

# Théorie de l'évolution, principes, histoire et débats actuels

Simon Carrignon

-

Université Paris 7

15 février 2013

Introduction

La théorie de  
l'évolution

Descente avec  
modifications

Sélection  
Naturelle

L'après Darwin

Les Biométriciens

Le mendélisme

Théorie  
Synthétique de  
l'Évolution

Débats actuels

Niveaux et unités  
de sélection

Population  
darwinienne

Conclusion

Essayer de comprendre la théorie de l'évolution selon Darwin :

- ▶ Fondements théoriques,
- ▶ histoire et
- ▶ problèmes.

Présentation en grande partie reprise des travaux de Gayon 1991.

## Introduction

### La théorie de l'évolution

Descente avec  
modifications

Sélection  
Naturelle

### L'après Darwin

Les Biométriciens

Le mendélisme

Théorie  
Synthétique de  
l'Évolution

### Débats actuels

Niveaux et unités  
de sélection

Population  
darwinienne

### Conclusion

# La théorie darwinienne de l'évolution

Théorie de  
l'évolution,  
principes, histoire  
et débats actuels

Simon Carrignon  
-  
Université Paris 7

Chez Darwin :

*Theory of descent with modification by variation and Natural Selection*

Deux composantes :

- ▶ Descente avec Modification : variation aléatoire et hérédité.
- ▶ L'Hypothèse de la sélection naturelle : "survival of the fittest" (formulation de Spencer).

Conséquences : une théorie qui explique comment les espèces se modifient et se différencient.

Introduction

La théorie de  
l'évolution

Descente avec  
modifications

Sélection  
Naturelle

L'après Darwin

Les Biométriciens

Le mendélisme

Théorie  
Synthétique de  
l'Évolution

Débats actuels

Niveaux et unités  
de sélection

Population  
darwinienne

Conclusion

La théorie de l'évolution de Darwin se base sur le fait qu'il y a :

- ▶ transmission parents/enfants des caractères,
- ▶ des caractères qui varient.

C'est ce qu'il appelle la *descente avec variation*.

À l'époque de Darwin :

- ▶ Pas de théorie de l'hérédité !

Hors Darwin admet certaines propriétés aux variations : elles doivent être *aléatoires* et *graduelles* (variant de façon quasi continue).

Introduction

La théorie de  
l'évolution

**Descente avec  
modifications**

Sélection  
Naturelle

L'après Darwin

Les Biométriciens

Le mendélisme

Théorie  
Synthétique de  
l'Évolution

Débats actuels

Niveaux et unités  
de sélection

Population  
darwinienne

Conclusion

Cette caractérisation de la variation engendre de nombreux problèmes que Jenkin va pointer du doigt :

- ▶ Si variation admise par Darwin :
  - ▶ pas de fixations de nouveaux caractères
  - ▶ pas d'évolution.
- ▶ critique la plus sérieuse selon Darwin

Cette critique (très réactionnaire) a le mérite de :

- ▶ Proposer les statistiques comme outil d'étude en biologie.
- ▶ Á poussé biologistes à se concentrer sur l'origine des variations (préfigure mendélisme, conflit gradualisme/saltationisme)

Introduction

La théorie de  
l'évolution

**Descente avec  
modifications**

Sélection  
Naturelle

L'après Darwin

Les Biométriciens

Le mendélisme

Théorie  
Synthétique de  
l'Évolution

Débats actuels

Niveaux et unités  
de sélection

Population  
darwinienne

Conclusion

# Hypothèse de la Sélection Naturelle

Théorie de  
l'évolution,  
principes, histoire  
et débats actuels

Simon Carrignon

Université Paris 7

Hypothèse : *si* descente avec modification et ressources limitées *alors* :

*Survival of the fittest* (Spencer 1864)

Autrement dit il la *Sélection Naturelle* peut jouer son rôle.

Problème : hypothèse difficile à prouver (Darwin ne le fera pas).

Pour l'appuyer Darwin propose :

- ▶ Analogie avec la Sélection Artificielle : si SA permet de modifier les races, alors dans la nature SN aussi

→ Une théorie de l'évolution solide mais qui manquent de preuve et de support empirique.

Introduction

La théorie de  
l'évolution

Descente avec  
modifications

**Sélection  
Naturelle**

L'après Darwin

Les Biométriciens

Le mendélisme

Théorie  
Synthétique de  
l'Évolution

Débats actuels

Niveaux et unités  
de sélection

Population  
darwinienne

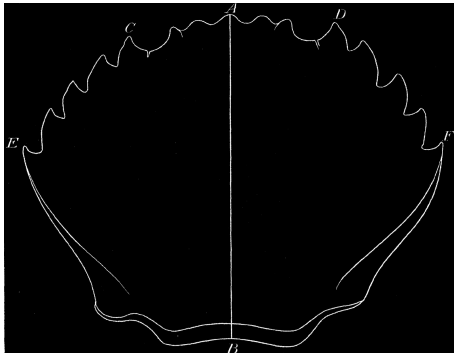
Conclusion

**Théorie de l'évolution, principes, histoire et débats actuels**

Université Paris 7

Leur but : prouver l'action de la Sélection Naturelle.

