

Les concepts
en Biologie de
la Conservation

François Sarrazin, Jane Lecomte, Elsa Bonnaud et Marc Girondot

marc.girondot@universite-paris-saclay.fr

Ecologie, Société et Evolution
UMR 8079 PSaclay / CNRS / AgroParisTech
IDEEV, Faculté des Sciences d'Orsay

ESE
Ecologie Société Evolution

Ecologie, Société, Évolution - UMR 8079
Université Paris Saclay, CNRS, AgroParisTech
Bâtiment IDEEV - route 128
91190 Gil-sur-Yvette, France

1

Richard B. Primack
François Sarrazin • Jane Lecomte

**Biologie
de la
conservation**

Introduction à la biologie
de la conservation

Adaptation française de :
Primers of Conservation Biology
(R.B. Primack)

2

Plan du cours

- I. Objectifs en Biologie de la conservation
- II. La biodiversité
- III. Comment conserver : les espèces
- IV. Comment conserver : les espaces

3

I. Objectifs
de la biologie
de la
conservation

- Objectif général :
La biologie de la conservation décrit la biodiversité, identifie les menaces auxquelles elle fait face du fait des activités humaines et développe des méthodes pour la protéger et la restaurer.

4

I . Objectifs de la biologie de la conservation

- Discipline qui combine écologie théorique et appliquée et incorpore des idées et des expertises d'autres champs disciplinaires dans le but de préserver la biodiversité
- 3 démarches principales :
 - Analyse des processus de maintien de la biodiversité à différents niveaux spatio-temporels et écosystémiques
 - Etude de l'impact des activités humaines sur les espèces, communautés, écosystèmes
 - Gestion conservatoire et durable de la diversité génétique, des espèces, des communautés, des écosystèmes et fonctions écosystémiques associées

5

Caractéristiques de la biologie la conservation

- Une discipline de crise

6

Caractéristiques de la biologie la conservation

- Une discipline de crise
- Une discipline normative
- Lien avec les gestionnaires de la biodiversité

EXPERIENCES DE TERRAIN ET BESOIN DE TRAVAIL DE RECHERCHE

Champs scientifiques Climatologie Droit de l'environnement Ecologie Biogéographie Ecologie évolutive Ecologie des populations Ecologie des communautés Ecologie des écosystèmes Ecologie du paysage Génétique Hydrologie Sciences de l'Homme et de la Société Anthropologie Economie écologique Ethique environnementale Ethnobotanique et ethnozoologie Sociologie Sciences du sol Systématique Autres sciences biologiques, physiques et sociales...	Gestion des ressources Agriculture Aménagement du territoire Éducation et développement local Développement soutenable Forêtierie Gestion de la faune sauvage Gestion des espaces protégés Gestion des populations captives Zoos Aquariums Jardins botaniques Banques de graines Haléutique Autres activités de conservation des ressources et de gestion...
---	---

NOUVELLES IDÉES ET APPROCHES

Primack, Sarrazin & Lecomte 2012

7

La biologie de la conservation une discipline récente

- Premiers ouvrages scientifiques dans les années 80

M. Soulé 1986

8

La biologie de la conservation une discipline récente

- Premiers ouvrages scientifiques dans les années 80
- Conférence de Rio (1992).

Appropriation politique des termes « biodiversité » et « développement durable »
Création de la **Convention sur la Diversité Biologique** (adopté par 194 états; 168 signataires)
→ Traité engageant les signataires à protéger la biodiversité en leur donnant le droit de recevoir les bénéfices économiques résultant de ses usages
Diffusion d'une « **Stratégie mondiale pour la Conservation** »:
«Le développement doit être centré à la fois sur les populations humaines et sur la conservation (...) Si on n'utilise pas les ressources de la Terre de façon prudente et durable, alors on privera les peuples de leur futur. Le développement ne doit pas se produire aux dépens d'autres groupes humains ou des générations à venir, ni menacer la survie d'autres espèces. »

9

9

COP15 BIOLOGICAL DIVERSITY 2020

COP 1: 1994 Nassau, Bahamas, Nov & Dec

COP 2: 1995 Jakarta, Indonesia, Nov

COP 3: 1996 Buenos Aires, Argentina, Nov

COP 4: 1998 Bratislava, Slovakia, May

EXCOP: 1999 Cartagena, Colombia, Feb

COP 5: 2000 Nairobi, Kenya, May

COP 6: 2002 The Hague, Netherlands, April

COP 7: 2004 Kuala Lumpur, Malaysia, Feb

COP 8: 2006 Curitiba, Brazil, 8 Mar

COP 9: 2008 Bonn, Germany, May

COP 10: 2010 Nagoya, Japan, Oct

COP 11: 2012 Hyderabad, India

COP 12: 2014 Pyeongchang, Republic of Korea, Oct

COP 13: 2016 Cancun, Mexico, 2 to 17 Dec

COP 14: 2018 Sharm El-Sheikh, Egypt, 17 to 29 Nov

COP 15: 2020 Kunming, Yunnan, China

COP 16: 2024 Colombie

10

10




Objectifs d'Aichi Plan stratégique pour la diversité biologique 2011-2020

Stratégie Goal A: Address the underlying causes of biodiversity loss by mainstreaming biodiversity across government and society.	
Target a1: Biodiversity values integrated	Target a2: Sustainable consumption and production
Stratégie Goal B: Reduce direct pressures on biodiversity and promote sustainable use.	
Target b1: Habitat loss halted or reduced	Target b2: Pollution reduced
Target b3: Sustainable management of aquatic living resources	Target b4: Invasive alien species prevented and controlled
Target b5: Sustainable agriculture, aquaculture and forestry	Target b6: Ecosystems vulnerable to climate change restored
Stratégie Goal C: To improve the status of biodiversity by safeguarding ecosystems, species and genetic diversity.	
Target c1: Potential areas	Target c2: Safeguarding genetic diversity
Target c3: Reducing risk of extinction	
Stratégie Goal D: Enhance the benefits to all from biodiversity and ecosystem services.	
Target d1: Ecosystem services	Target d2: Access to and sharing benefits from genetic resources
Target d3: Ecosystem restoration and resilience	
Stratégie Goal E: Promote the implementation through participatory planning, knowledge management and capacity building.	
Target e1: Biodiversity strategies and action plans	Target e2: Sharing information and knowledge
Target e3: Traditional knowledge	Target e4: Mobilizing resources from all sources

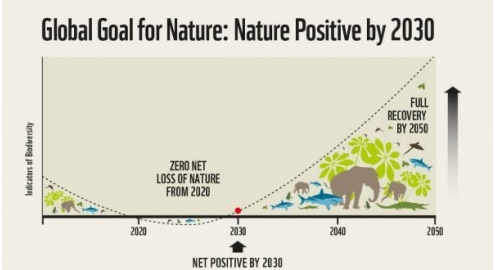
11

11

Conserving at least 30% of the Planet by 2030: What Should Count?

Un examen complet de la littérature scientifique montre que 30 % est un objectif *minimum* pour les terres, les mers et les eaux douces afin de protéger et de conserver les valeurs clés de la biodiversité, notamment les espèces en danger, les zones à forte biodiversité, les sites de migration clés, les zones de frai et les zones écologiquement intactes qui protègent les processus écologiques à grande échelle.

Si l'on ajoute les refuges climatiques et les zones à forte densité de carbone, la superficie requise passe à plus de 50 %.



12

12

La biologie de la conservation une discipline récente

- Premiers ouvrages scientifiques dans les années 80
- Conférence de Rio (1992).

Appropriation politique des termes « biodiversité » et « **développement durable** »
Création de la **Convention sur la Diversité Biologique** (adopté par 194 états; 168 signataires)

→ Traité engageant les signataires à protéger la biodiversité en leur donnant le droit de recevoir les bénéfices économiques résultant de ses usages

Diffusion d'une « **Stratégie mondiale pour la Conservation** »:

«Le développement doit être centré à la fois sur les populations humaines et sur la conservation (...) Si on n'utilise pas les ressources de la Terre de façon prudente et durable, alors on privera les peuples de leur futur. Le développement ne doit pas se produire aux dépens d'autres groupes humains ou des générations à venir, ni menacer la survie d'autres espèces. »

- Acquisition d'un corpus théorique et prédictif

13

13

La biologie de la conservation
une discipline
récente
...mais des racines anciennes à l'interface
entre philosophie et gestion des milieux
naturels

14

14

Emergence des enjeux de nature dans le monde occidental

- Différentes visions
 - Préservation de la nature
 - Conservation des ressources biologiques
 - Ethique environnementale
 - Biologie de la conservation vs Sciences de la conservation

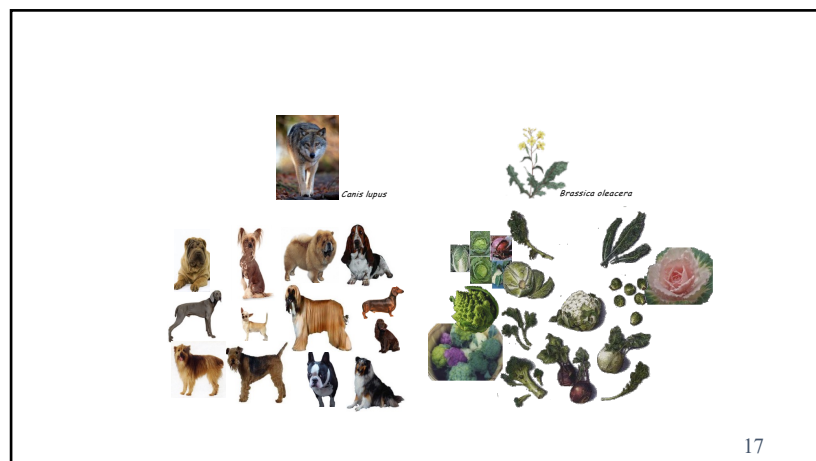
15

15

*Canis lupus**Brassica oleracea*

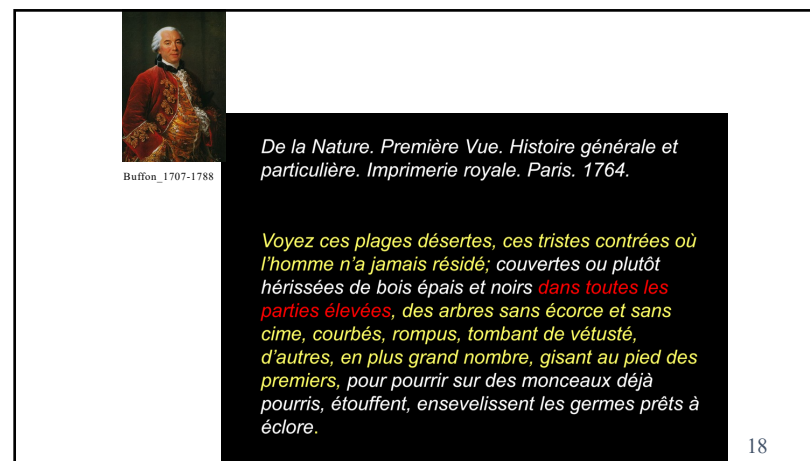
16

16



17

17

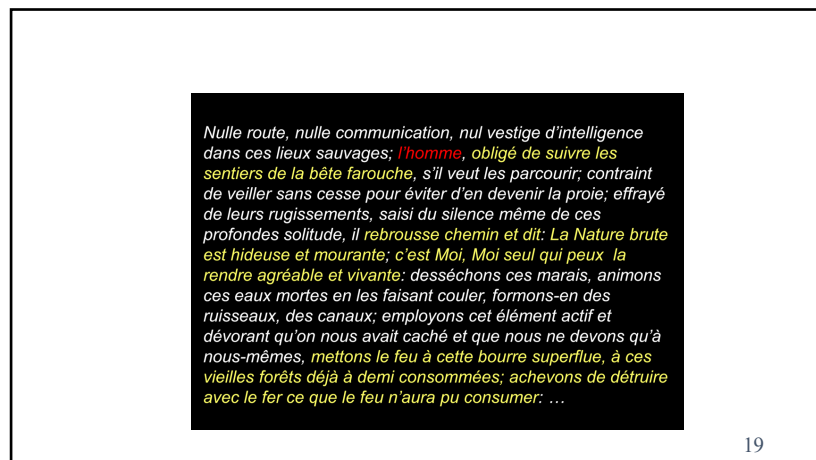


De la Nature. Première Vue. Histoire générale et particulière. Imprimerie royale. Paris. 1764.

