

Écologie fondamentale : concepts et méthodes (HAV316B)

Christophe PETIT

Cours 5



Écologie fondamentale : concepts et méthodes (HAV316B)



Introduction

1ère partie. La biodiversité : un concept-clé

2ème partie. La biodiversité : un paramètre hétérogène et dynamique

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 glaciations, des variations climatiques à long terme


Charles C. Adams (1905)

THE POSTGLACIAL DISPERSAL OF THE NORTH AMERICAN BIOTA.¹

CHAS. C. ADAMS.

[From the University Museum, University of Michigan.]

cf. CM3

 limite sud de la calotte glaciaire

1-5 : grandes zones de recul/recolonisation des communautés

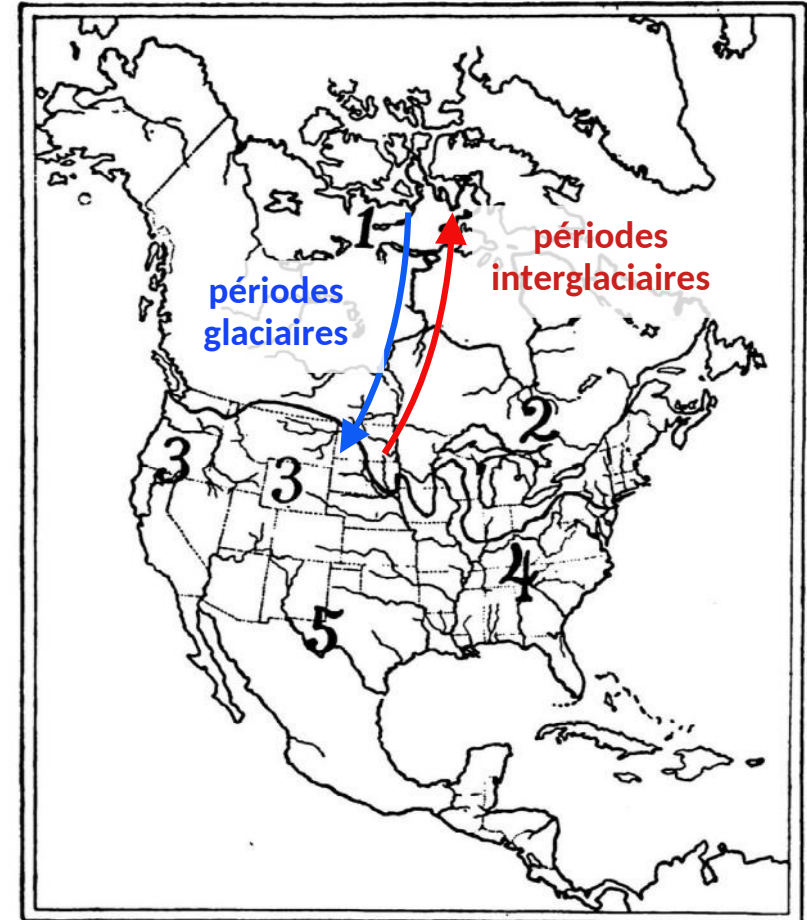
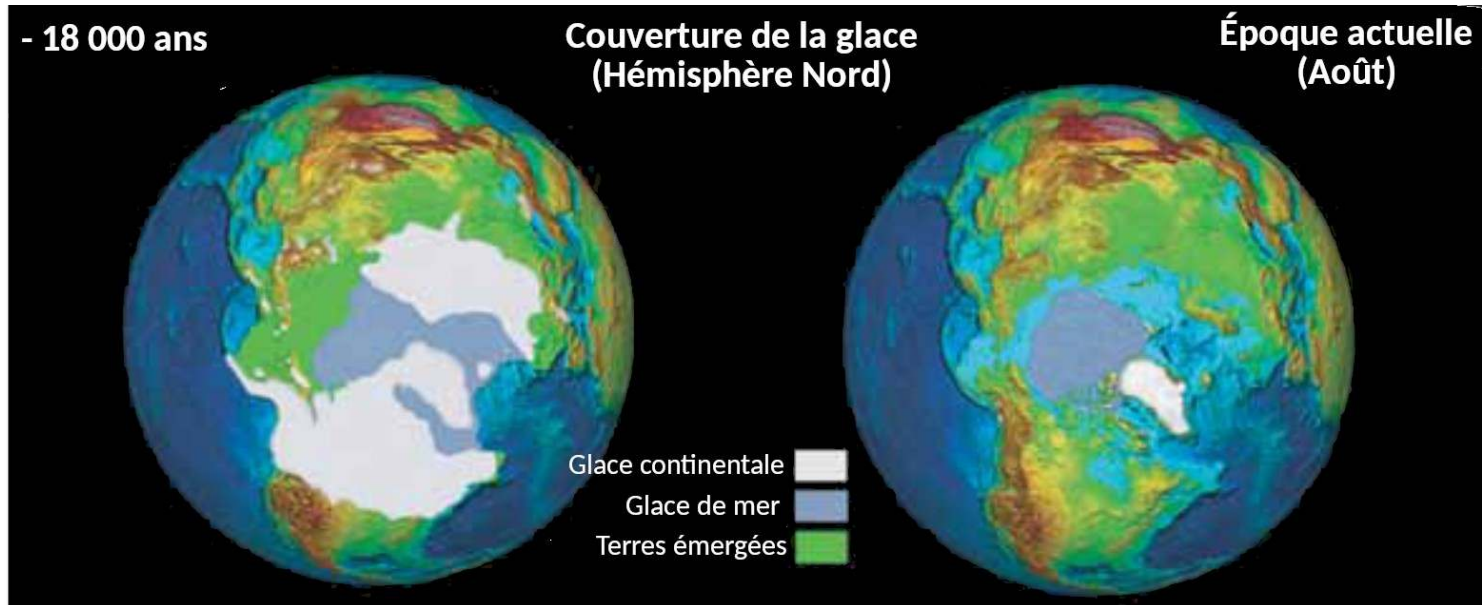


FIG. 1. Showing the present location of the five biotic types and the area invaded by them in Postglacial times. The transverse lines indicate the southern margin of the last (Wisconsin) ice sheet.

1.2. Variations climatiques temporelles et conséquences écologiques

Les glaciations, des variations climatiques à long terme

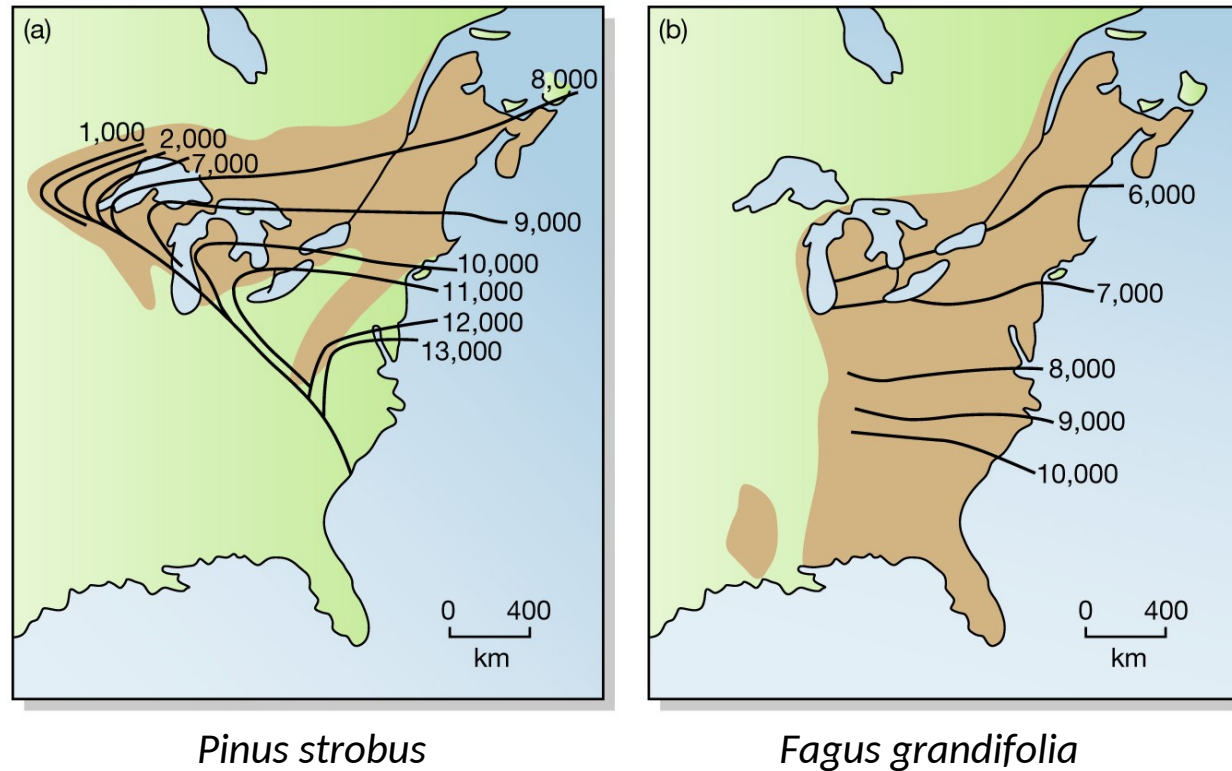


D'après The National Oceanic and Atmospheric Administration, In Miller & Spoolman, 2009

1.2. Variations climatiques temporelles et conséquences écologiques

Les glaciations, des variations climatiques à long terme

Exemple: distribution de *Pinus strobus* et de *Fagus grandifolia* en Amérique du Nord depuis la dernière glaciation.

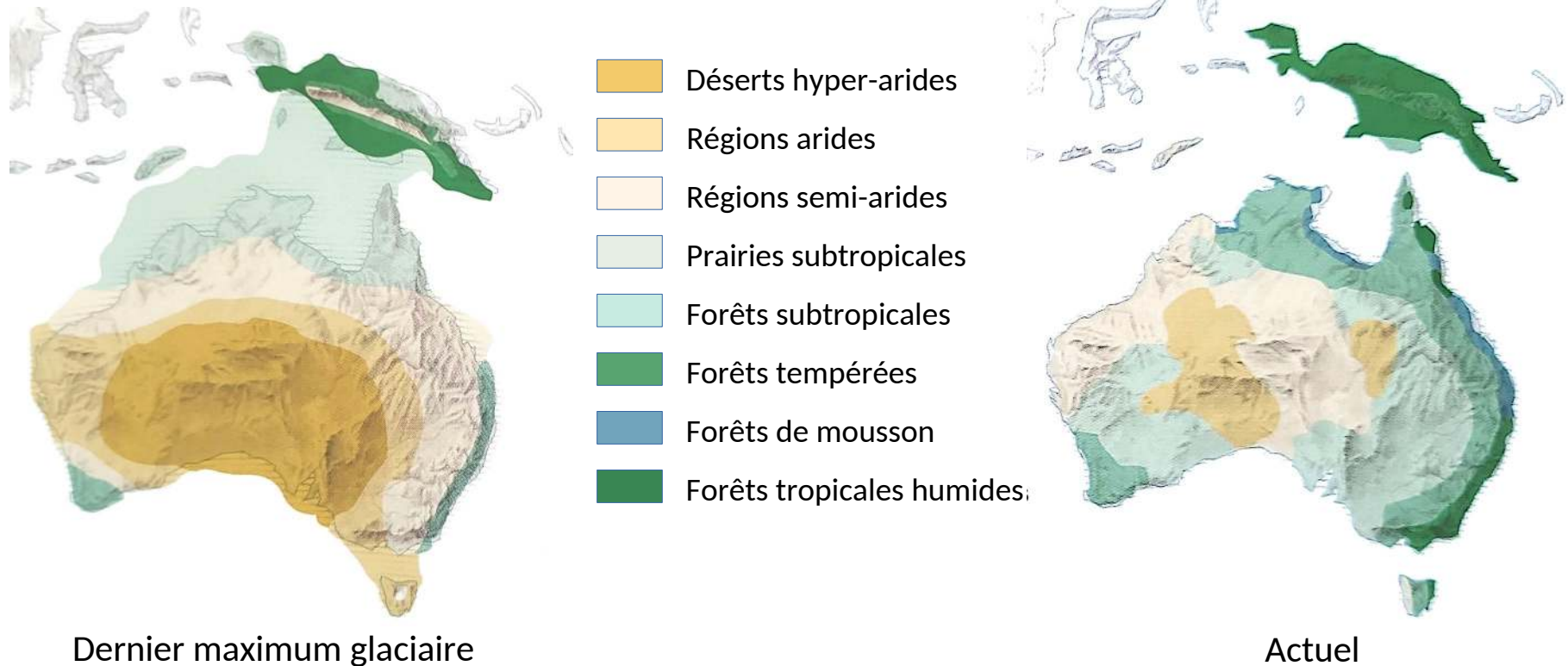


D'après Townsend et al., 2008

1.2. Variations climatiques temporelles et conséquences écologiques

Les glaciations, des variations climatiques à long terme

Exemple : variation de l'aire de répartition des grands types d'écosystèmes en Australie au dernier maximum glaciaire et aujourd'hui.

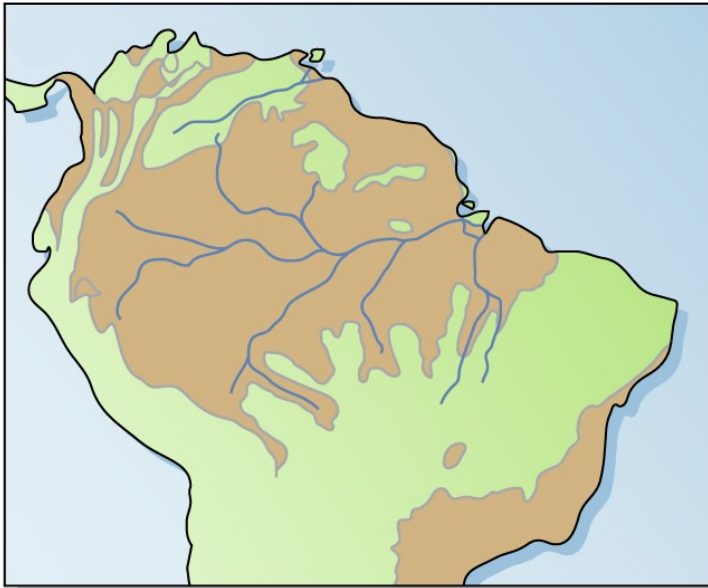


D'après Adams 2002, in Bortolamiol et al 2024

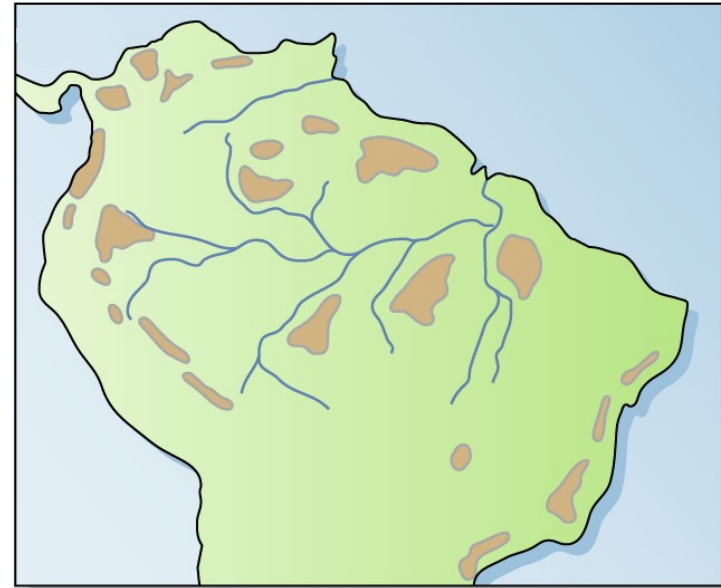
1.2. Variations climatiques temporelles et conséquences écologiques

Les glaciations, des variations climatiques à long terme

Exemple : variation de l'aire de répartition des forêts tropicales humides en Amérique du Sud au dernier maximum glaciaire (-18 000 ans) et aujourd'hui.



