

Écologie fondamentale : concepts et méthodes (HAV316B)

Arnaud GRÉGOIRE
et Christophe PETIT

Cours 7



Écologie fondamentale : concepts et méthodes (HAV316B)

Introduction (C. Petit)

1ère partie. La biodiversité : un concept-clé (C. Petit)

2ème partie. La biodiversité : un paramètre hétérogène et dynamique (A. Grégoire & C. Petit)

A. Variations géographiques de la biodiversité

1. Relations aire-espèces
2. Gradients géographiques de biodiversité

B. Facteurs expliquant la répartition de la biodiversité actuelle et sa dynamique

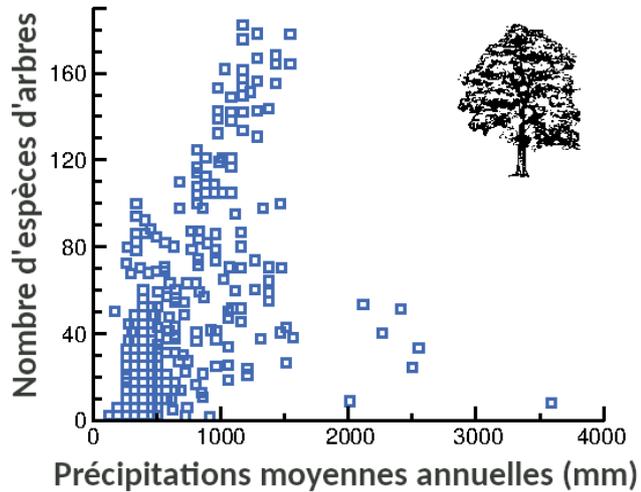
1. Les facteurs climatiques
2. Les perturbations
- 3. La richesse et la disponibilité des ressources**
4. Les autres individus
5. Les facteurs historiques

Principes :

- 1) Tout organisme a besoin d'**énergie** et de **nutriments** pour fabriquer sa propre matière vivante, survivre et se reproduire
- 2) Sa survie dépend de ses limites de **tolérance** mais aussi de la **disponibilité des ressources**



Richesse spécifique et abondance des ressources



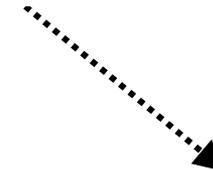
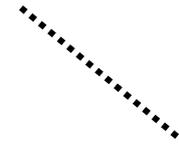
Relation entre niveau de précipitations et la diversité d'espèces d'arbres à la frontière USA - Mexique. D'après Townsend et al 2008.

Précipitations

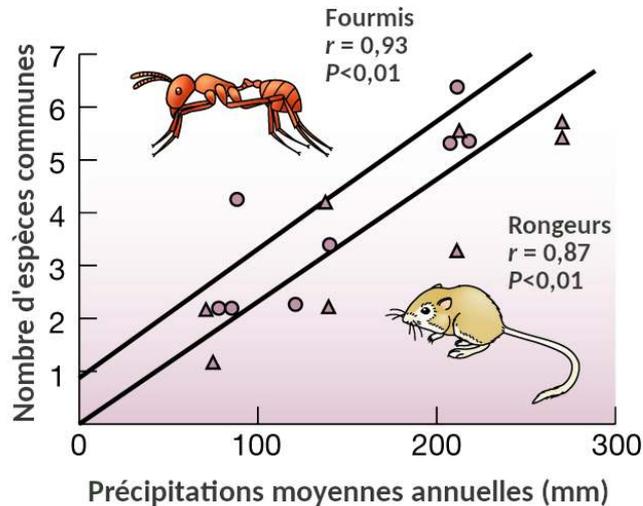


Nb. d'espèces d'arbres

végétation



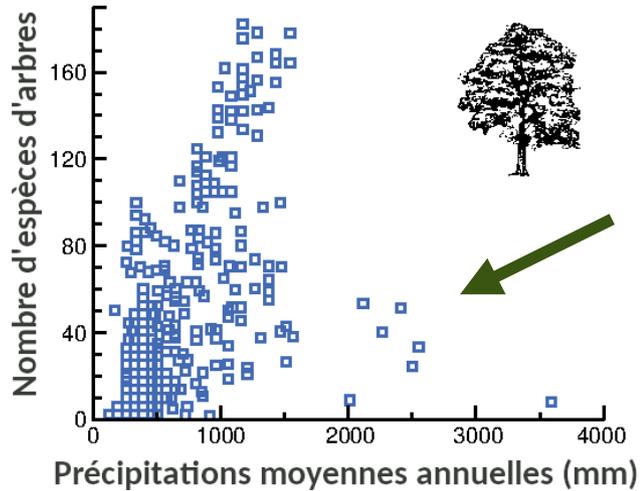
Nb. d'espèces associées



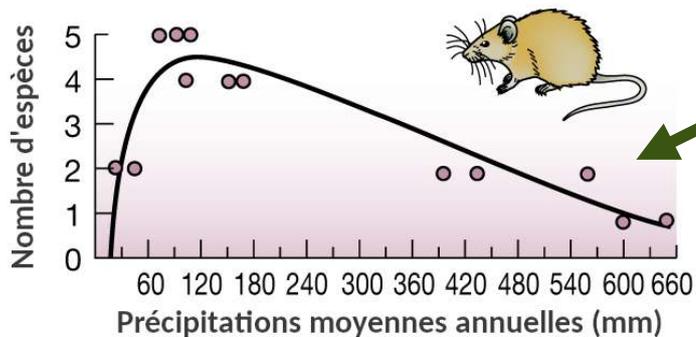
Relation entre niveau de précipitations et nombre d'espèces de fourmis et de rongeurs consommateurs de graines, dans les déserts du Sud-Ouest des États-Unis.

D'après Townsend et al 2008.

Richesse spécifique et abondance des ressources



Relation entre niveau de précipitations et la diversité d'espèces d'arbres à la frontière USA - Mexique. D'après Townsend et al 2008.

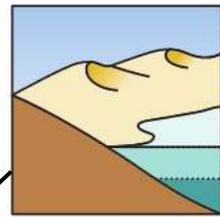


Relation entre niveau de précipitations et nombre d'espèces de rongeurs en milieu désertique en Israël.

D'après Townsend et al 2008.

Variabilité spatiale des ressources

Les différentes zones de l'environnement marin
In Ricklefs 2006



Marée haute

Marée basse

Présence d'une espèce dépend, au moins en partie, de sa tolérance à des fluctuations des facteurs environnementaux

Plateau continental

zone intertidale

zone néritique

zone benthique

zone photique

zone aphotique

Variabilité des ressources, contraintes

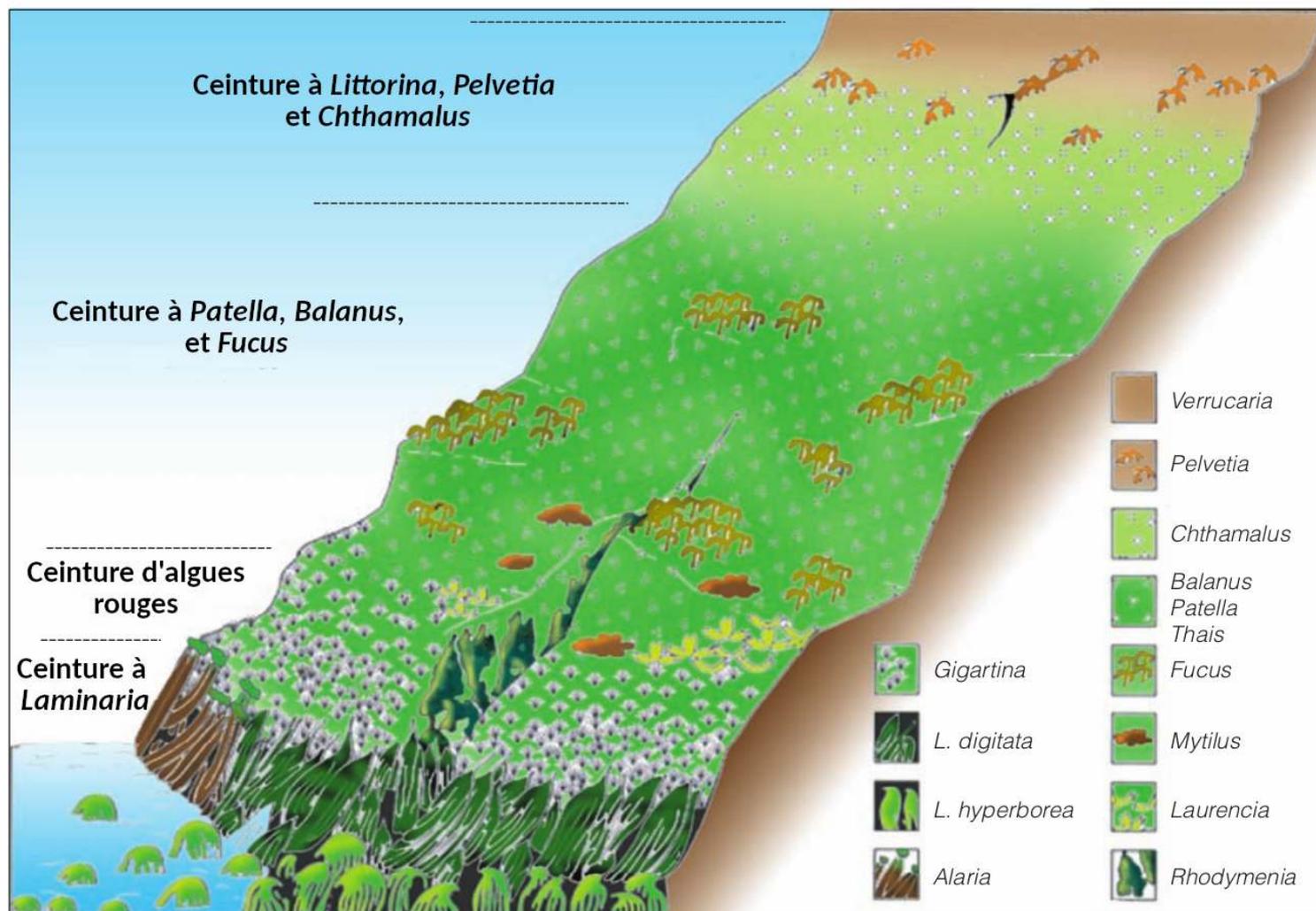
Riche en ressources minérales

Contraintes : lumière, pression

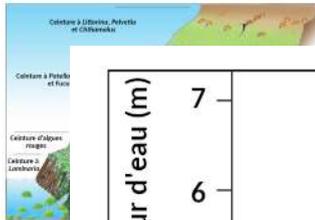
3.1. La disponibilité et la qualité de la lumière

Répartition de différentes espèces d'algues et invertébrés sur le plateau continental, sur les côtes rocheuses d'Irlande et d'Écosse.

