

Écologie fondamentale : concepts et méthodes (HAV316B)

Arnaud GRÉGOIRE
et Christophe PETIT

Cours 2



Écologie : concepts et méthodes (HAV316B)



Introduction

1ère partie. La biodiversité: un concept-clé

A. Organisation de la biodiversité

B. Les mesures de la biodiversité

1. Les écosystèmes

2. Les communautés

3. Les populations

C. Histoire et enjeux de l'écologie scientifique

1. Historique des concepts en écologie fondamentale

2. Écologie appliquée

3. Écologie et société

4. La conservation de la biodiversité



Comment mesurer la diversité infra-spécifique?

→ mesure directe : **diversité génétique**

→ variations de **fréquence des allèles** à chaque locus

→ indice de **Shannon**: $H' = - \sum p_i \log p_i$

$p_{(i)}$ = fréquence de l'**allèle** (i) dans la population

→ mesure indirecte : **variation des phénotypes**



génotype



phénotype



Les causes de la variation génétique

1) La variation épigénétique

→ Ensemble des processus qui modifient l'expression des gènes (niveau d'expression, inactivation,...) de certaines cellules, sans différences dans la structure de l'ADN

→ en partie héritable dans certains cas...

Exemple : caractère agouti de la souris



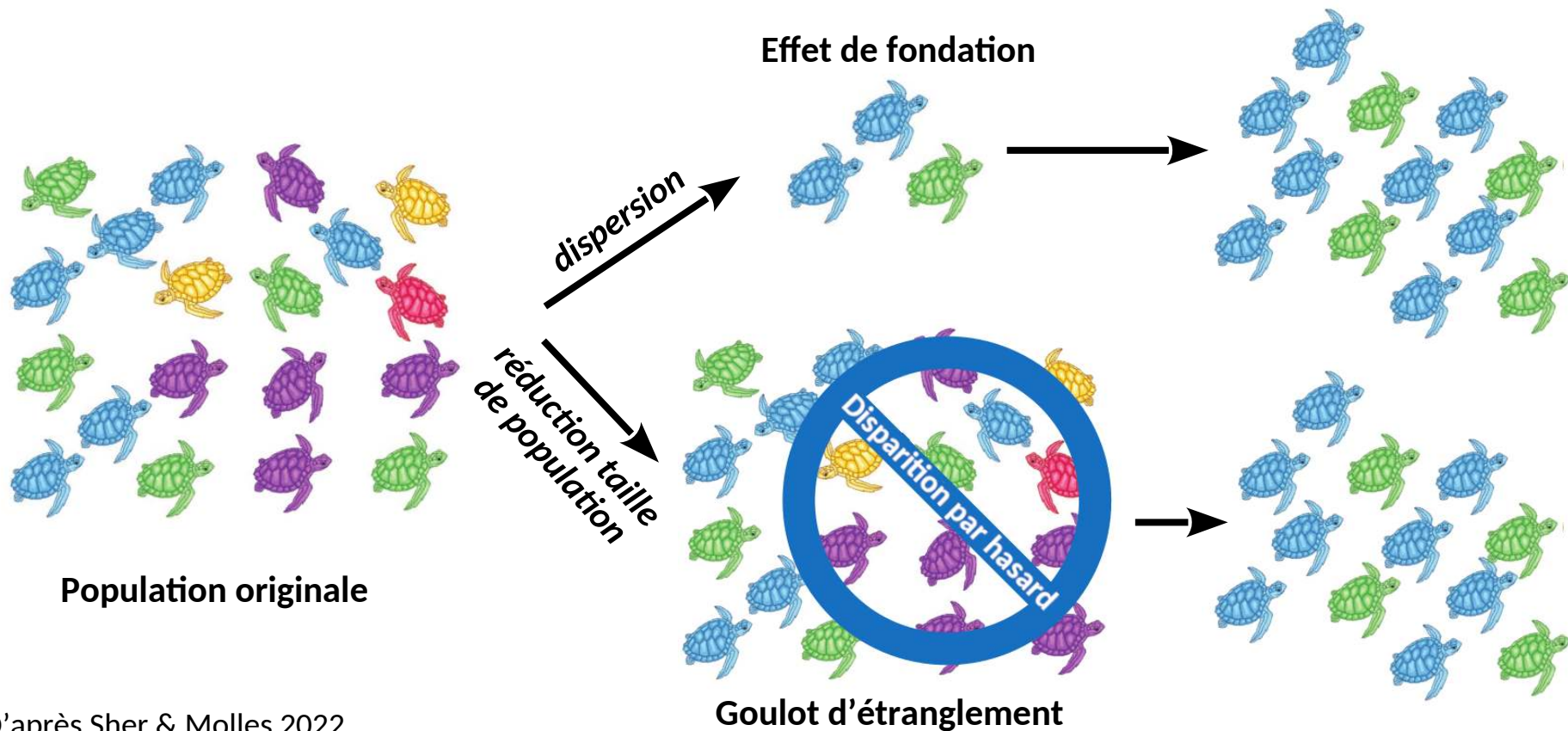
Yellow Slightly Mottled Mottled Heavily Mottled Pseudo-agouti

Dolinoy 2010

Les causes de la variation génétique

2) La dérive génétique

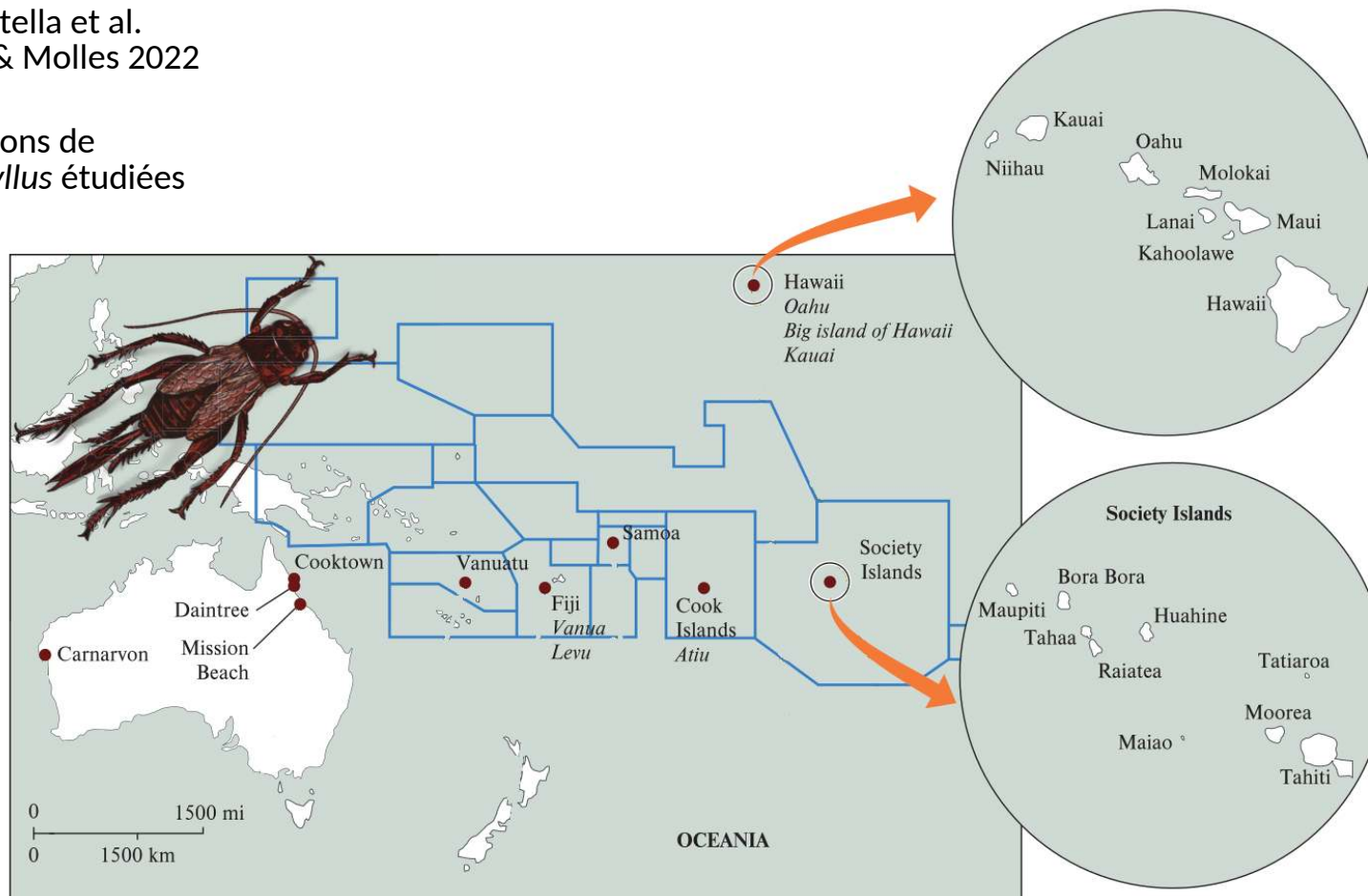
Modification aléatoire de la fréquence des allèles dans une population



Exemple de variation par effet de fondation : le grillon champêtre du Pacifique (*Teleogryllus oceanicus*)

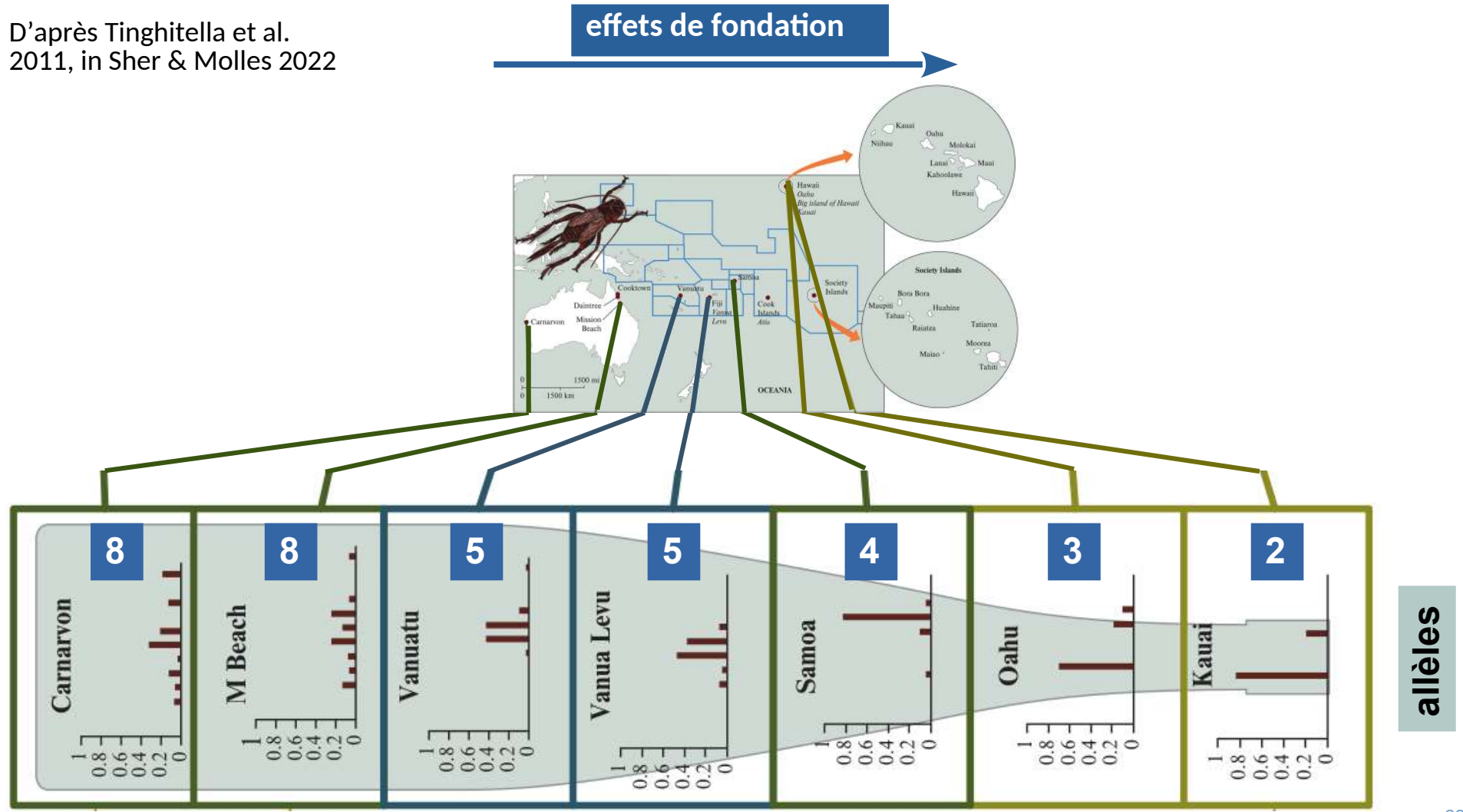
D'après Tinghitella et al.
2011, in Sher & Molles 2022

