

université PARIS-SACLAY | FACULTÉ DES SCIENCES D'ORSAY

# Biologie de la conservation

MARC GIRONDOT, UNIVERSITÉ PARIS SACLAY  
MARC.GIRONDOT@UNIVERSITE-PARIS-SACLAY.FR

1

## Plan du cours

1. Qu'est-ce que la biodiversité ?
2. La biodiversité est-elle menacée ?
3. Pourquoi protéger la biodiversité ?
4. Quelles sont les menaces ?
5. Qu'est-ce que la biologie de la conservation

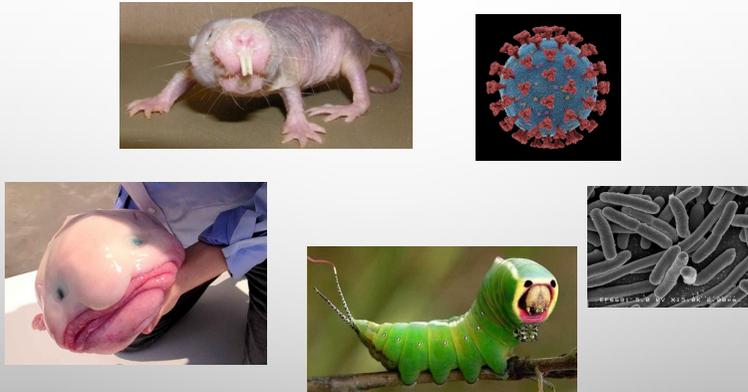
2

### 1- Qu'est-ce que la biodiversité ?

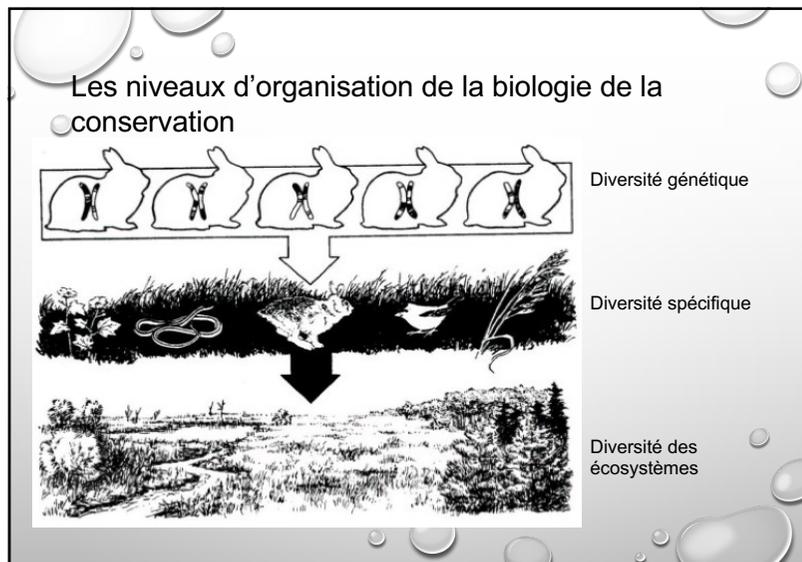


3

### 1- Qu'est-ce que la biodiversité ?



4



5

## Diversité génétique

- La diversité génétique désigne le degré de variétés des gènes au sein d'une même espèce, correspondant au nombre total de caractéristiques génétiques dans la constitution génétique de l'espèce (voire de la sous-espèce). Elle décrit le niveau de la diversité intraspécifique.
- Rappel : Dogme central de la biologie moléculaire
  - ADN → ARN → Protéines
  - Génotype → phénotype

6

## Diversité génétique

- Rappel : Dogme central de la biologie moléculaire
  - ADN → ARN → Protéines
  - Génotype → phénotype
- Lorsque Francis Crick formula cette théorie en 1958, il utilisa l'expression « *central dogma of molecular biology* ». Le mot dogme prête ici à confusion, car il s'agit plutôt d'une hypothèse scientifique et non pas d'une doctrine établie comme une vérité incontestable.
  - Le dogme est ce qui distingue une science d'une religion

Crick FH (1958). "On Protein Synthesis". In F. K. Sanders (ed.). Symposia of the Society for Experimental Biology, Number XII: The Biological Replication of Macromolecules. Cambridge University Press. pp. 138–163.

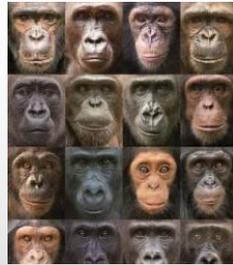
7

## Diversité génétique



8

## Diversité génétique



9

## Buts de la biologie de la conservation au niveau génétique

- Maintenir une variation génétique au sein et entre populations
- S'assurer que les processus, en particulier évolutifs, puisse continuer



10

La théorie de l'évolution de Darwin est basée sur plusieurs observations et inférences

1. La reproduction est un phénomène quasi-universel



Charles Darwin  
1809-1882



11

La théorie de l'évolution de Darwin est basée sur plusieurs observations et inférences

2. Il existe de grandes différences entre individus au sein de la même espèce



12

La théorie de l'évolution de Darwin est basée sur plusieurs observations et inférences

- Certaines caractéristiques sont héréditaires, c'est à dire peuvent être transmises d'une génération à l'autre



Darwin avait reçu un tiré-à-part de Mendel décrivant ses travaux... mais il semble qu'il ne l'a pas lu !

Gregor Mendel (1866). "Versuche über Pflanzenhybriden". Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn, Bd. IV für das Jahr 1865, Abhandlungen, 3-47.

13

La théorie de l'évolution de Darwin est basée sur plusieurs observations et inférences

- Certaines caractéristiques sont plus avantageuses que d'autres



Darwin était colombophile et savait que certaines variétés de pigeons étaient très fragiles.

14

La théorie de l'évolution de Darwin est basée sur plusieurs observations et inférences

- Les organismes qui ont les variations les plus avantageuses ont plus de chances de survivre et de se reproduire
- La répétition du point 5 sur de nombreuses générations conduit à l'évolution biologique

15

## Diversité génétique

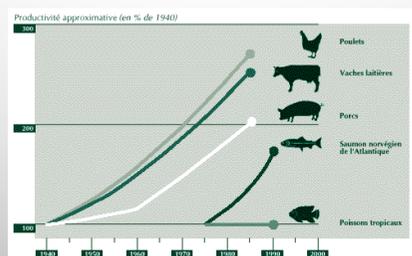
Les céréales utilisées aujourd'hui résultent d'une sélection rigoureuse et efficace, qui a permis d'assurer des rendements considérables. Cela a permis la révolution verte des années 1970.



16

## La révolution verte

- Ensemble de techniques qui ont permis d'augmenter de façon impressionnante la productivité.



17

## Exemple du blé et du maïs

En revanche, cette sélection a conduit à une forte diminution de la diversité génétique des nouvelles variétés. Les 136 variétés de blé tendre créées en France entre 1959 et 1982 étaient toutes issues d'une même souche et tous les maïs cultivés au nord de la Loire sont issus de la même lignée (INRA 258).



18

## Ravageurs du maïs

- Or, du fait de cette trop grande homogénéité génétique, les cultures sont devenues très vulnérables à des agents pathogènes et autres ravageurs à capacité d'évolution rapide. Ainsi, aux Etats-Unis, la rouille refit une apparition en 1970 et l'épidémie provoque des dégâts considérables dans le maïs, devenu trop fragile.
  - Provoquée par le développement d'un champignon
  - Pustules brun rouille à la surface des feuilles.
  - Forme ronde à allongée
  - 1 à 3 mm de longueur.



19

## Et alors ?

- Photosynthèse
- Ressources détournées
- Évapotranspiration
- Nutrition minérale
- Port d'entrée (*Helminthosporium*, *Cercospora*, etc.)



