

Introduction à l'écologie

Romain Lorrilliere — *romain.lorrilliere@mnhn.fr*

ONIRIS : DIE Santé de la faune sauvage non captive (Nov 2020)

24 Novembre 2020

Sommaire

- 1 L'écologie
- 2 Un processus évolutif
- 3 Habitat et niche écologique
- 4 Dynamique de population
- 5 Les interactions

L'écologie

1 L'écologie

• Les grandes définitions

2 Un processus évolutif

3 Habitat et niche écologique

4 Dynamique de population

5 Les interactions

L'écologie, définition

Ecologie

Science qui étudie les interactions des êtres vivants entre eux et avec leur milieu

Les facteurs écologiques

Facteurs biotiques

- ressources alimentaires
- les interactions
 - prédation
 - parasitisme
 - compétition
 - symbiose
 - ...

Les facteurs écologiques

Facteurs biotiques

- ressources alimentaires
- les interactions
 - prédation
 - parasitisme
 - compétition
 - symbiose
 - ...

Facteurs abiotiques

L'ensemble des facteurs physico-chimiques

- air
- salinité
- sol
- température
- humidité
- lumière
- eau
- minéraux
- pH

La biodiversité

Biodiversité

La diversité des écosystèmes, des espèces et des gènes dans l'espace et dans le temps, ainsi que les interactions au sein de ces niveaux d'organisation et entre eux.

Des objets imbriqués

- biome

Des objets imbriqués

- biome
- biosphère

Des objets imbriqués

- biome
- biosphère
- communauté

Des objets imbriqués

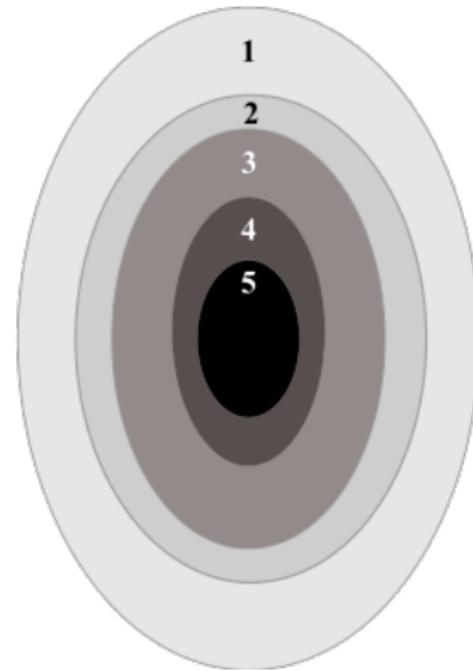
- biome
- biosphère
- communauté
- écosystème

Des objets imbriqués

- biome
- biosphère
- communauté
- écosystème
- population

Des objets imbriqués

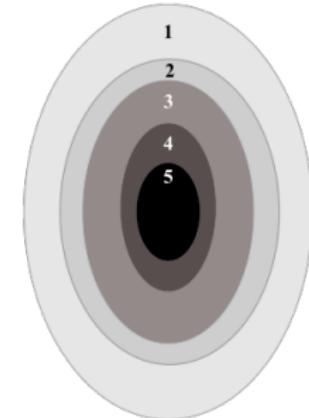
- biome
- biosphère
- communauté
- écosystème
- population



Des objets imbriqués

A

- ① biome
- ② biosphère
- ③ communauté
- ④ écosystème
- ⑤ population



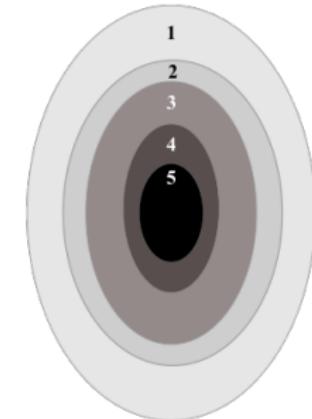
Des objets imbriqués

A

- ① biome
- ② biosphère
- ③ communauté
- ④ écosystème
- ⑤ population

B

- ① biosphère
- ② biome
- ③ écosystème
- ④ communauté
- ⑤ population



Des objets imbriqués

A

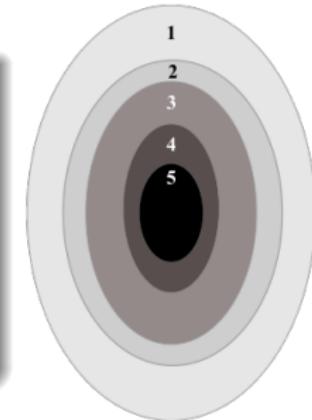
- ① biome
- ② biosphère
- ③ communauté
- ④ écosystème
- ⑤ population

B

- ① biosphère
- ② biome
- ③ écosystème
- ④ communauté
- ⑤ population

C

- ① biosphère
- ② écosystème
- ③ biome
- ④ population
- ⑤ communauté



Des objets imbriqués

A

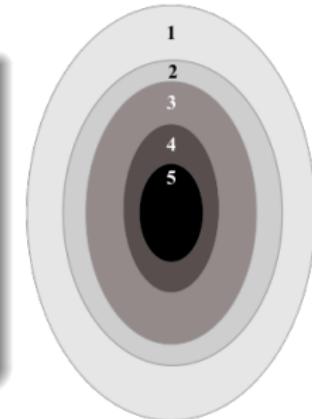
- ① biome
- ② biosphère
- ③ communauté
- ④ écosystème
- ⑤ population

B

- ① biosphère
- ② biome
- ③ écosystème
- ④ communauté
- ⑤ population

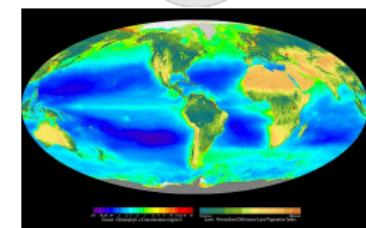
C

- ① biosphère
- ② écosystème
- ③ biome
- ④ population
- ⑤ communauté



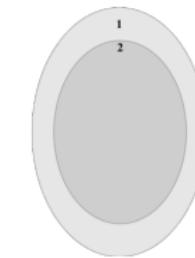
Des objets imbriqués

1-Biosphère Ensemble des organismes vivants et leurs milieux de vie.

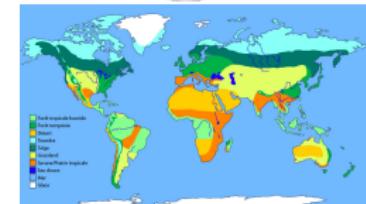


Des objets imbriqués

1-Biosphère Ensemble des organismes vivants et leurs milieux de vie.



2-Biome Zone de vie majeure, c'est-à-dire les ensembles biologiques les plus larges que l'on puisse discerner à l'échelle des continents.



Des objets imbriqués

1-Biosphère Ensemble des organismes vivants et leurs milieux de vie.

2-Biome Zone de vie majeure, c'est-à-dire les ensembles biologiques les plus larges que l'on puisse discerner à l'échelle des continents.

3-Ecosystème Ensemble formé par une *communauté* d'êtres vivants en interrelation (*biocénose*) avec son environnement (*biotope*).



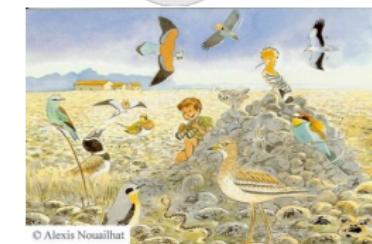
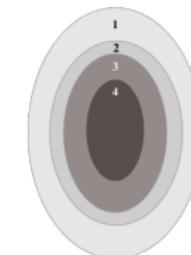
Des objets imbriqués

1-Biosphère Ensemble des organismes vivants et leurs milieux de vie.

2-Biome Zone de vie majeure, c'est-à-dire les ensembles biologiques les plus larges que l'on puisse discerner à l'échelle des continents.

3-Ecosystème Ensemble formé par une *communauté* d'êtres vivants en interrelation (*biocénose*) avec son environnement (*biotope*).

4-Commnauté Une association écologique d'êtres vivants



© Alexis Nouailhat

Des objets imbriqués

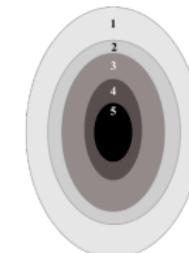
1-Biosphère Ensemble des organismes vivants et leurs milieux de vie.

2-Biome Zone de vie majeure, c'est-à-dire les ensembles biologiques les plus larges que l'on puisse discerner à l'échelle des continents.

3-Ecosystème Ensemble formé par une *communauté* d'êtres vivants en interrelation (*biocénose*) avec son environnement (*biotope*).

4-Commnauté Une association écologique d'êtres vivants

5-Population Groupe d'individus de la même **espèce** en interaction.



Les espèces

Espèce

- Groupe d'organismes vivants qui partagent des caractères communs et qui peuvent se reproduire, échanger des gènes et produire une descendance viable et féconde.

[Mora et al., 2011]

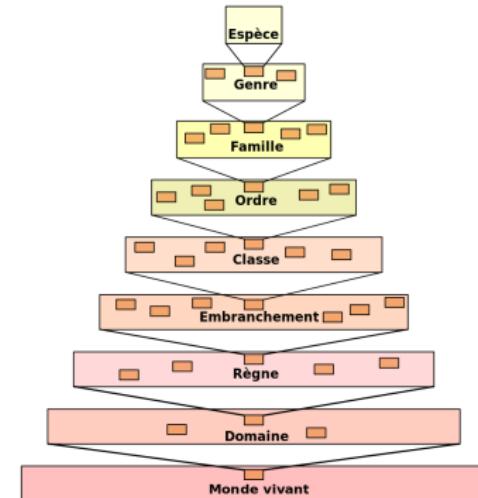


Les espèces

Espèce

- Groupe d'organismes vivants qui partagent des caractères communs et qui peuvent se reproduire, échanger des gènes et produire une descendance viable et féconde.
- Unité de base de la classification du vivant et de la conservation de la biodiversité

[Mora et al., 2011]

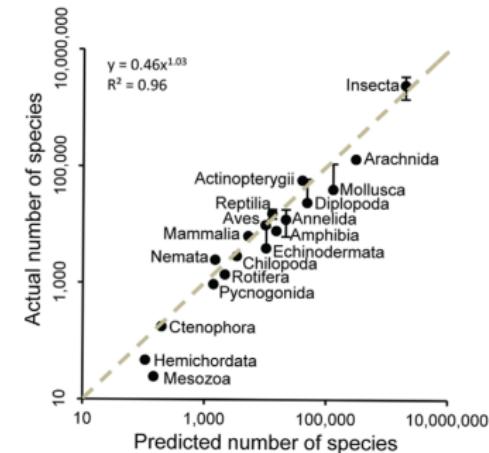


Les espèces

Espèce

- Groupe d'organismes vivants qui partagent des caractères communs et qui peuvent se reproduire, échanger des gènes et produire une descendance viable et féconde.
- Unité de base de la classification du vivant et de la conservation de la biodiversité
- env 2 millions décrites et au moins 8 millions d'espèces eukaryotes

[Mora et al., 2011]

