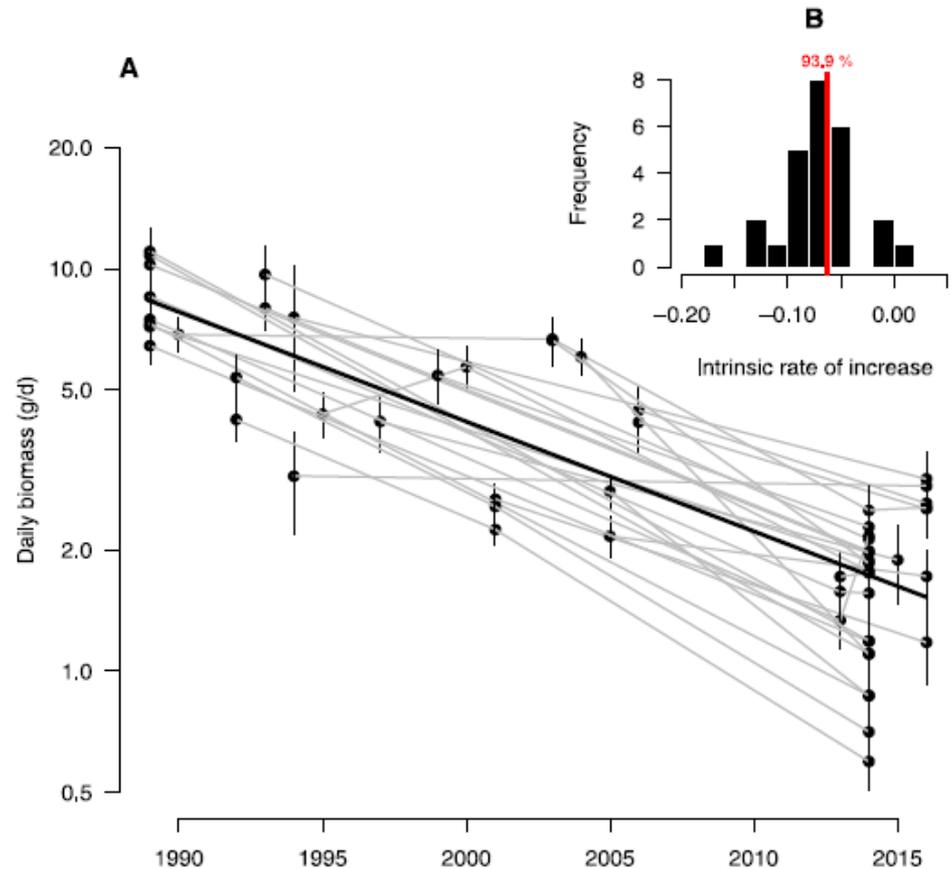


Bar-On YM *et al.*, *PNAS* 2018

# EROSION DE LA BIODIVERSITÉ



Hallmann, et al. (2017) PLoS ONE 12 (10): e0185809

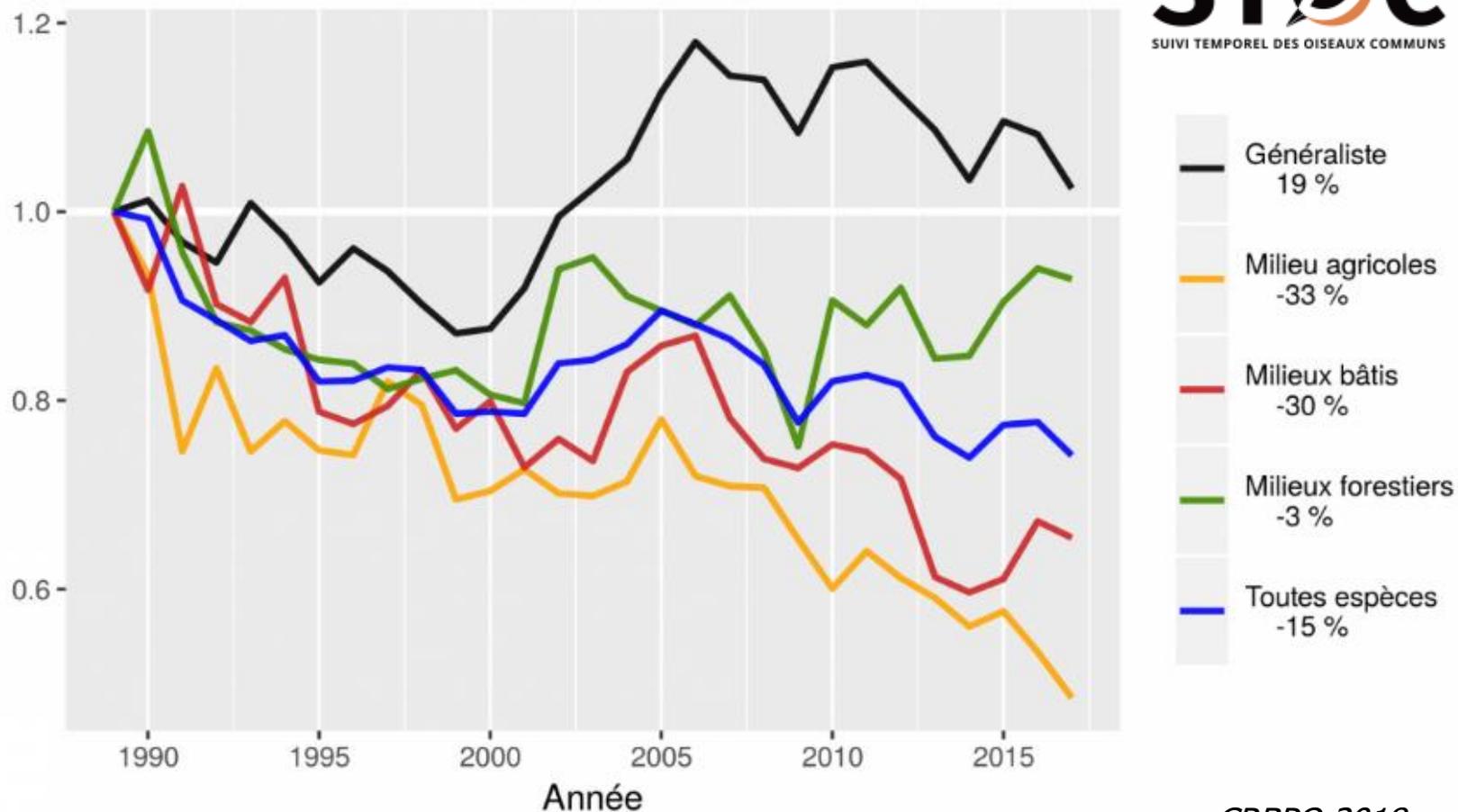


**Fig 4. Temporal distribution of insect biomass at selected locations.** (A) Daily biomass (mean  $\pm 1$  se) across 26 locations sampled in multiple years (see [S4 Fig](#) for seasonal distributions). (B) Distribution of mean annual rate of decline as estimated based on plot specific log-linear models (annual trend coefficient =  $-0.053$ ,  $sd = 0.002$ , i.e. 5.2% annual decline).