20

## Les dégâts agronomiques...

- Apparence de l'épi
- Grosseur des épis
- Grains secs



21

## Épidémiologie

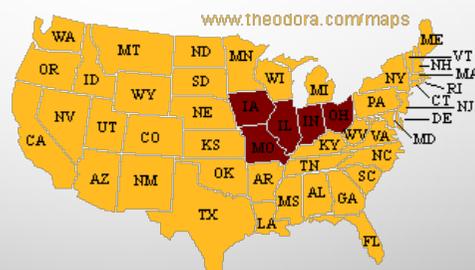
- Habituellement = processus « lent »
  - Apparition = Juillet-août
  - Épidémie tardive
- Année 2000...
  - Apparition en juin dans de nombreux États
  - Épidémie hâtive et plus grave



22

## Répartition aux USA

- Problème important (2000)
  - Missouri
  - Iowa
  - Illinois
  - Indiana
  - Ohio
  - Ontario



23

## Lutte chimique

- Dépistage précoce et fréquent
  - stade 6 à 8 feuilles
  - Exclure feuilles du bas
  - Hebdomadaire si nécessaire
  - Traitements si météo favorable seulement

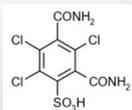


24

## Fongicide de contact

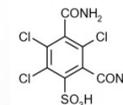
### • Chlorothalonil

- Protection, prévention
- N'empêche pas la sortie des symptômes
- 14 jours avant récolte max. (étiquette)
- 2 applications max. (étiquette)
- Application de 7 jours à 10 jours maximum
  - (Selon étiquette = 14 jours!)
- 3.2 L/ha



25

## Actualité de l'eau: le R471811



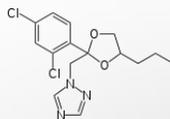
- « L'Agence nationale de sécurité sanitaire (Anses) a révélé, dans un rapport, la présence importante dans l'eau potable de résidus d'un pesticide, le Chlorothalonil. Tout le Bassin parisien est concerné, y compris Paris. »
- Une étude de l'Anses montre en 2023 qu'un de ses métabolites (le R471811) contamine notablement les eaux françaises; celui-ci a été retrouvé à une concentration supérieure à 0,1 µg/L dans 34 % des échantillons d'eau analysés.
- C'est plus que le seuil réglementaire (0,1 µg/L) mais on ne connaît pas encore le seuil sanitaire, celui où un effet sur la santé est observé; le seuil sanitaire a été fixé à 3 µg/L pour le R471811 en référence à la molécule mère dans l'attente d'une valeur produite par l'ANSES.

26

## Fongicide absorbé

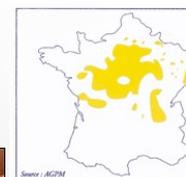
### • Propiconazole

- Été 2000
- action systémique
- « curatif » = pré-symptômes
- 14 jours avant récolte
- 2 applications ou plus si nécessaire
- Application aux 7 jours à 10 jours maximum
- L'Anses a procédé au retrait de 23 autorisations de mise sur le marché et 9 permis de commerce parallèle de produits phytopharmaceutiques à base de la substance active propiconazole le 19 juin 2019.

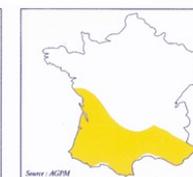


27

## Ravageurs du maïs en France



Larve de pyrale  
(*Ostrinia  
nubilalis*) grossie  
environ 2 fois



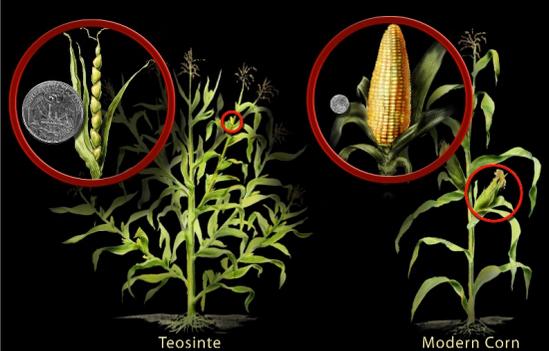
Larve de  
sésamie (*Sesamia  
nonagrioides*) grossie  
e environ 3 fois



28

## Diversité du maïs

- Originaire d'Amérique centrale

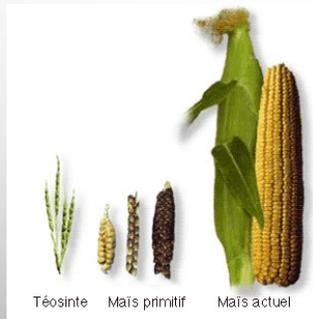
Teosinte                      Modern Corn

29

## Origine du maïs

- Transition très mal connue

Syndrome de domestication



Téosinte    Maïs primitif    Maïs actuel

30

## Diversité du maïs

- Très grande diversité génétique même entre vallées



31

## Banques de diversité génétique

- Eviter de perdre la diversité génétique naturelle



32

## Réserve mondiale de semence du Svalbard

- la réserve mondiale de semences du Svalbard, réputée la plus sûre, tant d'un point de vue géologique, qu'environnemental et géopolitique. Creusée dans le flanc d'une montagne de l'île du Spitzberg, cette réserve abrite depuis plus de dix ans des graines de cultures vivrières venues d'un peu partout dans le monde. Un record de plus d'un million de variétés différentes a même été atteint courant 2018.
- Malgré toutes les précautions prises pour offrir une arche inviolable aux précieuses graines, la réserve mondiale de semences du Svalbard a montré une faiblesse en 2017. Le changement climatique a provoqué une fonte inattendue du permafrost.



33

## Buts de la biologie de la conservation à l'échelle de l'espèce

- 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



34

## Espèces phares ou emblématiques (flagship)

- Une espèce phare est une espèce sélectionnée pour agir en tant qu'ambassadeur, icône ou symbole pour un habitat, un problème, une campagne ou une cause environnementale définis.
- En se concentrant sur cette espèce et en assurant sa conservation, le statut de nombreuses autres espèces qui partagent son habitat - ou sont vulnérables aux mêmes menaces - peut également être amélioré.
- Les espèces phares sont généralement relativement grandes et considérées comme « charismatiques » dans les cultures occidentales.



35

## Les espèces « peluches »

- La connaissance des espèces peluches profite-elle aux autres espèces ? (Ballouard & Bonnet, 2008)
- Questionnaire pour 1000 enfants leur demandant de citer des espèces à protéger:
  - Les enfants indiquent des espèces « peluches » exotiques mais aucune espèce locale et ce quel que soit l'endroit d'où ils sont (10 pays)



36

## Espèces-clés



- Une espèce clé de voûte est une espèce qui joue un rôle essentiel dans la structure, le fonctionnement ou la productivité d'un habitat ou d'un écosystème à un niveau défini (habitat, sol, dispersion des graines, etc.).
- La disparition de ces espèces peut entraîner des changements ou des dysfonctionnements importants de l'écosystème qui peuvent avoir des effets à plus grande échelle. Les exemples incluent le rôle de l'éléphant dans le maintien de la structure de l'habitat et les chauves-souris et les insectes dans la pollinisation.
- En se concentrant sur les espèces clés de voûte, les actions de conservation pour cette espèce peuvent aider à préserver la structure et la fonction d'un large éventail d'habitats qui sont liés à cette espèce au cours de son cycle de vie.

37

## Espèces-parapluies ou ombrelles

- Une espèce parapluie ou espèce paravent (umbrella species, en Anglais) désigne, en écologie une espèce dont l'étendue du territoire permet la protection d'un grand nombre d'autres espèces si celle-ci est protégée
- Il s'agit donc d'une espèce dont l'espace vital est très grand, comme la loutre par exemple : pour protéger la loutre, la restauration de son habitat est essentielle, ce qui par voie de conséquence améliorera l'habitat d'un grand nombre d'espèces aquatiques.
- On peut étendre la définition à un concept plus général: une espèce parapluie est une espèce dont les besoins écologiques incluent ceux de nombreuses autres espèces; en la protégeant, on étend la protection à toutes les espèces qui partagent son habitat. Les espèces parapluies sont souvent de grands mammifères, mais peuvent aussi être plus petites, comme certains papillons par exemple.

38

## Espèce indicatrice de l'état d'un écosystème

- Une espèce indicatrice ou un groupe d'espèces choisi comme indicateur, sont indicateurs de l'état d'un écosystème ou d'un processus au sein de cet écosystème.
- Par exemple, les écrevisses comme des indicateurs de qualité de l'eau douce; les coraux marins comme indicateurs de processus tels que l'envasement et l'augmentation de la température de l'eau de mer; les faucons pèlerins comme un indicateur de charge de pesticides ou des plantes comme indicateurs de la présence et de l'impact d'espèces exotiques.



