

**université  
PARIS-SACLAY**

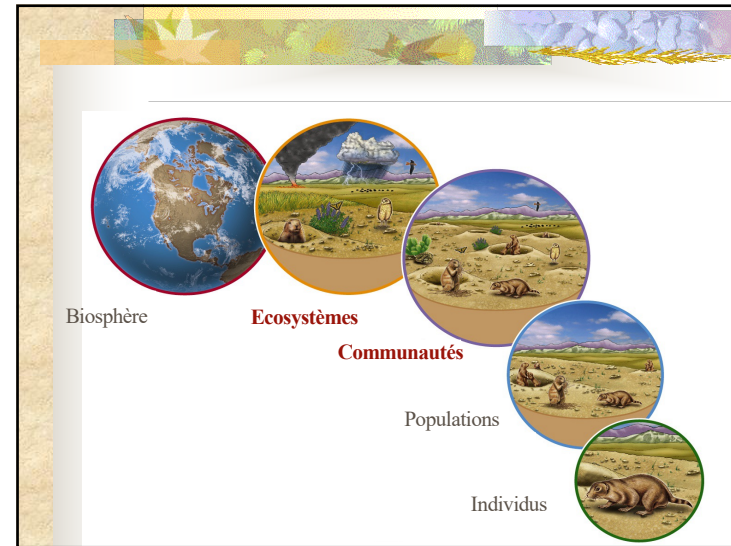
**FACULTÉ  
DES SCIENCES  
D'ORSAY**

Ecologie


**Ecosystèmes et communautés**

Marc Girondot, Université Paris Saclay  
 marc.girondot@universite-paris-saclay.fr

1



2


**Ecosystème et communauté**

- I. Introduction
  - Qu'est ce qu'un écosystème ?
  - Qu'est ce qu'une communauté ou biocénose ?
  - Qu'est ce qu'un biotope ?
  - Qu'est ce qu'un biome ?
    - Origine des climats
  - Qu'est ce qu'une niche écologique ?
- II. Les interactions dans une communauté
  - A. Compétition
    - Niche écologique
    - Exclusion compétitive
  - B. Prédation
  - C. Mutualisme
  - D. Commensalisme
  - E. Amensalisme
  - F. Relation à plus de deux partenaires: le réseau trophique
- III. Qu'est ce qui contrôle la structure de la communauté?
  - A. Energie et production primaire
  - B. Perturbation et évolution dans le temps des communautés

3

**I. Qu'est ce qu'un écosystème?**

- **Définition** : Un écosystème est l'ensemble formé par une association d'une communauté d'êtres vivants (ou biocénose) et son environnement géologique, édaphique (sol), hydrologique, climatique, etc. (le biotope).
- Les éléments constituant un écosystème développent un réseau d'échange d'énergie et de matière.
- Le terme fut forgé par Arthur George Tansley en 1935 pour désigner l'unité de base de la nature.



**Arthur George Tansley 1871-1955**

4

## I. Qu'est ce qu'une communauté écologique?

- **Définition** : L'ensemble de populations animales, végétales et les microorganismes qui vivent dans une aire donnée, à un moment donné, et qui interagissent.
- Les plantes, les animaux et les microorganismes d'une communauté sont liés par des relations alimentaires et par d'autres types d'interactions
- La communauté écologique constitue la biocénose c'est à dire la partie vivante (biotique) d'un écosystème.



