

Écologie fondamentale : concepts et méthodes (HAV316B)

Arnaud GRÉGOIRE
et Christophe PETIT

Cours 6



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

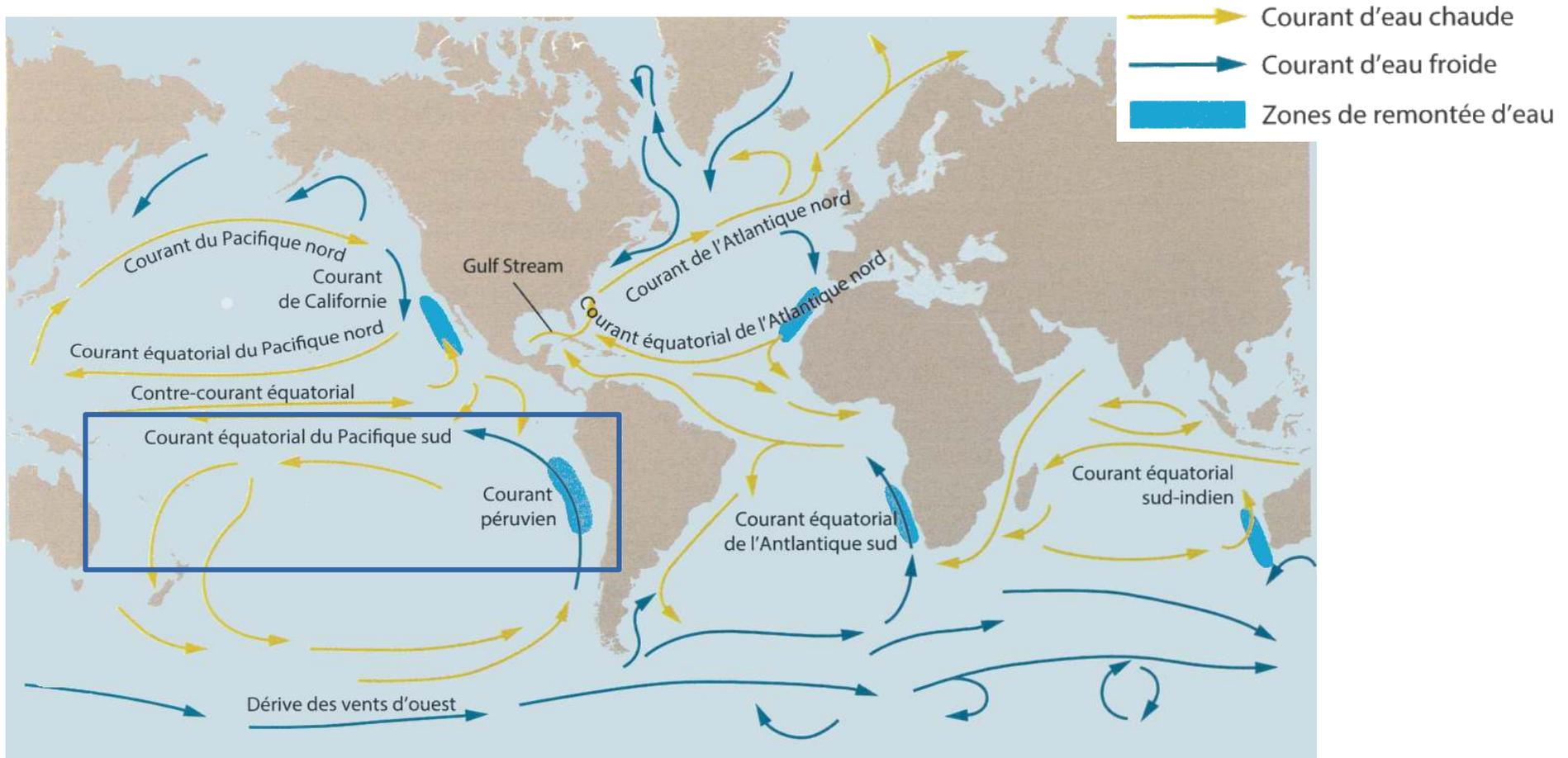
B. Facteurs expliquant la répartition de la biodiversité actuelle et sa dynamique

1. Les facteurs climatiques

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

1.2. Variations climatiques temporelles et conséquences écologiques

Les variations climatiques inter-annuelles : ENSO (El Niño et l'Oscillation australe)

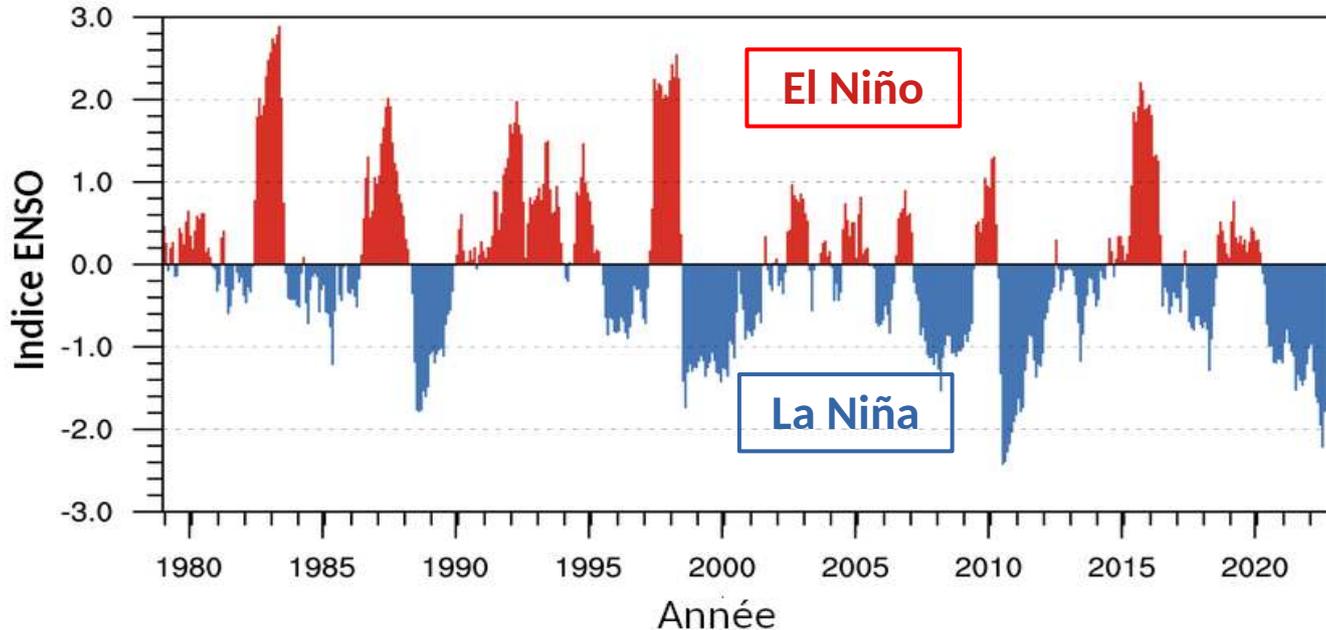


Les variations climatiques inter-annuelles : ENSO (El Niño et l'Oscillation australe)

Modifications **des courants du Pacifique équatorial**, au large des côtes du Pérou
→ tous les ans aux environs de Noël

+ **changement périodique de la pression atmosphérique = Oscillation australe**

El Niño - Oscillation australe (Southern oscillation) = ENSO



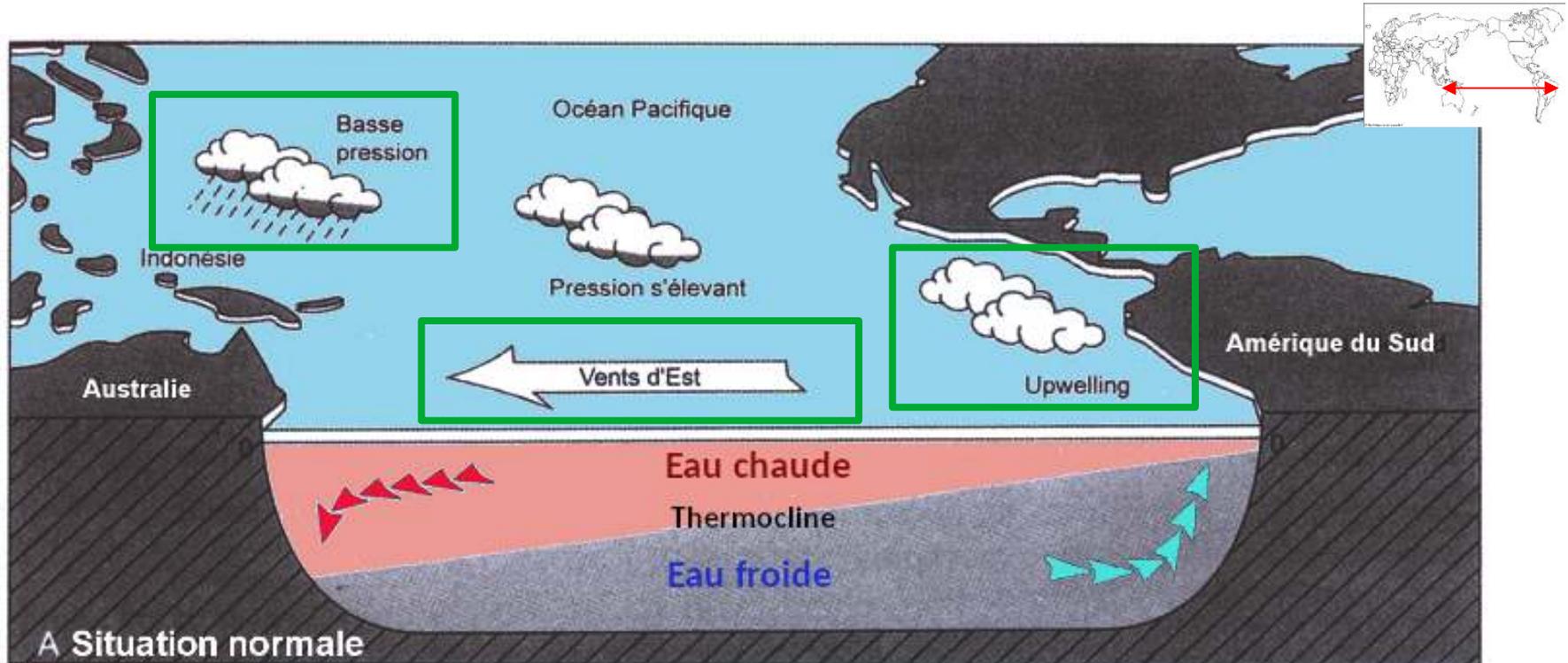
inversion des courants

intensification des courants

Indice ENSO entre 1980 et 2022

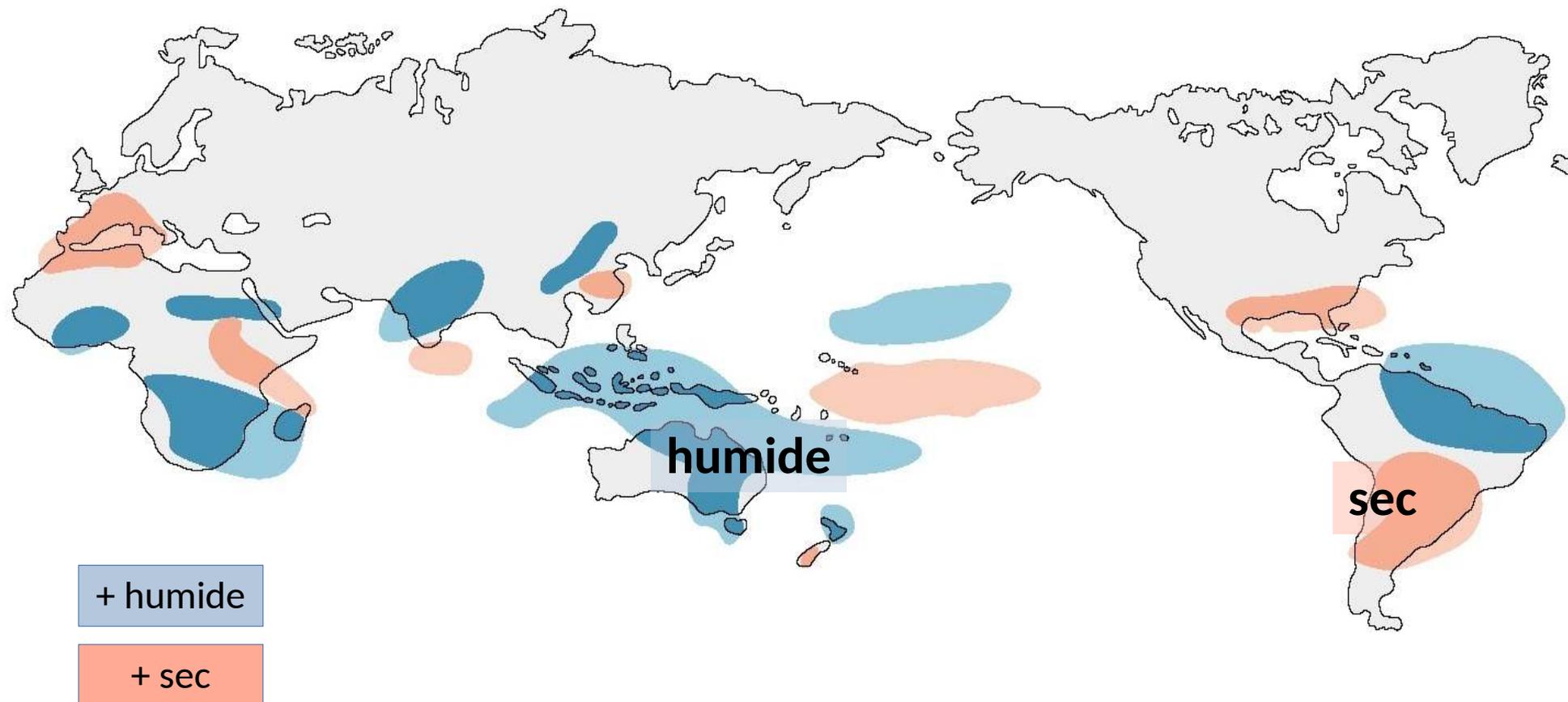
Les variations climatiques inter-annuelles : ENSO (El Niño et l'Oscillation australe)

Fonctionnement des courants marins et aériens dans le Pacifique Sud lors de la **phase normale** / **La Niña**.