39

## La liste rouge de l'UICN

Comité français  
**UICN**  
Union mondiale pour la nature

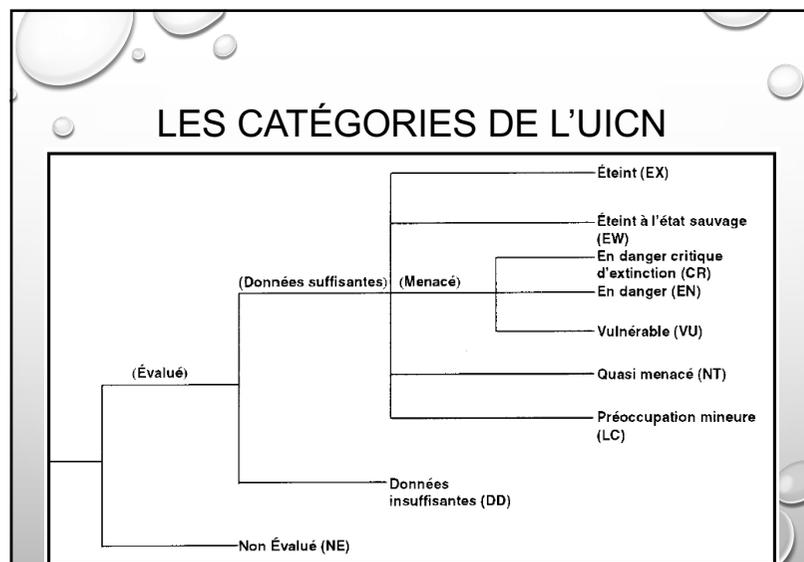
Les buts de la liste rouge de l'UICN sont:

- Identifier les espèces qui sont le plus en danger

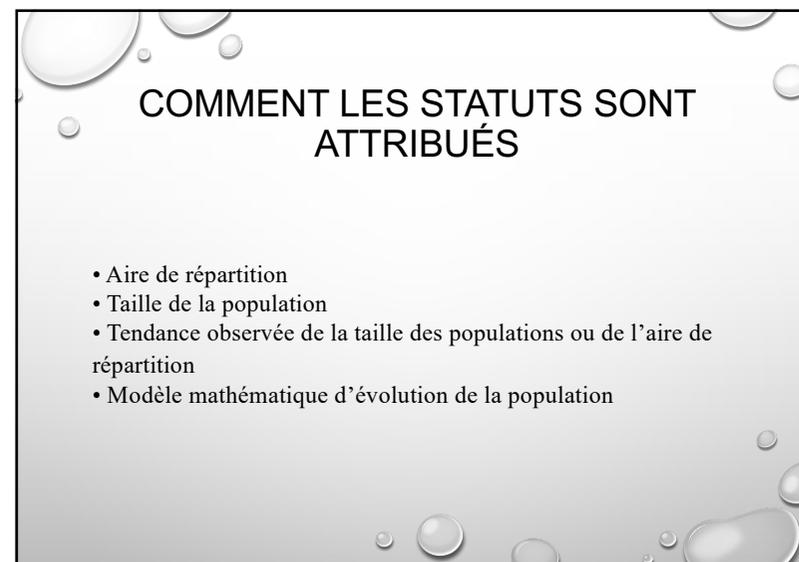
Et

- Produire un indice global décrivant la crise de la biodiversité.

40



41



42

## Espèces menacées

- *Espèces au niveau trophique supérieur: sont souvent grosses et ont des taux de croissance de la population faibles. Ex: Sand cat*
- *Espèces endémiques: ont une distribution limitée et sont rapidement menacées par la destruction ou la dégradation de leur habitat (Ex: Golden Toad)*




43

## Espèces menacées

- *Espèces migratrices: leur survie dépend d'un habitat de qualité sur les aires d'hivernage et d'estivage (Ex: Monarque)*

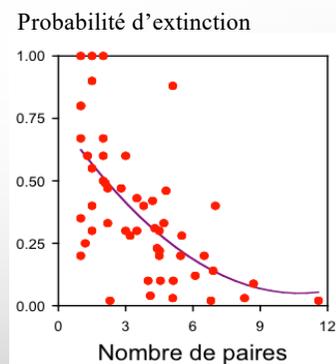



Le Monarque (*Danaus plexippus*) est un insecte lépidoptère de la famille des Nymphalidae.

44

## Espèces menacées

- Espèces ayant des populations chroniquement petites (Ex: plusieurs espèces d'oiseaux tropicaux)
- Populations d'oiseaux étudiées sur une série d'îles pendant une quinzaine d'années
- Petites îles de 0.1 à 5 km<sup>2</sup>
- Extinctions fréquentes, populations de 1 à 12 paires de géniteurs



45

## Espèces menacées

- Espèces ayant une faible capacité à se disperser (Ex: Lamantin de Floride)



46

## Buts de la biologie de la conservation à l'échelle des écosystèmes

- Maintenir des écosystèmes naturels et des gradients à travers d'assez grands secteurs pour assurer des processus écologiques normaux
- Prévenir la fragmentation d'écosystèmes naturels et leur remplacement par des écosystèmes artificiels



47

## Exemple des amphibiens

- Amphibie: 2 milieux de vie



48

### Exemple des amphibiens

- Amphibie: 2 milieux de vie



49

### Exemple des amphibiens

- Transition entre les deux milieux pendant la reproduction



Mise en place de crapaud duc

50

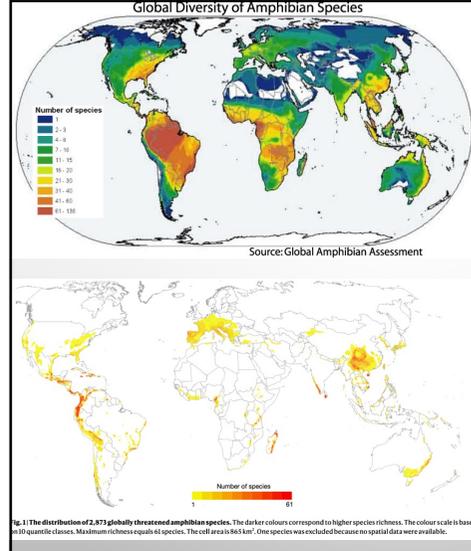
### Exemple des amphibiens

- Transition entre les deux milieux pendant la reproduction: les crapaud-duc



51

### Déclin global des amphibiens



Source: Global Amphibian Assessment

Luedtke, J.A.; Chanson, J.; Neam, K.; Hobin, L.; Maciel, A.O.; Catenazzi, A.; Borzee, A.; Hamidy, A.; Aowphol, A.; Jean, A.; et al. Ongoing declines for the world's amphibians in the face of emerging threats. *Nature* 2023, 622, 308-314, doi:10.1038/s41586-023-06578-4.

52

## Déclin global des amphibiens

La chytridiomycose est une maladie infectieuse des amphibiens, causée par les champignons chytrides *Batrachochytrium dendrobatidis* et *Batrachochytrium salamandrivorans*.



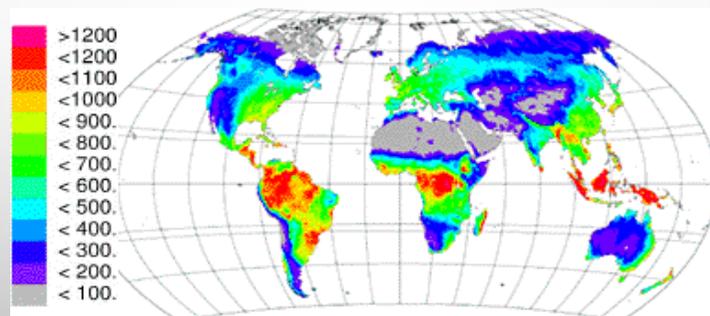
53

## 2- La biodiversité est-elle menacée ?

54

## Distribution globale de la biodiversité

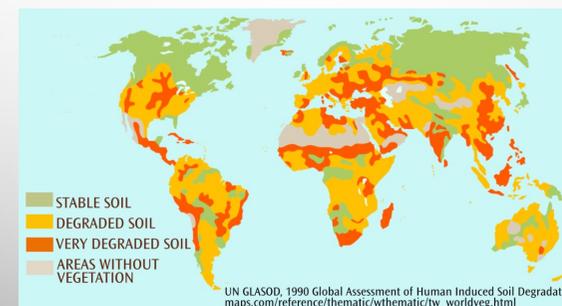
Indice de biodiversité



55

## Impact anthropique

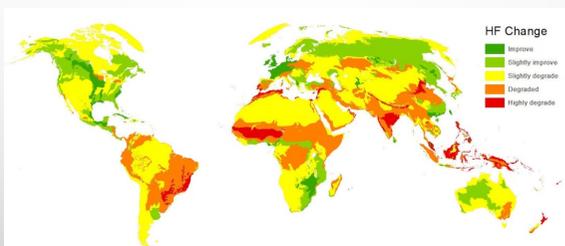
- Une grande partie de la terre est perturbée par les activités humaines.



