

Les conséquences génétiques et démographiques de l'évolution de l'autofécondation

Diala ABU AWAD

Université Lille 1



07 Avril 2015

Quels facteurs influencent la probabilité d'extinction des populations ?

→ Effectif efficace

Quels facteurs influencent la probabilité d'extinction des populations ?

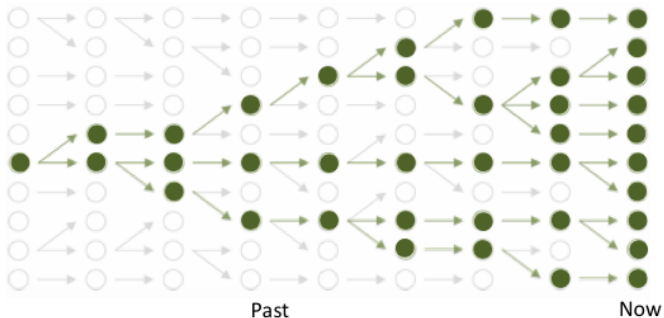
→ **Effectif efficace**

Introduction

Effectif efficace

L'effectif d'un population idéale

Coalescent : La probabilité que deux allèles tirées au hasard dans une population soient identiques par descendance (ou ascendance).



Introduction

Modèle

Résultats

Conclusions et
Perspectives

L'effectif d'une population idéale

Coalescent : La probabilité que deux allèles tirées au hasard dans une population soient identiques par descendance (ou ascendance).

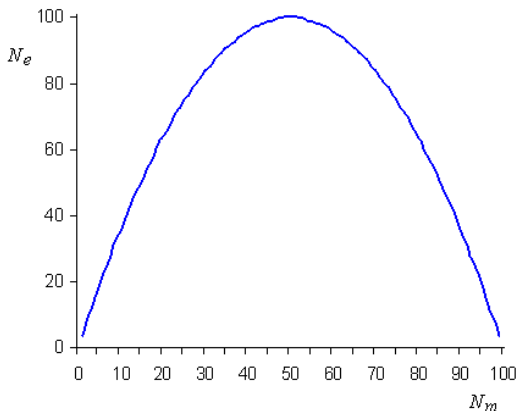
→ Influencée par des facteurs “neutres” ou par la sélection.

Introduction

Facteurs neutres

Stochasticité démographique, système de reproduction, etc. :

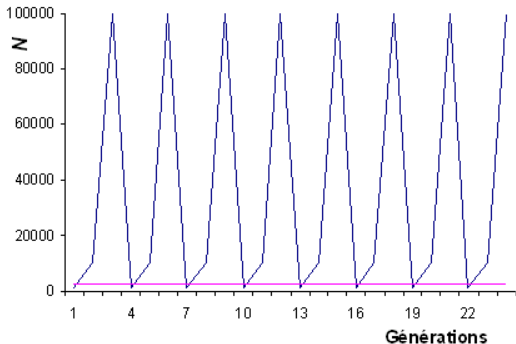
e.g. Ratio males/femelles $\rightarrow N_e = \frac{4N_m N_f}{N_m + N_f}$



Introduction

Facteurs neutres

Stochasticité démographique, système de reproduction, etc. :
e.g. Goulots d'étranglement



http://genet.univ-tours.fr/EXCOFFIER/Laurent/GMDP_demog.htm

Introduction

Modèle

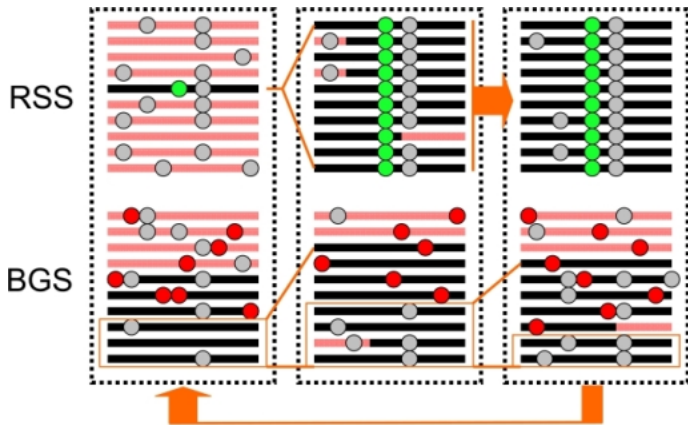
Résultats

Conclusions et
Perspectives

Introduction

Facteurs liés à la sélection

Effet du Balayage sélectif (RSS) et Background selection (BGS)



Introduction

Ne et taux d'extinction ?