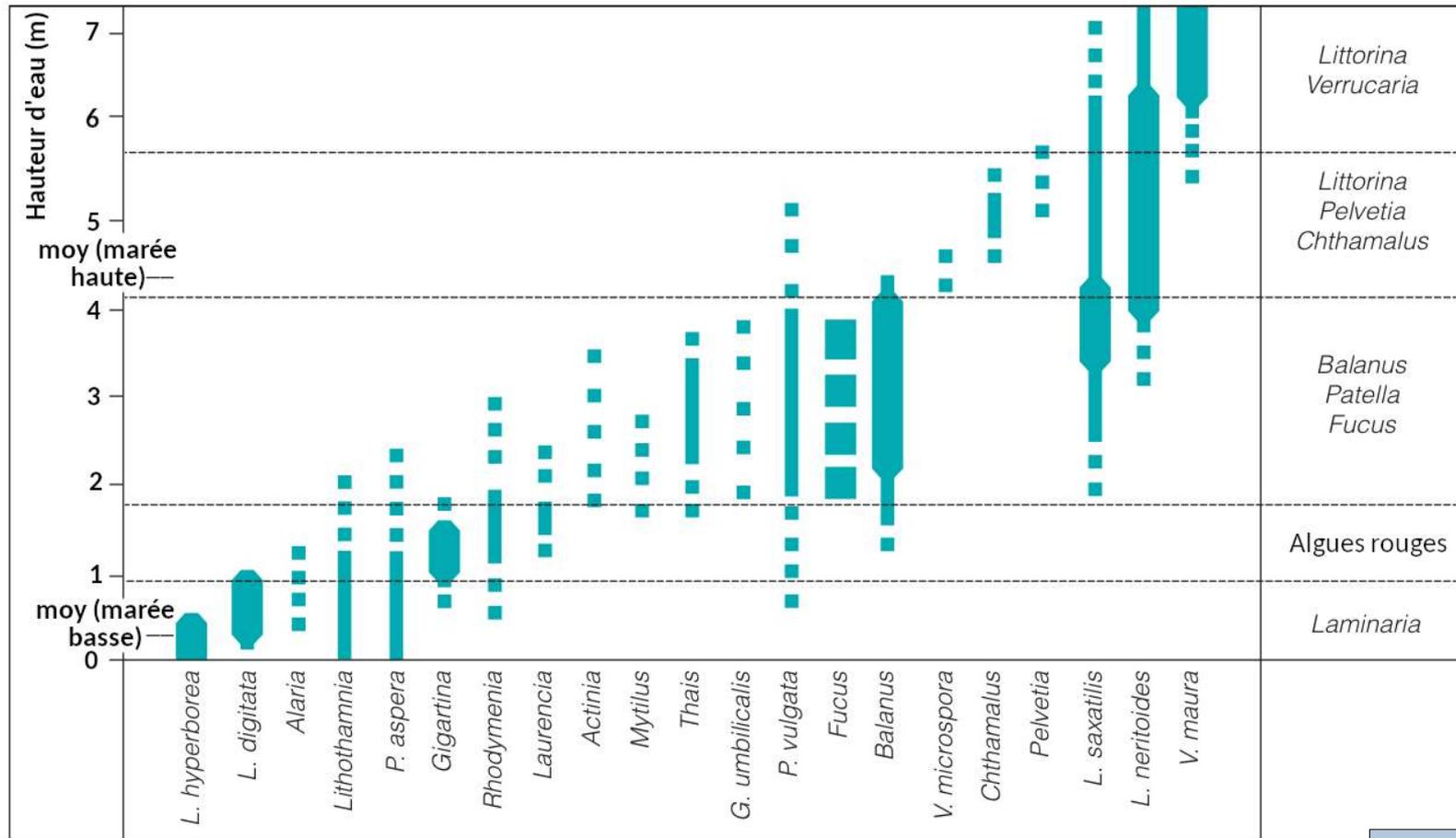
D'après Lewis 1964,
in Krebs 2014



Zone intertidale et biodiversité



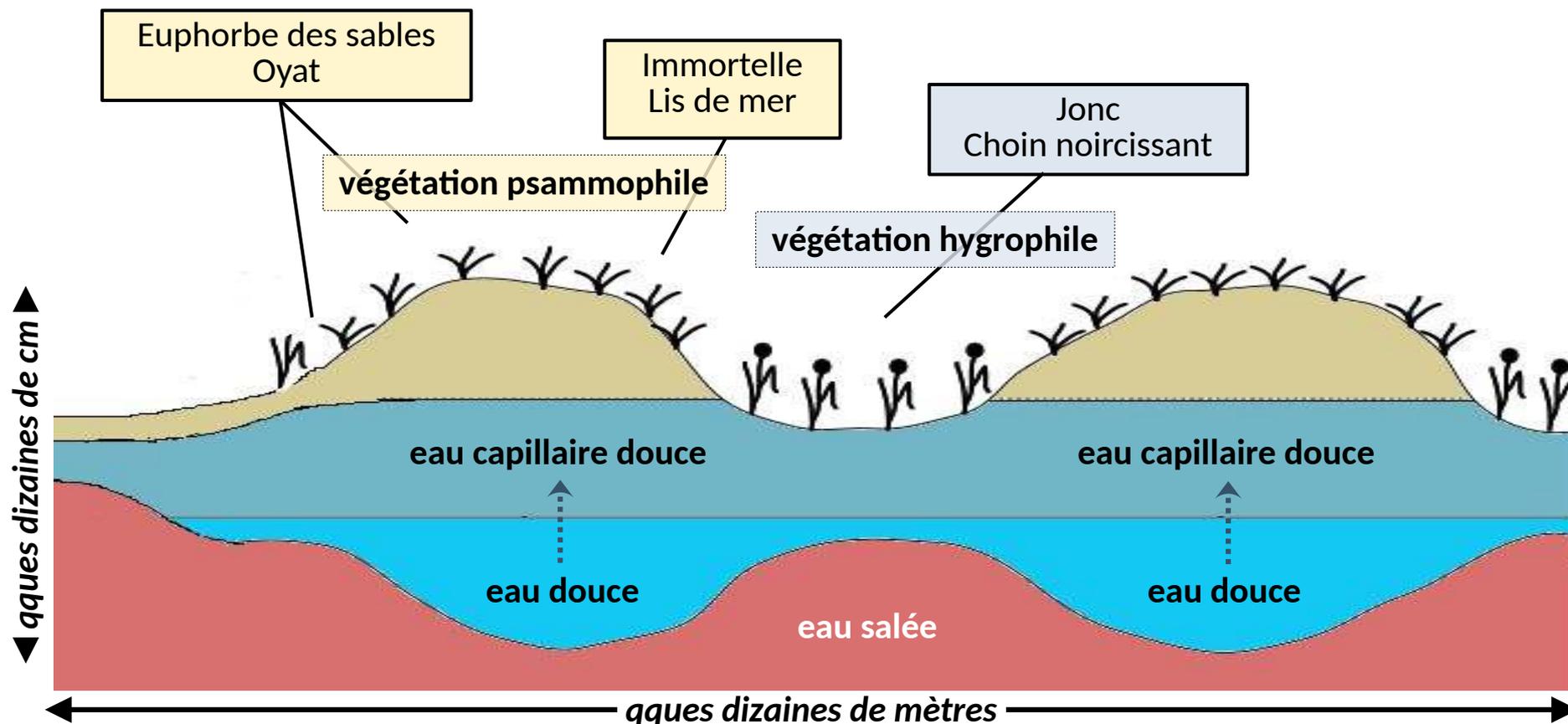
Quantité de lumière



Temps d'immersion

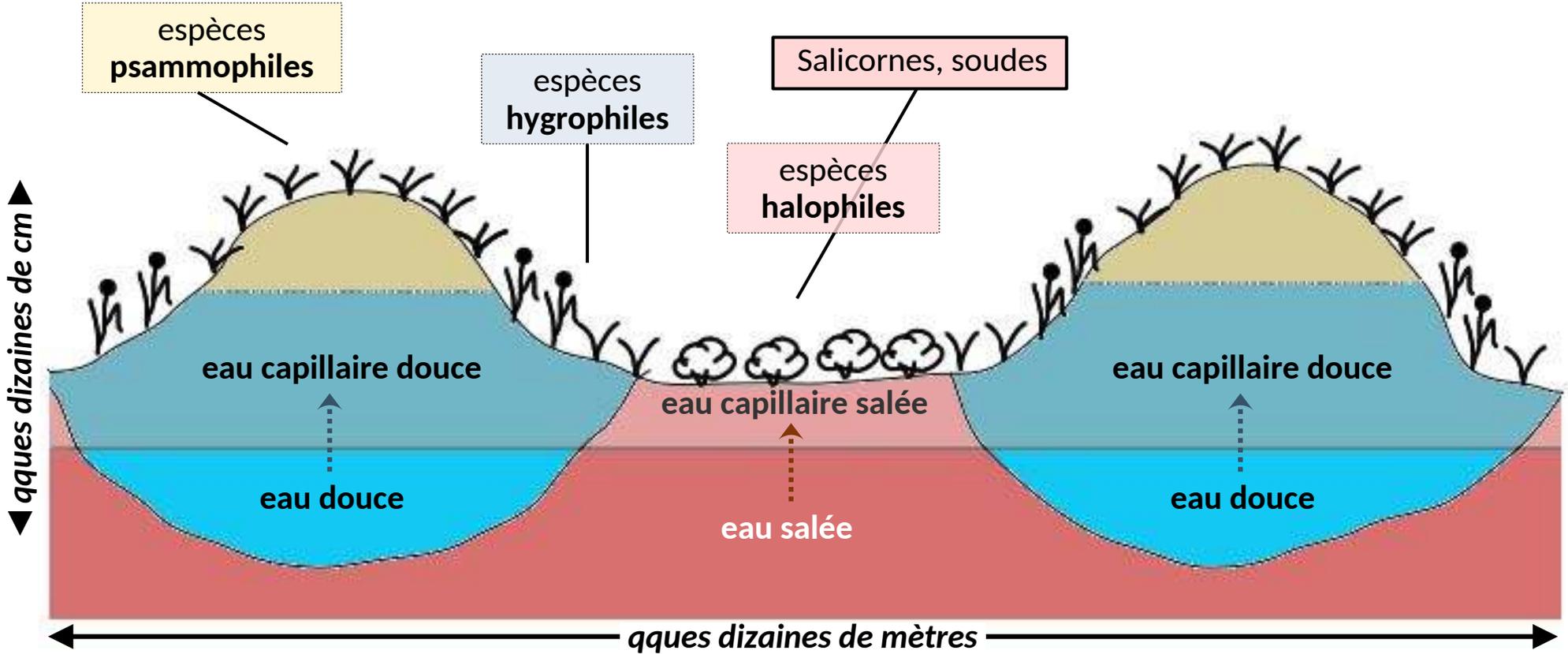
3.2. La disponibilité et la qualité de l'eau

Les dunes du littoral languedocien



Variation **spatiale** de la disponibilité en eau douce et salée, et répartition de la végétation dans les dunes du littoral languedocien

Les dunes du littoral languedocien



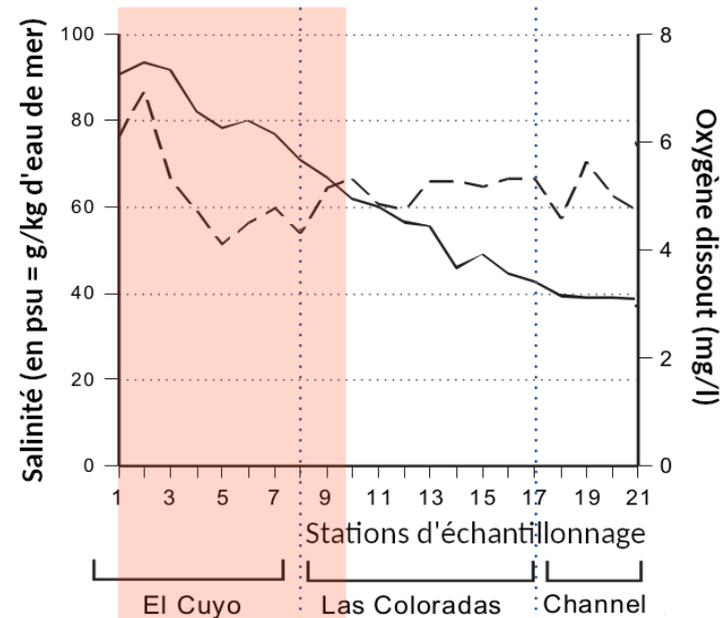
Variation spatiale de la disponibilité en eau douce et salée, et répartition de la végétation dans les dunes du littoral languedocien

Salinité, oxygène dissous et biodiversité en milieu hyper-salé

Salinité et taux d'oxygène dissout dans un lagon du Yucatan (Mexique).