- populations de *Teleogryllus* étudiées



Exemple de variation par effet de fondation : le grillon champêtre du Pacifique (*Teleogryllus oceanicus*)

D'après Tinghitella et al. 2011, in Sher & Molles 2022



Exemple de variation par effet de fondation : le grillon champêtre du Pacifique (*Teleogryllus oceanicus*)

D'après Addison & Matisoo-Smith, 2010, in Tinghitella et al 2011)

Colonisation des îles par les Polynésiens :

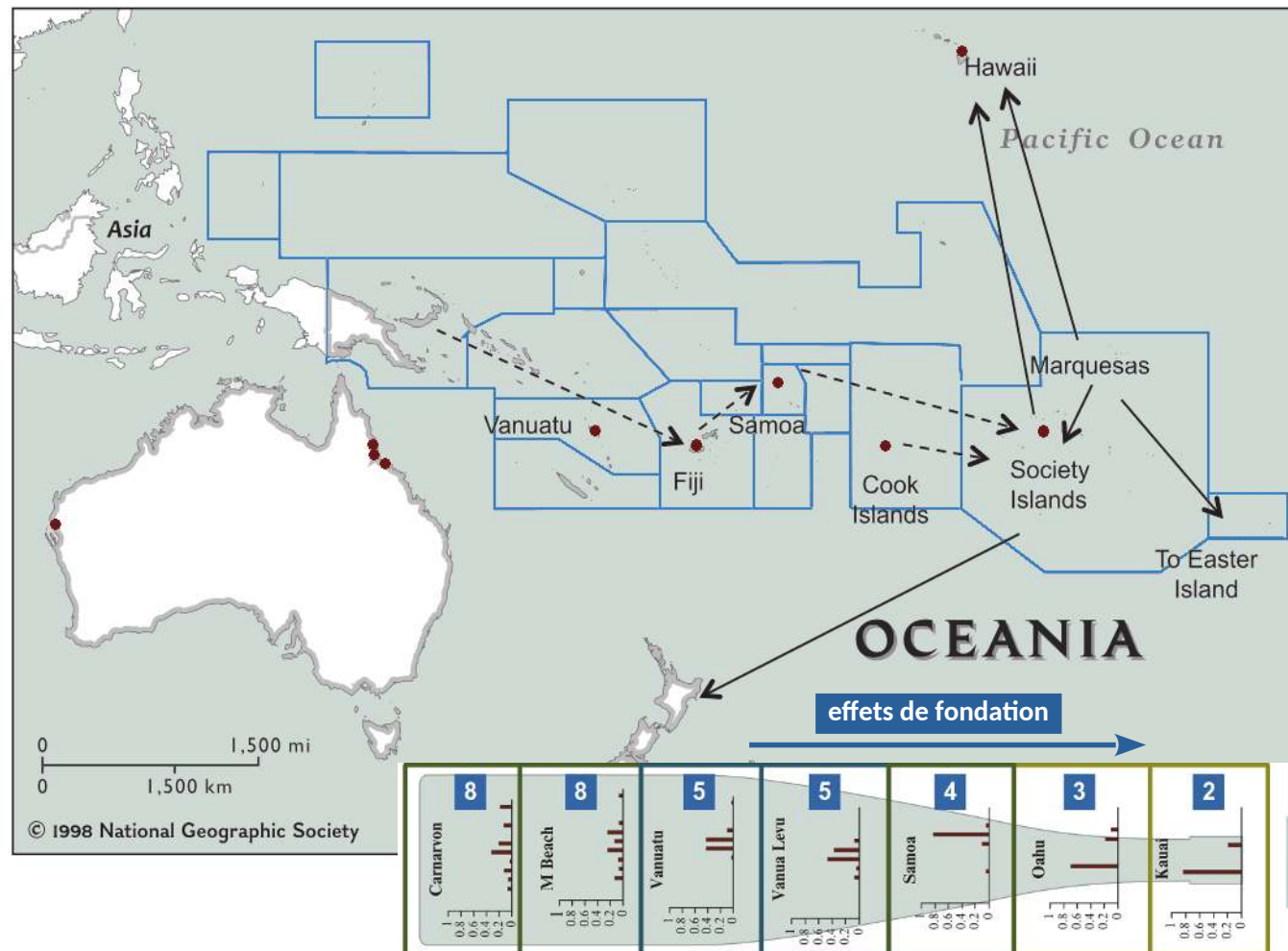
3500-2700 BP



1200-500 BP



● populations de *Teleogryllus* étudiées



Les causes de la variation génétique

3) La sélection naturelle

Darwin (1859) :

= processus favorisant les changements de fréquence des caractères morpho., physio. ou comportementaux dans une population

► = **filtre** des allèles favorisant une meilleure (survie x fécondité)
= meilleure **valeur sélective** (*fitness* en anglais)

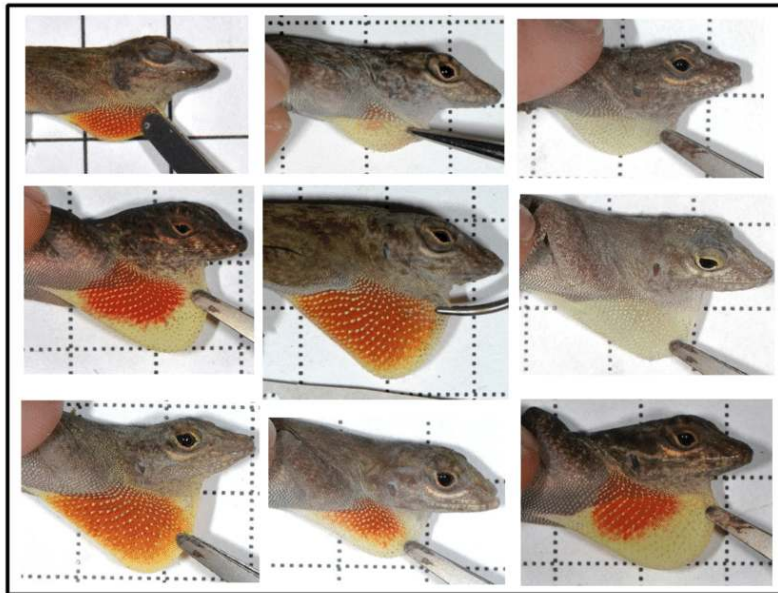
Conditions pour l'évolution d'un caractère :

1. Variation génétique pour le caractère dans la population
2. Cette variation est, au moins en partie, héritable
3. La valeur du caractère influence la valeur sélective des individus

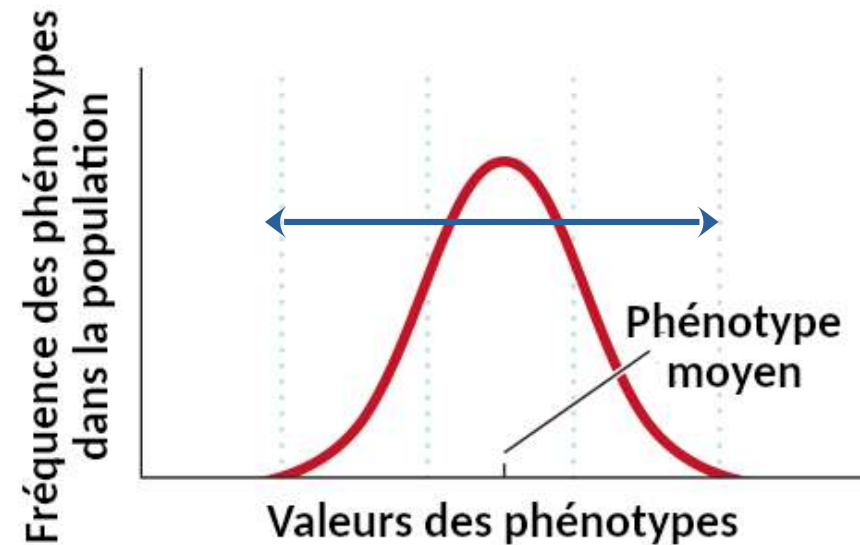
► une **adaptation** = caractère, génétiquement déterminé

Les causes de la variation génétique

La sélection naturelle : la variation de fréquence des phénotypes



Pour un caractère donné :

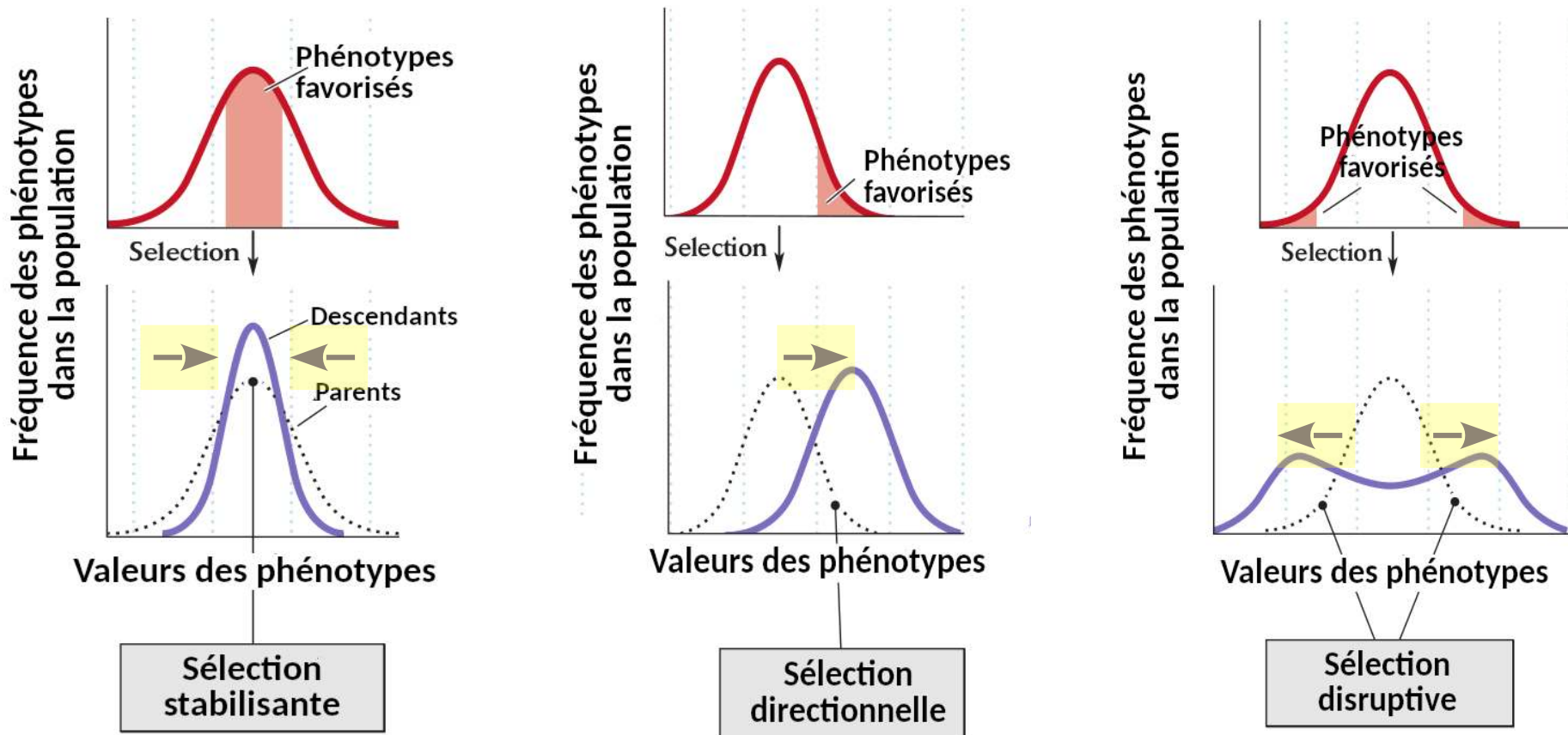


Variation de la taille du fanon gulaire chez *Anolis dischitus*.

