

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 ?

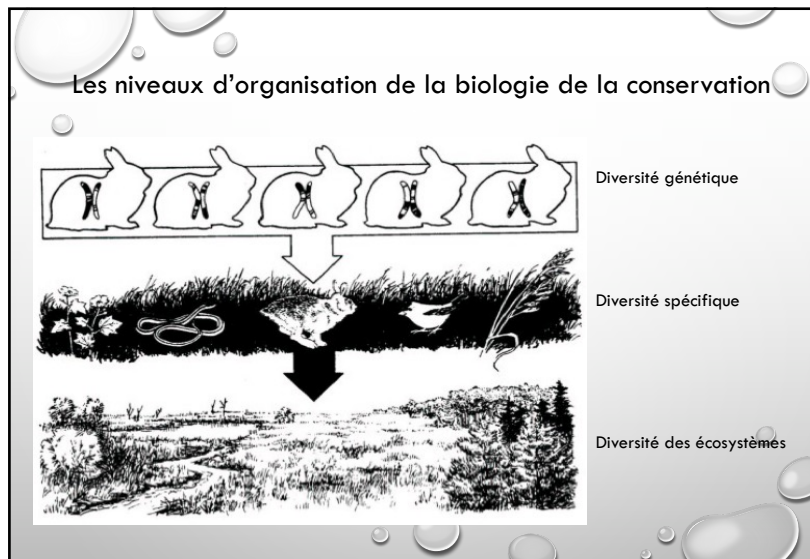


3

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

- 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



Charles Darwin
1809-1882

1. La reproduction est un phénomène quasi-universel



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

3. **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

4. **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

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

15

DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE

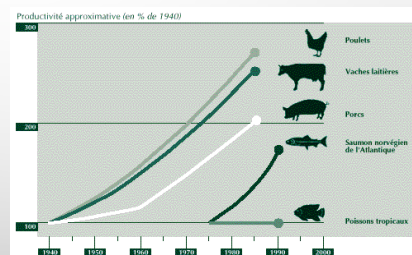
Les céréales utilisées aujourd'hui résultent d'une sélection rigoureuse et efficace, qui a permis d'assurer des rendements considérables. Cela a permis la révolution verte des années 1970.



16

LA RÉVOLUTION VERTE

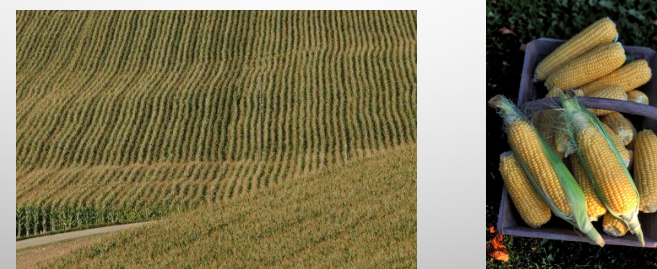
- ENSEMBLE DE TECHNIQUES QUI ONT PERMIS D'AUGMENTER DE FAÇON IMPRESSIONNANTE LA PRODUCTIVITÉ.



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 proches et tous les maïs cultivés au nord de la Loire sont même issus de la même lignée (INRA 258).



18

RAVAGEURS DU MAÏS

- OR, DU FAIT DE CETTE TROP GRANDE HOMOGENÉITÉ 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.



Common rust symptoms on sweet corn.
Courtesy Harold Kaufman, TAEX, 1996.

19

ET ALORS?

- PHOTOSYNTÈSE
- 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

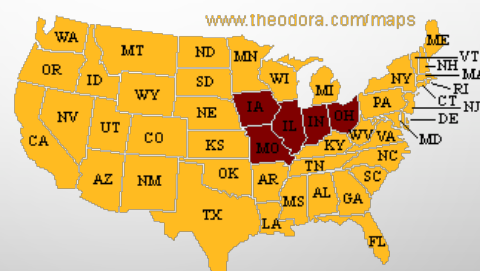
- HABITUELLEMENT = PROCESSUS « LENT »
 - APPARITION = JUILLET-AOÛT
 - ÉPIDÉMIE TARDIVE
- AN 2000...
 - APPARITION EN JUIN DANS DE NOMBREUX ÉTATS
 - ÉPIDÉMIE HÂTIVE ET PLUS GRAVE



22

RÉPARTITION AUX USA

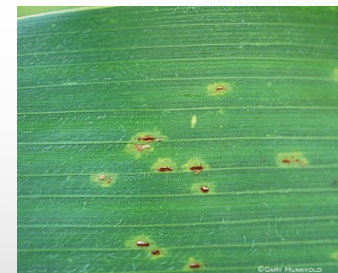
- PROBLÈME IMPORTANT (2000)
 - MISSOURI
 - IOWA
 - ILLINOIS
 - INDIANA
 - OHIO
 - ONTARIO



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

- BRAVO 500 SELON LA LÉGISLATION CANADIENNE
 - 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