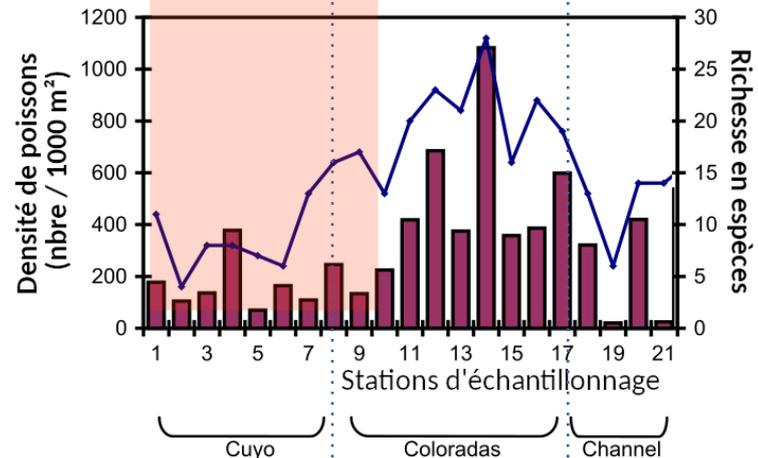


— Salinité
- - - Oxygène



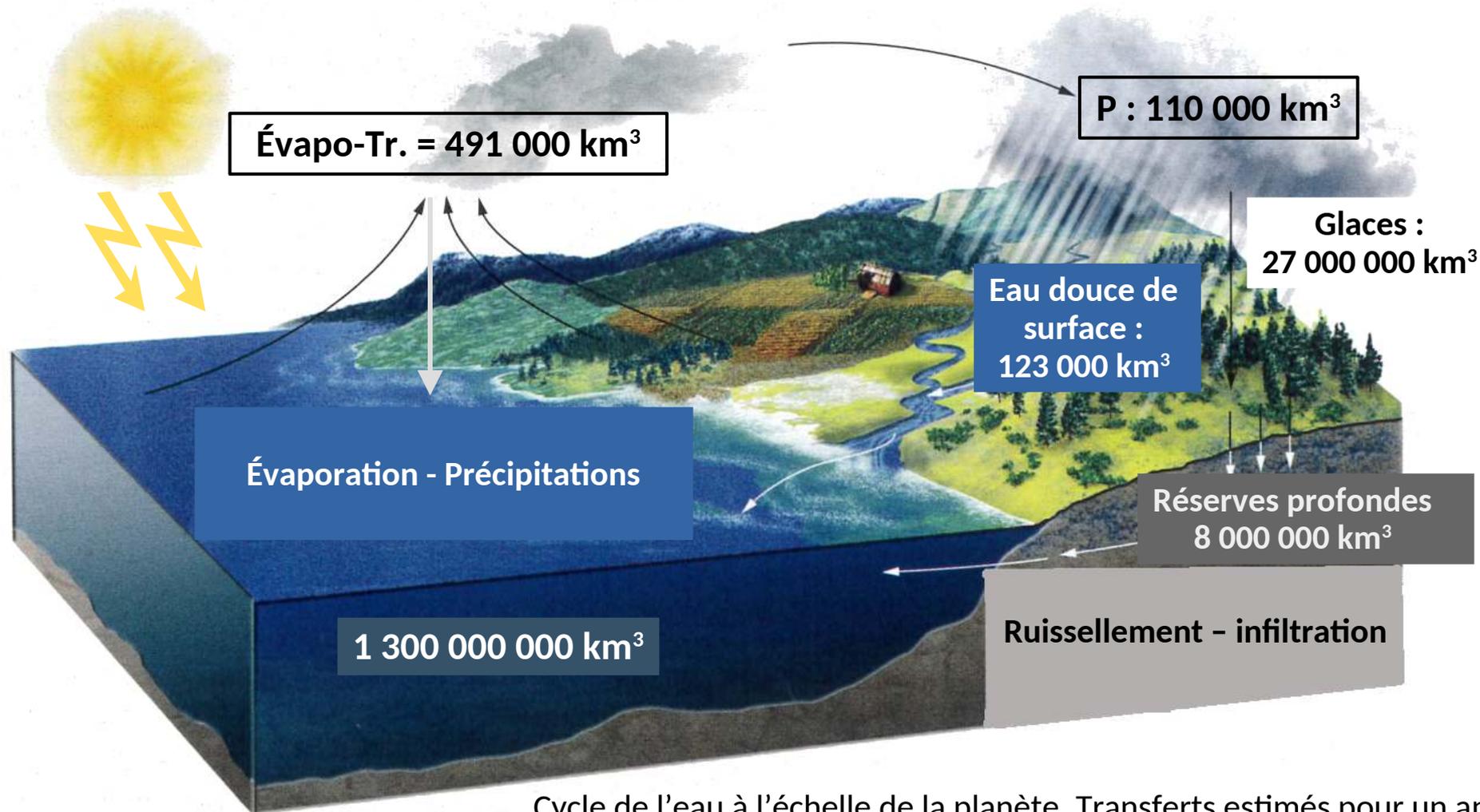
— Densité
■ Richesse spécifique

Densité et richesse en espèces de poissons dans un lagon du Yucatan (Mexique).



D'après Vega-Cendejas & Hernández de Santillana (2004)

Le cycle biogéochimique de l'eau



Cycle de l'eau à l'échelle de la planète. Transferts estimés pour un an.

D'après Ricklefs & Relyea 2019. Valeurs : Nace & Leopold 1964 (In Faurie et al. 2003, Écologie).

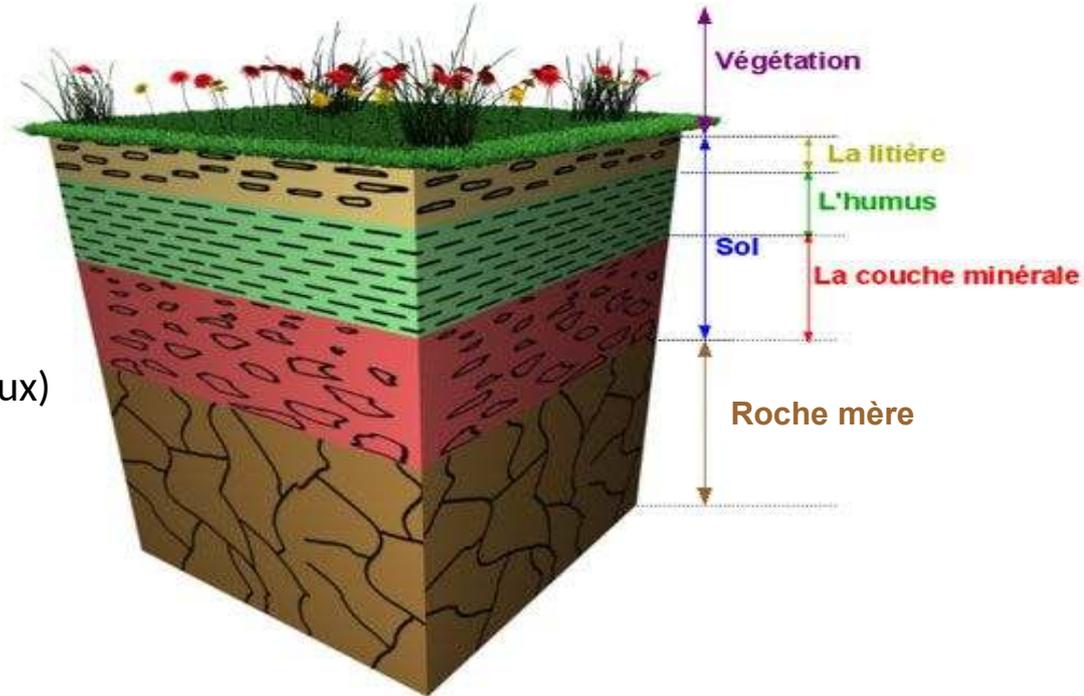
3.3. Les ressources minérales du sol

Sol = partie des formations meubles de l'écorce terrestre qui subit et/ou a subi les actions des êtres vivants et du climat.

- **Fraction organique** :

- Êtres vivants (bactéries, champignons et animaux)
- Matière organique en décomposition

- **Fraction minérale** : éléments minéraux, eau et gaz.



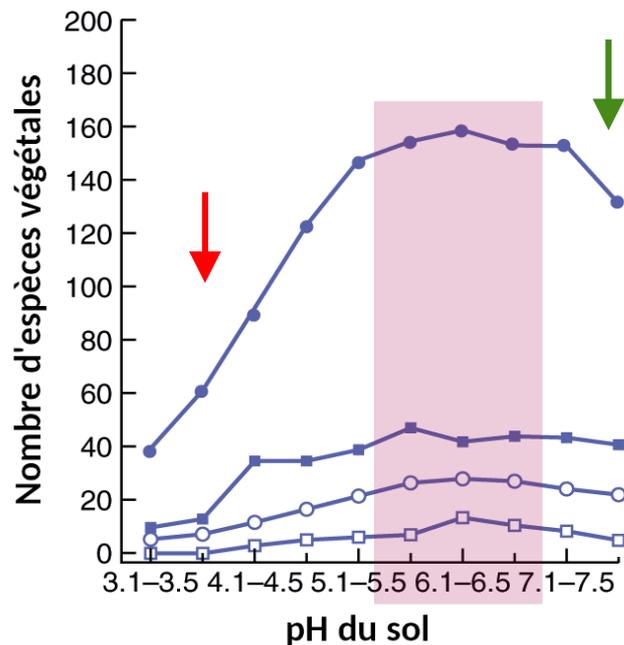
Nature et composition du sol variable selon:

La **roche-mère** (roches calcaires – roches siliceuses / acides)

Le **climat** (abondance de l'eau dans le sol, gel, etc.)

→ facteurs édaphiques

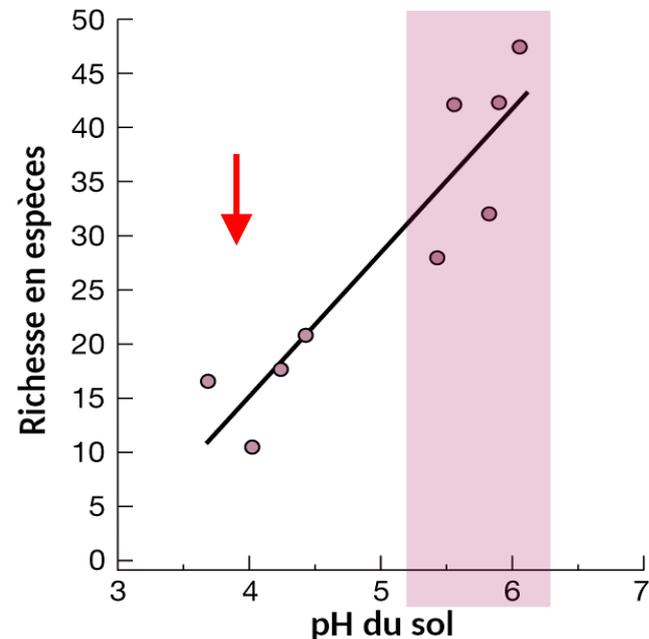
Sol et biodiversité



Relation entre diversité spécifique végétale et pH du sol (prairies du Nord de l'Angleterre).