# EROSION DES SPÉCIALISTES

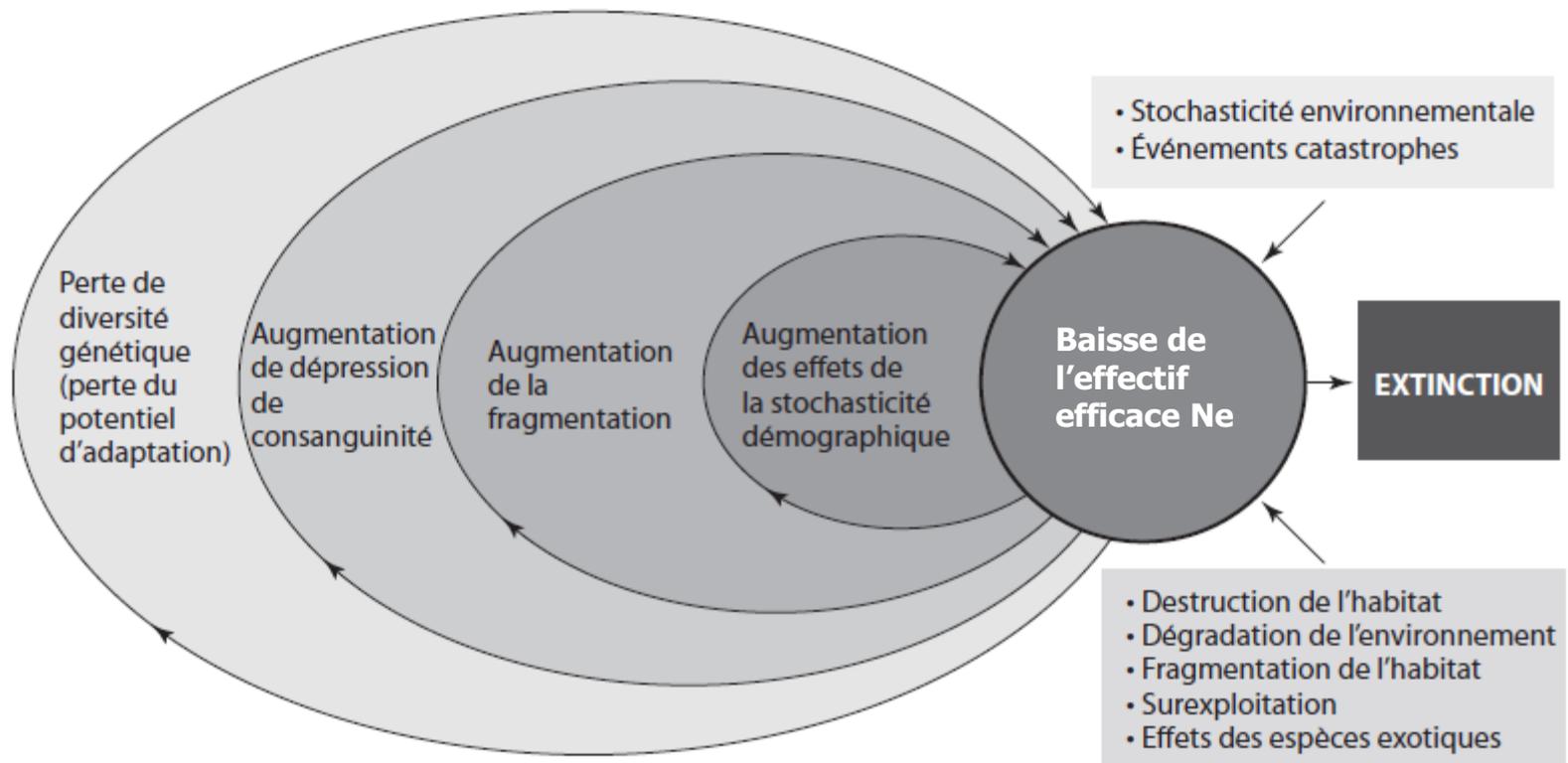


Variation de l'indicateur groupe de spécialisation



# QUELS PROCESSUS ?

- Causes naturelles et anthropiques
- Causes ultimes vs proximales



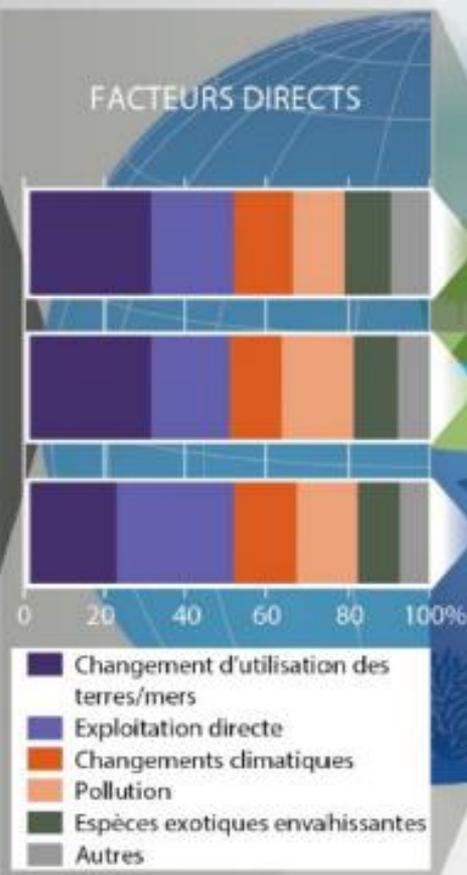
## FACTEURS

### FACTEURS INDIRECTS

Valeurs et comportements

- Facteurs démographiques et socioculturels
- Facteurs économiques et technologiques
- Institutions et gouvernance
- Conflits et épidémies

### FACTEURS DIRECTS



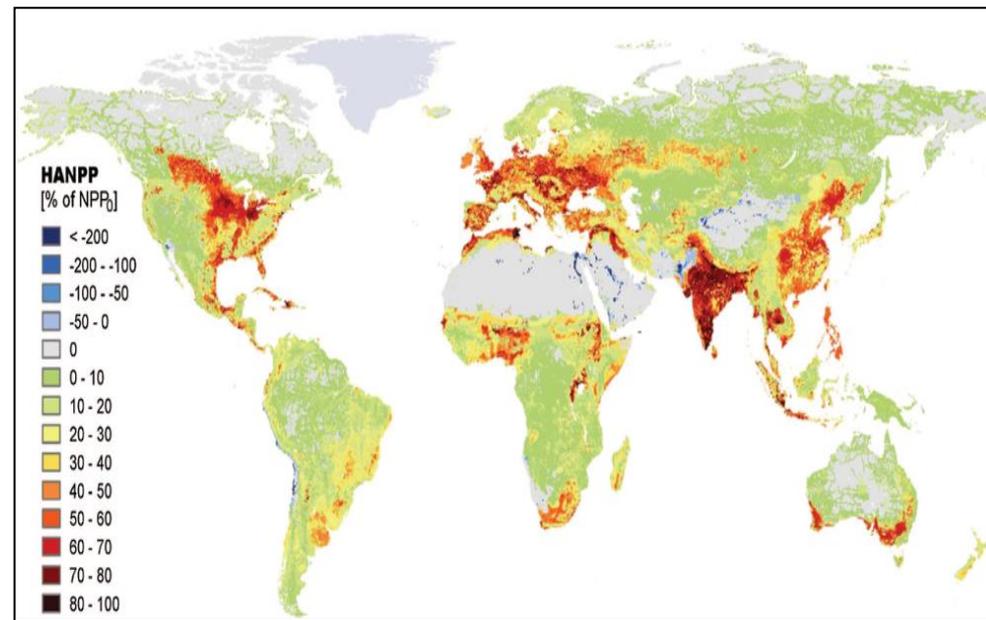
## EXEMPLES DE DÉCLIN DE LA NATURE



\* Depuis la préhistoire

# APPROPRIATION DE LA PRODUCTIVITÉ PRIMAIRE NETTE DES ECOSYSTÈMES TERRESTRES PAR L'HOMME

- D'après Haberl *et al.* 2007
  - 1 espèce collecte 23,8% de la PPN
  - 53% par la récolte
  - 40% par les changements d'usage des sols
  - 7% par les feux
- PPN Totale appropriée par les hommes en pourcentage de la  $PPN_0$ . Bleu (impact négatif donc augmentation, jaune faible impact, rouge et noir fort impact)



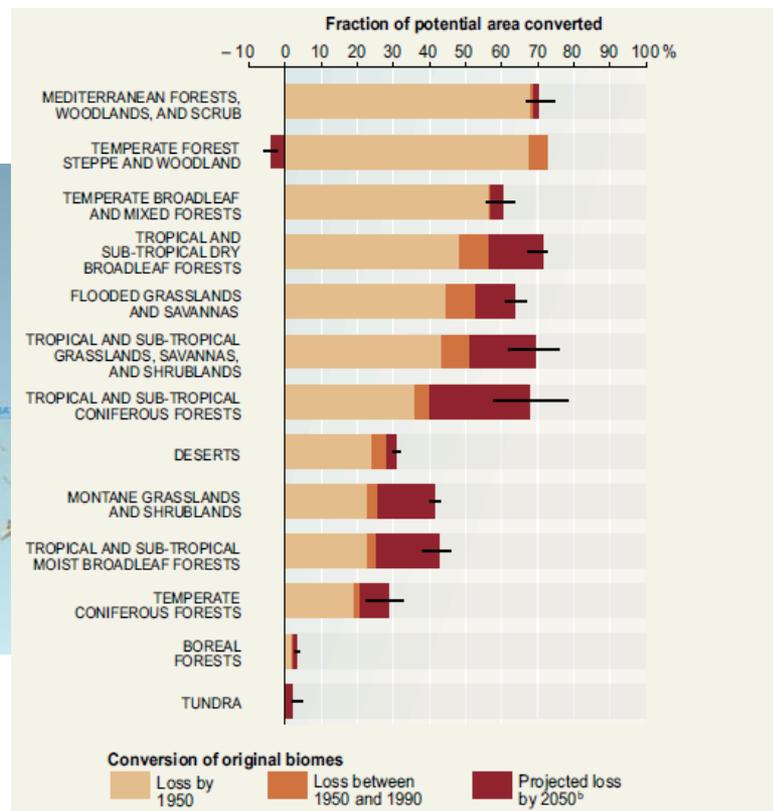
# CHANGEMENT EN STRUCTURE ET FONCTION DES ECOSYSTÈMES

- Plus de surface a été convertie en surface cultivées dans les 30 années après 1950 que dans les 150 ans entre 1700 et 1850.

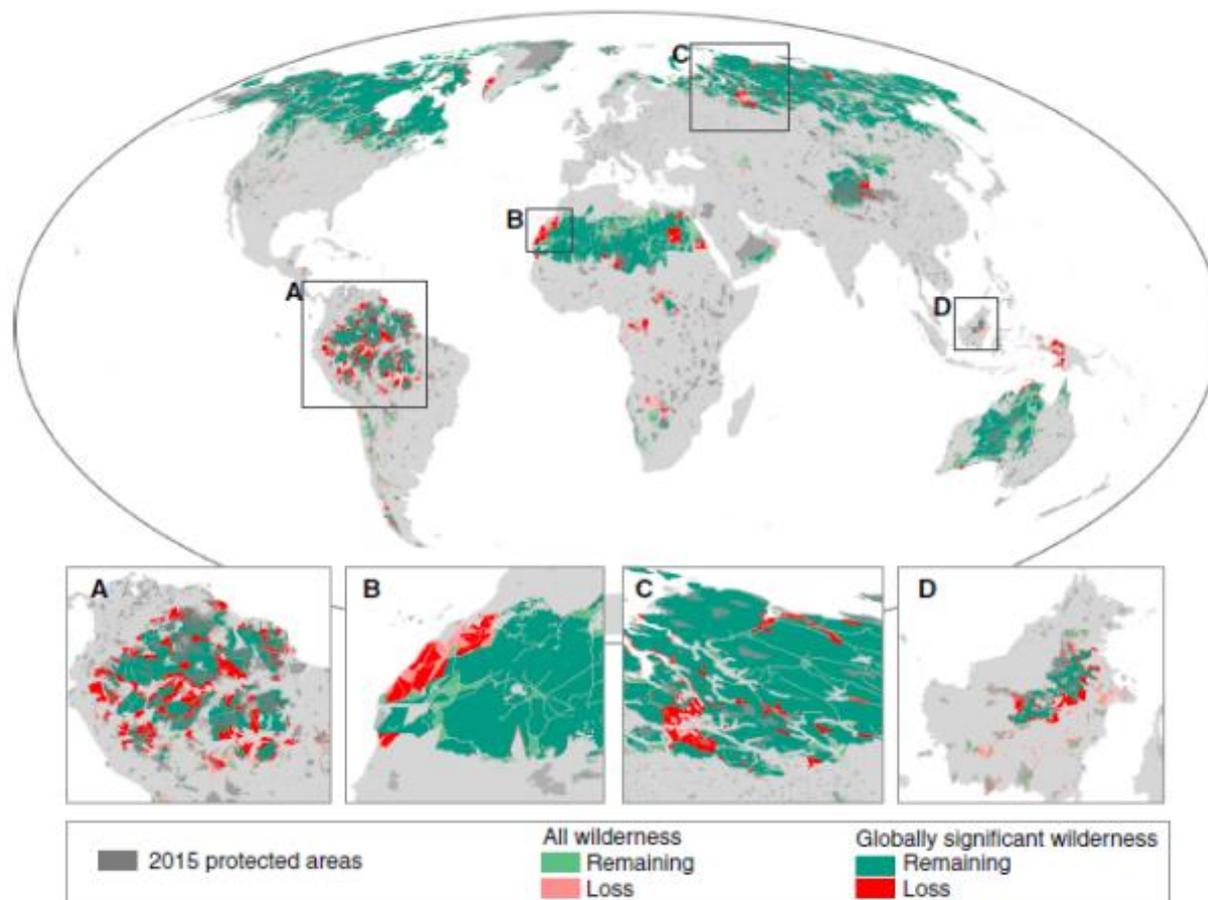


**Les systèmes cultivés couvrent 25% des terres émergées en 2000.**

(zones où au moins 30% du paysage est dédié à des cultures, des zones en transition vers les cultures, l'élevage ou l'aquaculture en eau douce.