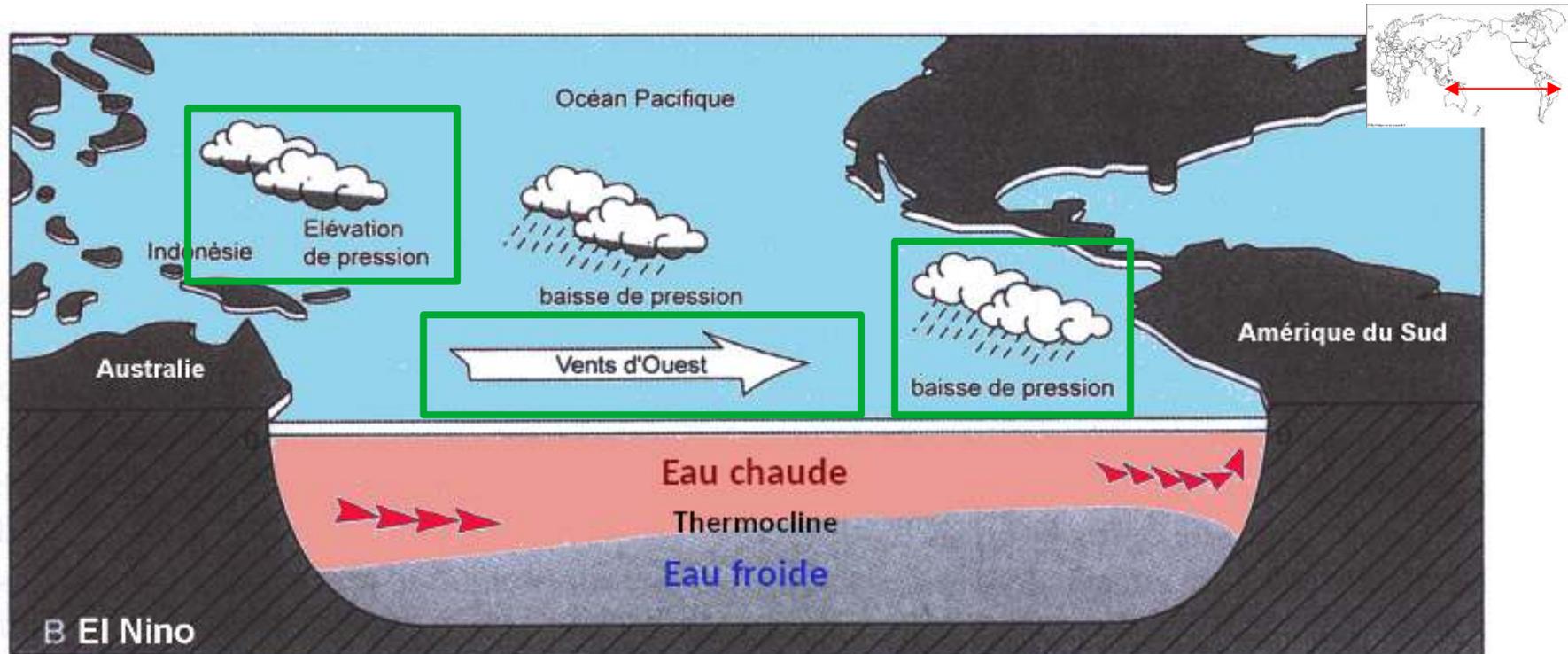
Les variations climatiques inter-annuelles : ENSO (El Niño et l'Oscillation australe)

Conditions **climatiques** lors de la **phase normale / La Niña**



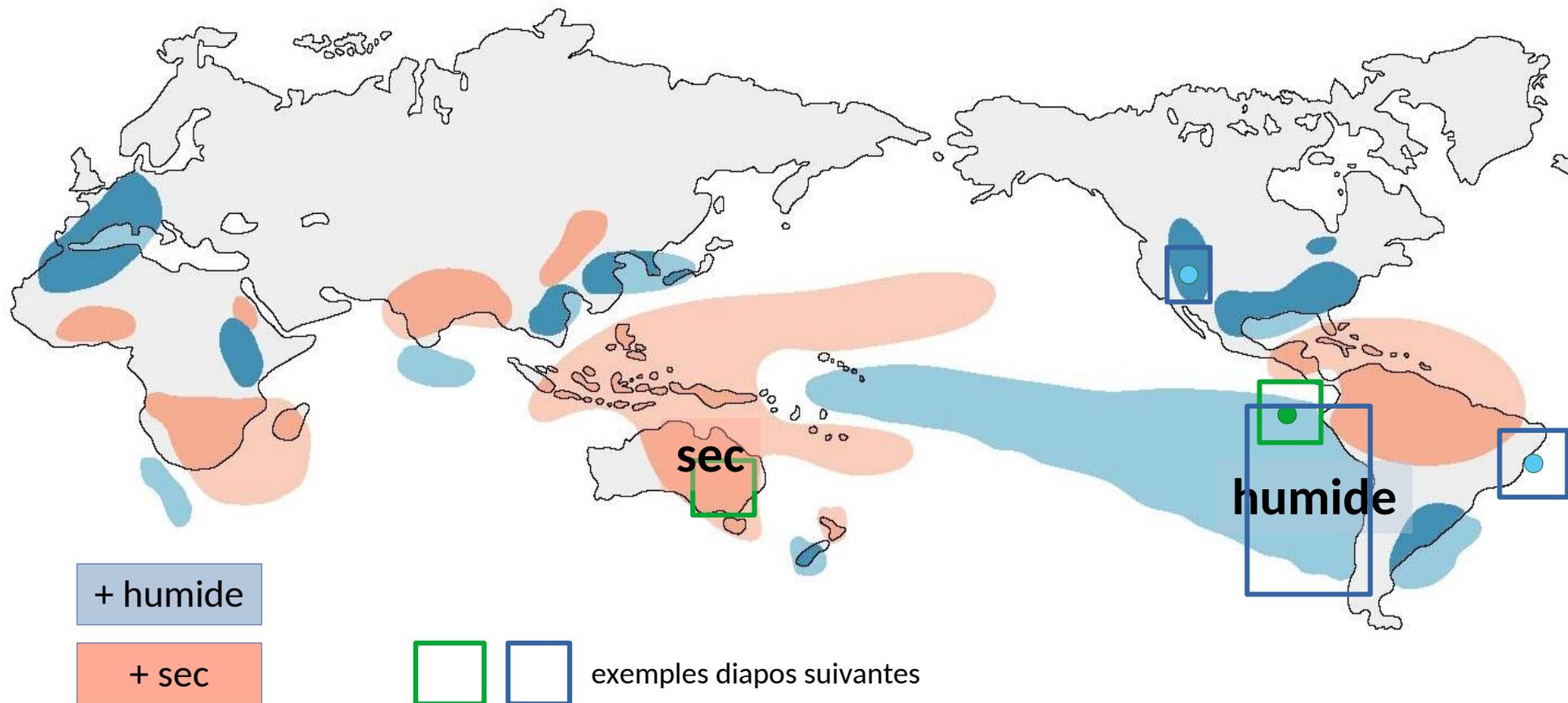
Les variations climatiques inter-annuelles : ENSO (El Niño et l'Oscillation australe)

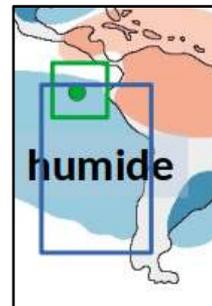
Fonctionnement des courants marins et aériens dans le Pacifique Sud lors de la **phase El Niño**.



Les variations climatiques inter-annuelles : ENSO (El Niño et l'Oscillation australe)

Conséquences **climatiques** mondiales lors de la phase **El Niño**.

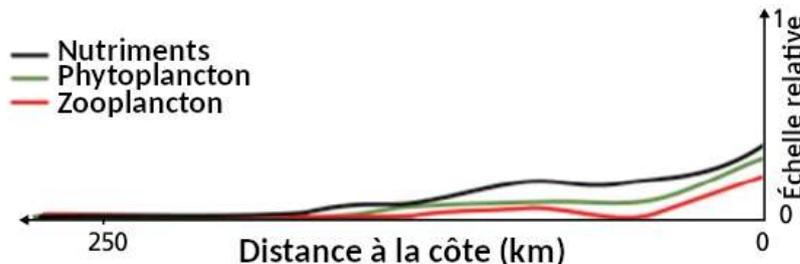
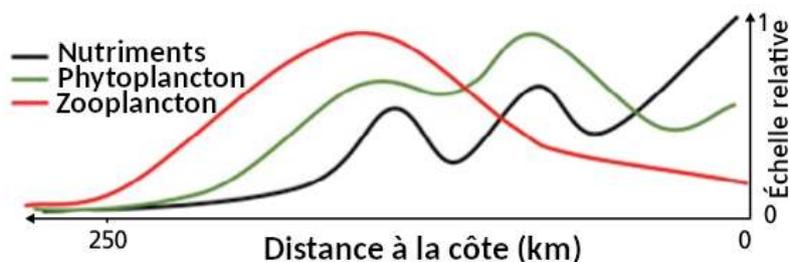
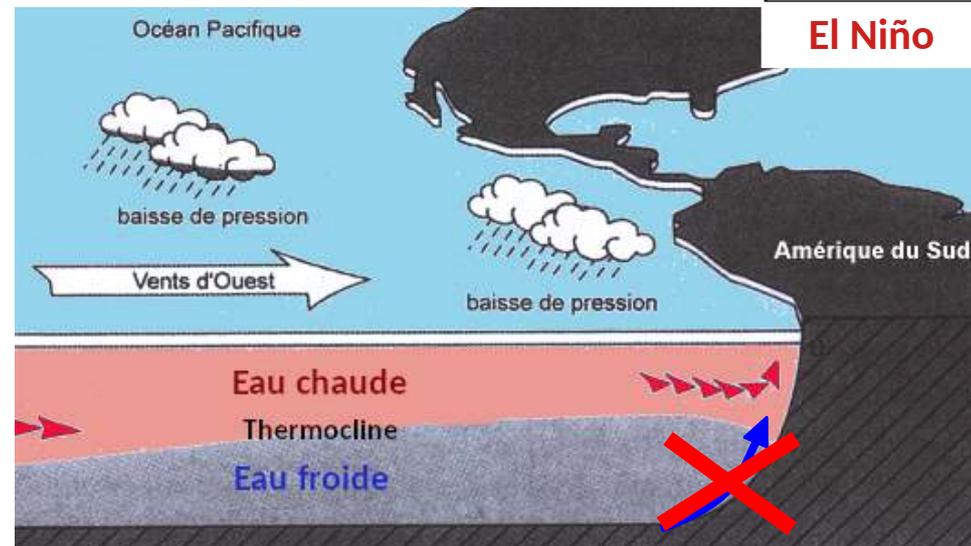
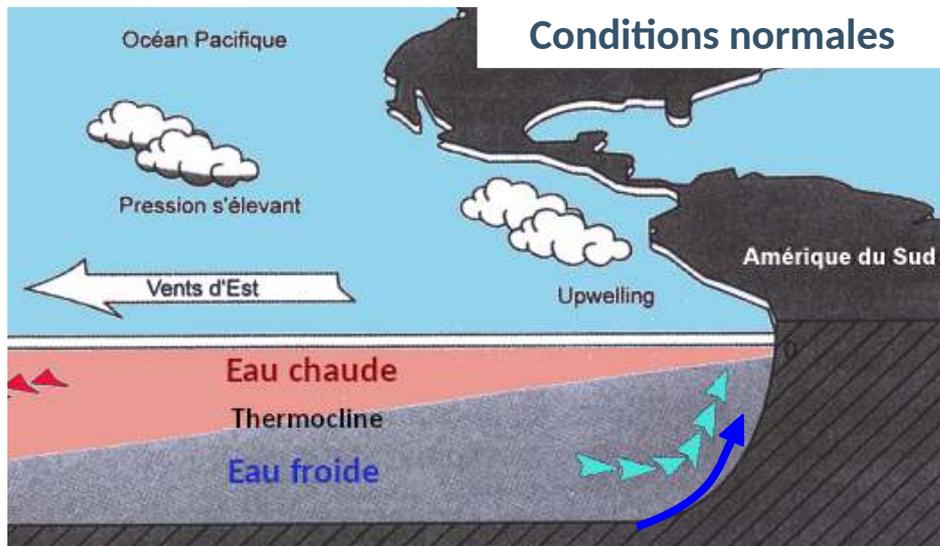




Les variations climatiques inter-annuelles : ENSO (El Niño et l'Oscillation australe)

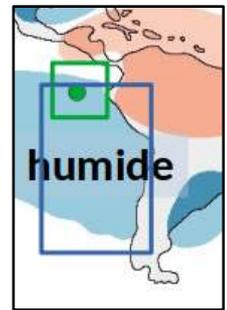
Conséquences au niveau de la biodiversité ? → **MILIEU MARIN**

Les zones d'upwelling (côte Ouest Am. Sud)



Conditions écologiques et répartition du plancton sur la côte Ouest d'Amérique du Sud.

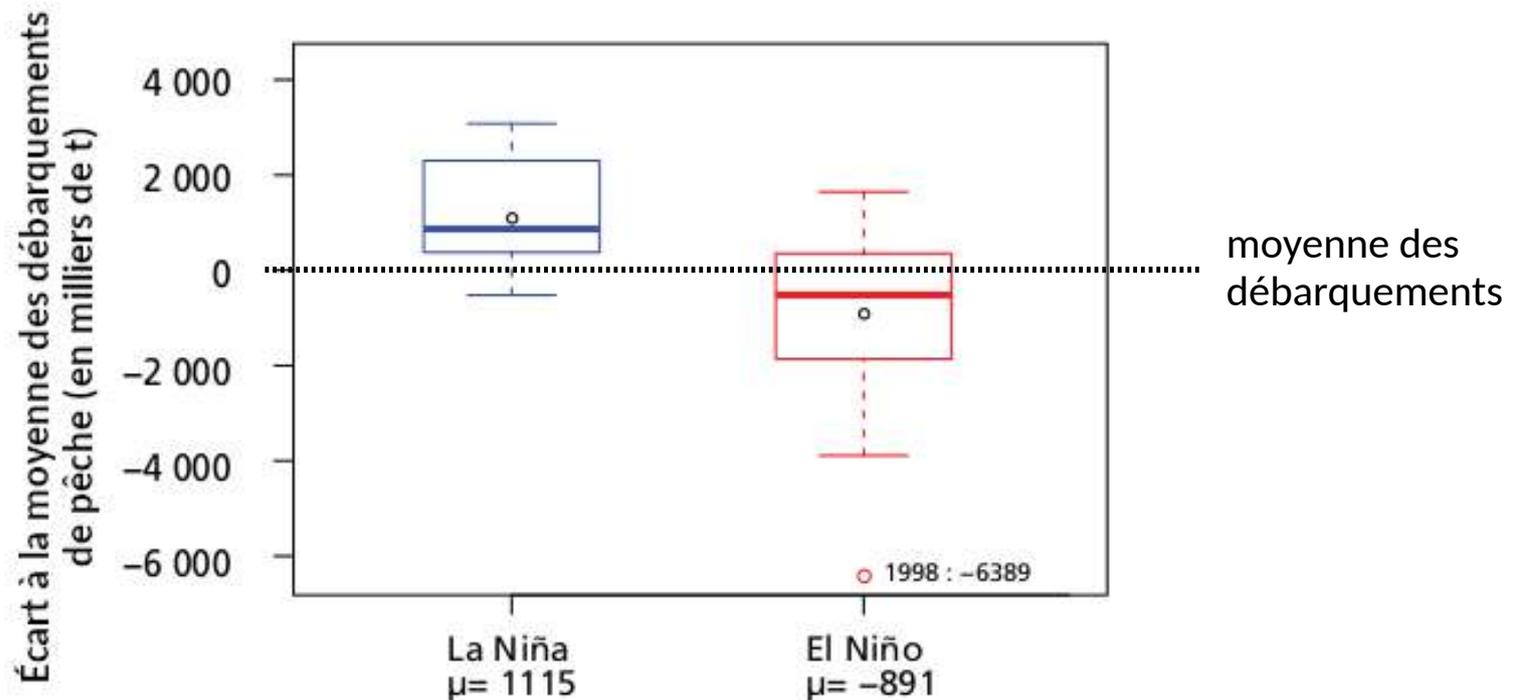
Source : Chavez et al. 2002 & Guevara-Carrasco & Bertrand 2017. D'après Bertrand et al. 2020



Les variations climatiques inter-annuelles : ENSO (El Niño et l'Oscillation australe)

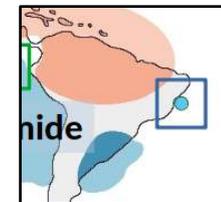
Conséquences au niveau de la biodiversité ? → **MILIEU MARIN**

Les zones d'upwelling (côte Ouest Am. Sud)



Écarts à la moyenne des débarquements de pêche (en milliers de tonnes) sur la côte Ouest d'Amérique du Sud.