5

## L'Ecologie des communautés

- Ecologie des communautés : études des interactions entre les organismes vivant dans une aire donnée.
- En pratique, il est impossible d'étudier toutes les espèces d'une communauté. On se limite à des ensembles plurispécifiques définis en fonction des problématiques
  - Ex : Les poissons d'un lac
  - Ex : les graminées et les herbivores d'une prairie

6

## I. Qu'est ce qu'un biotope?

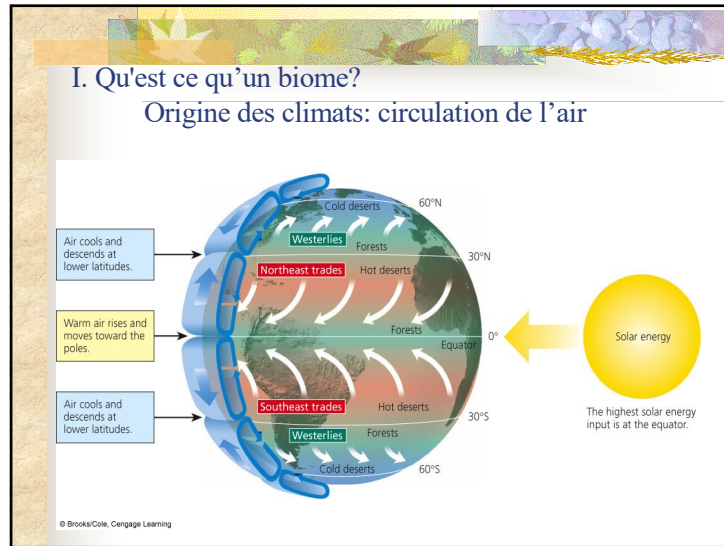
- **Définition** : Un biotope est la partie abiotique d'un écosystème donc il est défini par les caractéristiques physiques et chimiques présentes dans un écosystème.
  - Caractéristiques chimiques
    - Teneur en carbone et en différents ions
    - Présence de pollutions chimiques
    - Teneur en eau
  - Caractéristiques physiques
    - Conductivité thermique, température
    - Radioactivité
    - Luminosité et type de lumière
- Les caractéristiques du biotope vont en partie déterminer la biocénose qui en retour pourra modifier le biotope.

7

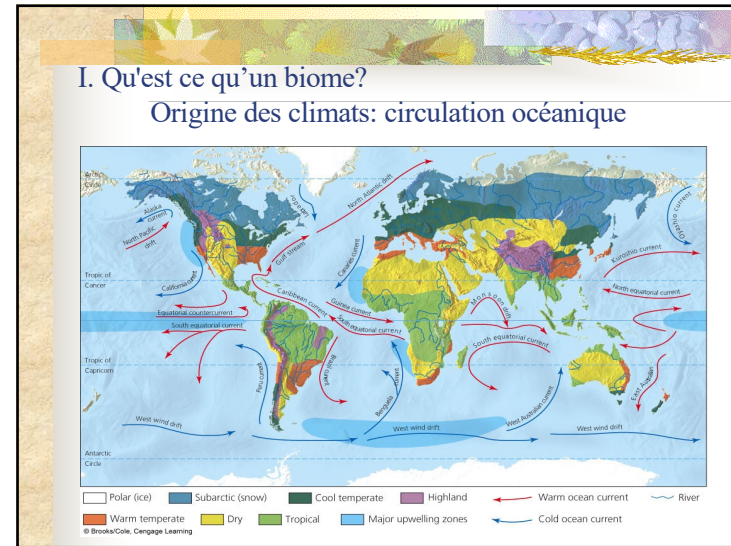
## I. Qu'est ce qu'un biome?

- **Définition** : Un biome, appelé aussi macroécosystème, écozone ou écorégion, est un ensemble d'écosystèmes caractéristique d'une aire biogéographique et nommé à partir de la végétation et des espèces animales qui y prédominent et y sont adaptées
- Il est l'expression des conditions écologiques du lieu à l'échelle régionale ou continentale : le climat qui induit le sol, les deux induisant eux-mêmes les conditions écologiques auxquelles vont répondre les communautés des plantes et des animaux du biome en question.