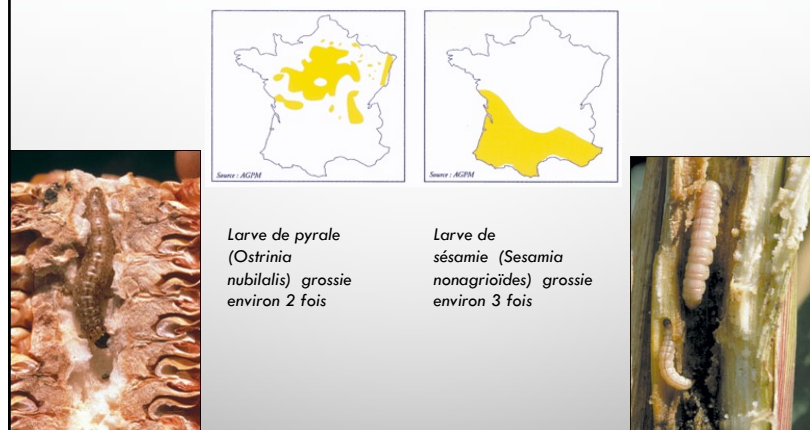
25

FONGICIDE ABSORBÉ

- TILT (NOVARTIS)
 - 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

26

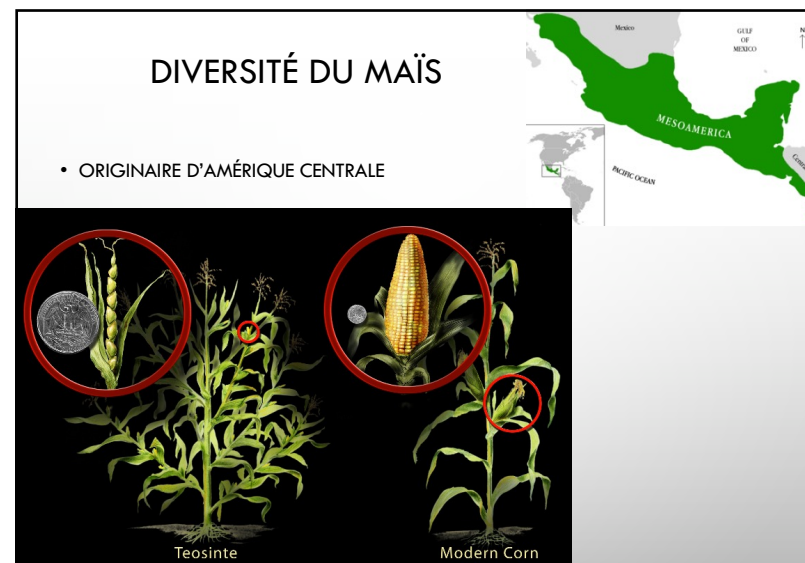
RAVAGEURS DU MAÏS EN FRANCE



27

DIVERSITÉ DU MAÏS

- ORIGINAIRE D'AMÉRIQUE CENTRALE



28

ORIGINE DU MAÏS

- TRANSITION TRÈS MAL CONNUE



29

DIVERSITÉ DU MAÏS

- TRÈS GRANDE DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE MÊME ENTRE VALLÉES



30

BANQUES DE DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE

- EVITER DE PERDRE LA DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE NATURELLE



31

BUTS DE LA BIOLOGIE DE LA CONSERVATION

- ESPÈCES
 - 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



32

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.



33

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 QUELQUE SOIT L'ENDROIT D'OÙ ILS SONT (10 PAYS)



34

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.

35

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.

36

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.



37

LA LISTE ROUGE DE L'UICN

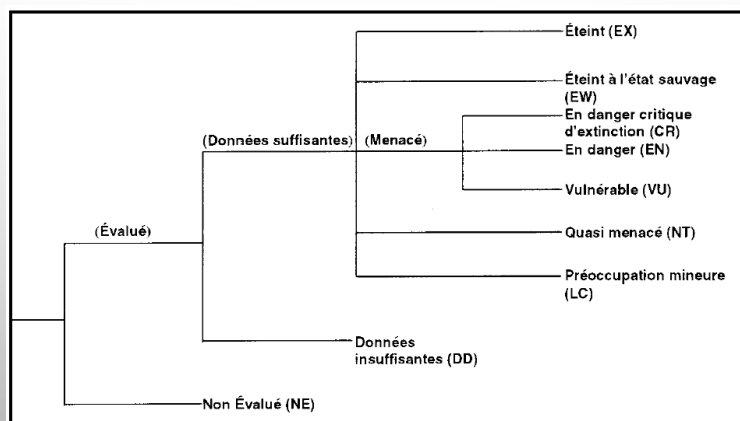
Comité français
UICN
Union mondiale pour la nature

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.

38

LES CATÉGORIES DE L'UICN



39

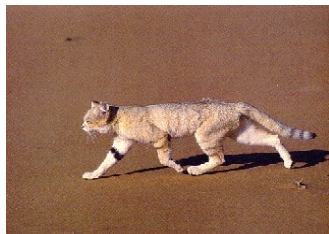
COMMENT LES STATUTS SONT ATTRIBUÉS

- Aire de répartition
- Taille de la population
- Tendances observées de la taille des populations ou de l'aire de répartition
- Modèle mathématique d'évolution de la population

40

ESPÈCES MENACÉES

- ESPÈCES AU NIVEAU TROPIQUE 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)



41

ESPÈCES MENACÉES

- ESPÈCES MIGRATRICES: LEUR SURVIE DÉPEND D'UN HABITAT DE QUALITÉ SUR LES AIRES D'HIVERNAGE ET D'ESTIVAGE

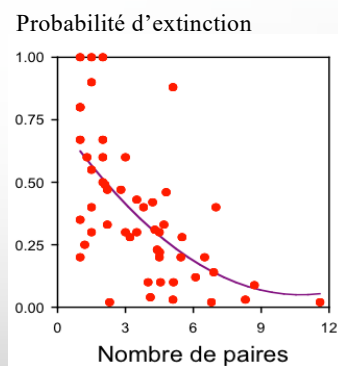


Le Monarque (*Danaus plexippus*) est un insecte lépidoptère de la famille des Nymphalidae.

42

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 A 5 KM²
- EXTINCTIONS FRÉQUENTES, POPULATIONS DE 1 À 12 PAIRES DE GÉNITEURS



43

ESPÈCES MENACÉES

- ESPÈCES AYANT UNE FAIBLE CAPACITÉ À SE DISPERSER (EX: LAMANTIN DE FLORIDE)



44

SUITE...