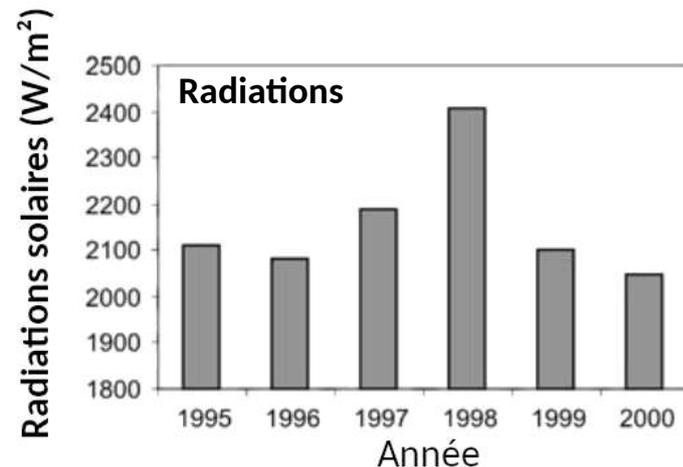
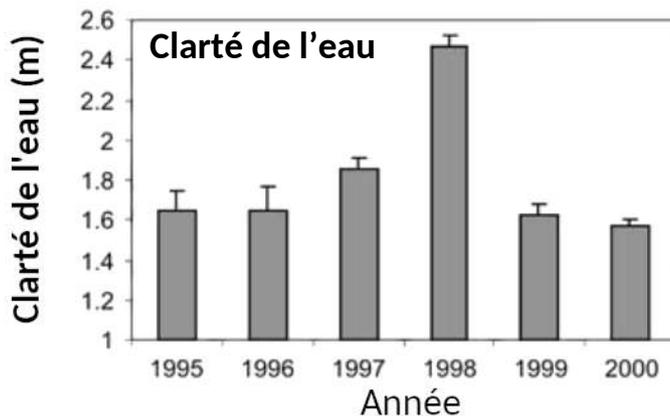
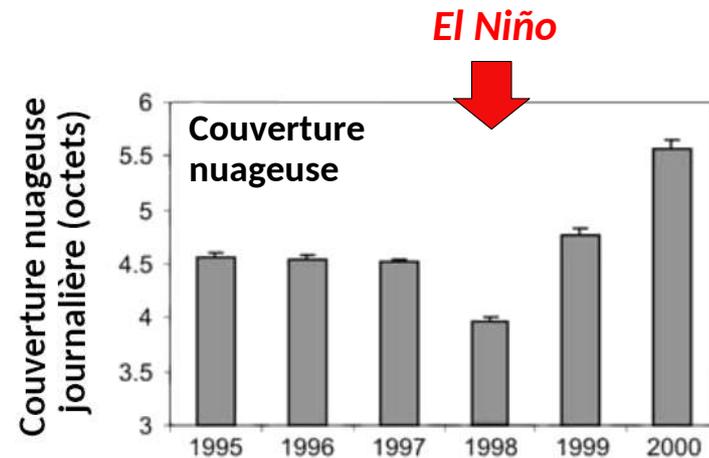
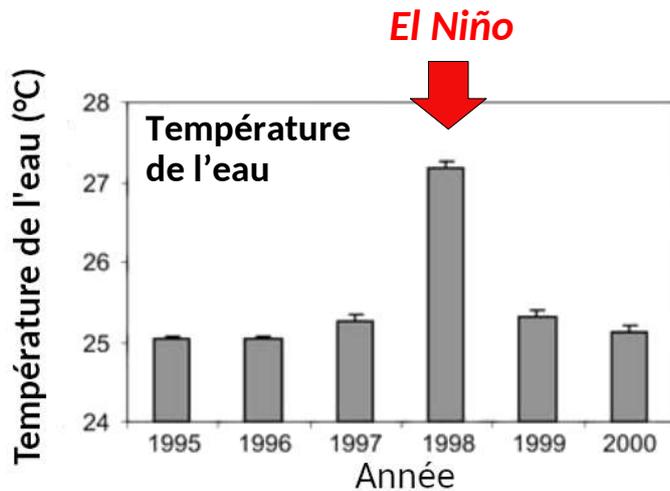
Source : FishStatJ v3.5 (FAO-FishStatJ. 2019). D'après Bertrand et al. 2020



Les variations climatiques inter-annuelles : ENSO (El Niño et l'Oscillation australe)

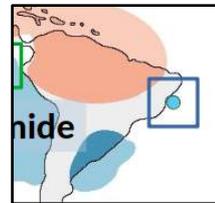
Conséquences au niveau de la biodiversité ? → MILIEU MARIN

Les coraux de Bahia (Brésil)



Conséquences de l'épisode El Niño de 1997-98 sur les paramètres environnementaux dans les massifs coralliens du Nord de Bahia, Brésil.

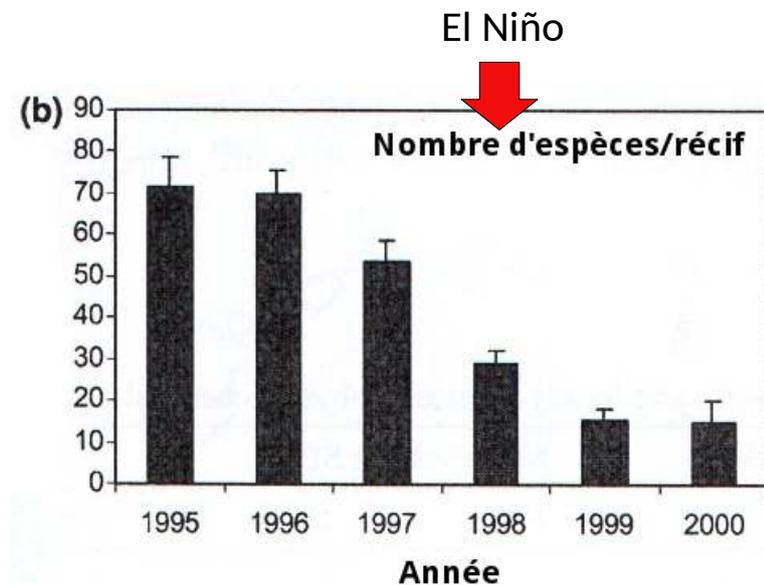
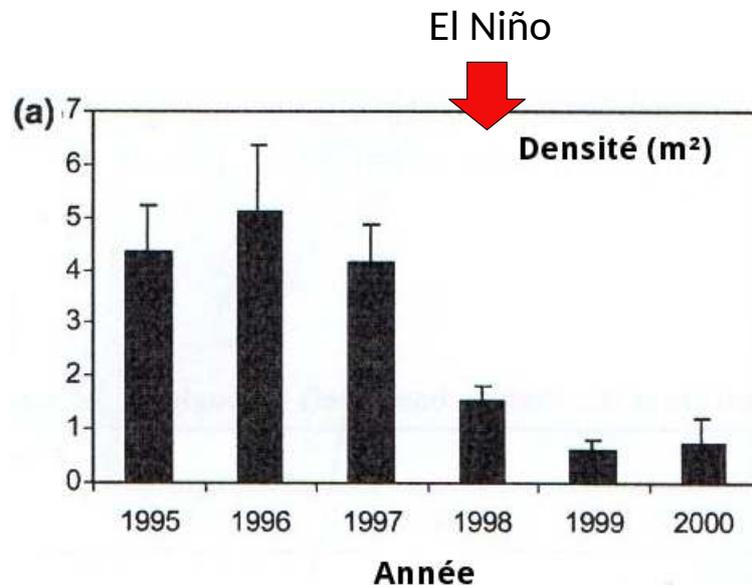
D'après Kelmo et al. 2006.



Les variations climatiques inter-annuelles : ENSO (El Niño et l'Oscillation australe)

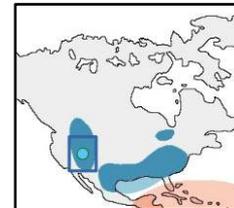
Conséquences au niveau de la biodiversité ? → **MILIEU MARIN**

Les coraux de Bahia (Brésil)



Conséquences de l'épisode El Niño de 1997-98 sur les paramètres de diversité spécifique des coraux du Nord de Bahia, Brésil.

D'après Kelmo et al. 2004.

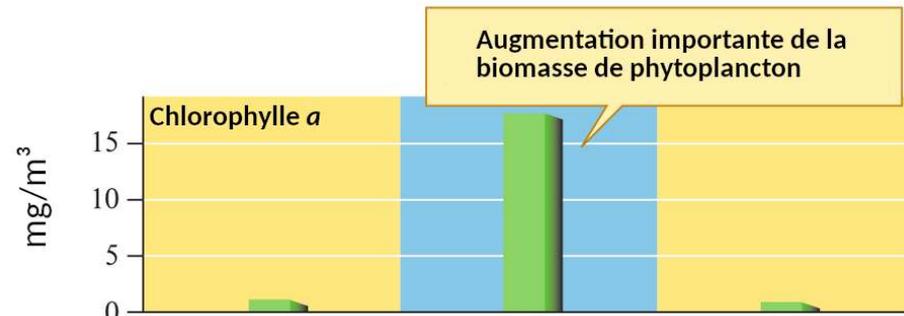
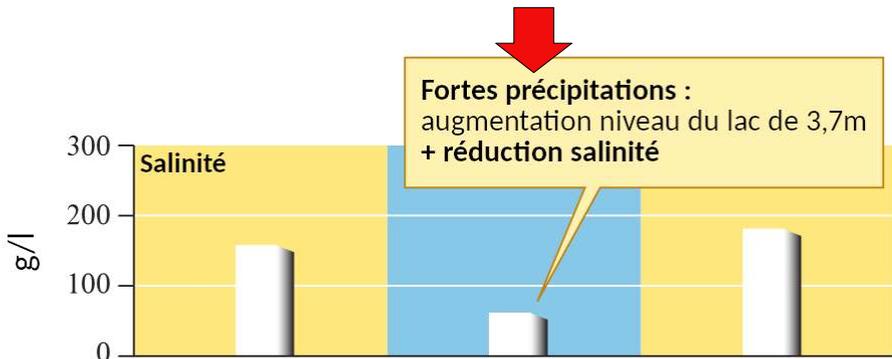


Les variations climatiques inter-annuelles : ENSO (El Niño et l'Oscillation australe)

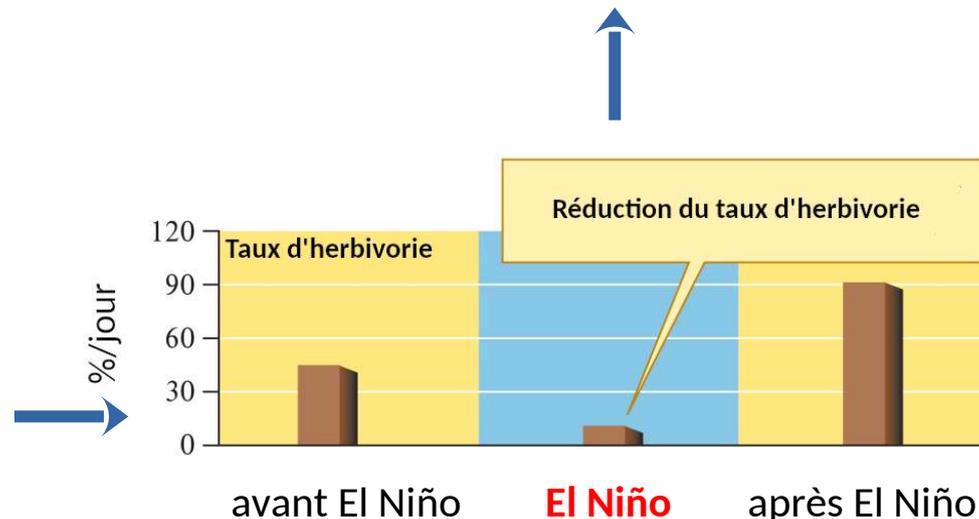
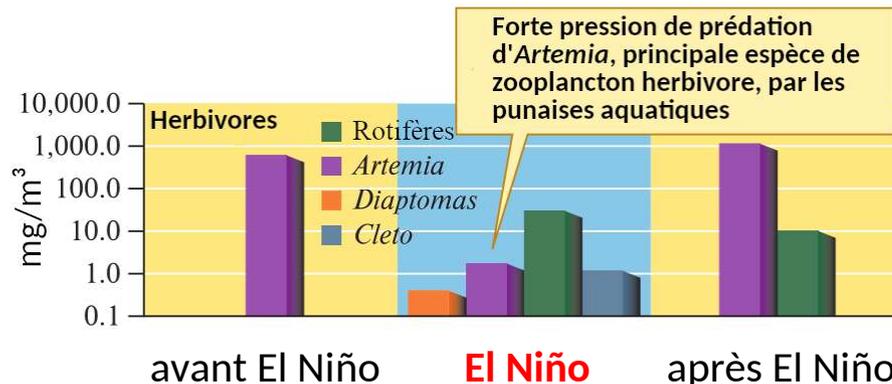
Conséquences au niveau de la biodiversité ? → MILIEU AQUATIQUE

Le réseau trophique du Grand Lac Salé (Utah)

D'après Wurtsbaugh 1992. In Molles & Sher 2019

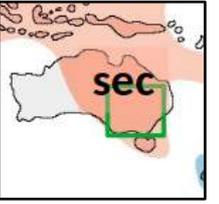


Arrivée de *Trichocorixa verticalis* et d'autres prédateurs ↓



El Niño 1982-83

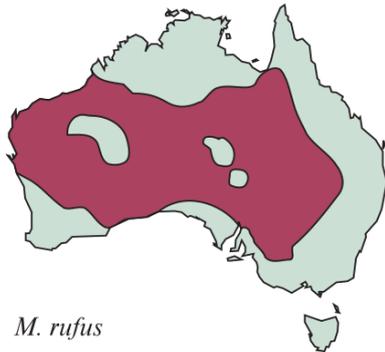
El Niño 1982-83



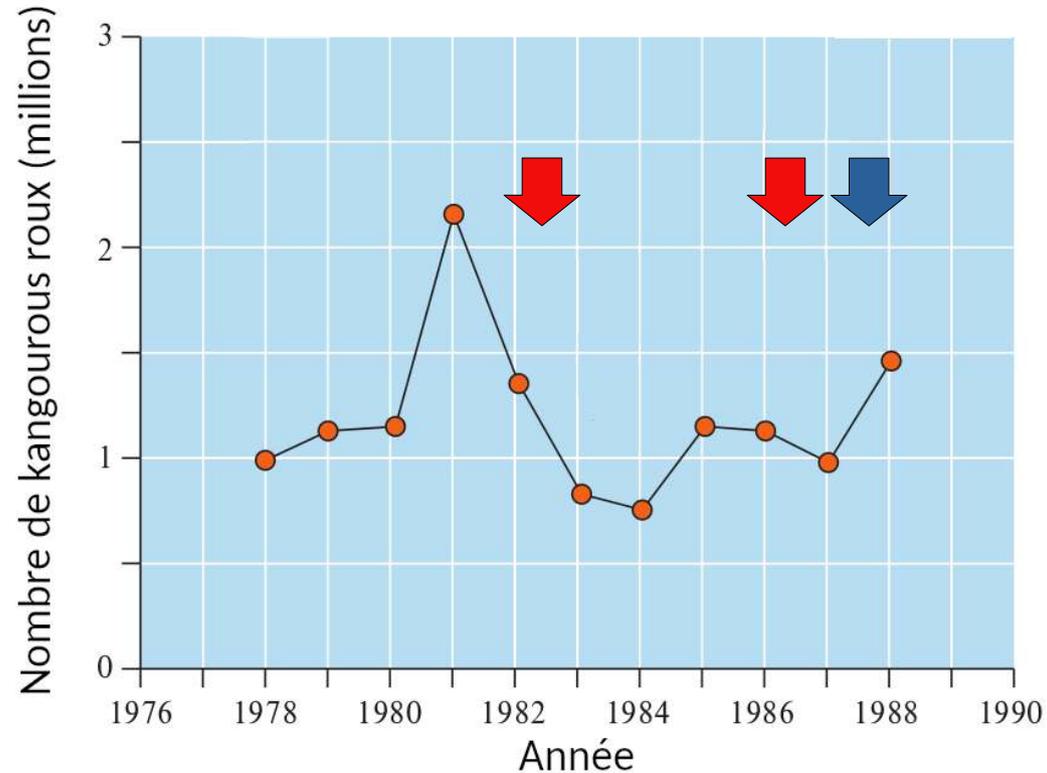
Les variations climatiques inter-annuelles : ENSO (El Niño et l'Oscillation australe)