# PERTE DES ESPACES SAUVAGES



Watson et al. 2016

**Figure 1. Change in the Distribution of Wilderness and Globally Significant Wilderness Areas since the Early 1990s**  
Globally significant wilderness areas are defined as wilderness areas >10,000 km<sup>2</sup>. The insets are focused on the Amazon (A), the western Sahara (B), the West Siberian taiga (C), and Borneo (D). See also Figures S1 and S2.

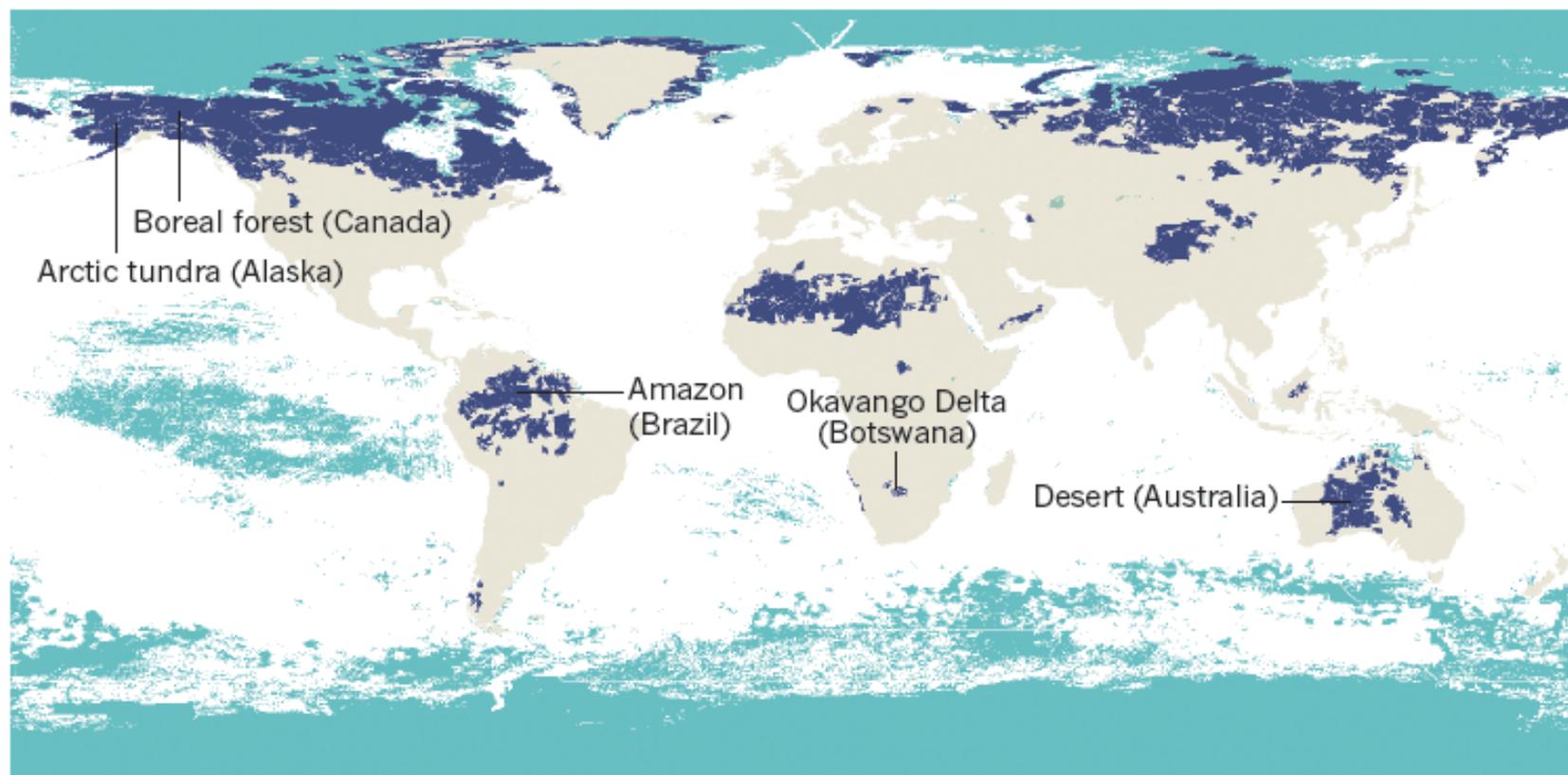
# EMPREINTE SUR LES ESPACES SAUVAGES

## THE HUMAN FOOTPRINT

77% of land (excluding Antarctica) and 87% of the ocean has been modified by the direct effects of human activities.

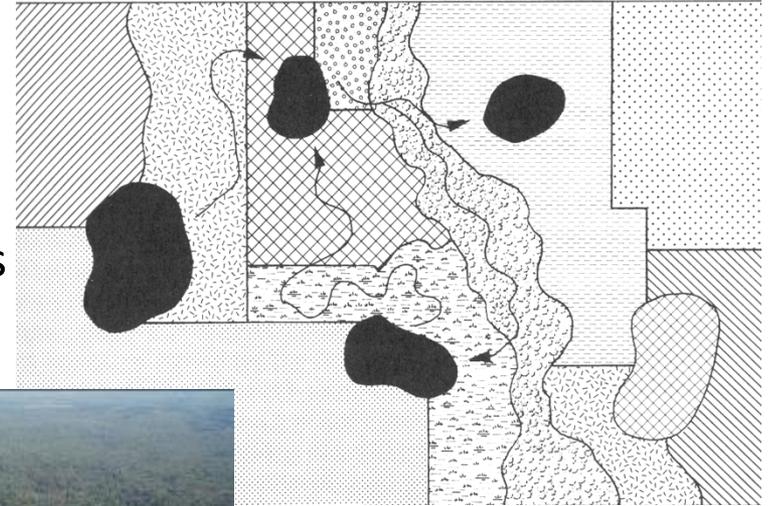
Watson et al. 2018

REMAINING WILDERNESS: ■ Terrestrial ■ Marine



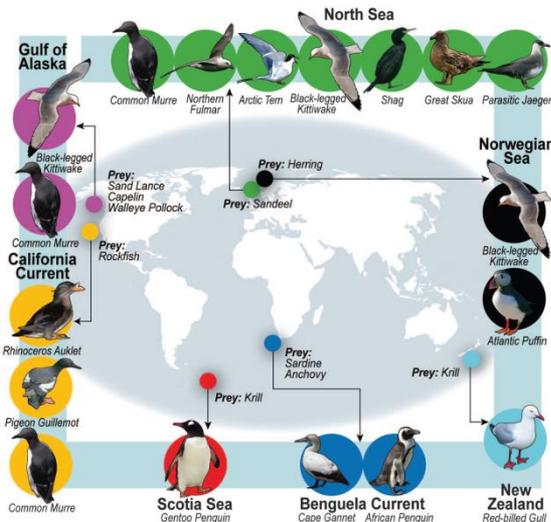
# PERTES ET FRAGMENTATIONS DES HABITATS

- Effets majeurs sur la biodiversité
  - Processus démo-génétiques sur les populations
  - Effets en cascades sur les communautés et les écosystèmes
  - Potentialités de réponse aux changements globaux
- Enjeux sur le maintien et la restauration des trames vertes et bleues

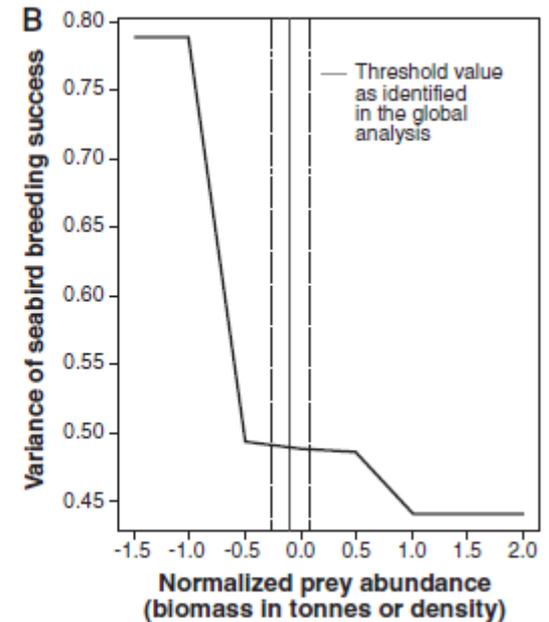
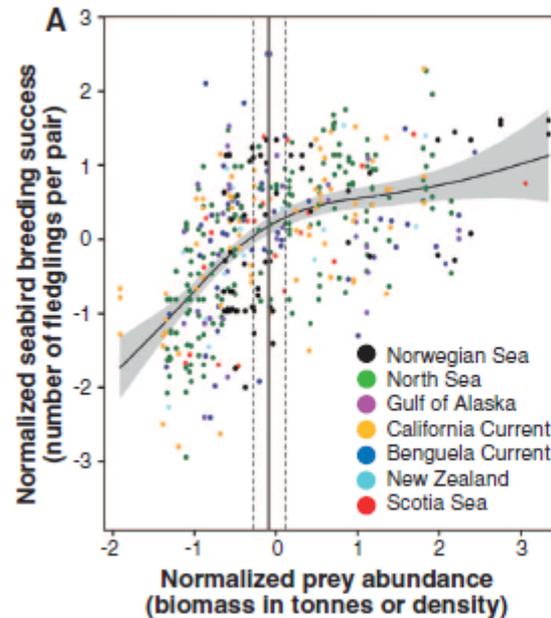