D'après Grime 1973, *in* Townsend et al 2000

- ↓
- Carences en P, Mg et Ca (saturation H^+)
 - Taux toxiques de Al, Mn et métaux lourds (solubilité accrue)

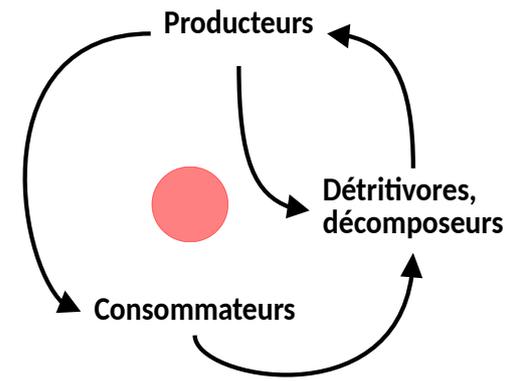
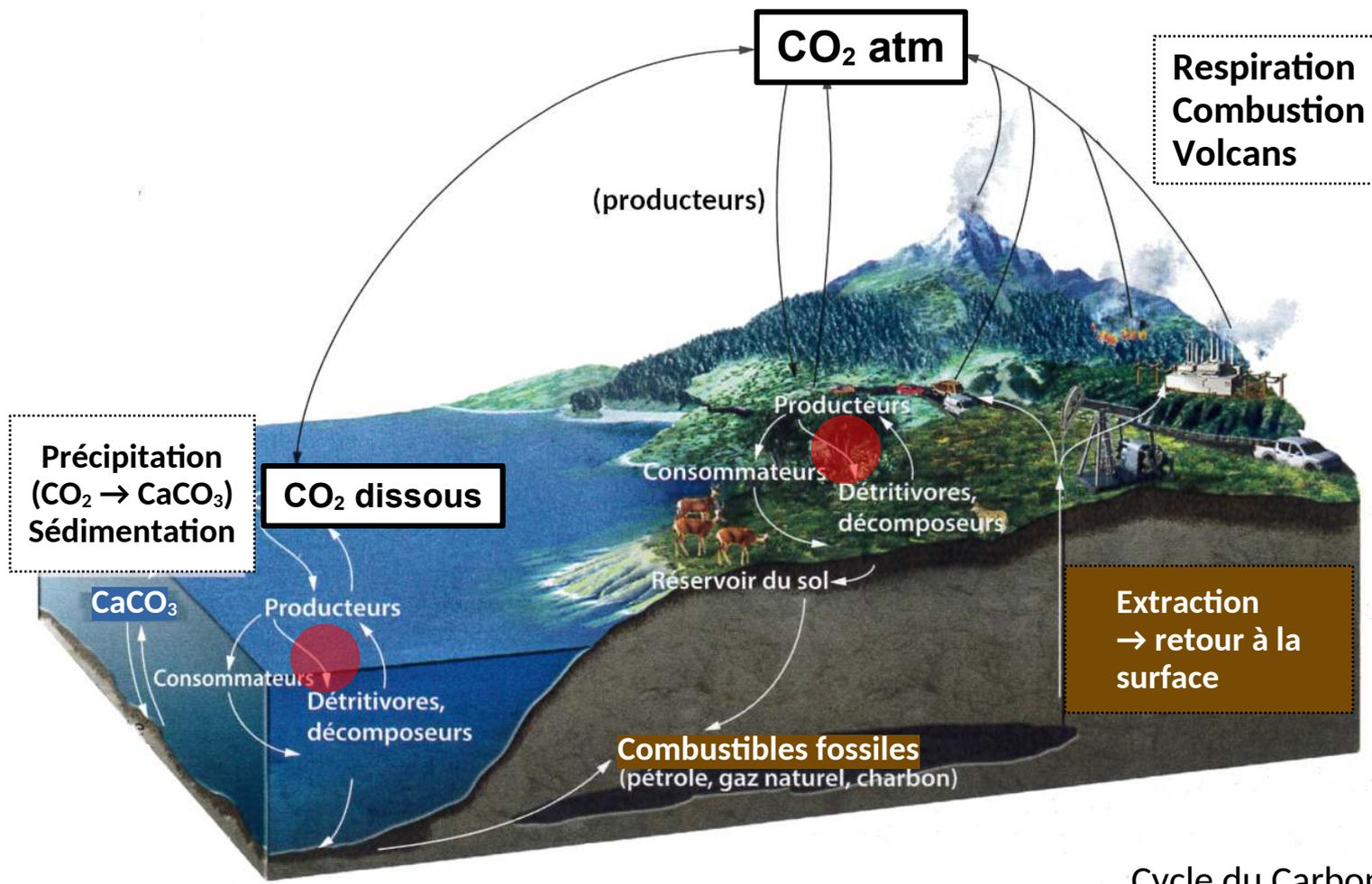


Nombre d'espèces végétales de la toundra arctique en fonction du pH du sol.

D'après Gough et al 2000, *in* Townsend et al 2008

- ↓
- Carences en Fe (saturation Ca^{2+})

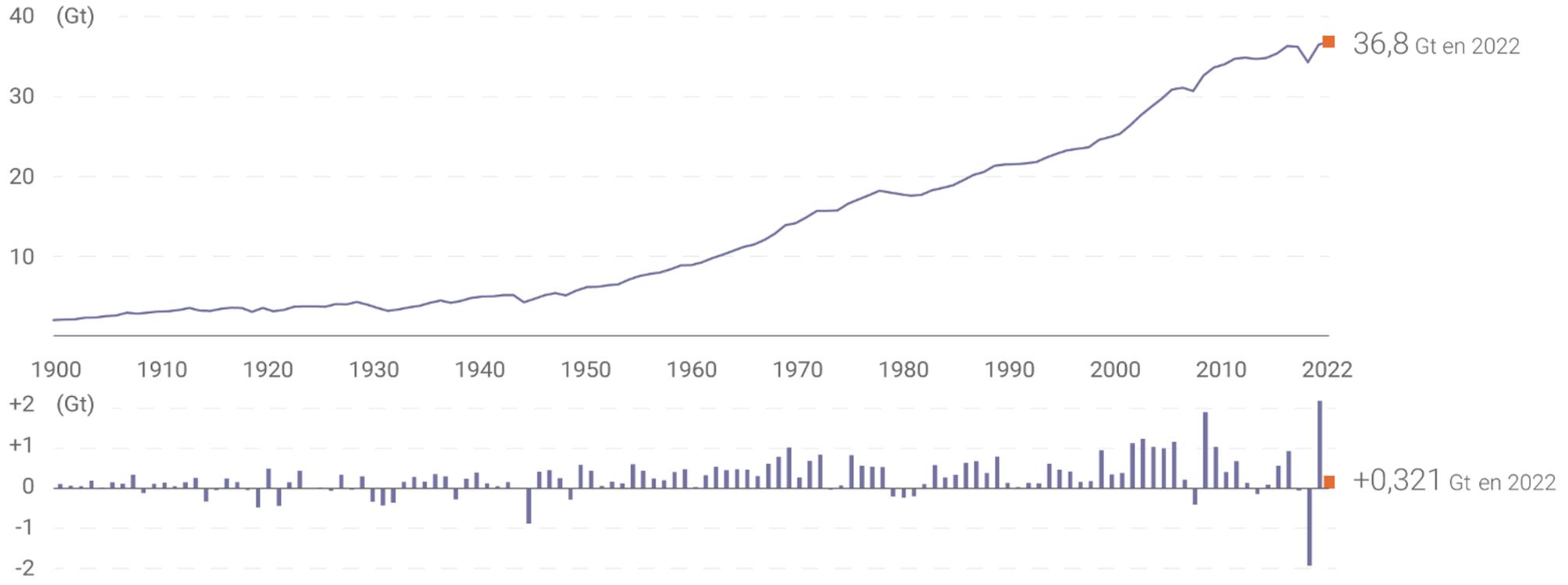
Le cycle biogéochimique du Carbone (C)



Cycle du Carbone à l'échelle de la planète.

D'après Ricklefs & Relyea 2019

Le cycle biogéochimique du Carbone (C)

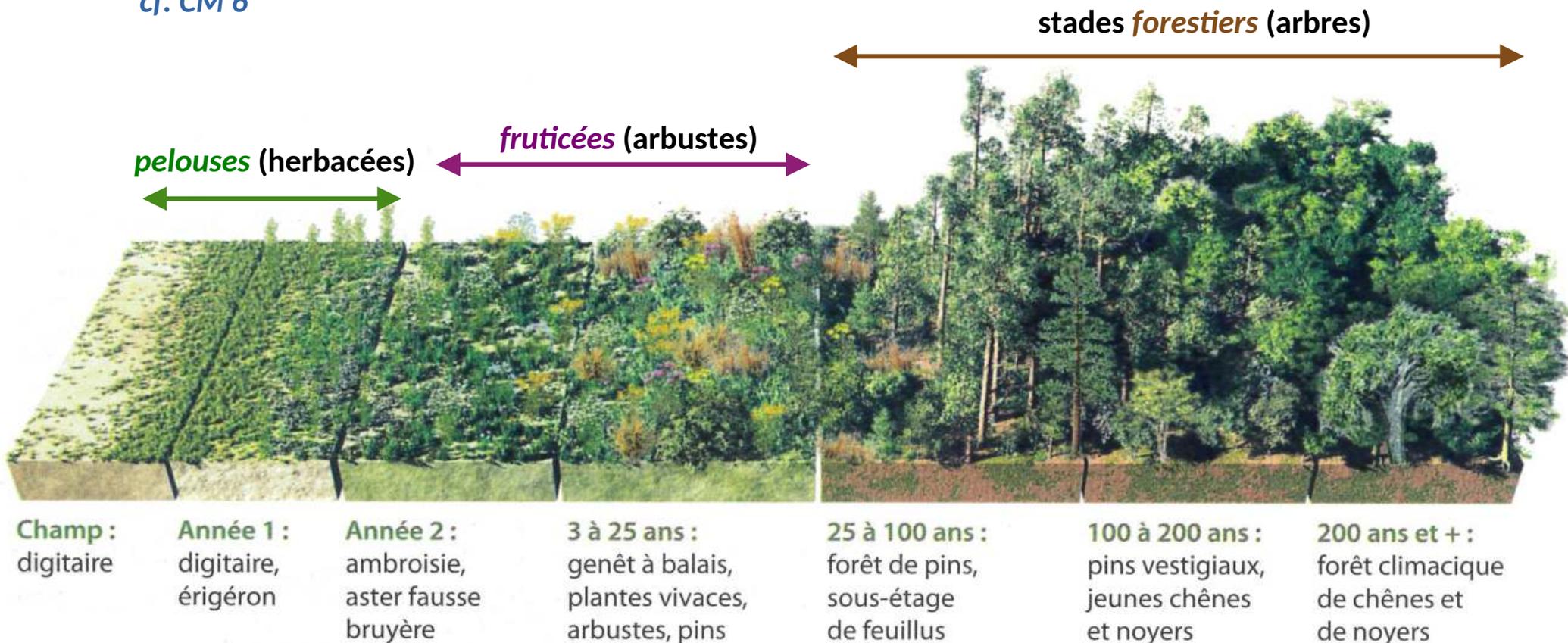


Connaissance des Énergies | Source : *Global Energy Review: CO2 Emissions in 2022*, AIE, mars 2023.