Actuel

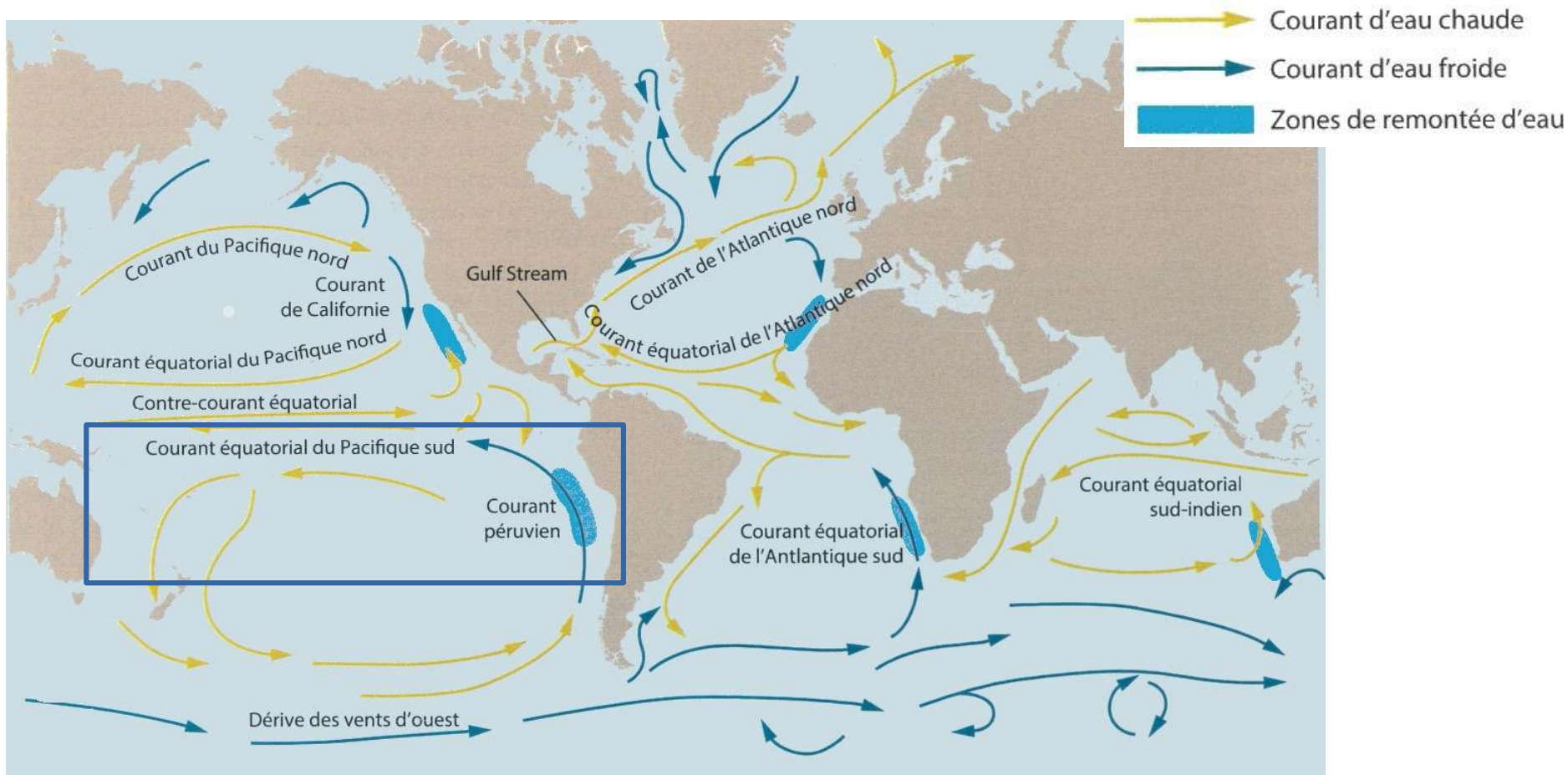


Dernier maximum glaciaire

D'après Townsend et al., 2008

1.2. Variations climatiques temporelles et conséquences écologiques

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

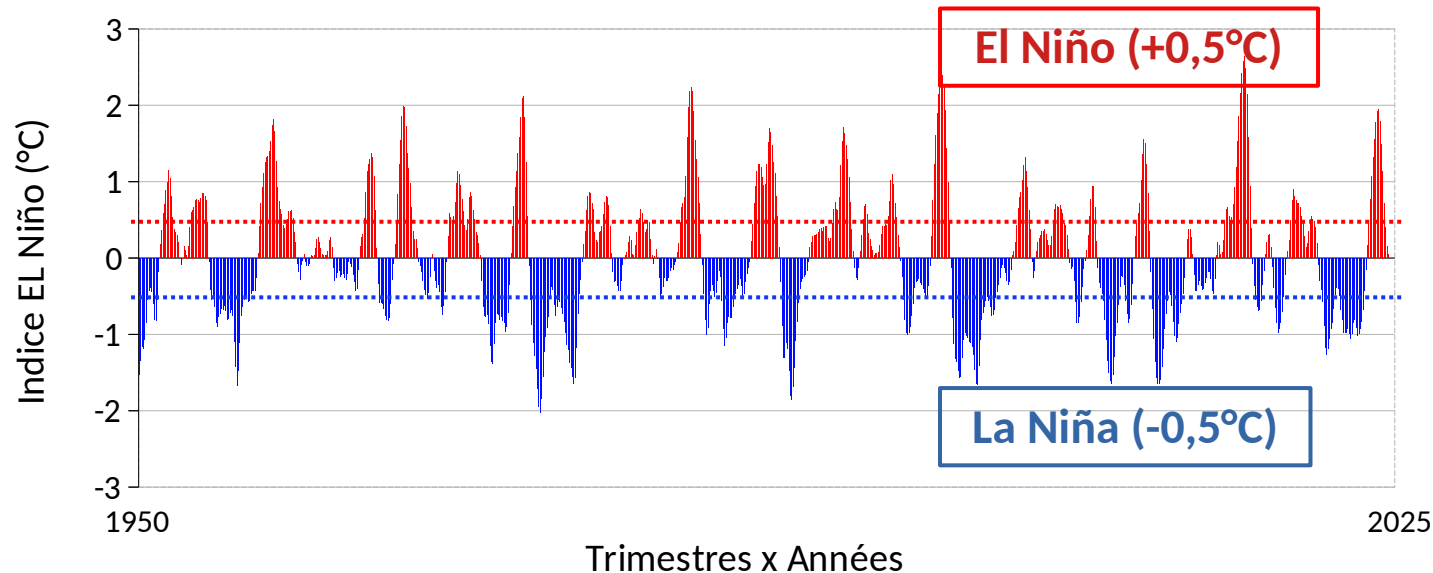


Les variations climatiques inter-annuelles : ENSO (El Niño et l'Oscillation australe)

Modifications **des courants du Pacifique central tropical**, au large des côtes du Pérou

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

El Niño + Oscillation australe (Southern oscillation) = ENSO



inversion des courants

intensification des courants

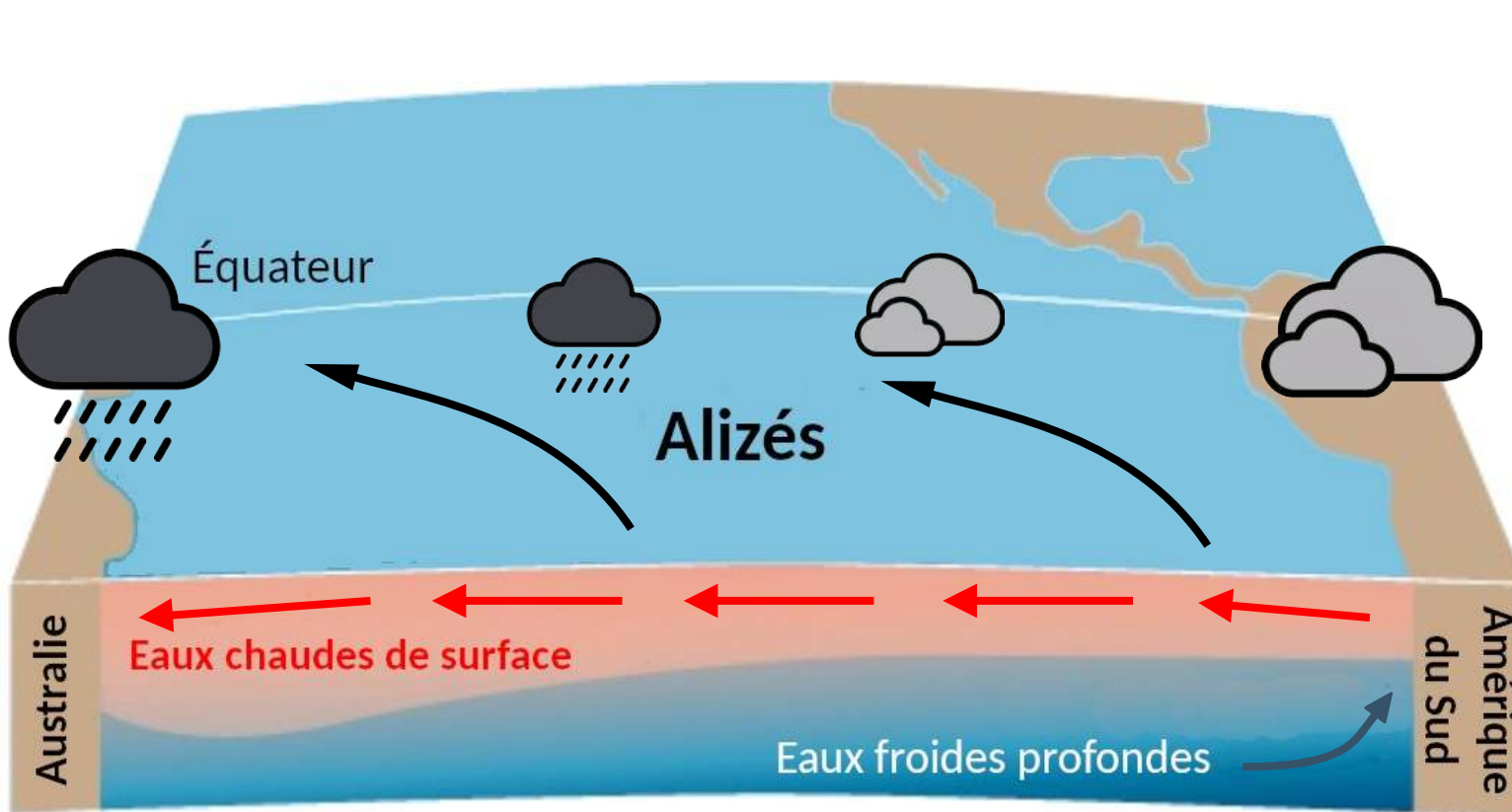
Indice ENSO entre 1950 et 2024 (pour partie)

Indice = différence de température du Pacifique central tropical par rapport à la moyenne 1980-2010

Source : NOAA Physical Sciences Laboratory
<https://psl.noaa.gov/enso/>

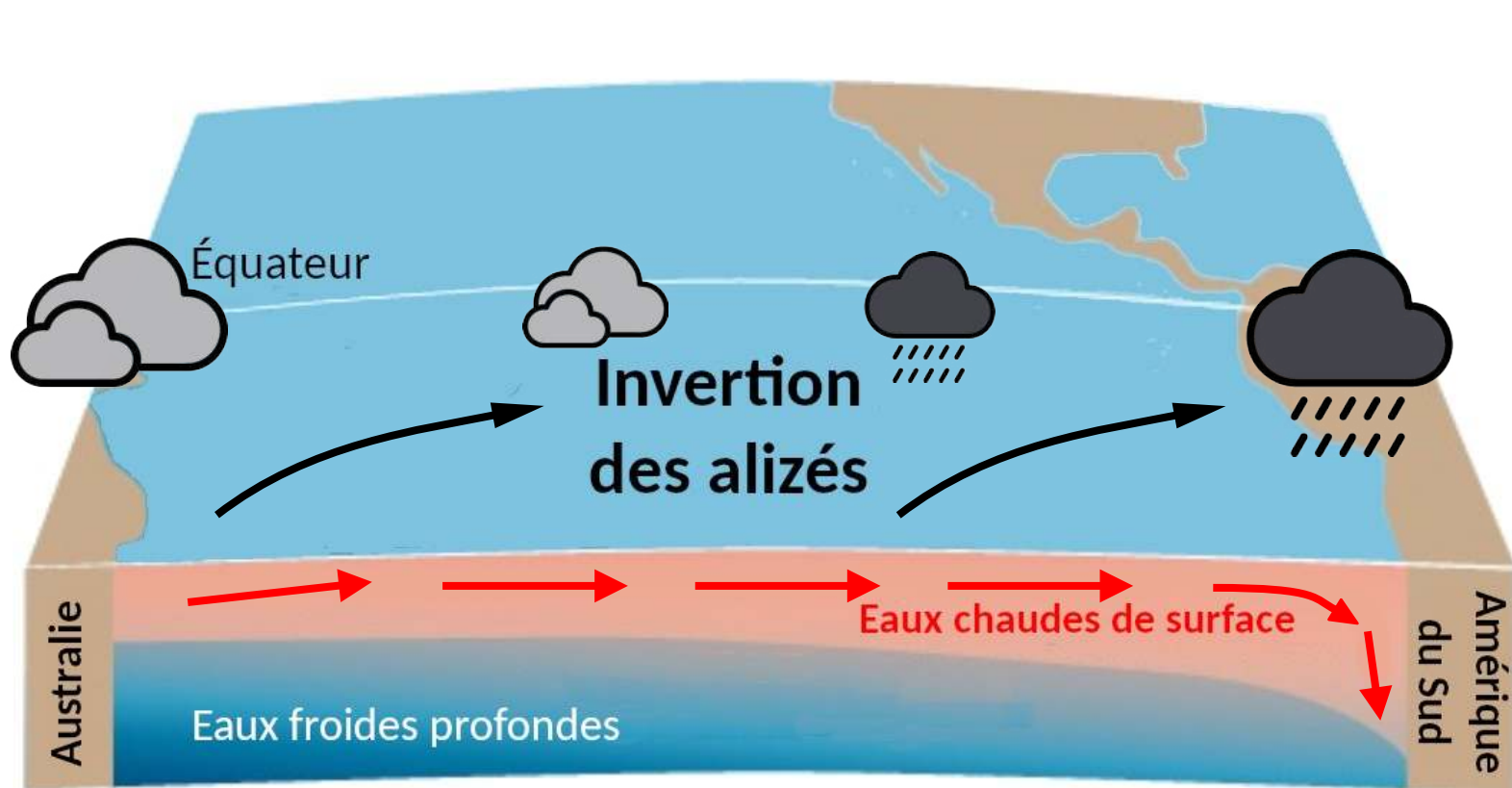
Les variations climatiques inter-annuelles : ENSO (El Niño et l'Oscillation australe)