Voyez ces plages désertes, ces tristes contrées où l'homme n'a jamais résidé; couvertes ou plutôt hérissées de bois épais et noirs dans toutes les parties élevées, des arbres sans écorce et sans cime, courbés, rompus, tombant de vétusté, d'autres, en plus grand nombre, gisant au pied des premiers, pour pourrir sur des monceaux déjà pourris, étouffent, ensevelissent les germes prêts à éclore.

18

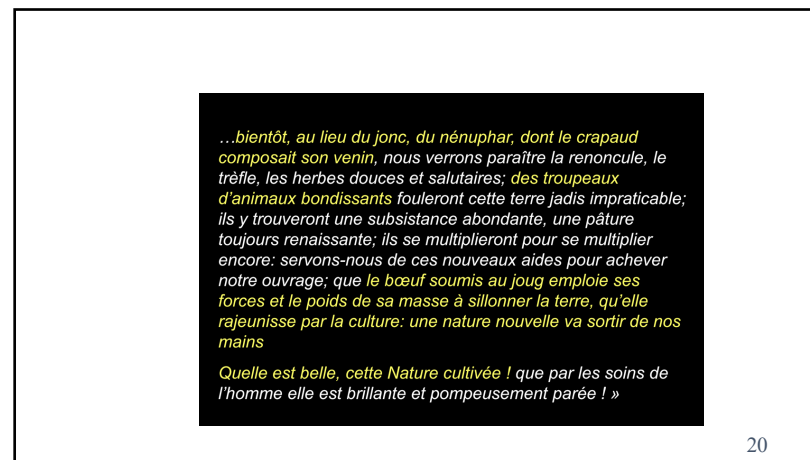
18



Nulle route, nulle communication, nul vestige d'intelligence dans ces lieux sauvages; l'homme, obligé de suivre les sentiers de la bête farouche, s'il veut les parcourir; contraint de veiller sans cesse pour éviter d'en devenir la proie; effrayé de leurs rugissements, saisi du silence même de ces profondes solitude, il rebrousse chemin et dit: La Nature brute est hideuse et mourante; c'est Moi, Moi seul qui peux la rendre agréable et vivante: desséchons ces marais, animons ces eaux mortes en les faisant couler, formons-en des ruisseaux, des canaux; employons cet élément actif et dévorant qu'on nous avait caché et que nous ne devons qu'à nous-mêmes, mettons le feu à cette boue superflue, à ces vieilles forêts déjà à demi consommées; achevons de détruire avec le fer ce que le feu n'aura pu consumer: ...

19

19



...bientôt, au lieu du jonc, du nénuphar, dont le crapaud composait son venin, nous verrons paraître la renoncule, le trèfle, les herbes douces et salutaires; des troupeaux d'animaux bondissants fouleront cette terre jadis impraticable; ils y trouveront une subsistance abondante, une pâture toujours renaissante; ils se multiplieront pour se multiplier encore: servons-nous de ces nouveaux aides pour achever notre ouvrage; que le bœuf soumis au joug emploie ses forces et le poids de sa masse à sillonner la terre, qu'elle rajeunisse par la culture: une nature nouvelle va sortir de nos mains

Quelle est belle, cette Nature cultivée ! que par les soins de l'homme elle est brillante et pompeusement parée ! »






20

20

Diversité des typologies d'interactions humain non-humain

- Philippe Descola (2005)
 - <https://www.radiofrance.fr/franceculture/podcasts/serie-philippe-descola-une-autre-facon-d-habiter-le-monde>
- Différences d'intériorité et de physicalité

	Ressemblance des intériorités	Différence des intériorités
Ressemblance des physicalités	Totémisme Exemple : aborigènes d'Australie, chasseurs-cueilleurs	Nature anthropocentrée Exemple : humanisme classique
Différence des physicalités	Animisme Exemple : chasseurs-essayeurs d'Amérique du Sud	Exemple : Chine, Amérique Pré-colombienne









21

21

Préservation de la nature

- Ralph Waldo Emerson (1803-1882)
 - Philosophe, essayiste, poète
 - Approche morale et spirituelle
 - Chef de file des transcendentalistes
- Henry David Thoreau (1817-1862)
 - Naturaliste, en retrait de la société
- John Muir (1838-1914)
 - Écrivain, premier naturaliste moderne
 - Fortes convictions religieuses
 - Fondateur du Sierra Club, du Parc National Yosemite
 - Inspirateur de nombreux mouvements de protection de la nature

22

22

Attachement au « monde sauvage » Wilderness et Wildnis au XIXème siècle




Hetch Hetchy Valley, Parc national de Yosemite
 Albert Bierstad, 1875
 Hudson River School


Gorge dans une forêt de sapins
 Caspar David Friedrich, 1811

23

23

Conservation des ressources

- Gifford Pinchot (1865-1946)
 - Premier Directeur de l' US Forest Service
 - "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 présence de pastoralisme dans les réserves forestières



24

24

Ethique de la conservation

- **Michael Soulé (1936-2020)**
 - 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



What is Conservation Biology ? Soule, Bioscience, 1985

25

25

Une question de valeurs...


- **Valeur instrumentale**
 - Valeur qu'a une entité en fonction du moyen qu'elle constitue pour les fins d'une autre entité
 - Définie par l'utilisation réelle ou potentielle de l'entité considérée
 - Biens, services, information, ressources psycho- spirituelles (Callicott 2006)
 - Mesures accessibles notamment économiques
- **Valeur intrinsèque**
 - Valeur de ce qui est une fin en soi
 - Non divisible en catégories
- **Valeur relationnelle**
 - Liens, représentations, attachements aux non-humains
 - Valeurs esthétiques, spirituelles, « care »

26


26

Rough timeline	Framing of conservation	Key ideas	Science underpinning
1950-1970	Nature for itself	Species Wilderness Protected areas	Species, habitats and wildlife ecology
1980-1990	Nature despite people	Extinction, threats and threatened species Habitat loss Pollution Overexploitation	Population biology, natural resource management
2000-2005	Nature for people	Ecosystems Ecosystem approach Ecosystem services Economic values	Ecosystem functions, environmental economics
2010	People and nature	Environmental change Resilience Adaptability Socioecological systems	Interdisciplinary social and ecological sciences

Changing views of nature and conservation. Over the past 50 years, the prevailing view of conservation has changed several times, resulting, for example, in a shift in emphasis from species to ecosystems. None of the framings has been eclipsed as new ones have emerged, resulting in multiple framings in use today.

Mace G. 2014 Science  27

27

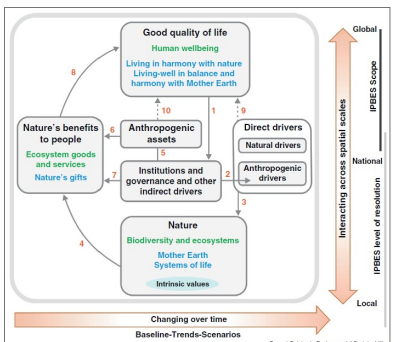


Science and Policy for People and Nature

IPBES was established in 2012 as an independent intergovernmental body open to all member countries of the United Nations, with the goal of 'strengthening the science-policy interface for biodiversity and ecosystem services for the conservation and sustainable use of biodiversity, long-term human well-being and sustainable development' (<http://www.ipbes.net>)