Conséquences au niveau de la biodiversité ? → **MILIEU TERRESTRE**

Le kangourou roux (*Macropus rufus*)



M. rufus





Les variations climatiques inter-annuelles : ENSO (El Niño et l'Oscillation australe)

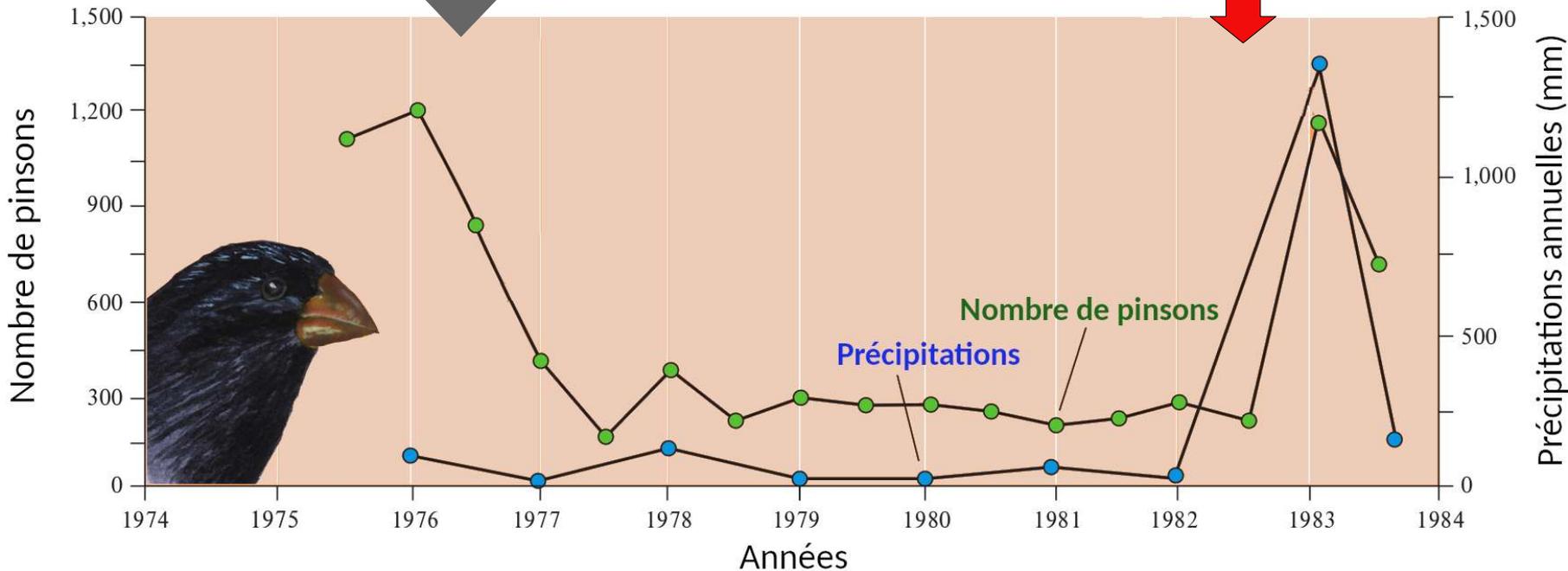
Conséquences au niveau de la biodiversité ? → MILIEU TERRESTRE

Le Géospize à bec moyen (*Geospiza fortis*) des Galapagos (île de Daphne Major)



sécheresse

El Niño



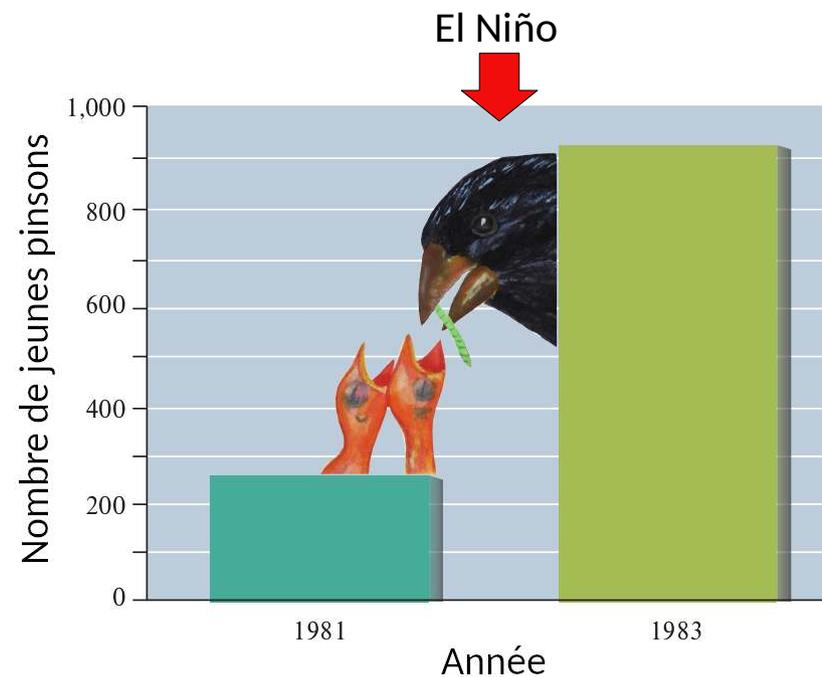
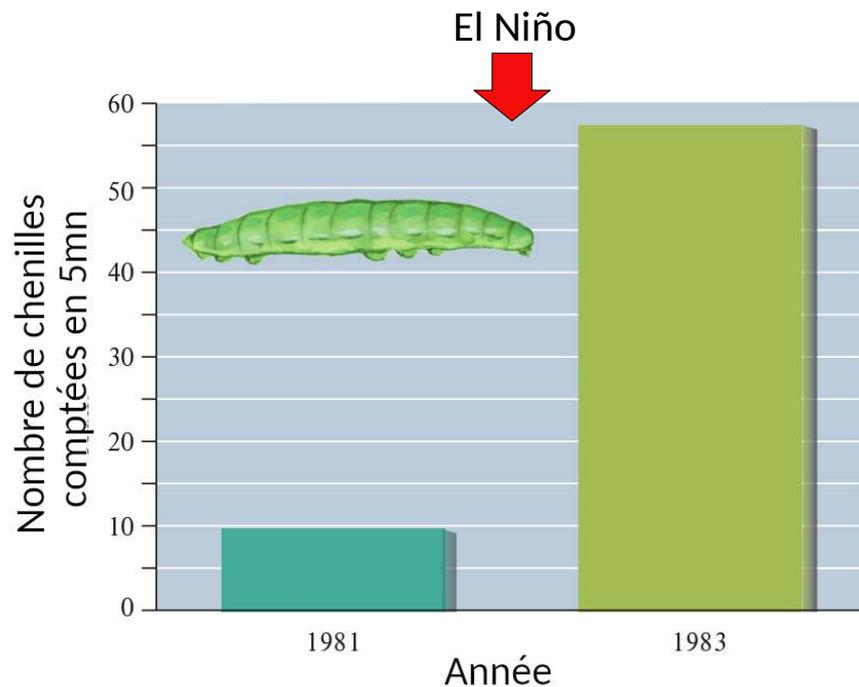
D'après Gibbs & Grant 1987. In Molles & Sher 2019



Les variations climatiques inter-annuelles : ENSO (El Niño et l'Oscillation australe)

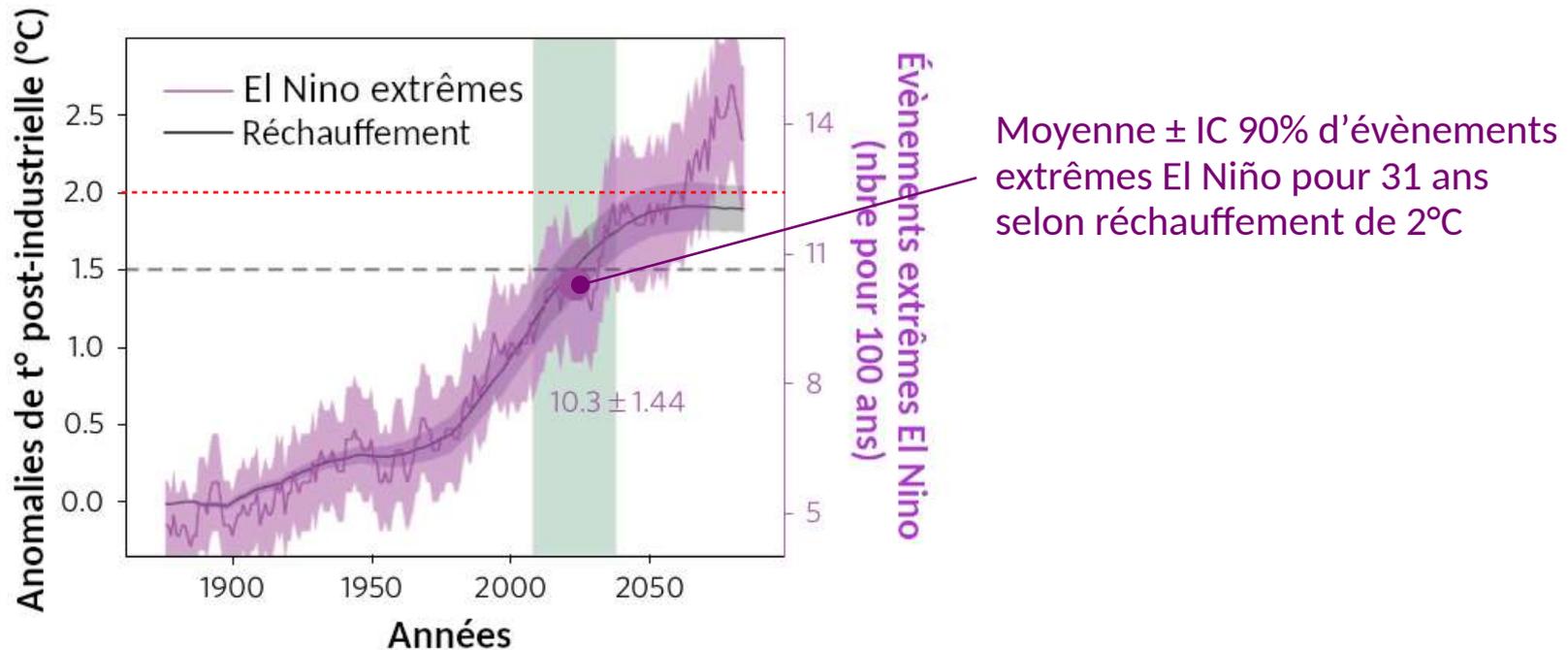
Conséquences au niveau de la biodiversité ? → **MILIEU TERRESTRE**

Le Géospize à bec moyen (*Geospiza fortis*)
des Galapagos (île de Daphne Major)



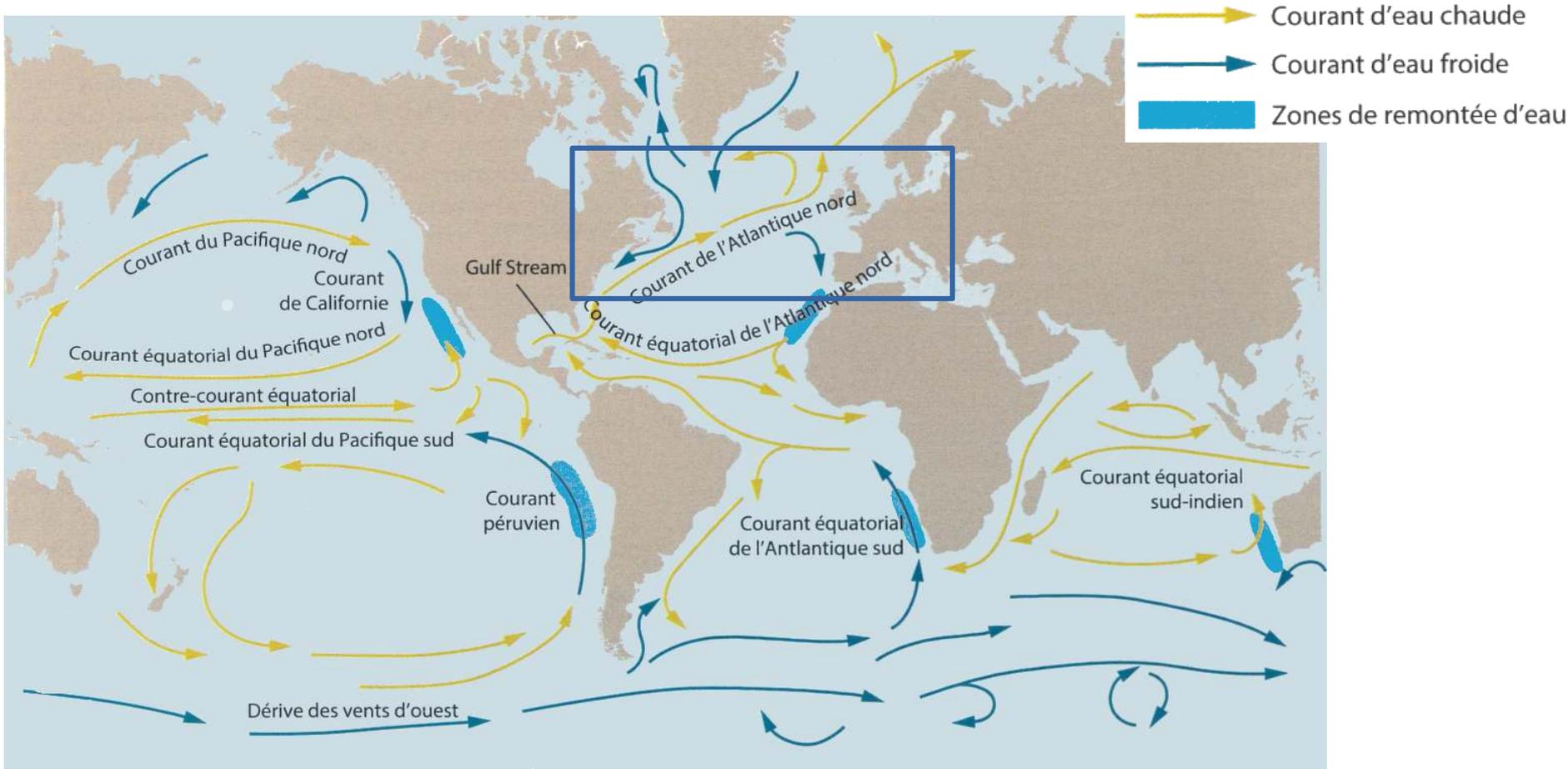
Les variations climatiques inter-annuelles : ENSO (El Niño et l'Oscillation australe)

Et dans le futur ?