Ng et al 2019

Les causes de la variation génétique

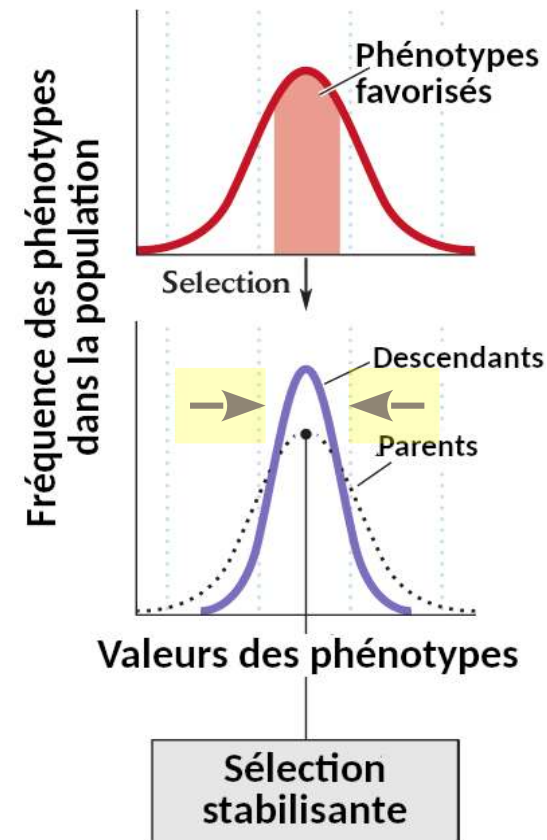
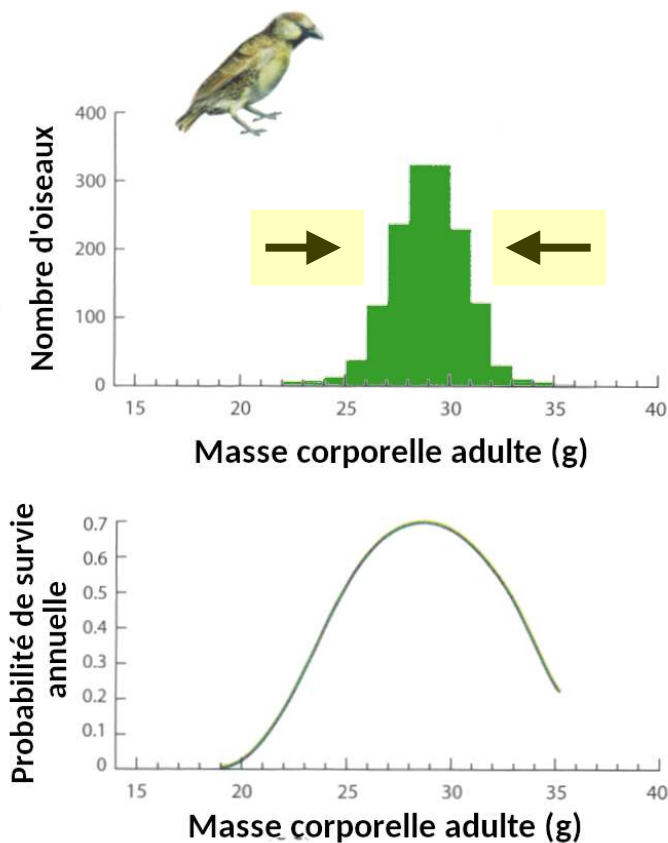
La sélection naturelle : les différents types de sélection



Les causes de la variation génétique

La sélection naturelle : les différents types de sélection

Républicain social
(*Philetairus socius*)



D'après Covas et al 2002,
in Ricklefs & Relyea 2019

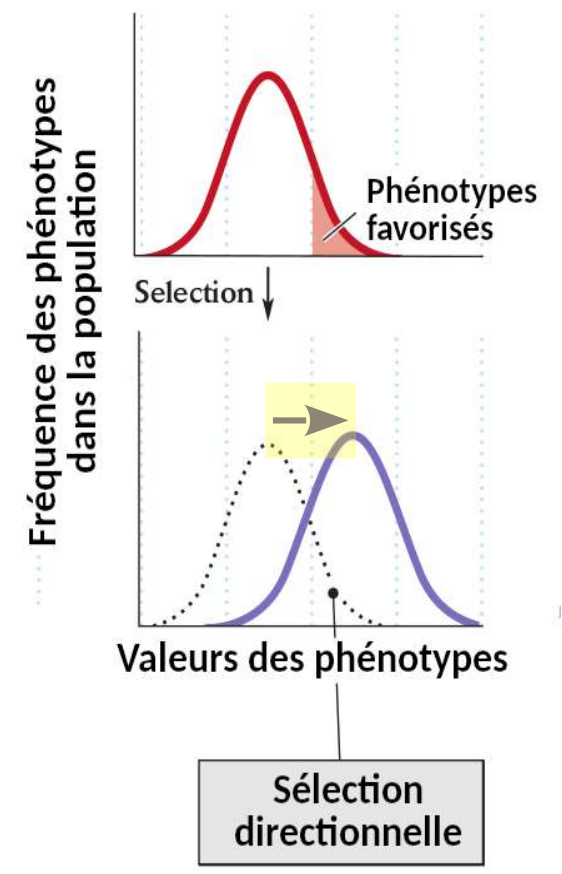
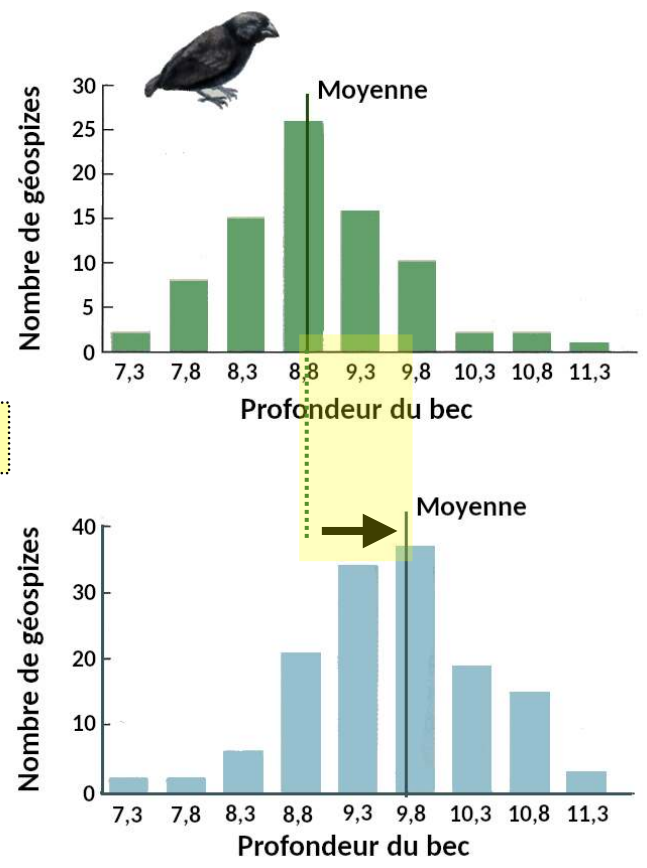
Les causes de la variation génétique

La sélection naturelle : les différents types de sélection

Géospize à bec moyen
(*Geospiza fortis*)

(granivore)