56

## Impact anthropique

- Cette carte montre où l'impact de l'homme sur l'environnement a augmenté ou diminué entre 1993 et 2009.



Venter, O.; Sanderson, E.W.; Magrath, A.; Allan, J.R.; Beher, J.; Jones, K.R.; Possingham, H.P.; Laurance, W.F.; Wood, P.; Fekete, B.M.; et al. Sixteen years of change in the global terrestrial human footprint and implications for biodiversity conservation. *Nature Communications* 2016. 7. 12558. doi:10.1038/ncomms12558.

57

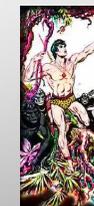
## Les extinctions d'espèces...

- Les humains pré-industriels ont provoqué l'extinction de nombreuses espèces de vertébrés
  - par exemple. Colons polynésiens des îles du Pacifique
- Des fouilles archéologiques suggèrent que ~ 60 espèces d'oiseaux ont été perdues à Hawaï, 44 espèces de Nouvelle-Zélande
- En raison de la chasse, des espèces introduites (rats) et de la destruction des habitats pour l'agriculture
- Mythe des humains préindustriels en «harmonie avec la nature»



TARZAN communique naturellement avec les animaux qui lui obéissent.  
Edgar RICE BURROUGHS-Burne HOGARTH, *Tarzan of the Apes* (Pan Books Ltd.).

Jean-Jacques Rousseau, né le 28 juin 1712 à Genève et mort le 2 juillet 1778 à Ermenonville



58

## Mythe rousseauiste de L'homme primitif en harmonie avec la nature

En 1854, le président américain propose aux Indiens de la tribu Suquamish, au Nord-Est des Etats-Unis, de céder leurs terres en échange d'une vie parquée dans une « réserve » .

**La réponse du chef Seattle (1786-1866) (disponible sur Internet)**

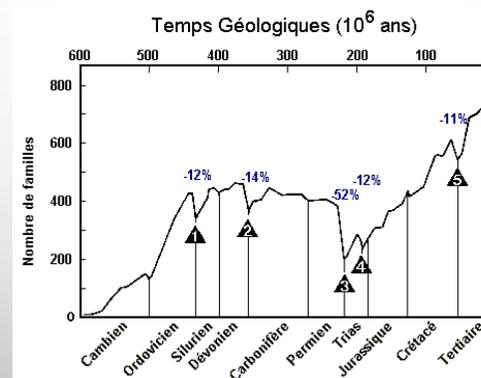
« Comment pouvez-vous acheter ou vendre le ciel, la chaleur de la terre ? L'idée nous paraît étrange. Si nous ne possédons pas la fraîcheur de l'air et le miroitement de l'eau, comment est-ce que vous pouvez les acheter ? »



En réalité ce texte a été rédigé par le scénariste Ted Perry pour des besoins filmographiques en 1974 ! Personne ne sait quelle a été la vraie réponse du chef Seattle.

59

## Crise de la biodiversité

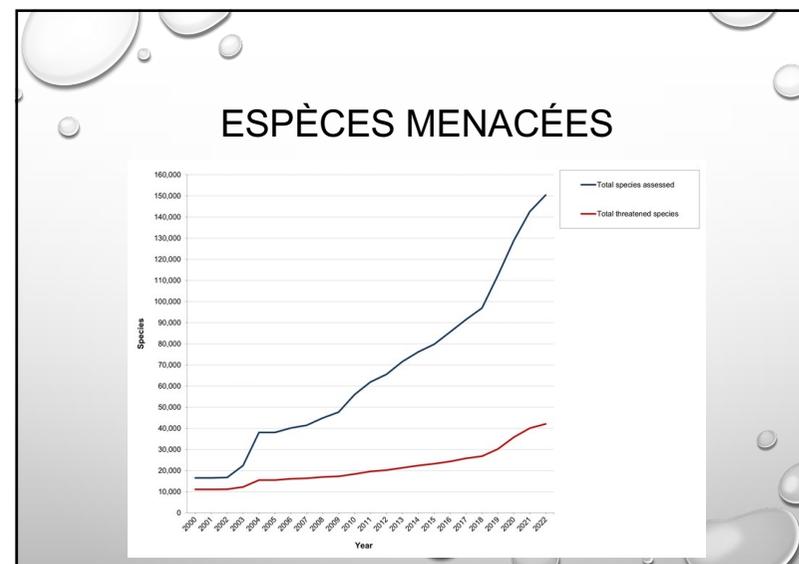


60

	Estimated Number of described species <sup>1</sup>	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 <sup>2</sup> by 2022 (IUCN Red List version 2022-2)	(IUCN Red List version 2022-2) <sup>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>	6,596	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		
<b>Subtotal</b>	<b>74,420</b>	<b>60,220</b>	<b>81%</b>	<b>10,739</b>			
<b>INVERTEBRATES</b>							
Insects	1,053,578	12,441	1.2%	2,345	Insufficient coverage		
Molluscs	113,813	9,032	8%	2,399	Insufficient coverage		
Crustaceans <sup>6</sup>	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		
<b>Subtotal</b>	<b>1,521,459</b>	<b>26,862</b>	<b>2%</b>	<b>6,161</b>			

Source: IUCN, 2023

61



62

### TAUX D'EXTINCTION

Le taux de fond est de 2 extinctions de mammifères pour 10 000 espèces par 100 ans (c'est-à-dire 2 E/MSY)  
 Augmentation des taux d'extinction des vertébrés au-dessus du taux de fond.

Ceballos, G.; Ehrlich, P.R.; Barnosky, A.D.; Andrés García; Pringle, R.M.; Palmer, T.M. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science Advances* 2015, 1, e1400253.

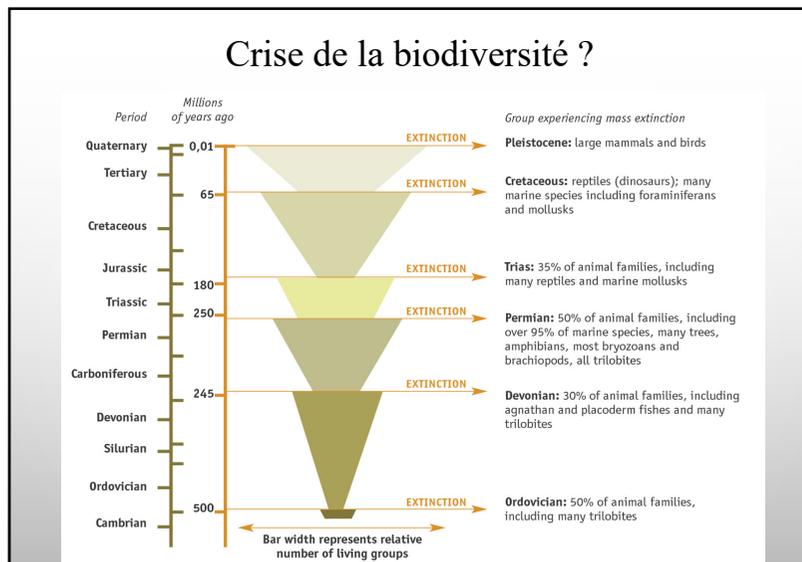
Animal group	Elevation of modern rates with respect to expected rates			
	Highly conservative		Conservative	
	Since 1500	Since 1900	Since 1500	Since 1900
Vertebrates	8	22	15	53
Mammals	14	28	20	55
Birds	13	24	15	34
Reptiles	5	8	8	24
Amphibians	5	22	22	100
Fishes	5	23	12	56

63

### Les taux d'extinction actuels suggèrent qu'un événement d'extinction de masse se produit

- Le taux projeté signifie l'élimination de 50% des ~ 45000 vertébrés en 7000 ans
- D'autres estimations basées sur les taux projetés de perte d'habitat et le changement de l'état des espèces suggèrent que les taux d'extinction actuels sont 100 à 1000 fois plus élevés que le taux «normal»
- Extinction de masse se produisant en raison d'un taux d'extinction accru