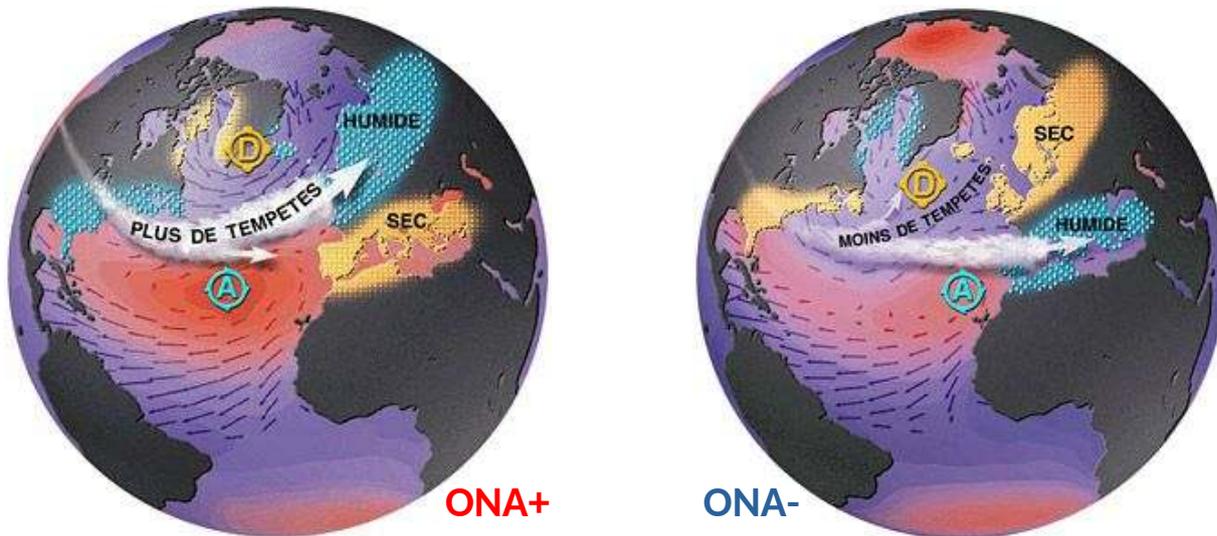


- Objectif « ambitieux » de réchauffement max de la conférence de Paris (2015)
- Objectif « normal » de réchauffement max (+2°C) sur lesquels sont basés les modèles de l'étude

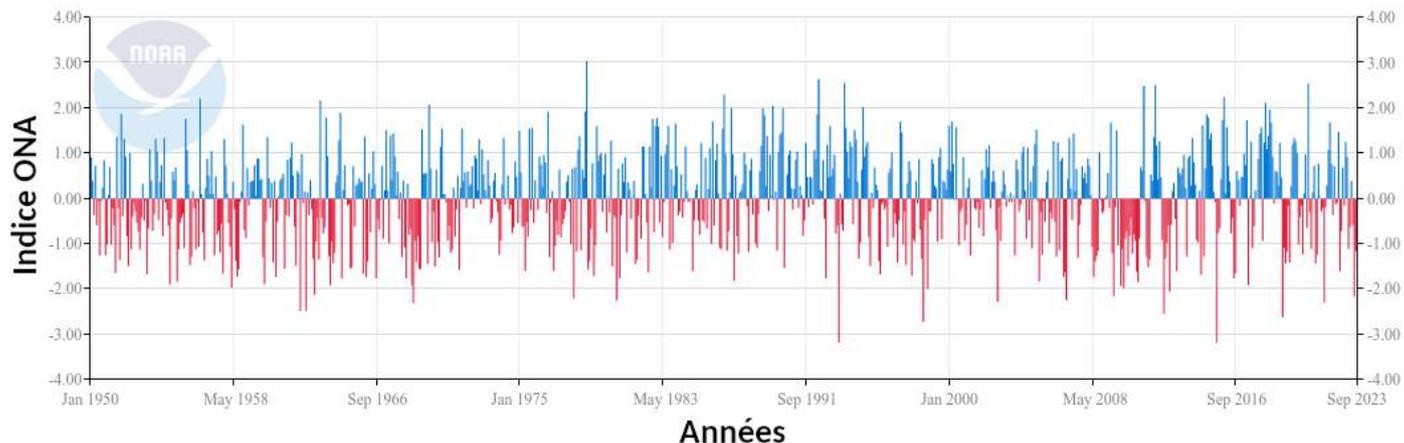
Les variations climatiques inter-annuelles : Oscillation Nord-Atlantique (ONA)



Les variations climatiques inter-annuelles : Oscillation Nord-Atlantique (ONA)



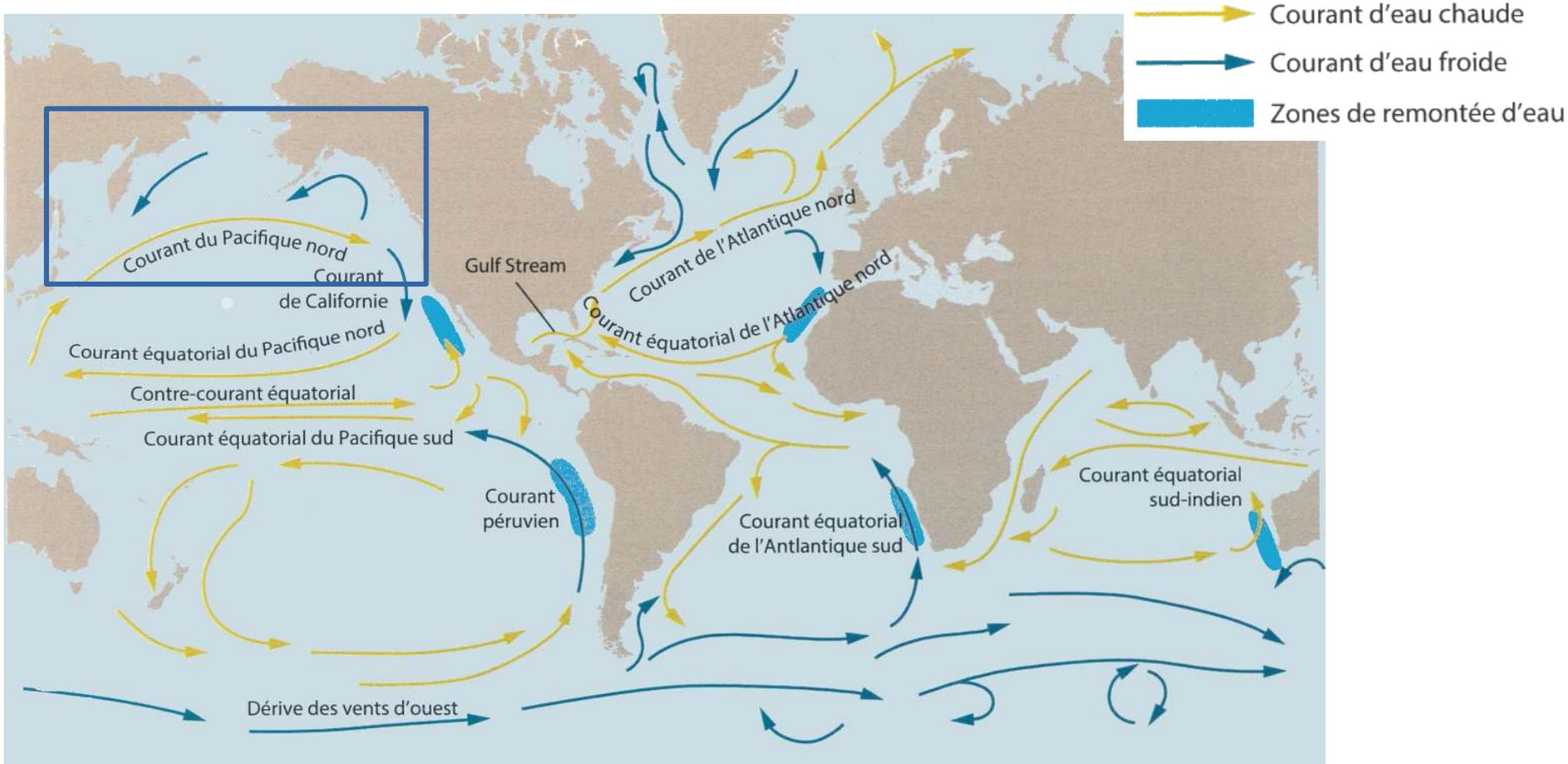
Température des eaux de surface de l'Atlantique Nord et variations climatiques entre Amérique du Nord et Europe



Indice ONA mensuels (variations de pression entre l'Islande et Gibraltar) entre 1950 et 2023

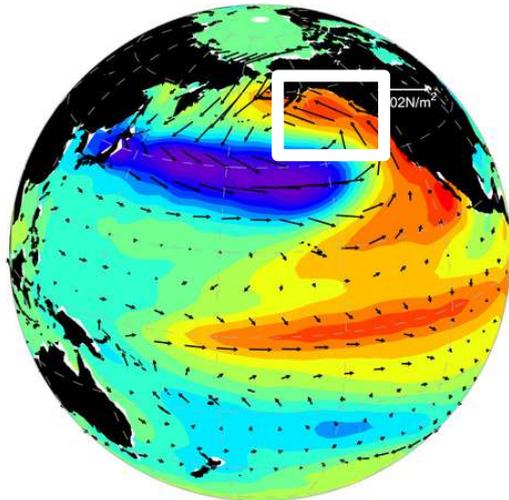
Source : <https://www.ncei.noaa.gov/>

Les variations climatiques inter-annuelles : Oscillation Décennale Pacifique (ODP)



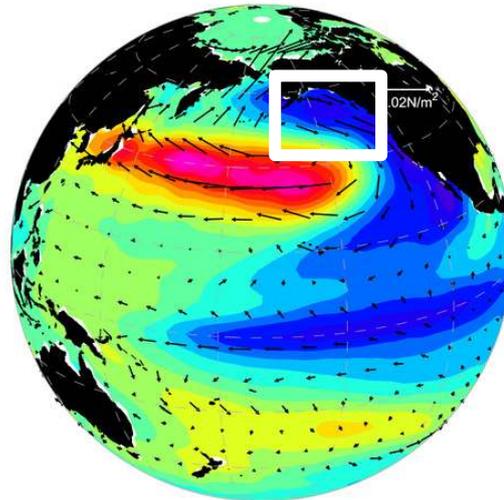
Les variations climatiques inter-annuelles : Oscillation Décennale Pacifique (ODP)

Phase chaude



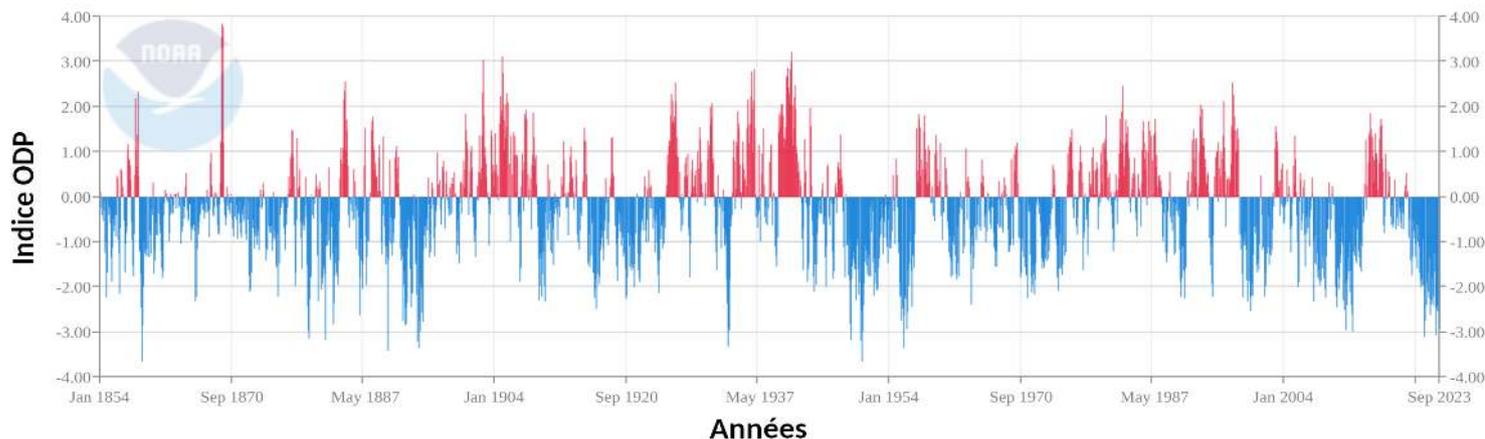
ODP+

Phase froide



ODP-

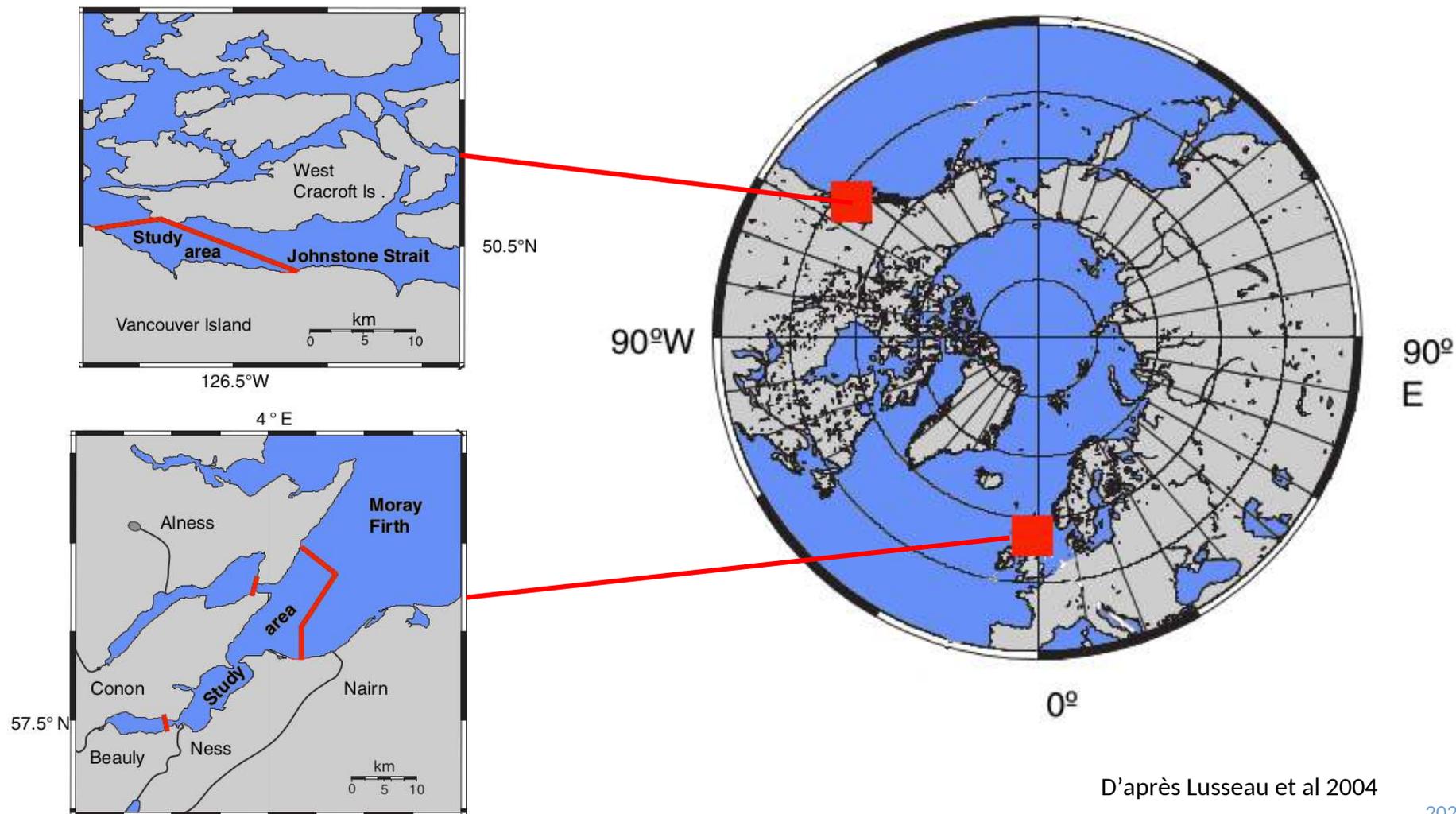
Température des eaux de surface du Pacifique sur la côte Ouest des USA