Dias et al. 2015

Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services

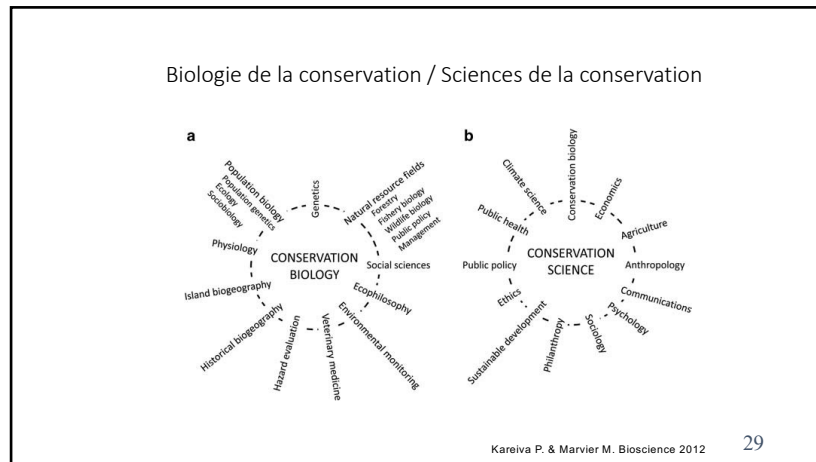


Changing over time
Baseline-Trends-Scenarios

Current Opinion in Environmental Sustainability

28

28



29



30

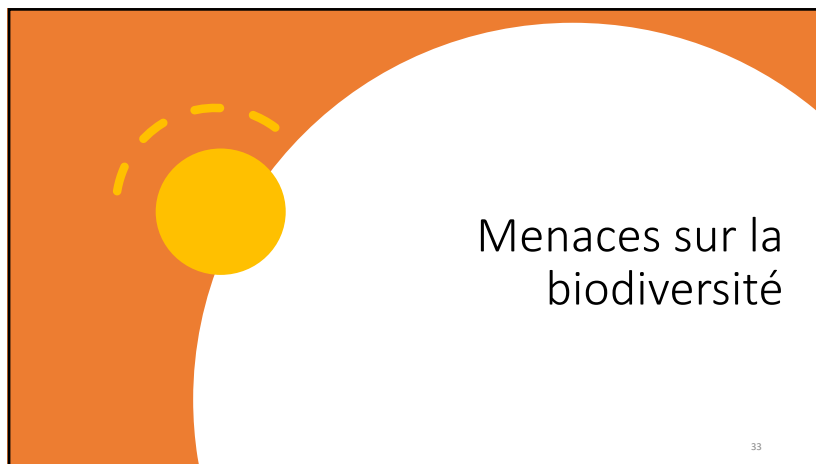


31

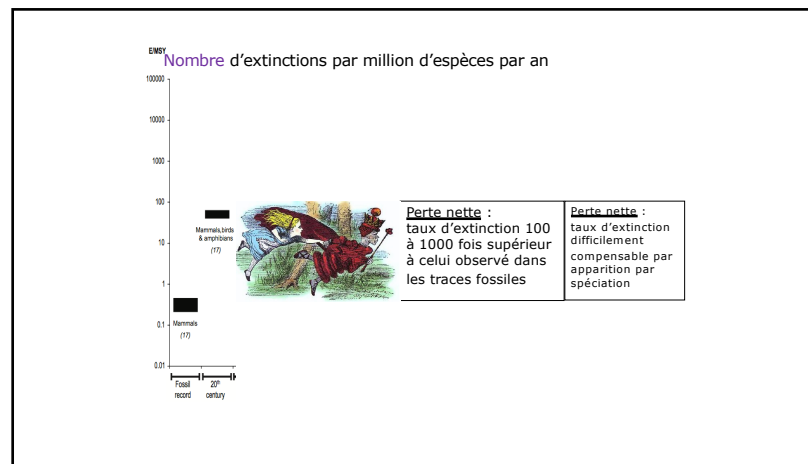
II. La biodiversité :

- a) définition
- b) évaluation
- c) **menaces**
- d) scénarios
- e) **valeurs**

32



33



34

Evaluation des espèces menacées

Les différentes catégories des Listes rouges UICN

- EX Éteinte
- EW Éteinte à l'état sauvage
- RE Éteinte au niveau régional
- CR En danger critique d'extinction
- EN En danger
- VU Vulnérable
- NT Quasi menacé
- LC Préoccupation mineure
- DD Données insuffisantes
- NA Non applicable
- NE Non évalué

Critères liste rouge UICN

A : déclin de population (observé ou projeté)
 B : faible aire de répartition et déclin
 C : petite population et déclin
 D : très petite taille de population
 E : analyse quantitative défavorable

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

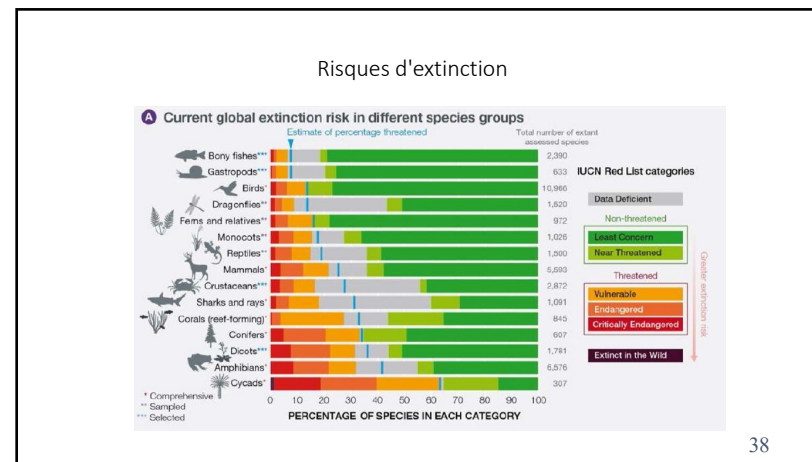
35

	Estimated Number of described species ¹	Number of species evaluated by 2022 (IUCN Red List version 2022-2)	% of described species evaluated by 2022 (IUCN Red List version 2022-2)	Number of threatened species ² by 2022 (IUCN Red List version 2022-2)	(IUCN Red List version 2022-2) ^{3,4}		
					Lower estimate (threatened spp. as % of extant evaluated species)	Best estimate (threatened spp. as % of extant sufficient evaluated species)	Upper estimate (threatened and DD spp. as % of extant evaluated species)
VERTEBRATES							
Mammals ⁵	6,596	5,973	91%	1,340	23%	27%	37%
Birds	11,188	11,188	100%	1,400	13%	13%	13%
Reptiles	11,733	10,222	87%	1,842	18%	21%	33%
Amphibians	8,536	7,486	88%	2,606	35%	41%	50%
Fishes	36,367	25,351	70%	3,551	Insufficient coverage		
Subtotal	74,420	60,220	81%	10,739			
INVERTEBRATES							
Insects	1,053,578	12,441	1.2%	2,345	Insufficient coverage		
Molluscs	113,813	9,032	8%	2,399	Insufficient coverage		
Crustaceans ⁶	80,122	3,197	4%	745	Insufficient coverage		
Corals	5,574	831	15%	253	Insufficient coverage		
Arachnids	110,615	441	0.40%	251	Insufficient coverage		
Velvet Worms	210	11	5%	9	Insufficient coverage		
Horseshoe Crabs	4	4	100%	2	50%	100%	100%
Others	157,543	905	0.57%	157	Insufficient coverage		
Subtotal	1,521,459	26,862	2%	6,161			