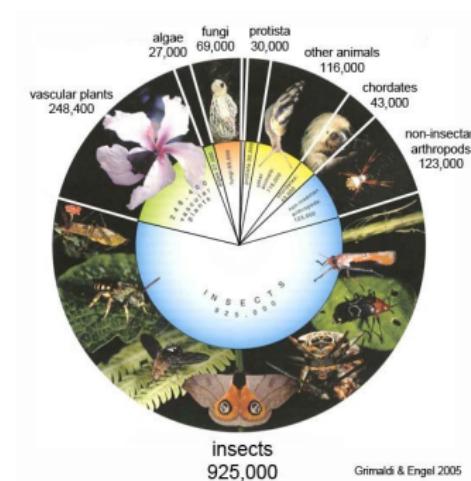


Les espèces

Espèce

- Groupe d'organismes vivants qui partagent des caractères communs et qui peuvent se reproduire, échanger des gènes et produire une descendance viable et féconde.
 - Unité de base de la classification du vivant et de la conservation de la biodiversité
 - env 2 millions décrites et au moins 8 millions d'espèces eukaryotes
 - bcp d'espèces d'insectes

[Mora et al., 2011]



C'est pas si simple

- Les espèces domestiquées



C'est pas si simple

- Les espèces domestiquées
- Les hybrides



Ligron



Tigron

C'est pas si simple

- Les espèces domestiquées
- Les hybrides
 - Ligron



Ligron



Tigron

C'est pas si simple

- Les espèces domestiquées
- Les hybrides
 - Ligron
 - Tigron



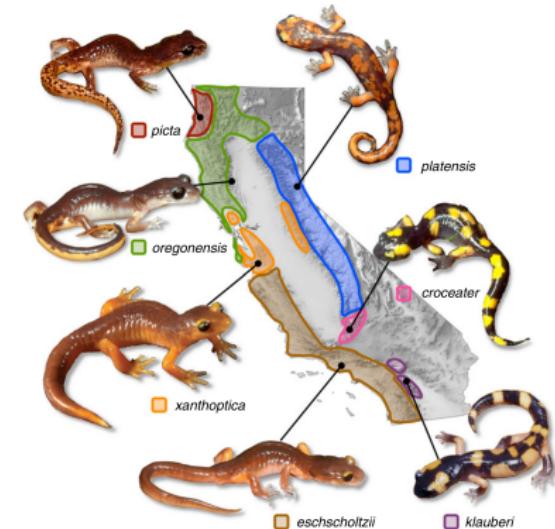
Ligron



Tigron

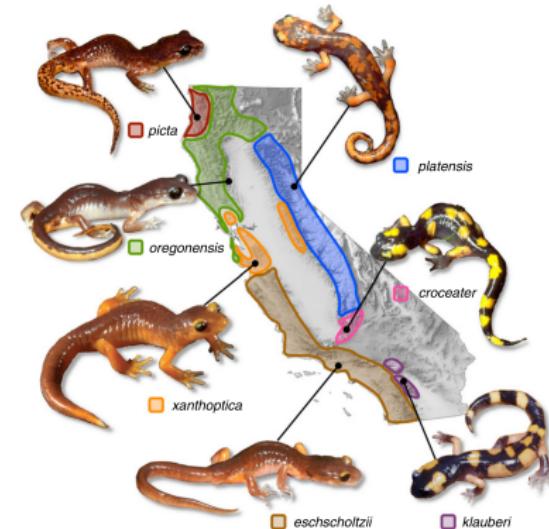
C'est pas si simple

- Les espèces domestiquées
- Les hybrides
 - Ligron
 - Tigron
- Les espèces clinales (ou annulaires)
ex. Salamandre *Ensatina*



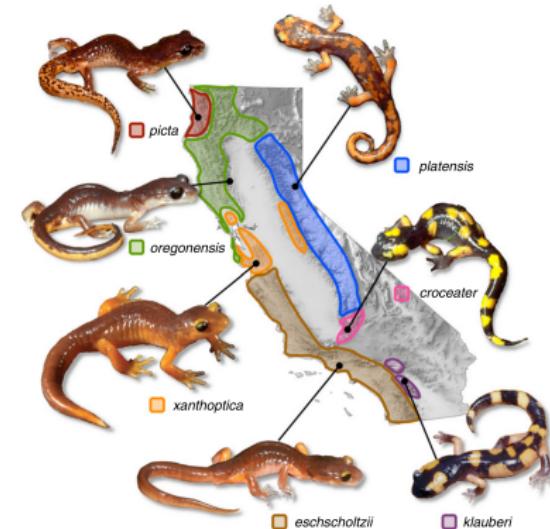
C'est pas si simple

- Les espèces domestiquées
- Les hybrides
 - Ligron
 - Tigron
- Les espèces clinales (ou annulaires)
ex. Salamandre *Ensatina*
 - Repro possible entre *E. eschscholtzii* et *E. xanthoptica* ?



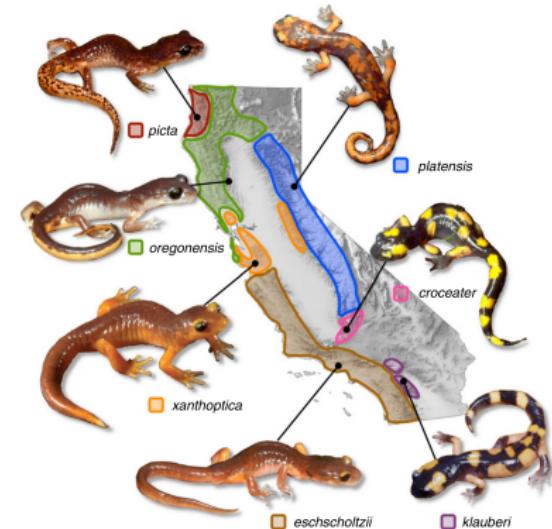
C'est pas si simple

- Les espèces domestiquées
- Les hybrides
 - Ligron
 - Tigron
- Les espèces clinales (ou annulaires)
ex. Salamandre *Ensatina*
 - Repro possible entre *E. eschscholtzii* et *E. xanthoptica* ?
 - → OUI



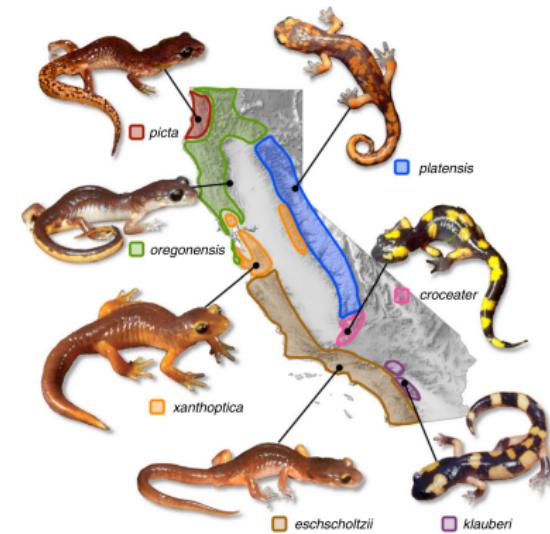
C'est pas si simple

- Les espèces domestiquées
- Les hybrides
 - Ligron
 - Tigron
- Les espèces clinales (ou annulaires)
 - ex. Salamandre *Ensatina*
 - Repro possible entre *E. eschscholtzii* et *E. xanthoptica* ?
 - → OUI
 - Repro possible entre *E. eschscholtzii* et *E. croceater* ?



C'est pas si simple

- Les espèces domestiquées
- Les hybrides
 - Ligron
 - Tigron
- Les espèces clinales (ou annulaires)
 - ex. Salamandre *Ensatina*
 - Repro possible entre *E. eschscholtzii* et *E. xanthoptica* ?
 - → **OUI**
 - Repro possible entre *E. eschscholtzii* et *E. croceater* ?
 - → **NON**



Un processus évolutif

1 L'écologie

2 Un processus évolutif

- La sélection naturelle
- L'arbre et le réseau du vivant

3 Habitat et niche écologique

4 Dynamique de population

5 Les interactions

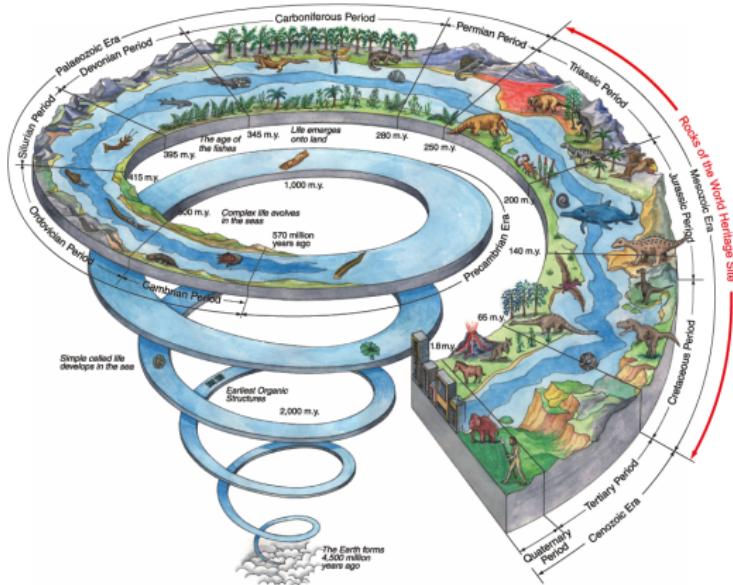
Un processus

Comprendre la biodiversité non comme un objet mais comme un processus



Un processus

Un processus qui date de plus de 2 milliards d'années

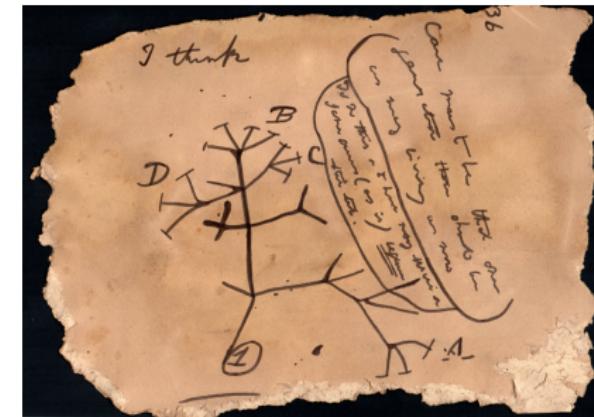


La sélection naturelle



1859 **Charles Darwin** publie
The Origin of species

- les caractères des individus varient au sein d'une population

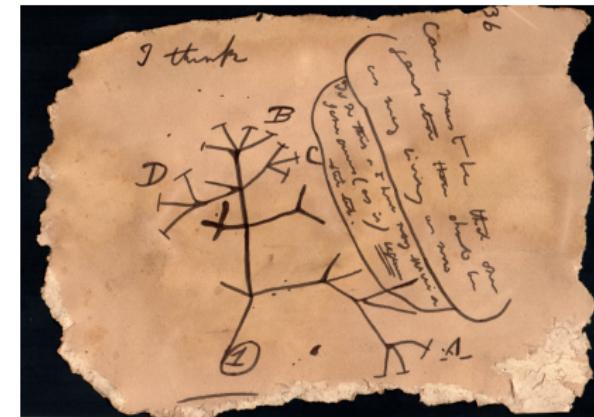


La sélection naturelle



1859 **Charles Darwin** publie
The Origin of species

- les caractères des individus varient au sein d'une population
- héritabilité des caractères

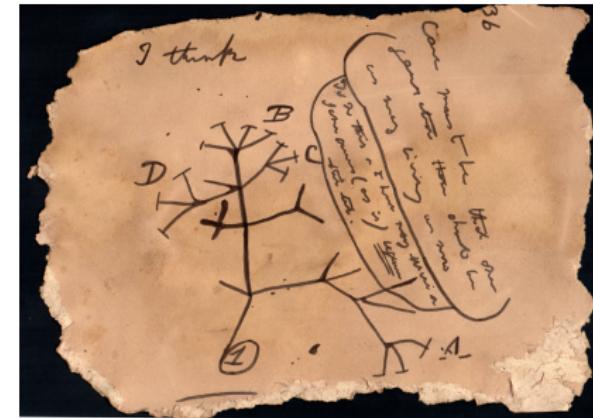


La sélection naturelle



1859 Charles Darwin publie
The Origin of species

- les caractères des individus varient au sein d'une population
 - heritabilité des caractères
 - sélection des individus qui ont les caractères les plus favorables