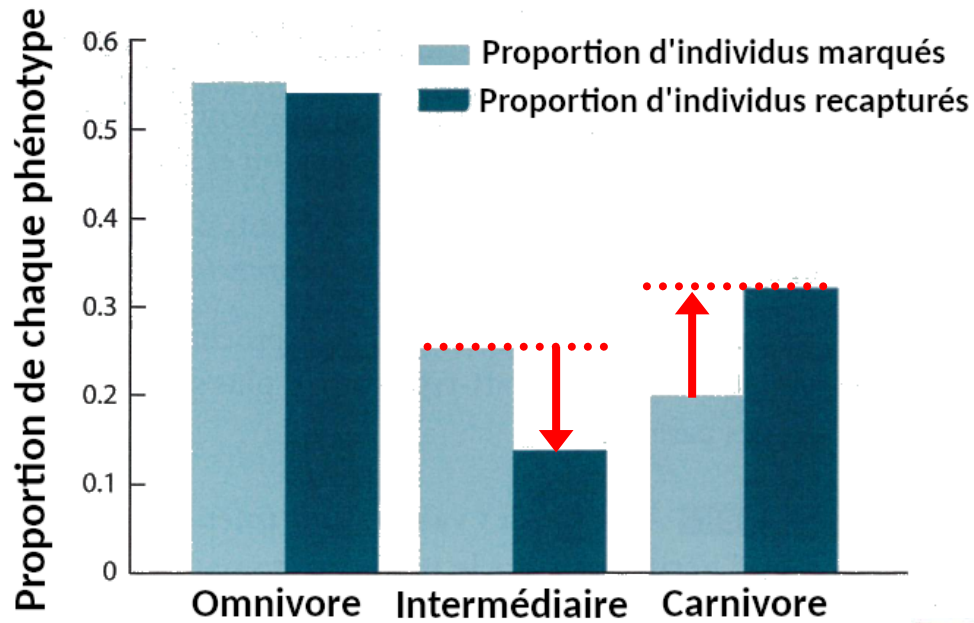
épisode de sécheresse



D'après Grant & Grant 2003,
in Ricklefs & Relyea 2019

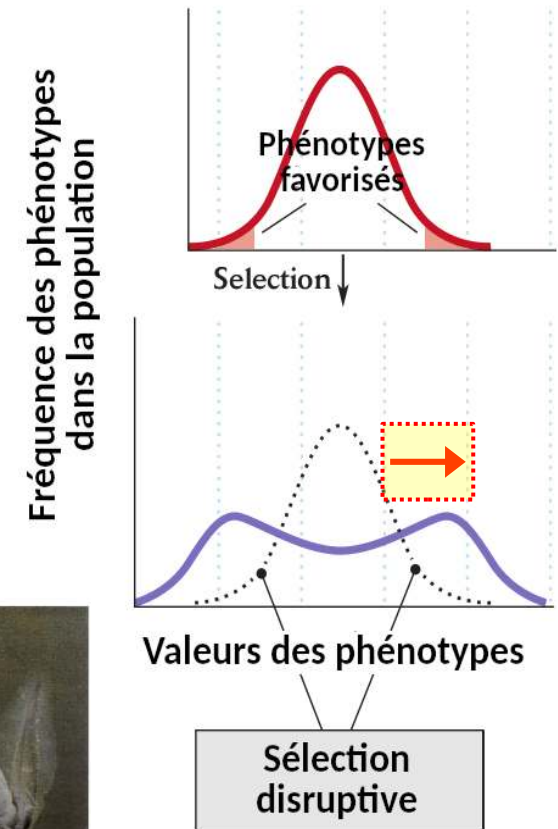
Les causes de la variation génétique

La sélection naturelle : les différents types de sélection

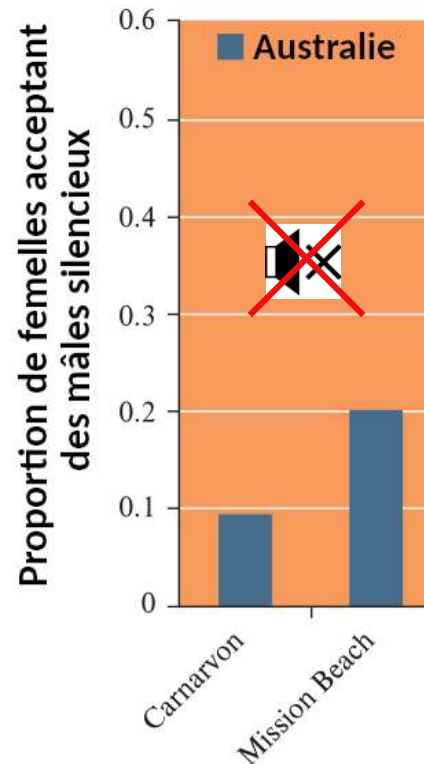
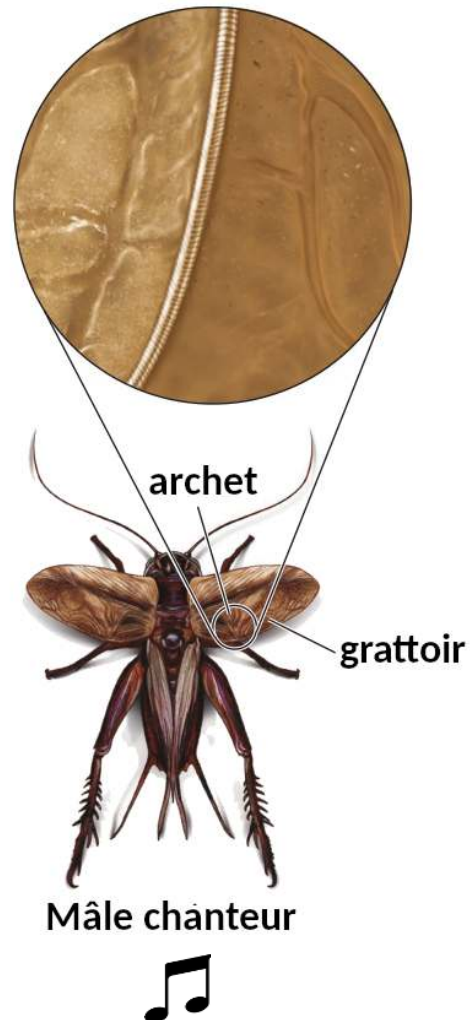


Phénotypes des têtards
(pièces buccales)

Spea multiplicata



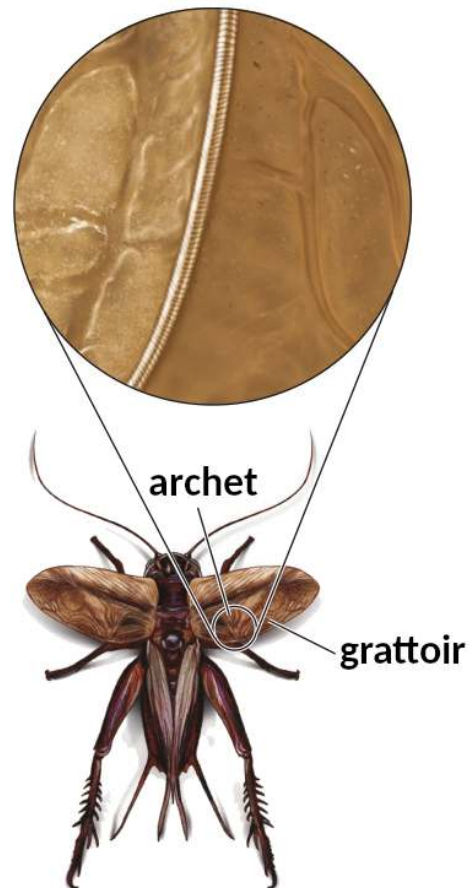
Le grillon champêtre du Pacifique (Teleogryllus oceanicus) : quand la sélection s'en mêle...



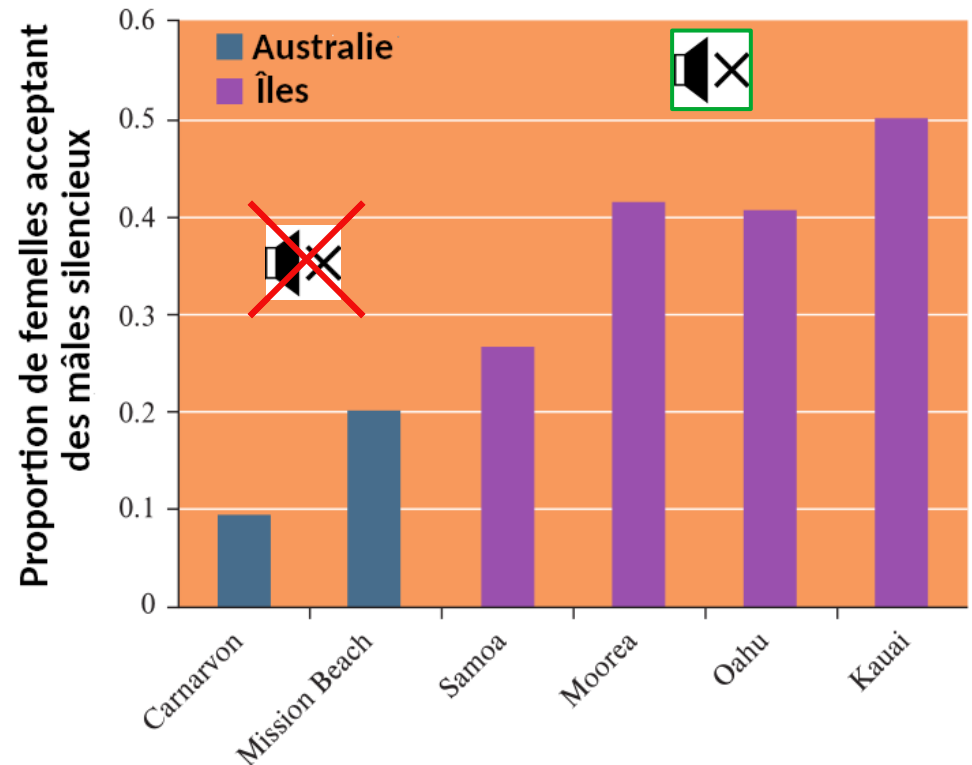
**sélection sexuelle
contre les mâles silencieux**

D'après Zuk et al. 2006 et Tinghitella & Zuk 2009, in Sher & Molles 2022

Le grillon champêtre du Pacifique (Teleogryllus oceanicus) : quand la sélection s'en mêle...

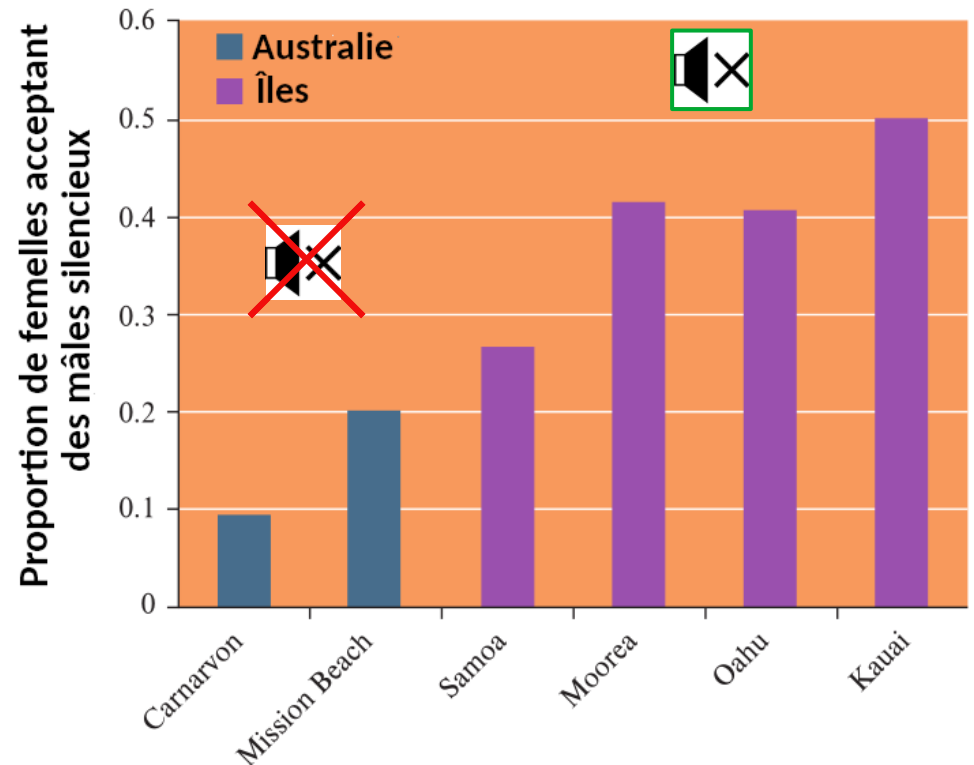
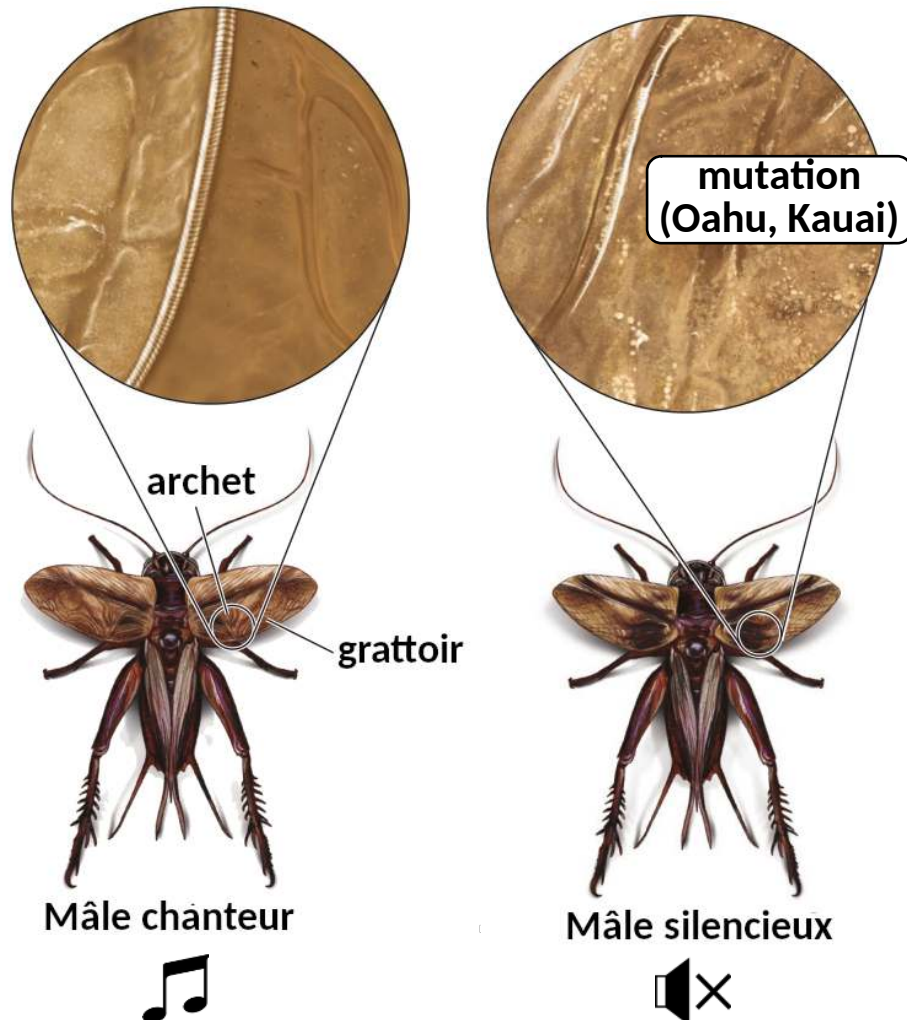