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)

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

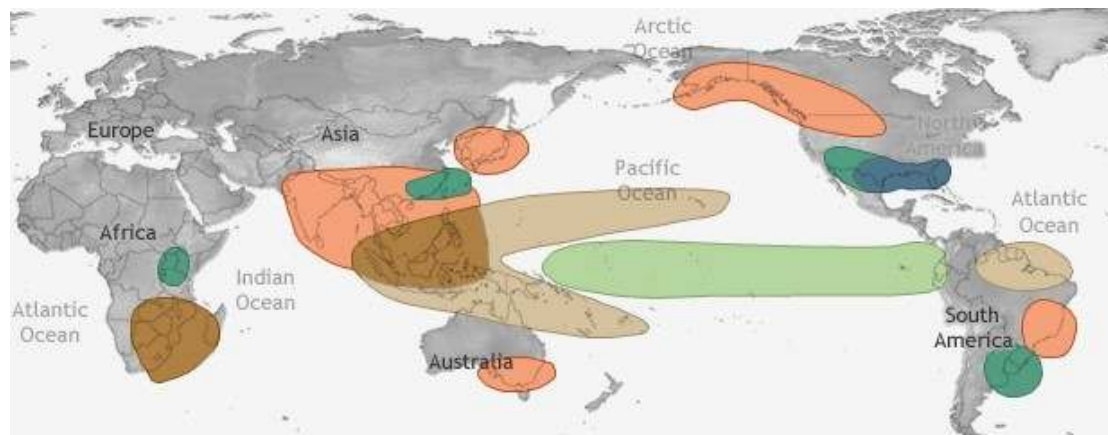


Les variations climatiques inter-annuelles : ENSO (El Niño et l'Oscillation australe)

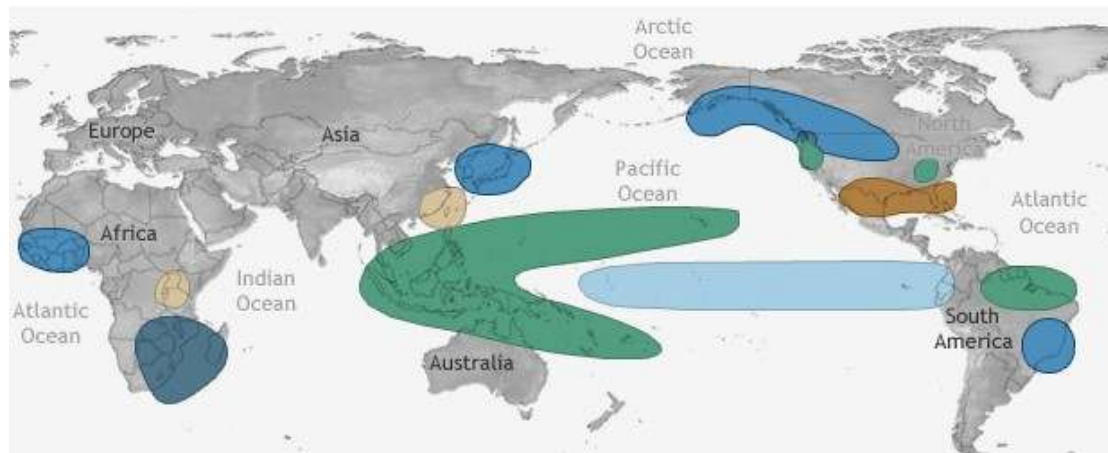
Conditions climatiques en Décembre - Février

El Niño

- Frais
- Frais et humide
- Humide
- Sec
- Chaud et sec
- Chaud
- Frais et sec
- Chaud et humide



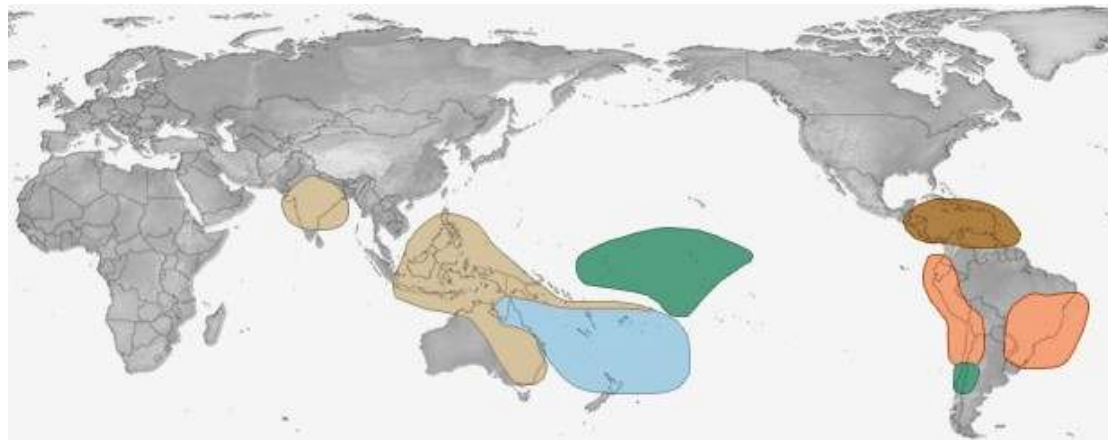
La Niña



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

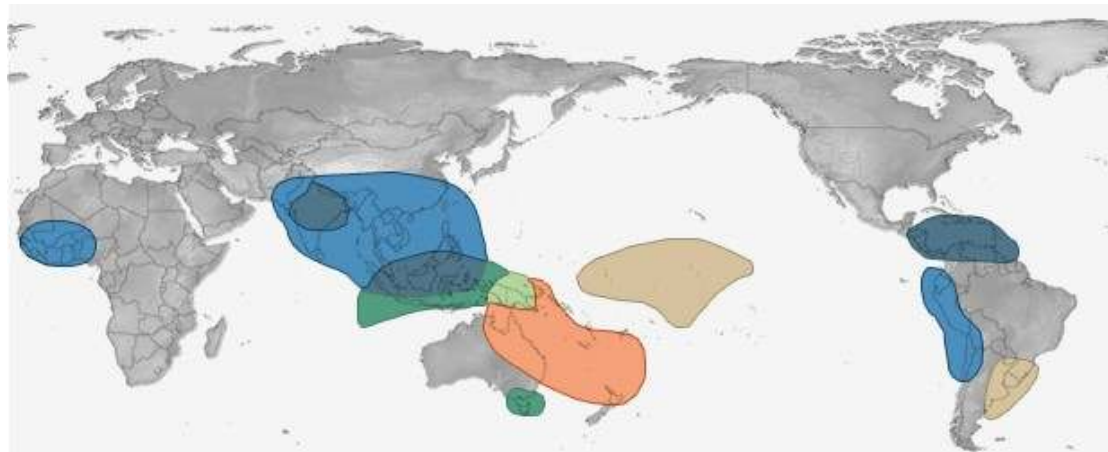
Conditions climatiques en Juin - Août

El Niño



- Frais
- Frais et humide
- Humide
- Sec
- Chaud et sec
- Chaud
- Frais et sec
- Chaud et humide

La Niña

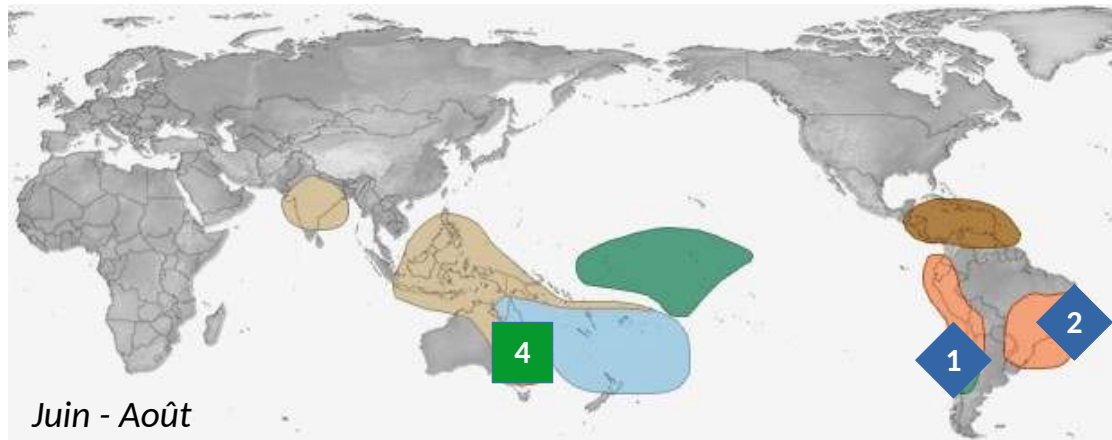
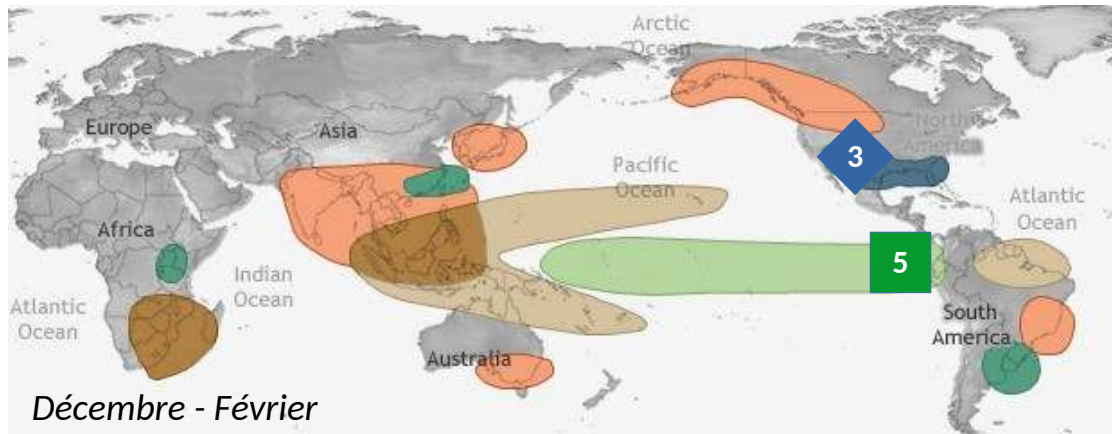


Les variations climatiques inter-annuelles : ENSO (El Niño et l'Oscillation australe)

Exemples de conséquences d'évènements El Niño

1 Milieux aquatiques

4 Milieux terrestres

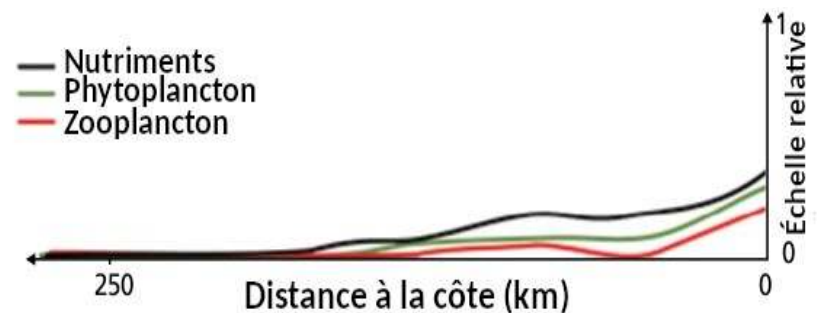
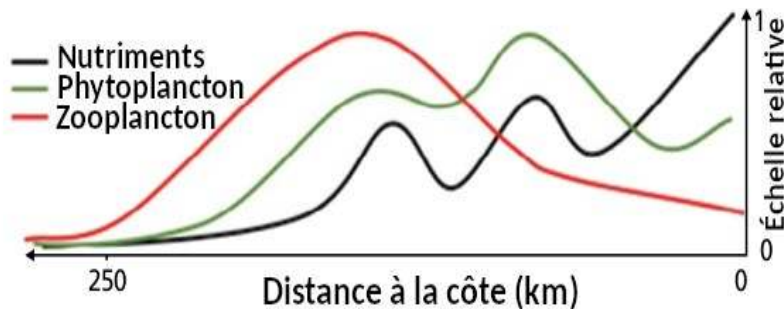
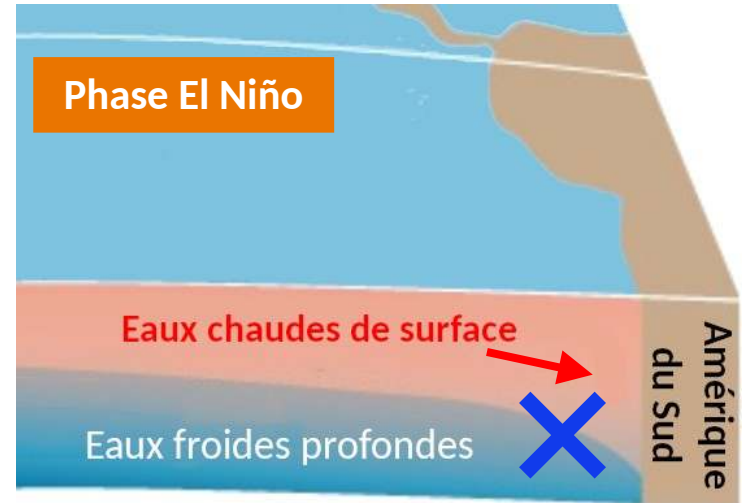
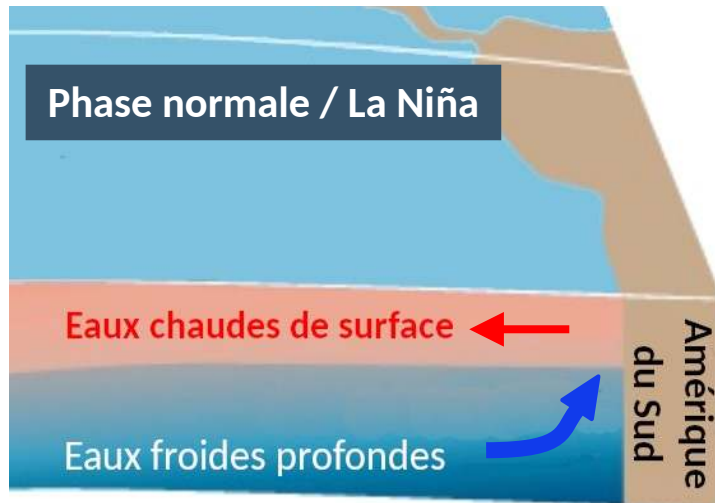




Les variations climatiques inter-annuelles : ENSO (El Niño et l'Oscillation australe)

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.