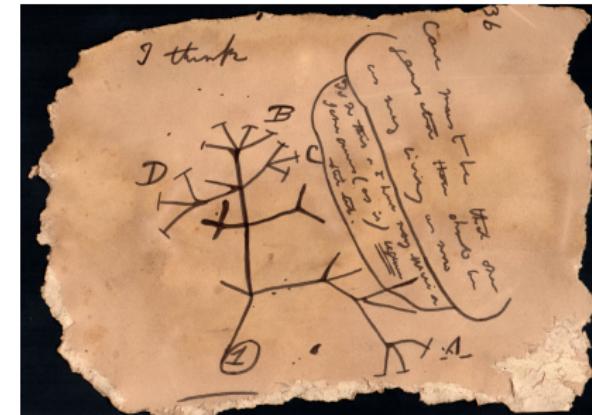


La sélection naturelle



1859 Charles Darwin publie
The Origin of species

- les caractères des individus varient au sein d'une population
 - heritabilité des caractères
 - sélection des individus qui ont les caractères les plus favorables
 - selection pour les ressources



La sélection naturelle

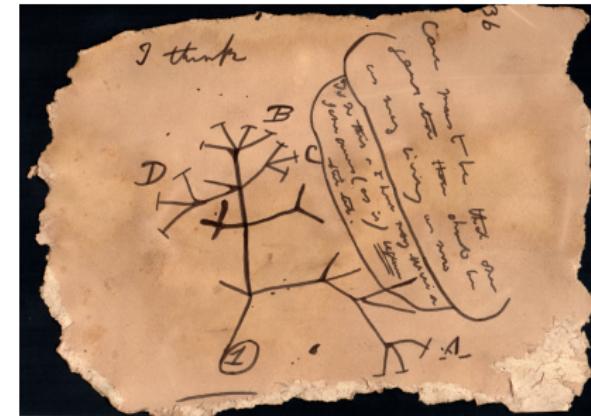


1859 Charles Darwin publie
The Origin of species

- les caractères des individus varient au sein d'une population
 - héritabilité des caractères
 - sélection des individus qui ont les caractères les plus favorables

- sélection pour les ressources
 - sélection pour la reproduction (sélection sexuelle)

[Atzmon, 2015]



La sélection naturelle

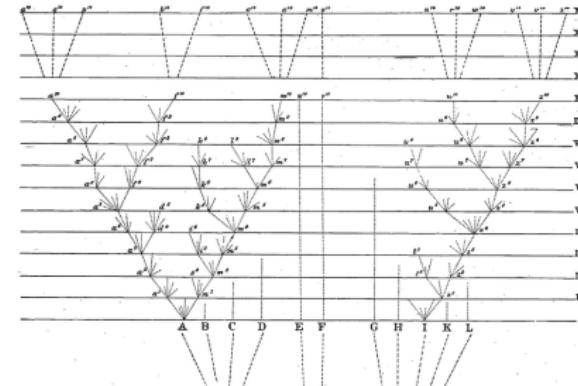


1859 **Charles Darwin** publie
The Origin of species

- les caractères des individus varient au sein d'une population
- heritabilité des caractères
- sélection des individus qui ont les caractères les plus favorables

- sélection pour les ressources
- sélection pour la reproduction (sélection sexuelle)

[Atzmon, 2015]



Force évolutive

Forces susceptibles de modifier les fréquences de gènes dans les populations

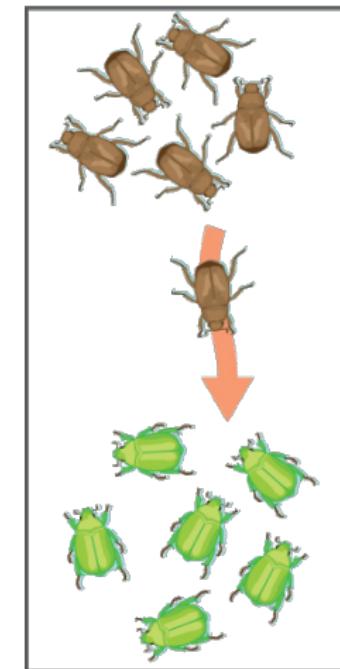
- **Mutation** : Changement dans la structure d'un gène, qui peut se transmettre à la génération suivante (ou pas)



Force évolutive

Forces susceptibles de modifier les fréquences de gènes dans les populations

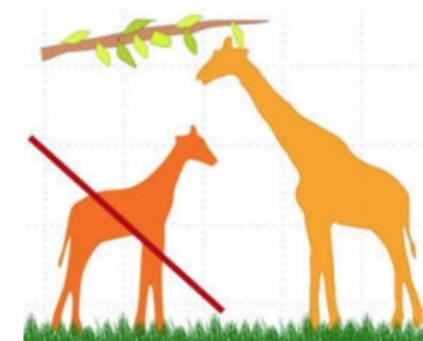
- **Mutation** : Changement dans la structure d'un gène, qui peut se transmettre à la génération suivante (ou pas)
- **Migration** : transmission de la variation génétique d'une population à une autre



Force évolutive

Forces susceptibles de modifier les fréquences de gènes dans les populations

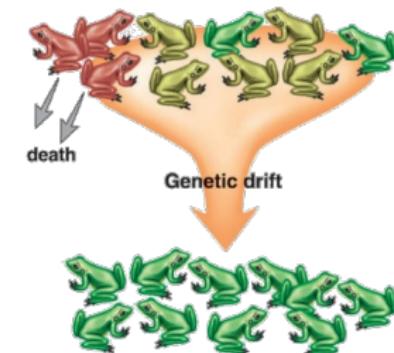
- **Mutation** : Changement dans la structure d'un gène, qui peut se transmettre à la génération suivante (ou pas)
- **Migration** : transmission de la variation génétique d'une population à une autre
- **Sélection** : Contribution différentielle des génotypes en fonction de leurs qualités relatives



Force évolutive

Forces susceptibles de modifier les fréquences de gènes dans les populations

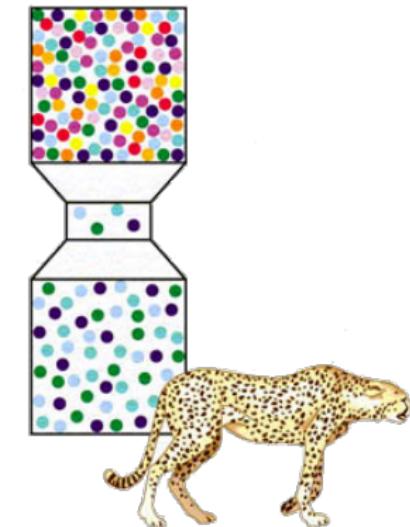
- **Mutation** : Changement dans la structure d'un gène, qui peut se transmettre à la génération suivante (ou pas)
- **Migration** : transmission de la variation génétique d'une population à une autre
- **Sélection** : Contribution différentielle des génotypes en fonction de leurs qualités relatives
- **Dérive** : Fluctuation stochastique des fréquences alléliques



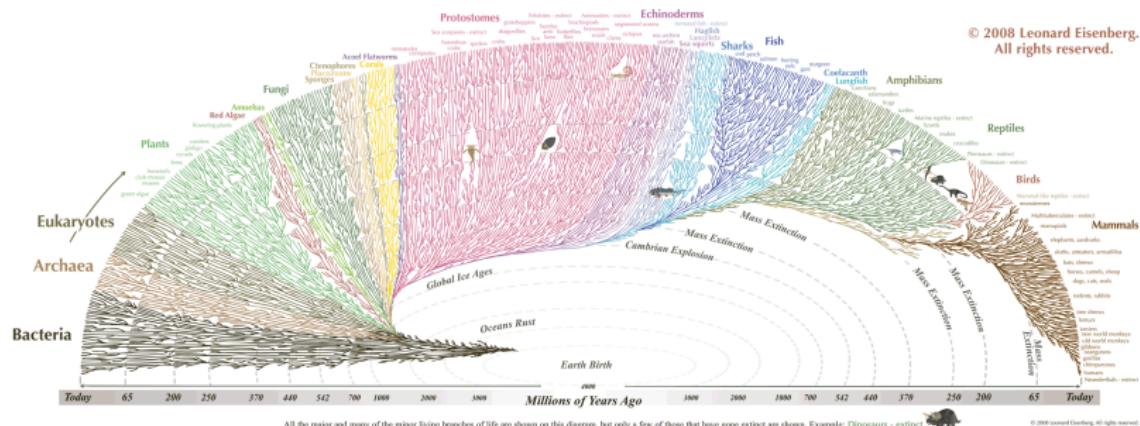
Force évolutive

Forces susceptibles de modifier les fréquences de gènes dans les populations

- **Mutation** : Changement dans la structure d'un gène, qui peut se transmettre à la génération suivante (ou pas)
- **Migration** : transmission de la variation génétique d'une population à une autre
- **Sélection** : Contribution différentielle des génotypes en fonction de leurs qualités relatives
- **Dérive** : Fluctuation stochastique des fréquences alléliques
 - *Goulot d'étranglement*, ex Guépard il y a 12000 ans

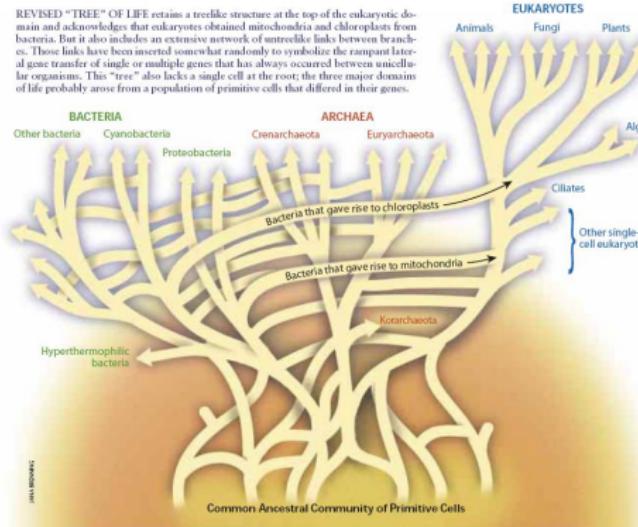


L'arbre du vivant



Le réseau du vivant

REVISED "TREE" OF LIFE retains a treelike structure at the top of the eukaryotic domain and acknowledges that eukaryotes obtained mitochondria and chloroplasts from bacteria. But it also includes an extensive network of reticulate links between branches. Those links have been inserted somewhat randomly to symbolize the rampant lateral gene transfer of single or multiple genes that has always occurred between unicellular organisms. This "tree" also lacks a single cell at the root; the three major domains of life probably arose from a population of primitive cells that differed in their genes.



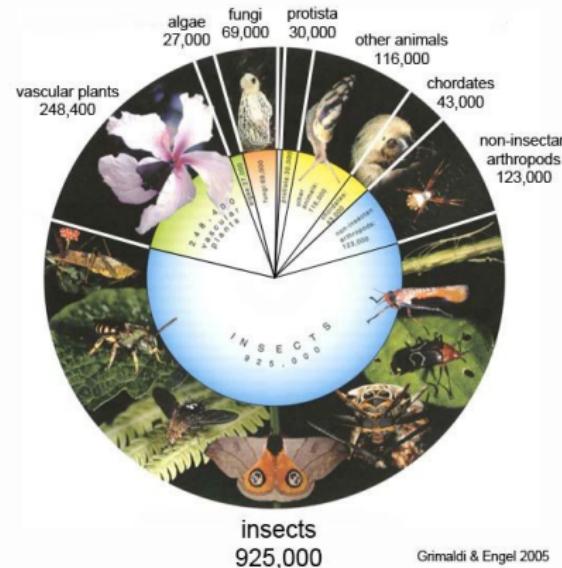
Transfert horizontal de gène, entre espèces, par hybridation ou par l'intermédiaire des bactéries et des virus

Ex. Homme moderne et homme de Néandertal, Mitochondrie

L'arbre du vivant

Attention à la simplification en nombre d'espèces.