# SUREXPLOITATION

- Pêches /Chasse / Collecte...
- Impact fort notamment sur les espèces longévives
- Conséquences évolutives ?
- Conséquences sur les réseaux trophiques



d'après Curry et al. 2011



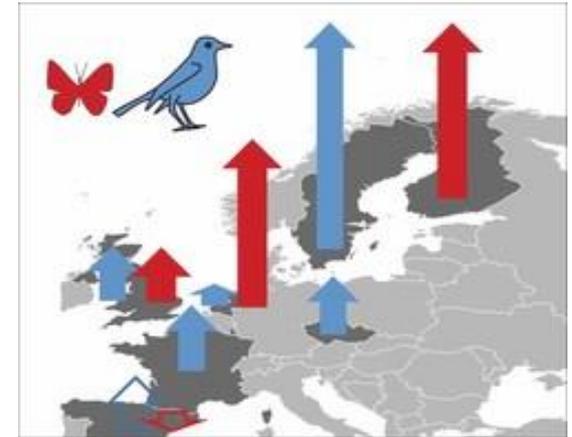
# CHANGEMENTS CLIMATIQUES

- Capacité de résistance

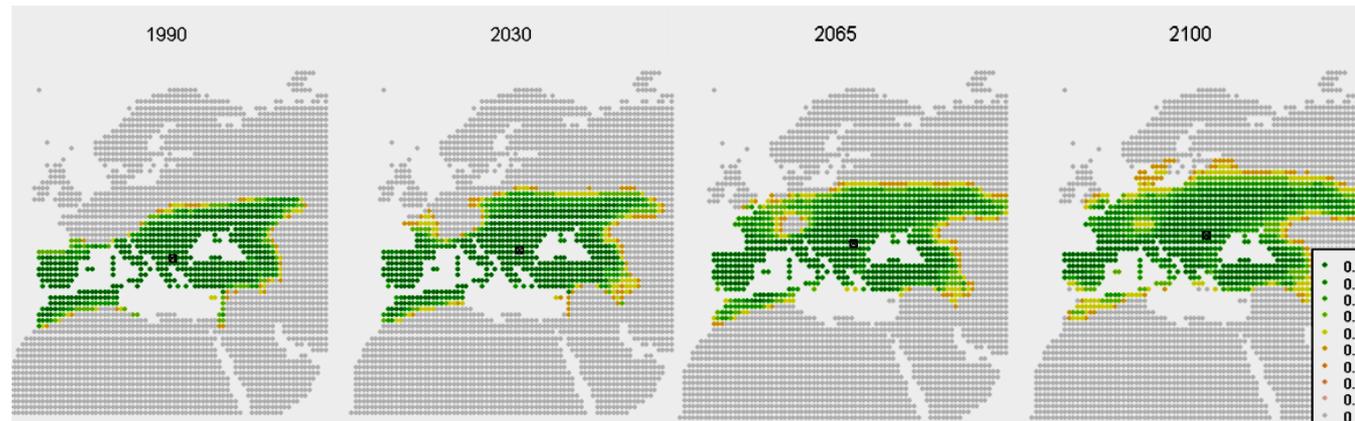
- Température
- précipitation

- Effet sur les aires de répartition

- Capacité de mouvement ?
- Patrons de migration ?
- Réponse au sein des communautés et des écosystèmes



- Sélection/évolution ?



d'après Devictor et al. 2012

# INVASIONS BIOLOGIQUES

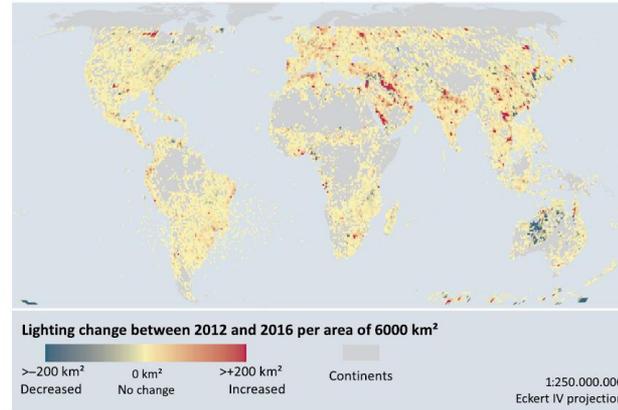
- Exotiques ayant un impact sur les écosystèmes et/ou les activités humaines
- Problème de perception
- Impact fort en milieux insulaires
- Plantes, Animaux (nac)
- Transport Passif ou actif
- Invasion: Cause ou conséquence ?
  
- Exemples:
  - Ecrevisse de californie
  - 2 espèces de Jussies en France (*Ludwigia grandiflora* et *Ludwigia peploides*) originaires d'Amérique du Sud, introduites en France dans les environs de Montpellier dans les années 1830.
  - Herbe de la Pampa, décorative invasive en zone méditerranéenne



# POLLUTIONS MULTIPLES

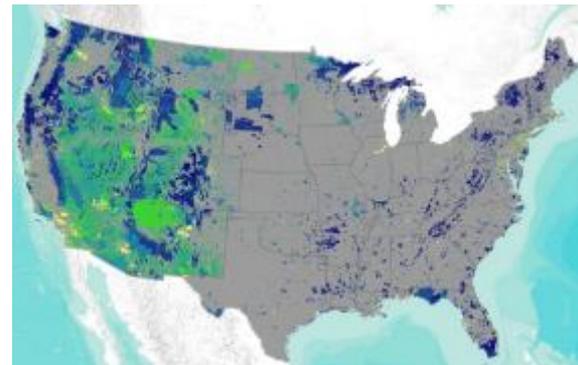
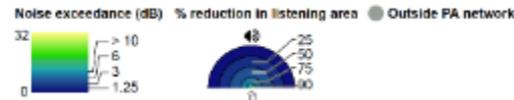
- Pollutions chimiques
  - Pesticides
  - Micro macro débris plastiques
  - Eaux douces, sols, milieux marins....

## □ Pollutions lumineuses



*Kyba et al.,  
Science advance,  
2017*

## □ Pollutions sonores



*Buxton et al.,  
Science, 2017*



PERSPECTIVES

POLLUTION

### *Microplastics research— from sink to source*

Microplastics are ubiquitous not just in the ocean but also on land and in freshwater systems

By Chelsea M. Rochman

| nyls (PCBs), microplastics are now recog-

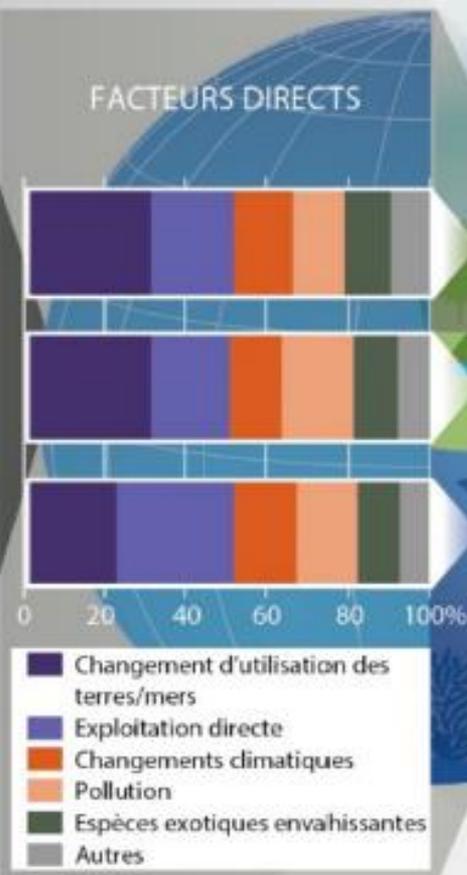
## FACTEURS

### FACTEURS INDIRECTS

Valeurs et comportements

- Facteurs démographiques et socioculturels
- Facteurs économiques et technologiques
- Institutions et gouvernance
- Conflits et épidémies

### FACTEURS DIRECTS



## EXEMPLES DE DÉCLIN DE LA NATURE



\* Depuis la préhistoire

# Mesures leviers et changements transformateurs

Approches de gouvernance intégrées, adaptatives, éclairées et inclusives comprenant des combinaisons de politiques intelligentes appliquées en particulier aux points d'appui

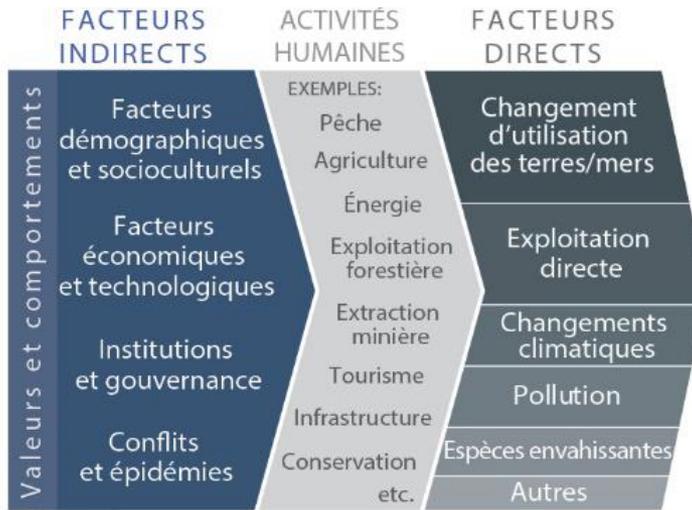
INTERVENTIONS MULTIPARTITES DE GOUVERNANCE (LEVIERS)



- Incitations et renforcement des capacités
- Coopération intersectorielle
- Action préventive
- Prise de décisions axée sur la résilience face aux incertitudes
- Droit de l'environnement et son application