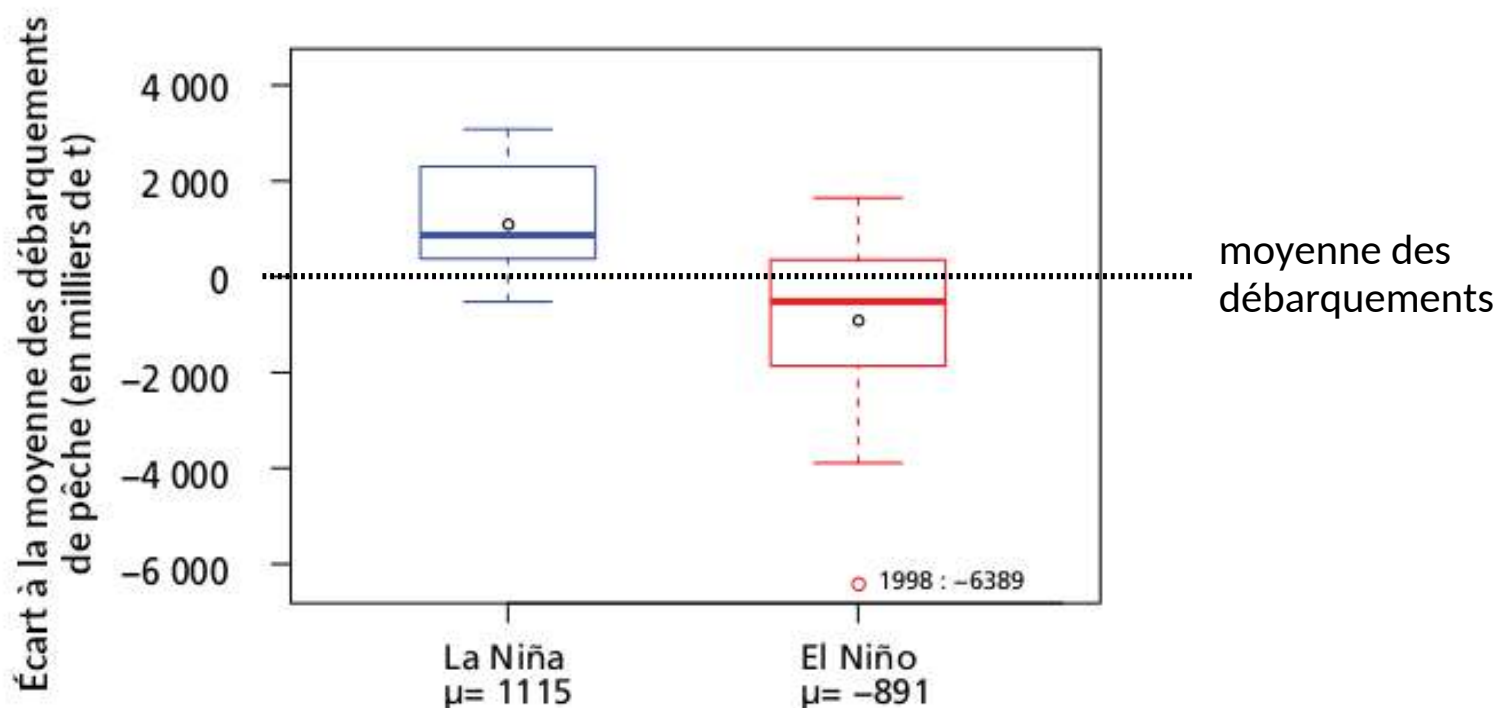
Source : Chavez et al. 2002 & Guevara-Carrasco & Bertrand 2017. D'après Bertrand et al. 2020



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.

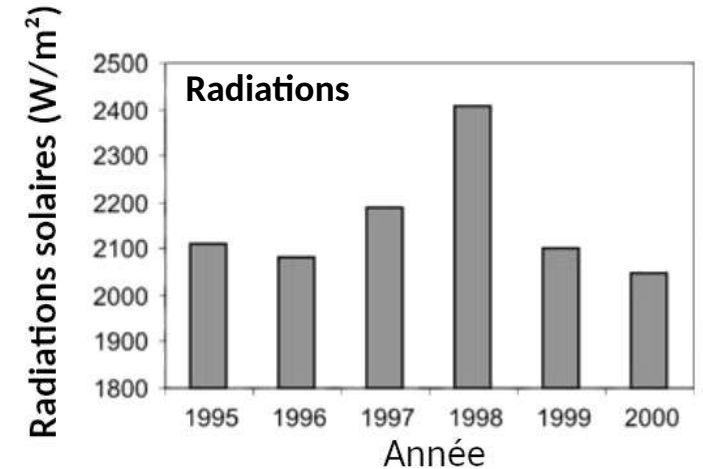
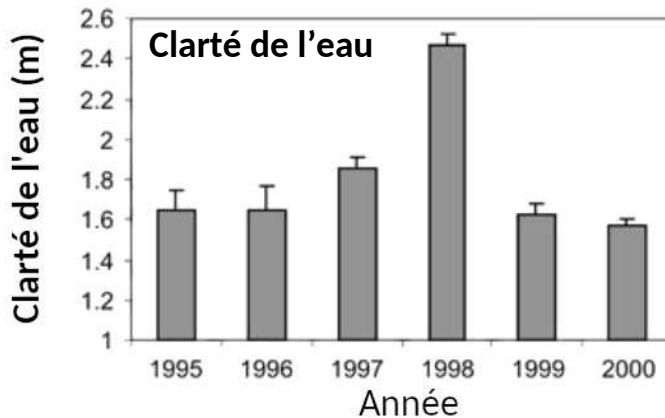
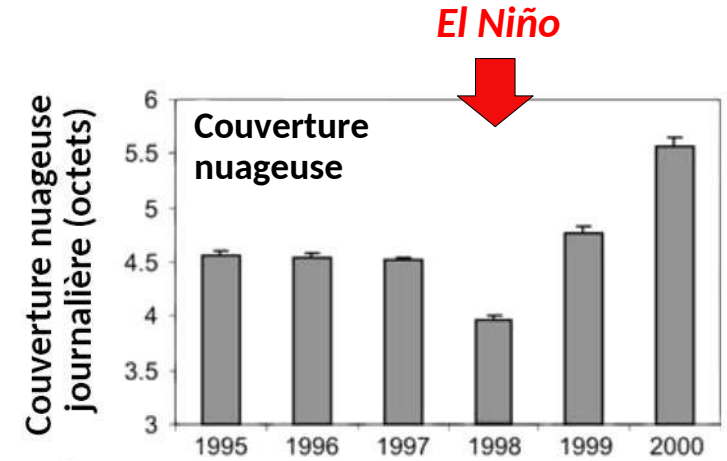
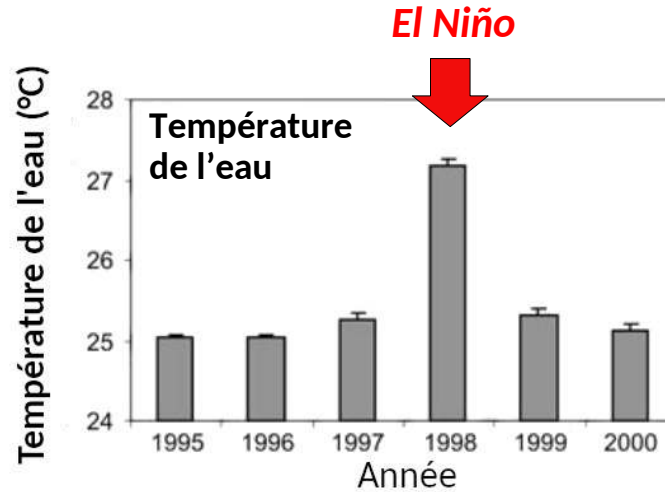
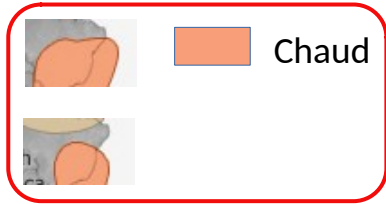
Source : FishStatJ v3.5 (FAO-FishStatJ. 2019). D'après Bertrand et al. 2020



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.

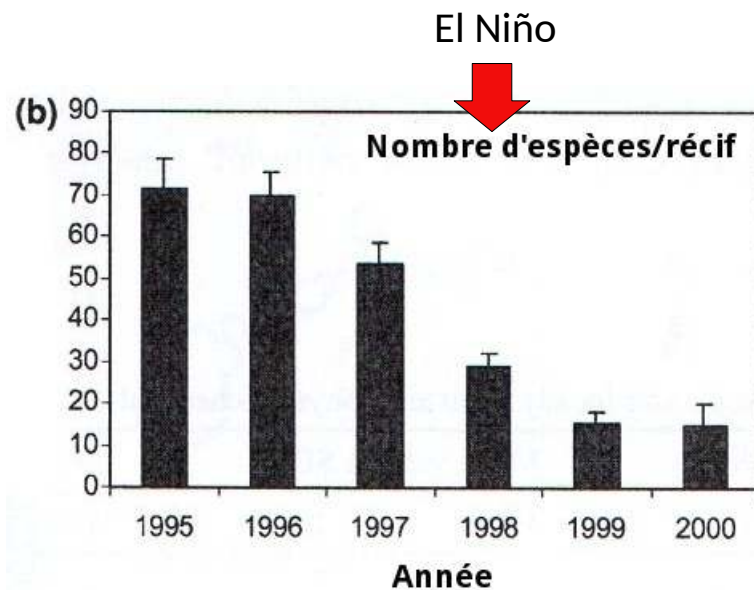
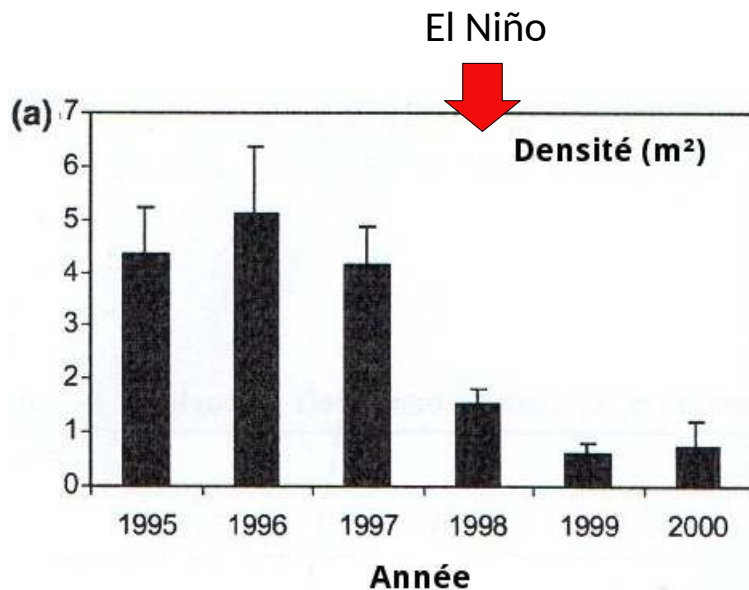
D'après Kelmo et al. 2006.



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.

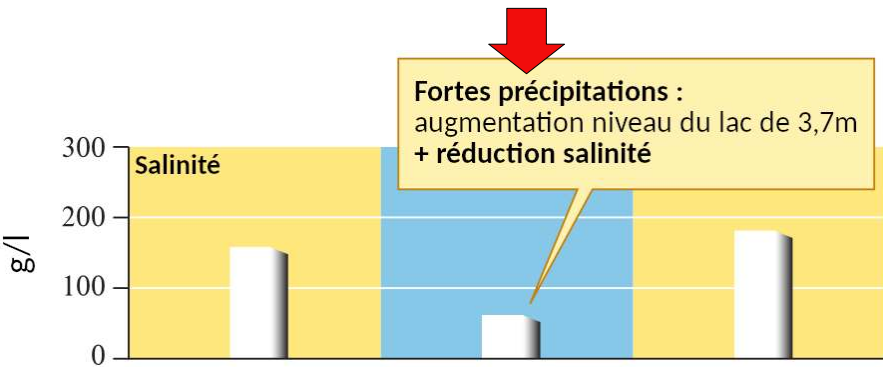
D'après Kelmo et al. 2004.



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

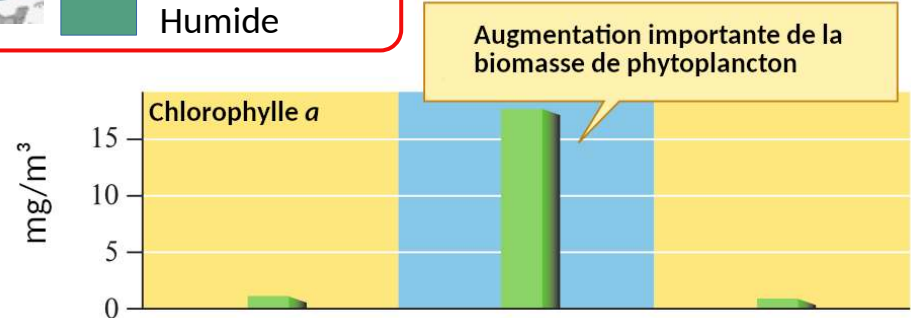
Conséquences au niveau de la biodiversité ? → MILIEU AQUATIQUE

Le réseau trophique du Grand Lac Salé (Utah)

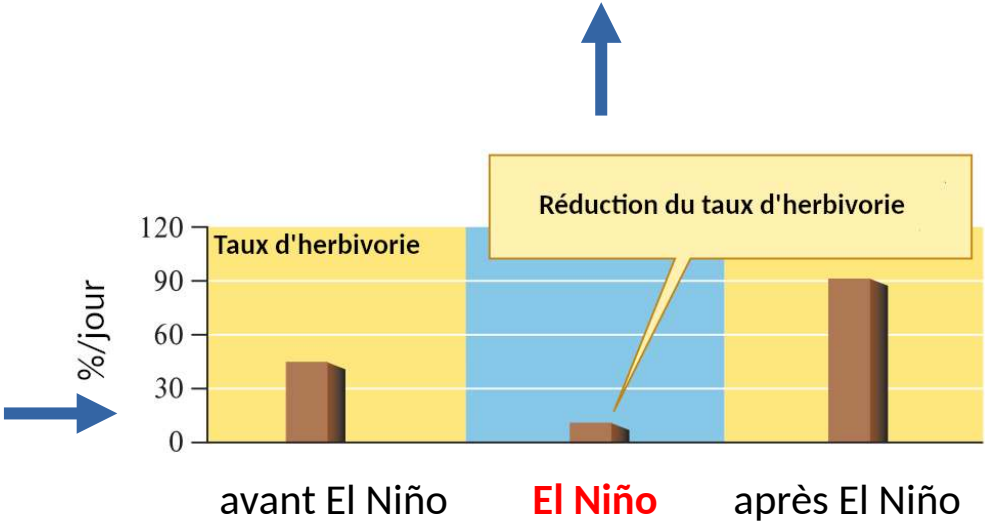
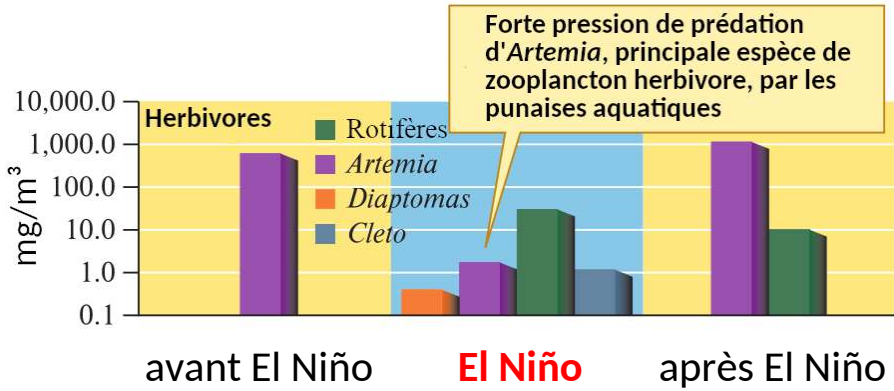