64



65



66

## MODIFICATIONS DE L' HABITAT

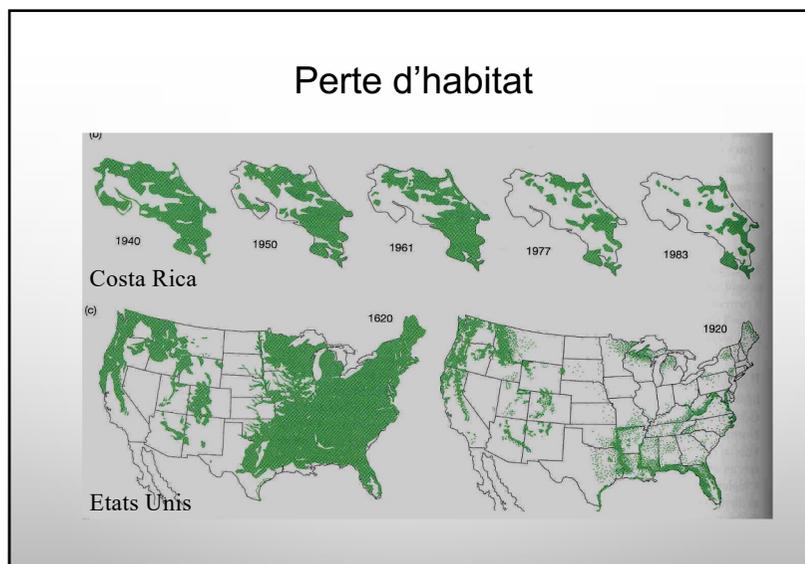
- Plus grande menace pour la biodiversité
  - Approx. 50% des extinctions d'espèces sont associées à des modifications de l'habitat
- Perte d'habitat
- Altération de l'habitat
- Fragmentation
- Augmentation de la présence humaine
- Introduction d'espèces

67

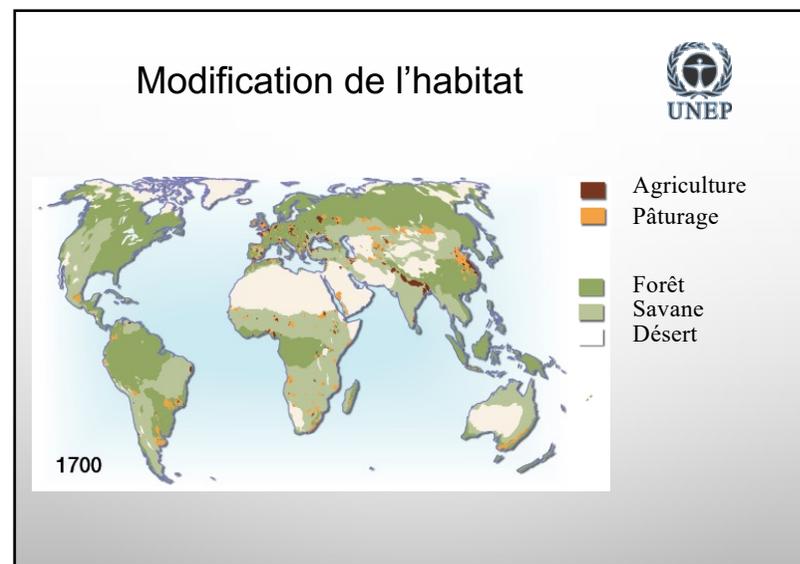
## Impact anthropique

- Une grande partie de la terre est perturbée par les activités humaines.

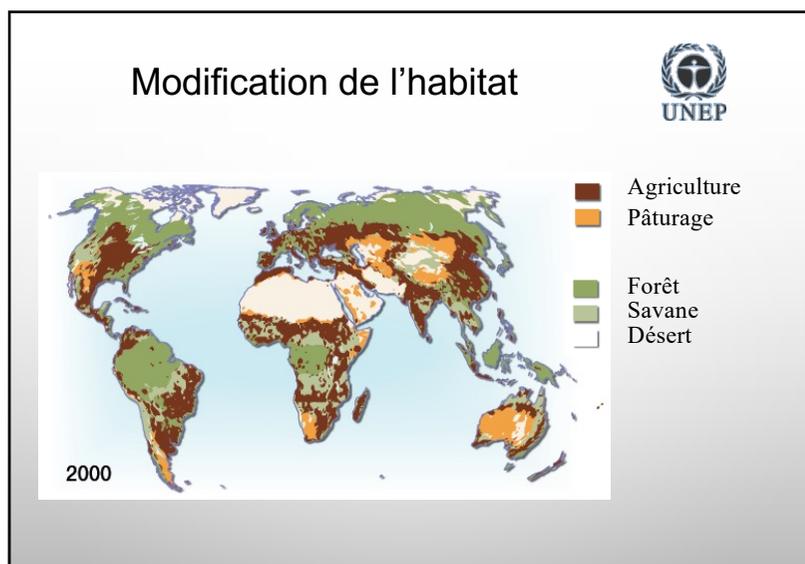
68



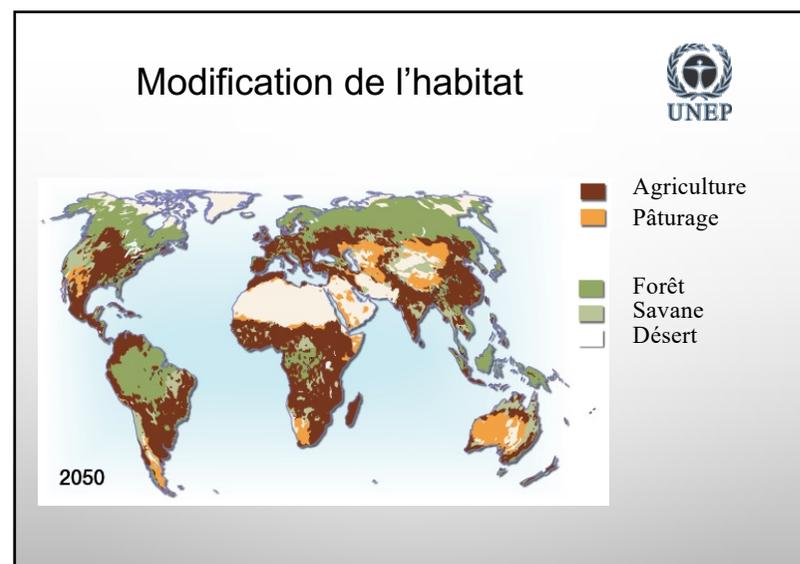
69



70



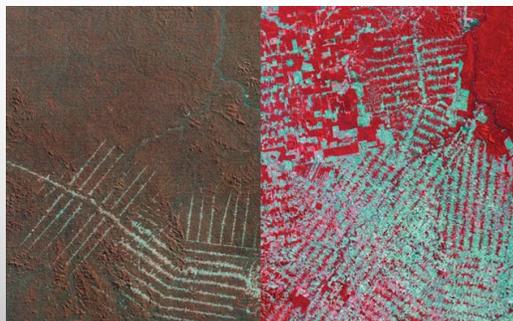
71



72

## Déforestation en arête de poisson

- **Rondonia, Brésil, 1976 et 2001**



73

## Modification de l'habitat

### • Fragmentation

- Composant majeur: **Effet de bord**
- Impacts de la fragmentation percole vers l'intérieur
- ↑ sécheresse, ↑ vent, ↑ ouverture, ↑ chaleur, changement dans la disponibilité en eau, ↑ bruit, etc.
- Ces impacts peuvent se faire ressentir à plusieurs centaines de mètres
  - La distance est spécifique de l'espèce
  - Oiseaux en Australie: +200 m
  - *Les PLUi prévoient en général une zone tampon de 10 m autour des habitations.*



74

## Modification de l'habitat

### • Augmentation de la présence humaine

- L'altération entraîne plus d'altération
- Lorsque des communautés humaines s'installent, cela entraîne l'installation d'autres...



75

## Modification de l'habitat

### • Introduction d'espèces

- D'autres espèces nous suivent lorsque nous colonisons des régions...
- Intentionnellement ou non...
- On pense que c'est la seconde cause de mise en danger de la biodiversité



76

## Les espèces invasives

- **Introductions intentionnelles**
  - Cultures, animaux de compagnie, plantes d'ornements, élevage, etc.
- **Introductions non intentionnelles**
  - Les autres (rats, souris, fourmis...)
  - La majorité est dans cette catégorie



77

## Les espèces invasives

- L'impact sur les autres espèces peut être via différentes voies
  - Compétition, prédation, parasitisme
    - Les espèces ont besoin de ressources pour survivre et se propager
    - Conséquences variées de l'introduction d'espèces.