Émissions de CO₂ à l'échelle planétaire.
 Source : <https://www.connaissancedesenergies.org>

2.4. Les ressources organiques

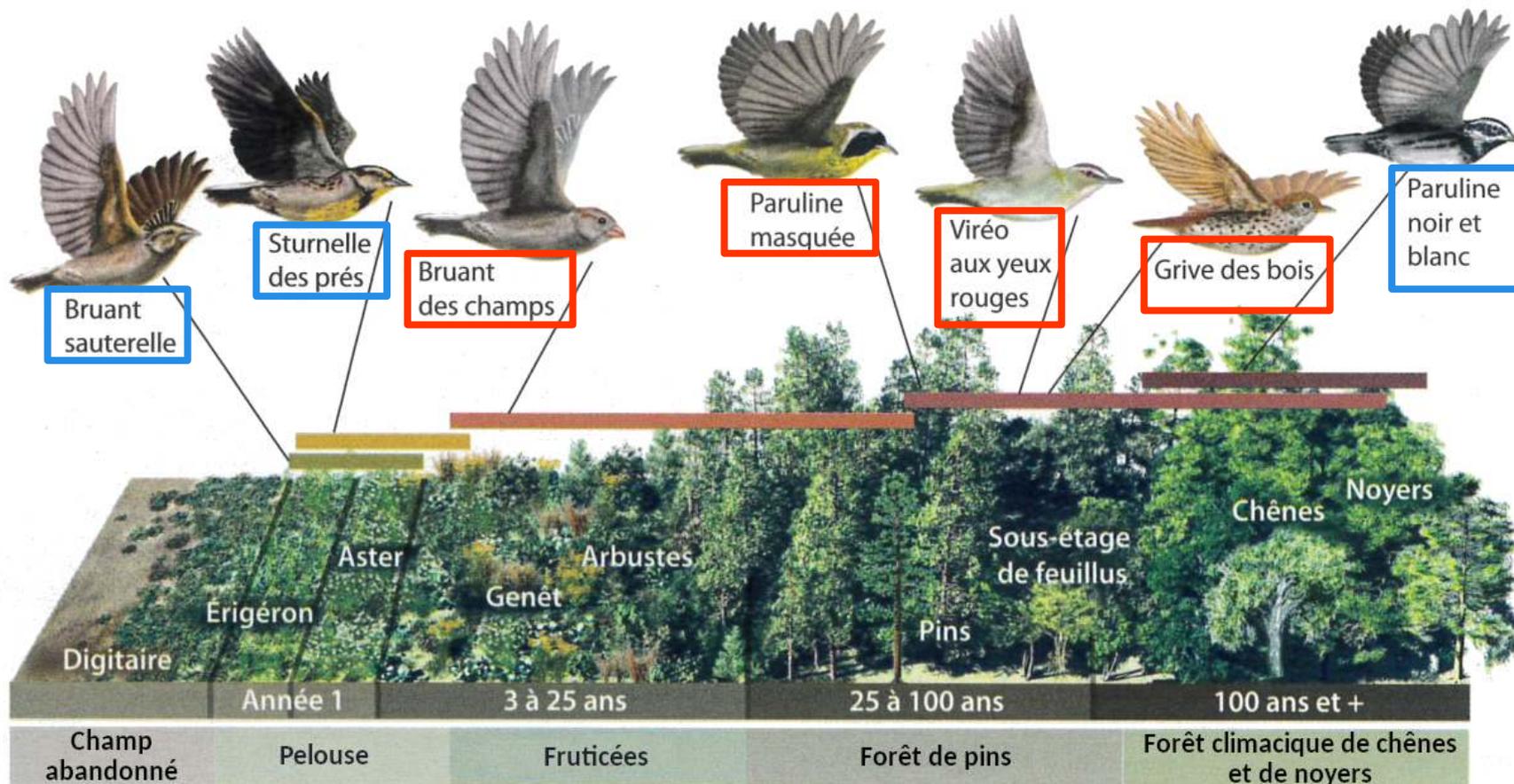
cf. CM 6



Un exemple de succession en milieu tempéré (Caroline du Nord)

Succession écologique et ressources

- ségrégation temporelle des espèces
- espèces **spécialistes** vs. **généralistes**.



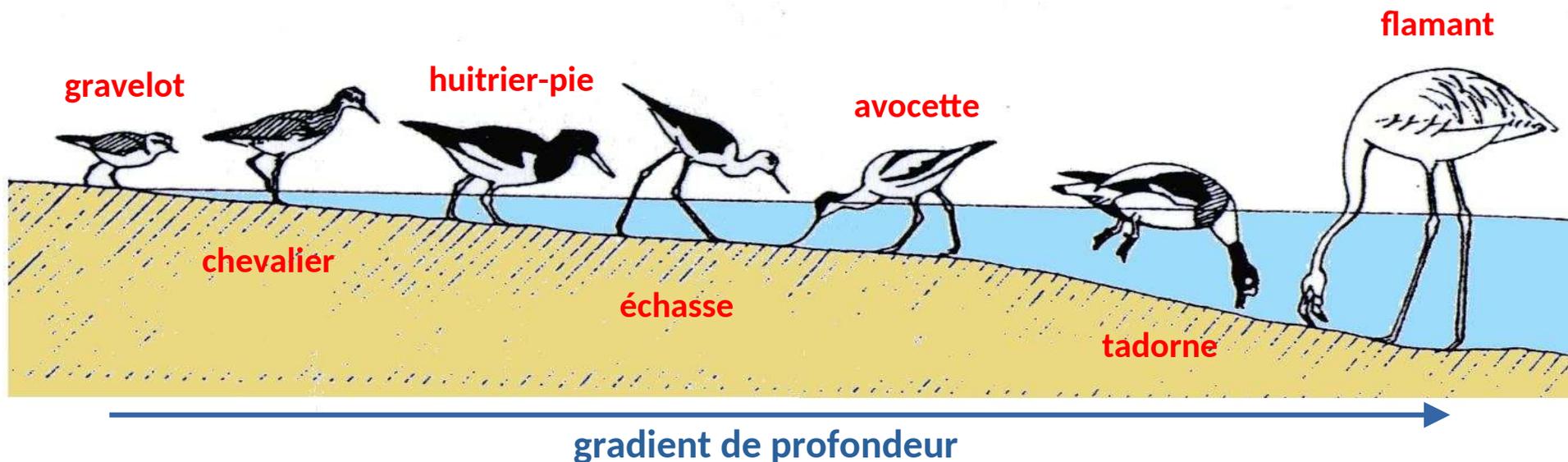
Présence/absence de quelques espèces d'oiseaux dans une succession en Caroline du Nord (USA)

In Ricklefs & Relyea 2019

Gradients de ressources

Répartition spatiale des sites de nourrissage de quelques oiseaux limicoles de Camargue.

D'après Blondel, 1995



Gradients de ressources

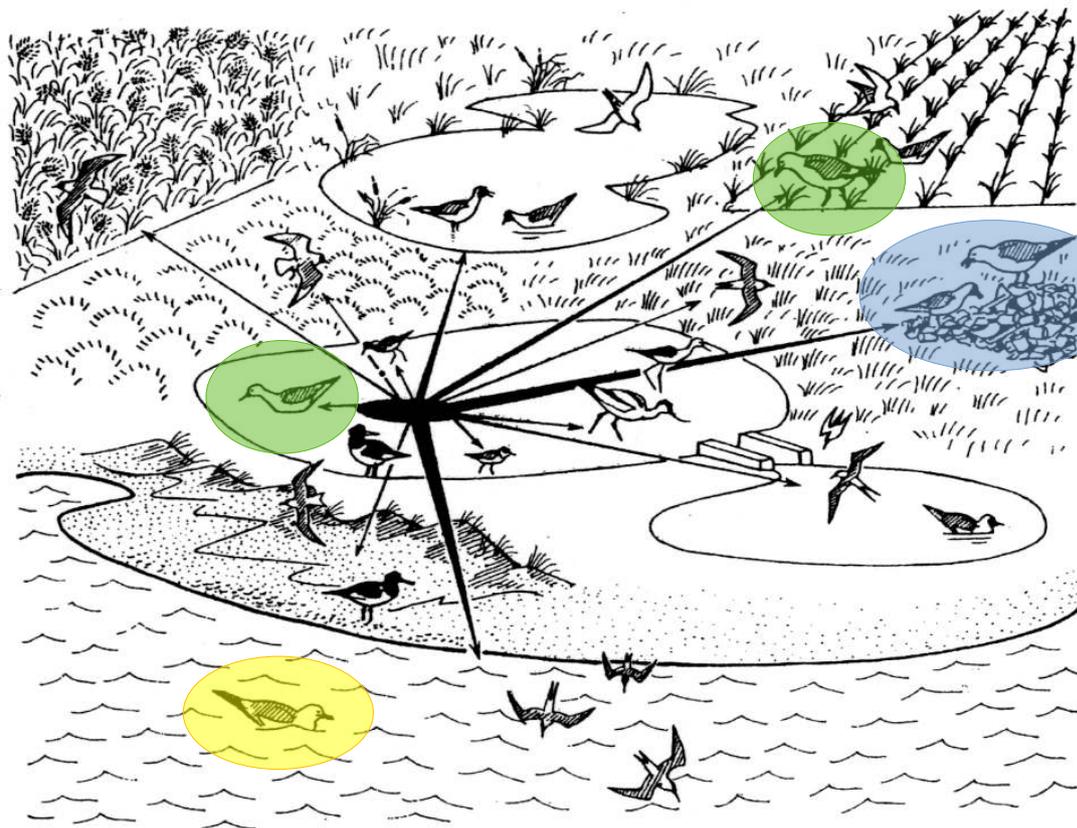
cf CM1

Ségrégation spatiale partielle

- acquisition des ressources trophiques
- secteurs de repos/reproduction



notion de niche écologique



Répartition spatiale des sites de repos, de nourrissage et de reproduction de quelques espèces d'oiseaux en Camargue.

D'après Blondel, 1995.

3.5. La niche écologique

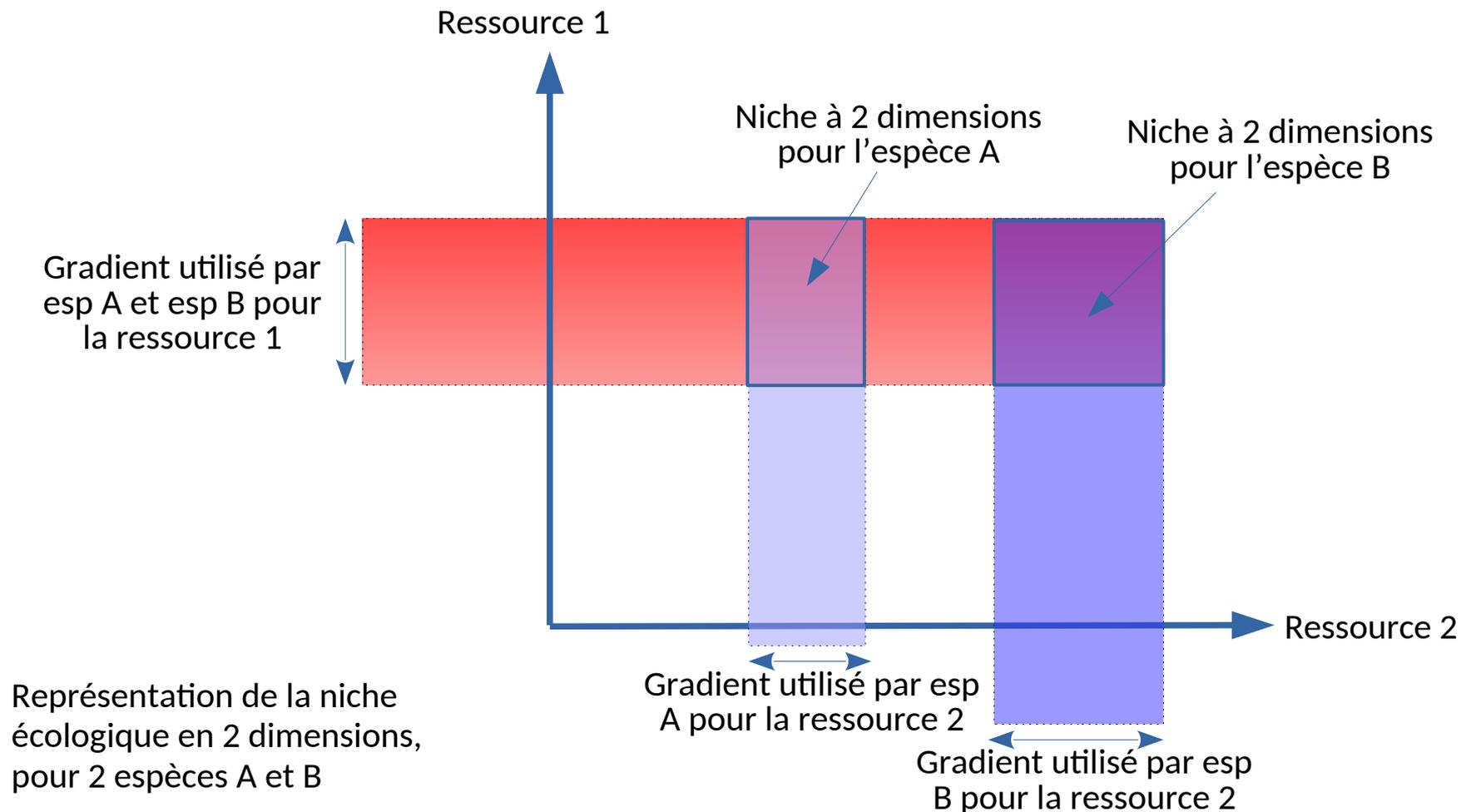
Dans chaque écosystème, chaque espèce **occupe et utilise** d'une manière particulière le milieu

Pour une espèce **dans un écosystème**, la **niche écologique** définit :

- 1) la **gamme de tolérance** pour les facteurs écologiques particuliers à cet écosystème
- 2) les **besoins** de cette espèce (lumière, nutrition, espace de reproduction, espace de repos, etc.)
- 3) et la **façon d'occuper** le milieu (espace occupé pour reproduction, période de la journée pendant laquelle une ressource est recherchée ou utilisée, etc.)

habitat ≠ niche écologique !