POINTS D'APPUI

- Adoption de diverses définitions d'une bonne qualité de vie
- Réduction de la consommation totale et de la production de déchets
- Libération des valeurs et déclenchement d'actions
- Réduction des inégalités
- Mise en pratique de la justice et de l'inclusion dans la conservation
- Internalisation des externalités et télécouplages
- Soutenir la technologie, l'innovation et l'investissement éco-responsables
- Promotion de l'éducation et de la production et du partage des connaissances



Boucle d'apprentissage

# POURQUOI CONSERVER LA BIODIVERSITÉ ?

- Différentes approches
  - Anthropocentrisme, Ecocentrisme, Biocentrisme....
- Différentes valeurs
  - Valeur intrinsèque  
Valeur de ce qui est une fin en soi
  - Valeur instrumentale  
Valeur définie par l'utilisation réelle ou potentielle de l'entité considérée
  - Valeur relationnelle  
Valeur des liens et interactions
- Différents arguments
  - Ethiques et moraux, Biologiques et écologiques, Economiques

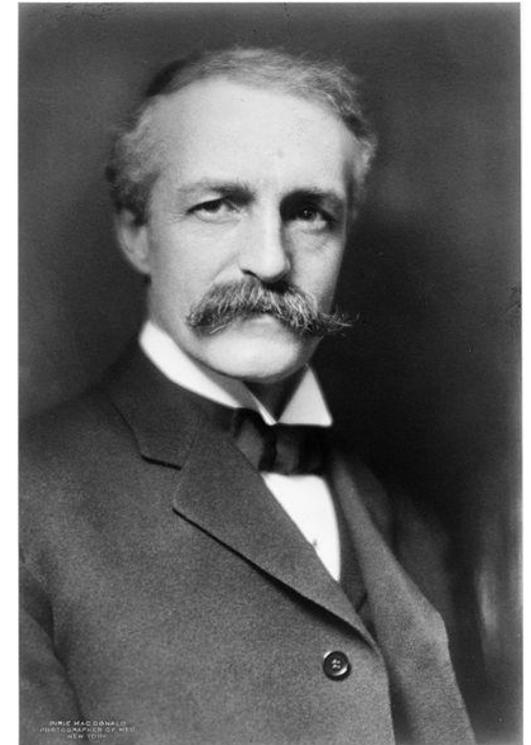
# PRÉSERVATION DE LA NATURE

- Ralph Waldo Emerson (1803-1882)
  - Philosophe, essayiste
- Henry David Thoreau (1817-1862)
  - Naturaliste, en retrait de la société
- John Muir (1838-1914)
  - Naturaliste
  - Fortes conviction religieuses
  - Fondateur du Sierra Club
  - Fondateur du Parc National Yosemite
  - Inspirateur de nombreux mouvements de conservation /protection



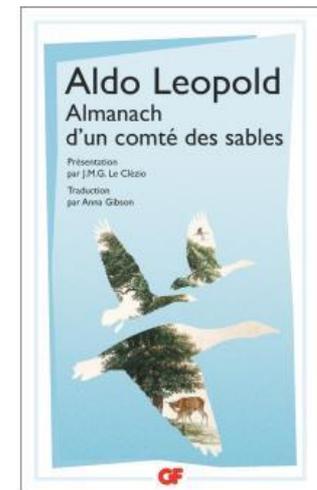
# CONSERVATION DES RESSOURCES

- Gifford Pinchot (1865-1946)
  - Premier Directeur de l' US Forest Service
  - "There are just two things on this material earth- people and natural resources."
  - "the art of producing from the forest whatever it can yield for the service of man."
  - Amitiés puis conflit avec Muir en 1897 sur la presence de pastoralisme dans les reserves forestieres

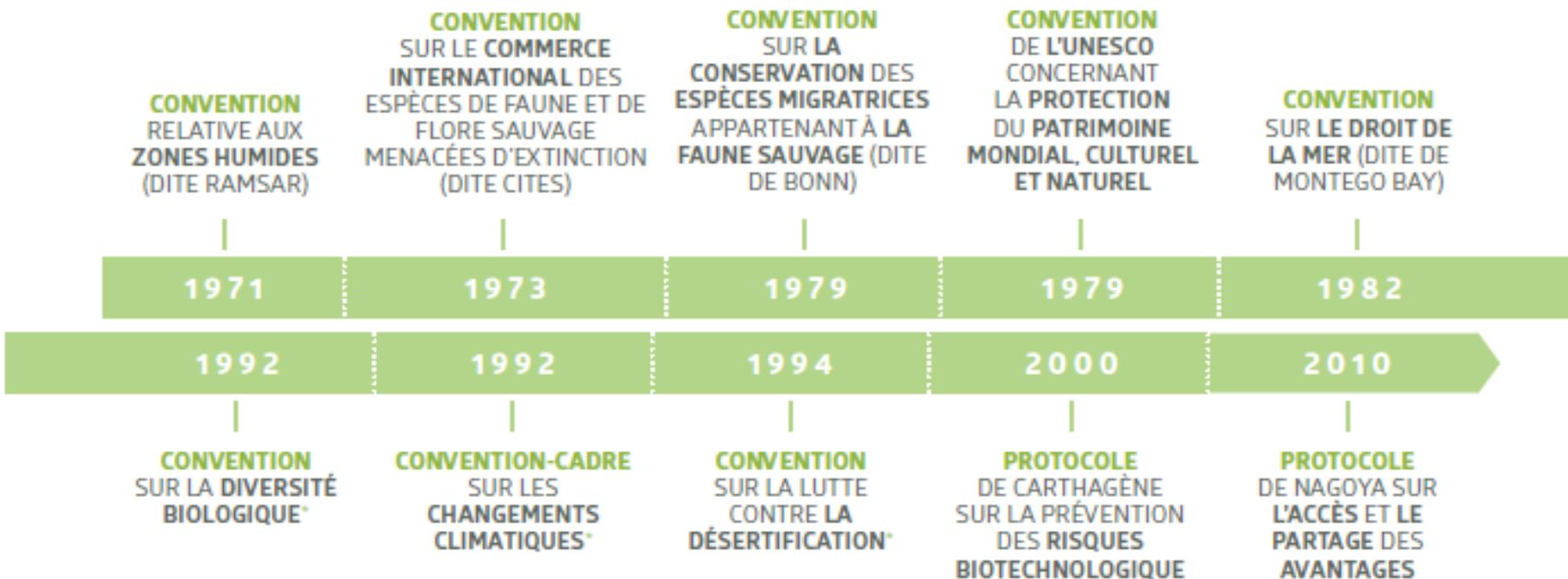


# VERS UNE ÉTHIQUE ENVIRONNEMENTALE

- **Aldo Leopold (1887-1949)**
  - Forestier, Ecologiste, Environnementaliste
  - Approche holiste
- **A Sand County Almanac, 1948**
  - “A thing is right when it tends to preserve the integrity, stability and beauty of the biotic community. It is wrong when it tends otherwise.”
  - “It is inconceivable to me that an ethical relation to land can exist without love, respect and admiration, and a high regard for its value. By value, I of course mean something far broader than mere economic value; I mean value in the philosophical sense.”