- ▶ “Preuve” mathématique (statistique).
- ▶ indépendante de théories physiologiques sous-jacentes.
- ▶ Philosophie très différente.



## La théorie de l'évolution

Descente avec modifications  
Sélection Naturelle

## L'après Darwin

## Les Biométriciens

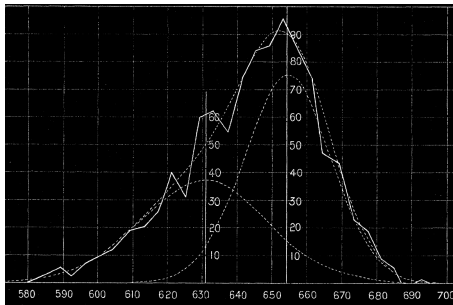
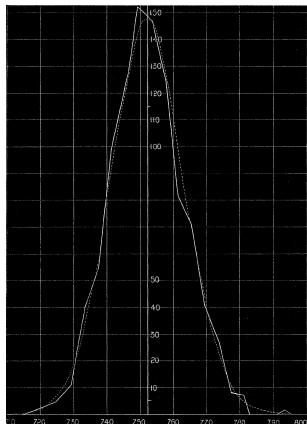
## Le mendélisme

## Théorie Synthétique de l'Évolution

## Débats actuels

Niveaux et unités  
de sélection  
Population  
darwinienne

## Conclusion



(images extraites de Weldon 1893)

## Introduction

### La théorie de l'évolution

Descente avec  
modifications

Sélection  
Naturelle

### L'après Darwin

**Les Biométriciens**

Le mendélisme

Théorie  
Synthétique de  
l'Évolution

### Débats actuels

Niveaux et unités

de sélection

Population

darwinienne

### Conclusion



Début du XXe : redécouverte des travaux de Mendel (De Vries) :

- ▶ pas de variations continues,
- ▶ caractères atomiques qui s'hybrident
- ▶ évolution par "sauts" (saltationisme) & "mutation" (mutationisme)

Découvertes en contradiction avec Darwin

→ les espèces apparaissent lors de mutation, par "sauts" : il n'y a pas de sélection naturelle.

Introduction

La théorie de  
l'évolution

Descente avec  
modifications

Sélection  
Naturelle

L'après Darwin

Les Biométriciens

**Le mendélisme**

Théorie  
Synthétique de  
l'Évolution

Débats actuels

Niveaux et unités  
de sélection

Population  
darwinienne

Conclusion

# Théorie synthétique de l'évolution

Réconciliation du mendélisme et de Darwin, la théorie génétique de l'évolution

Fisher 1918, avec Haldane et Wright.

→ invention de la génétique des populations.

Visions différentes entre les acteurs :

- ▶ Fisher : Idéal Newtonien "Théorème fondamental de la Sélection Naturel".
- ▶ Wright : importance des interactions locales "Paysages Adaptatifs".

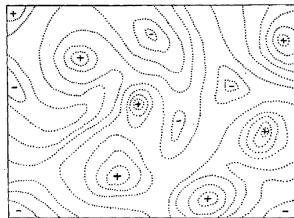


FIGURE 2.—Diagrammatic representation of the field of gene combinations in two dimensions instead of many thousands. Dotted lines represent contours with respect to adaptiveness.

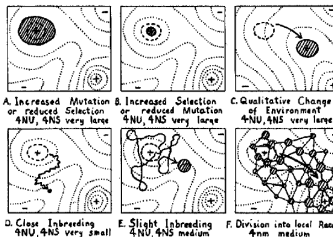


FIGURE 4.—Field of gene combinations occupied by a population within the general field of possible combinations. Type of history under specified conditions indicated by relation to initial field (heavy broken contour) and arrow.

Années de synthèses : les différents domaines de la biologie rattachés à la théorie génétique de la Sélection Naturelle. (30's 60's).

Théorie de l'évolution,  
principes, histoire  
et débats actuels

Simon Carrignon

Université Paris 7

Introduction

La théorie de l'évolution

Descente avec modifications  
Sélection Naturelle

L'après Darwin

Les Biométriciens

Le mendélisme

Théorie Synthétique de l'Évolution

Débats actuels

Niveaux et unités de sélection  
Population darwinienne

Conclusion

## Synthèse Moderne :

- ▶ Les individus biologiques sont le produit de l'information génétique transmise par les gamètes (Weismann et dogme central) :

ADN → transcription → traduction → protéine

- ▶ L'information génétique est transmise de  $G^-$  en  $G^-$  via l'ADN et varie aléatoirement.
- ▶ L'évolution correspond à des changements de fréquences alléliques.

Après la SM : gène (et donc ADN) est un candidat idéal comme support de l'évolution.

Les individus sont une  $\Sigma$  de gène qui mutent, se croisent et évoluent.