• 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



45

EXEMPLE DES AMPHIBIENS

- AMPHIBIE: 2 MILIEUX DE VIE



46

EXEMPLE DES AMPHIBIENS

- AMPHIBIE: 2 MILIEUX DE VIE



47

EXEMPLE DES AMPHIBIENS

- TRANSITION ENTRE LES DEUX MILIEUX PENDANT LA REPRODUCTION



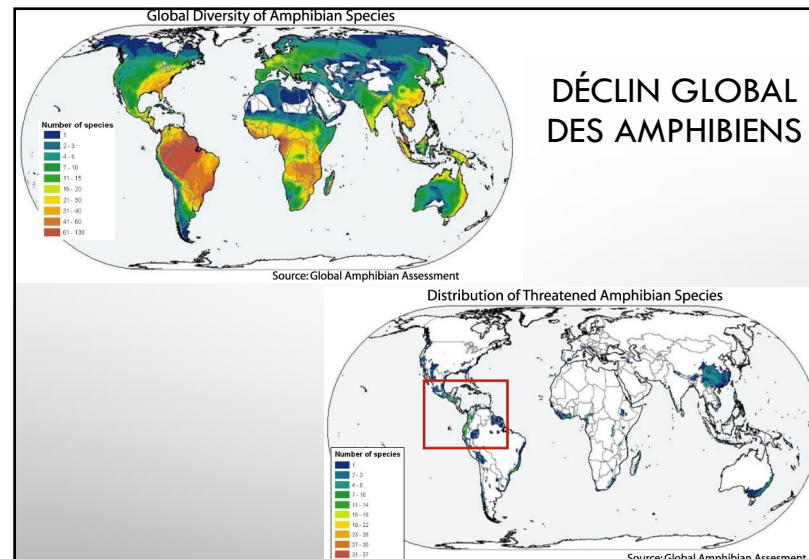
Mise en place de crapaud duc



48



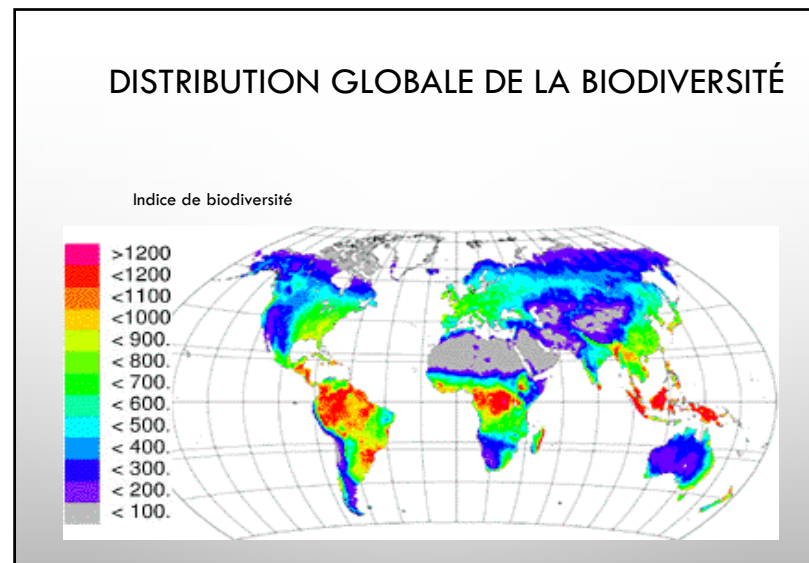
49



50



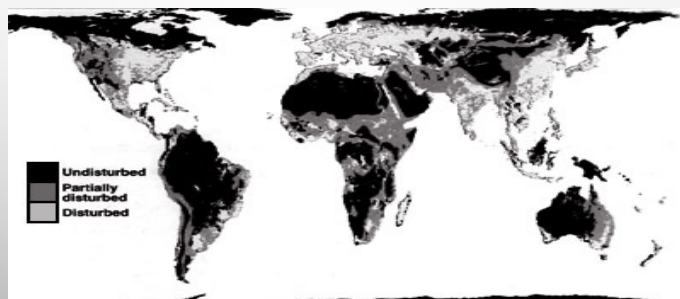
51



52

IMPACT ANTHROPIQUE

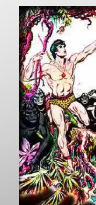
- OR UNE GRANDE PARTIE DE LA TERRE EST PERTURBÉE PAR LES ACTIVITÉS HUMAINES.



53

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.).

54

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 États-Unis, de céder leurs terres en échange d'une vie parquée dans une « réserve ».

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

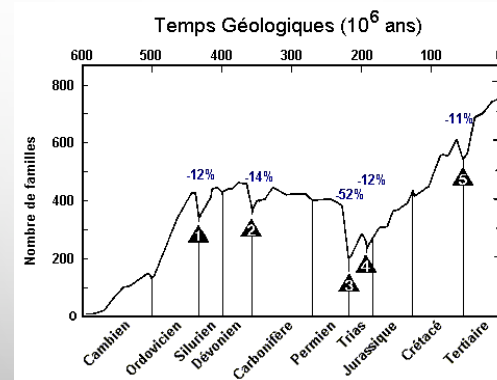
« Comment pouvez-vous acheter ou vendre le ciel, la chaleur de la terre ? L'idée nous paraît étrange. Si nous ne possédons pas la fraîcheur de l'air et le miroitement de l'eau, comment est-ce que vous pouvez les acheter ? »

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.



55

CRISE DE LA BIODIVERSITÉ



56

Groupe	Nombre d'espèces décrites	Nombre d'espèces évaluées	Nombre d'espèces éteintes	Nombre d'espèces éteintes à l'état sauvage	Nombre d'espèces menacées
Vertébrés	57 739	22 733	338	22	5 188
Mammifères	5 416	4 853	73	4	1 101
Oiseaux	9 917	9 917	129	4	1 213
Reptiles	8 163	499	21	1	304
Amphibiens	5 743	5 743	34	1	1 770
Poissons	28 500	1 721	81	12	800
Invertébrés	1 190 200	3 487	359	14	1 992
Insectes	950 000	771	59	1	559
Mollusques	70 000	2 163	291	12	974
Crustacés	40 000	498	7	1	429
Autres	130 200	55	2	0	30
Végétaux	287 655	11 824	86	24	8 321
Total	1 535 594	38 044	783	60	15 501