Indice ODP mensuel
(anomalie de température
du Pacifique Nord-Est)
entre 1854 et 2023

Source : <https://www.ncei.noaa.gov/>

Les variations climatiques inter-annuelles :
ONA et ODP



D'après Lusseau et al 2004

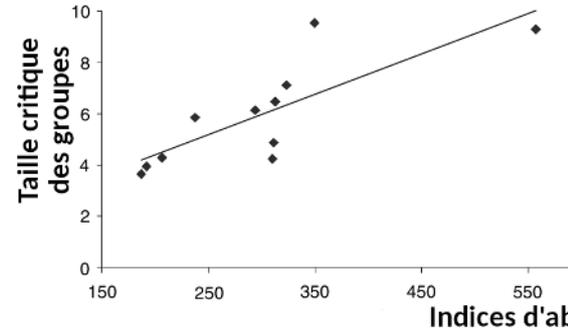
Les variations climatiques inter-annuelles : ONA et ODP



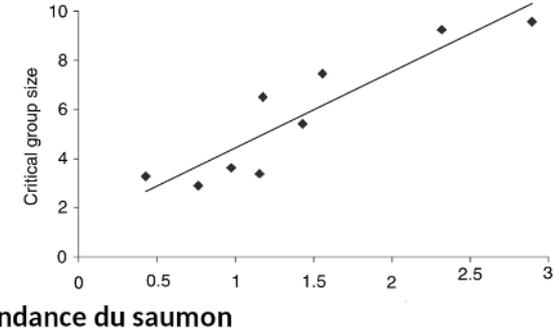
Photos libres de droit : pixabay.com

Variation de la structure sociale chez le **grand dauphin** (*Tursiops truncatus*) dans l'Atlantique Nord (Écosse) et de l'**orque** (*Orcinus orca*) dans le Pacifique Nord (baie de Vancouver) en relation avec l'**abondance de proies (saumons)** et les **indices ONA et ODP**

Dauphins et saumon de l'Atlantique

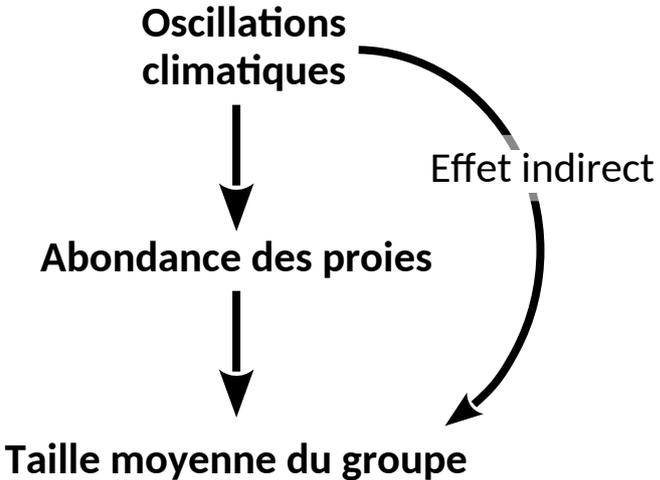


Orques et saumon du Pacifique



Les variations climatiques inter-annuelles : ONA et ODP

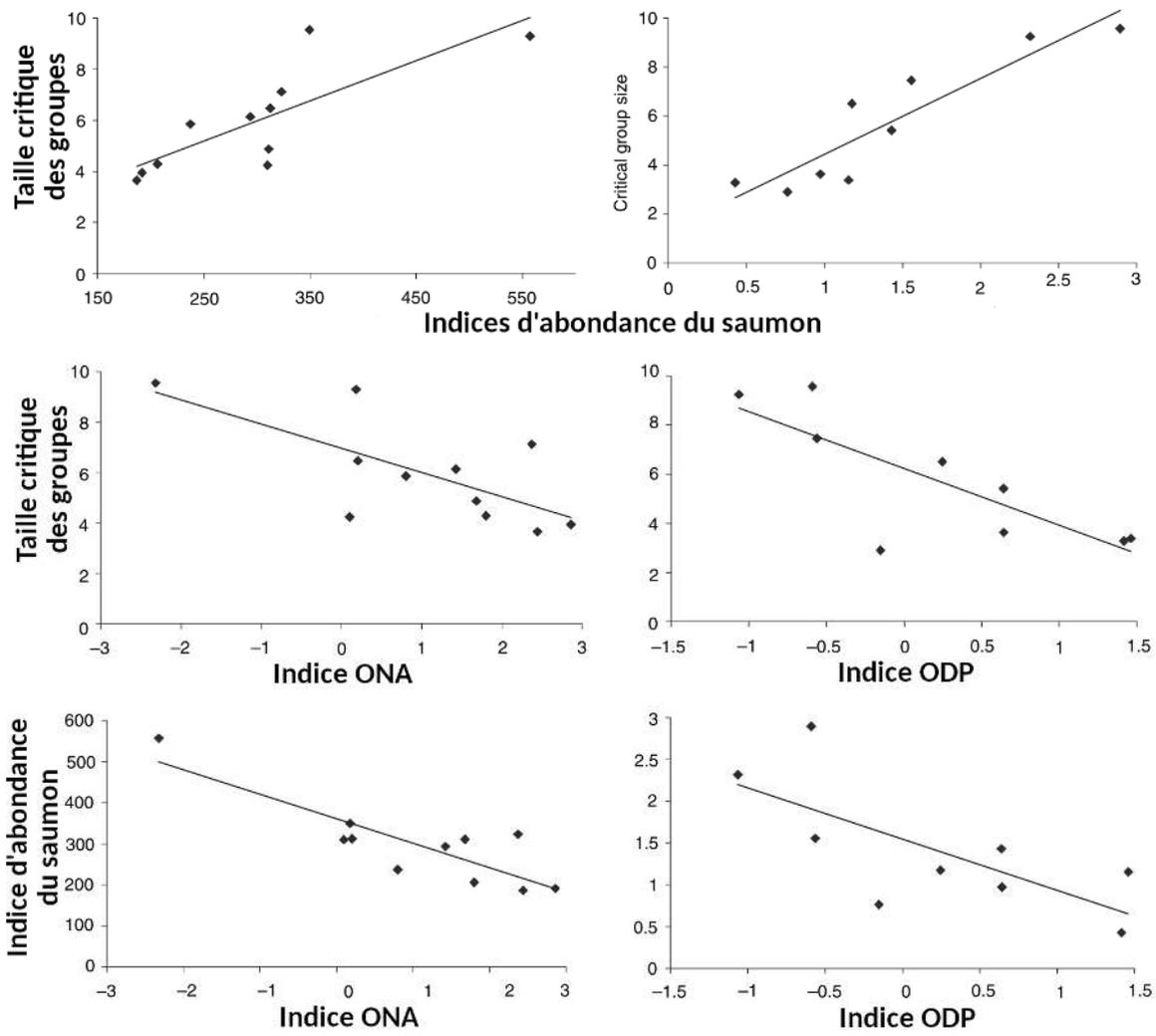
1) Relation taille des groupes sociaux / abondance de proies



2) Relation entre ODP/ONA et abondance de proies

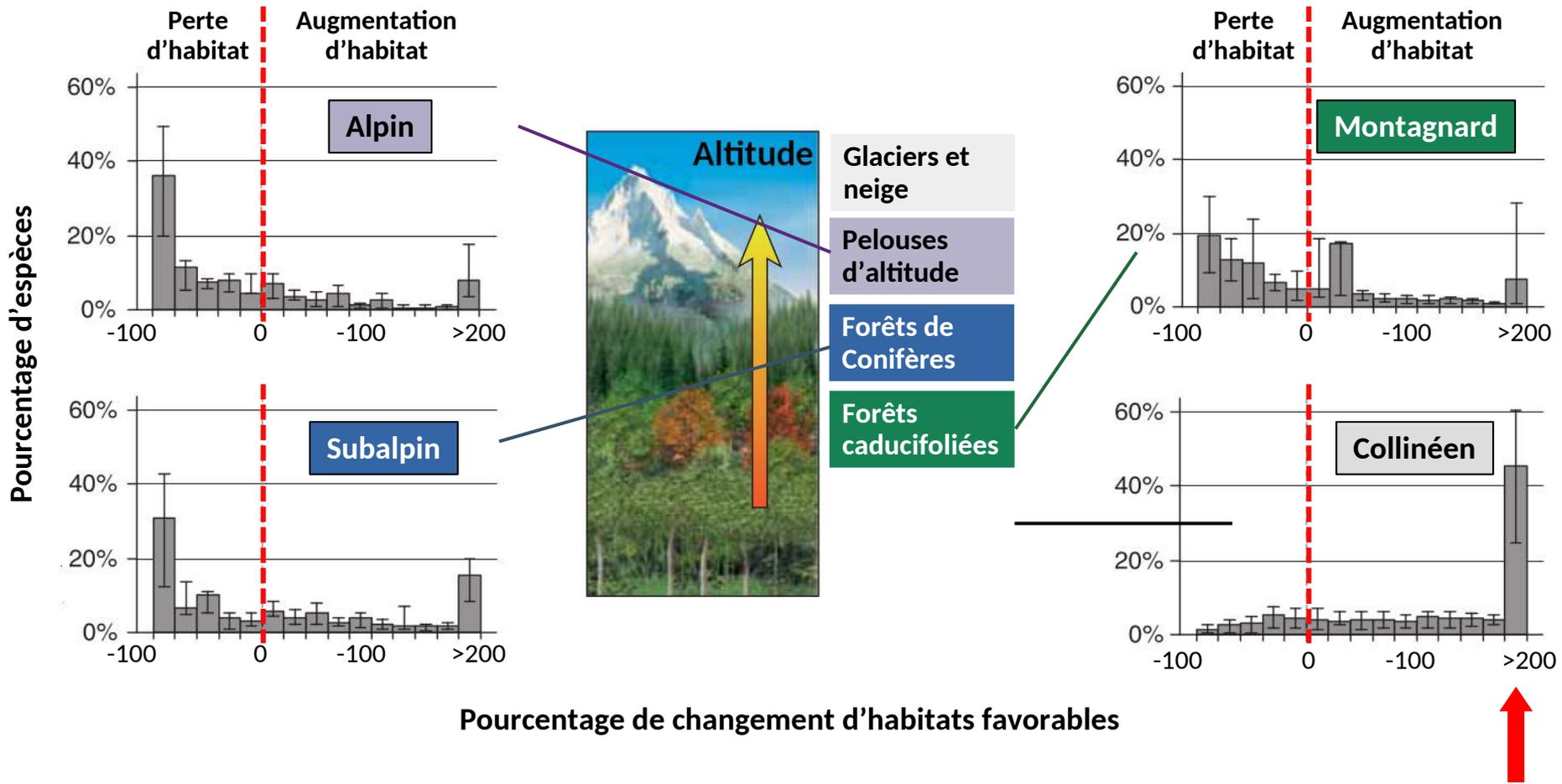
Dauphins et saumon de l'Atlantique

Orques et saumon du Pacifique



D'après Lusseau et al 2004

Les changements climatiques globaux



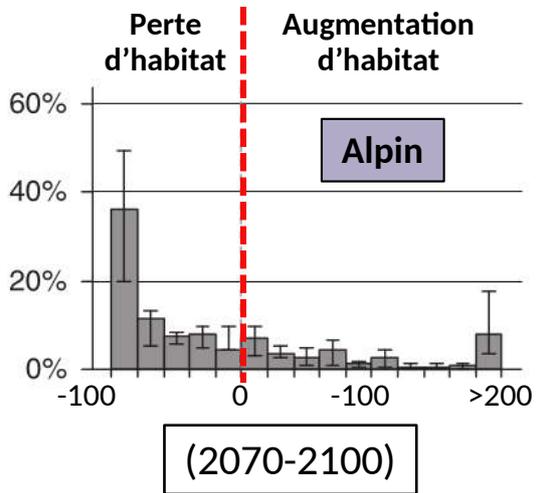
Pourcentage de changement d'habitats favorables

D'après Engler et al 2011.

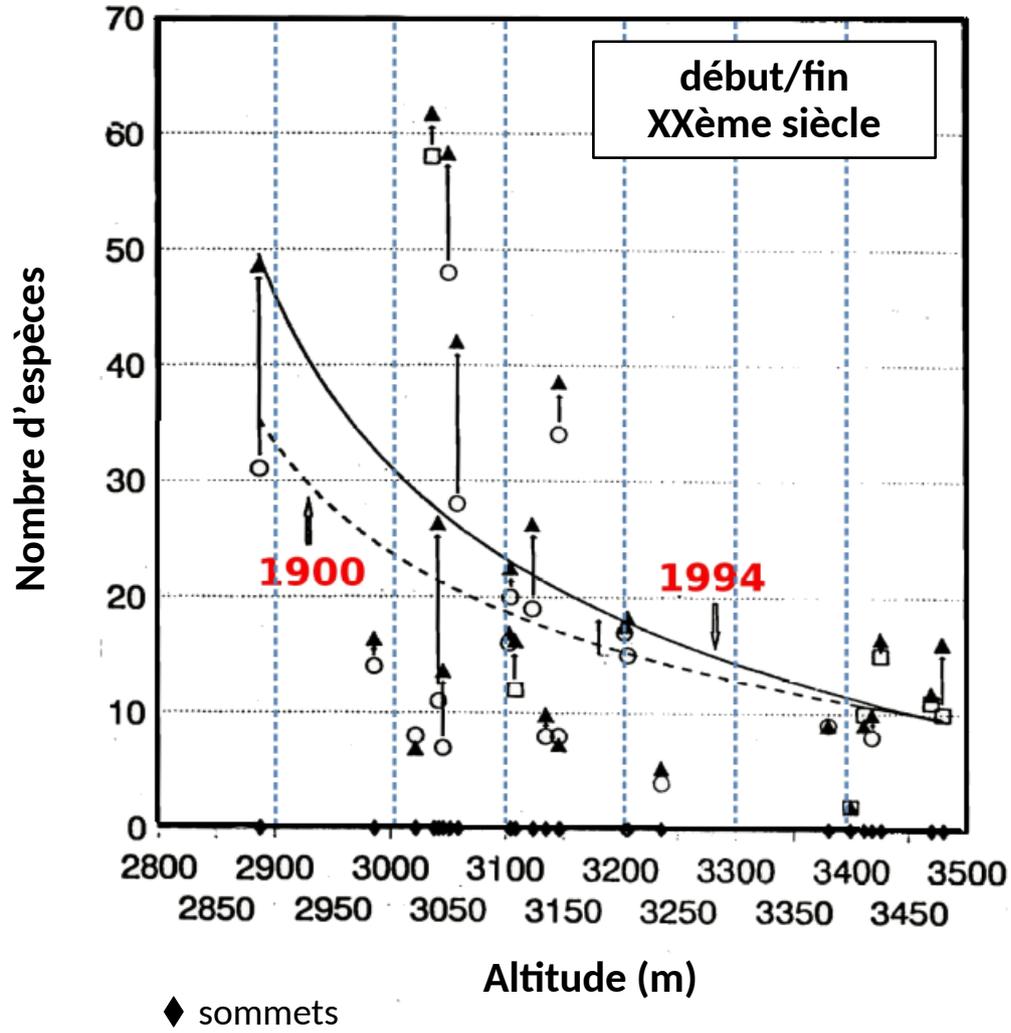
Flore des montagnes d'Europe : % de perte d'habitats par étage de végétation, selon le scénario moyen de +3,0 °C, pour la période 2070-2100.