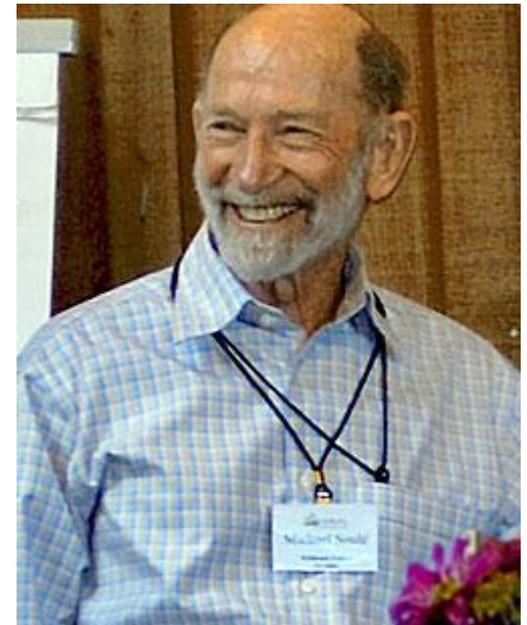
# ACCORDS INTERNATIONAUX SUR LA PROTECTION DE LA BIODIVERSITÉ



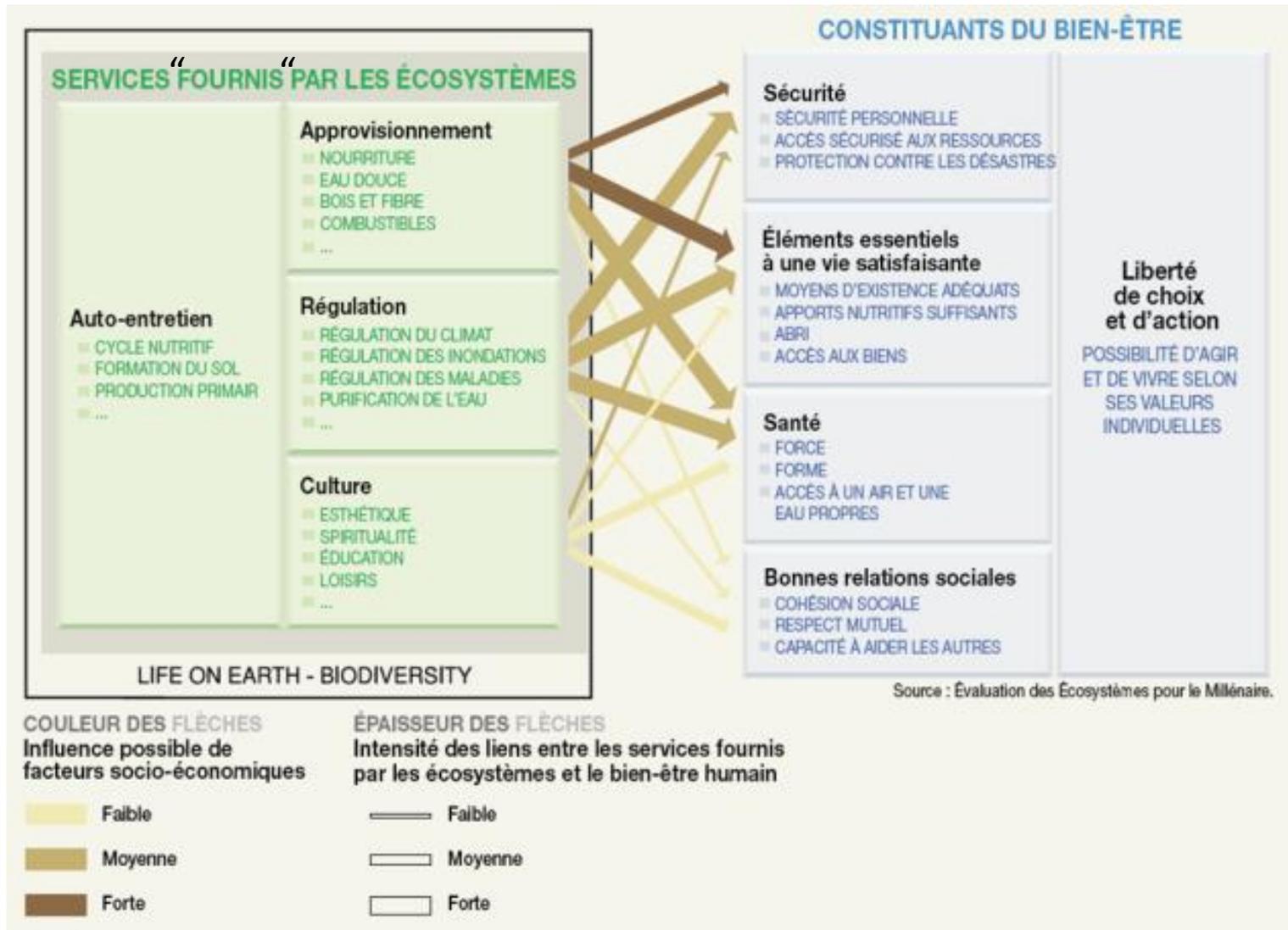
# BIOLOGIE DE LA CONSERVATION

## Dimensions éthiques

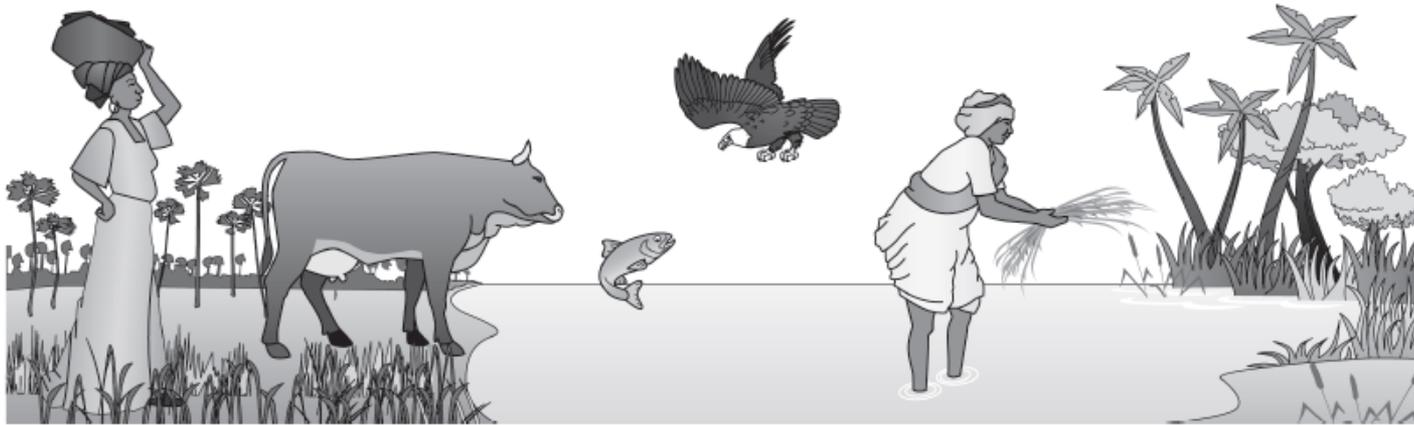
- Soulé (1985):
  - La diversité des espèces et des communautés biologiques devrait être préservées
  - L'extinction précoce des populations et des espèces doit être évitée
  - La complexité écologique doit être maintenue
  - L'évolution doit se poursuivre
  - La diversité biologique a une valeur intrinsèque