Mâle chanteur



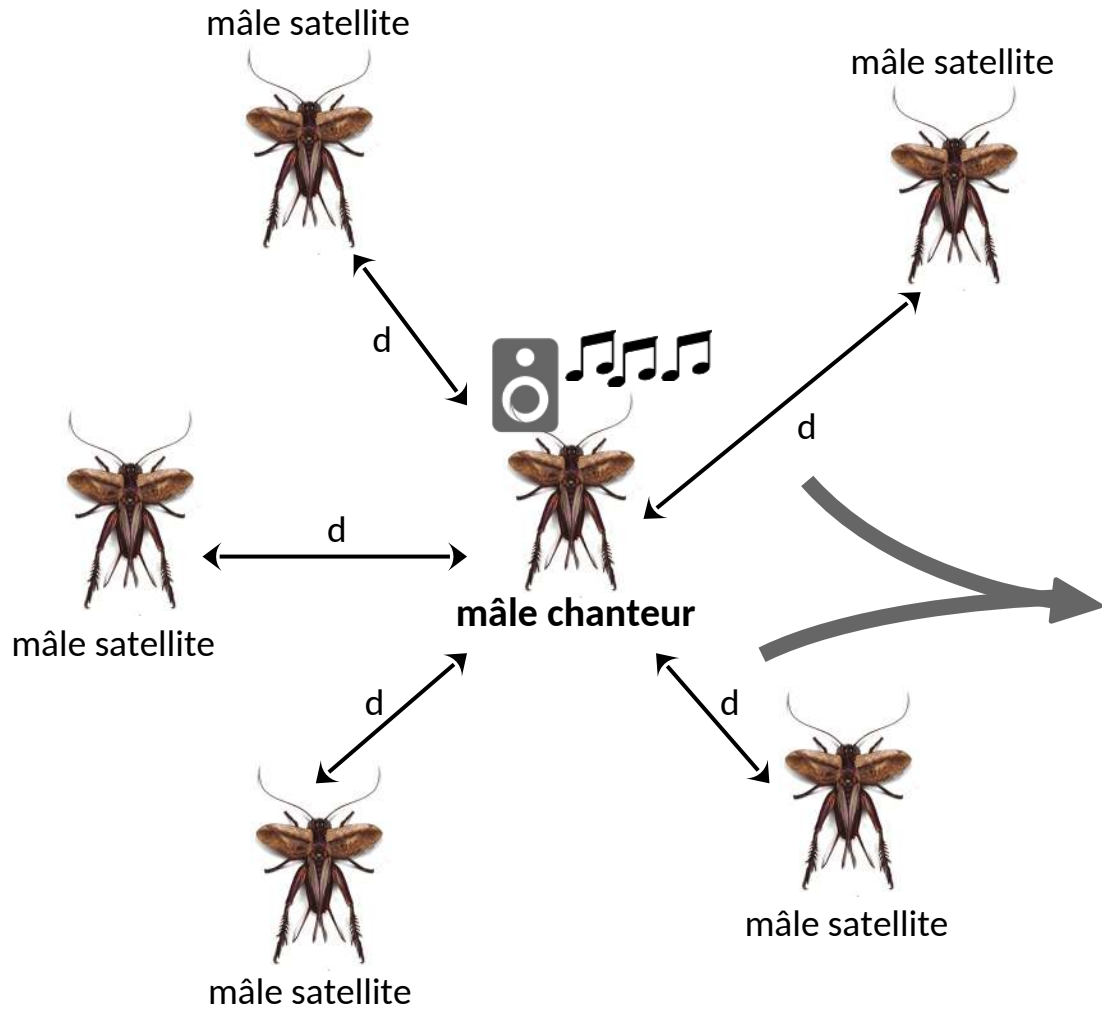
D'après Zuk et al. 2006 et Tinghitella & Zuk 2009, in Sher & Molles 2022

*Le grillon champêtre du Pacifique (*Teleogryllus oceanicus*), quand la sélection s'en mêle...*



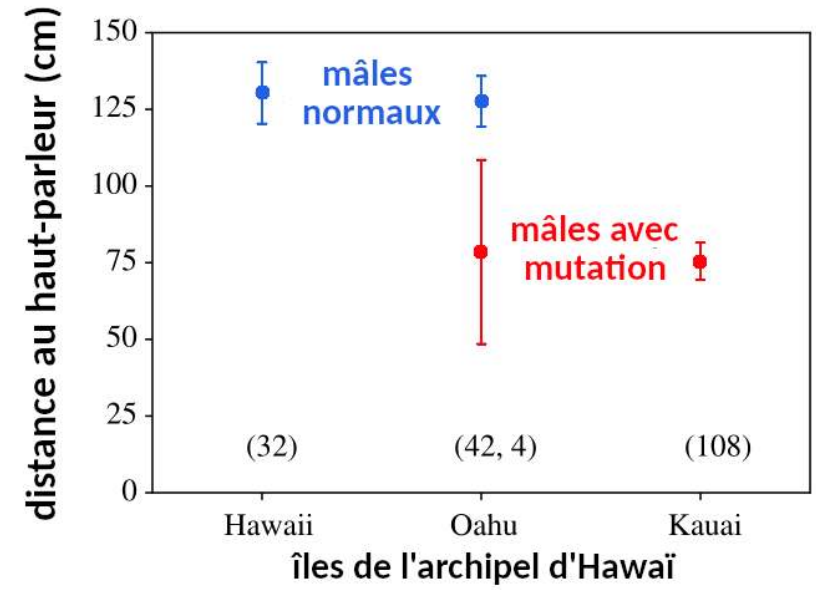
D'après Zuk et al. 2006 et Tinghitella & Zuk 2009, in Sher & Molles 2022

Le grillon champêtre du Pacifique (*Teleogryllus oceanicus*) : quand la sélection s'en mêle...



isolement et faibles densités de population

+ de mâles silencieux (mutés)



D'après Zuk et al. 2006

Le grillon champêtre du Pacifique (Teleogryllus oceanicus) : quand la sélection s'en mêle...

parasitoïde : *Ormia ochracea*



Ormia ochracea
Photo : Jpaur



Photo : N. Lee,
in Heinen-Kay & Zuk, 2019

mâle chanteur

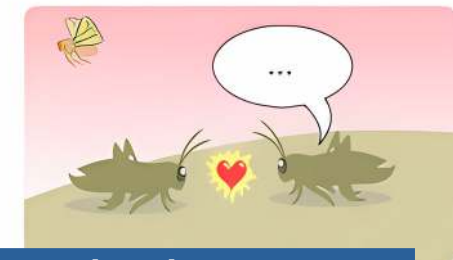
mâle silencieux

pas de
mouche



contre-sélection des mâles silencieux

mouche
présente



contre-sélection des mâles chanteurs

D'après *Quick evolution leads to quiet crickets*
<https://evolution.berkeley.edu/evo-news/quick-evolution-leads-to-quiet-crickets/>

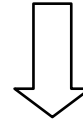
Le grillon champêtre du Pacifique (*Teleogryllus oceanicus*) : quand la sélection s'en mêle...

Facteurs écologiques

isolement et faibles densités de population

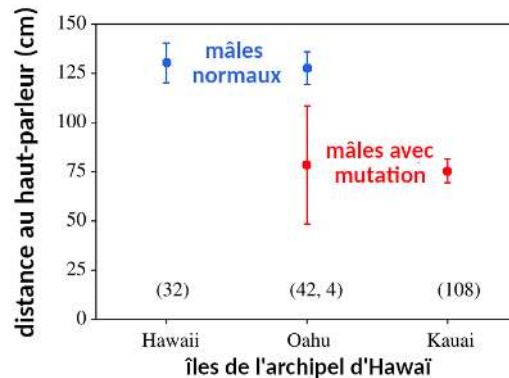
moins de ♂ chanteurs (mutation)

parasitoïde (*Ormia ochracea*)

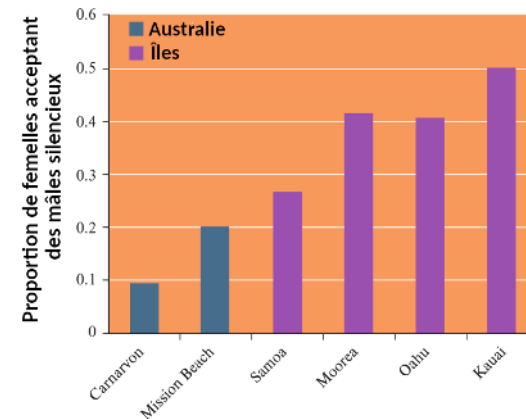


Conséquences évolutives

variation comportement des ♂ mutés (distance chantant/satellites)

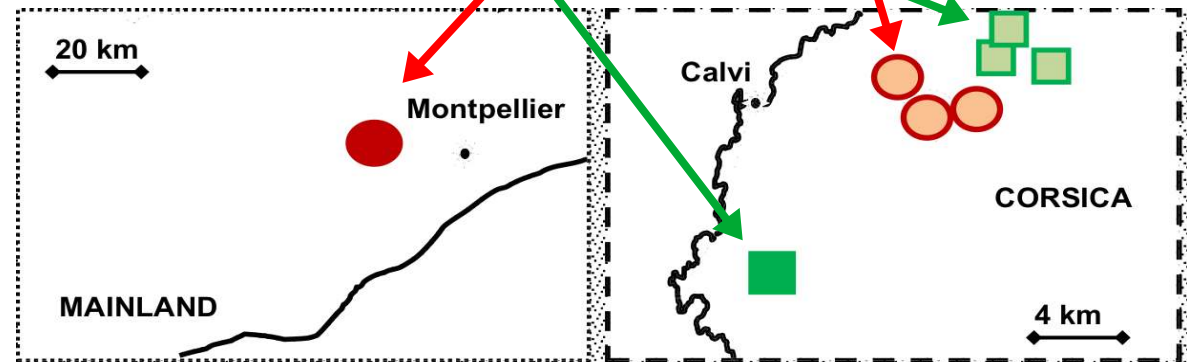
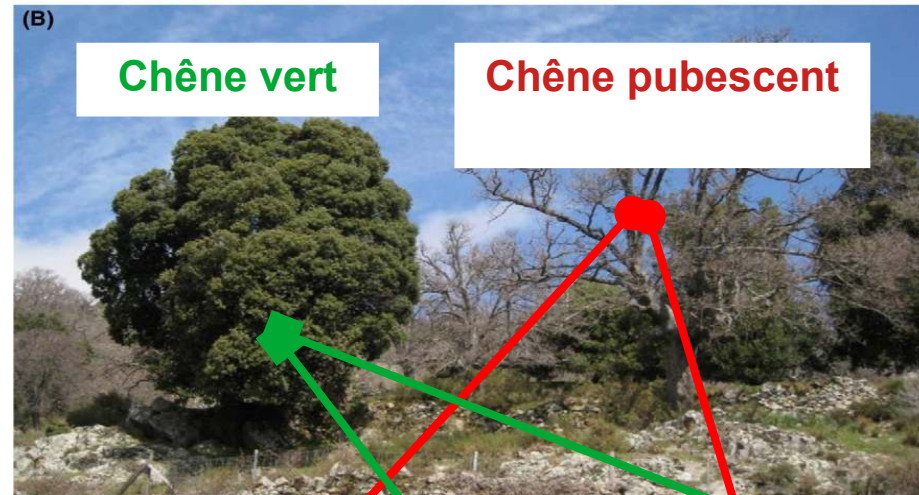