Hutchinson (1957). Niche = **volume occupé par une espèce dans un espace à n dimensions**, chaque élément de la niche correspondant à une dimension de l'espace.



Écologie fondamentale : concepts et méthodes (HAV316B)

Introduction (C. Petit)

1ère partie. La biodiversité : un concept-clé (C. Petit)

2ème partie. La biodiversité : un paramètre hétérogène et dynamique (A. Grégoire & C. Petit)

A. Variations géographiques de la biodiversité

1. Relations aire-espèces
2. Gradients géographiques de biodiversité

B. Facteurs expliquant la répartition de la biodiversité actuelle et sa dynamique

1. Les facteurs climatiques
2. Les perturbations
3. La richesse et la disponibilité des ressources
- 4. Les autres individus**
5. Les facteurs historiques

4.1. La compétition dans une communauté

Définitions

| Type d'interaction | Effet sur : | |
|--------------------|-------------|-------------|
| | Organisme A | Organisme B |
| Compétition | - | - |

Compétition si la ressource :

- ▶ présente en quantité limitante
- ▶ pas limitante, mais nuisance entre individus lors du processus d'acquisition de la ressource

Ressources:

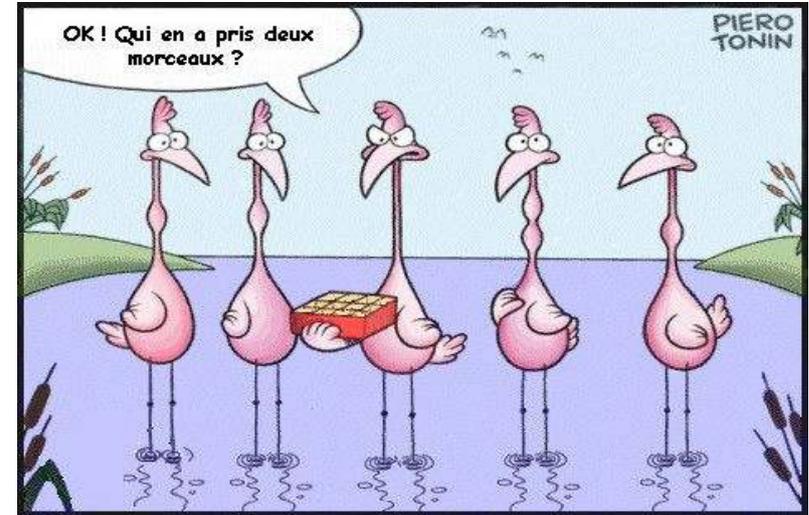
- Les **ressources trophiques** (alimentaires)
- L'**espace** (site de nidification, d'hivernage, etc.)
- Les **interactions reproductives** (recherche de partenaire sexuel, etc.)

Définitions

- Via interactions directes entre individus
= **compétition par interférence**



- Sans interactions directes entre individus (via une ressource) = **compétition par exploitation**



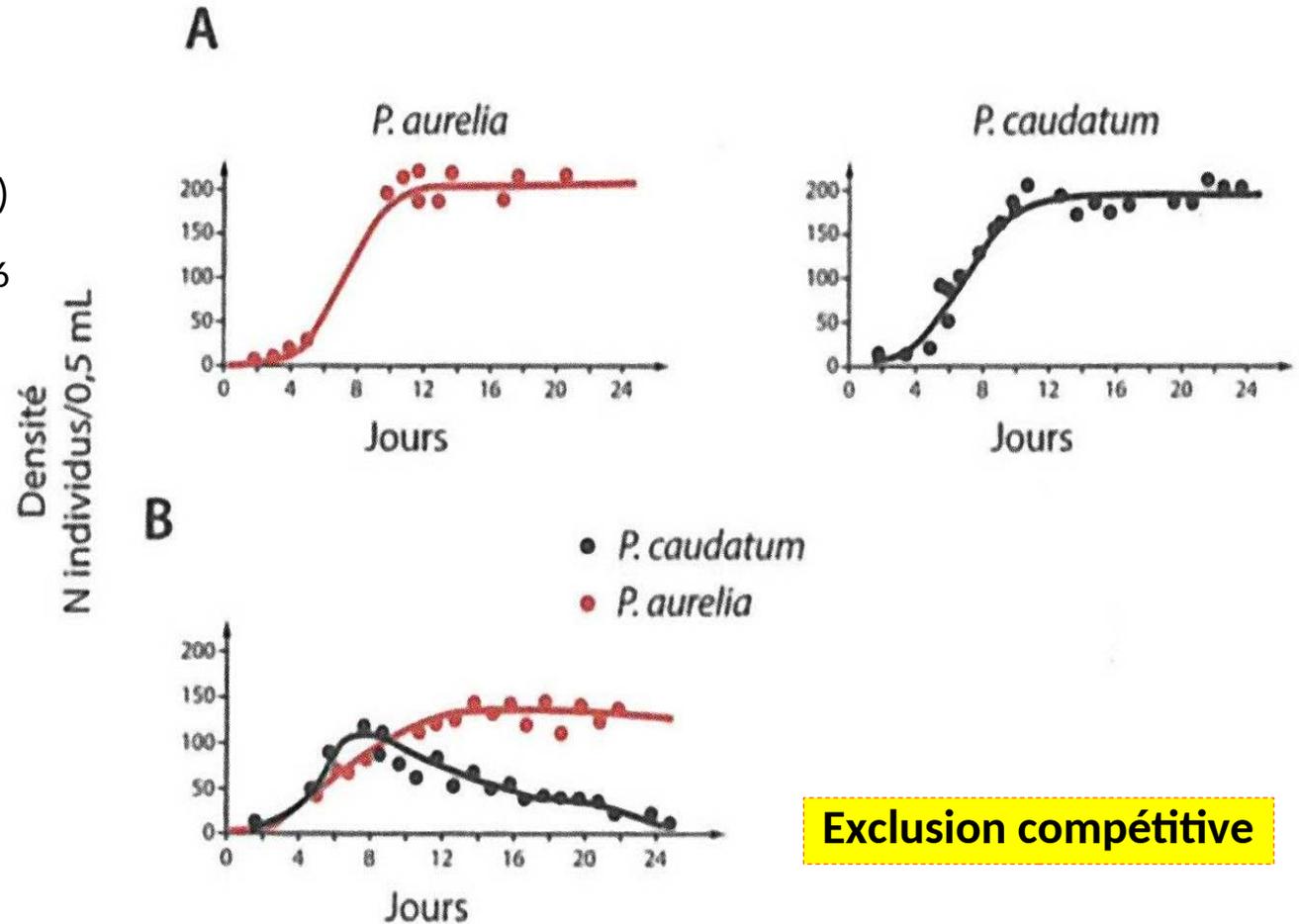
Si individus de la même espèce : **compétition intraspécifique**

Si individus d'espèces différentes : **compétition interspécifique**

Conséquences sur la biodiversité

Expériences de Gause. Densité de 2 espèces de paramécies (*Paramecia* sp) cultivées seules (A) ou ensembles (B).