Introduction

Modèle

Résultats

Conclusions et
Perspectives

- Diminution de la variation génétique (potentiel adaptatif)
- Augmentation de la probabilité de fixation de mutations délétères (vortex d'extinction).

Introduction

Effet de l'autofécondation

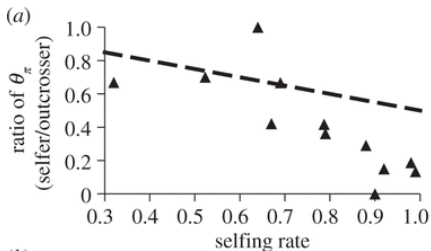
Introduction

Modèle

Résultats

Conclusions et
Perspectives

Données empiriques



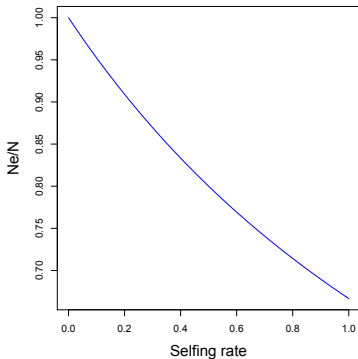
$$\rightarrow Ne = \frac{N}{1-F}$$
$$\left(F = \frac{\alpha}{2-\alpha}\right)$$

Barrett et al. 2013

Introduction

Effet de l'autofécondation

Attendus théoriques sans sélection :



$$\rightarrow Ne = \frac{N}{1-F}$$
$$(F = \frac{\alpha}{2-\alpha})$$

Introduction

Modèle

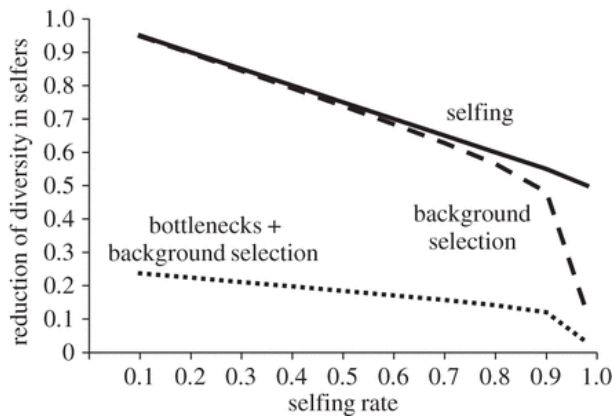
Résultats

Conclusions et
Perspectives

Introduction

Effet de l'autofécondation

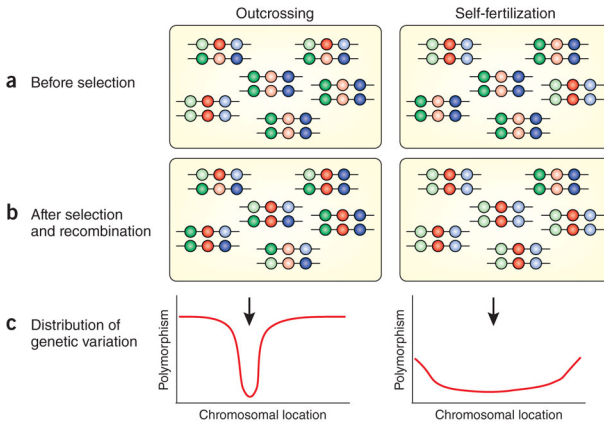
Autofécondation et background selection



Introduction

Effet de l'autofécondation

Autofécondation et balayage sélectif



Introduction

Effet de l'autofécondation

Introduction

Modèle

Résultats

Conclusions et
Perspectives

L'autofécondation diminue l'effectif efficace

→ **Plus fort taux d'extinction chez les espèces auto-fécondantes ?** (Dead-end hypothesis - Takebayashi and Morrell 2001)

Introduction

Les espèces auto-fécondantes en bout de branche

→ Une indication d'un taux d'extinction plus fort ?
e.g. Herkogamie chez *Exochaenium*

Introduction

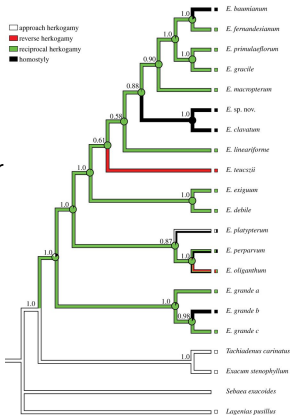
Modèle

Résultats

Conclusions et Perspectives

Hérkogamie = distance entre les parties mâles et femelles d'une fleur

vert → allo-fécondant
noir → auto-fécondant



Barrett 2013

Introduction

Les espèces auto-fécondantes en bout de branche

→ Une indication d'un taux d'extinction plus fort ?
e.g. Hérkogamie chez *Exochaenium*