- Frais et humide
- Humide

D'après Wurtsbaugh 1992. In Molles & Sher 2019



Arrivée de *Trichocorixa verticalis* et d'autres prédateurs

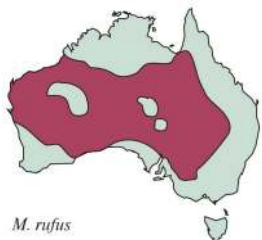




Les variations climatiques inter-annuelles : ENSO (El Niño et l'Oscillation australe)

Conséquences au niveau de la biodiversité ? → MILIEU TERRESTRE

Le kangourou roux (*Macropus rufus*)



M. rufus

↓ El Niño

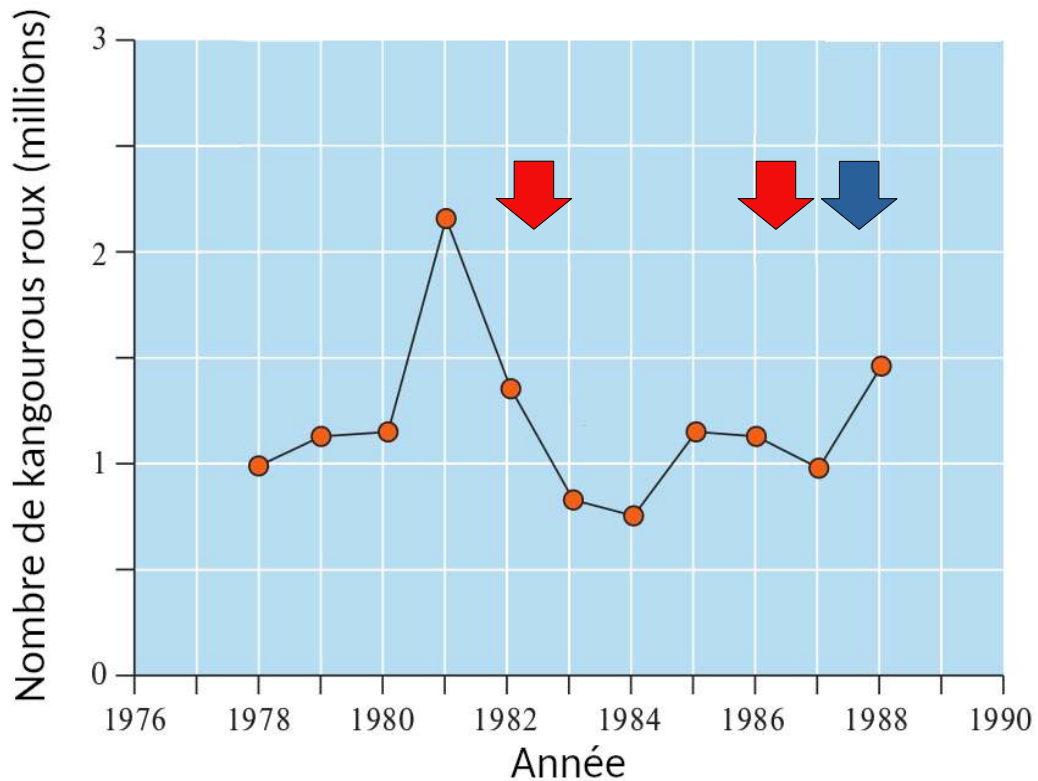


- Sec
- Frais et sec

↓ La Niña



- Chaud
- Humide



D'après Cairns & Grigg 1993. In Molles & Sher 2019



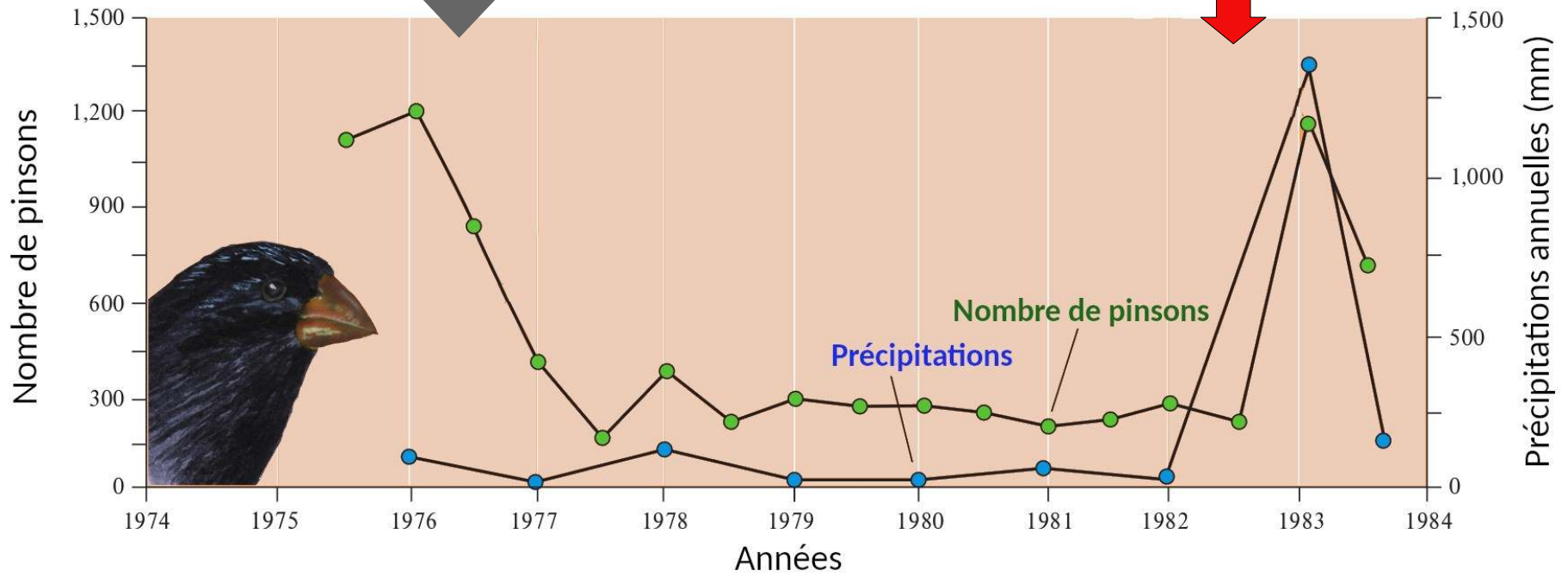
Les variations climatiques inter-annuelles : ENSO (El Niño et l'Oscillation australe)

Conséquences au niveau de la biodiversité ? → MILIEU TERRESTRE

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



El Niño



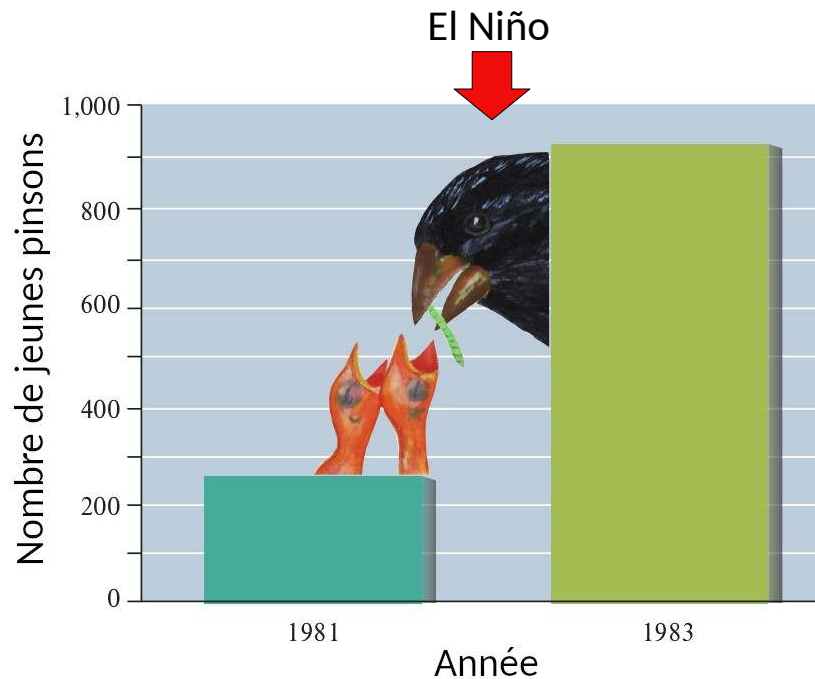
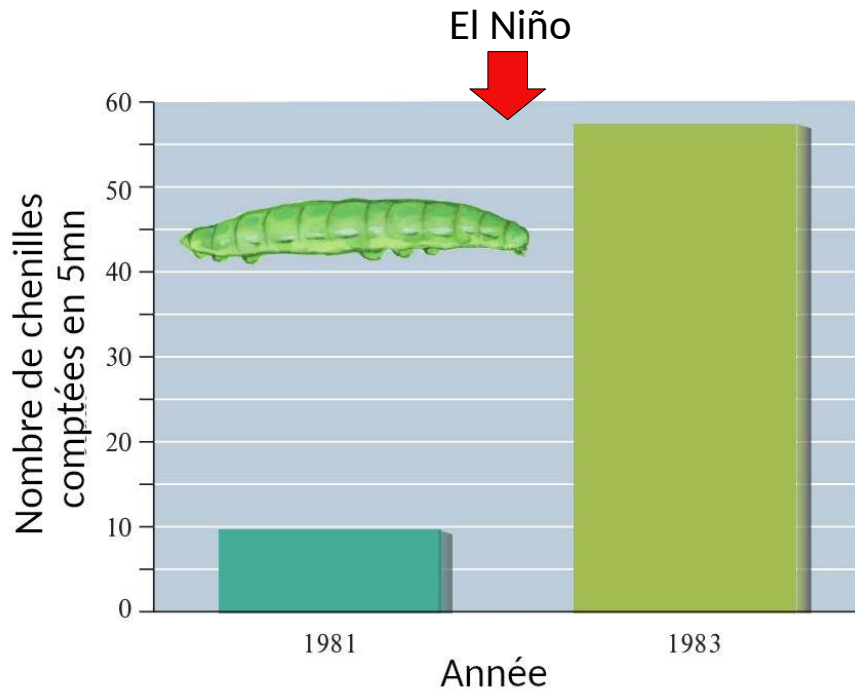
D'après Gibbs & Grant 1987. In Molles & Sher 2019



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

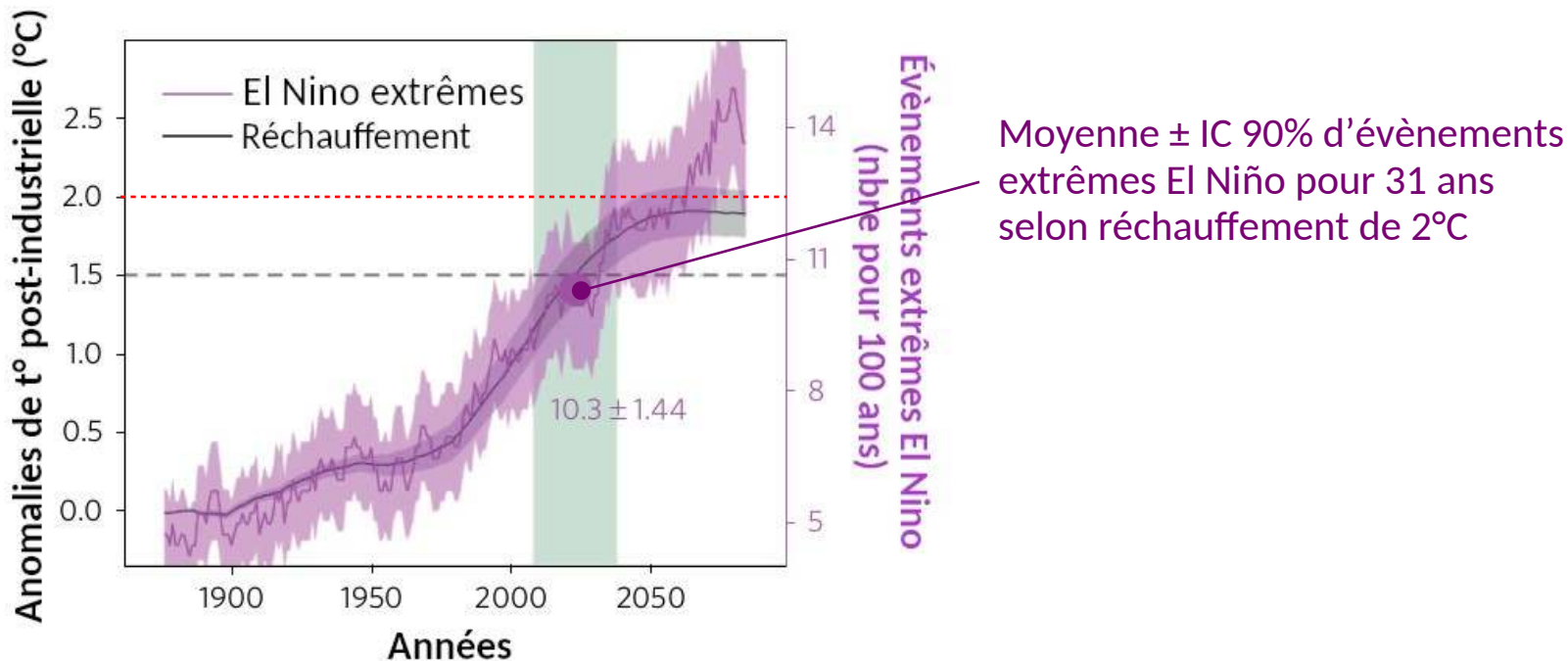
Conséquences au niveau de la biodiversité ? → **MILIEU TERRESTRE**

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)