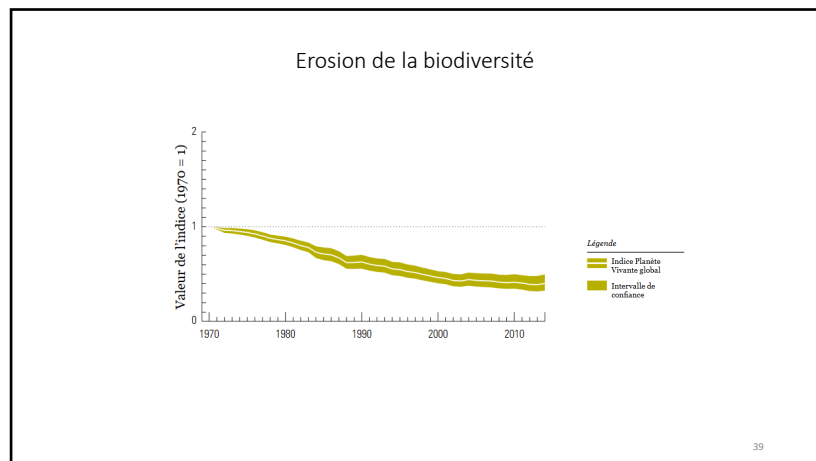
36



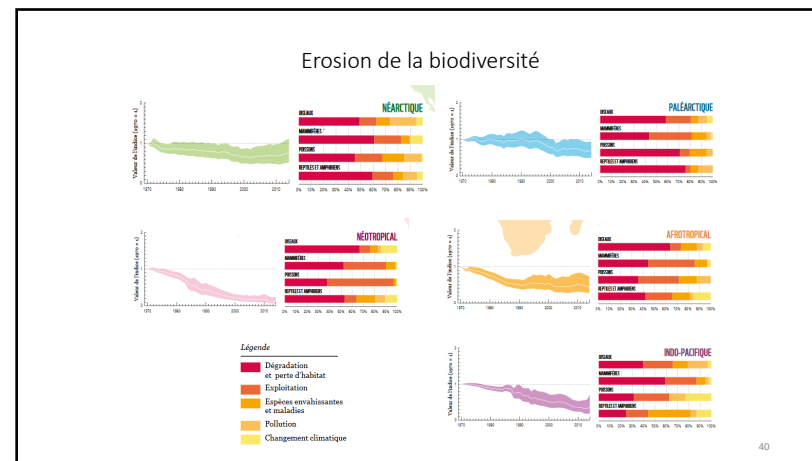
37



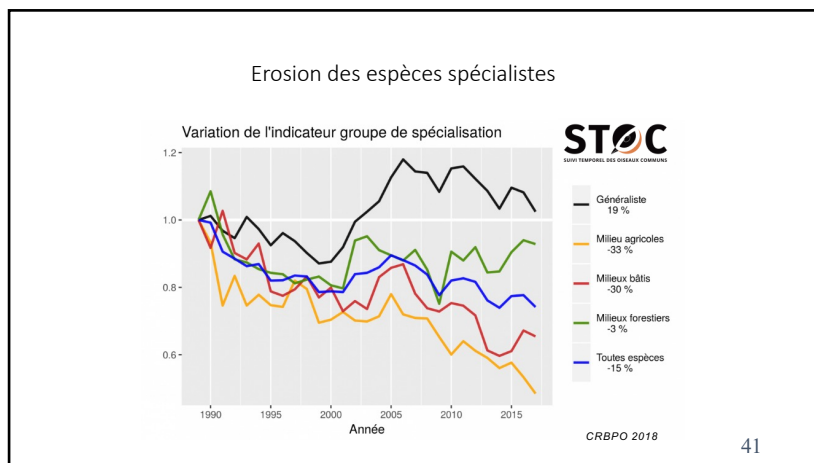
38



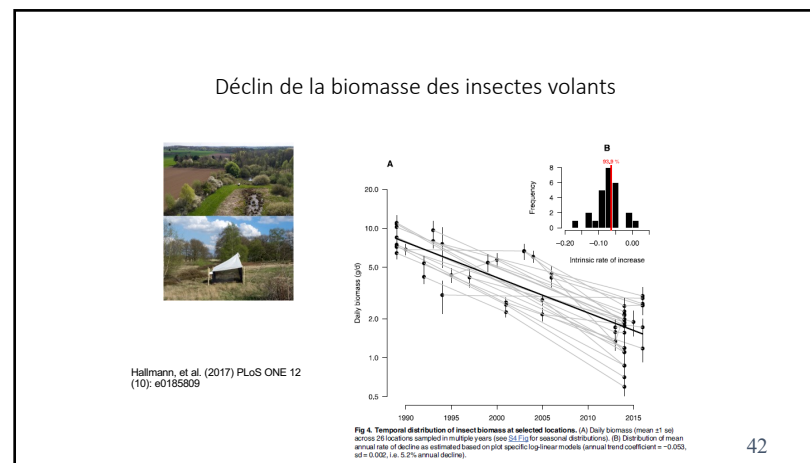
39



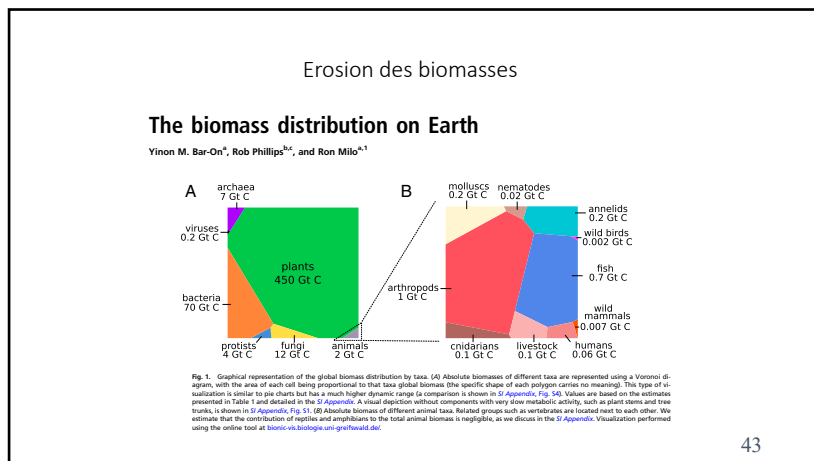
40



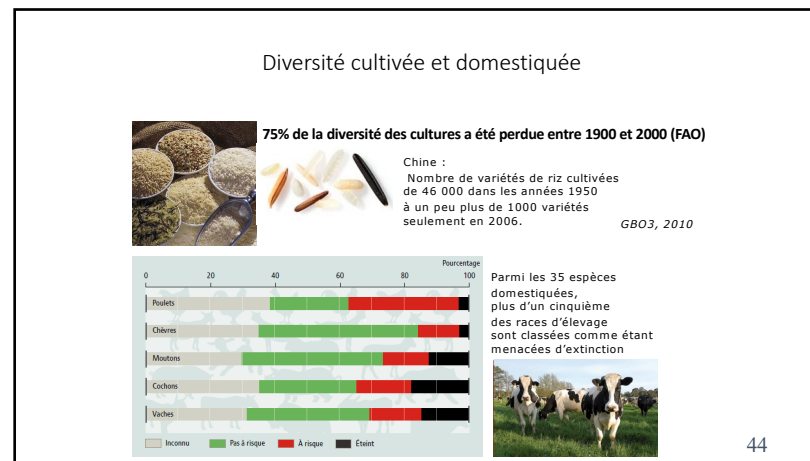
41



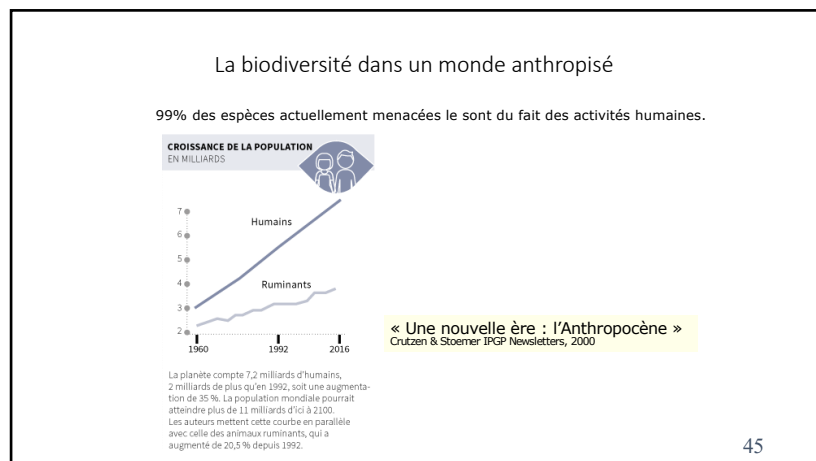
42



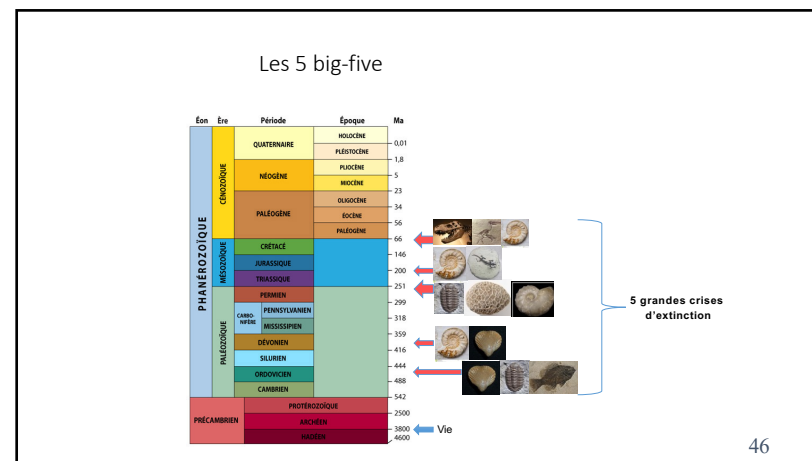
43



44



45



46

Ordovicien–Silurien (≈ 445 millions d'années)

- **Ampleur**
 - ~85 % des espèces marines disparues
 - La vie est alors quasi exclusivement **marine**
 - **Causes principales**
 - **Glaciation brutale** liée à une chute du CO₂ atmosphérique
 - **Baisse rapide du niveau marin**
 - Puis, au retour du climat plus chaud : **anoxie des océans**
- ☞ Un double coup : froid intense → puis manque d'oxygène dans les mers.

47

Dévonien supérieur (≈ 375-360 millions d'années)

- **Ampleur**
 - ~75 % des espèces
 - Effondrement des récifs coralliens
 - **Causes probables (encore débattues)**
 - **Anoxie marine chronique**
 - **Eutrophisation** des océans (liée à l'expansion des plantes terrestres)
 - Changements climatiques
 - Éventuels impacts extraterrestres (hypothèse minoritaire)
- ☞ Une crise **longue et étalée**, pas un événement unique.



48

Permien–Trias (≈ 252 millions d'années)

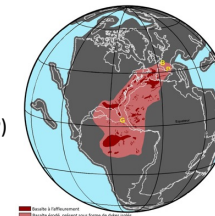
- **La plus grande extinction connue**
 - **Ampleur**
 - ~90–96 % des espèces marines
 - ~70 % des vertébrés terrestres
 - **Causes principales**
 - **Éruptions volcaniques massives** (Trapps de Sibérie)
 - Émissions énormes de **CO₂** et **CH₄**
 - **Réchauffement climatique extrême**
 - **Acidification et anoxie des océans**
 - Effondrement des chaînes alimentaires
- 👉 Un cocktail infernal : volcanisme + climat + océans hostiles.



49

Trias–Jurassique (≈ 201 millions d'années)

- **Ampleur**
 - ~75 % des espèces
 - **Causes principales**
 - **Volcanisme massif** lié à l'ouverture de l'Atlantique (CAMP)
 - Forte hausse du **CO₂**
 - **Réchauffement rapide**
 - Acidification des océans
- 👉 Cette crise ouvre la voie à la **domination des dinosaures**.

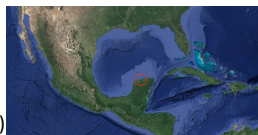


50

Crétacé–Paléogène (≈ 66 millions d'années)

- 🦖 **La fin des dinosaures non aviens**
 - **Ampleur**
 - ~75 % des espèces
 - **Causes principales**
 - **Impact de l'astéroïde de Chicxulub** (Mexique)
 - Hiver d'impact : obscurité, chute de la photosynthèse
 - **Volcanisme des Trapps du Dekkan** (facteur aggravant)
- 👉 Choc brutal + stress climatique prolongé.

Astéroïde d'un diamètre de 10,6 à 80,9 km, il y a 66 MA. Cratère de 180 km, puissance d'explosion similaire à « plusieurs milliards de fois celle de la bombe d'Hiroshima ».

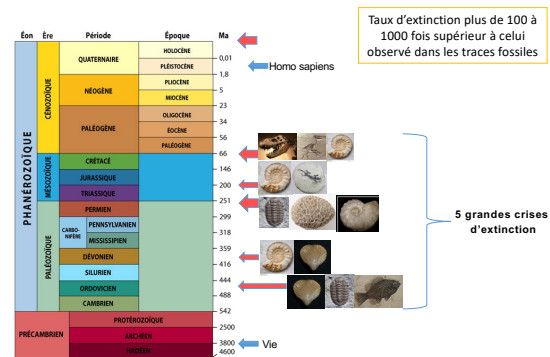


Trapps du Dekkan (violet): Chaque coulée de lave peut mesurer de 10 à 50 m d'épaisseur, jusqu'à 150 m pour les plus épaisses, la hauteur totale de l'empilement atteignant 2 400 m.



51

Vers une sixième crise d'extinction




52

52

Quelles menaces ?

Impacts humains croissants
 $I = P \times A \times T$
 Ehrlich P.R., *TREE*, 2009

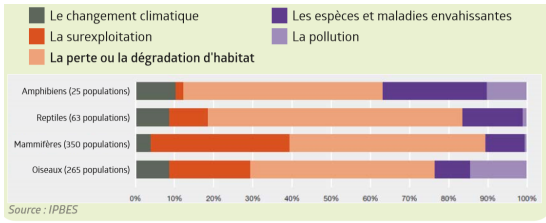
- Perte, dégradation et fragmentation d'habitats
- Surexploitation
- Changement climatique
- Introduction d'espèces invasives
- Pollutions
- Maladies



53

53

Menaces pour les grands groupes d'animaux

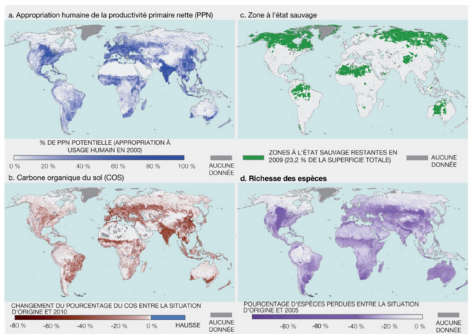


Source : IPBES

54

54

Transformation et perte des habitats, fragmentation



Source : IPBES

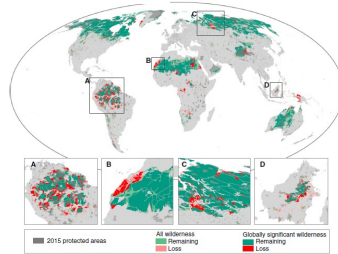
55

55

Perte des écosystèmes les moins anthropisés

Catastrophic Declines in Wilderness Areas Undermine Global Environment Targets

Current Biology 2016
 James E.M. Watson,^{1,2,3,4} Danielle F. Shanahan,¹ Moreno Di Marco,^{1,2} James Allan,¹ William F. Laurance,⁴ Eric W. Sanderson,¹ Brendan Mackey,¹ and Oscar Venter¹



Perte d'habitats les moins anthropisés > 10% depuis 1990


Figure 1. Changes in the Distribution of Wilderness and Globally Significant Wilderness Areas since the Early 1990s. Globally significant wilderness areas are defined as wilderness areas >1500 km². The maps are focused on the Amazon (A), the western Sahara (B), the West Siberian steppe (C), and Borneo (D). See also Figures S1 and S2.