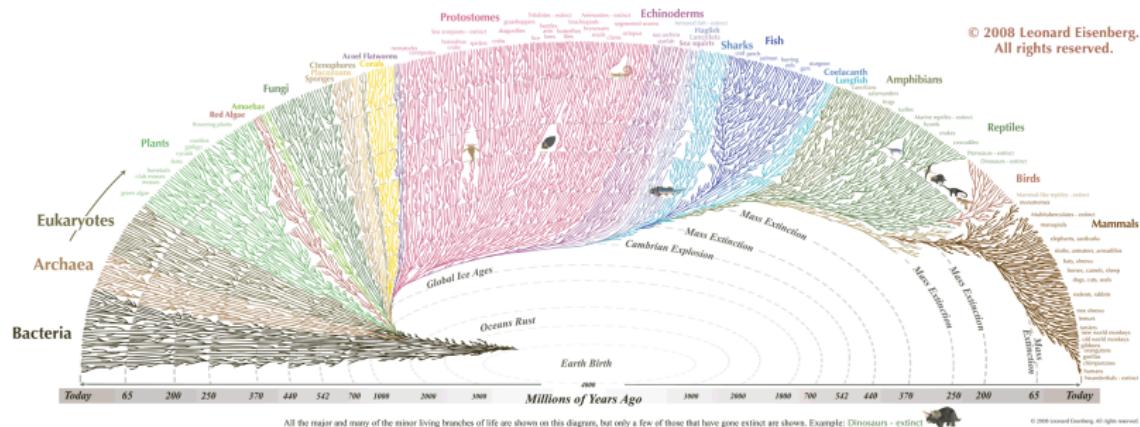
Les insectes s'isolent rapidement génétiquement contrairement aux plantes.



L'arbre du vivant

Attention à la simplification en nombre d'espèces.

Les insectes s'isolent rapidement génétiquement contrairement aux plantes.



Habitat et niche écologique

1 L'écologie

2 Un processus évolutif

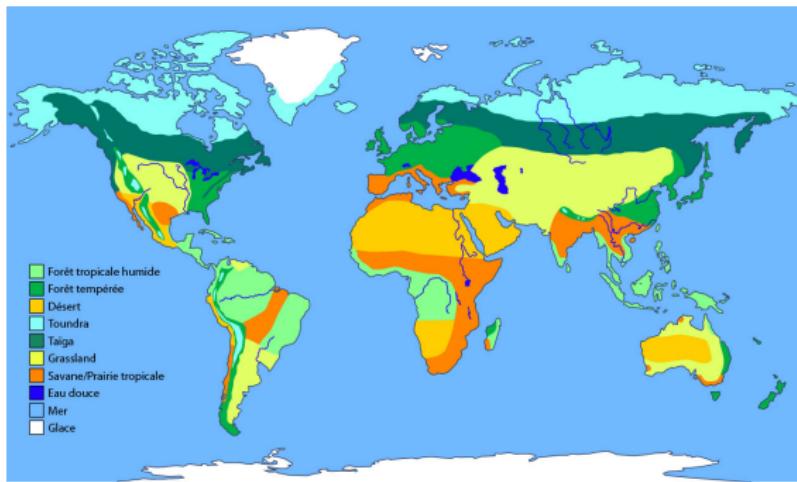
3 Habitat et niche écologique

- Les biomes
- Les habitats
- Les niches écologiques
- Les niches climatiques

4 Dynamique de population

5 Les interactions

Les biomes



Les habitats

- Lieu (petit ou grand) de la biosphère possédant des caractérisques biotique et abiotique = écosystème



Les habitats

- Lieu (petit ou grand) de la biosphère possédant des caractérisques biotique et abiotique = écosystème
 - forêt



Les habitats

- Lieu (petit ou grand) de la biosphère possédant des caractérisques biotique et abiotique = écosystème
 - forêt
 - rivière



Les habitats

- Lieu (petit ou grand) de la biosphère possédant des caractérisques biotique et abiotique = écosystème
 - forêt
 - rivière
 - tronc d'arbre



Les habitats

- Lieu (petit ou grand) de la biosphère possédant des caractérisques biotique et abiotique = écosystème
 - forêt
 - rivière
 - tronc d'arbre
- les espèces sont adaptées à un ou plusieurs habitats



Les habitats

- Lieu (petit ou grand) de la biosphère possédant des caractérisques biotique et abiotique = écosystème
 - forêt
 - rivière
 - tronc d'arbre
- les espèces sont adaptées à un ou plusieurs habitats
 - spécialistes



Les habitats

- Lieu (petit ou grand) de la biosphère possédant des caractérisques biotique et abiotique = écosystème
 - forêt
 - rivière
 - tronc d'arbre
- les espèces sont adaptées à un ou plusieurs habitats
 - spécialistes
 - généralistes



Les habitats

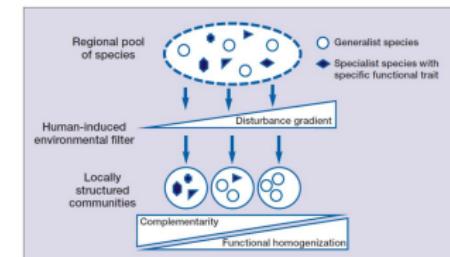
- Lieu (petit ou grand) de la biosphère possédant des caractéristiques biotique et abiotique = écosystème
 - forêt
 - rivière
 - tronc d'arbre
- les espèces sont adaptées à un ou plusieurs habitats
 - spécialistes
 - généralistes
- par la sélection naturelle les espèces sont adaptées pour survivre et se reproduire malgré les contraintes



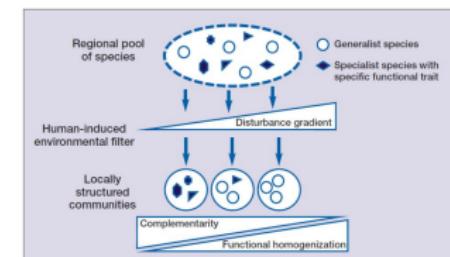
Les habitats

- Lieu (petit ou grand) de la biosphère possédant des caractérisques biotique et abiotique = écosystème
 - forêt
 - rivière
 - tronc d'arbre
- les espèces sont adaptées à un ou plusieurs habitats
 - spécialistes
 - généralistes
- par la sélection naturelle les espèces sont adaptées pour survivre et se reproduire malgré les contraintes
- Mais **homogénéisation biotique**

Clavel et al. 2010: Worldwide decline of specialist species: toward a global functional homogenization?

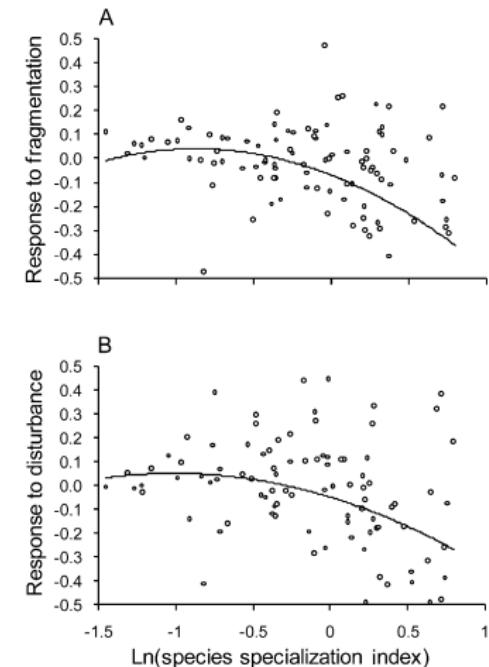


Clavel et al. 2010: Worldwide decline of specialist species: toward a global functional homogenization?



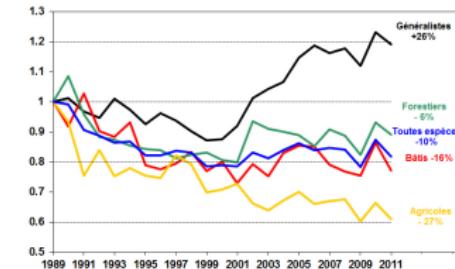
Les habitats

- Lieu (petit ou grand) de la biosphère possédant des caractérisques biotique et abiotique = écosystème
 - forêt
 - rivière
 - tronc d'arbre
- les espèces sont adaptées à un ou plusieurs habitats
 - spécialistes
 - généralistes
- par la sélection naturelle les espèces sont adaptées pour survivre et se reproduire malgré les contraintes
- Mais **homogénéisation biotique**



Les habitats

- Lieu (petit ou grand) de la biosphère possédant des caractérisques biotique et abiotique = écosystème
 - forêt
 - rivière
 - tronc d'arbre
- les espèces sont adaptées à un ou plusieurs habitats
 - spécialistes
 - généralistes
- par la sélection naturelle les espèces sont adaptées pour survivre et se reproduire malgré les contraintes
- Mais **homogénéisation biotique**



Répartition

Région géographique dans laquelle vit une espèce

- large répartition
Ex : Loup gris



Répartition

Région géographique dans laquelle vit une espèce

- large répartition

Ex : Loup gris

- petite répartition

Ex : Sitelle corse



Répartition

Région géographique dans laquelle vit une espèce

- large répartition

Ex : Loup gris

- petite répartition

Ex : Sitelle corse

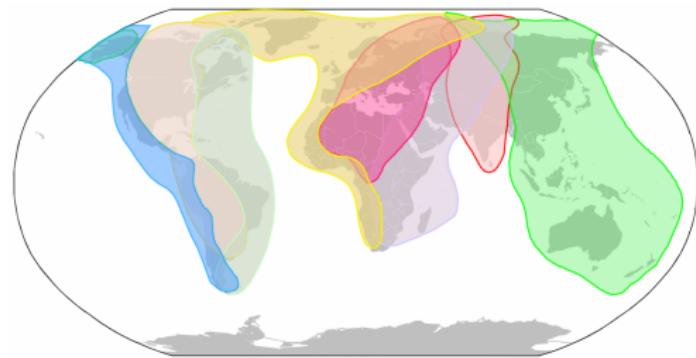
- endémisme



Répartition

Région géographique dans laquelle vit une espèce

- large répartition
Ex : Loup gris
- petite répartition
Ex : Sitelle corse
 - endémisme
- migration



Répartition

Région géographique dans laquelle vit une espèce

- large répartition
Ex : Loup gris
- petite répartition
Ex : Sitelle corse
 - endémisme
- migration
 - courte distance

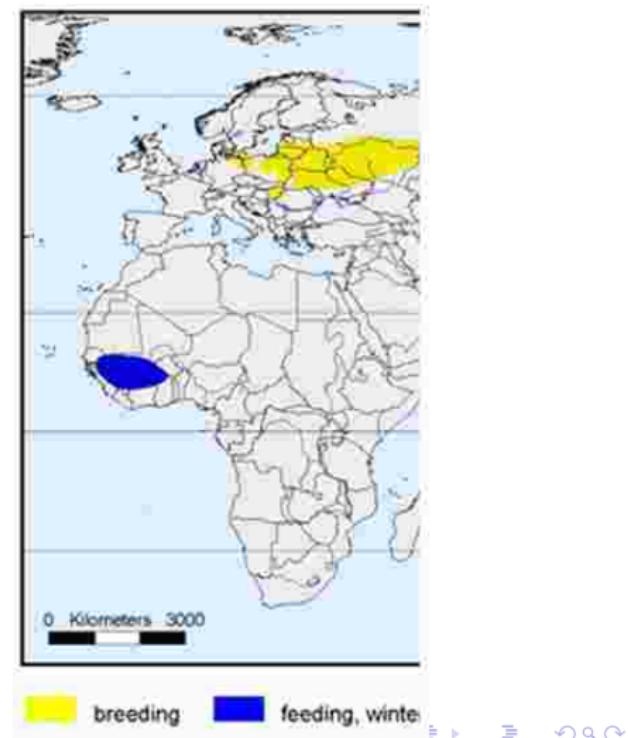


breeding feeding, winter

Répartition

Région géographique dans laquelle vit une espèce

- large répartition
Ex : Loup gris
- petite répartition
Ex : Sitelle corse
 - endémisme
- migration
 - courte distance
 - longue distance



Les facteurs écologiques

Facteurs biotiques

- ressources alimentaires
- les interactions
 - prédation
 - parasitisme
 - compétition
 - symbiose
 - ...