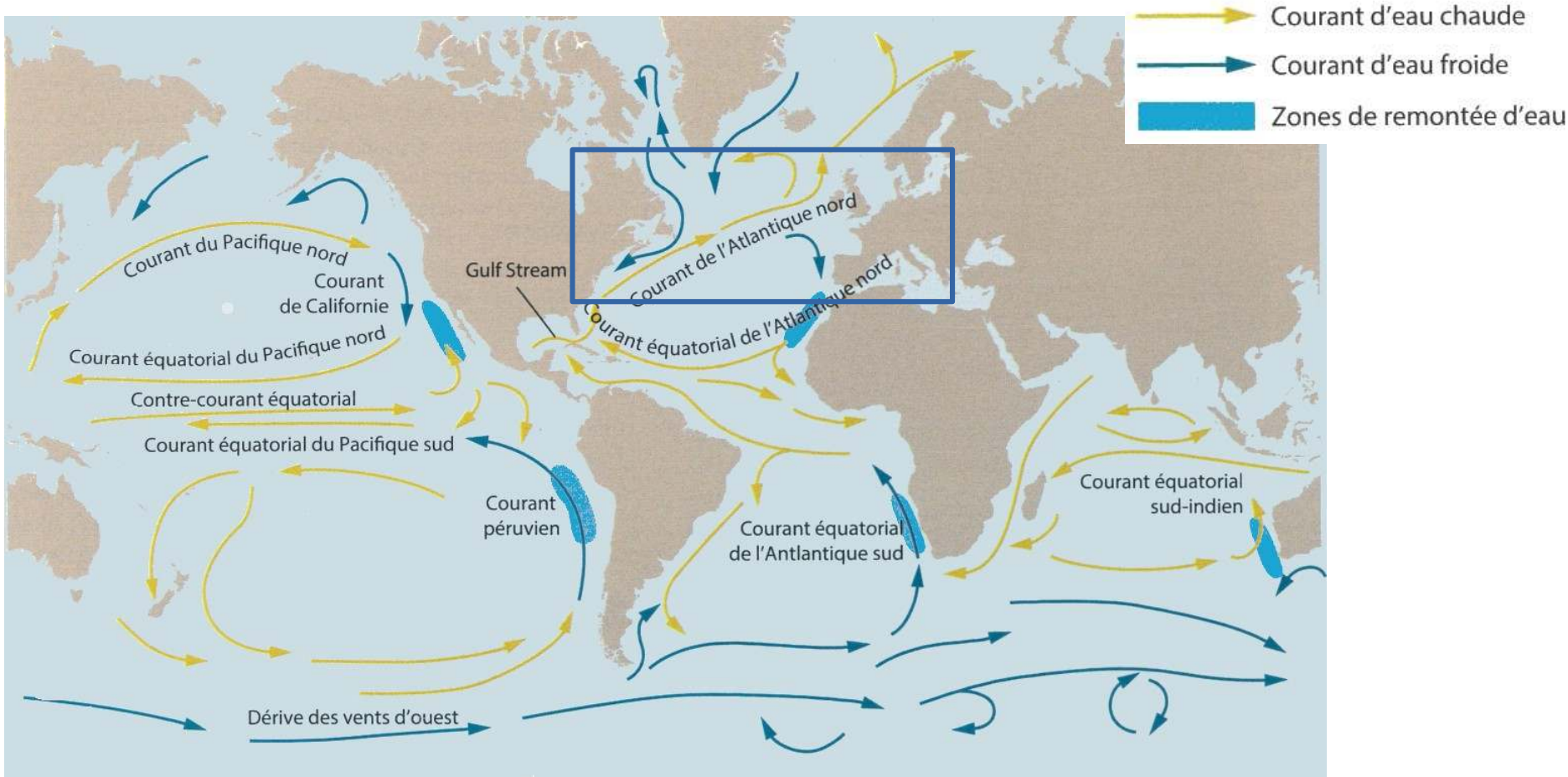
Et dans le futur ?



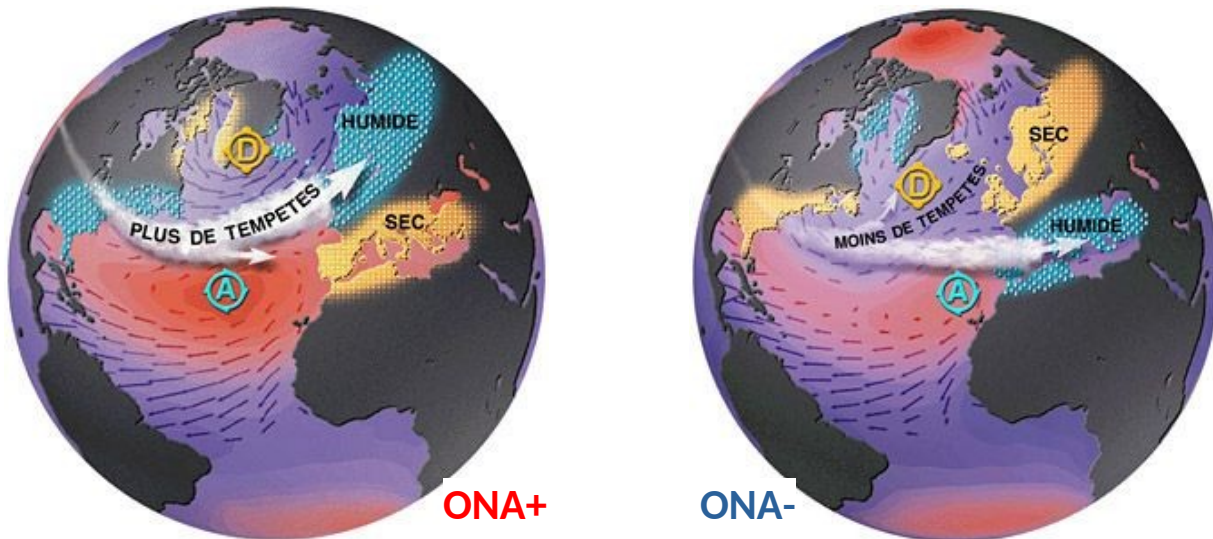
Moyenne \pm IC 90% d'évènements extrêmes El Niño pour 31 ans selon réchauffement de 2°C

- 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

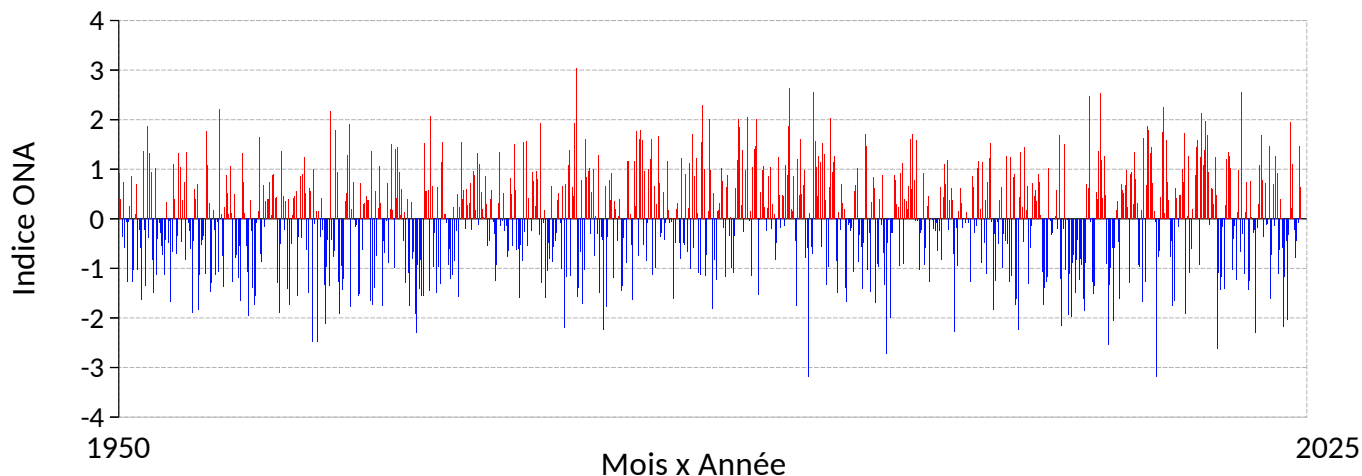
Les variations climatiques inter-annuelles : Oscillation Nord-Atlantique (ONA)



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



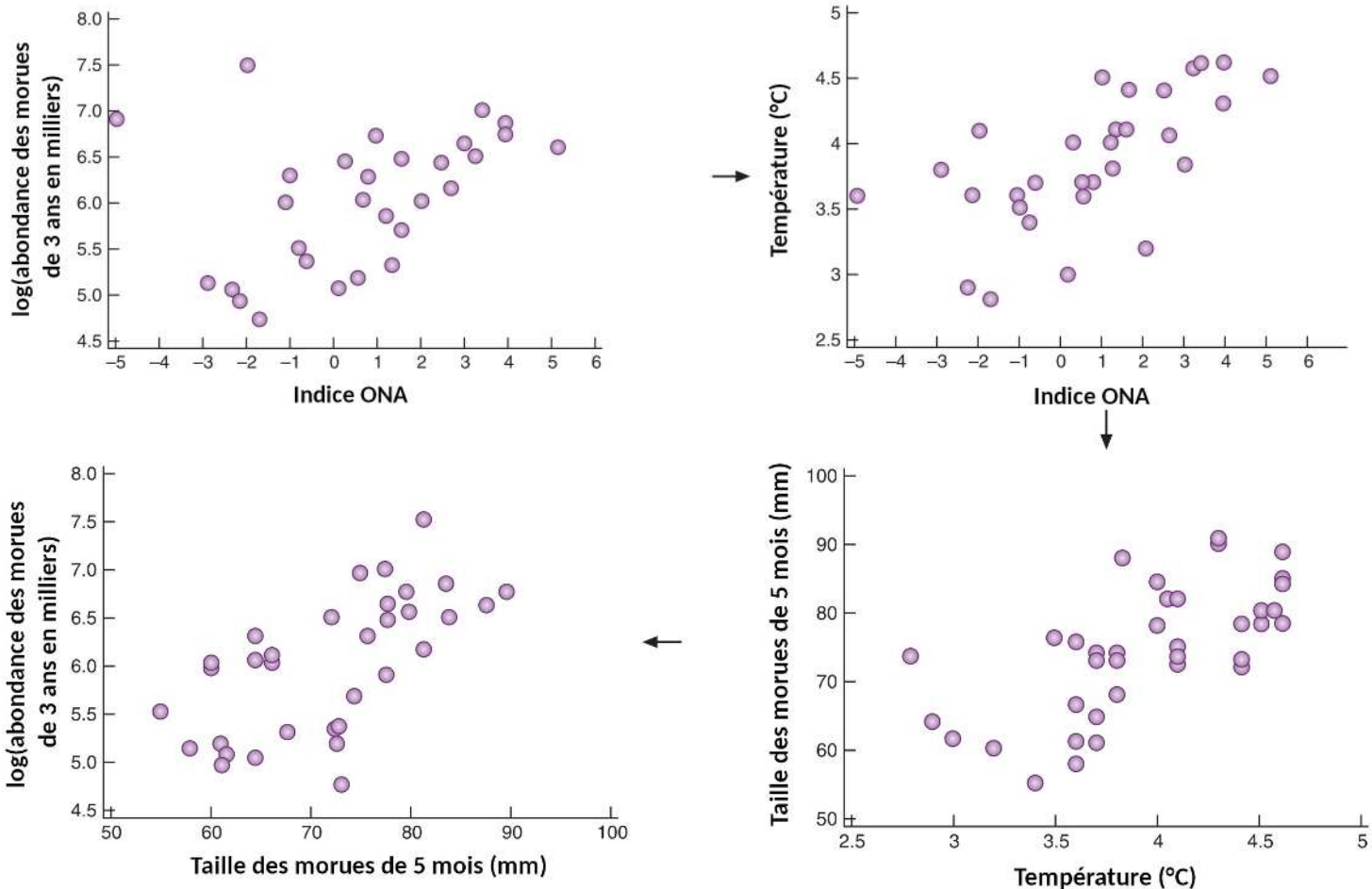
Température des eaux de surface de l'Atlantique Nord et variations climatiques entre Amérique du Nord et Europe



Indice ONA mensuels (variations de pression relatives entre l'Islande et les Açores) entre janvier 1950 et août 2024

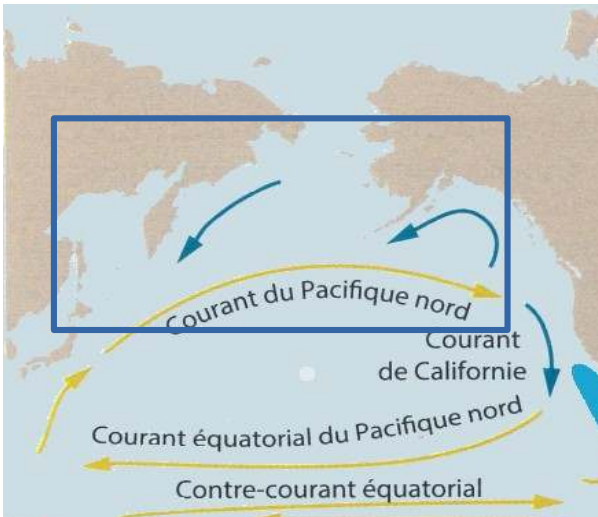
Source : <https://www.ncei.noaa.gov/>

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



Relation entre abondance des individus de 3 ans chez la morue, *Gadus morhua*, dans la mer de Barents (Nord de la Norvège) et indice ONA, température de l'eau et taille des individus à 5 mois.

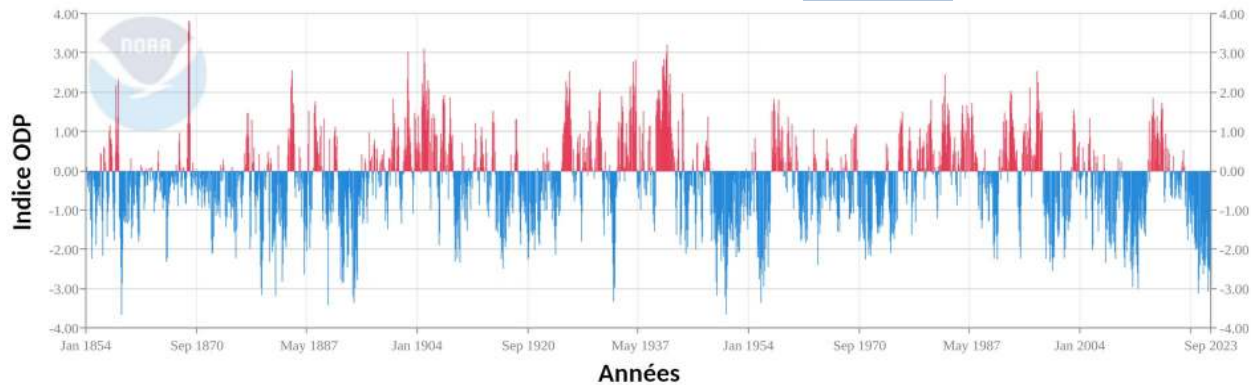
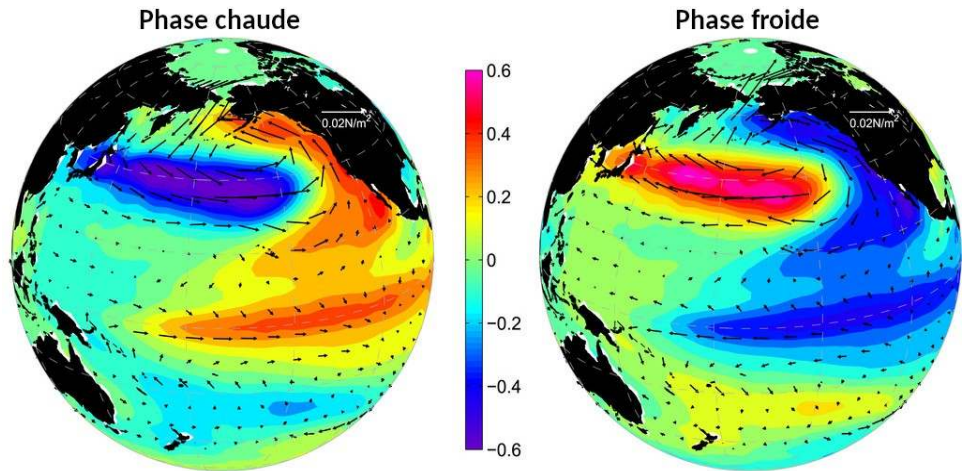
Les variations climatiques inter-annuelles : Oscillation Décennale Pacifique (ODP)