56

56

Surexploitation

- Transformation et perte des habitats, fragmentation
- Surexploitation (touche approximativement entre 30 et 40% des espèces exploitées)
 - de subsistance
 - Récréative (chasse, pêche sportive, collections)
 - Indirecte
 - Accidentelle (liée aux activités humaines)



57



57

Espèces Exotiques Envahissantes


- Transformation des habitats
- Surexploitation
- Invasions biologiques

Introductions

<p>Intentionnelles</p> <p>Subsistance Récréation</p>	<p>Accidentelles</p> <p>Cales des bateaux Ballasts des bateaux Avions ...</p>
---	--

+ destruction



Serpent prédateur (*Molge irragubris*) introduit dans l'île de Guam a fait disparaître 10 espèces endémiques d'oiseaux en 15 ans
Introductions de rats en Nouvelle Zélande à l'origine de l'extinction d'oiseaux
Introduction de la grenouille de feu (*Lithobates catesbeianus*) dans le lac Victoria en 1960 induit la disparition de 200 espèces de Cichlidae
La grenouille Taurine (*Lithobates catesbeianus*) introduite dans le Sud Ouest de la France
Le Zèbre (*Equus zeyheri*) menace les herbiers de méditerranée

58

58

- Transformation des habitats
- Surexploitation
- Invasions biologiques
- La pollution et les changements climatiques


59

59


Pollutions multiples

Pollutions chimiques

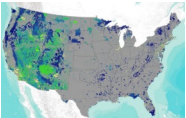
- Pesticides
- Micro macro débris plastiques
- Eaux douces, sols, milieux marins...



Pollutions lumineuses



Pollutions sonores

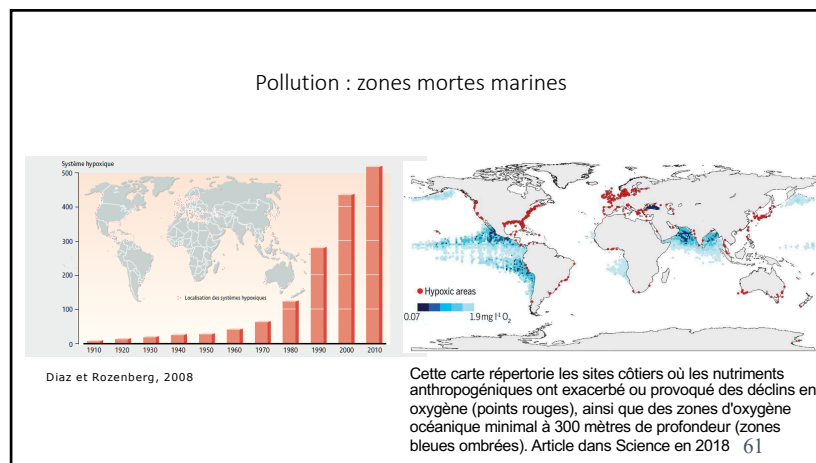


Niveau sonore (dB) % réduction du sommeil par nuit © Océanix PA Environnement

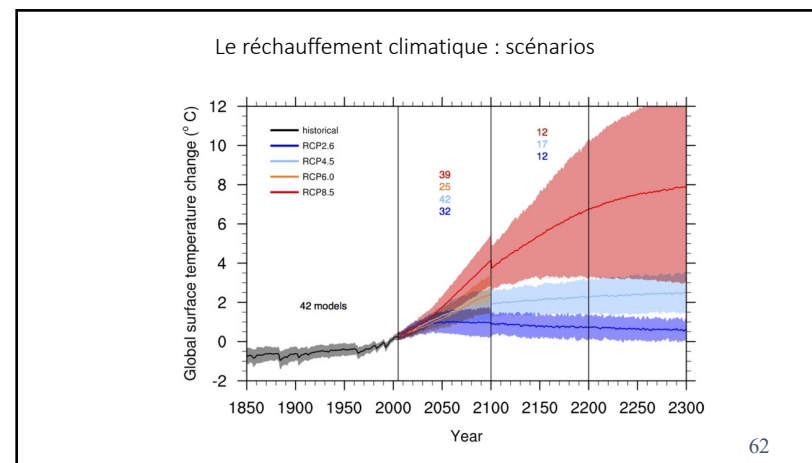
Buxton et al., Science, 2017

60

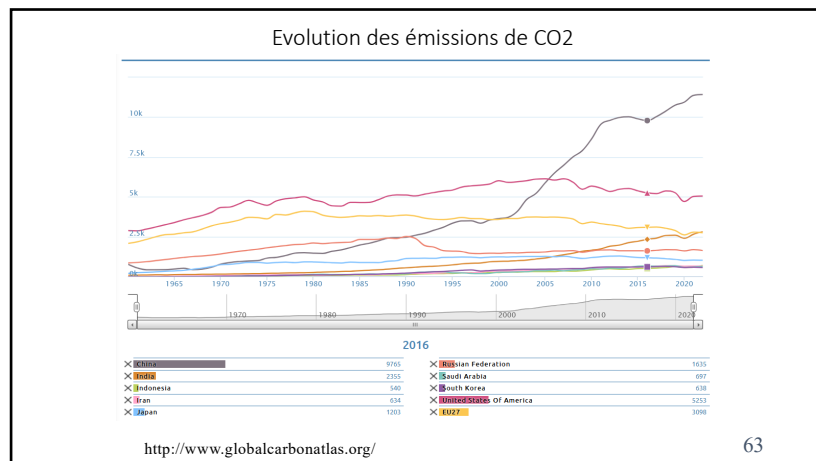
60



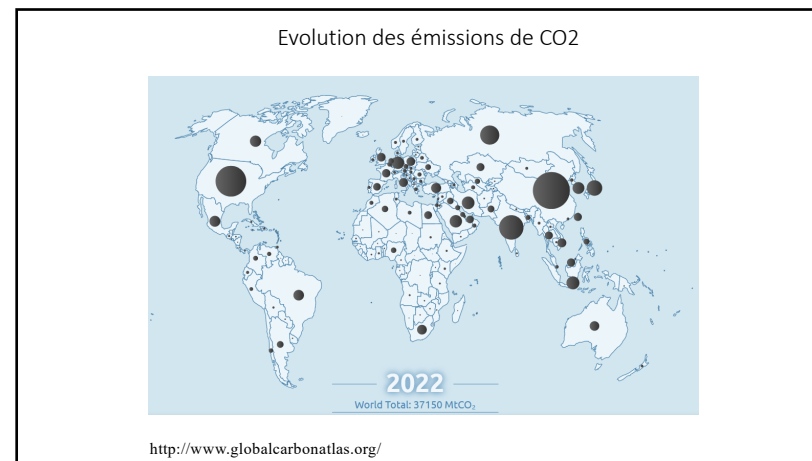
61



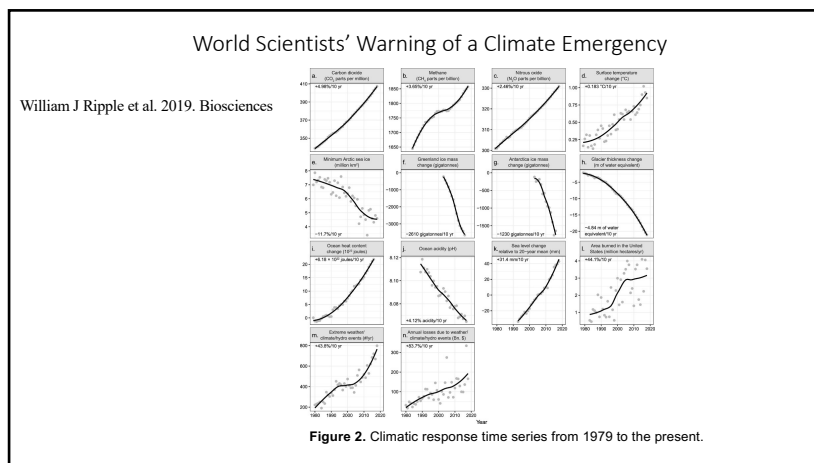
62



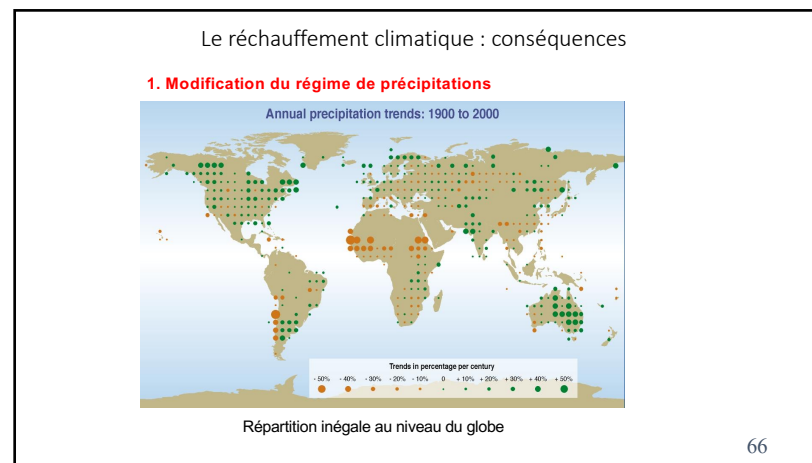
63



64



65



66



67



68

Le réchauffement climatique : conséquences

2. Augmentation de la fréquence d'événements catastrophiques

New-York 2012
Tacloban 2013
Nemours, 2016
Nouvelle-Orléans 2005

69

69

Le réchauffement climatique : conséquences

2. Augmentation de la fréquence d'événements catastrophiques

Houston, 2017
Nouvelle-Orléans 2005
Saint Martin, 2017

70

70

Le réchauffement climatique : conséquences

2. Augmentation de la fréquence d'événements catastrophiques

Osaka, 2018
Nouvelle-Orléans 2005

71

71

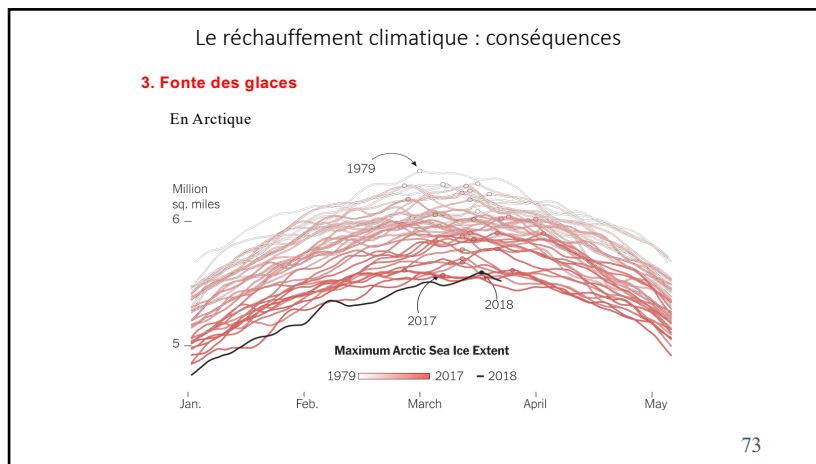
Le réchauffement climatique : conséquences