Introduction

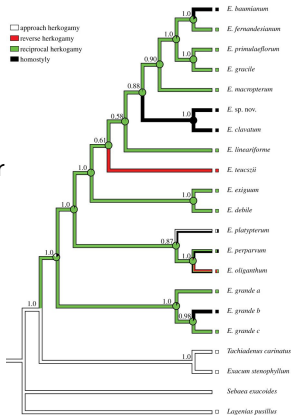
Modèle

Résultats

Conclusions et
Perspectives

Hérkogamie = distance entre les
parties mâles et femelles d'une fleur

vert → allo-fécondant
noir → auto-fécondant



Barrett 2013

→ Démonstré par Goldberg et al. 2010 (*Solanaceae*)

Introduction

Un cul de sac évolutif ?

Attendus théoriques :

- Réduction de l'effectif efficace
 - Accumulation de mutations délétères
 - Perte de diversité génétique (plus faible potentiel adaptatif) Glémin and Ronfort 2013

Introduction

Modèle

Résultats

Conclusions et
Perspectives

Introduction

L'autofécondation : Un cul de sac évolutif ?

Attendus théoriques :

- Réduction de l'effectif efficace
 - Accumulation de mutations délétères
 - Perte de diversité génétique (plus faible potentiel adaptatif) Glémin and Ronfort 2013

Par contre les avantages de l'autofécondation :

- Meilleure purge de mutation délétères Glémin 2003
- Fixation plus rapide de mutations adaptatives
Glémin and Ronfort 2013

Introduction

Modèle

Résultats

Conclusions et
Perspectives

Introduction

L'autofécondation : Un cul de sac évolutif ?

Introduction

Modèle

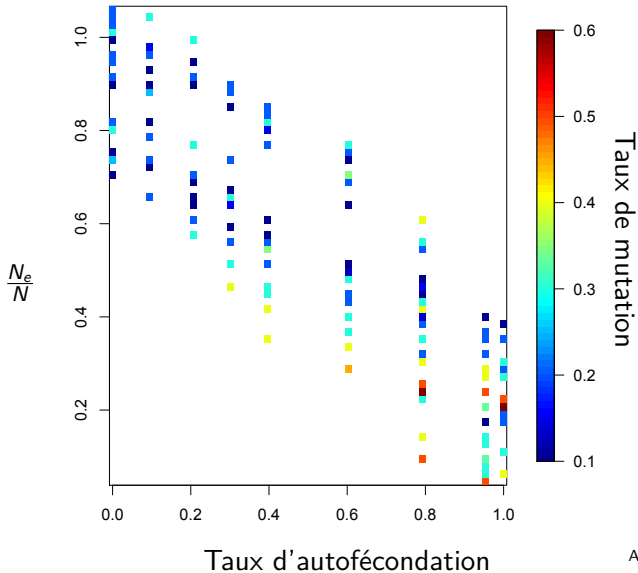
Résultats

Conclusions et
Perspectives

Les conséquences d'une N_e faible suffisent-elles pour expliquer les différences dans les taux d'extinction?

Introduction

L'autofécondation : Un cul de sac évolutif ?



Introduction

L'autofécondation : Un cul de sac évolutif ?

Introduction

Modèle

Résultats

Conclusions et
Perspectives

Les conséquences d'une N_e faible suffisent-elles pour expliquer les différences dans les taux d'extinction?

→ Pas très claire

Introduction

L'autofécondation : Un cul de sac évolutif ?

Introduction

Modèle

Résultats

Conclusions et
Perspectives

Et si c'est la transition vers l'autofécondation qui mène à l'extinction ?

Modèles précédents sur l'évolution de l'autofécondation : Taille de population fixe

(Lande and Schmeske 1985, Charlesworth et al.1993, etc.)

→ Les extinctions ne peuvent pas être détectées

Introduction

L'autofécondation : Un cul de sac évolutif ?

Introduction

Modèle

Résultats

Conclusions et
Perspectives

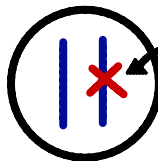
Et si c'est la transition vers l'autofécondation qui mène à l'extinction ?