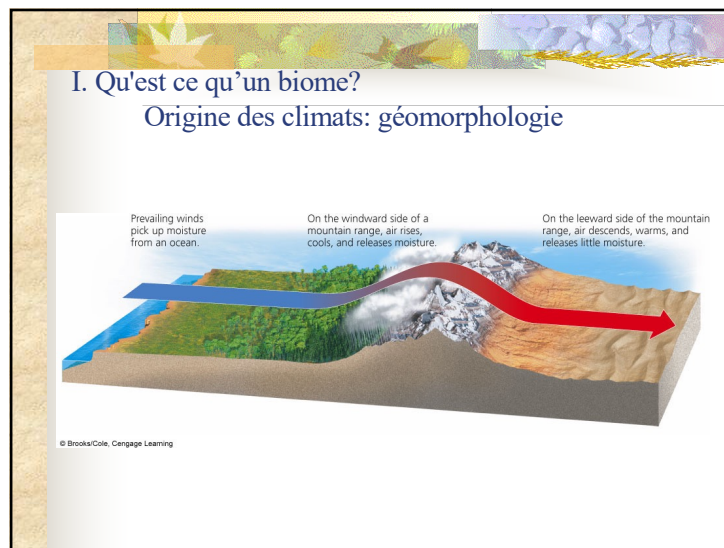
8



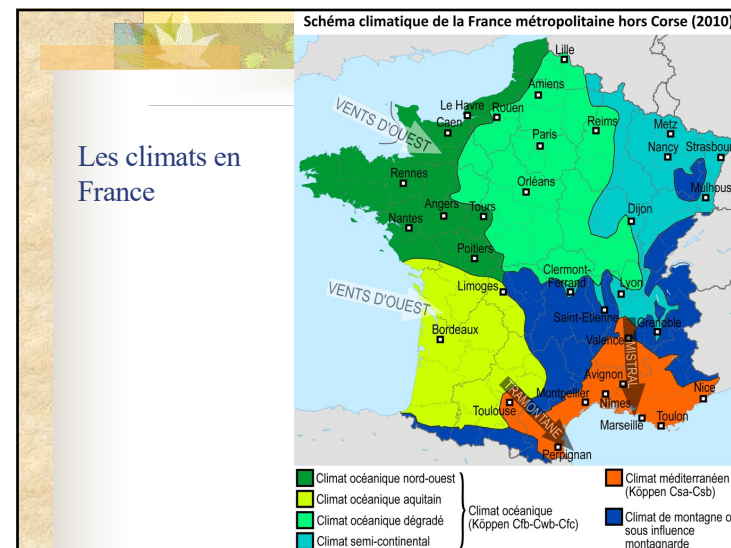
9



10



11



12



## I. Quelques exemples de biomes

**Déserts:** Un désert est une zone où de très faibles précipitations se produisent à de rares occasions, et où par conséquent les conditions de vie sont favorables seulement pour une catégorie d'organismes adaptés.

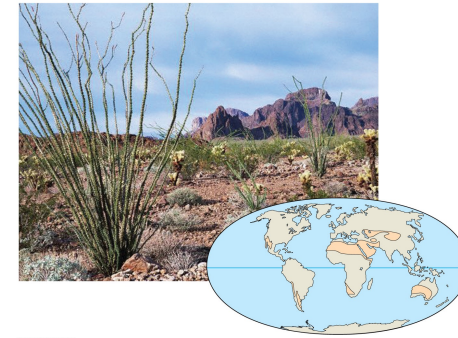


A une même contrainte les organismes peuvent répondre de façon convergente, par exemple les cactées et les euphorbes sont des lignées évolutives très différentes.

13

## I. Quelques exemples de biomes

**Déserts:** Le désert est caractérisé par une contrainte climatique et peut se retrouver à plusieurs latitudes.



14

## I. Quelques exemples de biomes

**Forêts tropicales humides:** Les forêts décidues humides tropicales et subtropicales constituent un biome des zones intertropicales caractérisé par une formation végétale arborée haute et dense ainsi qu'un climat chaud et très humide.

C'est la forêt la plus riche en diversité spécifique, tant pour les arbres que pour la flore ou la faune en général (jusqu'à plusieurs centaines d'espèces d'arbres par hectare, contre une dizaine au maximum en milieu tempéré).