2. Augmentation de la fréquence d'événements catastrophiques

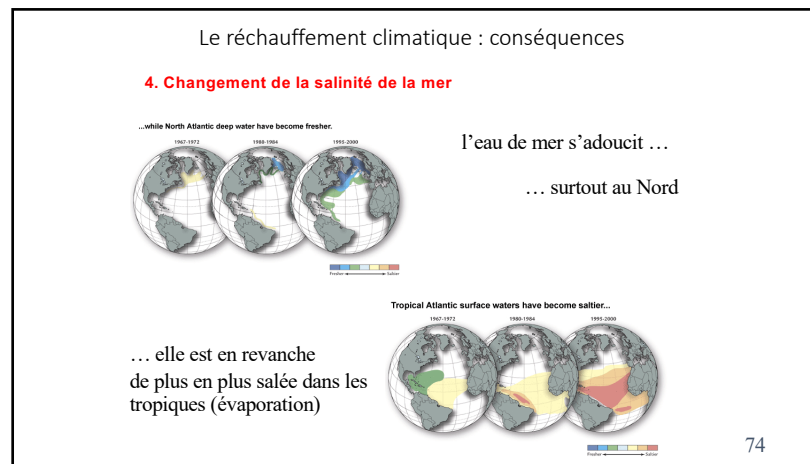
Bahamas, 2019
USA 2022
Nouvelle-Orléans 2005

72

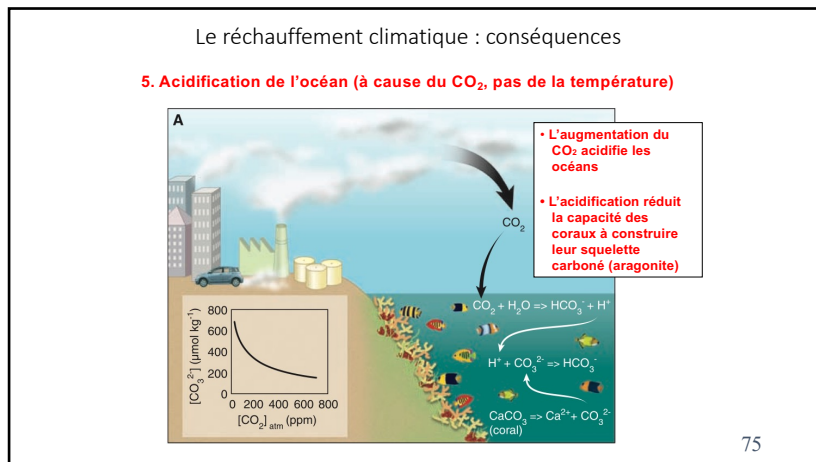
72



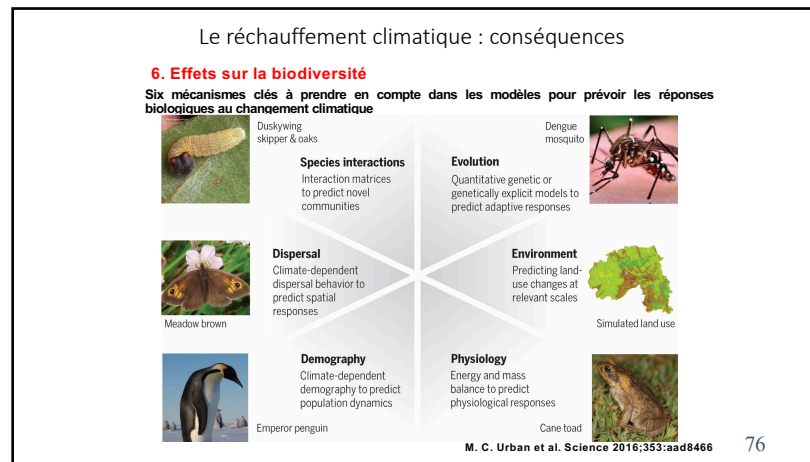
73



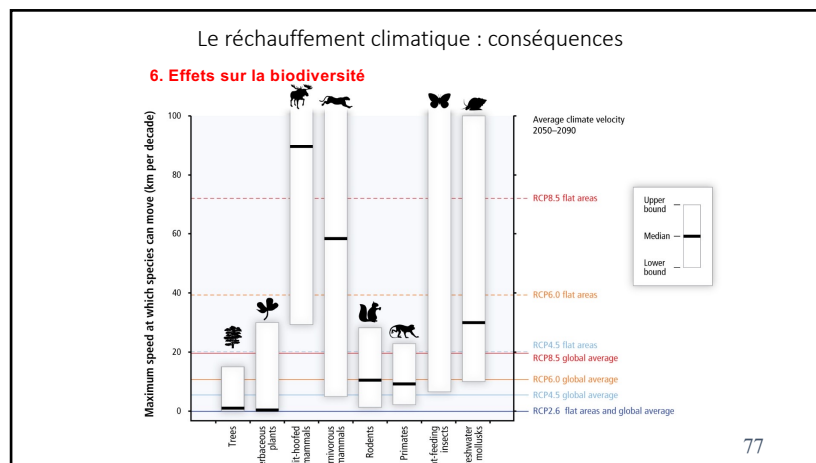
74



75



76



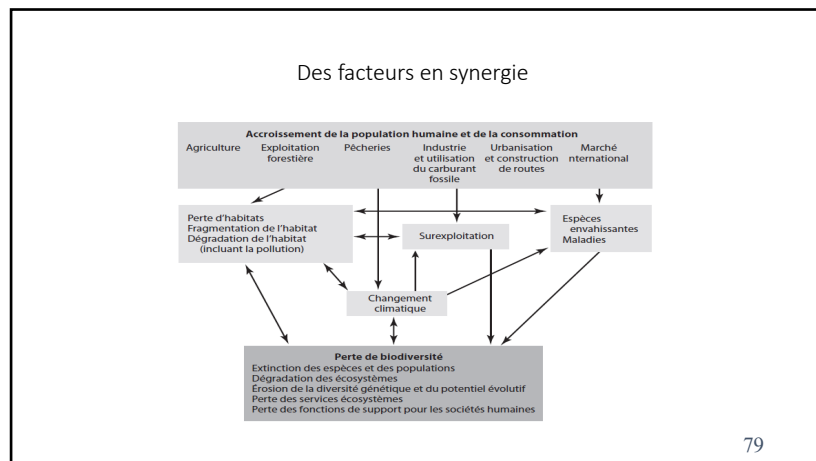
77

- Transformation des habitats
- Surexploitation
- Invasions biologiques
- La pollution et les changements climatiques
- Les maladies

78

78

Grenouille morte infectée par *Batrachochytrium dendrobatidis*

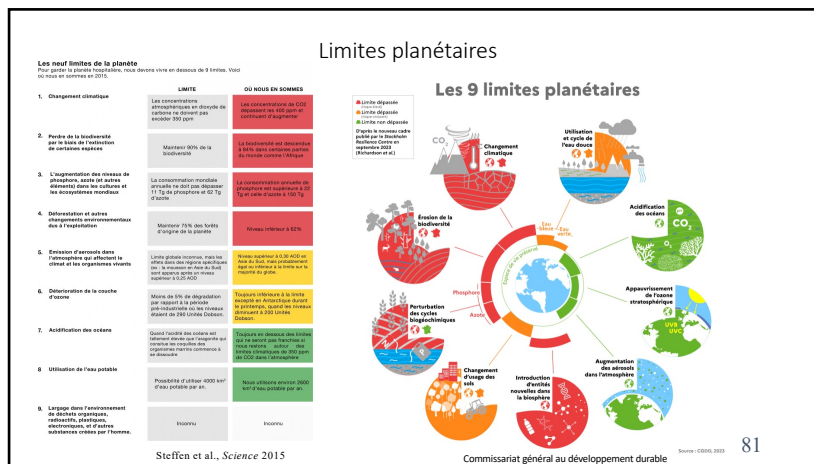


79

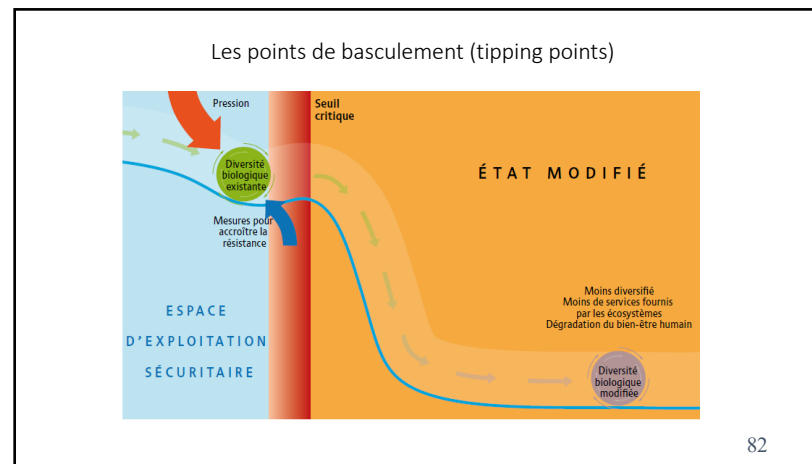
Scénarios de la biodiversité

80

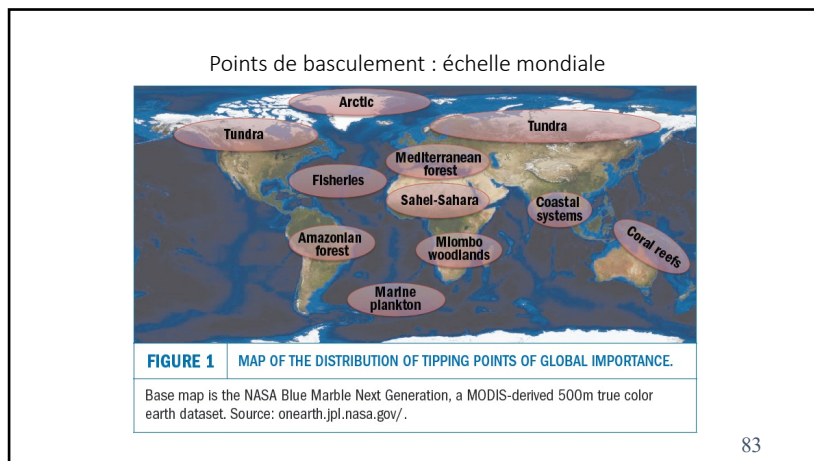
80



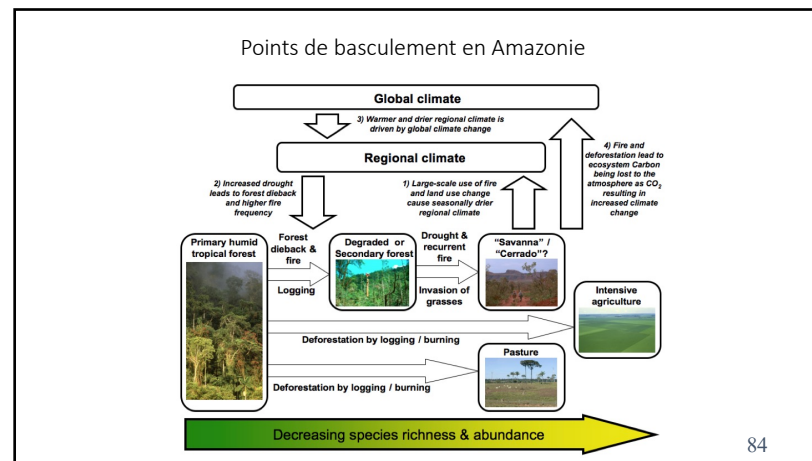
81



82



83



84

Biodiversité,
productivité et résilience des écosystèmes

85

85

Biodiversité et productivité des écosystèmes


- **Complémentarité**
Plus le nombre d'espèce est important, plus la gamme des ressources utilisées est large et plus la productivité est importante
- **Effet d'échantillonnage**
Dans un endroit où on a beaucoup de diversité, on a plus de chance de trouver des espèces adaptées donc à forte productivité
- **Facilitation**
Lorsqu'une espèce favorise la croissance ou la reproduction d'une autre espèce de niche écologique différente, la productivité augmente