78

## Règle empirique des dixièmes

*Williamson et Brown (1986) et Williamson et Fitter (1996)*

- Toutes les espèces introduites ne réussissent pas à s'implanter
- Stades de l'invasion
  1. Introduction
  2. Etablissement ou naturalisation
  3. Intégration ou expansion
  4. Invasion ou dominance

79

## Règle empirique des dixièmes

- Seulement 10% passent au stade suivant
  - 1 000 introductions
  - 100 établis
  - 10 intégrés
  - 1 invasif
- Observations empiriques



80

## L'introduction

- Une introduction d'espèce est **liée à l'action de l'homme**. C'est l'homme qui a été, directement (transport) ou indirectement (par exemple l'ouverture du canal de Suez), volontairement ou involontairement, le vecteur qui a permis à une espèce de coloniser une région d'où elle était absente.
- **Il existe une discontinuité géographique entre l'aire d'origine et la nouvelle aire.**

81

## L'introduction

- L'arrivée est la phase dans laquelle le hasard tient la plus grande place. Une simple diaspore(= propagule), un couple, une femelle enceinte, peuvent servir de base à une invasion biologique.

- L'introduction peut-être volontaire, par exemple dans les jardins



82

## La naturalisation ou établissement

- On considère parfois que pour être considérée comme introduite, une espèce doit être aussi naturalisée.
- Une espèce naturalisée doit capable de survivre et de donner naissance à de nouvelles générations, dans le milieu naturel, sans l'aide de l'homme

- Les plantes cultivées ne sont donc, en général, pas établies.



83

## L'intégration ou expansion

- L'espèce occupe tous les biotopes et toute l'aire géographique qui lui sont accessibles.
- La vitesse de colonisation varie en fonction de l'espèce :

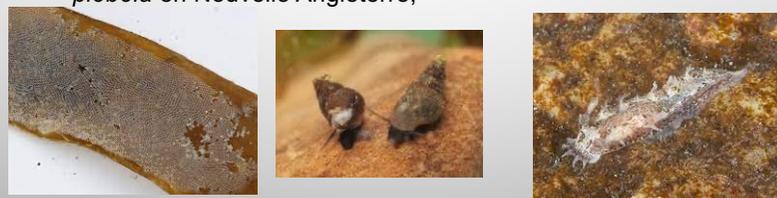
- 12 km/an pour le crabe asiatique *Hemigrapsus sanguineus* sur les côtes Atlantiques d'Amérique du Nord,



84

## L'intégration ou expansion

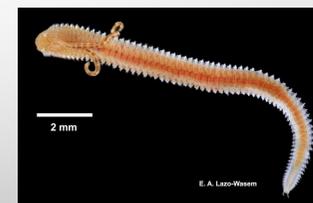
- 20 km/an pour le Bryzoaire *Membranipora membranacea* en Nouvelle Angleterre,
- 20-50 km/an pour le Gastéropode *Potamopyrgus antipodarum* en Mer Baltique,
- 50 km/an pour le Mollusque Opisthobranchie *Tritonia plebeia* en Nouvelle Angleterre,



85

## L'intégration ou expansion

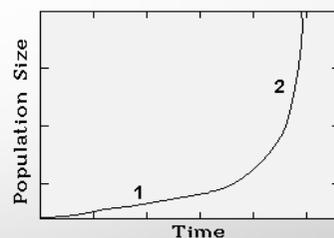
- Jusqu'à 115 km/an pour la moule Méditerranéenne *Mytilus galloprovincialis* en Afrique du Sud,
- Jusqu'à 480 km/an pour le Polychète *Marenzelleria viridis* en Mer Baltique.



86

## Espèces invasives

- Pourquoi la taille des populations d'espèces invasives augmente très rapidement ?
- **Relâche écologique**
  - Des limitations dans la croissance des populations sont absentes dans le nouveau milieu.



87

## Disease Ecology

- Par rapport aux espèces introduites
  - Nécessité d'avoir un vecteur
  - Mais aussi d'hôtes
- Il semble plus difficile d'introduire une maladie qu'une espèce

88

## Ecologie des maladies - *disease ecology*

- Sous-discipline de l'écologie des invasions
  - Le pathogène est souvent une espèce introduite
  - Bactérie, virus, champignon, protozoaire.

Nombre d'élevage de volailles infectés par le virus H5N1 au 17/8/2007

outbreaks in poultry  
 <10  
 <50  
 <250  
 >250

89

## Disease Ecology

- Ex. Fièvre du nil
- Le virus West Nile est un arbovirus, de la famille des flaviviridae, transporté par des oiseaux migrateurs. Son cycle de vie implique un insecte vecteur le moustique, un réservoir animal, l'oiseau, et des hôtes accidentels, le cheval et l'homme, qui sont des impasses pour son développement. Depuis 1960 en Camargue.

90

## EXEMPLE D'INTRODUCTION DE PATHOGÈNE

Deux espèces endémiques de rats étaient présentes sur l'île:  
*Rattus macleari*  
*R. nativitatis*

Wyatt KB, Campos PF, Gilbert MTP, Kolokotronis S-O, Hynes WH, et al. (2008) Historical Mammal Extinction on Christmas Island (Indian Ocean) Correlates with Introduced Infectious Disease. PLoS ONE 3(11): e3602. doi:10.1371/journal.pone.0003602

91

## Introduction du rat noir (*Rattus rattus*)

92

## Les trypanosomes

- *Trypanosoma* est un genre notable de l'ordre des Trypanosomatida, un groupe de protistes parasites. Il existe une vingtaine d'espèces infectant divers vertébrés, parmi lesquels l'Homme, provoquant des maladies, les trypanosomiases.



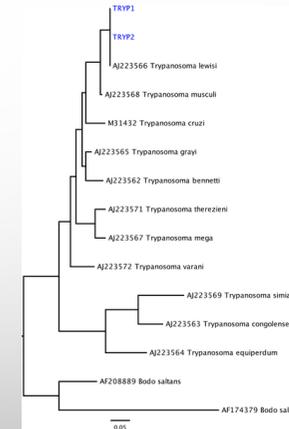
La plupart des espèces est transmise par des invertébrés hématophages comme les insectes ou les sangsues. Par exemple, *Trypanosoma brucei* est transmis à l'Homme par la mouche tsé-tsé (ou glossine) et entraîne la maladie du sommeil.

93

## Analyses des rats conservés en collection

Détection de trypanosomes chez tous les rats capturés après 1899 mais absence auparavant.

Les rats endémiques auraient été particulièrement sensibles à un nouveau pathogène.



94

## Exemple du diable de Tasmanie



- C'est un animal emblématique de la province australienne de Tasmanie.
- C'est devenu le plus grand marsupial carnivore en Australie après la disparition du tigre de Tasmanie (1936).



*Sarcophilus harrisii*



95

## Les diables de Tasmanie

- Pendant presque un siècle les diables de Tasmanie, espèce carnivore autrefois considérées comme nuisible étaient tués par l'homme. Ils devinrent rares jusqu'à ce qu'une loi votée en juin 1941 les protégèrent; à ce moment leur nombre est reparti à la hausse.

96

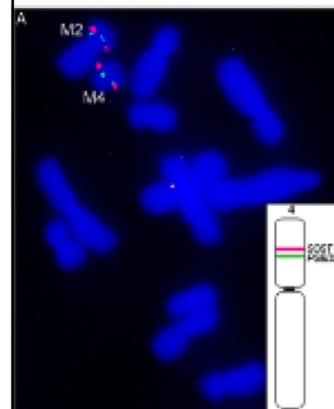
## Une maladie apparait en 1996 Devil facial tumour disease

- Mais depuis 1996 une grave maladie affecte cette espèce. Il s'agit d'une tumeur faciale qui se caractérise par un cancer autour de la bouche ou de la tête. La maladie, contagieuse se transmet par morsure. Une des conséquences que cette tumeur engendre est que les diables se retrouvent dans l'incapacité de se nourrir.



97

## Analyse des tumeurs



- Les chercheurs ont identifié le cancer comme une tumeur neuroendocrine, et ont trouvé des réarrangements chromosomiques identiques dans toutes les cellules cancéreuses.

Résultats d'hybridation *in situ* sur des chromosomes issus de cellules de la tumeur. Le schéma représente l'emplacement des gènes SOST et PGBD2 sur le chromosome diable normal. Deux signaux sont détectés sur un jeu de chromosomes haploïdes issu d'une tumeur.

Janine E. Deakin et al. Plos Genetic 2012

98

## Transmission

- En 2006, Pearse et Swift ont analysé des cellules DFTD de plusieurs diables dans des endroits différents, et ont déterminé que toutes les cellules DFTD étaient non seulement génétiquement identiques l'une à l'autre, mais aussi génétiquement distinctes de leurs hôtes, et de tous les diables de Tasmanie connus.
- Les cellules cancéreuses seraient elles-mêmes un agent infectieux (la théorie allogreffé). Ainsi, le cancer doit être originaire d'un seul individu.
- Plus tard, les chercheurs ont montré qu'un diable précédemment non infecté développe des tumeurs suite à des lésions causées par les morsures d'un diable infecté, ce qui confirme que la maladie se propage par allogreffé. Les méthodes normales de transmission sont: se mordre, se gratter et l'activité sexuelle agressive entre les individus.