Les changements climatiques globaux

Flore de haute altitude des Alpes: dynamique du nombre d'espèces végétales en fonction de l'altitude en un siècle (1895/1900 - 1994).



D'après Grabherr et al 1994



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

2. Les perturbations

Perturbation : tout évènement non prévisible affectant durablement la structure et/ou la composition d'un écosystème

environnement **biotique** (ex. introduction d'espèces)



Boiga irregularis

P. Kirillov - CC BY-SA 2.0 - Wikimedia Commons

environnement **abiotique** (ex. incendie, ouragan...)



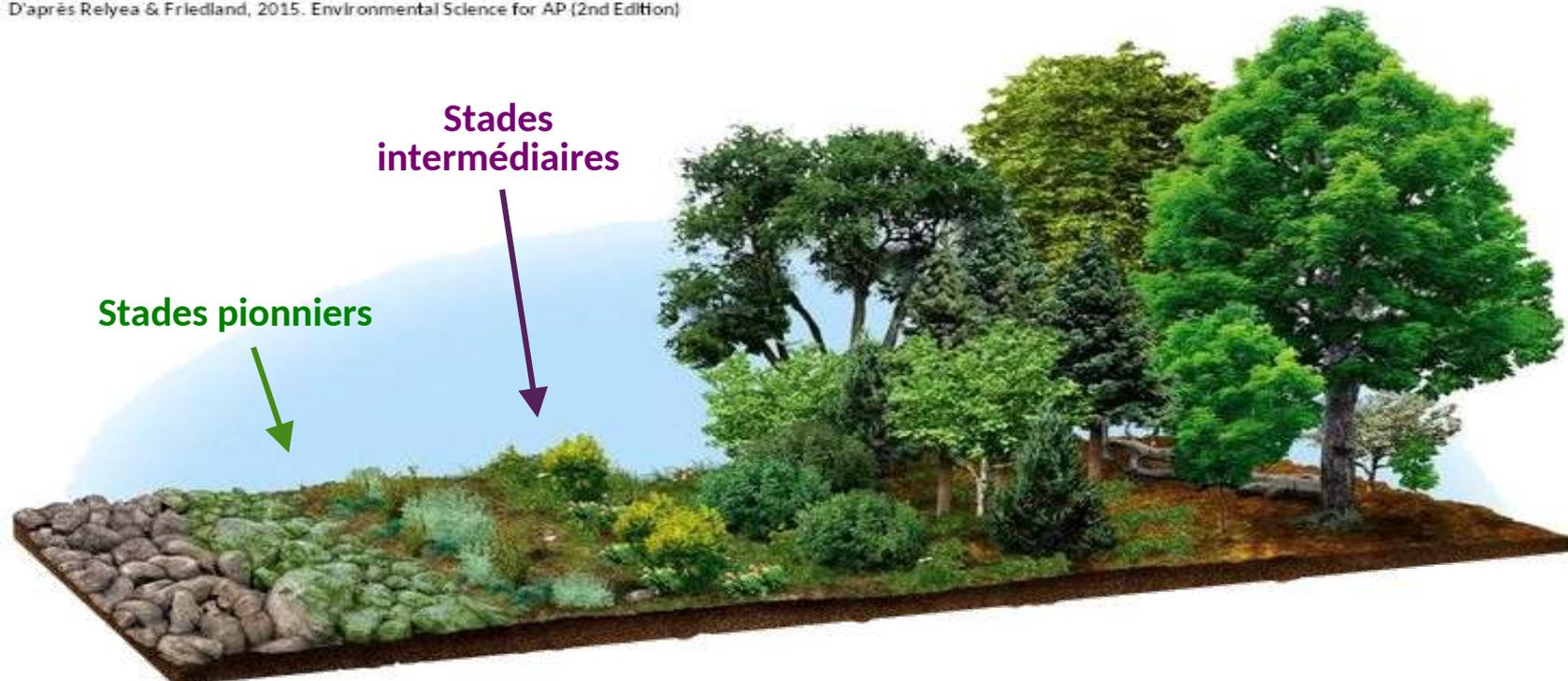
Dynamique de la biodiversité après perturbation

Succession écologique :

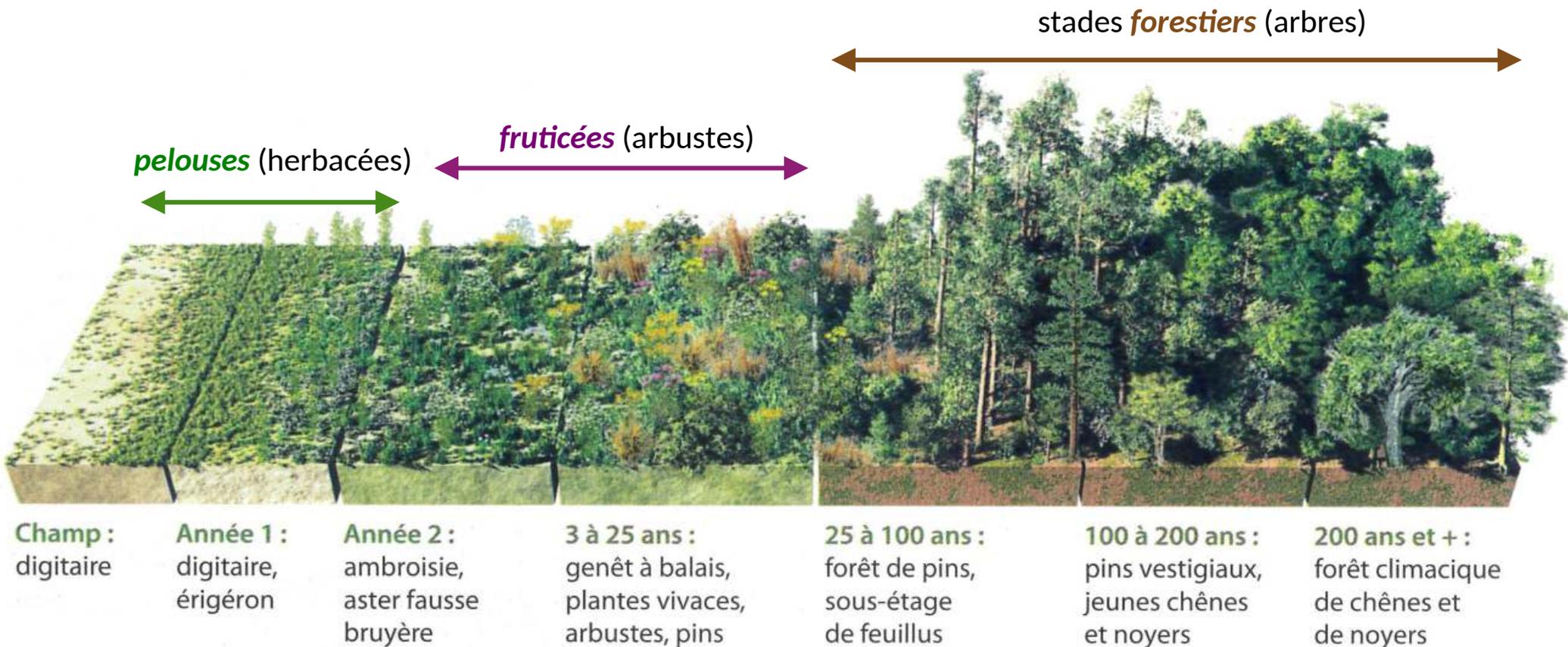
- les **pelouses** (herbacées)
- les **fruticées** (arbustes) → landes, matorrals, etc.
- les stades **forestiers** (arbres)

Stade « climacique »
= végétation potentielle

D'après Relyea & Friedland, 2015. Environmental Science for AP (2nd Edition)

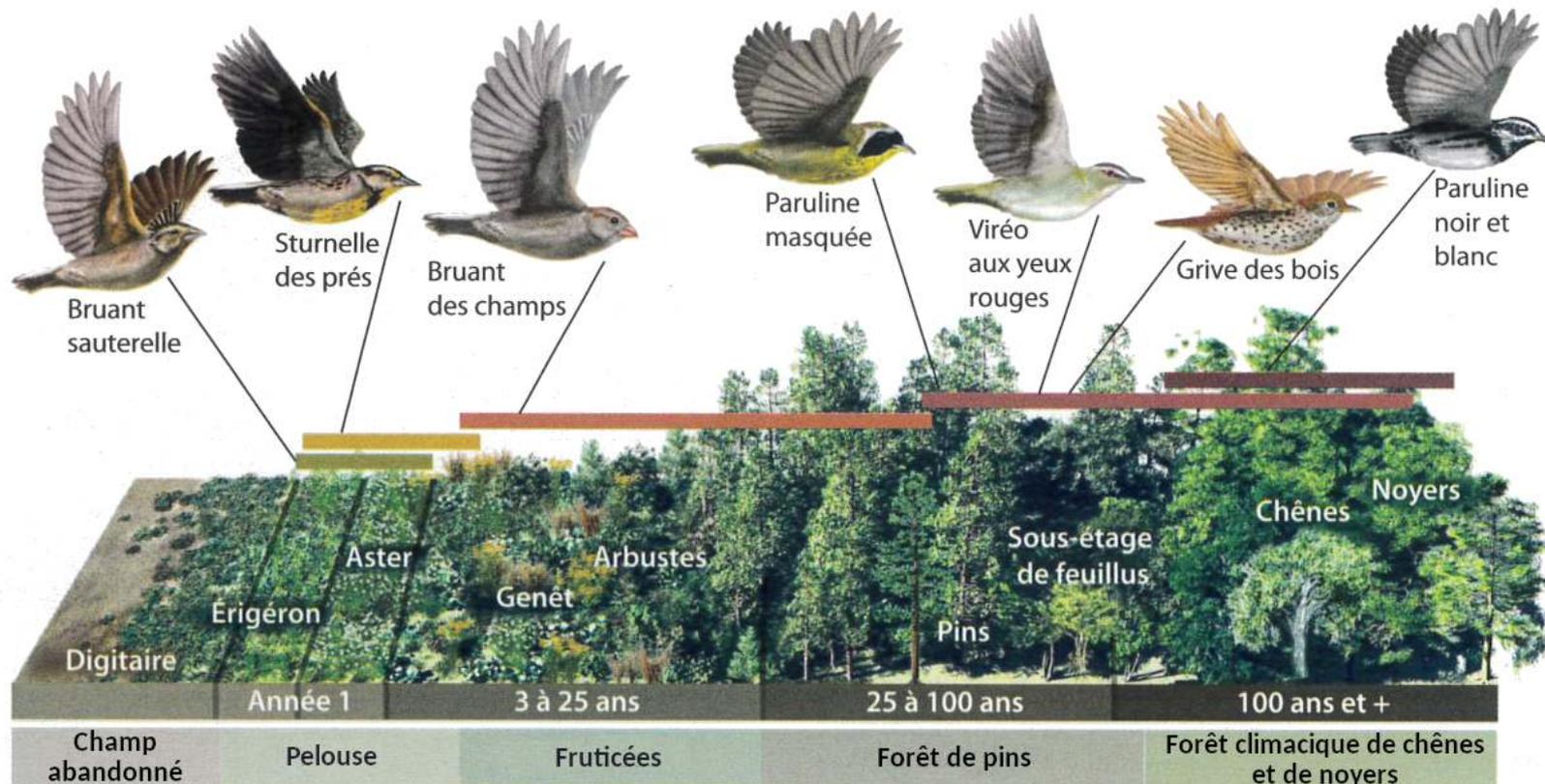


Dynamique de la biodiversité après perturbation



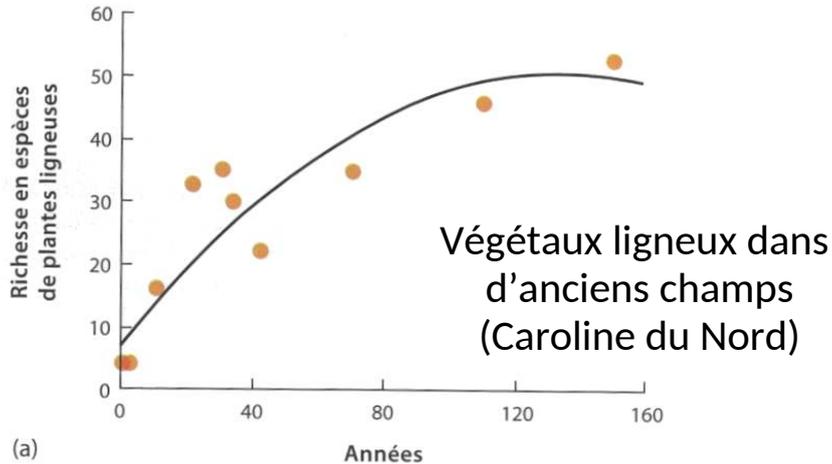
Un exemple de succession en milieu tempéré (Caroline du Nord)

Dynamique de la biodiversité après perturbation

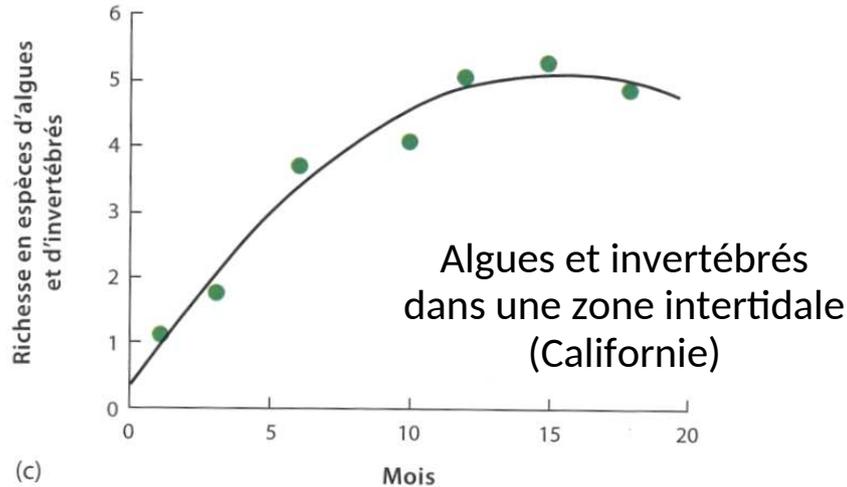


Un exemple de succession en milieu tempéré (Caroline du Nord)

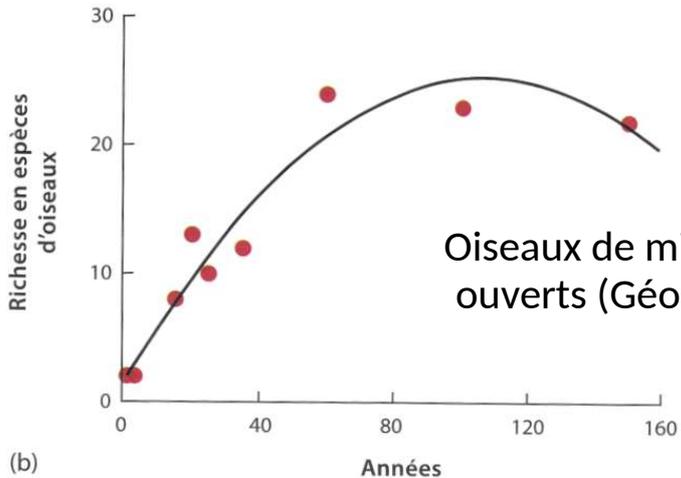
Dynamique de la biodiversité après perturbation



(a)



(c)



(b)