86

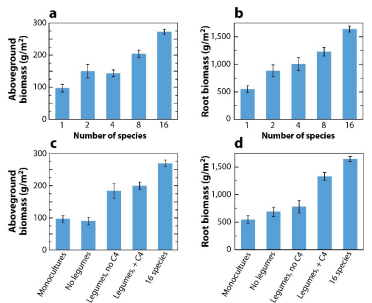
86

Biodiversité et productivité des écosystèmes

Cedar Creek biodiversity Experiment
Minnesota



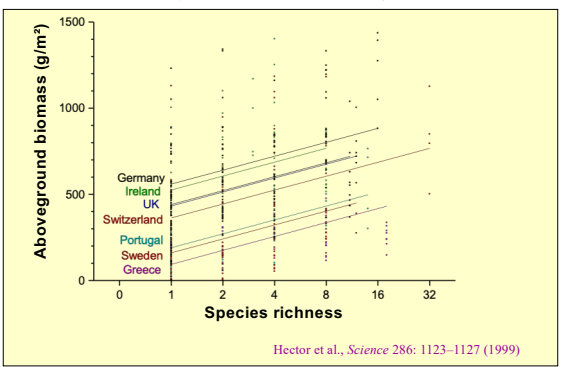
Equipe de David Tilman



87

87

Biodiversité et productivité des écosystèmes



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

88

88

Biodiversité et **productivité** des écosystèmes

Mésocosmes : effets de la biodiversité des invertébrés marins sur la présence de nutriments présents dans les sédiments.
Emmerson et al. Nature, 2001.

Nombreuses validations expérimentales
Méta-analyse (sur 100 études, Cardinale et al. 2006)

89

89

Biodiversité et **résilience** des écosystèmes

90

90

Biodiversité et **résilience** des écosystèmes

- **Effet « moyenne »**

Si les espèces ont des réponses différentes aux changements de l'écosystème au cours du temps, alors si il a une grande diversité d'espèces la moyenne de leurs réponses conduira à un écosystème plus stable.

- **Effet « d'assurance »**

Plus d'espèces, c'est plus d'espèces qui sont capables de répondre différemment aux perturbations.

- **Résistance aux pathogènes / aux espèces envahissantes**

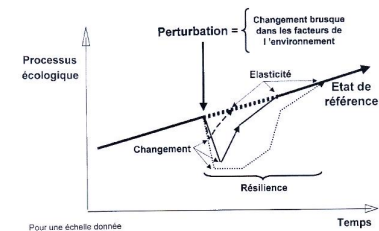
En augmentant la proportion d'hôtes non réceptifs, la diversité génétique et spécifique joue un rôle similaire à la vaccination.

91

91

Résilience et durabilité des écosystèmes

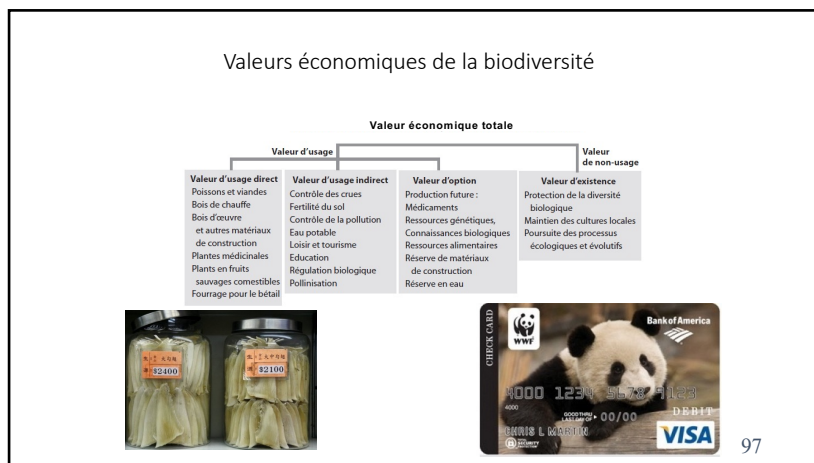
Propriétés qui caractérisent la stabilité dans le temps



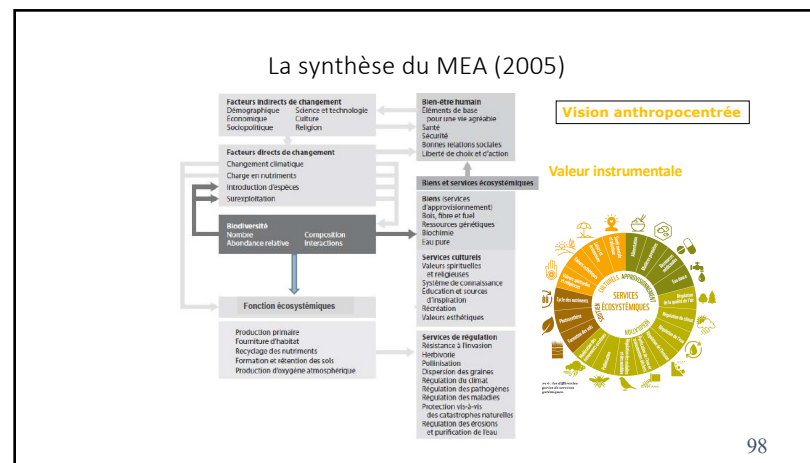
La durabilité écologique est définie par la persistance à long terme de la structure et du fonctionnement d'un système au voisinage d'un état de référence non perturbé. Après une perturbation, le système va s'écarter plus ou moins de l'état de référence en fonction de sa résistance et mettra plus ou moins de temps pour atteindre à nouveau l'état de référence en fonction de son élasticité. L'ensemble du processus de retour vers l'état de référence s'appelle la résilience.

92

92



97



98

Millennium Ecosystem Assessment (2005)

Vision Bio- et Ecocentrée

Valeur intrinsèque

"[the MA] recognizes that the actions people take that influence ecosystems result not just from concern about human wellbeing but also from considerations of the *intrinsic value* of species and ecosystems."

"*Intrinsic value is the value of something in and for itself, irrespective of its utility for someone else.*"

"**Ultimately**, the level of biodiversity that survives on Earth will be determined not just by utilitarian considerations but to a significant extent by ethical concerns, including considerations of the intrinsic values of species."

99

A qui conférer de la valeur ?

- Anthropocentrisme
- Biocentrisme
- Ecocentrisme
- Evocentrisme

100

Implémentation des transitions

- **Éviter les extinctions ciblées** sur les espèces ou communautés
- Éviter les pressions de sélection directionnelles des échelles locales aux échelles globales
- Placer dans une **perspective évolutive** les recherches sur les
 - socio-écosystèmes, espaces protégés,
 - services écosystémiques, agro-écosytèmes,
 - adaptation aux changements climatiques
 - solutions fondées sur la nature,
 - biotechnologies, biologie synthétique ...

101

101

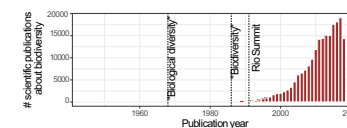
Une prise de conscience croissante



Stratégies pour le "développement durable"

3 composantes :

- la conservation de la biodiversité
- l'utilisation durable de ses éléments
- le partage équitable de tous les avantages dérivés de la biodiversité



Source "Web of Science", keyword "biodiversity"



Créée en 2012 : Plate-forme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques – un "GIEC" pour la biodiversité

102

102

III Comment conserver ?

103

103

III Comment conserver :

les espèces

Objectifs :

Maintenir des populations viables de toutes les espèces natives avec une répartition et une abondance naturelle

Prévenir l'extinction des espèces ou des populations locales

104

104

Persistence des populations et risques d'extinction

- **Facteurs démographiques**
 - Effectif, mortalité, natalité, immigration, émigration, facteurs dépendants de la densité ou indépendants
- **Facteurs génétiques**
 - Caractéristiques génétiques des populations, structure des populations, processus de sélection

105

105

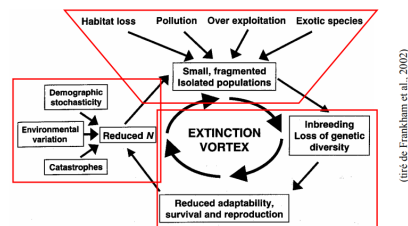
Facteurs démographiques

106

106

Risques d'extinction jouant sur les paramètres démographiques

- Les facteurs déterministes
- Les facteurs stochastiques
- Les catastrophes naturelles



107

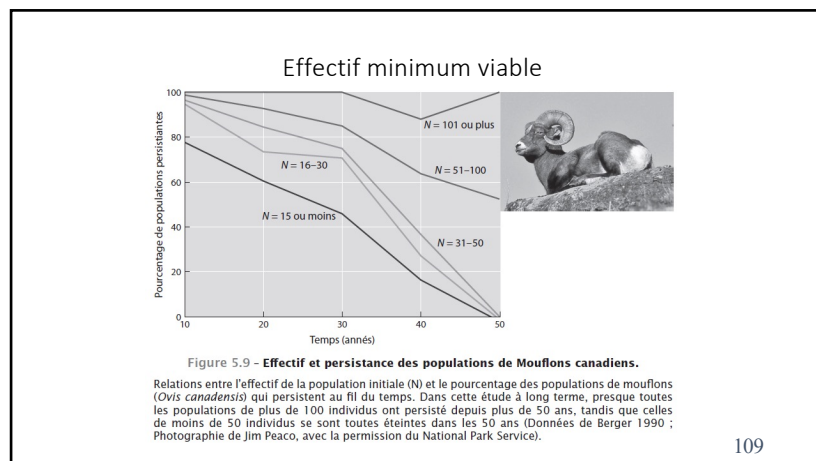
107

MVP (Minimum Viable Population)

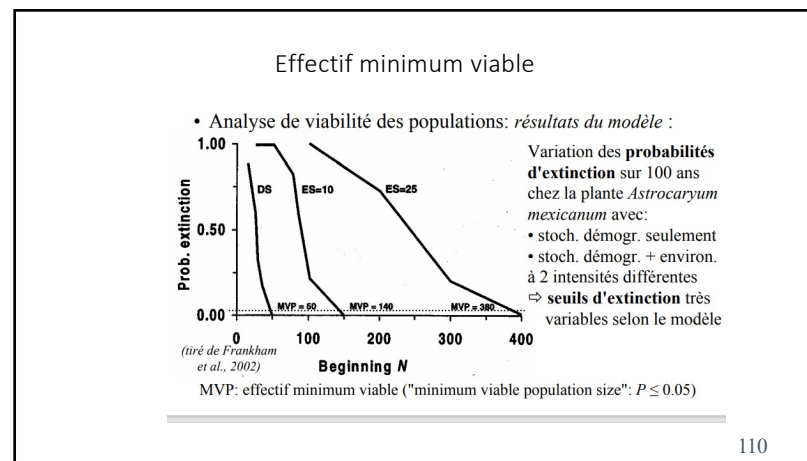
- Concerne les populations très menacées
- MVP(p,t) : nombre d'individus nécessaire pour assurer une forte probabilité de persistance d'une population sur un horizon temporel déterminé.
- Souvent $p=0,99$ sur 1000ans
- En d'autres termes, la MVP est le plus petit effectif de population ayant une très forte probabilité de persister dans un avenir prévisible.