15

## I. La niche écologique

- Niche écologique : position occupée par une espèce dans un écosystème
  - paramètres physico-chimiques de l'environnement (température, humidité, composition chimique du sol, etc..)
  - paramètres biologiques, comme les espèces avoisinantes.



16

## I. La niche écologique

- L'habitat ne suffit pas à déterminer la niche écologique d'une espèce
- La niche écologique correspond à l'**adresse** et à la **profession** d'une espèce.

Son adresse (Son habitat)	Lieux où elle vit, à quelle profondeur dans l'eau, à quelle hauteur dans les arbres, dans quels arbres, à quel moment de la journée, à quel moment de l'année ...
Sa profession (Ce qu'elle fait)	Que mange-t-elle, par qui est-elle mangée, quelles sont les conditions nécessaires à sa reproduction, avec qui entre-t-elle en compétition, avec quels partenaires fonde-t-elle des associations, quels parasites doit-elle supporter ...

17

## La niche écologique : exemple

- La fauvette à poitrine baie :
  - L'intervalle de température toléré
  - La taille des arbres
  - Hauteur du nid
  - Moment de la journée où elle s'active
  - Le type d'insecte qu'elle mange
  - Ses parasites
  - Ses prédateurs

18

## II. Les interactions dans une communauté

Types d'interaction	Signes	Effets de l'interaction
Compétition	- / -	Les deux espèces souffrent de l'interaction
Prédation	+ / -	Une espèce bénéficie de l'interaction, l'autre en souffre
Mutualisme	+ / +	Les deux espèces bénéficient de l'interaction
Commensalisme	+ / 0	Une espèce bénéficie, l'autre n'est pas affectée
Amensalisme	0 / -	Impact négatif sur une espèce, l'autre n'est pas affectée

Auxquels on peut ajouter le neutralisme.

19

## A) Compétition : - / -

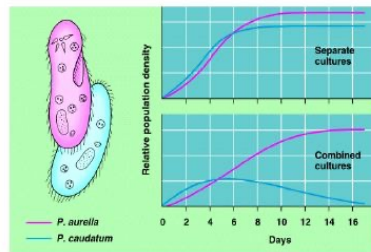
- Il y a compétition quand deux espèces ont besoin d'une ressource en quantité limitée, de sorte que la disponibilité de la ressource pour une espèce diminue quand la deuxième espèce est présente.
- L'intensité de la compétition augmente quand les deux espèces ont des niches écologiques similaires.

20

## 2) Le principe de l'exclusion compétitive

Que se passe-t-il quand deux espèces présentent un recouvrement important de niche?

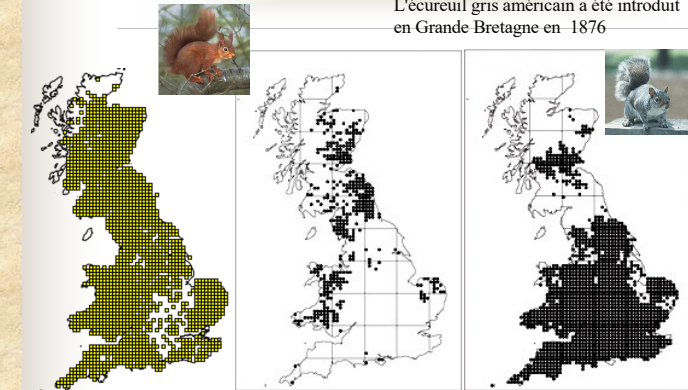
Figure 36.2A Competition in laboratory populations of *Paramecium*



*Paramecium aurelia* se nourrit plus efficacement que *paramecium caudatum* et l'élimine.