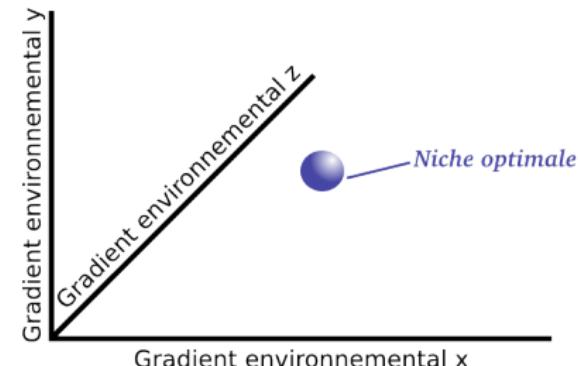
Facteurs abiotiques

L'ensemble des facteurs physico-chimiques

- air
- salinité
- sol
- température
- humidité
- lumière
- eau
- minéraux
- pH

Les niches écologiques

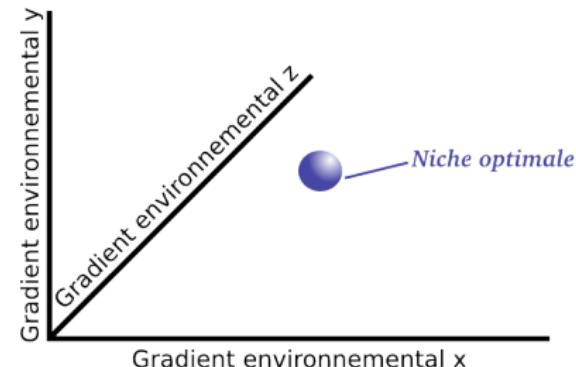
- Les facteurs limitants d'une espèce, sur tous les gradients environnementaux



[Lorrilliere et al., 2010]

Les niches écologiques

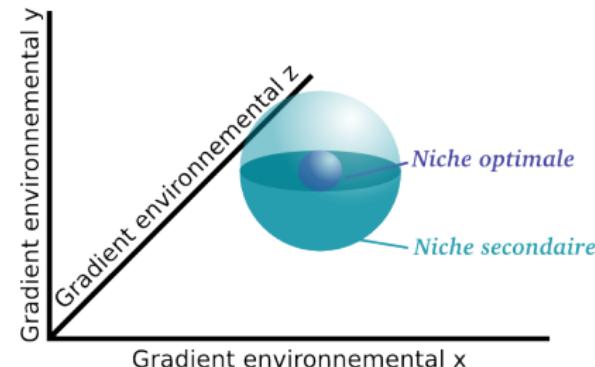
- Les facteurs limitants d'une espèce, sur tous les gradients environnementaux
 - Niche optimale



[Lorrilliere et al., 2010]

Les niches écologiques

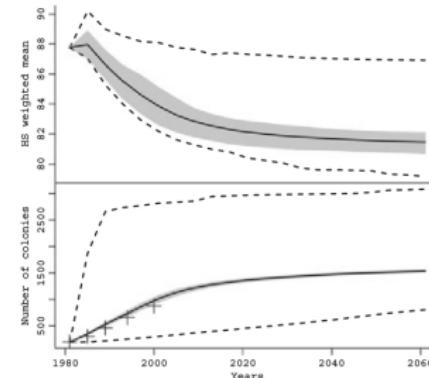
- Les facteurs limitants d'une espèce, sur tous les gradients environnementaux
 - Niche optimale
 - Niche secondaire



[Lorrilliere et al., 2010]

Les niches écologiques

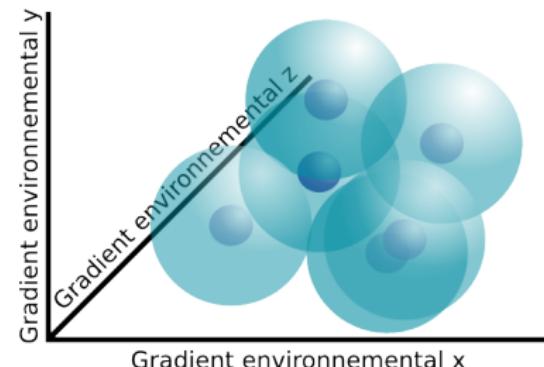
- Les facteurs limitants d'une espèce, sur tous les gradients environnementaux
 - Niche optimale
 - Niche secondaire
 - Exemple du Héron cendré



[Lorrilliere et al., 2010]

Les niches écologiques

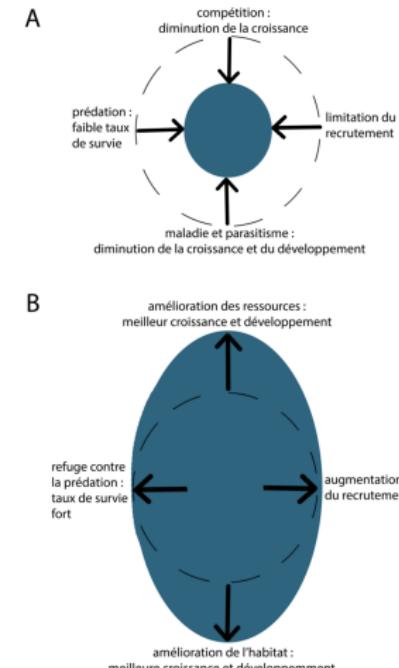
- Les facteurs limitants d'une espèce, sur tous les gradients environnementaux
 - Niche optimale
 - Niche secondaire
 - Exemple du Héron cendré
- la place de l'espèce au sein de la communauté (compétition) et de l'écosystème (autres intercations)



[Lorrilliere et al., 2010]

Les niches écologiques

- Les facteurs limitants d'une espèce, sur tous les gradients environnementaux
 - Niche optimale
 - Niche secondaire
 - Exemple du Héron cendré
- la place de l'espèce au sein de la communauté (compétition) et de l'écosystème (autres intercations)
- niche fondamentale Vs niche réalisée



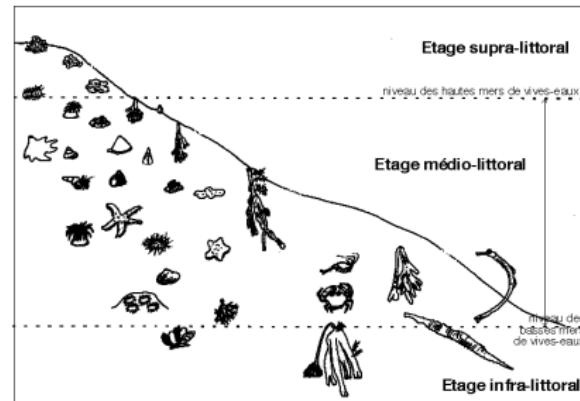
Légende : ● niche écologique réalisée
— niche écologique fondamentale



Les niches écologiques

- Les facteurs limitants d'une espèce, sur tous les gradients environnementaux
 - Niche optimale
 - Niche secondaire
 - Exemple du Héron cendré
- la place de l'espèce au sein de la communauté (compétition) et de l'écosystème (autres intercations)
- niche fondamentale Vs niche réalisée
- Exclusion compétitive

[Lorrilliere et al., 2010]

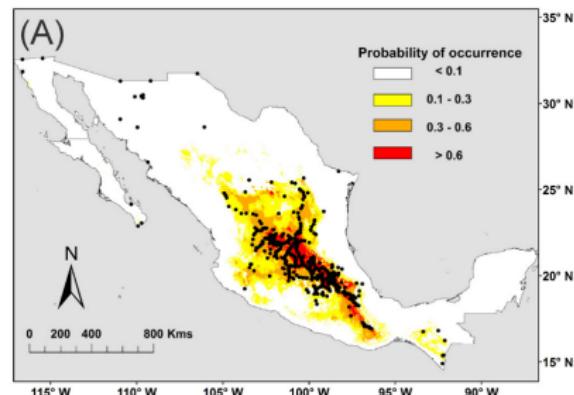


- Contexte de changement climatique



[Barbet-Massin et al., 2009, Barbet-Massin et al., 2012, Bonetti and Wiens, 2014, Ramírez-Albores et al., 2016]

- Contexte de changement climatique
- La niche climatique détermine où une espèce vit



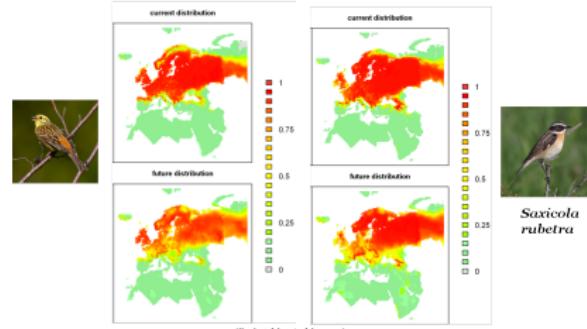
[Barbet-Massin et al., 2009, Barbet-Massin et al., 2012, Bonetti and Wiens, 2014, Ramírez-Albores et al., 2016]

- Contexte de changement climatique
- La niche climatique détermine où une espèce vit
- et des projections détermineront comment elle réagira aux changements climatiques au fil du temps

[Barbet-Massin et al., 2009, Barbet-Massin et al., 2012, Bonetti and Wiens, 2014, Ramírez-Albores et al., 2016]

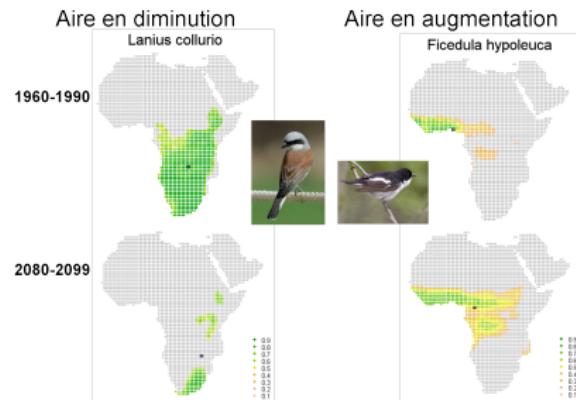
▪ Climate niche projections

- Climate suitability of each species (niche modeling from IPCC scenario)



- Contexte de changement climatique
- La niche climatique détermine où une espèce vit
- et des projections détermineront comment elle réagira aux changements climatiques au fil du temps

[Barbet-Massin et al., 2009, Barbet-Massin et al., 2012, Bonetti and Wiens, 2014, Ramírez-Albares et al., 2016]