99

## La survie du diable

- Apparue en 1996 dans le nord-est de la Tasmanie, le DFTD aurait aujourd'hui tué plus des trois quarts de la population – laquelle était estimée à 150 000 individus au début des années 1990. A ce rythme, l'espèce aura disparu dans moins de vingt ans.

100

## Rôle écologique du diable

- Or, le diable de Tasmanie, autrefois considéré comme une nuisance, est désormais reconnu pour son rôle écologique. Il élimine les carcasses d'animaux morts, et exerce par sa présence une pression sur les populations de renards, ce qui explique qu'il soit devenu l'emblème des parcs nationaux de l'île. En Australie, sa sauvegarde est donc devenue un enjeu national.

101

## La survie du diable

- Quatorze diables soigneusement sélectionnés par des programmes de reproduction, quatorze diables en parfaite santé ont été relâchés jeudi 15 novembre 2012 sur l'île Maria, au large de la côte est de la Tasmanie.
- La précédente tentative en 2005 avait échoué car une des femelles relâchées était porteuse de la maladie.



102

## Ecotoxicologie

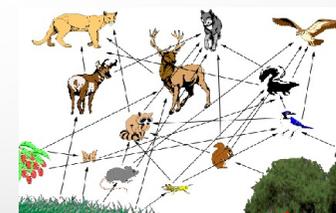
- Etude des impacts sur un écosystème des molécules fabriquées par l'homme



103

## Écotoxicologie

- Une partie importante de ces études concerne le mouvement des substances toxiques au sein des réseaux trophiques et du cycle de l'eau.



104

## Écotoxicologie Exemple

- Féminisation des Alligators en Floride
- Décrite pour la première fois au début des années 1990
- Due à la présence de composés mimant l'action des oestrogènes provenant des effluents des cultures
  - DDT, DDE
- Effet sur l'homme peu compris...



105

## 4- Qu'est-ce que la biologie de la conservation ?



1670, extinction du Dodo  
*Raphus cucullatus*  
(L. 1758) à l'île Maurice



106



Une réponse à une vague de changements de l'environnement qui menacent une partie importante de la biodiversité.

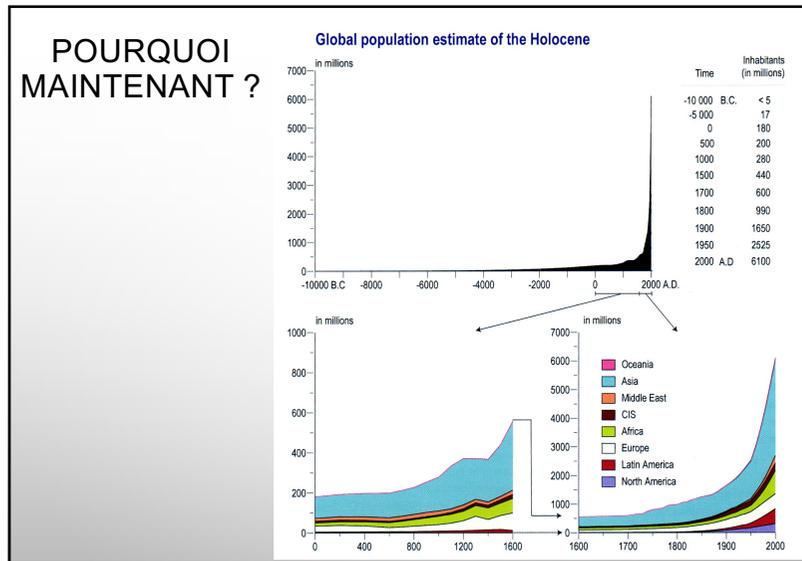


107

## Pourquoi maintenir la biodiversité ?

- Maintenir le fonctionnement des écosystèmes
- Intérêt économique direct
- Intérêt économique indirect
- Raisons éthiques
- Raisons esthétiques

108



109

## BIOLOGIE DE LA CONSERVATION

- Les biologistes de la conservation anticipent, préviennent, minimisent et réparent les dommages sur l'environnement.

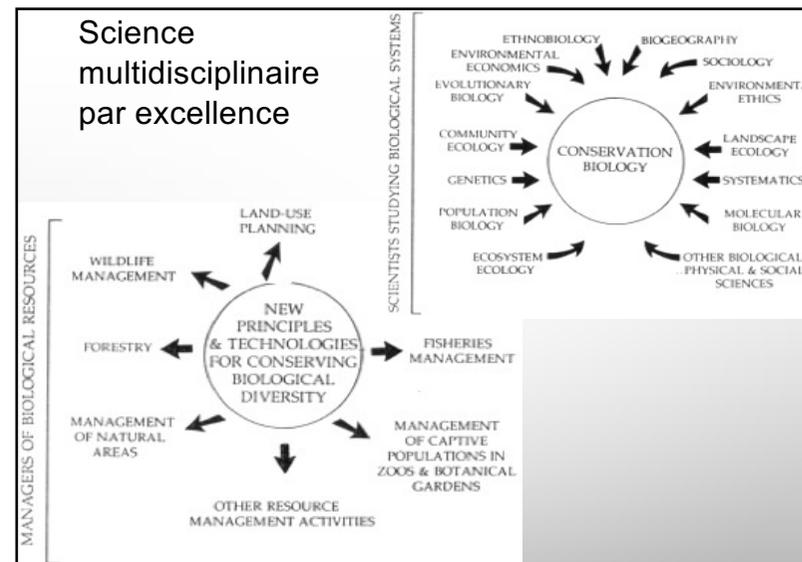
110

### La biologie de la conservation diffère des autres sciences biologiques

**C'est souvent une discipline de crise**

*i.e.*, il est parfois nécessaire d'agir avant de connaître tous les faits  
Souvent les réplifications n'existent pas, on ne peut pas refaire l'expérience,  
On change beaucoup de paramètres en une fois...

111



112

## QU'EST-CE QUI EST FAIT OU PEUT ÊTRE FAIT ?

- Définir des zones géographiques prioritaires
- Restaurer des zones endommagées
  - Ecologie de la restauration
- Programmes de réintroduction, reproduction en captivité, translocation...
- Quantifier la valeur intrinsèque d'un écosystème
- Réduire l'impact humain (*footprint* ou empreinte écologique)



113

## Objectifs des réserves

- Préservation d'écosystèmes intacts (Ex: bassins versants)
- préservation de la biodiversité (Ex: régions avec beaucoup d'endémisme)
- préservation d'espèces étendard (Ex: grands carnivores)
- conservation pour une exploitation soutenable (Ex: forêts, marais)

114

114

## Enjeux du design des réserves

- *Enjeux biologiques*, et leurs implications pour la taille, l'emplacement, la configuration, etc.
- *enjeux socioculturels*, implications face aux utilisations traditionnelles du territoire
- *enjeux économiques*, implications pour l'économie locale et régionale

115

115

## Aspects critiques dans le design des réserves

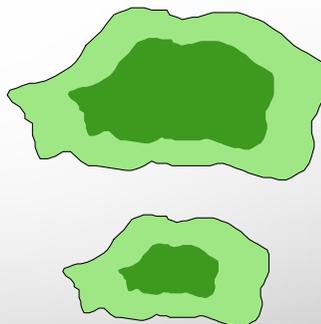
- taille
- forme
- zones tampon
- corridors et réseaux de réserves
- contexte du territoire
- hétérogénéité spatiale et aggrégation

116

116

## Taille des réserves et effets de bordure

- Rapport bordure/superficie diminue lorsque la taille de la réserve augmente
- donc, pour une largeur de zone d'influence donnée, les petites réserves seront plus affectées que les grosses



117

117

## Pourquoi privilégier les grandes réserves?

- Richesse spécifique est plus grande
- populations protégées sont plus grandes (particulièrement important pour les grands mammifères)
- Effets de bordure sont minimisés

118

118

## Restauration de la diversité génétique

- La Vipère péliade, *Vipera berus*, est une espèce de serpent venimeux de la famille des Viperidae, que l'on trouve dans la plupart des pays d'Europe.