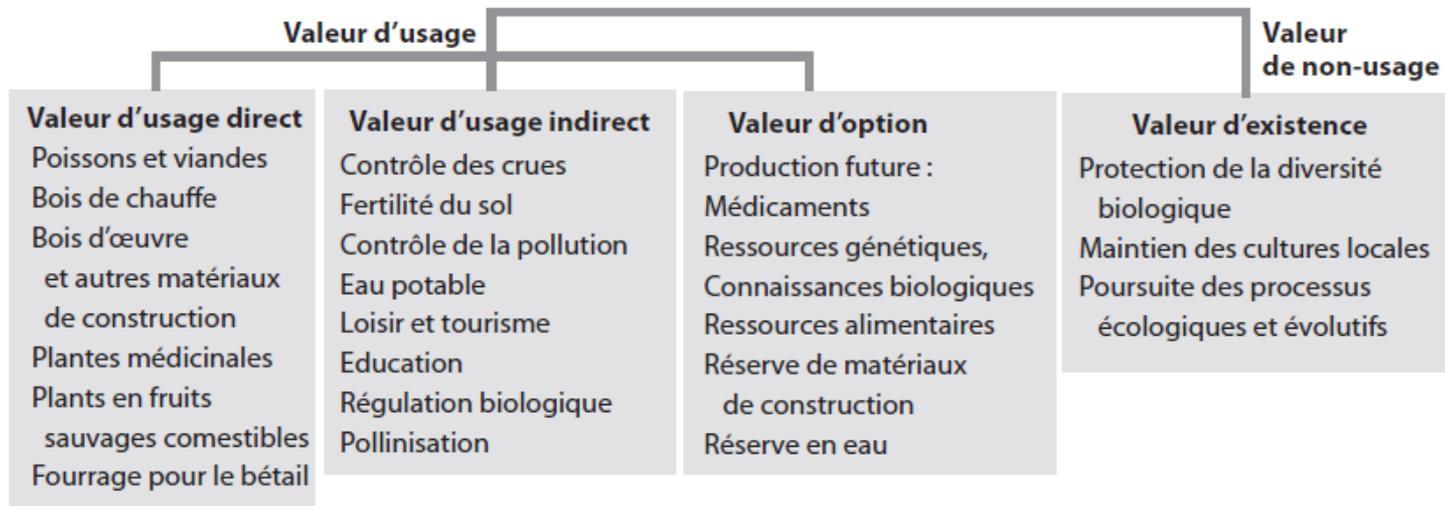
# SERVICES ECOSYSTEMIQUES



# VALEURS ÉCONOMIQUES DE LA BIODIVERSITÉ

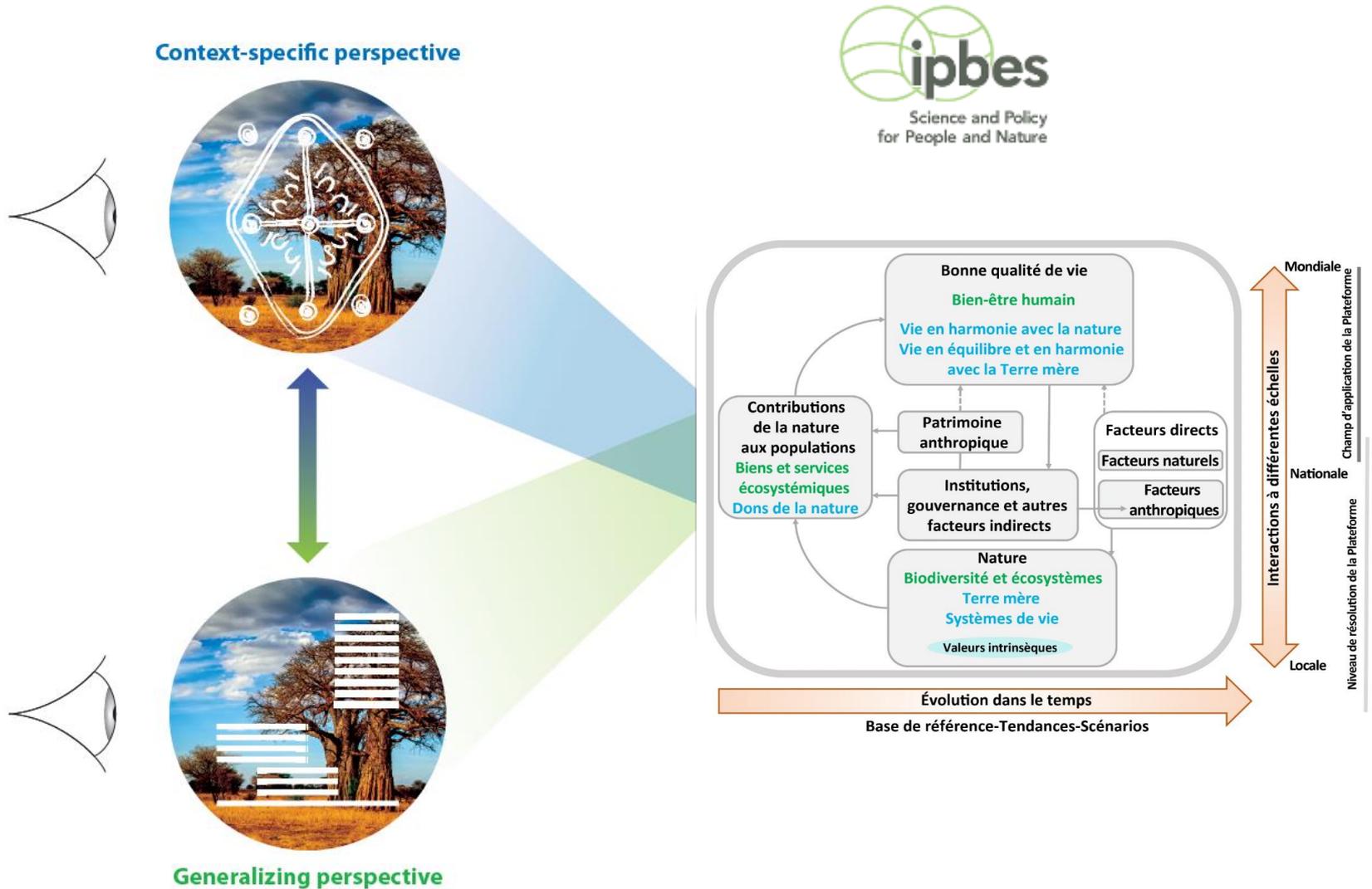


Valeur économique totale d'un écosystème de zone humide tropicale



ÉCOSYSTÈMES	SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES ASSOCIÉS (LISTE NON EXHAUSTIVE)	VALEURS MONÉTAIRES ESTIMÉES (POUR L'ENSEMBLE DES SERVICES RENDUS PAR CES ÉCOSYSTÈMES)
<p align="center"><b>Forêts</b> (Tempérées, tropicales, boréales, etc.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Approvisionnement en bois et en eau ;</li> <li>• Production d'oxygène, régulation du climat, des réseaux hydrologiques, des ravageurs et des maladies ;</li> <li>• Valeurs culturelles, loisirs ;</li> <li>• Habitat pour les espèces.</li> </ul>	<p align="center"><b>Forêts tropicales :</b> 5 264 US\$ / ha / an</p> <p align="center"><b>Forêts tempérées :</b> 3 013 US\$ / ha / an</p>
<p align="center"><b>Milieux humides et aquatiques</b> (Tourbières, marécages, plaines inondables, etc.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Régulation des ressources en eau, rétention de polluants, prévention de l'érosion du sol, régulation du climat, contrôle des inondations ;</li> <li>• Loisirs, tourisme, éducation et inspiration artistique ;</li> <li>• Habitat et formation du sol.</li> </ul>	<p align="center"><b>Zones humides dans les terres :</b> 25 682 US\$ / ha / an</p> <p align="center"><b>Rivières et lacs :</b> 4 267 US\$ / ha / an</p>
<p align="center"><b>Milieux côtiers et marins</b> (Mangroves, coraux, zones humides côtières, etc.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Approvisionnement en nourriture, matériaux et ressources médicinales ;</li> <li>• Régulation du climat, de la qualité de l'air, des ravageurs et des maladies, protection du trait de côte, cycle des nutriments ;</li> <li>• Filtration de l'eau, lutte contre l'érosion côtière ;</li> <li>• Loisirs, tourisme, inspiration artistique et expériences spirituelles ;</li> <li>• Habitat.</li> </ul>	<p align="center"><b>Océans :</b> 491 US\$ / ha / an</p> <p align="center"><b>Milieux côtiers :</b> 28 917 US\$ / ha / an</p> <p align="center"><b>Récifs coralliens :</b> 352 915 US\$ / ha / an</p> <p align="center"><b>Zones humides côtières :</b> 193 845 US\$ / ha / an</p>
<p align="center"><b>Écosystèmes de montagne</b> (Páramos, etc.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Approvisionnement en eau ;</li> <li>• Régulation du climat, contrôle de l'érosion des sols, protection contre les risques naturels ;</li> <li>• Expériences spirituelles, loisirs, tourisme et patrimoine.</li> </ul>	<p align="center"><b>Pas de données</b></p>
<p align="center"><b>Écosystèmes agricoles</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Approvisionnement en nourriture et matériaux ;</li> <li>• Régulation des ressources en eau et des ravageurs, contrôle de l'érosion des sols, pollinisation ;</li> <li>• Cycle des nutriments et photosynthèse.</li> </ul>	<p align="center"><b>Prairies :</b> 2 871 US\$ / ha / an</p>
<p align="center"><b>Écosystèmes urbains</b> (Infrastructures vertes et bleues, etc.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Régulation du climat, lutte contre les îlots de chaleur, régulation de la qualité de l'air, rétention des eaux de pluies, contrôle des risques d'inondation ;</li> <li>• Santé physique et mentale.</li> </ul>	<p align="center"><b>Pas de données agrégées au niveau mondial<sup>1</sup></b></p>

# CONTRIBUTIONS DE LA NATURE AUX SOCIÉTÉS



# SOLUTIONS FONDÉES SUR LA NATURE



Défis sociétaux

- 

Changement climatique
- 

Réduction des risques naturels
- 

Sécurité alimentaire
- 

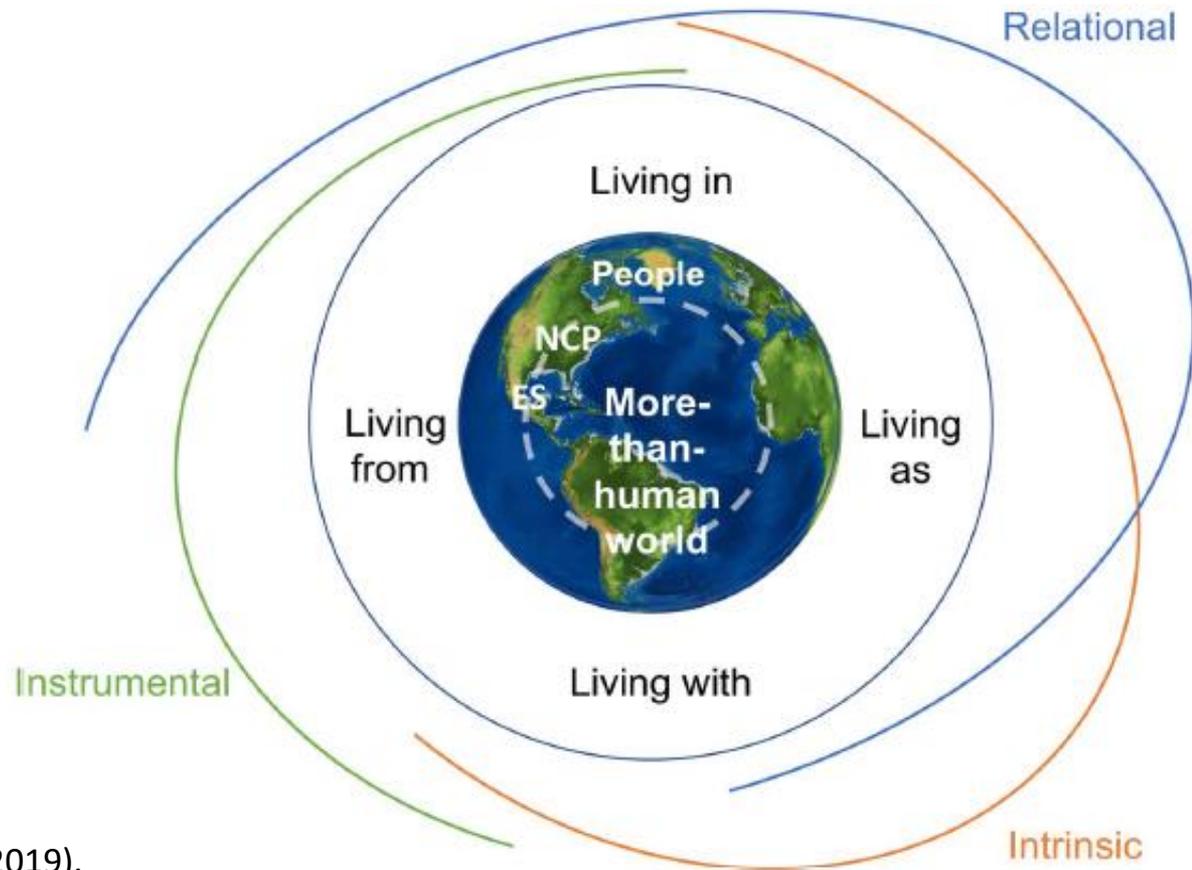
Santé humaine
- 

Approvisionnement en eau
- 

Développement socio-économique

# « LIFE FRAMEWORK »

**Fig. 1** The four Life Frames of Values and their relation to the IPBES (2016) categories of intrinsic, instrumental and relational values. *ES* ecosystem services, *NCP* nature's contributions to people



O'Connor, S., & Kenter, J. O. (2019). *Sustainability Science*.

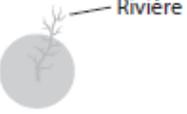
# CONSERVATION DES ESPÈCES

- Espèces remarquables
  - Rareté, patrimoine, espèces emblématique
  - Originalité évolutive, diversité
  - Clés de voute
- Espèces communes
  - Support des services écosystémique
  - Potentiel évolutif
  - Principe de précaution
- Triage des priorités ?
  - Nécessité ou immoralité ?
  - Pourquoi conserver ou pourquoi détruire ?