Modèles précédents sur l'évolution de l'autofécondation : Taille de population fixe

(Lande and Schmeske 1985, Charlesworth et al.1993, etc.)

→ Les extinctions ne peuvent pas être détectées

Diploid individuals



Deleterious
mutation rate
 $2U$

Fitness

$$W_t^i = (1 - hs)^{h_e} (1 - s)^{h_o}$$

$2U$ Deleterious mutation rate

h_e No. of heterozygous mutations

h_o No. of homozygous mutations

h Dominance

s Coefficient of selection

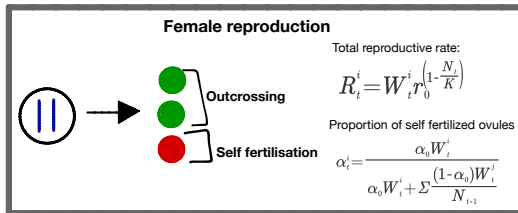
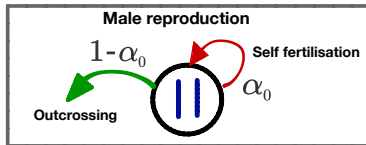
Modèle

Introduction

Modèle

Résultats

Conclusions et Perspectives



α_0 Male gametes available for self-fertilisation

R_t^i Individual reproductive rate

N_t Population size

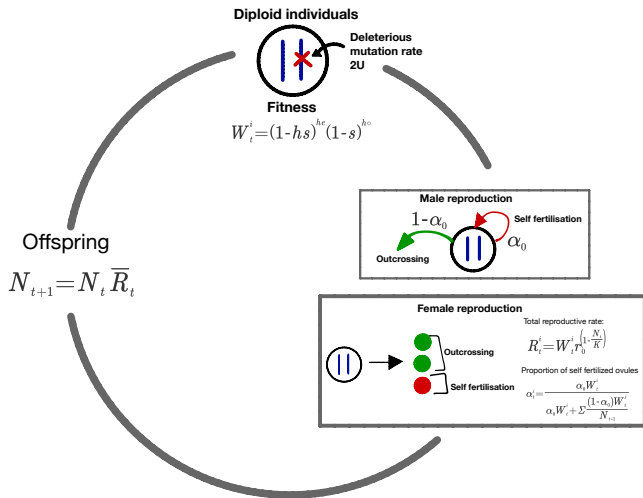
α_t^i Individual self-fertilisation rate