In Tirard 2016



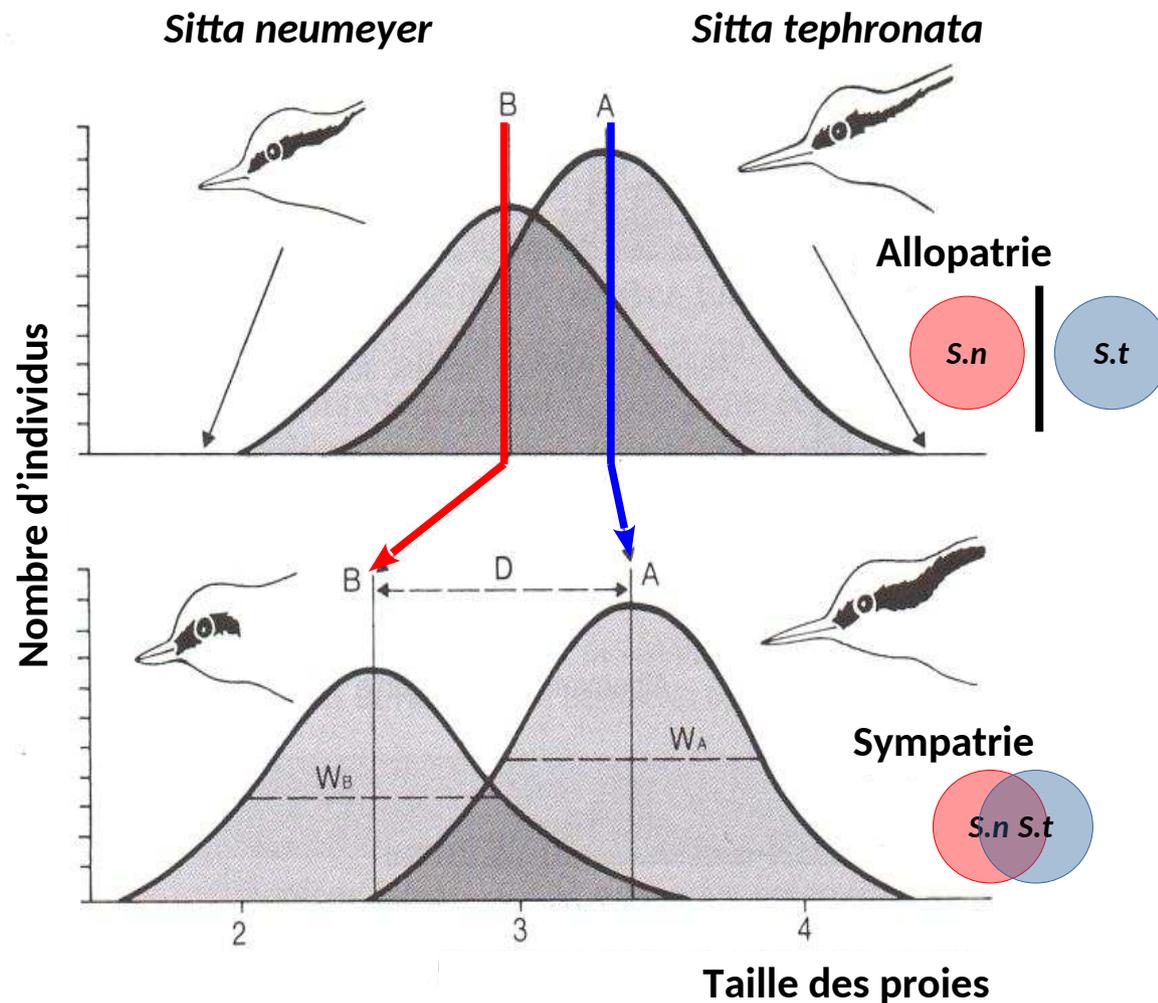
Exclusion compétitive

Conséquences sur la biodiversité

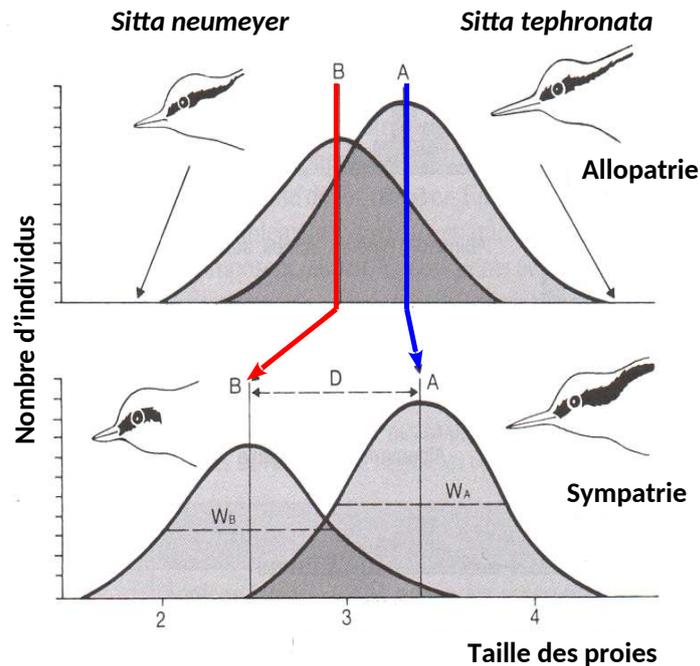
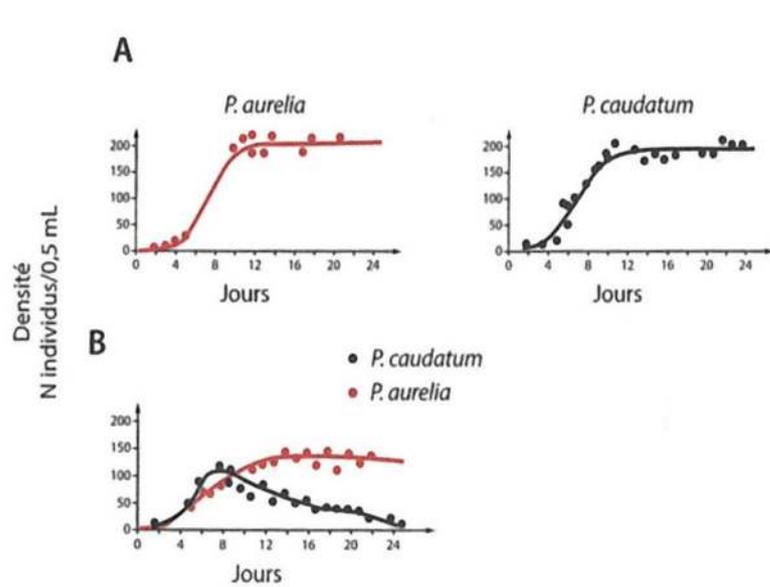
Variation de fréquence de 2 espèces de sittelles (*Sitta* sp) en fonction des niches écologiques (tailles de proies), en allopatrie (en haut) et en sympatrie (en bas).

In Ramade 2003

Ségrégation des niches



Conséquences sur la biodiversité

**Théorie de la niche :**

« les espèces peuvent coexister à un endroit particulier si et seulement si elles occupent des niches écologiques différentes »

Conséquences sur la biodiversité

Paruline à gorge orangée



Paruline à gorge noire



Paruline tigrée



Paruline à poitrine baie



Paruline à croupion jaune



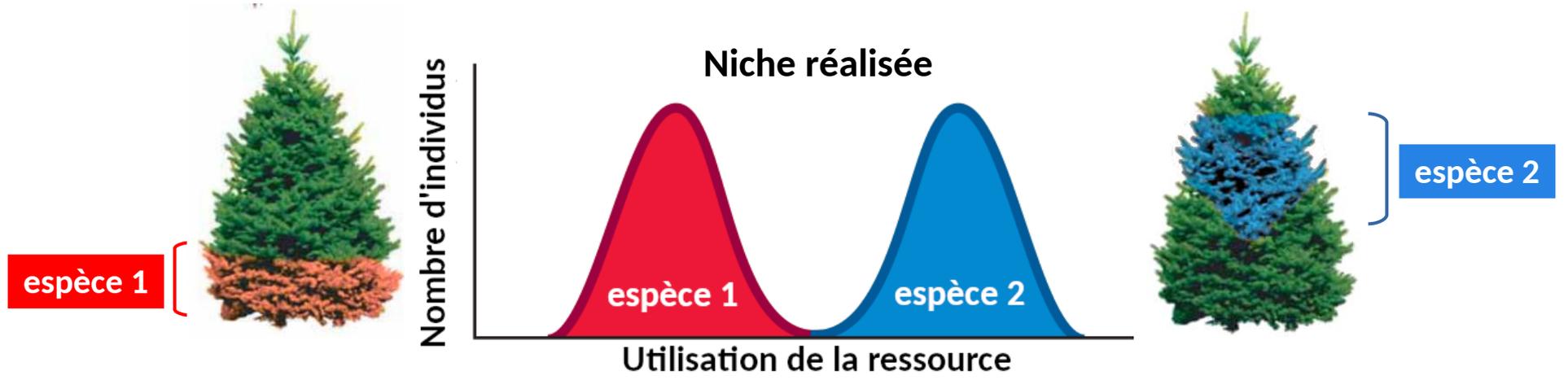
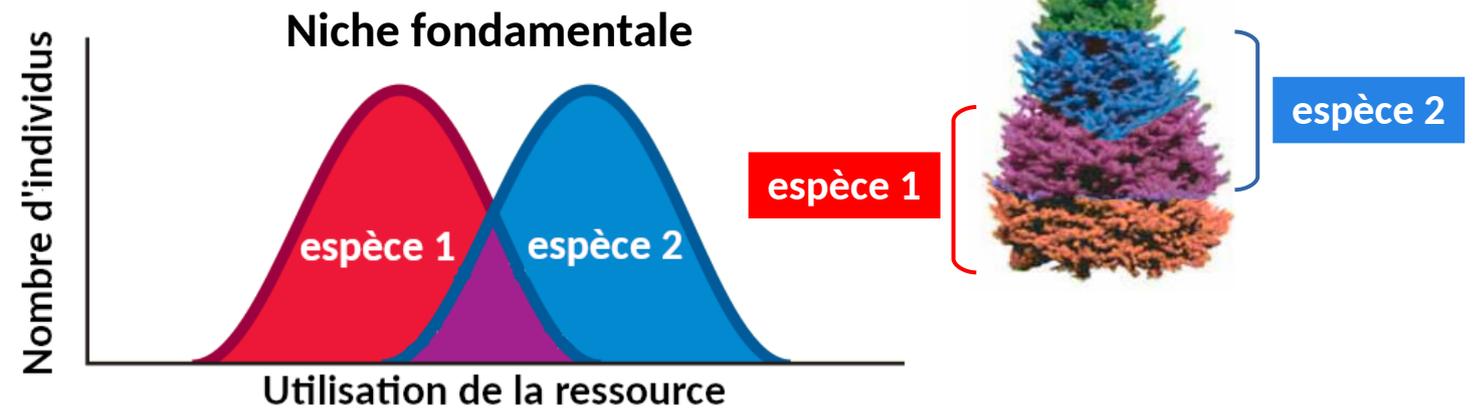
Partitionnement des ressources chez les parulines dans les forêts d'épicéas dans le Maine (États-Unis)



Partie des arbres où chaque espèce passe **au moins 50 % de son temps de recherche d'insectes**

D'après MacArthur, 1958,
in Miller & Spoolman, 2009

Conséquences sur la biodiversité



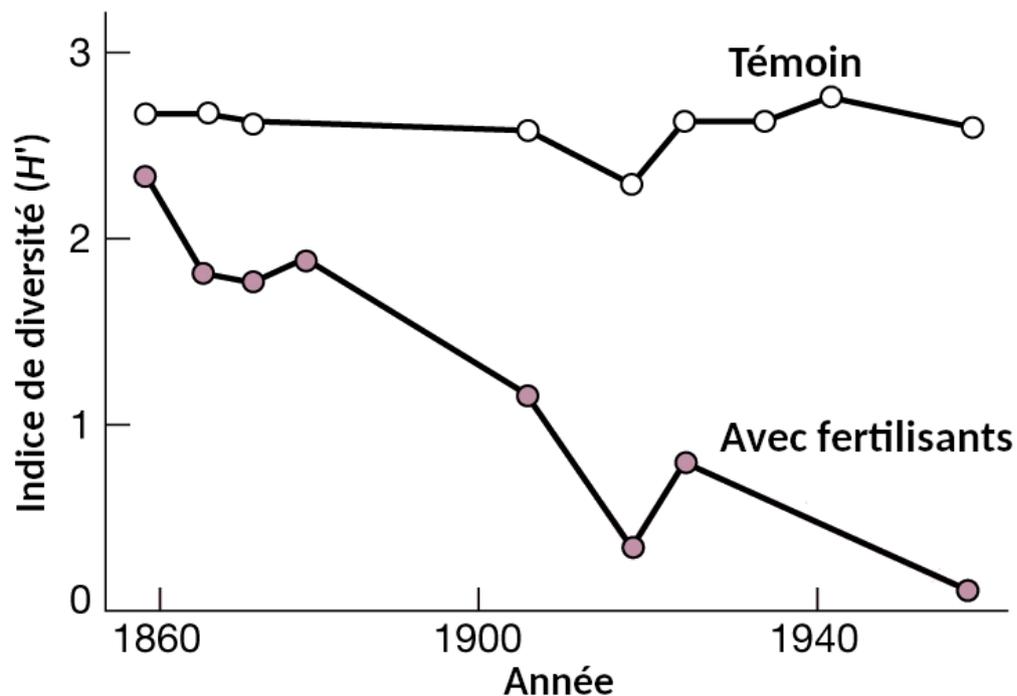
Le paradoxe de l'enrichissement

Et si la quantité de ressources augmente ?

Dynamique de la diversité spécifique végétale dans des parcelles pâturées fertilisées ou non, en Angleterre.