Source: UICN, 2005

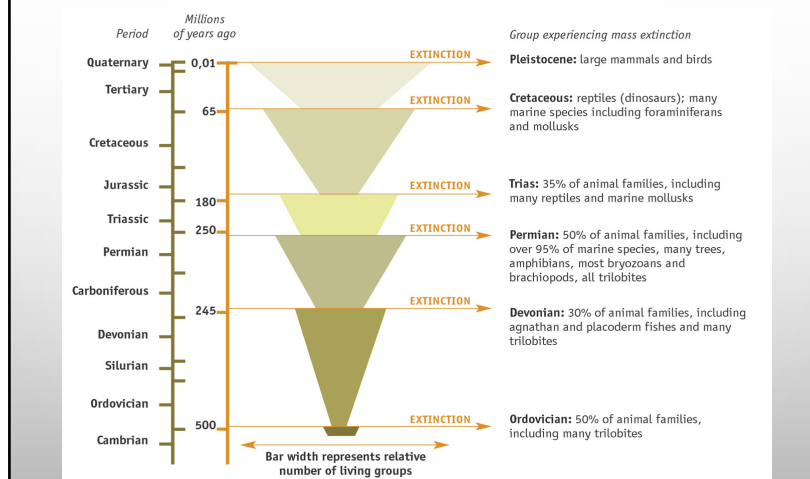
57

LES TAUX D'EXTINCTION ACTUELS SUGGÈRENT QU'UN ÉVÈNEMENT D'EXTINCTION DE MASSE SE PRODUIT

- 1986-1990: 15 VERTÉBRÉS ÉTEINTS
- LE TAUX PROJETÉ SIGNIFIE L'ÉLIMINATION DE 50% DES ~ 45000 VERTÉBRÉS NOMMÉS 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

58

CRISE DE LA BIODIVERSITÉ ?



59

3- LES MENACES

60

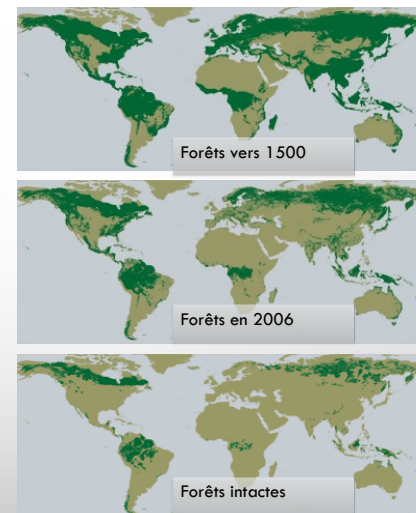
MODIFICATIONS DE L' HABITAT

- 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

61

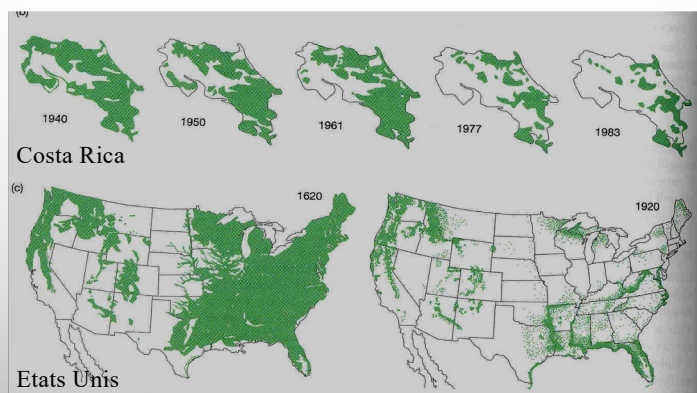
IMPACT ANTHROPIQUE

- UNE GRANDE PARTIE DE LA TERRE EST PERTURBÉE PAR LES ACTIVITÉS HUMAINES.