W_t^i Individual fitness

K Carrying capacity

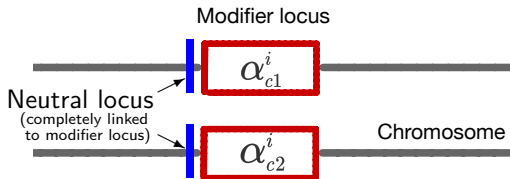
Modèle

Introduction
Modèle
Résultats
Conclusions et Perspectives



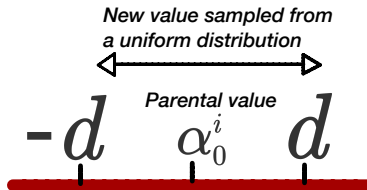
Modèle

Evolution de l'autofécondation



$$\alpha_0^i = \frac{\alpha_{c1}^i + \alpha_{c2}^i}{2}$$

$$0 \leq \alpha_0^i \leq 1$$



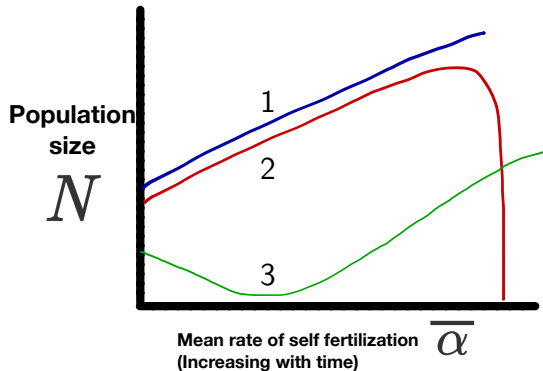
Introduction

Modèle

Résultats

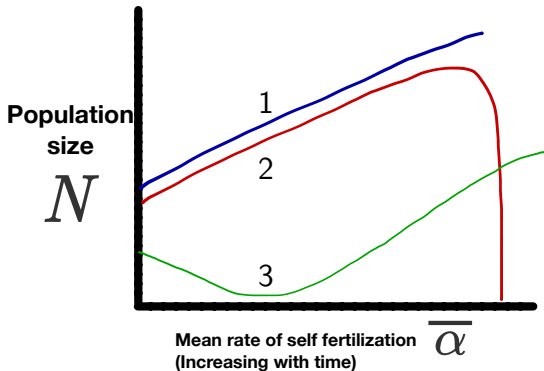
Conclusions et Perspectives

Scénarios démographiques possibles au cours de l'évolution de l'autofécondation



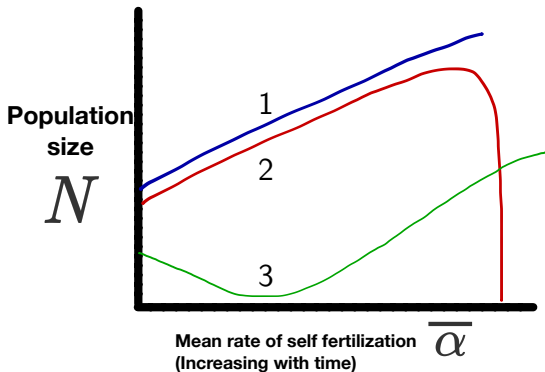
1 : La taille de la population augmente avec la purge des mutations délétères

Scénarios démographiques possibles au cours de l'évolution de l'autofécondation



2 : Après la purge initiale, l'extinction due à l'accumulation (et fixation) des mutations délétères

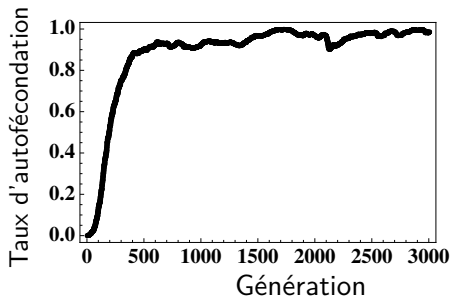
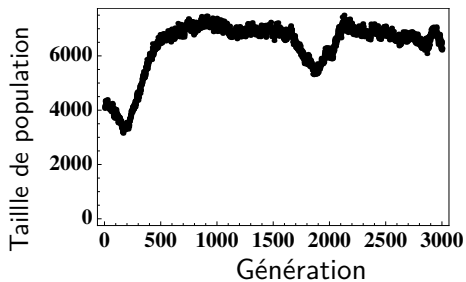
Scénarios démographiques possibles au cours de l'évolution de l'autofécondation



3 : Une diminution initiale de la taille de la population causé par le coût démographique de la purge qui peut mener à l'extinction ou à une population purgée

Résultats

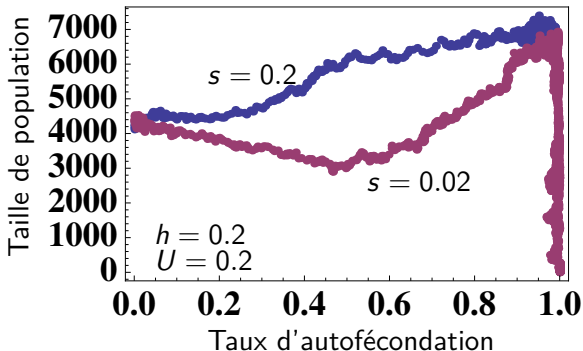
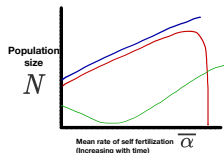
Evolution vers l'autofécondation



Résultats

Suicide évolutif (scénarios 1 (bleu) et 2 (rose))

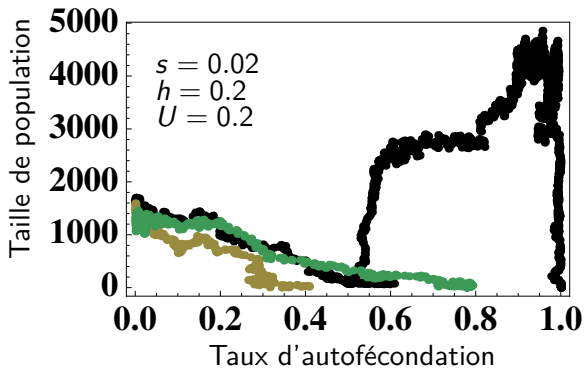
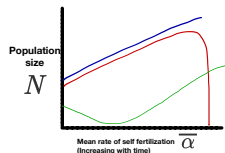
- U Haploid mutation rate
- h Dominance
- s Coefficient of selection