D'après Tilman, 1982

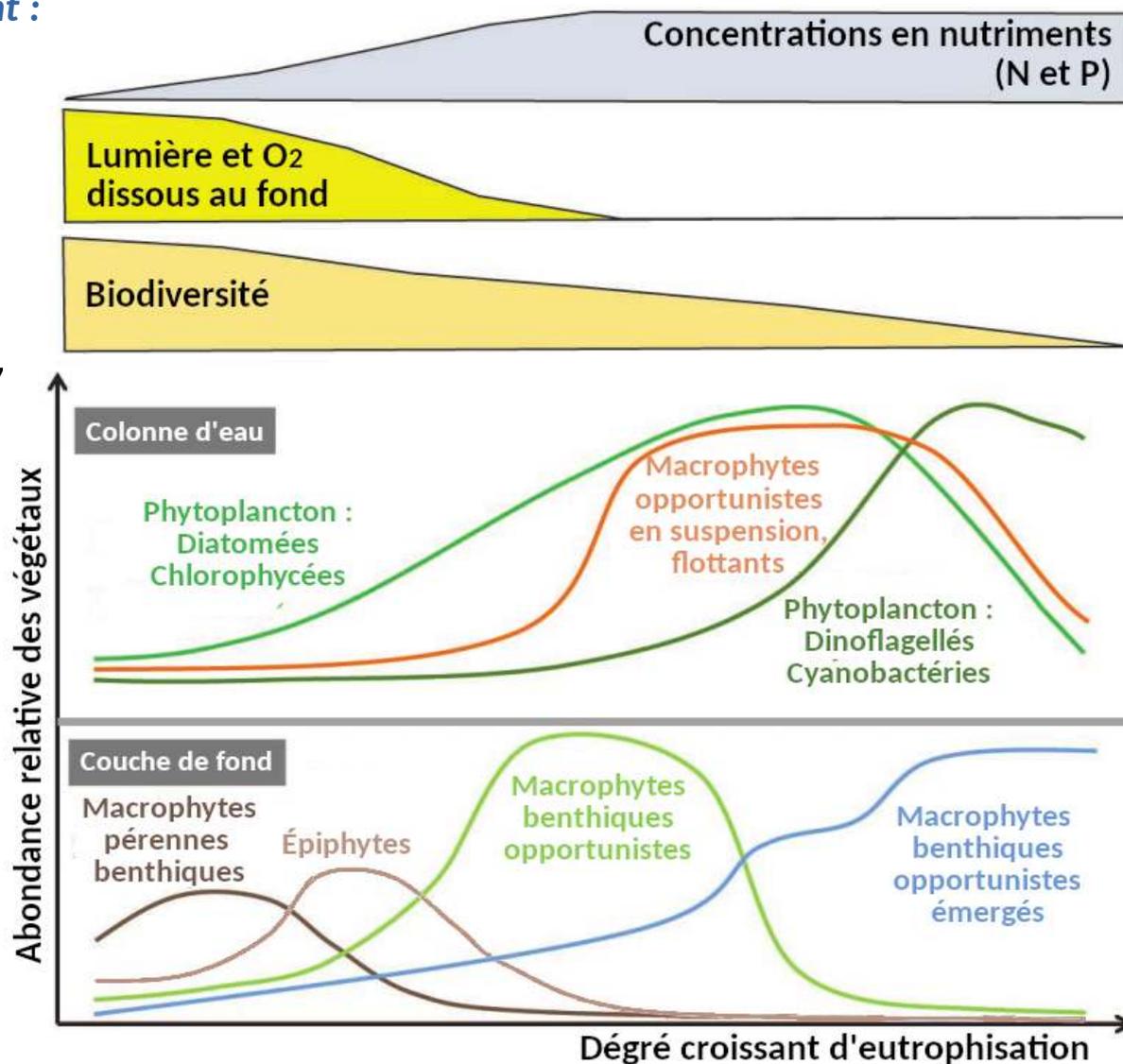
Paradoxe de l'enrichissement



Le paradoxe de l'enrichissement : le processus d'eutrophisation

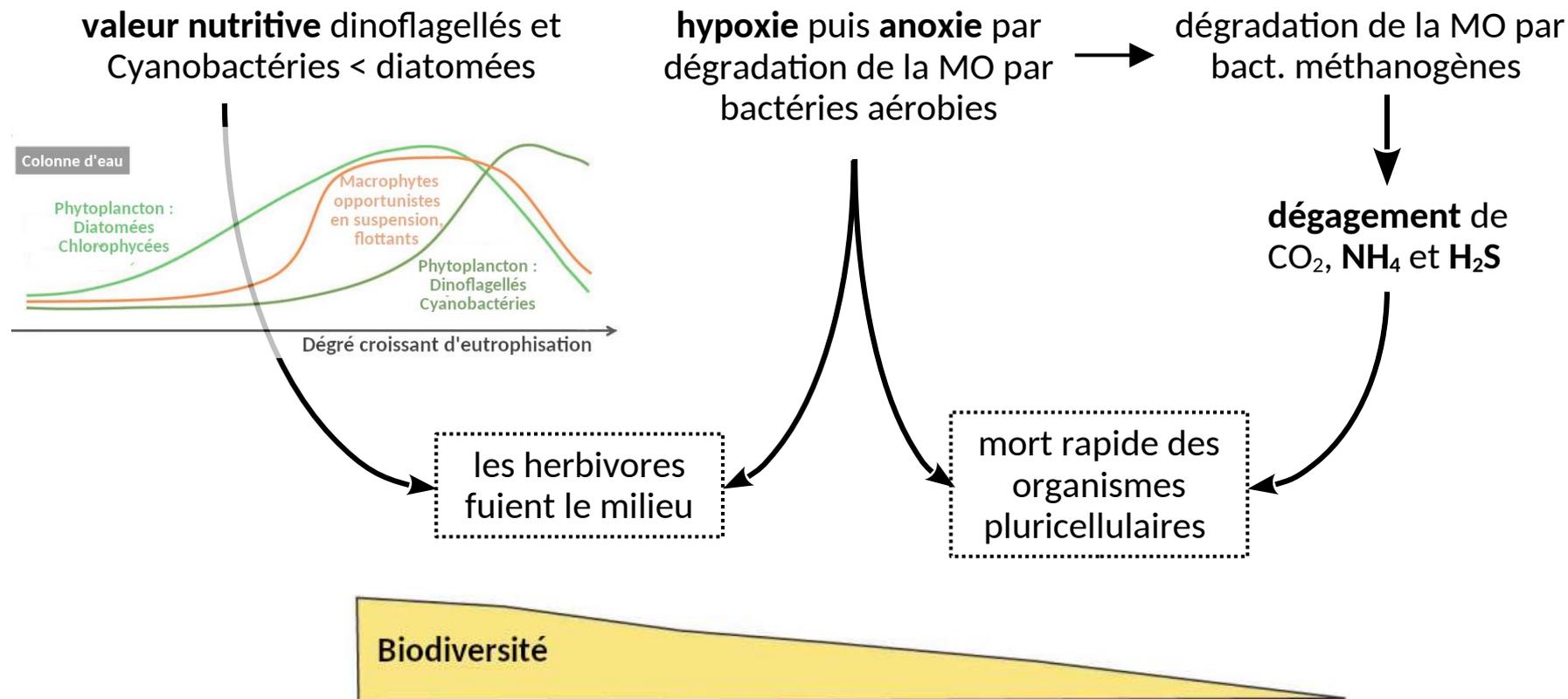
Changements des paramètres physico-chimiques, de la dominance relative des végétaux et de la biodiversité en fonction du degré d'eutrophisation en milieu aquatique.

D'après Pinay et al 2017

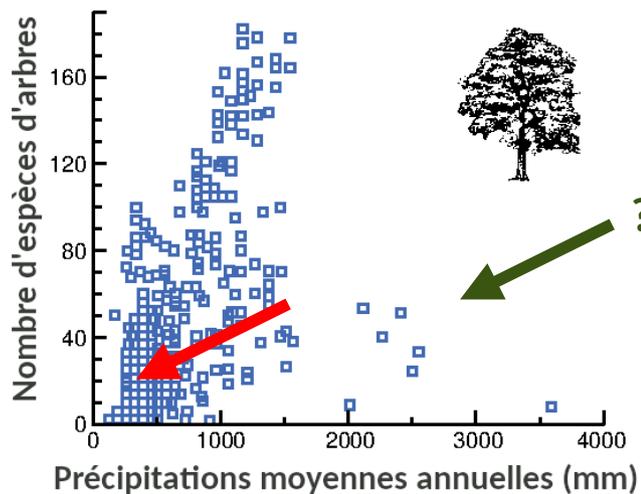


**Le paradoxe de l'enrichissement :
le processus d'eutrophisation**

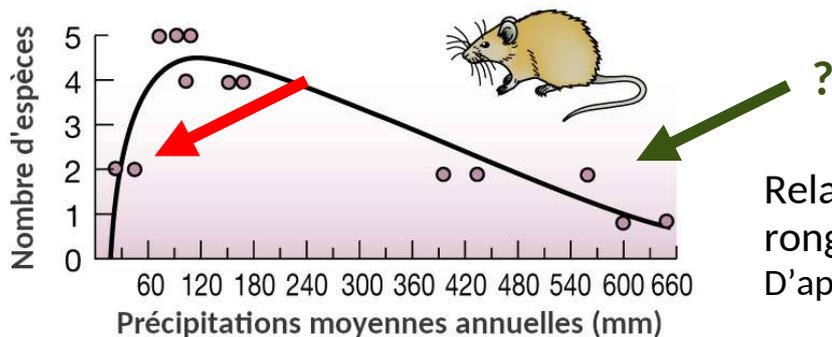
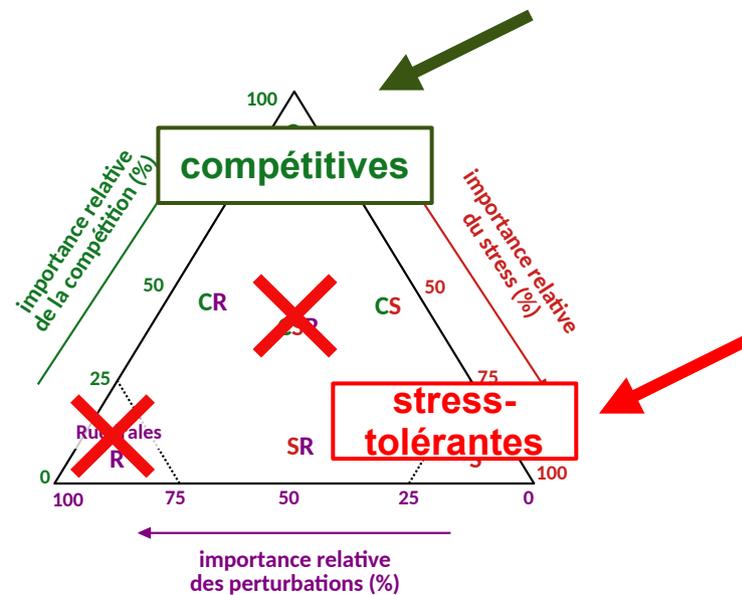
Modification temporaire ou permanente des communautés :



Le paradoxe de l'enrichissement

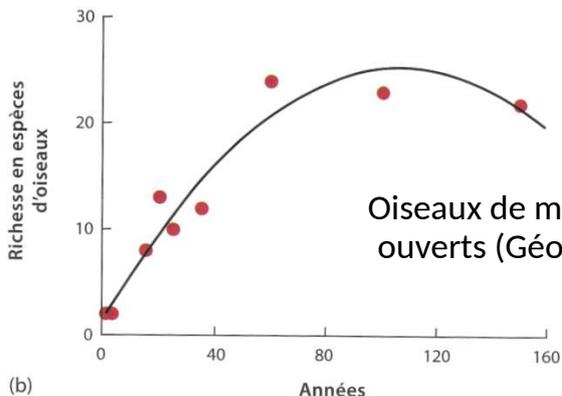
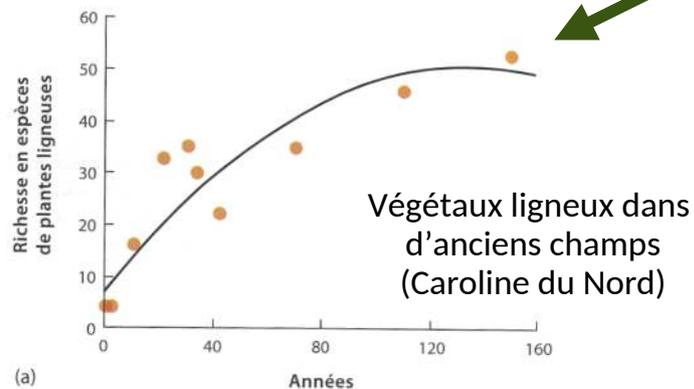


Relation entre niveau de précipitations et la diversité d'espèces d'arbres à la frontière USA – Mexique.
D'après Townsend et al 2008.

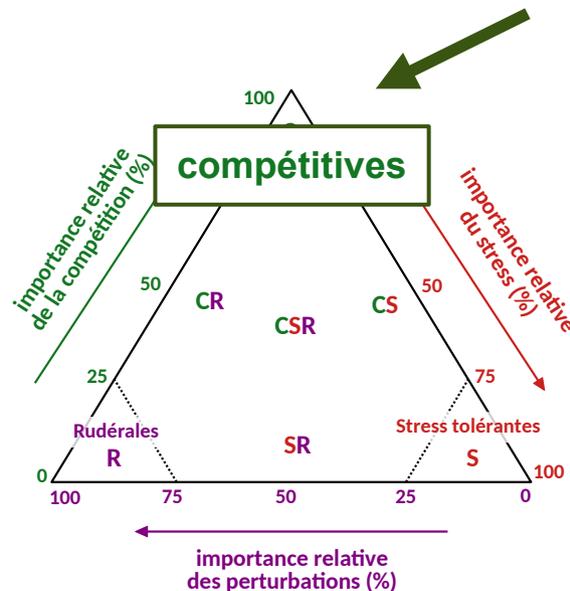


Relation entre niveau de précipitations et nombre d'espèces de rongeurs en milieu désertique en Israël.
D'après Townsend et al 2008.

Le paradoxe de l'enrichissement



Dimension temporelle cf. CM6



Dynamique de la richesse en espèces dans différentes successions.
D'après auteurs différents in Ricklefs & Relyea 2019.