Dynamique de population

1 L'écologie

2 Un processus évolutif

3 Habitat et niche écologique

4 Dynamique de population

- La démographie
- Des compromis
- Dynamique de population
- Effet Allee

5 Les interactions

La démographie

Démographie

Etude des caractéristiques des populations, de leurs dynamiques, et des facteurs impliqués :

- natalité



La démographie

Démographie

Etude des caractéristiques des populations, de leurs dynamiques, et des facteurs impliqués :

- natalité
- mortalité

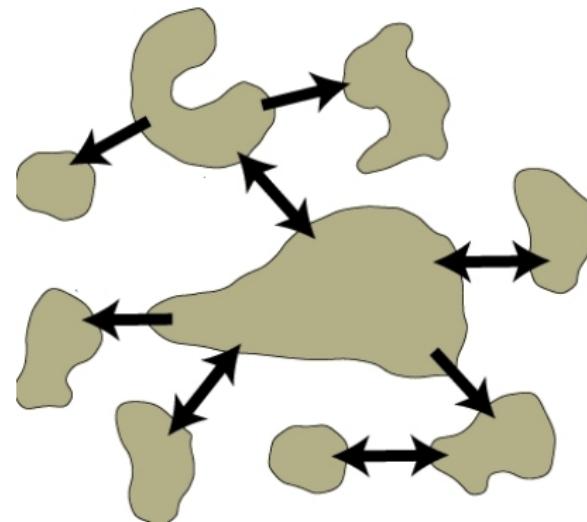


La démographie

Démographie

Etude des caractéristiques des populations, de leurs dynamiques, et des facteurs impliqués :

- natalité
- mortalité
- immigration

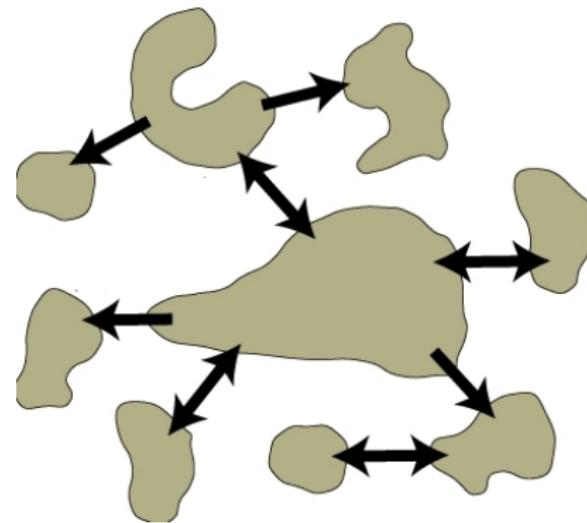


La démographie

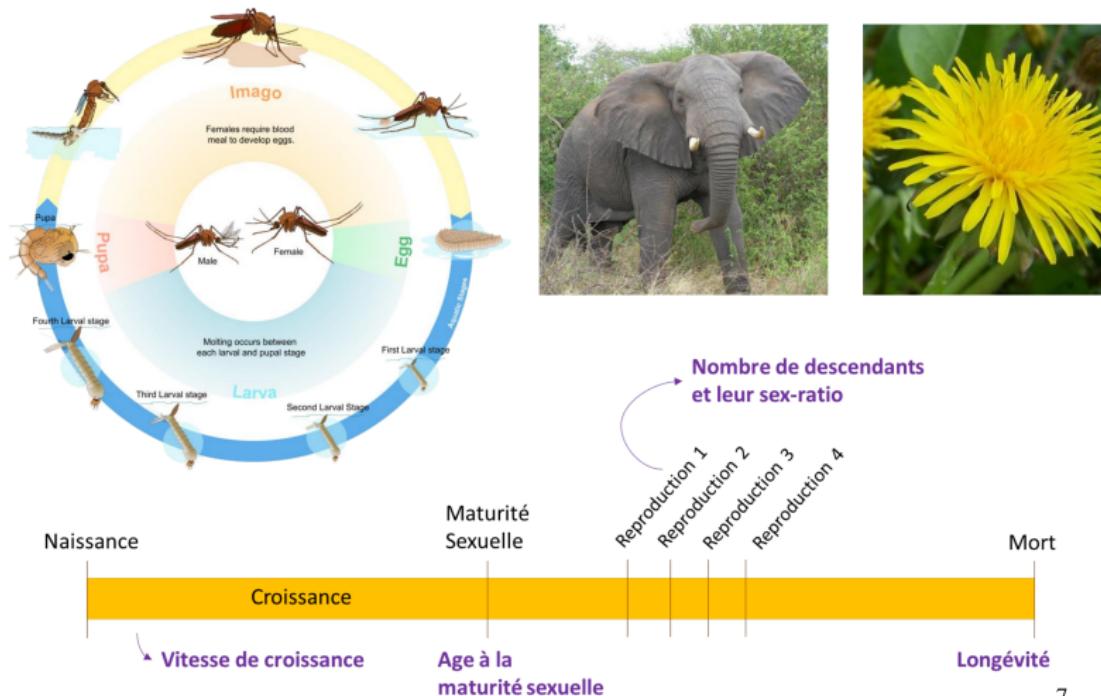
Démographie

Etude des caractéristiques des populations, de leurs dynamiques, et des facteurs impliqués :

- natalité
- mortalité
- immigration
- émigration



Des cycles de vie et histoires de vie variés



Des compromis évolutifs

Combien dois je produire de descendants chaque année ?

- Raisonnement de **Lack** : la sélection va favoriser la taille de portée qui donne le + de descendants survivants

hypothèses

Des compromis évolutifs

Combien dois je produire de descendants chaque année ?

- Raisonnement de **Lack** : la sélection va favoriser la taille de portée qui donne le + de descendants survivants

hypothèses

- les descendants ont la même taille (investissement énergie =)

Des compromis évolutifs

Combien dois je produire de descendants chaque année ?

- Raisonnement de **Lack** : la sélection va favoriser la taille de portée qui donne le + de descendants survivants

hypothèses

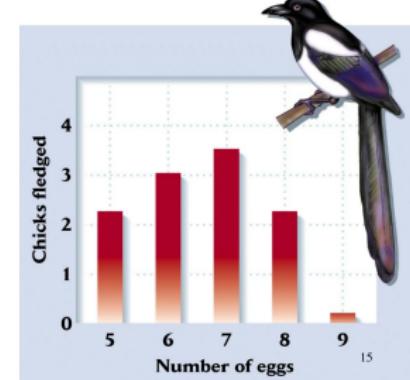
- les descendants ont la même taille (investissement énergie =)
- la % de survie de chaque juvénile décroît avec la taille de la portée

Des compromis évolutifs

Combien dois je produire de descendants chaque année ?

Test de l'hypothèse de lack

- Ajout et soustraction de œufs à la taille modale de la couvée de 7 œufs

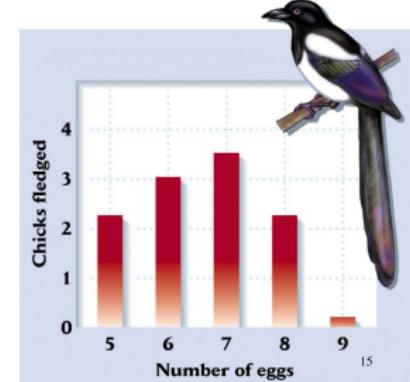


Des compromis évolutifs

Combien dois je produire de descendants chaque année ?

Test de l'hypothèse de lack

- Ajout et soustraction de œufs à la taille modale de la couvée de 7 œufs
- Les nichées manipulées ont produit moins de descendants que les nichées de la taille modale

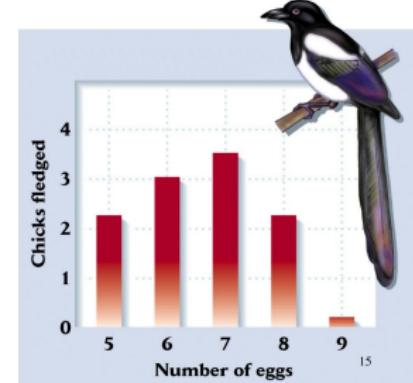


Des compromis évolutifs

Combien dois je produire de descendants chaque année ?

Test de l'hypothèse de lack

- Ajout et soustraction de œufs à la taille modale de la couvée de 7 œufs
- Les nichées manipulées ont produit moins de descendants que les nichées de la taille modale
- Respect de l'hypothèse ? OUI ou NON

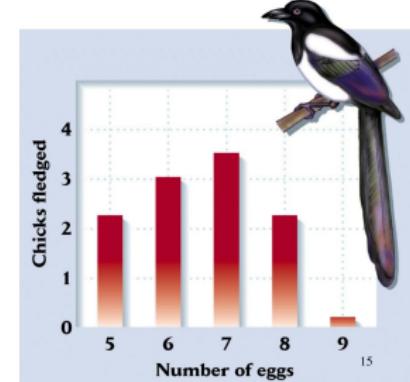


Des compromis évolutifs

Combien dois je produire de descendants chaque année ?

Test de l'hypothèse de lack

- Ajout et soustraction de œufs à la taille modale de la couvée de 7 œufs
- Les nichées manipulées ont produit moins de descendants que les nichées de la taille modale
- Respect de l'hypothèse ? OUI ou NON
- → **OUI**



Des compromis évolutifs

Combien dois je produire de descendants chaque année ?
Mésange charbonnière

- sur 40 ans en moyenne 8.5 oeufs par nichée



Des compromis évolutifs

Combien dois je produire de descendants chaque année ?
Mésange charbonnière

- sur 40 ans en moyenne 8.5 oeufs par nichée
- la théorie suggère 12 oeufs par nichée



Des compromis évolutifs

Combien dois je produire de descendants chaque année ?
Mésange charbonnière

- sur 40 ans en moyenne 8.5 oeufs par nichée
- la théorie suggère 12 oeufs par nichée
- Respect de l'hypothèse de Lack ? OUI ou NON



Des compromis évolutifs

Combien dois je produire de descendants chaque année ?
Mésange charbonnière

- sur 40 ans en moyenne 8.5 oeufs par nichée
- la théorie suggère 12 oeufs par nichée
- Respect de l'hypothèse de Lack ? OUI ou NON
- → **NON**



Des compromis évolutifs

Combien dois je produire de descendants chaque année ?

C'est pas si simple !

Hypothèses implicites de Lack :

- pas de trade-off entre l'effort reproductif des parents une année donnée et sa survie ou reproduction dans les années futures

Des compromis évolutifs

Combien dois je produire de descendants chaque année ?

C'est pas si simple !

Hypothèses implicites de Lack :

- pas de trade-off entre l'effort reproductif des parents une année donnée et sa survie ou reproduction dans les années futures
- → **FREQUEMMENT FAUX – évidences expérimentales chez le gobemouche à collier**
si on leur ajoute un oeuf, femelles pondent moins l'année suivante

Des compromis évolutifs

Combien dois je produire de descendants chaque année ?

C'est pas si simple !

Hypothèses implicites de Lack :

- pas de trade-off entre l'effort reproductif des parents une année donnée et sa survie ou reproduction dans les années futures
- → **FREQUEMMENT FAUX – évidences expérimentales chez le gobemouche à collier**
si on leur ajoute un oeuf, femelles pondent moins l'année suivante
- le seul effet de la taille de ponte est d'influer sur la proba de survie des poussins

Des compromis évolutifs

Combien dois je produire de descendants chaque année ?

C'est pas si simple !