- Courant d'eau chaude
- Courant d'eau froide
- Zones de remontée d'eau

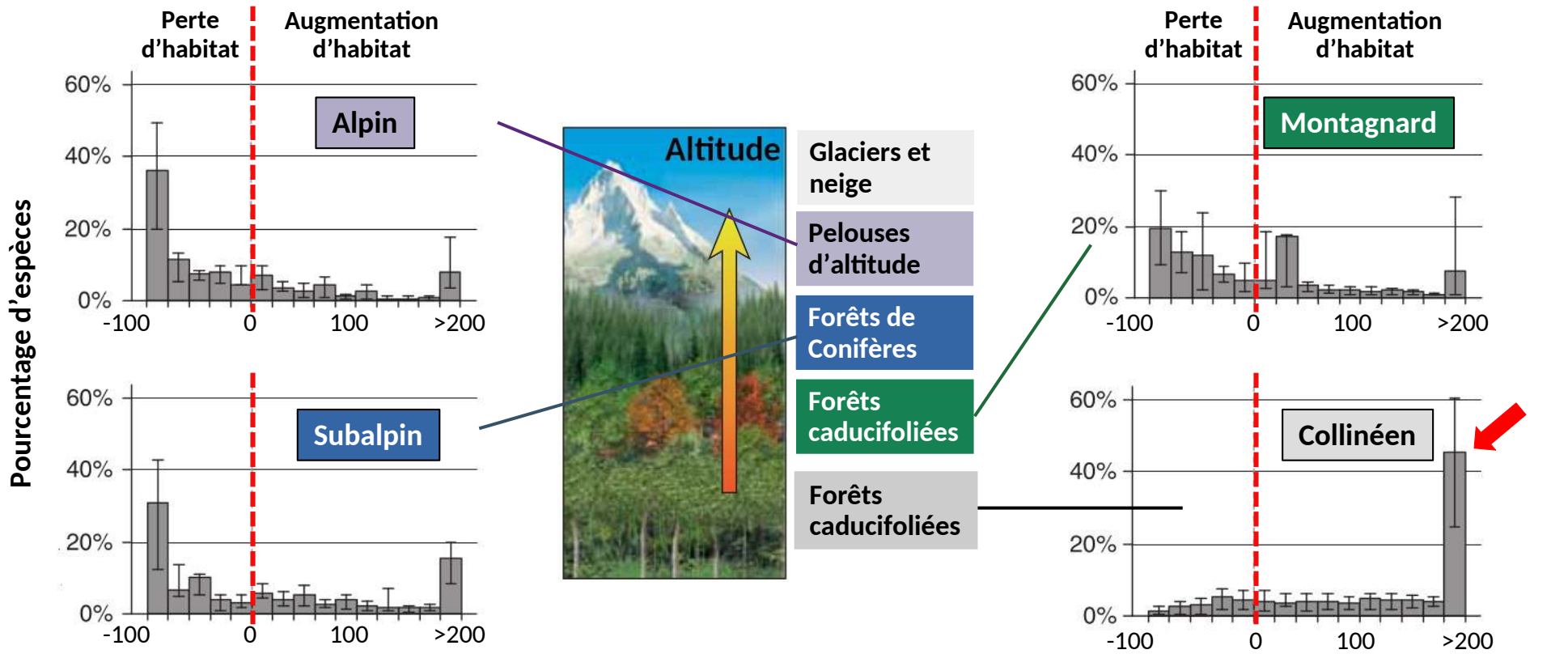
Indice ODP mensuel (anomalie de température du Pacifique Nord-Est) entre 1854 et 2023

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



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

Les changements climatiques globaux



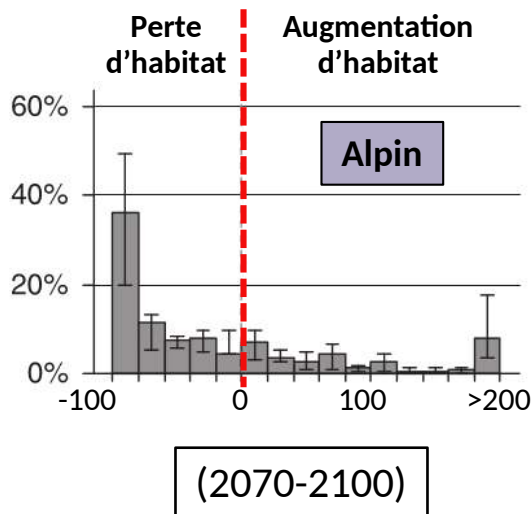
Pourcentage de changement d'habitats favorables

Pourcentage de changement d'habitats favorables

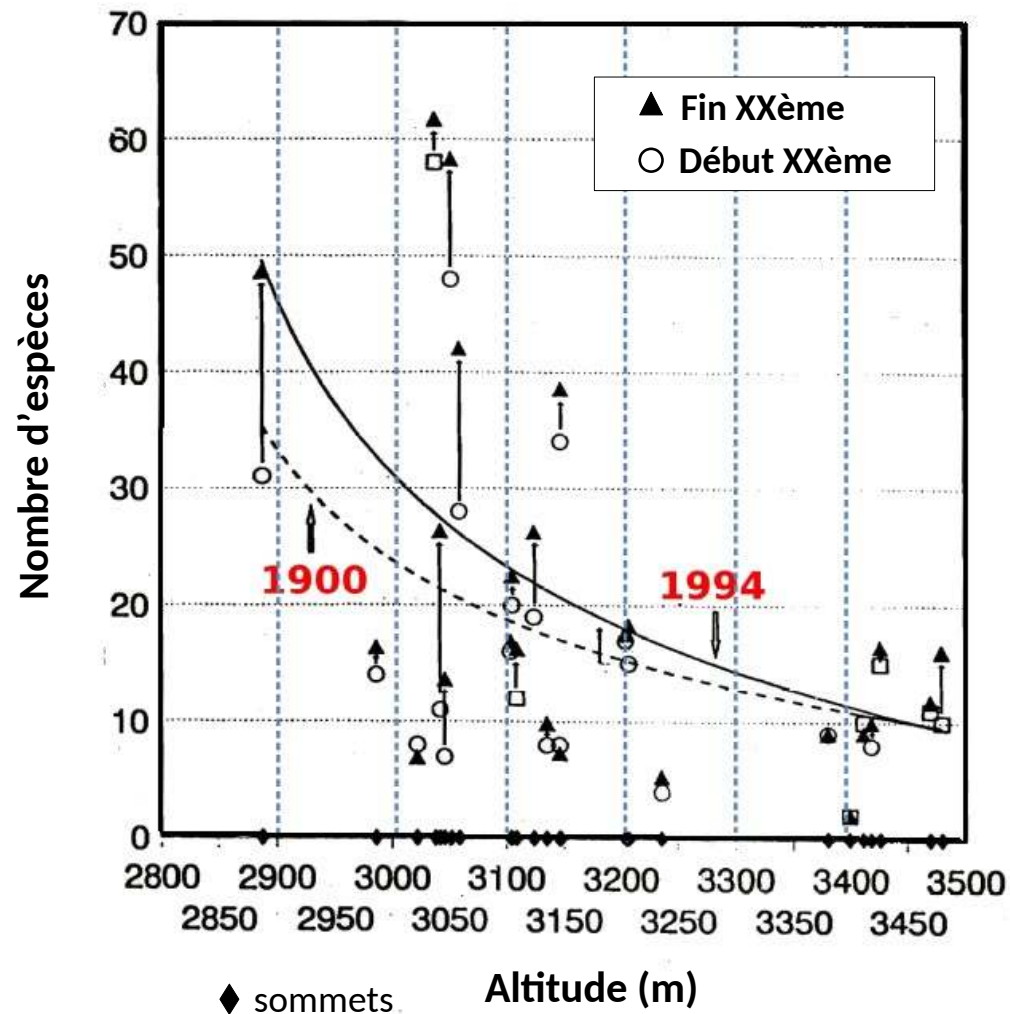
D'après Engler et al 2011. Flore des montagnes d'Europe : % de perte d'habitats par étage de végétation, selon le scénario moyen de +3,0 °C, pour la période 2070-2100.

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

1ère partie. La biodiversité : un concept-clé

2ème partie. La biodiversité : un paramètre hétérogène et dynamique

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...)



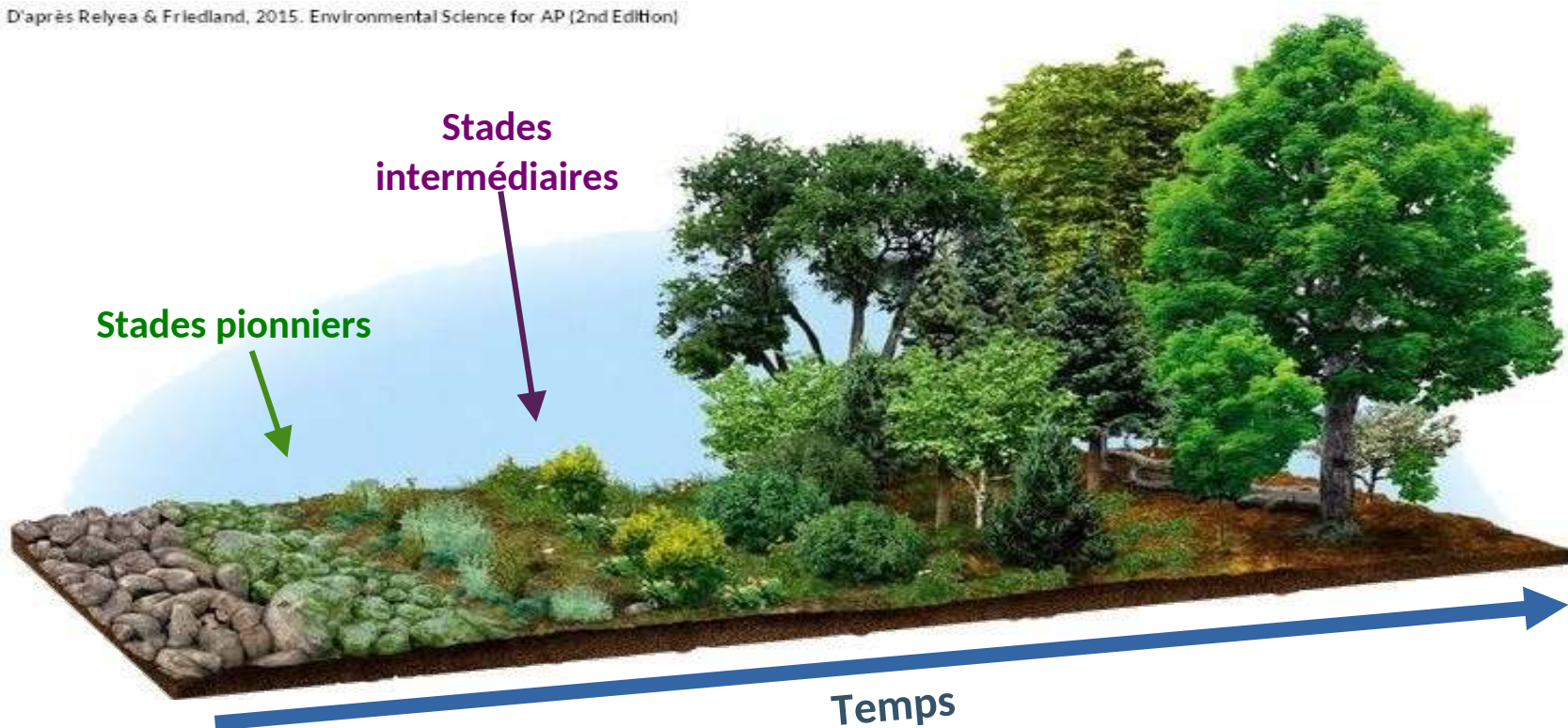
Dynamique de la biodiversité après perturbation

Succession écologique :

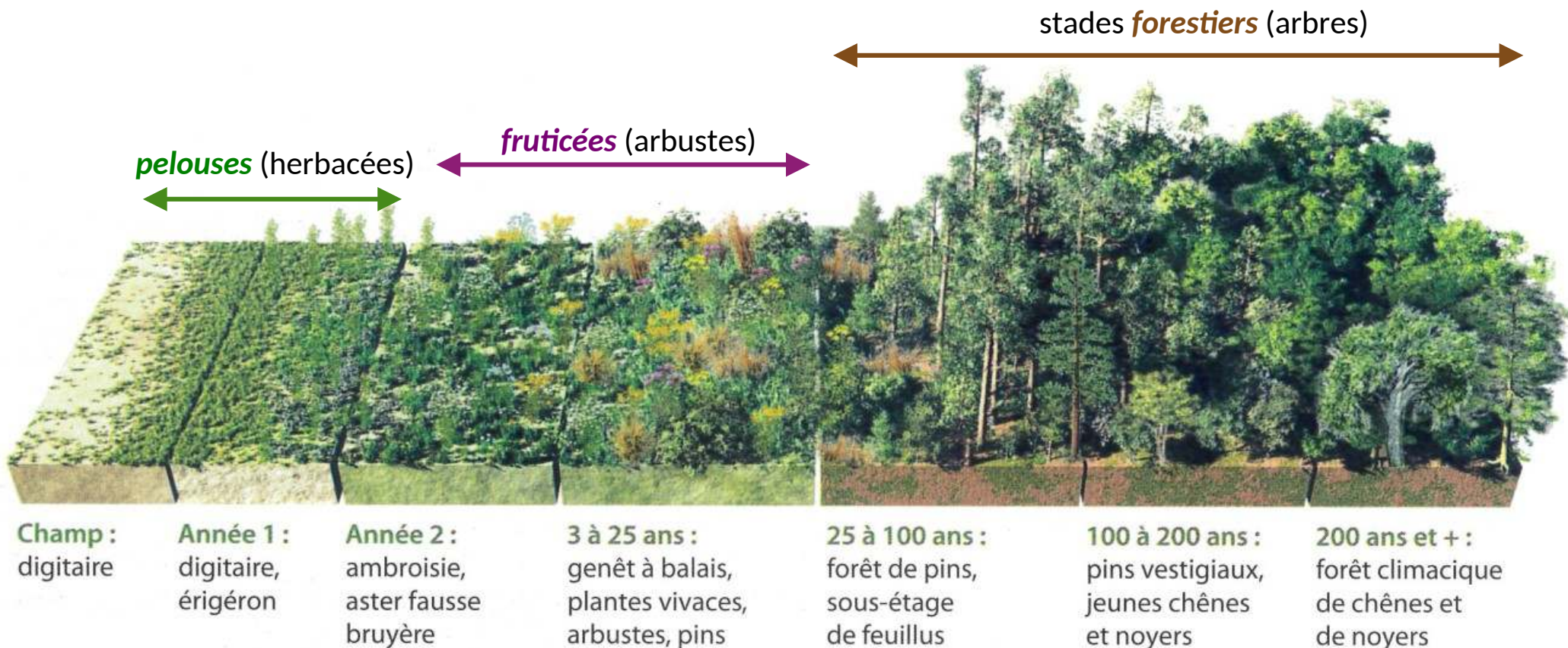
- les **pelouses** (herbacées)
- les **fruticées** (arbustes) → landes, matorrals, etc.
- les stades **forestiers** (arbres)