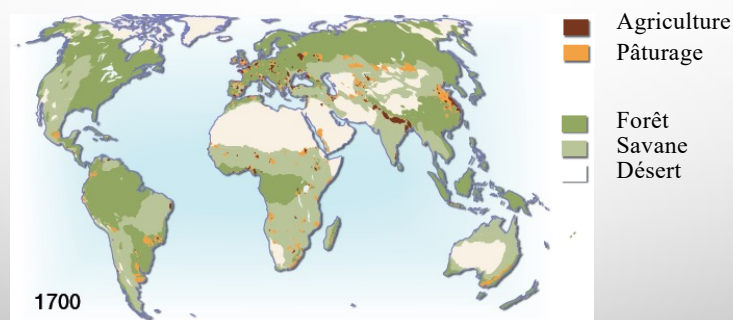
62

PERTE D'HABITAT

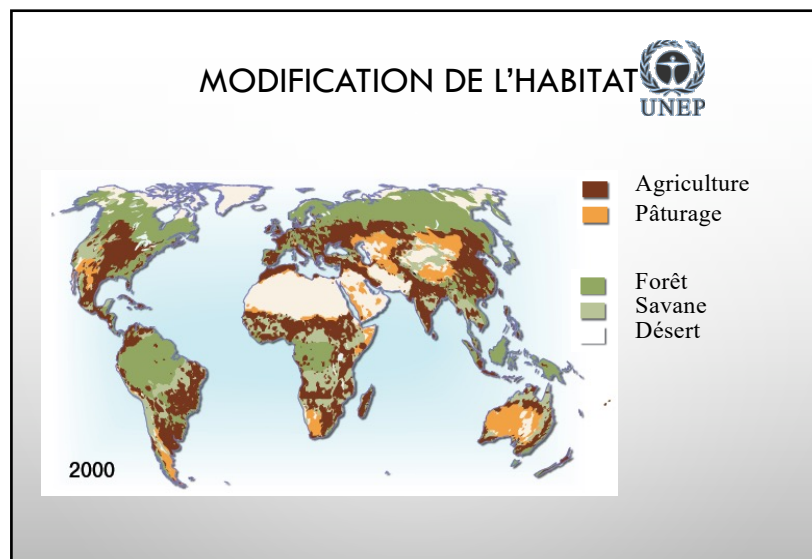


63

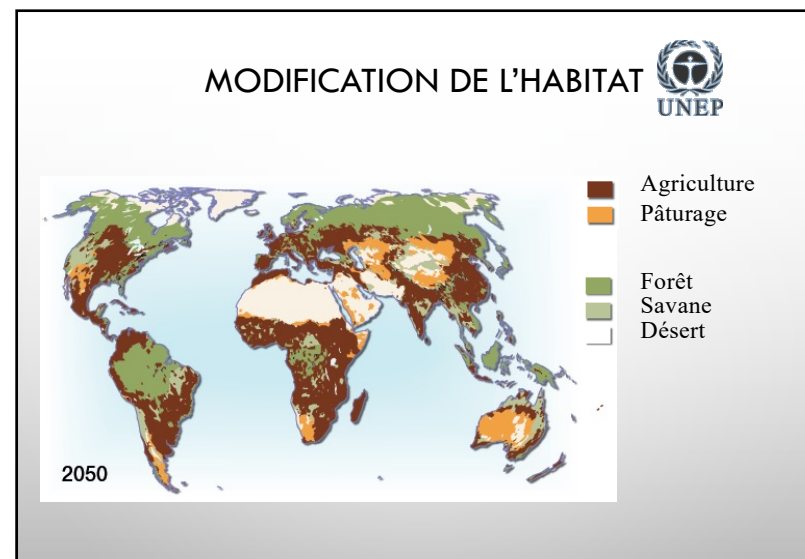
MODIFICATION DE L'HABITAT



64



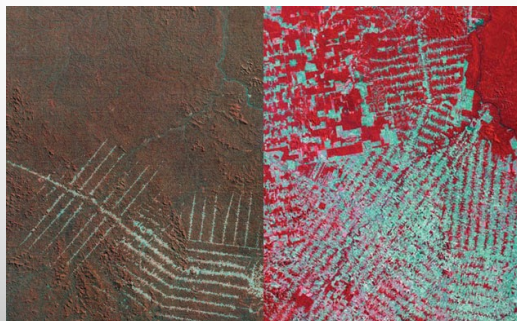
65



66

DÉFORESTATION EN ARRÊTE DE POISSON

• RONDANIA, BRÉSIL, 1976 ET 2001



67

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: +200M

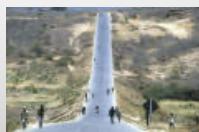


68

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...



69

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



70

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



71

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.

72

RÈGLE EMPIRIQUE DES DIXIÈMES

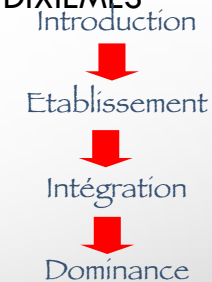
Williamson et Brown (1986) et Williamson et Fitter (1996)

- 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

73

RÈGLE EMPIRIQUE DES DIXIÈMES

- SEULEMENT 10% PASSENT AU STADE SUIVANT
- 1 000 INTRODUCTIONS
- 100 ÉTABLIS
- 10 INTÉGRÉS
- 1 INVASIF
- OBSERVATIONS EMPIRIQUES



74

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.**

75

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



76

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 pas établies.

77

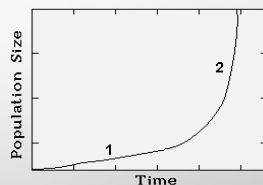
L'INTÉGRATION OU EXPANSION

- 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 : EN MOYENNE 12 KM/AN POUR LE CRABE *HEMIGRAPUS SANGUINEUS* SUR LES CÔTES ATLANTIQUES D'AMÉRIQUE DU NORD, 20 KM/AN POUR LE BRYOZOAIRE *MEMBRANIPORA MEMBRANACEA* EN NOUVELLE ANGLETERRE, 20-50 KM/AN POUR LE GASTÉROPODE *POTAMOPYRGUS ANTIPODARUM* EN MER BALTIQUE, 50 KM/AN POUR LE MOLLUSQUE OPISTHOBRANCHE *TRITONIA PLEBEIA* EN NOUVELLE ANGLETERRE, JUSQU'À 115 KM/A POUR LA MOULE *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* EN AFRIQUE DU SUD ET JUSQU'À 480 KM/A POUR LE POLYCHÈTE *MARENZELLERIA VIRIDIS* EN MER BALTIQUE.

78

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.



79

DISEASE ECOLOGY

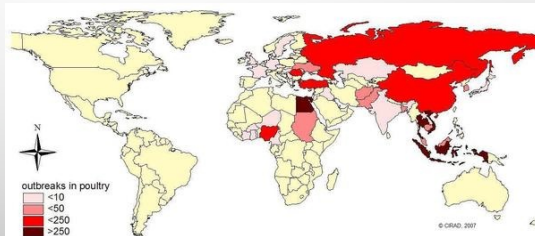
- PAR RAPPORT AUX ESPÈCES INTRODUITES
 - NÉCESSITÉ D'AVOIR UN VECTEUR
 - MAIS AUSSI D'HÔTES
- IL SEMBLE PLUS DIFFICILE D'INTRODUIRE UNE MALADIE QU'UNE ESPÈCE

80

ÉCOLOGIE 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



81

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.



82

EXEMPLE D'INTRODUCTION DE PATHOGÈNE

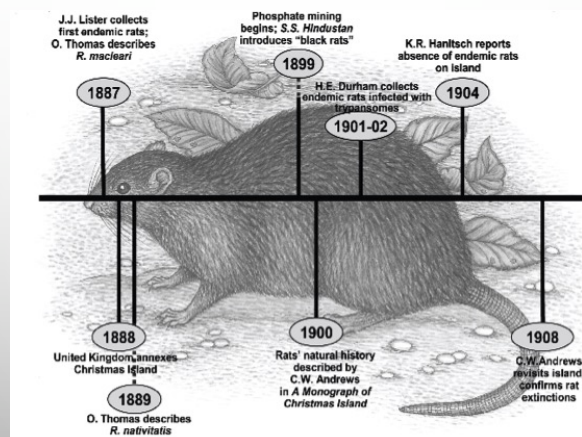
Deux espèces endémiques de rats étaient présentes sur l'île:
Rattus macleari
R. nativitatis



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

83

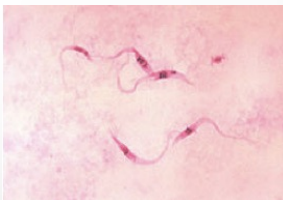
INTRODUCTION DU RAT NOIR (RATTUS RATTUS)



84

LES TRYPANOSOMES

- *TRYPANOSOMA* EST UN GENRE NOTABLE DE L'ORDRE DES TRYPANOSOMATIDA, UN GROUPE DE PROTISTES PARASITES. IL EXISTE UNE VINGTAIN D'ESPÈCES INFECTANT DIVERS VERTÉBRÉS, PARMIS LESQUELS L'HOMME, PROVOQUANT DES MALADIES, LES TRYPANOSOMIASES.