changement taux d'acceptation des ♂ silencieux par les ♀



Les stratégies adaptatives : adaptation locale

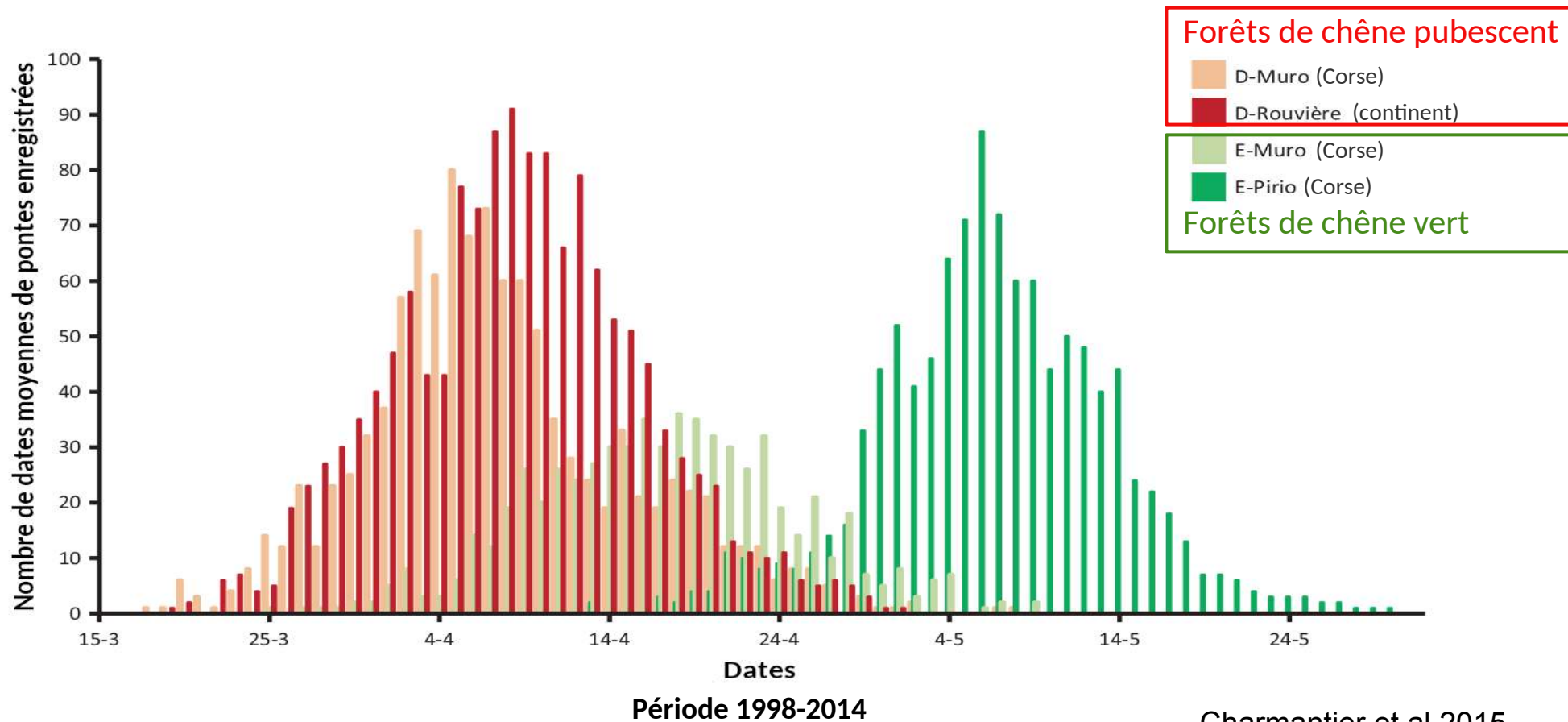
La mésange bleue (*Cyanistes caeruleus*)



Charmantier et al 2015

Les stratégies adaptatives : adaptation locale

La mésange bleue (*Cyanistes caeruleus*)



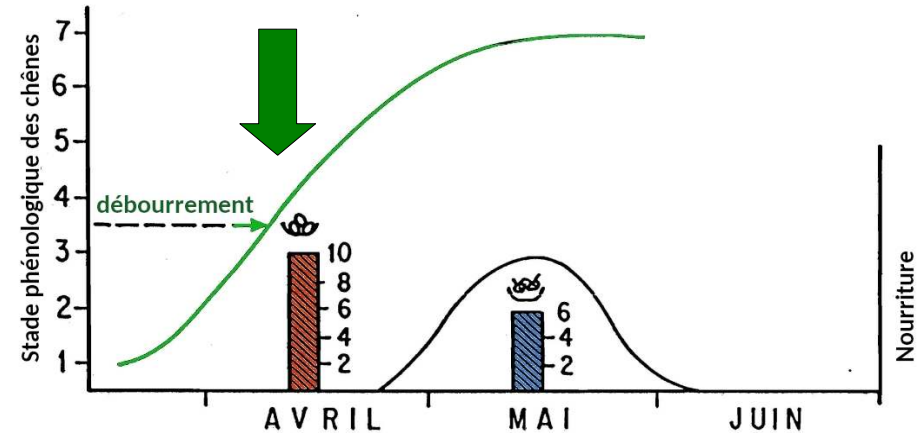
Charmantier et al 2015

Les stratégies adaptatives : adaptation locale

La Rouvière (Montpellier)
- **Forêt de chêne pubescent**



débourrement des
bourgeons



D'après Dias 1994

Les stratégies adaptatives : adaptation locale

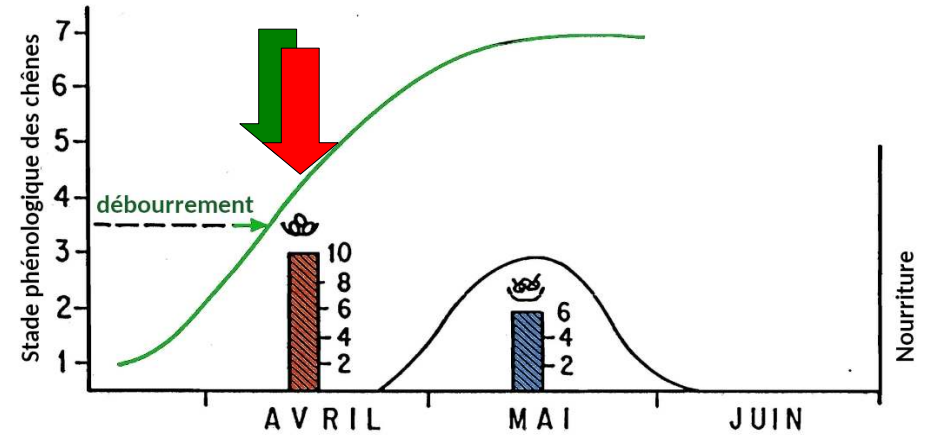
La Rouvière (Montpellier)
- **Forêt de chêne pubescent**