Résultats

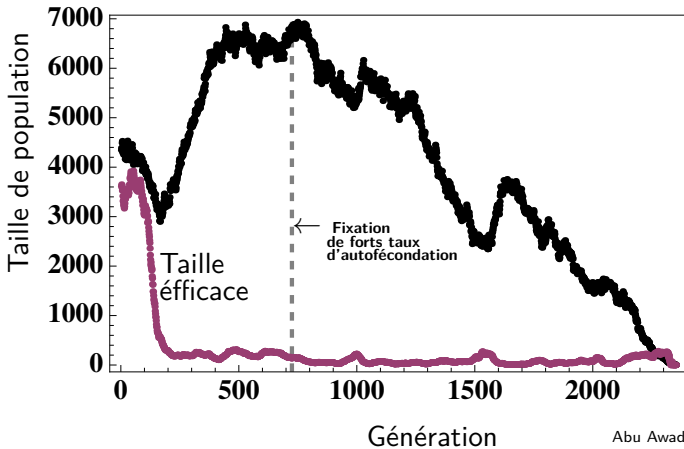
Conséquences démographiques (scénario 3)

- U Haploid mutation rate
- h Dominance
- s Coefficient of selection



Résultats

Taille efficace



Abu Awad (in prep)

Introduction

Modèle

Résultats

Conclusions et
Perspectives

Résultats

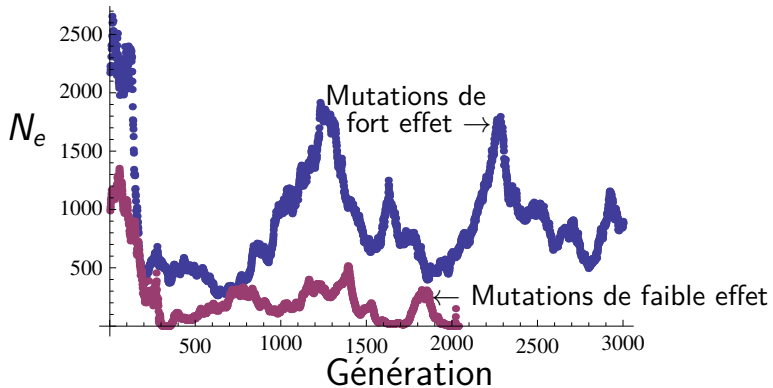
Taille efficace

Introduction

Modèle

Résultats

Conclusions et
Perspectives



Abu Awad (in prep)

N_e → Effective population size

α_t → Rate of self-fertilisation

Conclusions et Perspectives

L'autofécondation : un cul de sac évolutif ?

Introduction

Modèle

Résultats

Conclusions et
Perspectives

L'autofécondation : un cul de sac évolutif ?

Pas de conclusions générales

mais...

- Pas d'espèces auto-fécondantes strictes ($\alpha = 1$)
- Les conséquences de la transition pourraient jouer un rôle dans l'extinction.

L'autofécondation : un cul de sac évolutif ?

Pas de conclusions générales

mais...

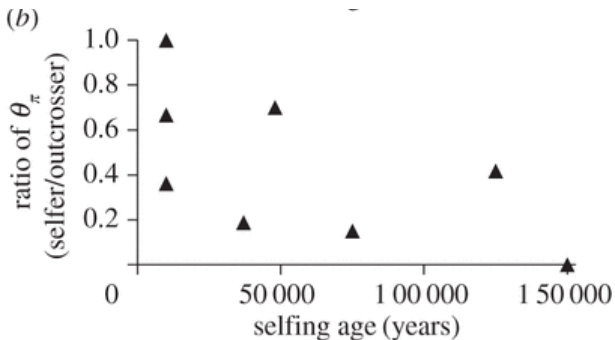
- Pas d'espèces auto-fécondantes strictes ($\alpha = 1$)
- Les conséquences de la transition pourraient jouer un rôle dans l'extinction.

Conclusions et Perspectives

Peut être il faut laisser plus de temps

Peut être il faut laisser plus de temps

Données empiriques :



Existe-t-il un seuil de N_e ?

A premier abord : Oui (mais à prendre avec des pincettes)

Attendus :

N_e minimale entre 50 et 500 pour probabilité de survie $\geq 95\%$
sur 100 ans (Frankham et al. 2002)

→ **Hypothèse à tester**

Introduction

Modèle

Résultats

Conclusions et
Perspectives