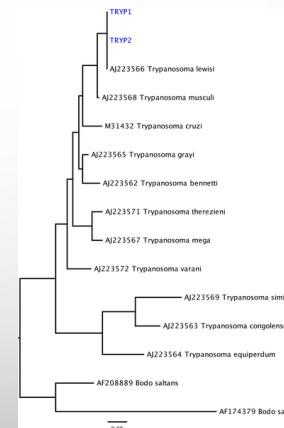
La plupart des espèces est transmise par des invertébrés hématophages comme les insectes ou les sangsues. Par exemple, *Trypanosoma brucei* est transmis à l'Homme par la mouche tsé-tsé (ou glossine) et entraîne la maladie du sommeil.

85

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.

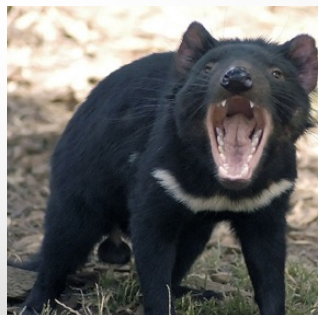


86

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

87

LES DIABLES DE TASMANIE

- PENDANT PRESQUE UN SIÈCLE LES DIABLES DE TASMANIE, ESPÈCE CARNIVORE AUTREFOIS CONSIDÉRÉES COMME NUISIBLE ÉTAIT TUÉS PAR L'HOMME. IL DEVINRENT RARES JUSQU'À CE QU'UNE LOI VOTÉE EN JUIN 1941 LES PROTÉGÈRENT; À CE MOMENT LEUR NOMBRE EST REPARTI À LA HAUSSE.

88

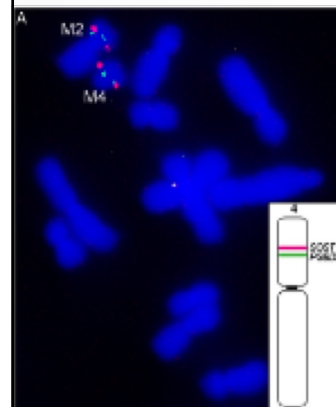
UNE MALADIE APPARAÎT EN 1996 DEVIL FACIAL TUMOUR DISEASE

- 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.



89

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

90

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 IDENTIQUE L'UNE À L'AUTRE, MAIS AUSSI GÉNÉTIQUEMENT DISTINCTE DE LEURS HÔTES, ET DE TOUS LES DIABLES DE TASMANIE CONNUS.
- LES CELLULES CANCÉREUSES SERAIENT ELLES-MÊMES UN AGENT INFECTIEUX (LA THÉORIE ALLOGREFFE). AINSI, LE CANCER DOIT ÊTRE ORIGINAIRE D'UN SEUL INDIVIDU.
- PLUS TARD, LES CHERCHEURS ONT MONTRÉ QU'UN DIABLE PRÉCÉDEMMENT NON INFECTÉES DÉVELOPPE DES TUMEURS SUITE À DES LÉSIONS CAUSÉES PAR LES MORSURES D'UN DIABLE INFECTÉ, CE QUI CONFIRME QUE LA MALADIE SE PROPAGE PAR ALLOGREFFE. LES MÉTHODES NORMALES DE TRANSMISSION SONT: SE MORDRE, SE GRATTER ET L'ACTIVITÉ SEXUELLE AGRESSIVE ENTRE LES INDIVIDUS.

91

LA SURVIE DU DIABLE

- APPARU 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.

92

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 PRESSON 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.

93

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 ÉCHOUÉE CAR UNE DES FEMELLES RELÂCHÉE ÉTAIT PORTEUSE DE LA MALADIE.



94

ECOTOXICOLOGIE

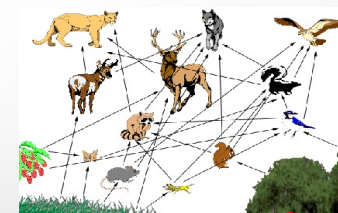
- ETUDE DES IMPACTS SUR UN ÉCOSYSTÈME DES MOLÉCULES FABRIQUÉES PAR L'HOMME



95

ECOTOXICOLOGIE

- UNE PARTIE IMPORTANTE DE CES ÉTUDES CONCERNE LE MOUVEMENT DES SUBSTANCES TOXIQUES AU SEIN DES RÉSEAUX TROPHIQUES ET DU CYCLE DE L'EAU.



96

ECOTOXICOLOGIE 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 ÉFLUENTS DES CULTURES
 - DDT, DDE
 - EFFET SUR L'HOMME PEU COMPRIS...



97

4- QU'EST-CE QUE LA BIOLOGIE DE LA CONSERVATION ?



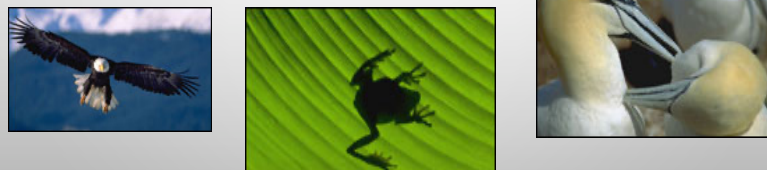
1670, extinction du Dodo
Raphus cucullatus
(L. 1758) à l'île Maurice



98



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

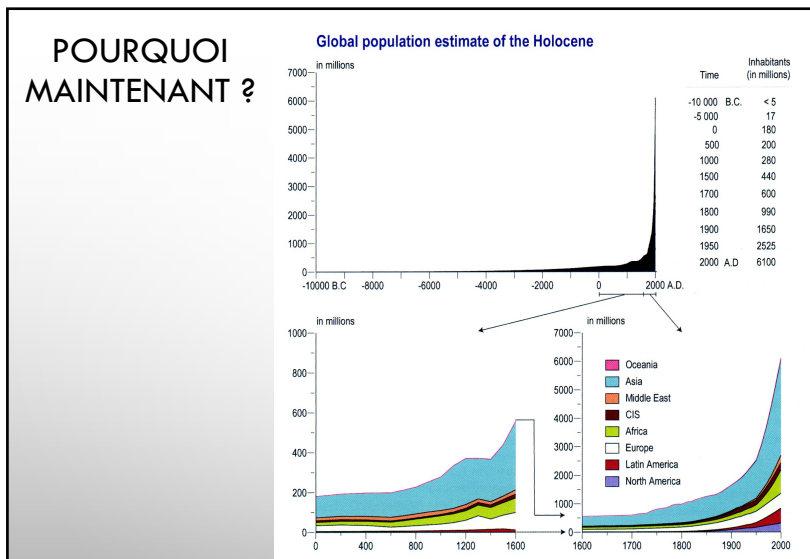


99

POURQUOI MAINTENIR LA BIODIVERSITÉ ?