108

108



109



110

PVA (Population Viability Analysis)

- Concerne les populations dont la cause du déclin est identifiée
- Analyse quantitative permettant d'évaluer les probabilités d'extinction d'une population dans un environnement donné et sur une période de temps déterminée; souvent associée à l'élaboration de scénarios de conservation

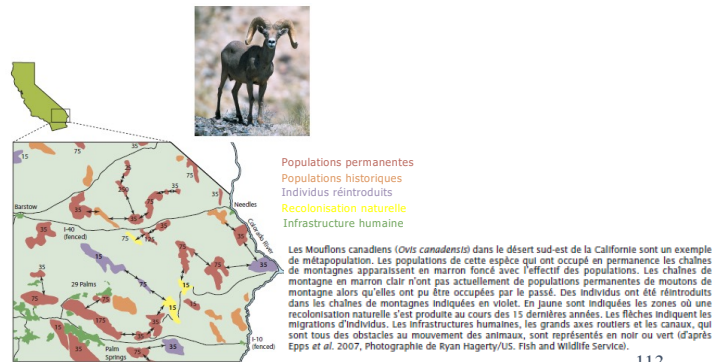
⇒ Intérêt : Projections sur le long terme

111

Populations et métapopulations

- Les extinctions des sous-populations peuvent désorganiser la métapopulation et conduire à la diminution des effectifs

112

Exemple : métapopulation de mouflons (*Ovis canadensis*)

113

113

Persistence des populations et risques d'extinction

- Facteurs démographiques
 - Effectif, mortalité, natalité, immigration, émigration, facteurs dépendants de la densité ou indépendants
- Facteurs génétiques
 - Caractéristiques génétiques des populations, structure des populations, processus de sélection

114

114

Facteurs génétiques

115

115

Effectif efficace de la population N_e

- N_e est le nombre d'individus reproducteurs dans une population idéalisée qui aurait les mêmes caractéristiques que la population considérée, soit en termes de dérive génétique soit en termes de consanguinité.

116

116

Sex-ratio et effectif : le cas de l'Aigle Ibérique

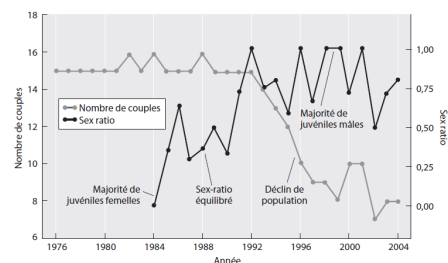


Figure 5.14 - Sex-ratio et petite population.

Lors que le nombre de couples reproducteurs d'Aigle ibérique (*Aquila adalberti*) décline, le sex-ratio des juvéniles évolue d'une majorité de femelles en 1984 à une relative égalité puis une quasi-totalité de mâles. Ce changement était dû à la tendance des aigles immatures à se reproduire seulement dans des populations de petite taille et à produire principalement des juvéniles mâles (d'après Ferrer *et al.* 2009).

117

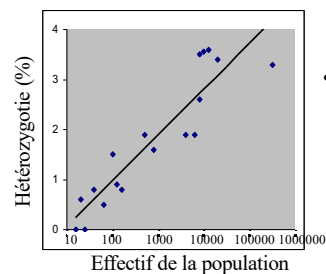
117

Conséquence des faibles N_e : La dérive génétique

- Elle conduit à la fixation et élimination de formes alléliques donc à une diminution de la variabilité génétique et donc des individus hétérozygotes

118

118

Hétérozygotie et effectif de la population chez un conifère de Nouvelle Zélande, *Halocarpus bidwillii*

- Chez cette espèce, la variabilité génétique mesurée par le taux d'hétérozygotie augmente avec N_e

- Même chose chez un pic, *Picoides borealis*

119

119

Conséquence des faibles N_e : La dépression consanguine

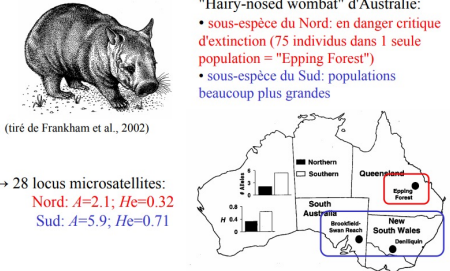
- Certaines maladies récessives peuvent s'exprimer à l'état homozygote et entraîner une réduction de la fertilité ou de la mortalité infantile qui affecte le taux de croissance

120

120

Conséquence des faibles Ne : La dépression consanguine

- Comparaison d'une espèce menacée avec esp. non menacée:
 - "Hairy-nosed wombat" d'Australie:
 - sous-espèce du Nord: en danger critique d'extinction (75 individus dans 1 seule population = "Epping Forest")
 - sous-espèce du Sud: populations beaucoup plus grandes



(tiré de Frankham et al., 2002)

→ 28 locus microsatellites:
 Nord: $A=2.1$; $H_e=0.32$
 Sud: $A=5.9$; $H_e=0.71$

121

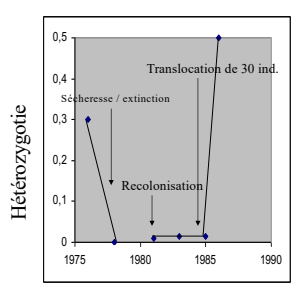

Goulot d'étranglement 'bottleneck' et effet fondateur

- Bottleneck : Intervient lors d'une diminution sévère de la taille de la population
- Effet fondateur : une nouvelle population est formée à partir de quelques individus

Le pool génétique est ainsi réduit

122

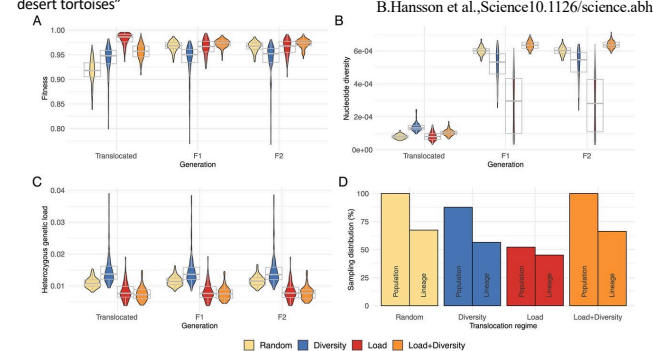
Effet fondateur dans une population naturelle de *Poeciliopsis monacha*

- Hétérozygotie réduite à zéro lors de l'extinction, demeure basse après la recolonisation à cause des effets fondateurs, puis augmente lorsque le pool génétique est augmenté par la translocation

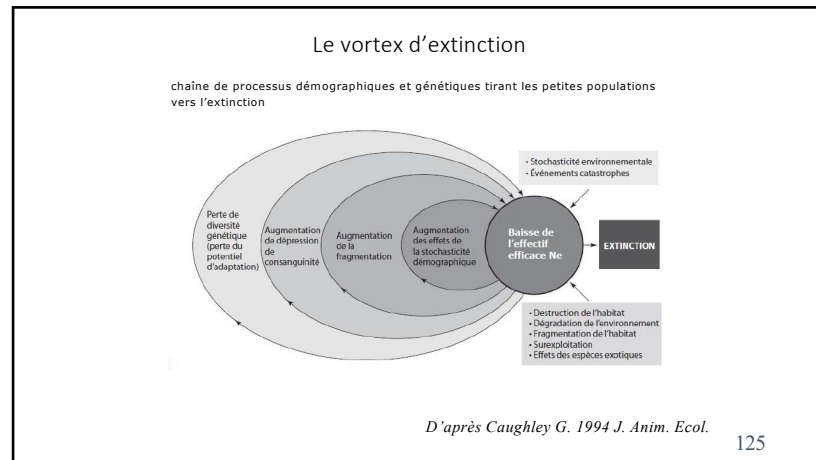
123

Article: Comment on "Individual heterozygosity predicts translocation success in threatened desert tortoises"
 B.Hansson et al., Science 10.1126/science.abh1105 (2021).

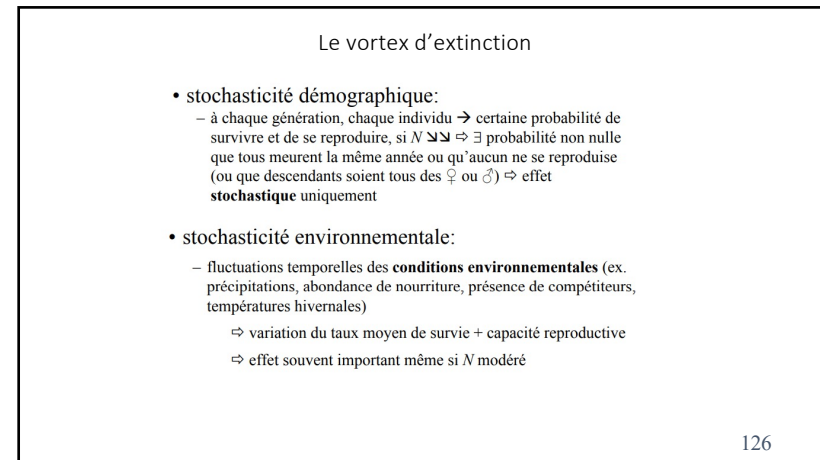


Individual-based simulations show that alternative translocation regimes can have differential effects on genetic variation and fitness.

124



125



126