débourrement des
bourgeons



date de
ponte



D'après Dias 1994

Les stratégies adaptatives : adaptation locale

La Rouvière (Montpellier)
- Forêt de chêne pubescent

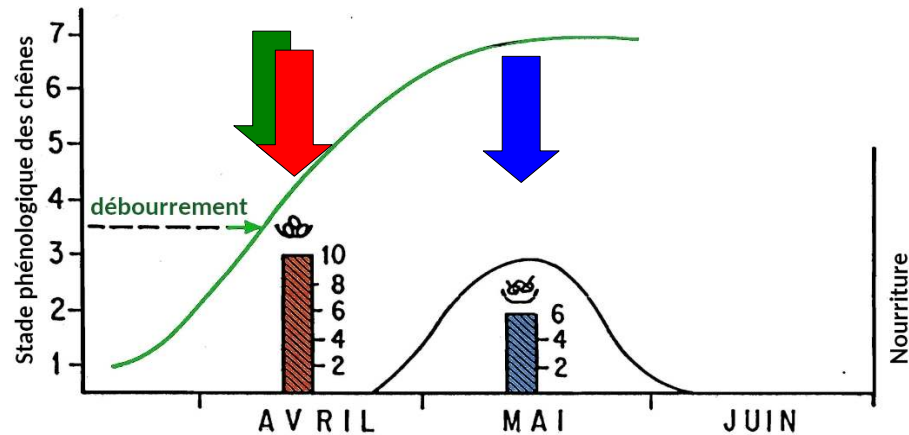


débourrement des bourgeons



date de ponte

date d'éclosion

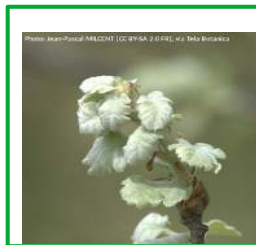


D'après Dias 1994



Les stratégies adaptatives : adaptation locale

La Rouvière (Montpellier)
 - Forêt de chêne pubescent



débourrement des bourgeons

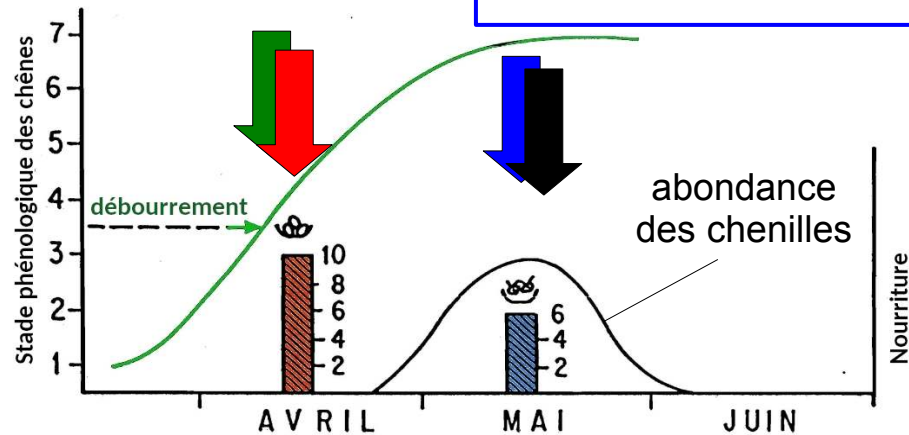


date de ponte

date d'éclosion



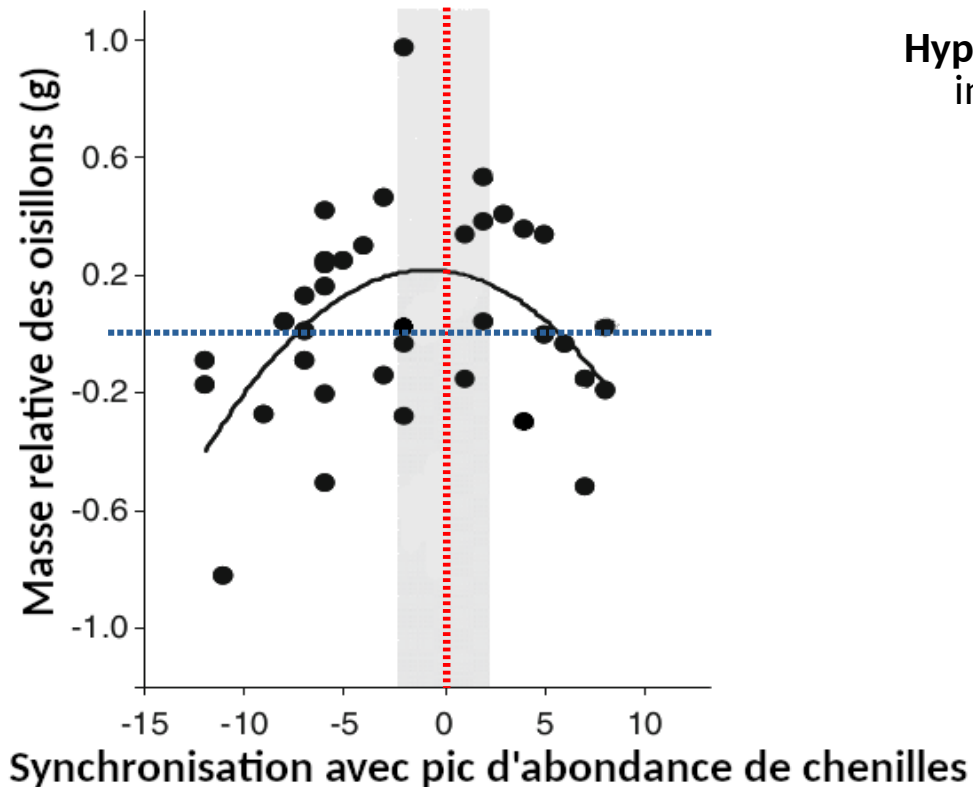
pic d'abondance des chenilles



D'après Dias 1994

Les stratégies adaptatives : adaptation locale

Relation pic d'abondance des chenilles –
morphologie des oisillons

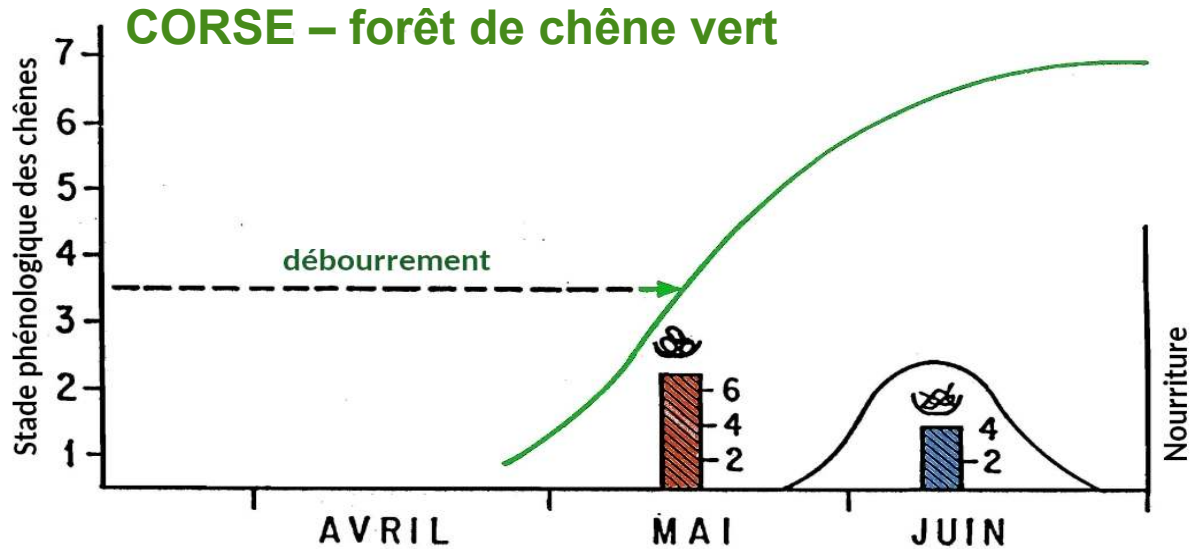
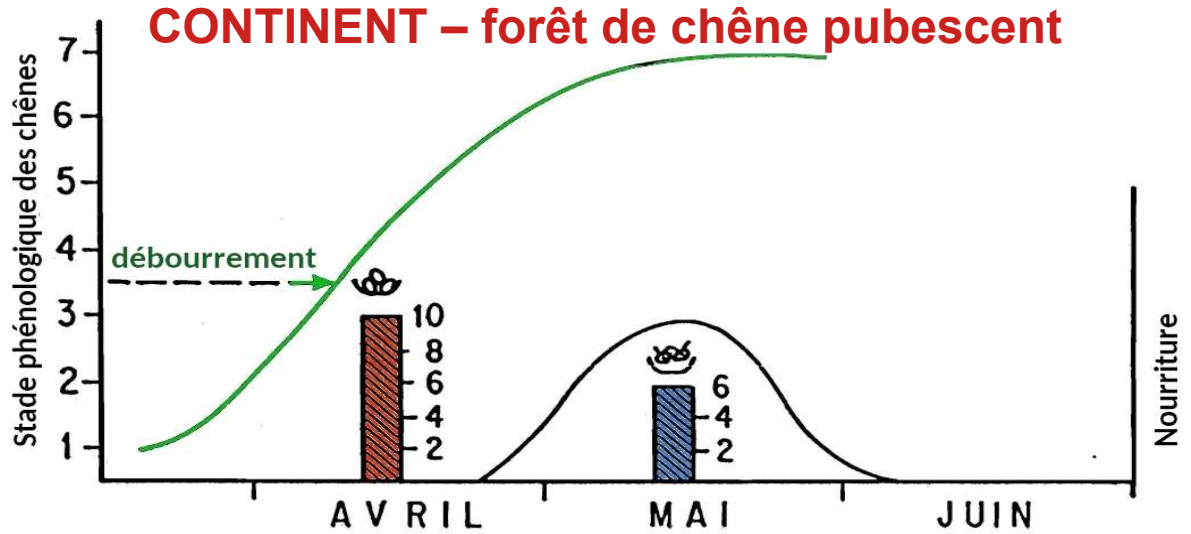


Hypothèse : la masse des oisillons est un
indicateur de leur chance de survie



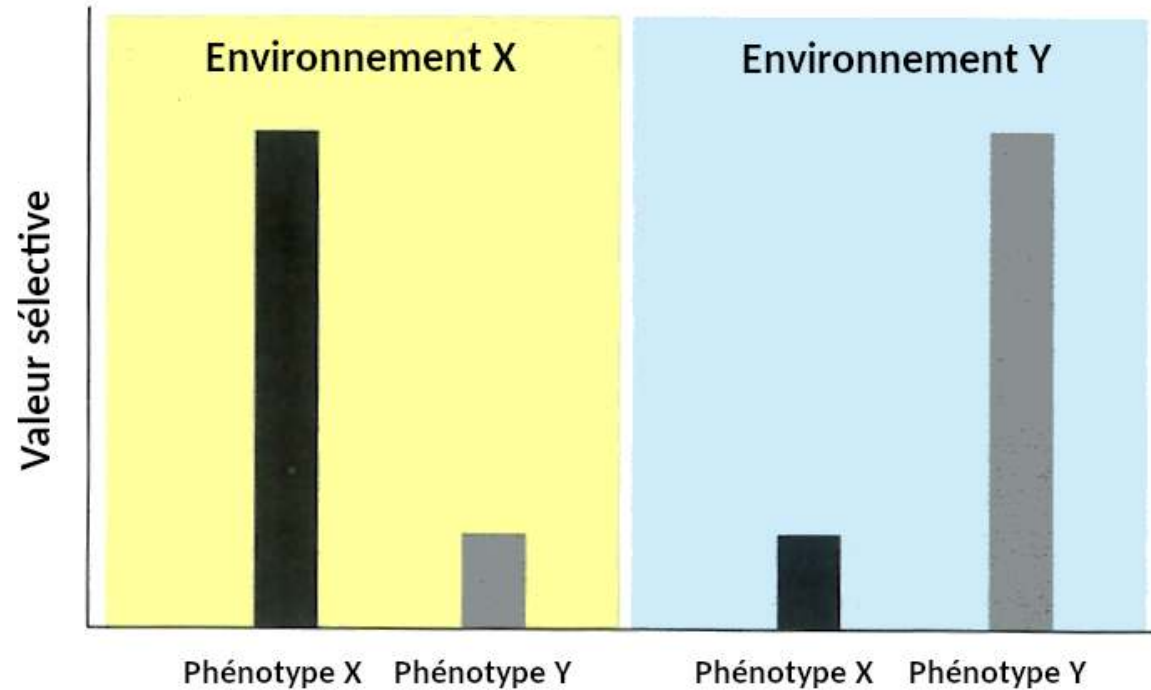
**date de ponte / date d'éclosion
/ pic d'abondance de chenilles
= adaptation au milieu**