119

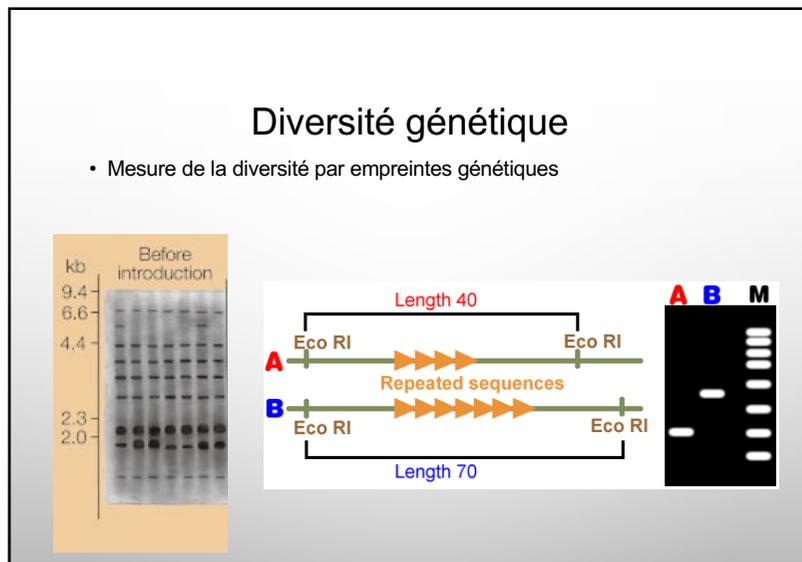
## Site d'étude

- Une population isolée de vipères est étudiée à Smygehuk, à environ 50 km au sud de Lund en Suède. La zone est bordée au sud par la mer Baltique, au nord par des terres arables, à l'ouest par un village et à l'est par un port.
- Les vipères sont confinées à une bande côtière de prairie herbeuse de 1 km de long et 50–200 m de large. Elles ont été isolées des autres populations de vipères pendant au moins un siècle, et la population connue la plus proche se trouve à 20 km au nord à travers des champs agricoles impropres aux vipères.

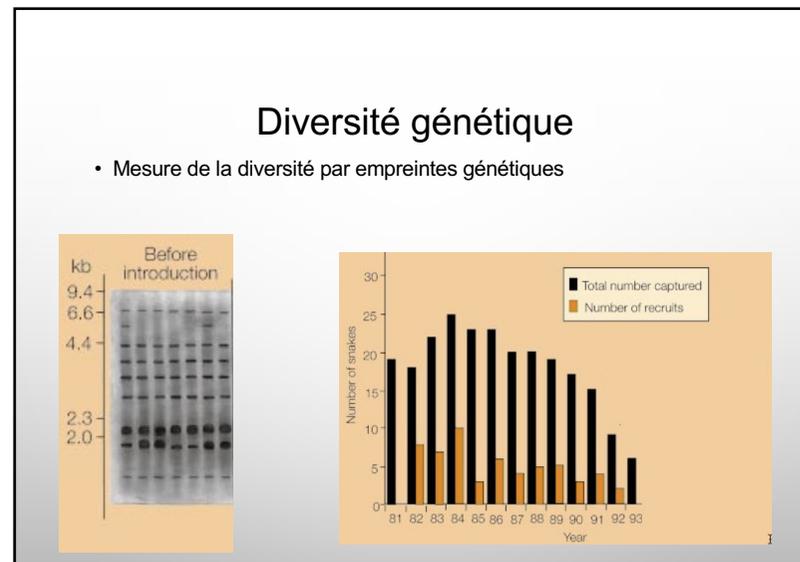


Madsen T, Shine R, Olsson M, Wittzell Hk (1999) Restoration of an inbred adder population. Nature 402:34-35

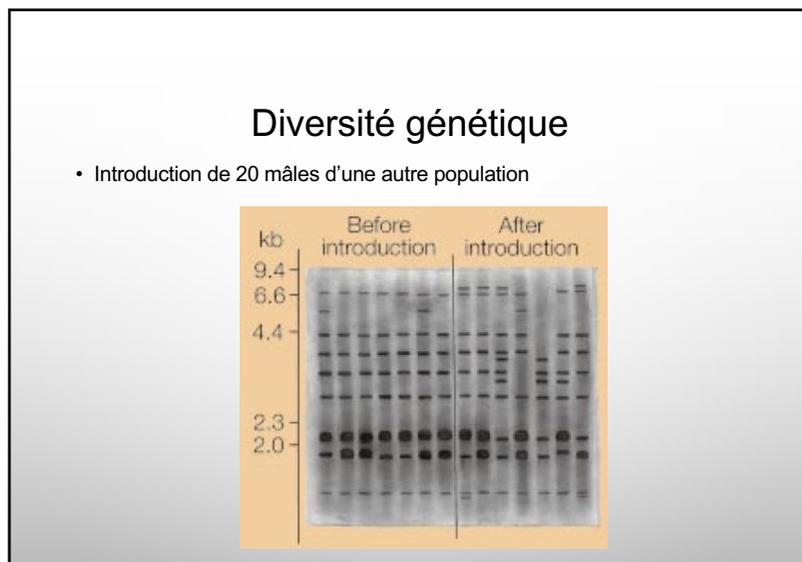
120



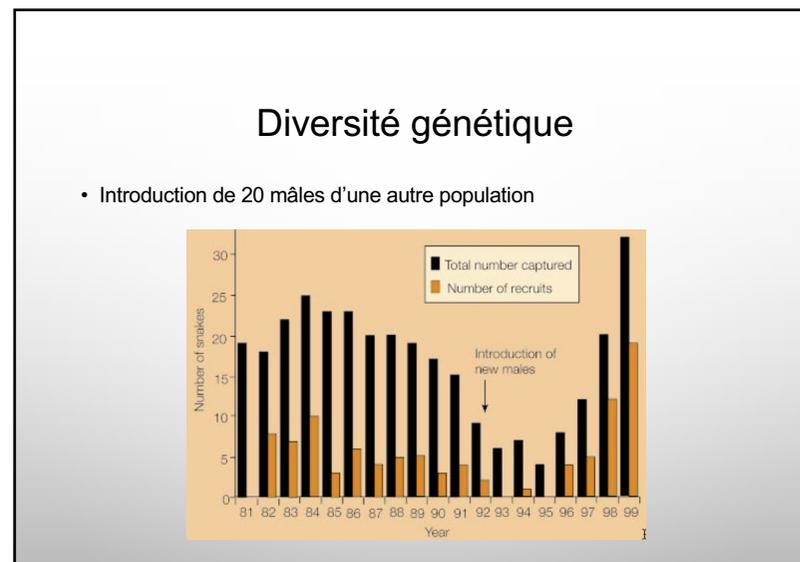
121



122



123



124

1 ha=100 m x 100 m= 10 000 m<sup>2</sup>

## L'empreinte écologique

- L'empreinte écologique quantifie pour un individu ou une population la surface nécessaire pour produire les principales ressources consommées par cette population et pour absorber ses déchets.
- La moyenne mondiale de l'empreinte écologique est de 2,5 ha par personne.
  - Un Européen a besoin de 5 ha pour maintenir son niveau de vie. Si tout le monde consommait autant qu'un Européen, il faudrait l'équivalent de deux planètes supplémentaires.
  - Un Américain du Nord a besoin du double d'un Européen pour maintenir son niveau de vie. Si tout le monde consommait comme un Américain, il faudrait cinq planètes supplémentaires.

125

## L'empreinte écologique en 2008

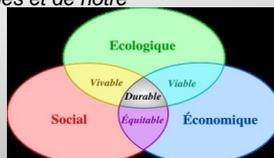
• Émirats arabes unis	9,6 hectares
• USA	9,5 hectares
• France	5,2 hectares
• Pays-Bas	4,1 hectares
• Hongrie	3,8 hectares
• Turquie	2,8 hectares
• Brésil	2,4 hectares
• Chine	2 hectares
• <b>Empreinte écologique disponible</b>	<b>1,8 hectares</b>
• Algérie	1,8 hectares
• Kenya	1,1 hectares
• Inde	0,9 hectare

126

## Développement durable



- Le « développement durable » (ou développement soutenable) est, selon la définition proposée en 1987 par la Commission mondiale sur l'environnement et le développement dans le Rapport Brundtland (du nom de la présidente de la commission la norvégienne Gro Harlem Brundtland) :
- « *un développement qui répond aux besoins des générations du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs. Deux concepts sont inhérents à cette notion : le concept de " besoins ", et plus particulièrement des besoins essentiels des plus démunis, à qui il convient d'accorder la plus grande priorité, et l'idée des limitations que l'état de nos techniques et de notre organisation sociale impose sur la capacité de l'environnement à répondre aux besoins actuels et à venir.* »



127