21

L'écureuil gris américain a été introduit en Grande Bretagne en 1876



Distribution avant 1876

Distribution des deux espèces en 1997

Écureuil roux *Sciurus vulgaris*

Écureuil gris *Sciurus carolinensis*

22

## B) La prédation au sens large (+/-)

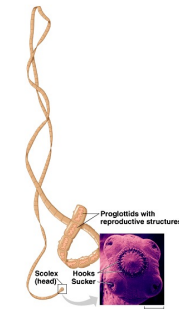
- **Prédation** : sens strict, un animal tue et mange une proie
- Parasitisme
- Herbivorie
- Parasitoïdes
- Pathogènes



23

## La prédation au sens large

- Prédation
- **Parasitisme** : Le parasitisme est une relation dans laquelle le parasite tire profit de l'hôte, en vivant soit à l'intérieur de l'hôte (endoparasite), soit à l'extérieur de l'hôte (ectoparasite)
- Herbivorie
- Parasitoïdes
- Pathogènes



Moustiques : ectoparasites

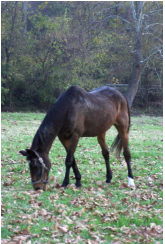

Ver solitaire : endoparasite

24



### La prédation au sens large


- Prédation
- Parasitisme
- **Herbivorie** : un animal consomme une plante
  - Peut ressembler à de la prédation : la plante entière est consommée
  - Ou à du parasitisme : une partie de la plante est consommée
- Parasitoïdes
- Pathogènes

25

### La prédation au sens large

- Prédation
- Parasitisme
- Herbivorie
- **Parasitoïdes** : Organisme qui se développe aux dépens d'un hôte dont il entraîne la mort
- Pathogènes



26

### La prédation au sens large

- Prédation
- Parasitisme
- Herbivorie
- Parasitoïdes :
- **Pathogènes** : organismes microscopiques qui provoquent des maladies



*Fusarium culmorum*-*graminacearum*  
(ear blight)



*Soil borne cereal mosaic virus* (SBCMV) (*Polymyxa*)



*Mycosphaerella graminicola*  
(STR, leaf blotch)



*Oculimaculata yallundae*  
(eyespot)

Pathogènes du blé

27

### a) Adaptations des prédateurs



Tortue alligator



Guépards



28

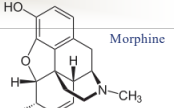
b) Défenses des Végétaux

<p>Défenses chimiques</p>  <p>Morphine (Pavot) Nicotine (Tabac) Mescaline (Cactus Peyotl)</p>	<p>Défenses mécaniques</p>  <p>Épines Crochets Piquants</p>
--	--

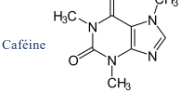
29

Les alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des molécules organiques hétérocycliques azotées ayant souvent des actions pharmacologiques très puissantes (morphine, caféine, strychnine).




Morphine



Caféine

Un certain nombre de fruits possèdent une enveloppe charnue comestible mais des graines toxiques. Ainsi la plante s'assure une dispersion efficace car ses fruits sont mangés et les graines dispersées intactes. En effet, si un prédateur digère les graines, il s'intoxique.



Le guarana (*Paullinia cupana*)

30

c) Défenses des Animaux

<p>Défenses chimiques</p>  <p>Substance odorante Acide</p>	<p>Défenses mécaniques</p>  <p>Carapace Piquants Dards</p>
---	---

31

c) Défenses des Animaux

Défenses chimiques





32



### C) Mutualisme (+ / +)

- Mutualisme : Interaction bénéfique au deux partenaires



Corail : cnidaire + zooxanthelle

Mycorhize : champignon + racines

Fourmis et accacias

33

### D) Commensalisme (+ / 0)

- Commensalisme : relation bénéfique pour un partenaire et neutre pour l'autre



Le poisson-clown du Pacifique (*Amphiprion percula*)

Lierre grimpant (*Hedera helix* L.)