Hypothèses implicites de Lack :

- pas de trade-off entre l'effort reproductif des parents une année donnée et sa survie ou reproduction dans les années futures
- → **FREQUEMMENT FAUX – évidences expérimentales chez le gobemouche à collier**
si on leur ajoute un oeuf, femelles pondent moins l'année suivante
- le seul effet de la taille de ponte est d'influer sur la proba de survie des poussins
- →**FREQUEMMENT FAUX – évidences expérimentales chez le gobemouche à collier**
correlation négative entre la taille de ponte d'une femelle et la taille de la ponte où elle a été élevée

Des compromis évolutifs

Combien dois je produire de descendants chaque année ?

C'est pas si simple !

Hypothèses implicites de Lack :

- pas de trade-off entre l'effort reproductif des parents une année donnée et sa survie ou reproduction dans les années futures
- → **FREQUEMMENT FAUX – évidences expérimentales chez le gobemouche à collier**
si on leur ajoute un oeuf, femelles pondent moins l'année suivante
- le seul effet de la taille de ponte est d'influer sur la proba de survie des poussins
- →**FREQUEMMENT FAUX – évidences expérimentales chez le gobemouche à collier**
correlation négative entre la taille de ponte d'une femelle et la taille de la ponte où elle a été élevée
- **La taille de ponte peut aussi affecter les performances reproductives de la descendance**

Stratégie courte ou longue... un continuum

Relation générale entre caractéristiques morpho/physio et démographique

Tps de génér long— grande masse corpo



Mais importance d'autres facteurs écologiques dans cette relation
Exemple:

Migration
Vol
Niveau trophique
Hibernation...

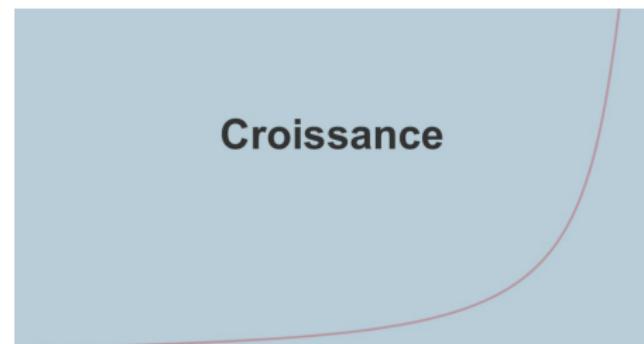


Dynamique de population

- Si pas de contrainte
croissance exponentielle

$$N_{t+1} = rN_t$$

où r est le taux de croissance



Dynamique de population

- Si pas de contrainte croissance exponentielle

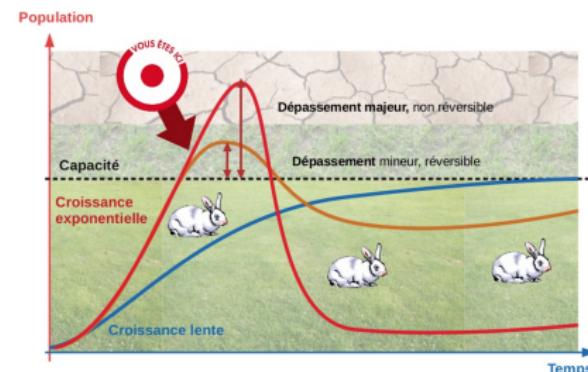
$$N_{t+1} = rN_t$$

où r est le taux de croissance

- mais croissance pas infinie
→ densité dépendance négative

$$N_{t+1} = rN_t \left(1 - \frac{N_t}{K}\right)$$

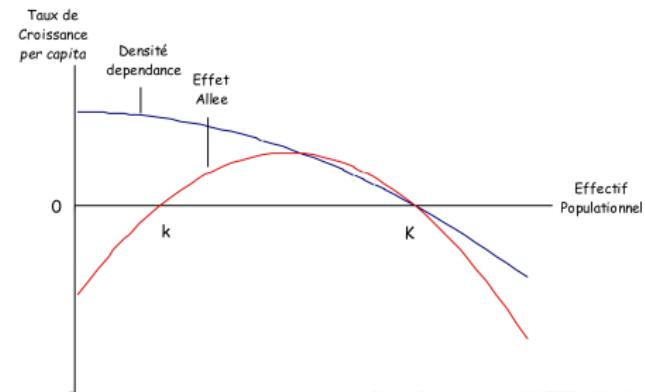
où K est la capacité de charge pour l'espèce



Effet Allee

Densité dépendance positive

- Le taux de croissance peut diminuer à faible densité (ou à faible taille de pop)

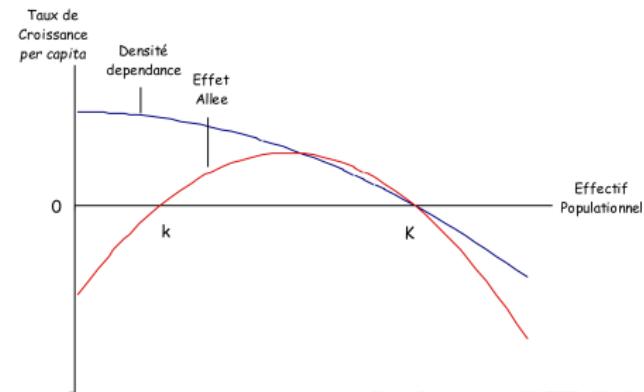


D'après Courchamp et al (1999) TREE, 405-410

Effet Allee

Densité dépendance positive

- Le taux de croissance peut diminuer à faible densité (ou à faible taille de pop)
- Les effets Allee sont généralement négligés dans les modèles de dynamique des pop (exemple pêcheries...), et pourtant...



D'après Courchamp et al (1999) TREE, 405-410

Effet Allee

Effets Allee: causes

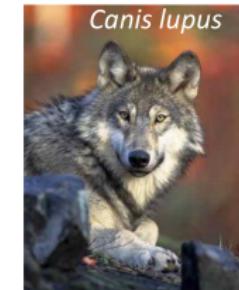
-Aspects comportementaux



Protection prédateurs



vigilance



% rencontre entre sexes



chasse



Dilution / satiété



Effet Allee

Effets Allee: causes

- Aspects comportementaux
- Aspects physiologiques



Marmota marmota



Pygoscelis adeliae

thermorégulation



Tsuga heterophylla

Acidification sols

Effet Allee

Effets Allee: causes

- Aspects comportementaux
- Aspects physiologiques
- Aspects génétiques



Auto-incompatibilité

... dépression de consanguinité, fonte mutationnelle...

Effet Allee

Effets Allee: causes

- Aspects comportementaux
- Aspects physiologiques
- Aspects génétiques
- Aspects anthropiques

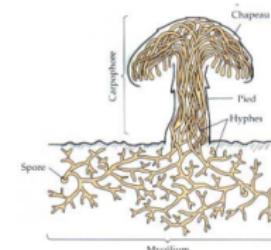
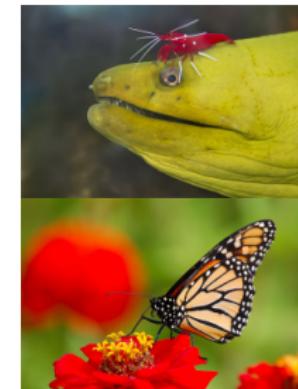
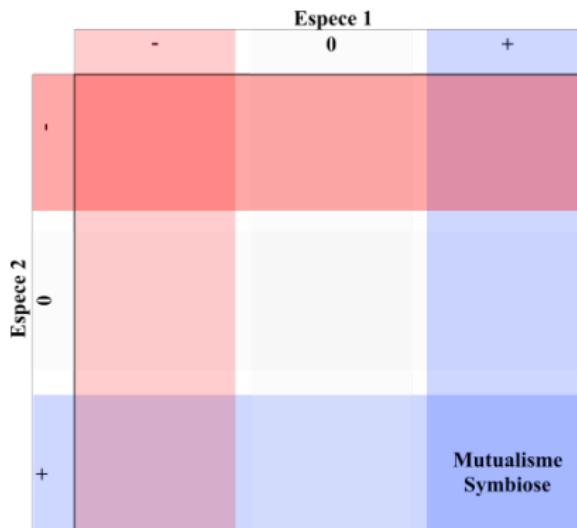


82

Les interactions

- 1 L'écologie
- 2 Un processus évolutif
- 3 Habitat et niche écologique
- 4 Dynamique de population
- 5 Les interactions
 - Les interactions
 - Réseaux trophique
 - Proie-prédateur

La classification des interactions



La classification des interactions

		Especie 1		
		-	0	+
Especie 2	-	Parasitisme	Neutralité	Amensalisme
	0	Commensalisme		
	+	Commensalisme	Mutualisme Symbiose	



La classification des interactions

		Espece 1		
		-	0	+
		+	Compétition	
Espece 2	0			Commensalisme
	+		Commensalisme	Mutualisme Symbiose
	+			



La classification des interactions

		Especie 1		
		-	0	+
		Compétition	Amensalisme	
Especie 2	0	Amensalisme		Commensalisme
	+	Commensalisme		Mutualisme Symbiose
	+			



La classification des interactions

		Especie 1		
		-	0	+
		Compétition	Amensalisme	Prédation Parasitisme
Especie 2	0	Amensalisme		Commensalisme
	+	Prédation Parasitisme	Commensalisme	Mutualisme Symbiose



La classification des interactions

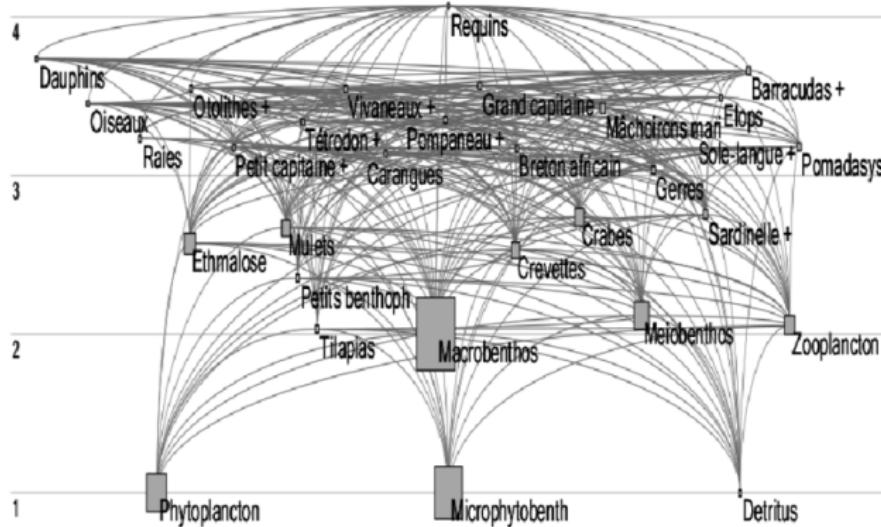
		Especie 1		
		-	0	+
		Compétition	Amensalisme	Prédation Parasitisme
Especie 2	0	Amensalisme	Neutralisme	Commensalisme
+	Prédation Parasitisme	Commensalisme	Mutualisme Symbiose	