- Dawkin et Williams : *the gene eye view*

Très vite lacunes pointées du doigts :

- interactions *many to many*
- place grandissante de l'épigénétique

Peut-on vraiment réduire l'individu et l'évolution au gène ? L'étude de l'évolution des gènes peut-elle rendre compte de l'évolution du vivant ?

Introduction

La théorie de  
l'évolution

Descente avec  
modifications

Sélection  
Naturelle

L'après Darwin

Les Biométriciens

Le mendélisme

Théorie  
Synthétique de  
l'Évolution

Débats actuels

**Niveaux et unités  
de sélection**

Population  
darwinienne

Conclusion

## Définition de l'évolution par Lewontin :

Dans une population,

1. indiv.  $\neq$   $\rightarrow$  morpho., physio., comportements  $\neq$  (**variation phénotypique**).
2. phénotypes  $\neq$   $\rightarrow$  des taux de survie et reproduction  $\neq$  dans des env.  $\neq$  (**fitness différentielle**).
3. corrélation entre parents et descendants à chaque  $G^-$  future (**hérédité de la fitness**).

Cette définition n'impose pas un niveau d'org. biologique.

Qui, quel niveau présente ces propriétés? (gène, chromosomes, organisme, organes, espèces...)?

Introduction

La théorie de  
l'évolution

Descente avec  
modifications

Sélection  
Naturelle

L'après Darwin

Les Biométriciens

Le mendélisme

Théorie  
Synthétique de  
l'Évolution

Débats actuels

**Niveaux et unités  
de sélection**

Population  
darwinienne

Conclusion

- ▶ **Dichotomie réplicateur/interacteur-véhicule (Hull-Dawkins) :** (Dawkins) les réplicateurs sont les gènes et sont sélectionnés et évoluent. Pdv qui descend de la SM, réductionnisme, *gene eye view* et weismannism.
- ▶ **Superorganisme (Wilson & Sober) :** il y a des niveaux de sélection supérieur différent, on peut expliquer certains phénomènes évolutifs en étudiant l'évolution à ces niveaux.
- ▶ **Écosystèmes (Bouchard) :** individu est « une entité intégrée fonctionnellement » → Écosystèmes, symbioses sont des « individus multi-espèces ».

Ils présentent « des traits biologiques émergents qu'on ne peut pas réduire à la simple agrégation des phénotypes des individus qui composent ces colonies » sur lesquels la sélection peut agir même si « ces phénotypes ne sont pas "transmis" par la seule hérédité génétique ».

D'après Peter Godfrey-Smith les “recettes” posent problème :

- ▶ Mixent deux objectifs difficilement conciliables :
  - ▶ Algorithme “universel”
  - ▶ Décrire chaque histoire évolutive.

Pour PGS c'est impossible, il propose en alternative : → Populations darwiniennes

1. Minimales (recettes de Lewontin)
2. Paradigmatiques (multicell. avec reproduction sexuée ...)
3. marginales

Introduction

La théorie de  
l'évolution

Descente avec  
modifications

Sélection  
Naturelle

L'après Darwin

Les Biométriciens

Le mendélisme

Théorie  
Synthétique de  
l'Évolution

Débats actuels

Niveaux et unités  
de sélection

**Population  
darwinienne**

Conclusion

# Espace de PGS

Partant des propriétés nécessaires aux populations minimales il extrait un ensemble de propriétés :

- ▶  $H$  : Fidélité de l'hérédité.
- ▶  $V$  : Abondance variation.
- ▶  $\alpha$  : Interaction compétitive vis à vis reproduction.
- ▶  $S$  : Dépendance de la reproduction différenciée à des facteurs internes.
- ▶  $C$  : Continuité, régularité du paysage adaptatif.

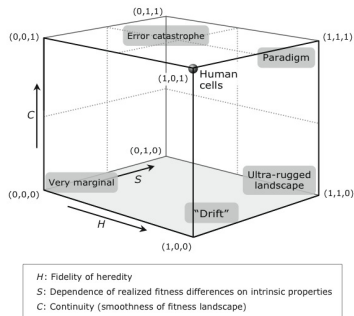


Figure: L'espace tridimensionnel extrait de PGS (2009, p.64)



# Robotique Évolutionnaire et Biologie, un échange à double sens

**Théorie de  
l'évolution,  
principes, histoire  
et débats actuels**

**Simon Carrignon  
-  
Université Paris 7**

Deux éléments qui doivent échanger en continue :

- ▶ concepts fondamentaux et théoriques doivent être discutés pour que les transferts Bio → Info soient fructueux.
- ▶ RE : candidate idéale pour explorer ces théories et fournir des éclairages différents (Robot → Bio).

Introduction

La théorie de  
l'évolution

Descente avec  
modifications

Sélection  
Naturelle

L'après Darwin

Les Biométriciens

Le mendélisme

Théorie  
Synthétique de  
l'Évolution

Débats actuels

Niveaux et unités  
de sélection

Population  
darwinienne

Conclusion