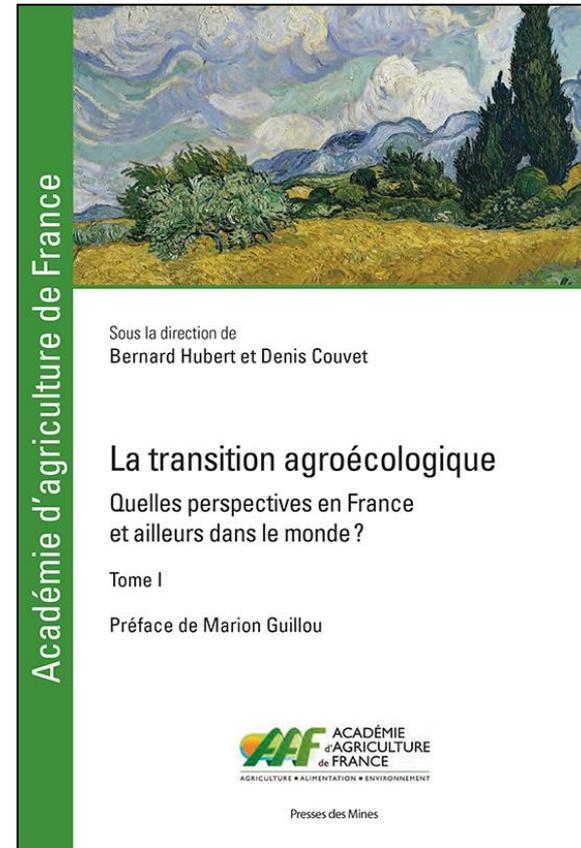


# CONSERVATION DES ESPACES

- Quels objectifs ?
  - Une espèce
  - Une communauté
- Quelle taille ?
- Quelle forme ?
- SLOSS (single large or several small ?)
- Apport de la Biogéographie insulaire

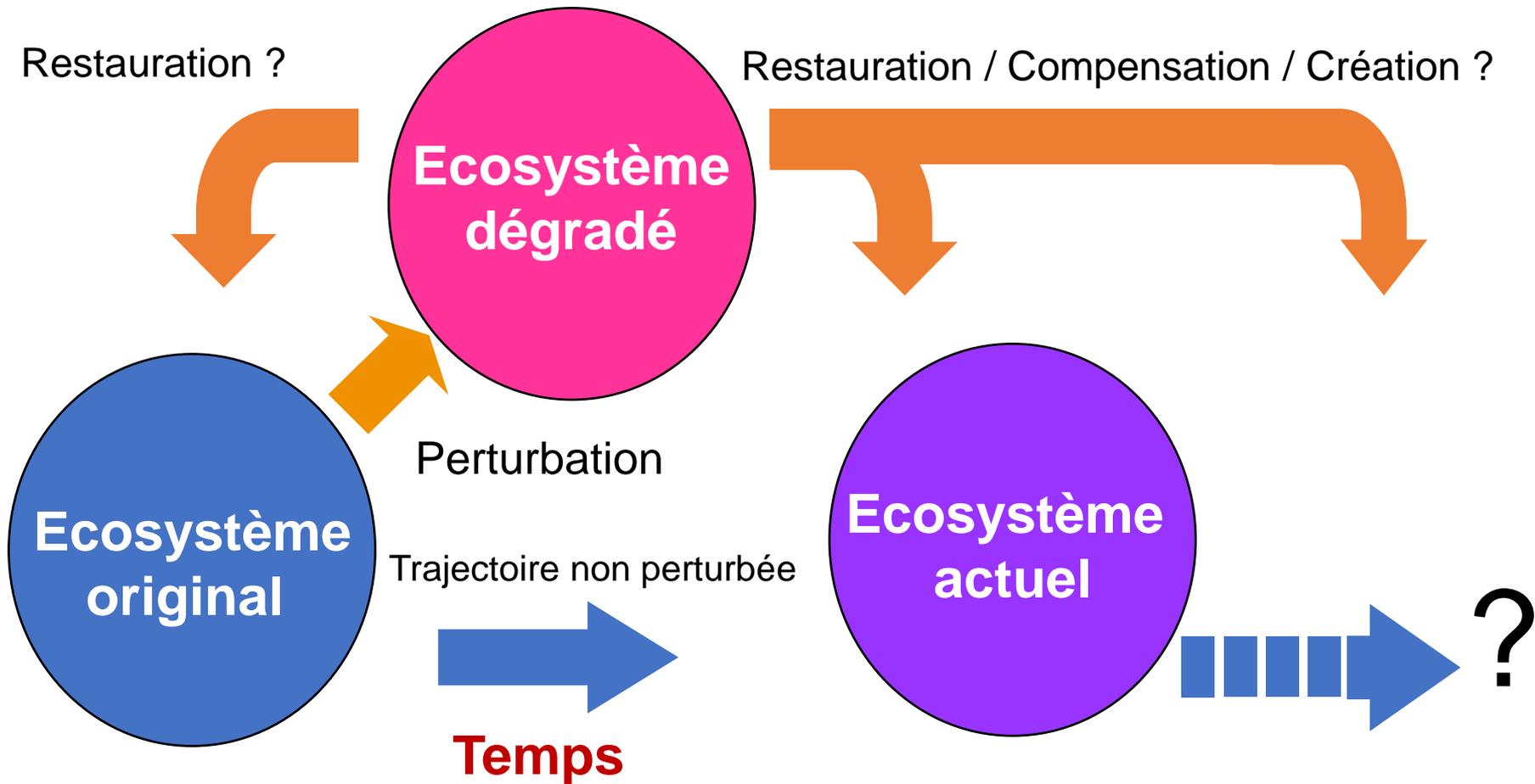
	A éviter	Recommandé
(A)	Ecosystème partiellement protégé 	Ecosystème complètement protégé 
(B)	Espaces protégés relativement petits 	Espaces protégés relativement grands 
(C)	Espaces protégés fragmentés 	Espace protégé non fragmenté 
(D)	Peu d'espaces protégés 	Plus d'espaces protégés 
(E)	Espaces protégés isolés 	Maintien de corridors 
(F)	Espaces protégés isolés 	« Stepping stone » facilitant les mouvements 
(G)	Habitat protégé uniforme 	Différents habitats protégés (par exemple, montagnes, lacs, forêts) 
(H)	Forme irrégulière 	Espace protégé de forme arrondie (peu d'effet de bordure) 
(I)	Uniquement de grands espaces protégés 	Mélange de grands et de petits espaces protégés 
(J)	Espaces protégés gérés individuellement 	Espaces protégés gérés à l'échelle régionale 
(K)	Exclusion des populations humaines 	Intégration des populations ; zones tampons 

# BIODIVERSITE EN ESPACES ANTHROPISES



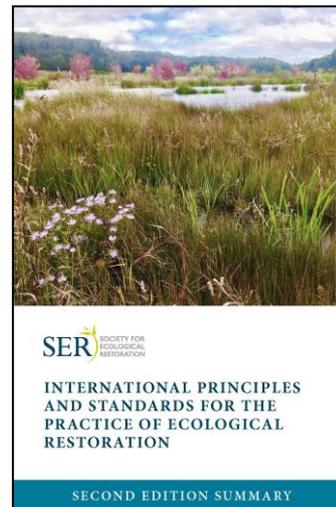
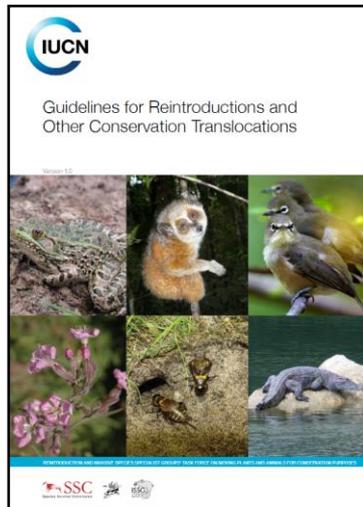
# RESTAURATION DE BIODIVERSITÉ

Syndrome de la Cible Mouvante



(modifié de Harris & Van Diggelen 2006)

# RÉENSAUVAGEMENT



## The Rewilding Principles

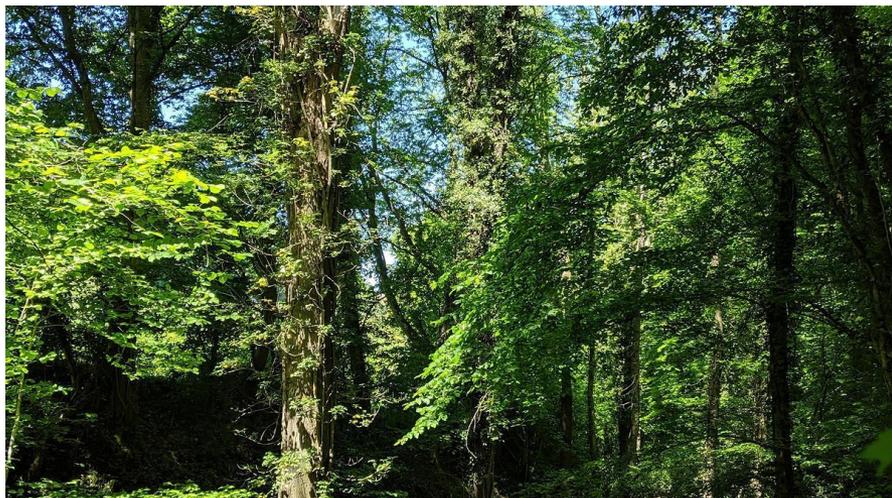


### Rewilding

1. utilizes wildlife to restore trophic interactions.
2. employs landscape-scale planning that considers core areas, connectivity and co-existence.
3. focuses on the recovery of ecological processes, interactions and conditions based on reference ecosystems.
4. recognizes that ecosystems are dynamic and constantly changing.
5. should anticipate the effects of climate change and where possible act as a tool to mitigate impacts.
6. requires local engagement and support.
7. informed by both science and indigenous and local knowledge.
8. is adaptive and dependent on monitoring and feedback.
9. recognises the intrinsic value of all species and ecosystems.
10. requires a paradigm shift in the co-existence of humans and nature.



# LIBRE ÉVOLUTION



*Photo Onf*



*Photo ASPAS*



# Quelles interactions humains / non-humains ?

	Roots			Challenges		Consequences	
SHOULD WE ...	INTRINSIC VALUE	CONSERVATION	WILDERNESS	ECOSYSTEM SERVICES (ES)		EVOLUTIONARY TRANSITIONS	IMPACTS
abandon attempts at biodiversity conservation?	None	None	None	Runaway consumption of biodiversity resources	 Blind Anthropocene	Minor	Major
conserve for the resilience of future human generations?	Human fitness	Anthropocentric	None	Long-term provisioning and regulating ES		Deliberate Anthropocene	Major
conserve for the immediate well-being of human individuals?	Human well-being		Scenic wilderness	Short-term provisioning and cultural ES			
conserve for the well-being of future human generations?	Human well-being and fitness		Scenic wilderness	Long-term provisioning, regulating, and cultural ES			
conserve for the well-being of future human generations and nature?	Human well-being and fitness Nonhuman fitness	Evocentric	Wildness beyond wilderness	Long-term evolutionary trajectories beyond ES	 Deliberate overcoming of the Anthropocene	Major	Minor

Merci pour votre attention