Le Buffle d'Afrique (*Syncerus caffer*)  
Héron pique-bœufs (*Bubulcus ibis*)

34

### Piquebœuf à bec rouge (*Buphagus erythrorhynchus*)

- Les pique-bœufs ont permis aux rhinocéros d'échapper la détection des humains s'approchant vers eux dans dans 40 à 50 % des rencontres.
- L'appel d'alarme par les pique-bœufs a considérablement amélioré le taux et la distance à laquelle les rhinocéros ont détecté l'approche humaine de 23 % à 100 % et de  $27 \pm 6$  m à  $61 \pm 4$  m, respectivement. Chaque pique-bœuf supplémentaire a amélioré la distance de détection de 9 m.
- Les rhinocéros alertés par les cris d'alarme des pique-bœufs ne se sont jamais réorientés dans la direction des humaines mais se sont déplacés pour faire face au vent arrière. Ainsi, les cris des pique-bœufs ne communiquent que la proximité de la menace, pas la direction, et les rhinocéros supposent que le chasseur traque sous le vent.

Piquebœufs sur les rhinocéros



Plotz, R.D., Linklater, W.L., 2020. Oxpeckers help rhinos evade humans. *Current Biology* 30, 1965-1969 e1962.

35

### E) Amensalisme (0 / -)

- Amensalisme : relation négative pour un partenaire et neutre pour l'autre
  - Le piétinement de l'oyat par les touristes sur les dunes de Bretagne est un exemple d'amensalisme. Il induit un coût important pour l'oyat qui disparaît car il ne résiste pas au piétinement, alors qu'il n'implique ni coût, ni bénéfice pour l'humain qui piétine. Cette interaction a des implications importantes car elle induit un remplacement d'espèce. En effet, l'oyat est remplacé par le Chiendent pied de poule qui résiste mieux au piétinement, mais qui n'est pas compétitif si l'oyat est présent.



*Ammophila arenaria*

*Cynodon dactylon*

36

## II. Relations à plus de deux partenaires

- Les **producteurs** (les végétaux chlorophylliens)
- Les **consommateurs** (les animaux)
  - les herbivores = **consommateurs primaires**
  - les carnivores primaires qui se nourrissent des herbivores = **consommateurs secondaires**
  - les carnivores secondaires qui se nourrissent des carnivores primaires = **consommateurs tertiaires**
- Les **décomposeurs** (animaux détritiques, bactéries et champignons)

37

## La chaîne alimentaire

- Chaque maillon de la chaîne alimentaire est appelé un **niveau trophique**
- Les producteurs constituent le premier niveau trophique
- Les herbivores le second, etc...

38

## La chaîne alimentaire

- A chaque niveau trophique, seule 10 % de l'énergie disponible est transférée
- En général, dans une communauté, le nombre et la biomasse des espèces diminuent quand le niveau trophique augmente
  - Ex : Les carnivores sont moins nombreux que les herbivores
- Une communauté comprend rarement plus de 4 à 5 niveaux trophiques

39

## Le réseau trophique

- La plupart des espèces appartiennent à plusieurs chaînes alimentaires
- L'ensemble de ces chaînes alimentaires forme le réseau trophique
- Certaines espèces peuvent se trouver à plusieurs niveaux trophiques

Réseau trophique dans un écosystème forestier français

40

### Le réseau trophique

- La plupart des espèces appartiennent à plusieurs chaînes alimentaires
- L'ensemble de ces chaînes alimentaires forme le réseau trophique
- Certaines espèces peuvent se trouver à plusieurs niveaux trophiques
- Représenter l'ensemble d'un réseau trophique est souvent impossible.

Réseau trophique simplifié dans l'Atlantique-Nord

41

### Connaissance de la biodiversité dans un écosystème

- L'investigation de l'ensemble de la biodiversité à l'échelle d'un écosystème semblait il y a peu de temps encore complètement hors d'atteinte.
- Grâce au développement de l'ADN environnemental (eDNA), cela est maintenant possible:
- Ficetola GF, Taberlet P (2023) Towards exhaustive community ecology via DNA metabarcoding. *Molecular Ecology* doi 10.1111/mec.16881
- La question qui se pose alors... et on fait quoi de toute cette information !