- MAINTENIR LE FONCTIONNEMENT DES ÉCOSYSTÈMES
- INTÉRÊT ÉCONOMIQUE DIRECT
- INTÉRÊT ÉCONOMIQUE INDIRECT
- RAISONS ÉTHIQUES
- RAISONS ESTHÉTIQUES

100



101

BIOLOGIE DE LA CONSERVATION

- LES BIOLOGISTES DE LA CONSERVATION ANTICIPENT, PRÉVIENNENT, MINIMISENT ET RÉPARENT LES DOMMAGES SUR L'ENVIRONNEMENT.

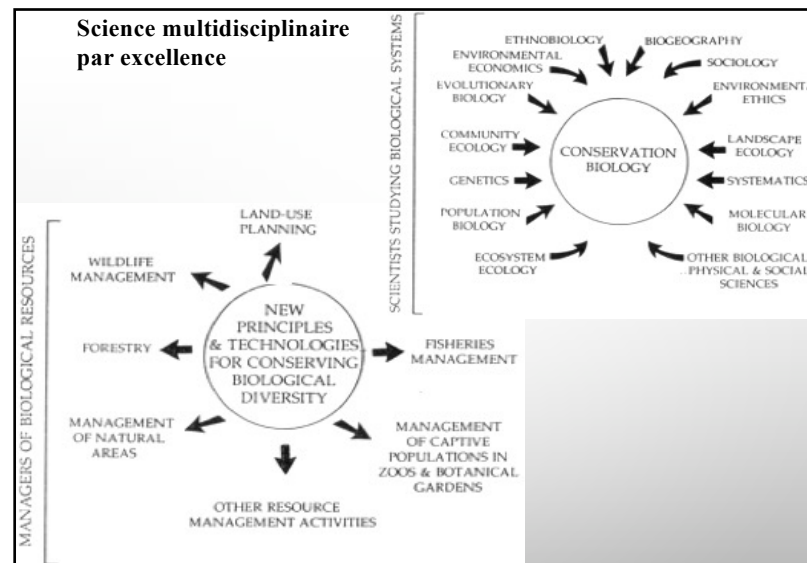
102

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 répétitions n'existent pas, on ne peut pas refaire l'expérience,
On change beaucoup de paramètres en une fois...

103



104

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)



105

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)

106

106

ENJEUX DU DESIGN DES RÉSERVES

- *ENJEUX BIOLOGIQUES*, ET LEUR 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

107

107

ASPECTS CRITIQUES DANS LE DESIGN DES RÉSERVES

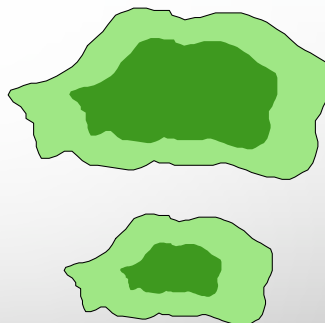
- TAILLE
- FORME
- ZONES TAMPON
- CORRIDORS ET RÉSEAUX DE RÉSERVES
- CONTEXTE DU TERRITOIRE
- HÉTÉROGÉNÉITÉ SPATIALE ET AGGRÉGATION

108

108

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



109

109

POURQUOI PRIVILÉGIER LES GRANDES RÉSERVES? SOMMAIRE

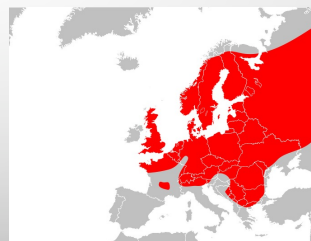
- RICHESSE SPÉCIFIQUE EST PLUS GRANDE
- POPULATIONS PROTÉGÉES SONT PLUS GRANDES (PARTICULIÈREMENT IMPORTANT POUR LES GRANDS MAMMIFÈRES)
- EFFETS DE BORDURE SONT MINIMISÉS

110

110

RESTAURATION DE LA DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE

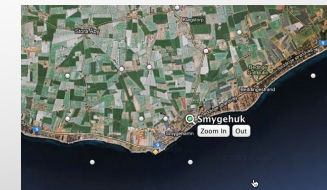
- LA VIPÈRE PÉLIADE, *VIPERA BERUS*, EST UNE ESPÈCE DE SERPENT VENIMEUX DE LA FAMILLE DES VIPERIDAE, QUE L'ON TROUVE DANS LA PLUPART DES PAYS D'EUROPE.



111

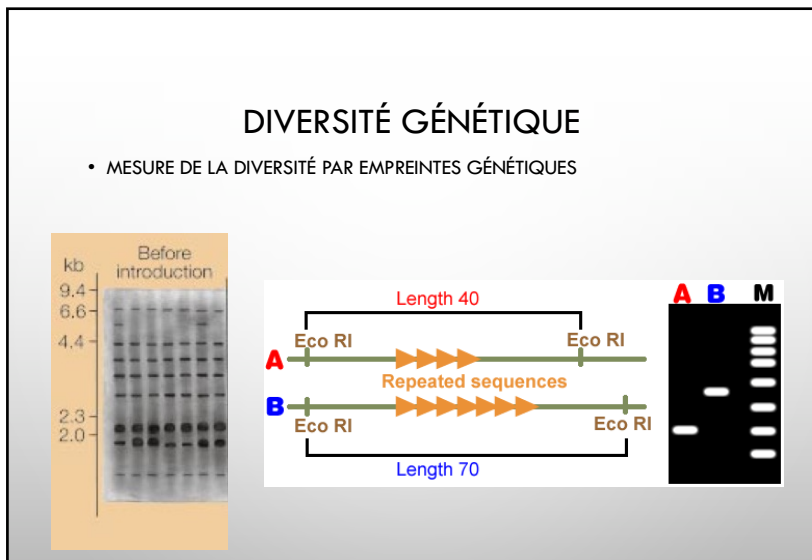
SITE D'ÉTUDE

- 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 ISOLÉS 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.