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

Stade « climacique »
= végétation potentielle

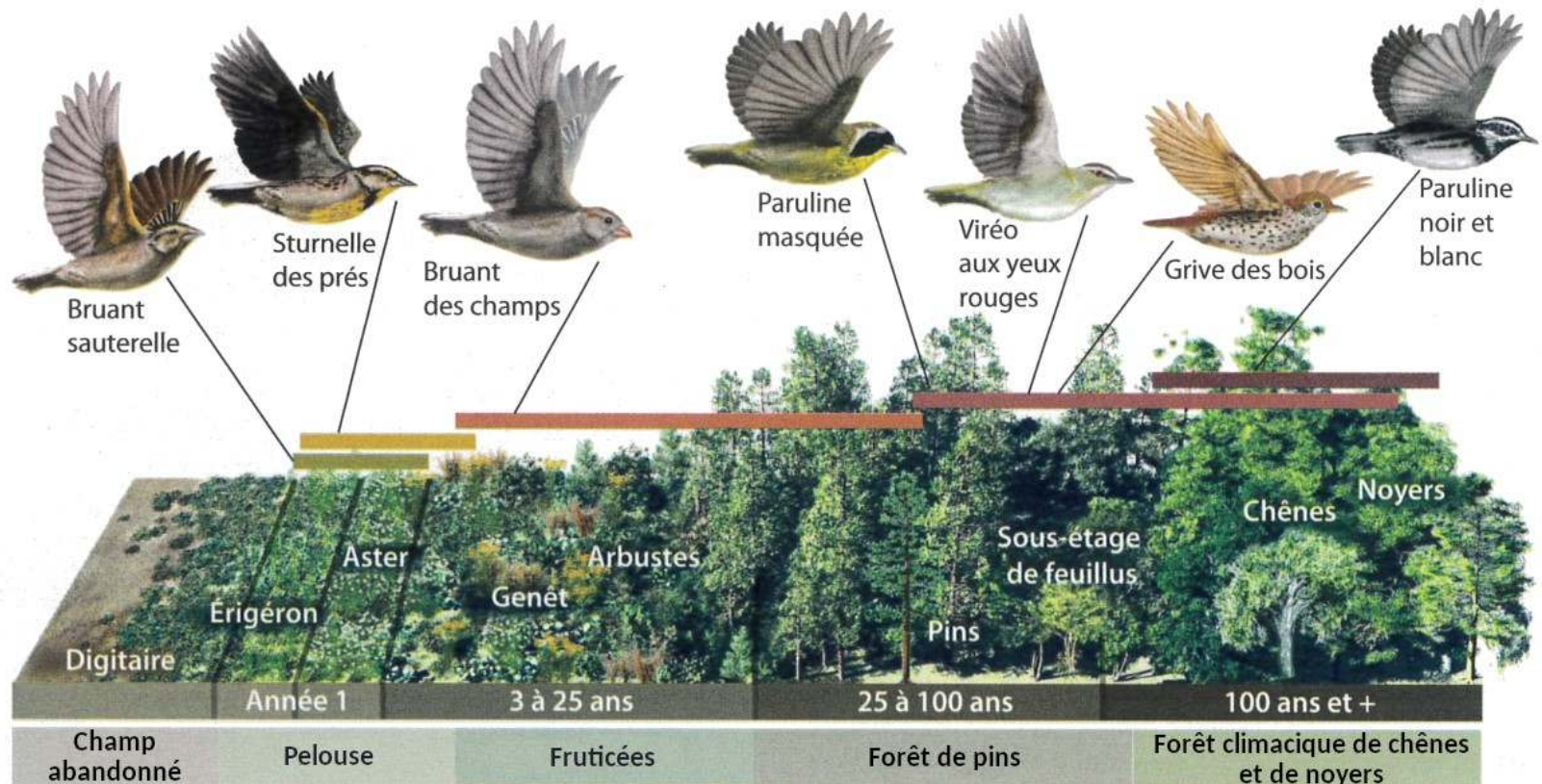


Dynamique de la biodiversité après perturbation



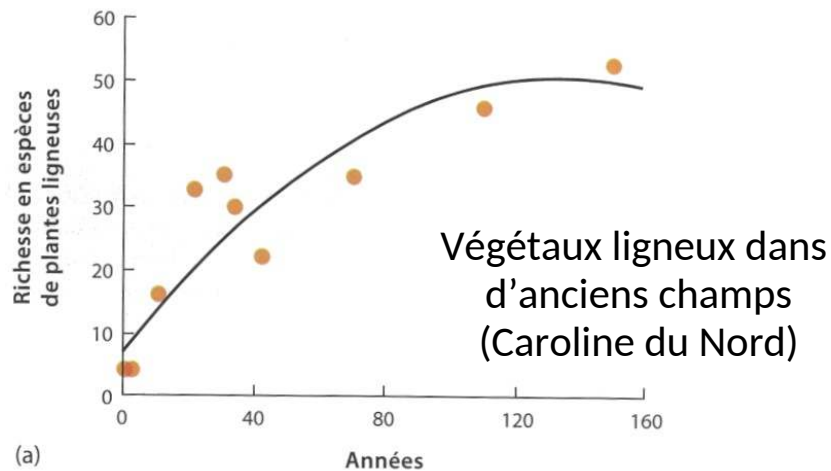
Un exemple de succession en milieu tempéré (Caroline du Nord)

Dynamique de la biodiversité après perturbation

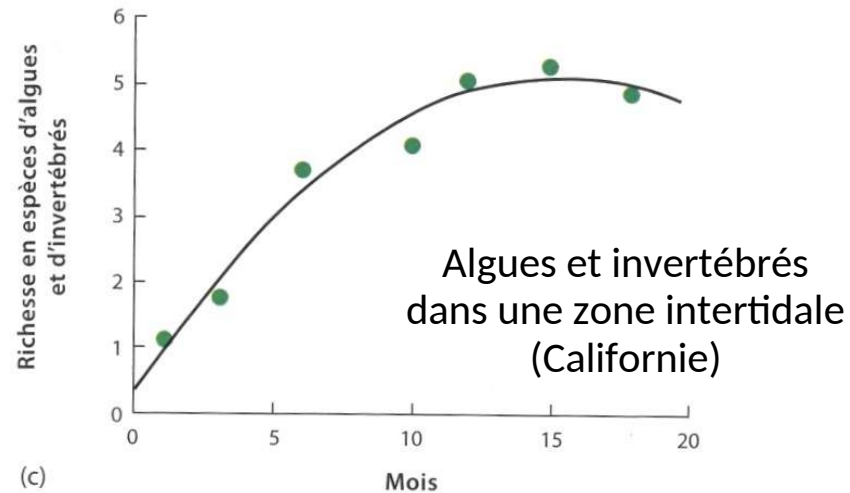


Un exemple de succession en milieu tempéré (Caroline du Nord)

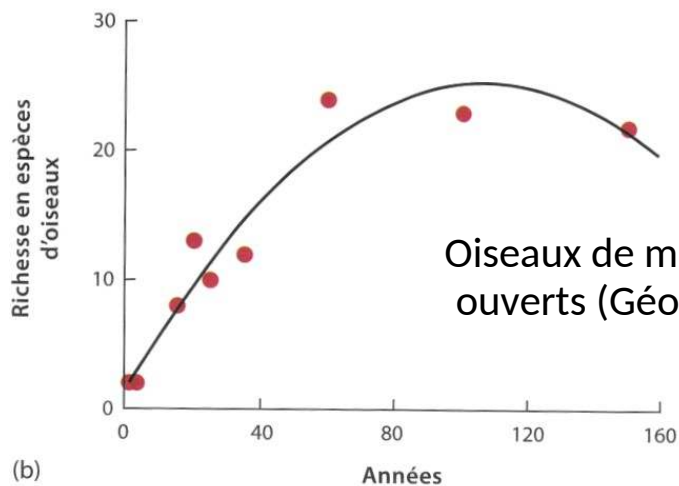
Dynamique de la biodiversité après perturbation



(a)



(c)

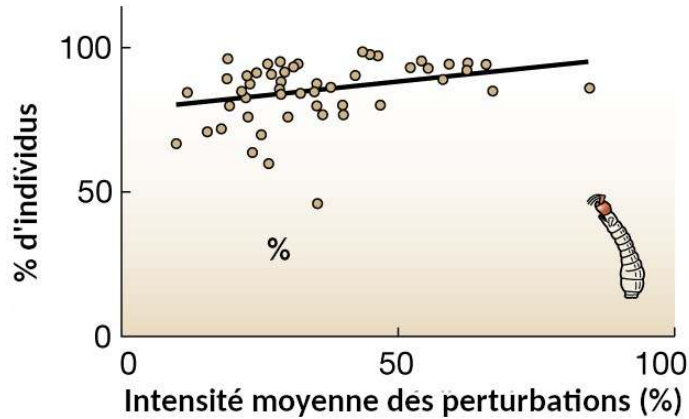


(b)

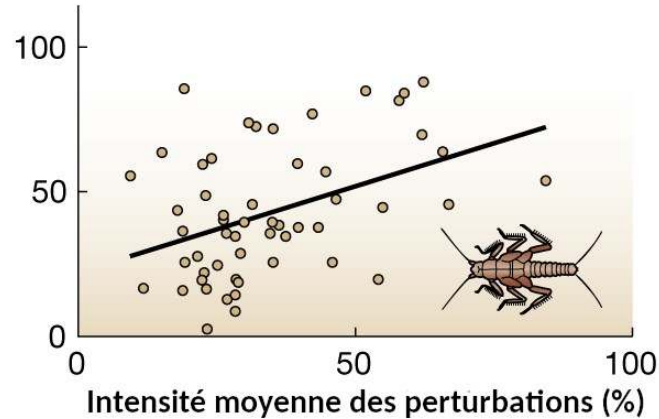
Dynamique de la richesse en espèces dans différentes successions.
D'après auteurs différents in Ricklefs & Relyea 2019.

Les perturbations : non prévisibles... mais parfois récurrentes

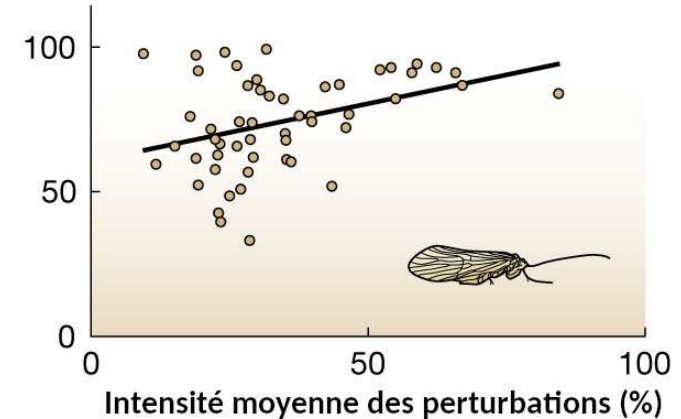
Petites larves



Corps fin ou aplati



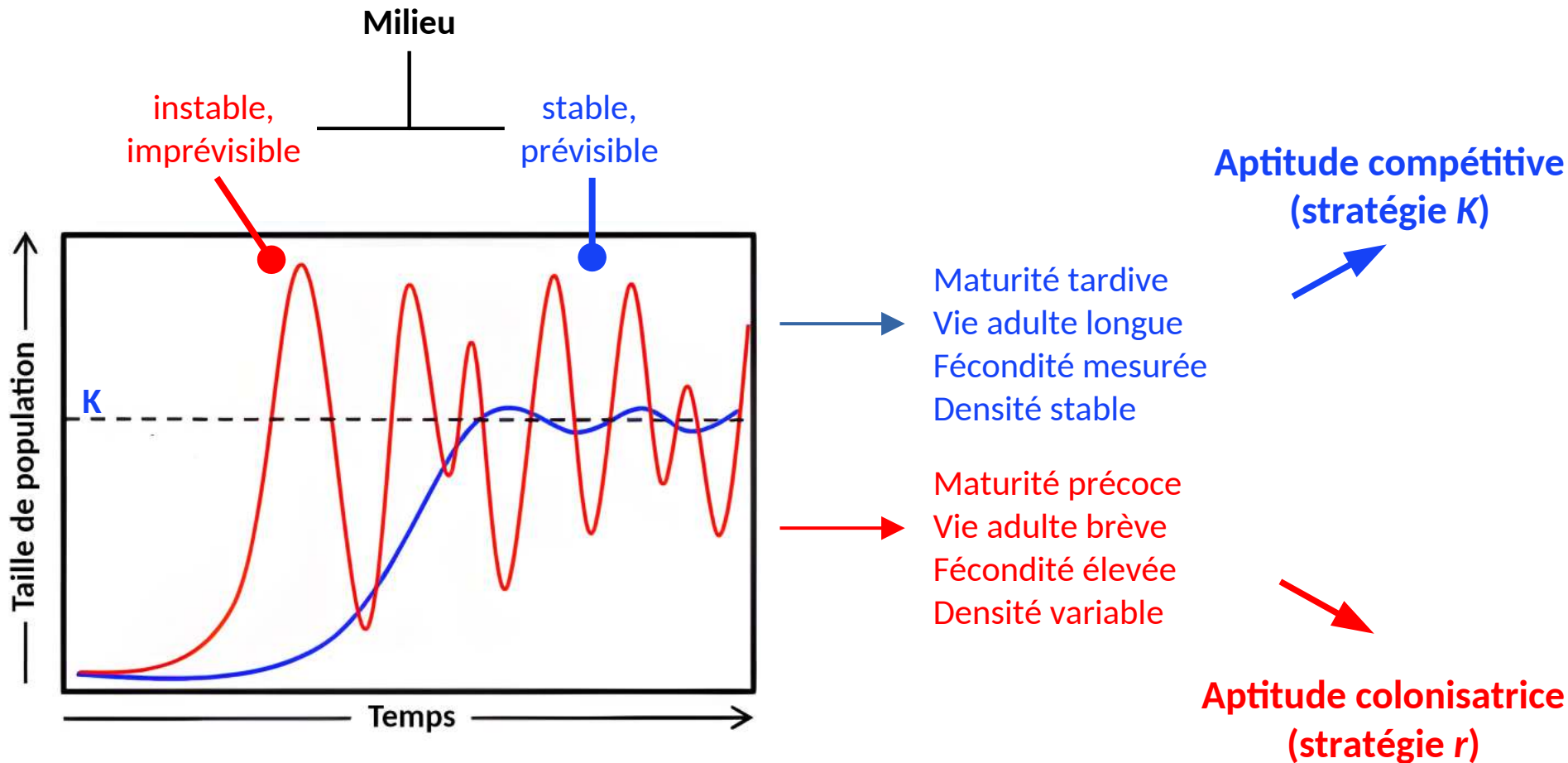
Mobilité des adultes



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 biodémographiques r/K



Stratégies r et K, et caractéristiques biodémographiques des espèces.

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