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

Les contraintes : prévisibles et régulières

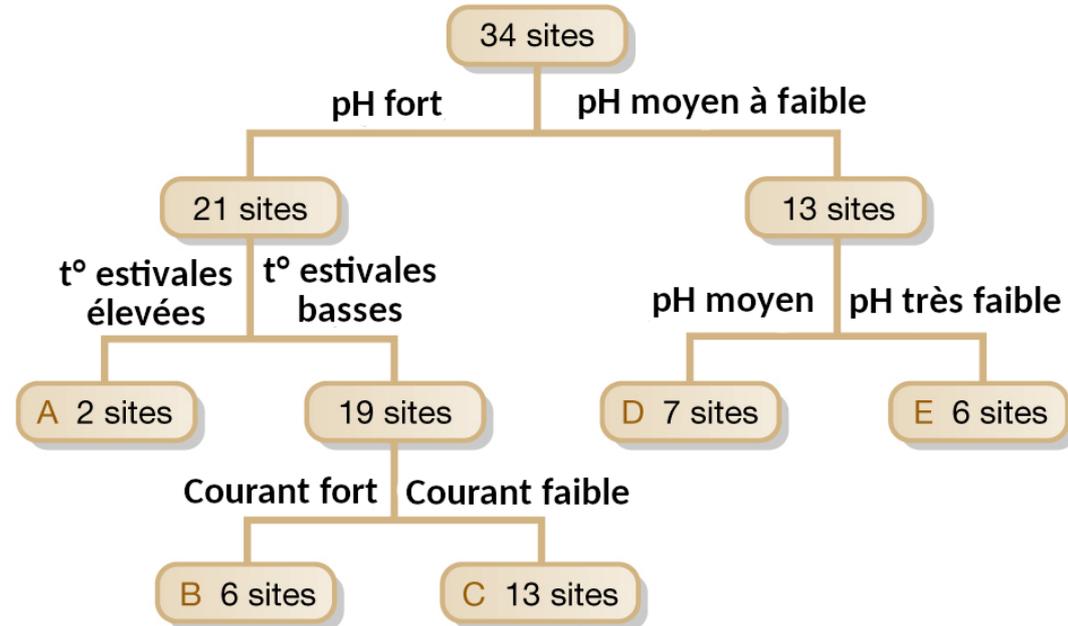
Variation à faible distance de quelques facteurs écologiques dans des cours d'eau du Sud de l'Angleterre, en relation avec la **variation de la composition en espèces d'invertébrés dans les communautés.**

D'après Townsend et al 2008

**34 communautés différentes,
réparties en 5 classes (A à E)**

Les communautés varient selon:

- la température de l'eau en été
- le pH de l'eau
- la **force du courant**



Les contraintes : prévisibles et régulières

Variation à faible distance de quelques facteurs écologiques dans des cours d'eau du Sud de l'Angleterre, en relation avec la **variation de la composition en espèces d'invertébrés dans les communautés.**

D'après Townsend et al 2008

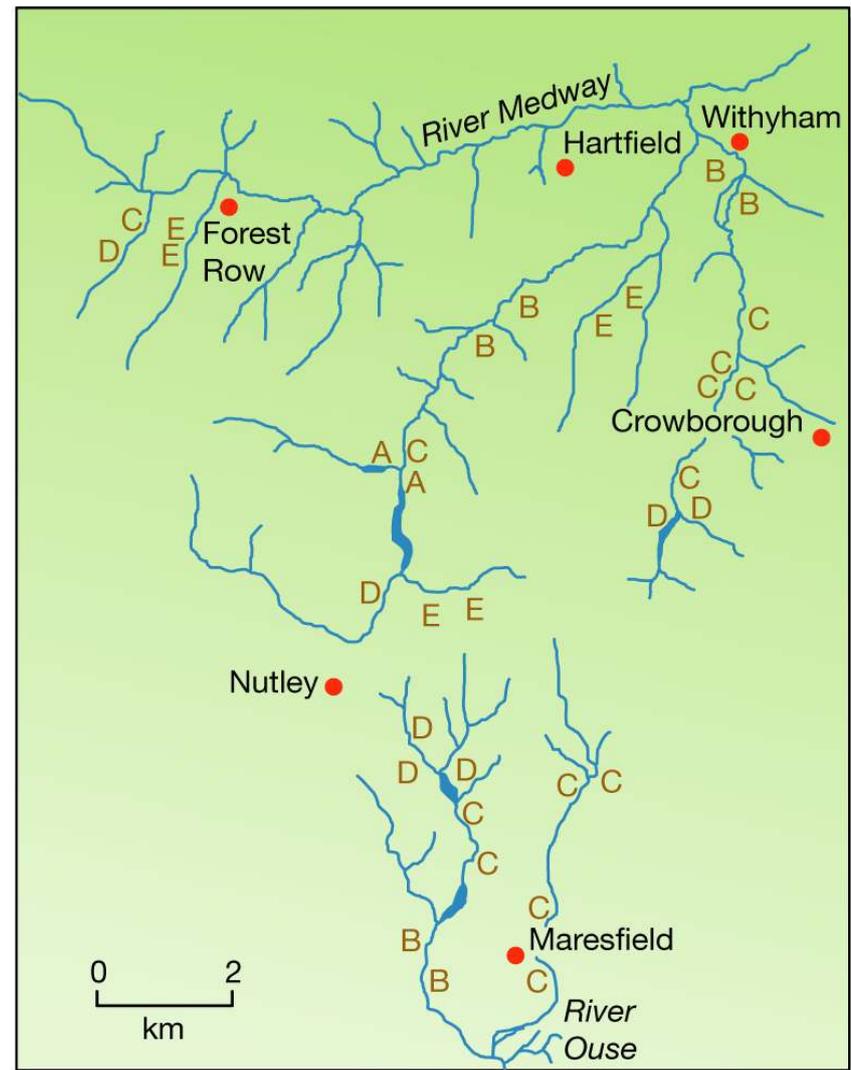
**34 communautés différentes,
réparties en 5 classes (A à E)**

Les communautés varient selon:

- la température de l'eau en été
- le pH de l'eau
- la **force du courant**

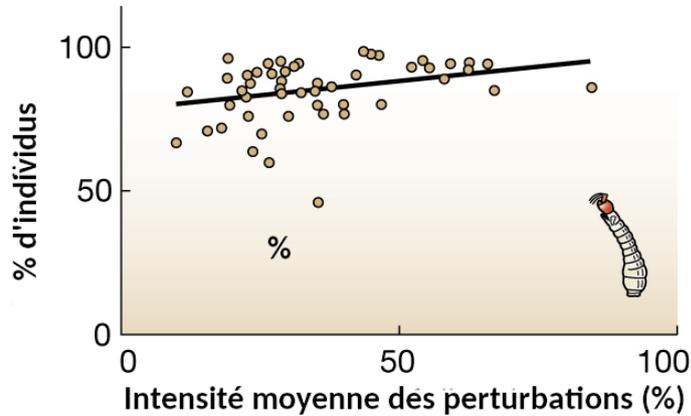
Explications fonctionnelles :

- Résistance physiologique (froid; pH)
- **Morphologie** (courants)

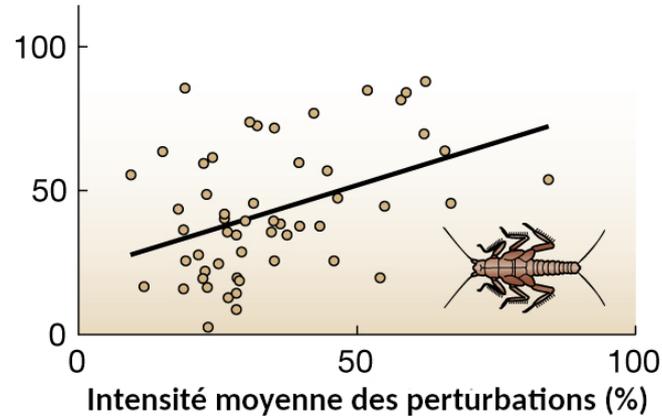


Les perturbations : non prévisibles, mais parfois récurrentes...

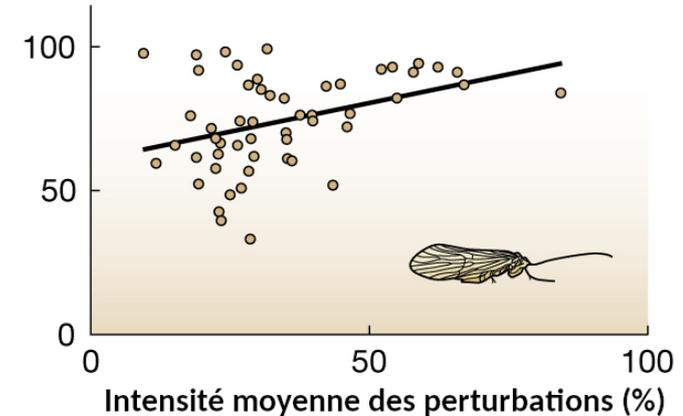
Petites larves



Corps fin ou aplati



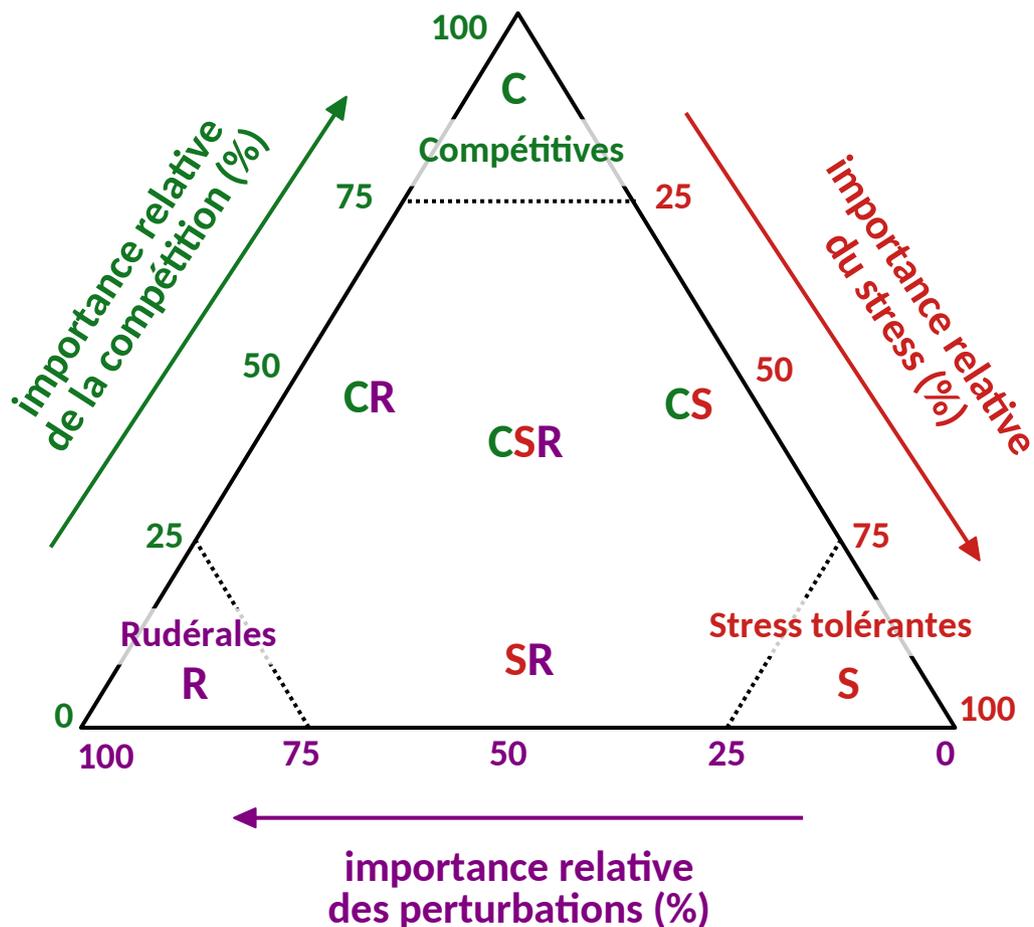
Mobilité des adultes



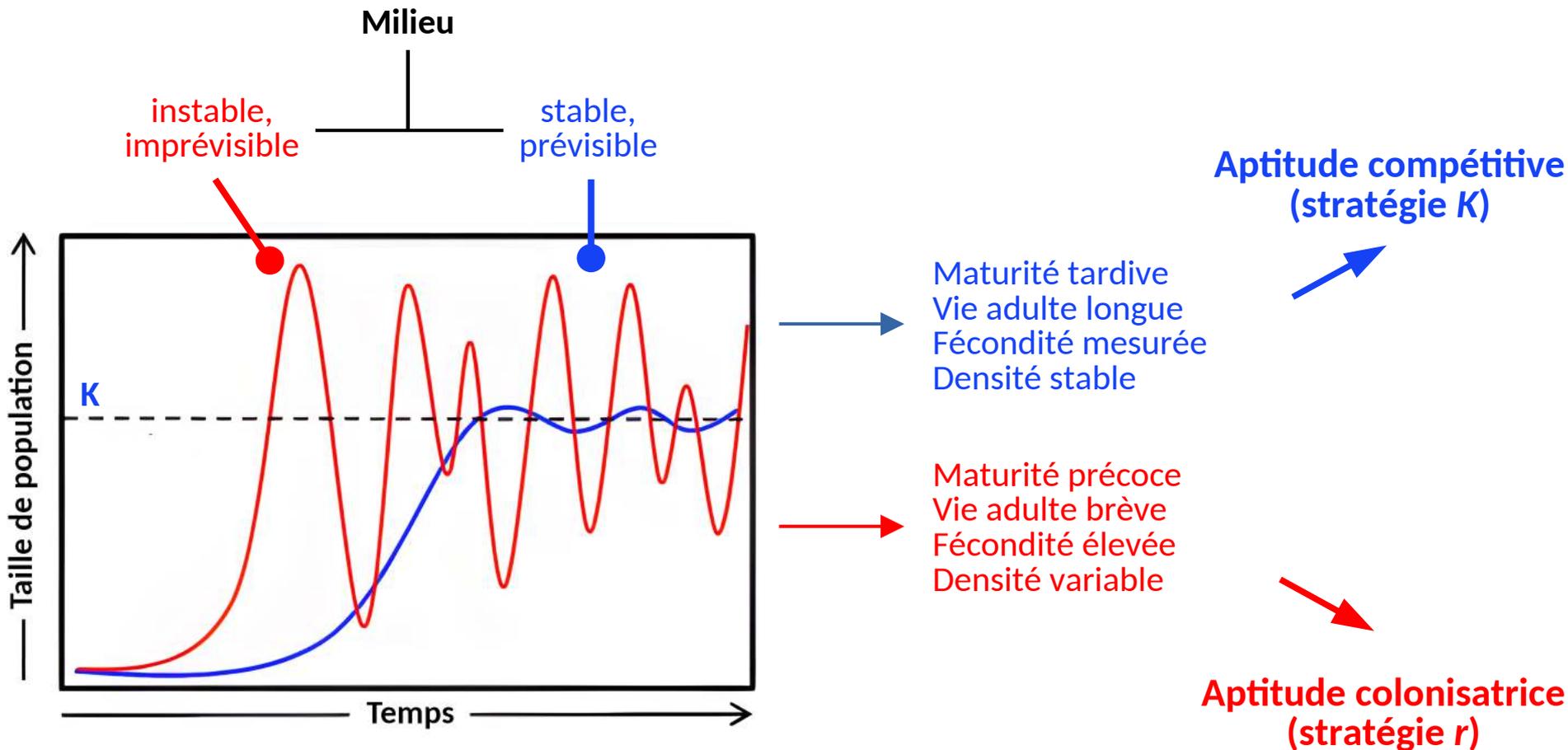
Variation des caractéristiques morphologiques et fonctionnelles des insectes dans différents cours d'eau en Nouvelle-Zélande, en relation avec l'intensité des perturbations.

D'après Townsend et al 2008

Les stratégies C-S-R : triangle de Grime (1974)



Les stratégies biodémographiques r/K



Stratégies r et K, et caractéristiques biodémographiques des espèces.