D'après Garcia-Navas & Sanz 2011



D'après Dias 1994

Les stratégies adaptatives : adaptation locale



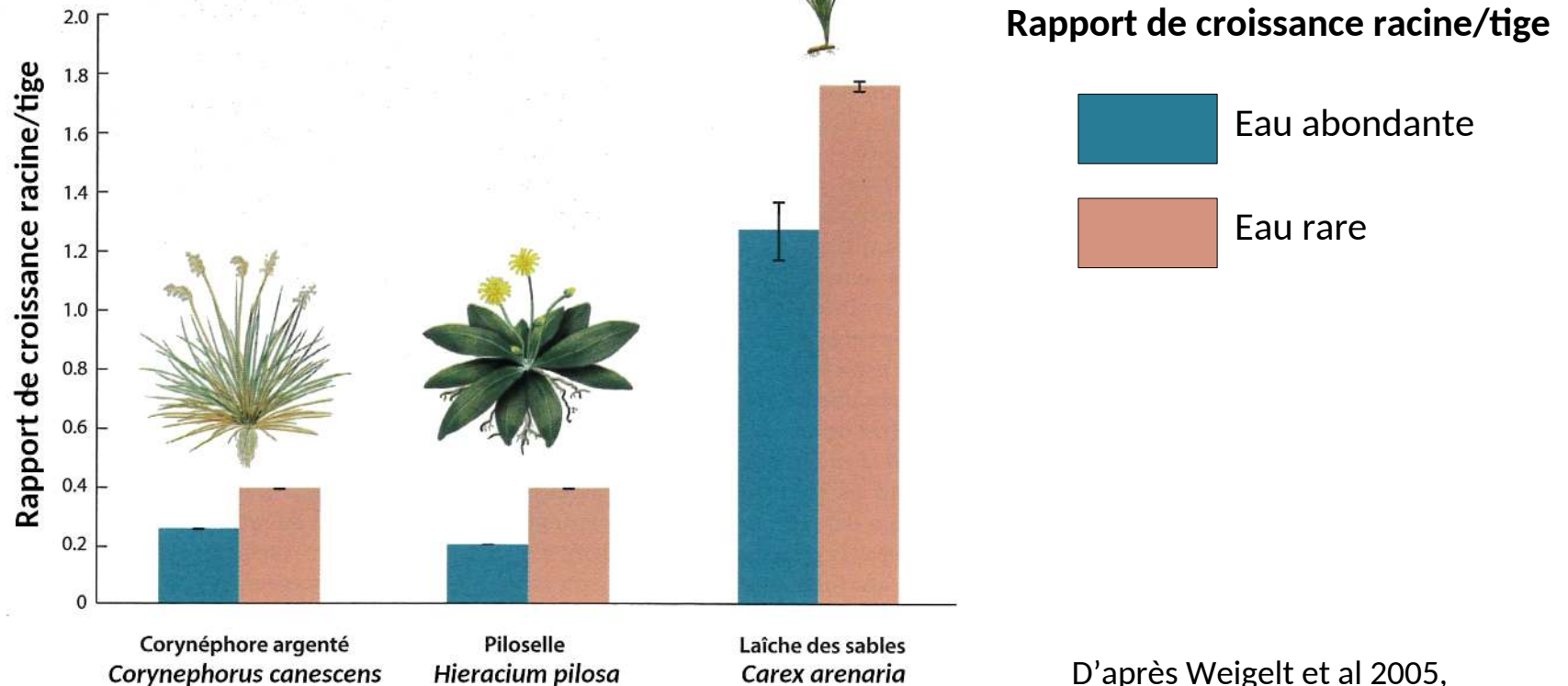
→ compromis phénotypique

Les stratégies adaptatives : plasticité phénotypique

Les plantes de milieu dunaire

Plasticité phénotypique

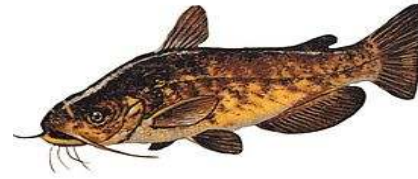
1 génotype → plusieurs phénotypes



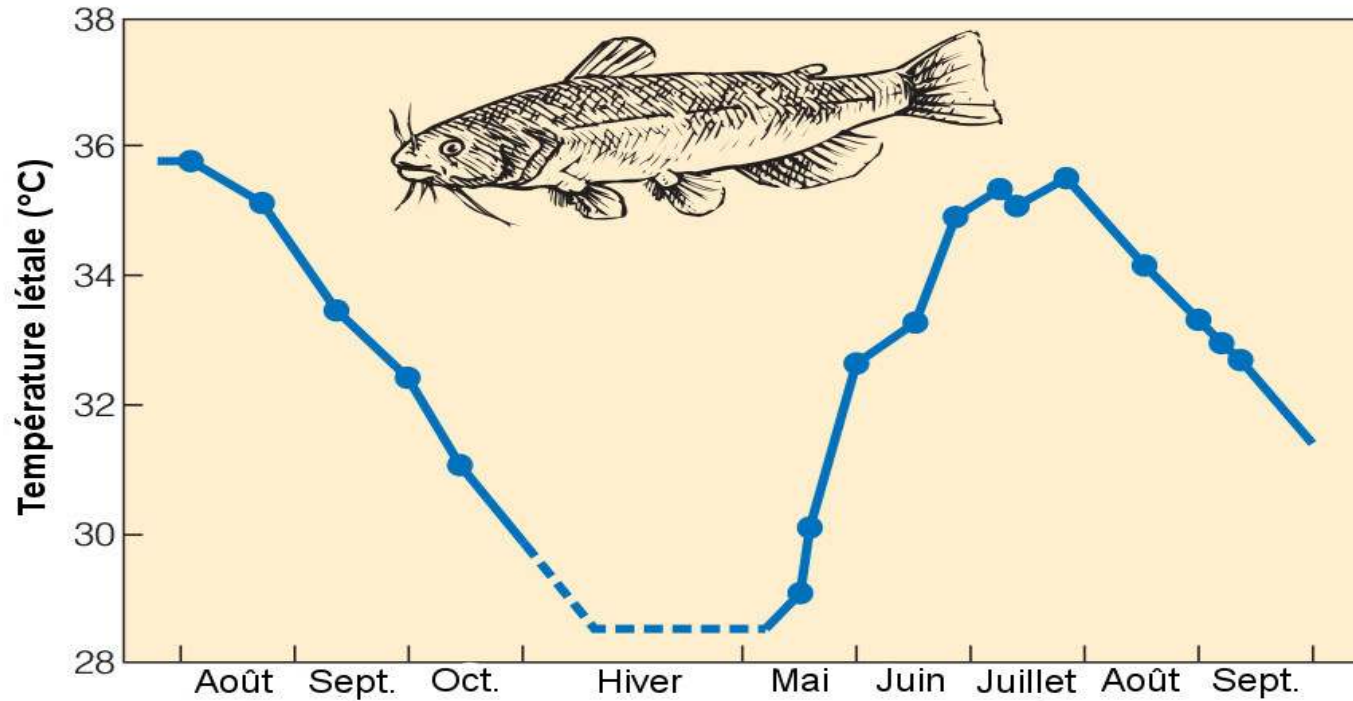
D'après Weigelt et al 2005,
in Ricklefs & Relyea 2019

Plasticité phénotypique

1 génotype → phénotypes différents
(physiologie)



Barbotte brune
Ameiurus nebulosus



● ———— Température létale pour 50 % des individus après 15h d'exposition

Changement réversible ↔ **acclimatation**

In Smith & Smith, 2012,
d'après Fry, 1947

Plasticité phénotypique

1 génotype → phénotypes différents
(plasticité développementale)

Papillons de jour

Araschnia levana, *Precis octavia*
et *Bicyclus anynana*

Formes saisonnières*Araschnia levana**Precis octavia**Bicyclus anynana*

printemps

été



Changement irréversible ↔ polyphénisme

In Beldade & Brackfield 2002
et d'après Nijhout 1991

Plasticité phénotypique

1 génotype → phénotypes différents
(plasticité développementale)

La carte géographique
Araschnia levana



Face dorsale



Face ventrale



Photos Didier Descouens — wikimedia.org

Phénotype de printemps

Phénotype d'été

Plasticité phénotypique

1 génotype → phénotypes différents
(plasticité développementale)

La carte géographique
Araschnia levana

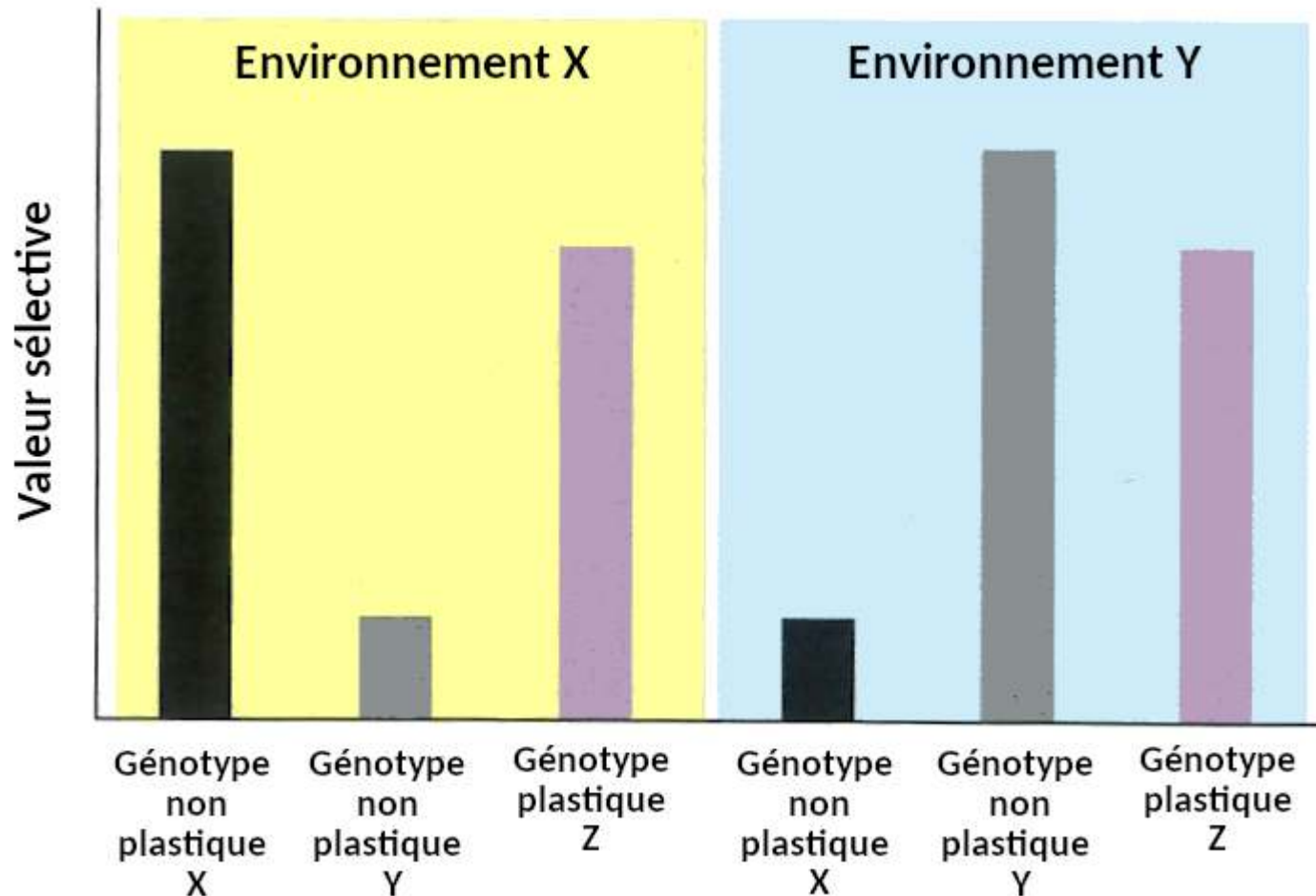
Forme d'été**Phénotypes intermédiaires expérimentaux****Phénotypes intermédiaires expérimentaux****Forme de printemps**

Injection d'ecdysone ou manipulation de l'environnement

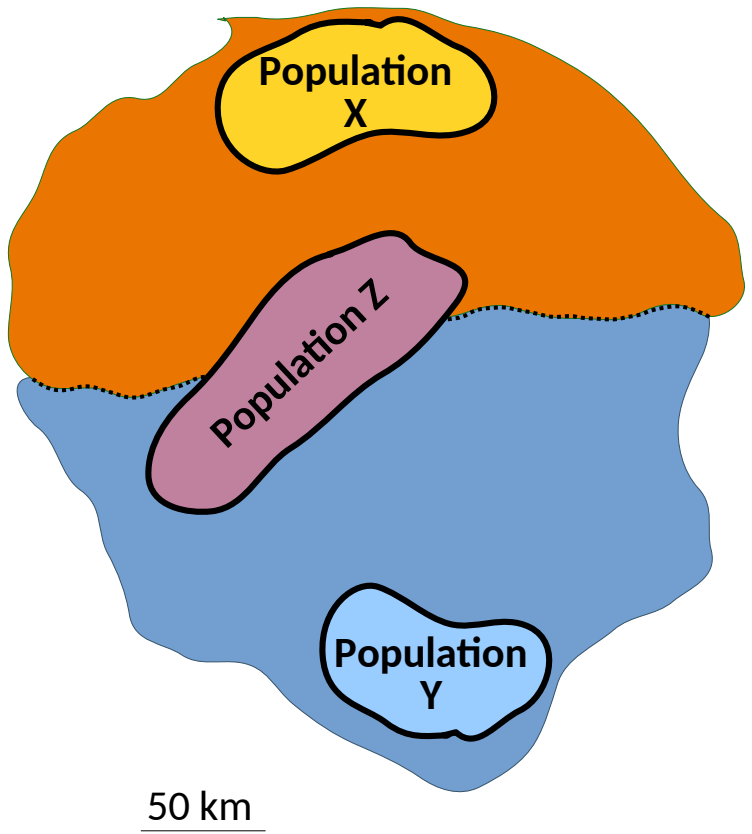
Phénotypes sauvages

d'après Nijhout 2003

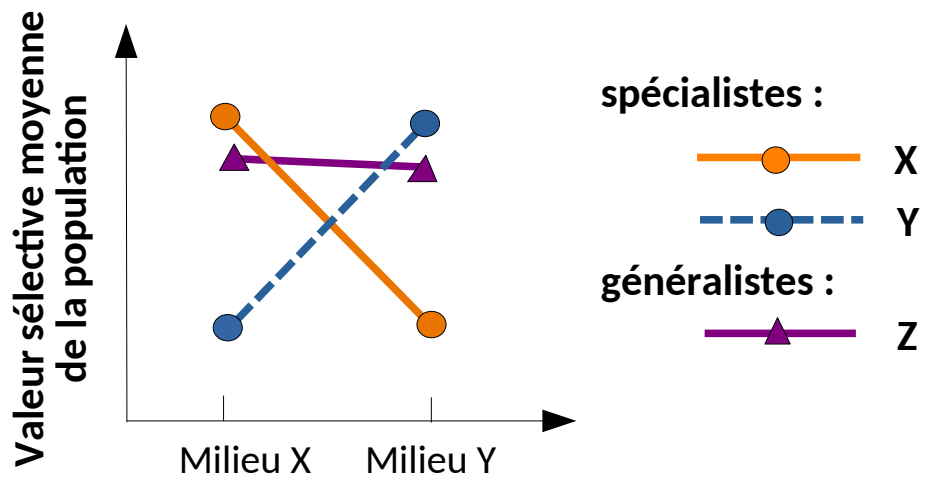
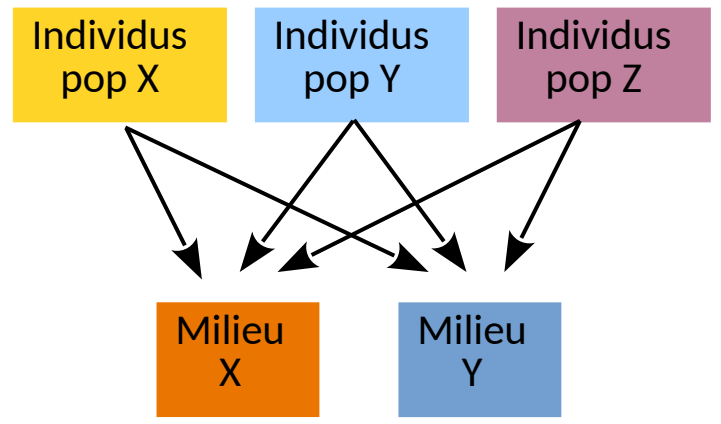
Les stratégies adaptatives : adaptation locale et plasticité phénotypique



Spécialistes vs. généralistes



Expérience :



Diversité génétique = potentiel adaptatif d'une population