42

### III. Structure des communautés

#### 1) Énergie solaire et production primaire

Grande surface, abondance, énergie, abaisse, température

Petite surface, abondance, énergie, concentration, température élevée

Angle d'incidence faible

Angle d'incidence important

Faibles latitudes

Faibles latitudes

Richness

Nombre d'espèces de mammifères en Amérique

$CO_2 + H_2O \xrightarrow{\text{Chlorophylle}} C_6H_{12}O_6 + O_2$

43

### III. Structure des communautés

#### 1) Distribution de la biodiversité en milieu marin

Latitudinal density 65 000 espèces

Number of species

Latitude [°]

Latitude [°]

— All species  
— Pteropods  
— Small odon  
— Large odon  
— Mystecites

Chaudhary C., Saedi H. and Costello M.J. (2016) Bimodality of latitudinal gradients in marine species richness. *Trends Ecol Evol*, 31(9), 670-676.


44



### III. Structure des communautés

#### 3) Evolution dans le temps des communautés

- On a longtemps pensé que les communautés étaient en général à l'équilibre
- Le climax désigne l'état final d'une succession écologique ; l'état le plus stable dans les conditions abiotiques existantes.
- Lorsque cet état est atteint, l'énergie et les ressources ne servent théoriquement qu'à maintenir cet état.
- Lorsqu'un biome atteint son développement climacique, on fait référence à la végétation en parlant de « végétation climacique ».



45

- On considère maintenant que les communautés changent constamment en réponse à des perturbations de petite ou grande échelle
  - Tempête
  - Incendie
  - Inondation
  - Perturbations humaines (pollution, déforestation, etc.), etc...



46

Perturbation à petite échelle : chute d'un arbre créant une clairière dans une forêt


Lumière, humidité, disponibilité en nutriments vont créer un milieu différent



47

### Mont Saint Helens

Perturbation à grande échelle : éruption volcanique



48

## La succession écologique

- La succession écologique : changement au cours du temps dans la structure d'une communauté après une perturbation
  - Succession primaire : débute dans un territoire stérile
    - Exemple : colonisation après la fonte d'un glacier



Le glacier se retire, les bactéries autotrophes sont les premiers colonisateurs



Les mousses et les lichens sont les premiers autotrophes macroscopiques; le sol se forme progressivement



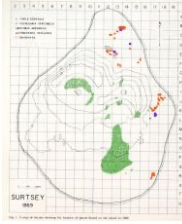


Les espèces pionnières colonisent ensuite

49

## Succession primaire : l'île de Surtsey


- Entre 1964 et 1965, une éruption volcanique au large de l'Islande crée l'île de Surtsey.

Figure 14

1969                      1970                      1976

En vert, les mousses,  
En rouge, *Honckenya peploides*  
En jaune, d'autres espèces de plantes



*H. peploides*

50

## Succession primaire : l'île de Surtsey




1964-1965





1997

51

## La succession écologique

- Succession secondaire : débute après une perturbation d'un écosystème déjà établi

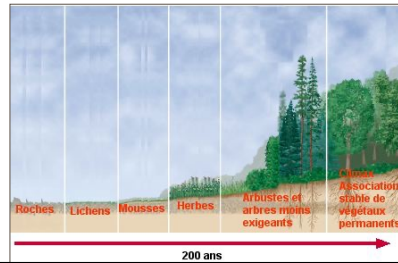



Parc du Yellowstone, USA : après l'incendie de 1988 et en 1989

52

## Succession écologique

- Arrivées des espèces pionnières (grand pouvoir de reproduction et de dissémination).
- La présence de ces espèces modifie le milieu et le rend apte à l'établissement d'autres espèces.
- Remplacement graduel d'espèces.
- Le climax est le résultat de la succession écologique quand il n'y a aucune perturbation: c'est un état théorique



53