Réseau trophique

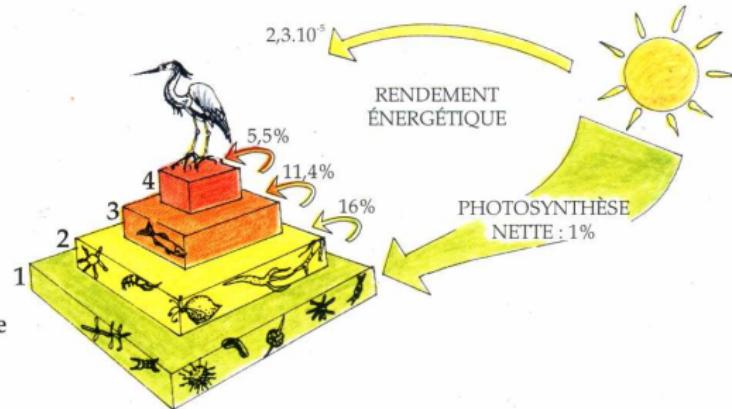


Réseau trophique

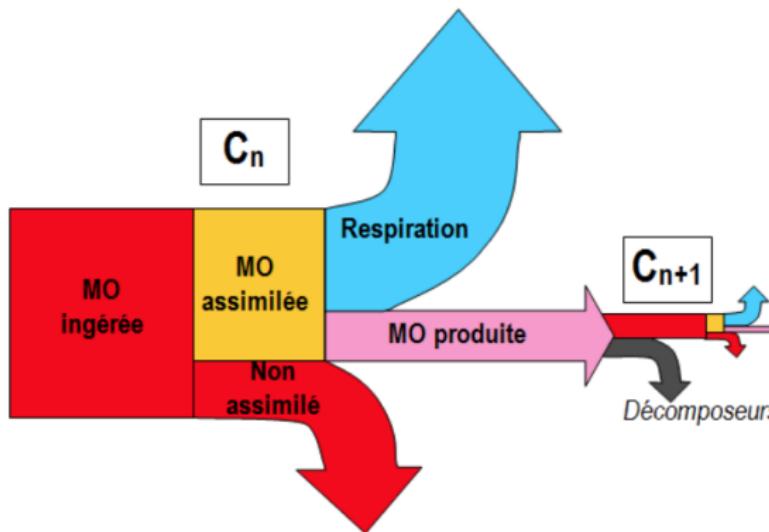


Cycle de l'énergie

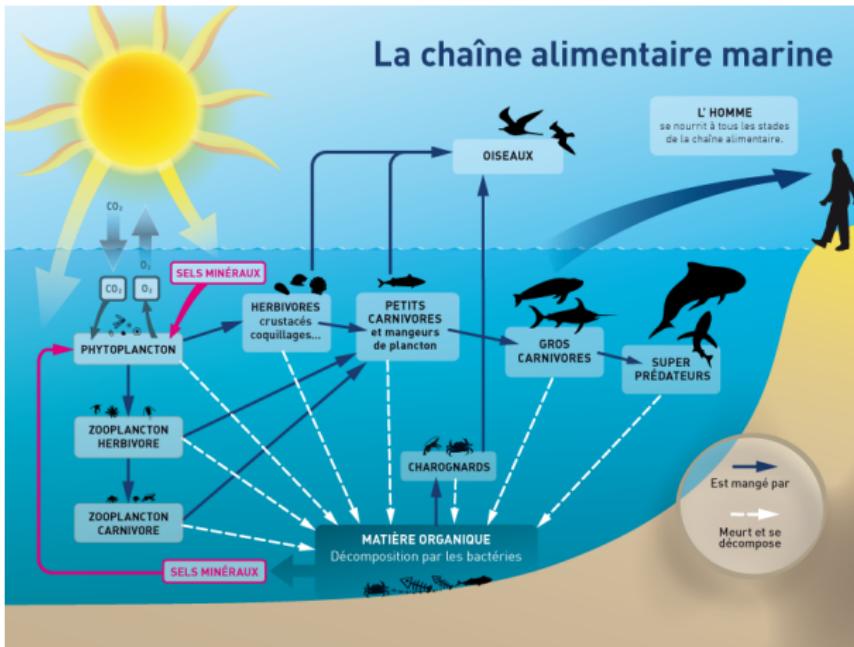
- 1 - Producteurs,
organismes autotrophes
(phytoplancton et végétaux aquatiques)
- 2 - Consommateurs de premier ordre
(zooplancton)
- 3 - Consommateurs de second ordre
(poissons planctonophages)
- 4 - Consommateurs de troisième ordre
(ex. le héron)



Cycle de l'énergie

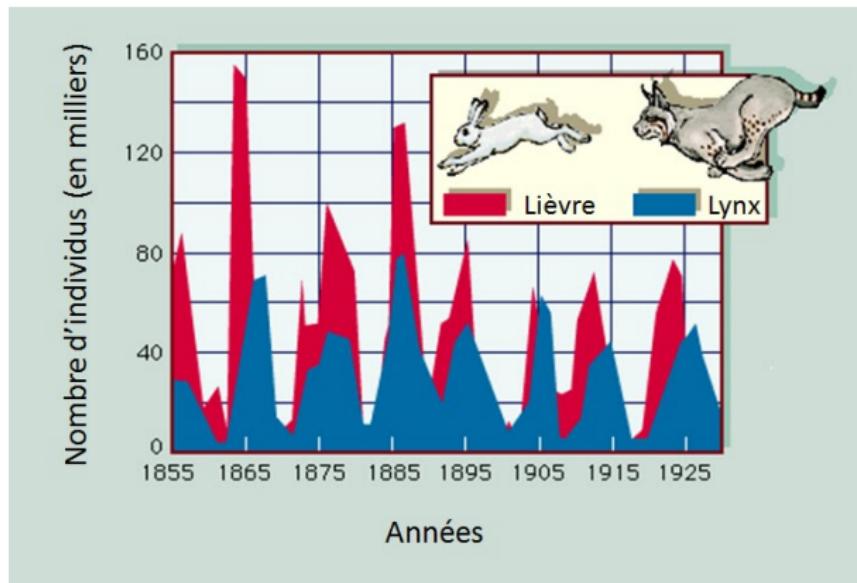


Cycle de l'énergie



Modèle proie-prédateur

Compagnie de la baie d'Hudson au XIXe siècle



Modèle proie-prédateur

Modélisable simplement

Proies

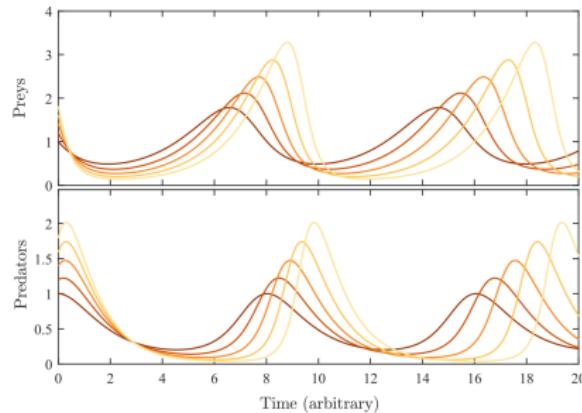
$$\frac{dH}{dt} = r_H H - b_H HP$$

Prédateur

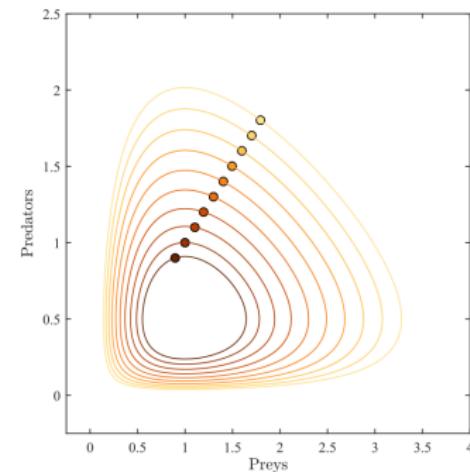
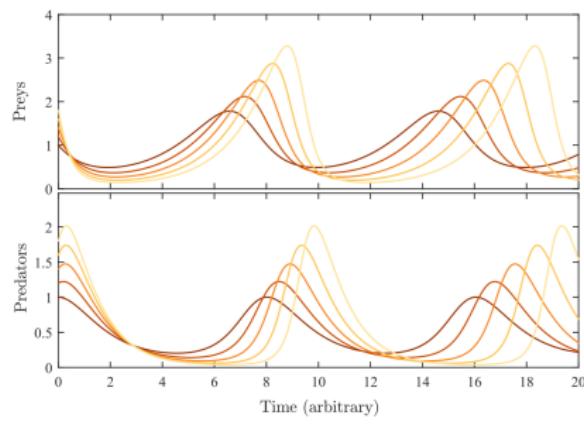
$$\frac{dP}{dt} = r_P b_H HP - b_P P$$

où r les coefficient d'accroissement et b les taux de mortalité

Modèle proie-prédateur



Modèle proie-prédateur



Modèle proie-prédateur

Modèle très simplifié

Exercice intéressant mais des hypothèses de simplification :

- pas de sexe et pas de couple pour la reproduction

Modèle proie-prédateur

Modèle très simplifié

Exercice intéressant mais des hypothèses de simplification :

- pas de sexe et pas de couple pour la reproduction
- pas de classe d'âge (efficacité et reproduction)

Modèle proie-prédateur

Modèle très simplifié

Exercice intéressant mais des hypothèses de simplification :

- pas de sexe et pas de couple pour la reproduction
- pas de classe d'âge (efficacité et reproduction)
- pas de problème de rencontre (effet Allee ?)

Modèle proie-prédateur

Modèle très simplifié

Exercice intéressant mais des hypothèses de simplification :

- pas de sexe et pas de couple pour la reproduction
- pas de classe d'âge (efficacité et reproduction)
- pas de problème de rencontre (effet Allee ?)
- une seule source de nourriture pour le lynx

Modèle proie-prédateur

Modèle très simplifié

Exercice intéressant mais des hypothèses de simplification :

- pas de sexe et pas de couple pour la reproduction
- pas de classe d'âge (efficacité et reproduction)
- pas de problème de rencontre (effet Allee ?)
- une seule source de nourriture pour le lynx
- pas d'adaptation

Modèle proie-prédateur et la sélection naturelle



- Deux petits dinosaures essaient d'échapper à un T.rex

Modèle proie-prédateur et la sélection naturelle



- Deux petits dinosaures essaient d'échapper à un T.rex
 - *Je ne sais pas pourquoi on court, nous ne courerons jamais assez vite pour échapper au T.rex*

Modèle proie-prédateur et la sélection naturelle



- Deux petits dinosaures essaient d'échapper à un T.rex
 - *Je ne sais pas pourquoi on court, nous ne courerons jamais assez vite pour échapper au T.rex*
 - *Je ne cherche pas à courir plus vite que le T.rex, je cherche seulement à courir plus vite que toi !*

Merci de votre attention...



Références |

-  Atzmon, L. (2015). Intelligible design : the origin and visualization of species. *Communication Design*, 3(2) :142–156.
-  Barbet-Massin, M., Thuiller, W., and Jiguet, F. (2012). The fate of European breeding birds under climate, land-use and dispersal scenarios. *Global Change Biology*, 18(3) :881–890.
-  Barbet-Massin, M., Walther, B. A., Thuiller, W., Rahbek, C., and Jiguet, F. (2009). Potential impacts of climate change on the winter distribution of Afro-Palaearctic migrant passerines. *Biology Letters*, 5(2) :248–251.
-  Bonetti, M. F. and Wiens, J. J. (2014). Evolution of climatic niche specialization : A phylogenetic analysis in amphibians. *Proceedings of the Royal Society B : Biological Sciences*, 281(1795).
-  Lorrielliere, R., Boistreau, B., and Robert, A. (2010). Modelling the spatial dynamics of a recovering species : The Grey Heron Ardea cinerea in France. *Ibis*, 152(1) :118–126.
-  Mora, C., Tittensor, D. P., Adl, S., Simpson, A. G., and Worm, B. (2011). How many species are there on earth and in the ocean ? *PLoS Biology*, 9(8) :1–8.
-  Ramírez-Albores, J. E., Bustamante, R. O., and Badano, E. I. (2016). Improved predictions of the geographic distribution of invasive plants using climatic niche models. *PLoS ONE*, 11(5) :1–14.