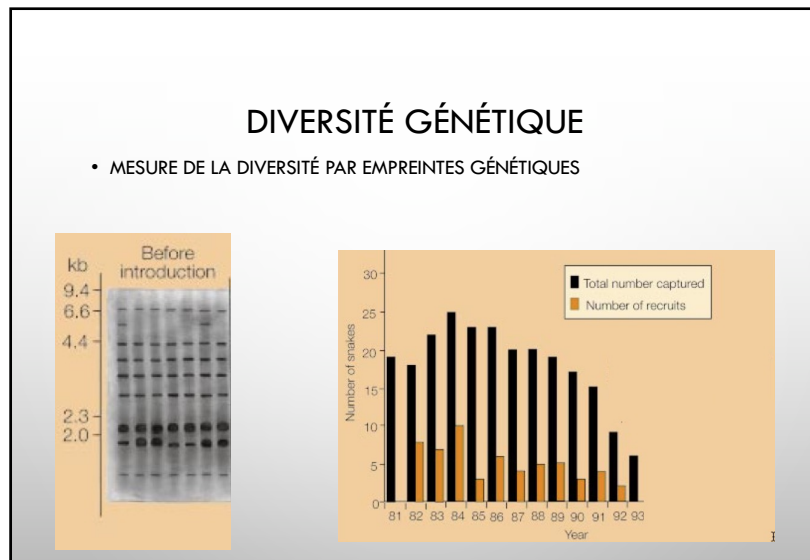


Madsen T, Shine R, Olsson M, Wittzell Hk (1999) Restoration of an inbred adder population. Nature 402:34-35

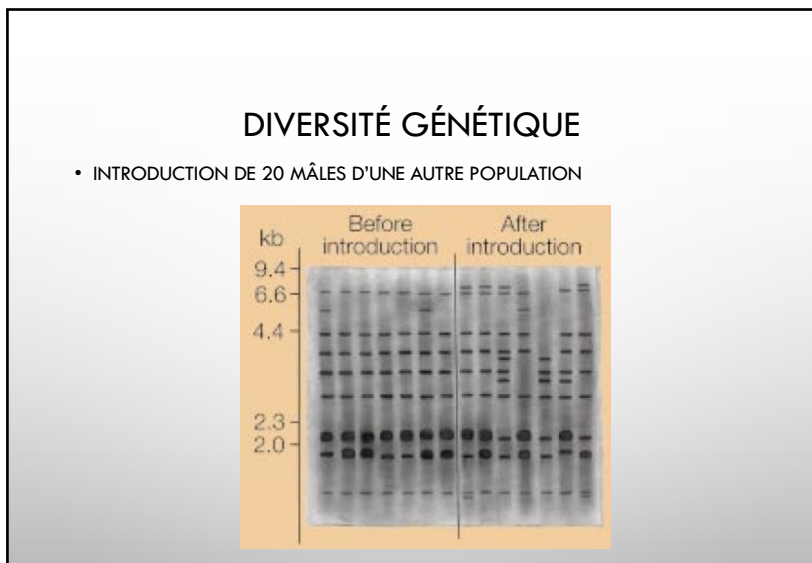
112



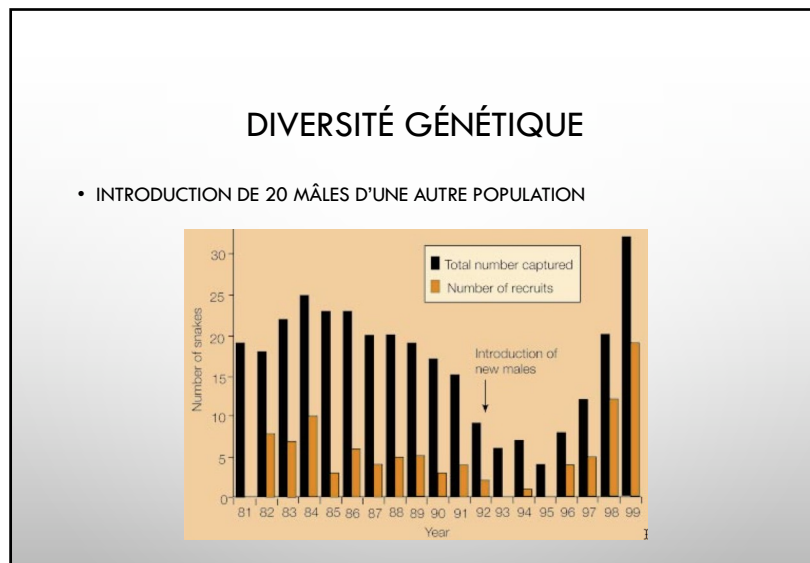
113



114



115



116

1 ha=100 m x 100 m= 10 000 m²

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.

117

L'EMPREINTE ÉCOLOGIQUE EN 2008

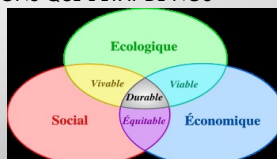
• ÉMIRATS ARABES UNIS	9,6 HECTARES
• USA	9,5 HECTARES
• FRANCE	5,2 HECTARES
• PAYS-BAS	4,1 HECTARES
• HONGRIE	3,8 HECTARES
• TURQUIE	2,8 HECTARES
• BRÉSIL	2,4 HECTARES
• CHINE	2 HECTARES
• EMPREINTE ÉCOLOGIQUE DISPONIBLE	1,8 HECTARES
• ALGÉRIE	1,8 HECTARES
• KENYA	1,1 HECTARES
• INDE	0,9 HECTARE

118

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. »



119