

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

Simon Carrignon

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

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

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

En grande partie repris des travaux de Gayon 1991.

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.

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

- ▶ transmission parents/enfants des caractères,
- ▶ les caractères 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 : doivent être *aléatoires* et *graduelles* (variant de façon quasi continue).

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

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

Cette critique (très réactionnaire) a le mérite de :

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

# Hypothèse de la Sélection Naturelle

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

Simon Carrignon

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

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 :

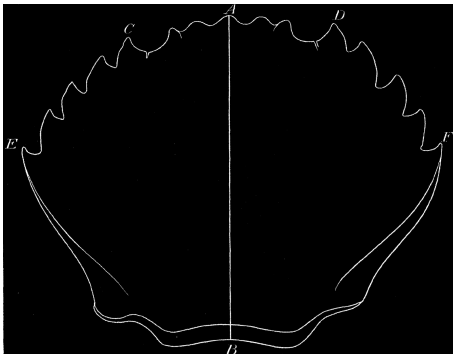
- Analogie avec la Sélection Artificielle : si SA permet de modifier les races, alors dans la nature SN aussi

# Les Biométriciens

École initiée par Galton (cousin de Darwin), actifs entre 1890 - 1916 :  
Pearson, Weldon.

Leur but : prouver action de Sélection nature.

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



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

**Simon Carrignon**

Introduction

La théorie de  
l'évolution

Descente avec  
modifications  
Sélection  
Naturelle

L'après Darwin

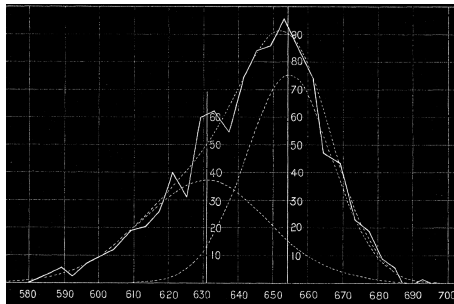
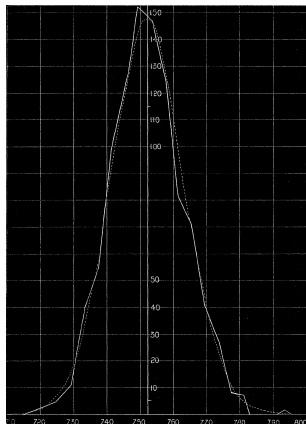
**Les Biométriciens**

Le mendélisme

Théorie  
Synthétique de  
l'Évolution

Débats actuels

Niveaux et unités  
de sélection  
Population  
darwinienne



(images extraites de Weldon 1893)



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 sont en contradiction avec Darwin

→ les espèces apparaissent spontanément : il n'y a pas de sélection naturelle.

# 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.

Dissensions internes :

- ▶ Fisher : Idéal Newtonien.
- ▶ Wright : importance des interactions locales.

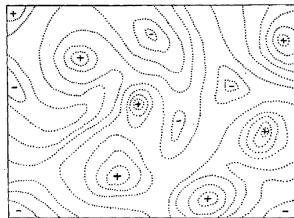


FIGURE 2.—Diagrammatic representation of the field of gene combinations in two dimensions instead of many thousands. Dotted lines represent contours with respect to adaptiveness.

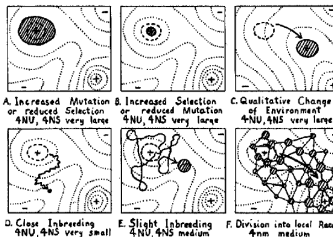


FIGURE 4.—Field of gene combinations occupied by a population within the general field of possible combinations. Type of history under specified conditions indicated by relation to initial field (heavy broken contour) and arrow.

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

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

## 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 ?

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

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**).

Pas de niveau d'orga. biologique imposé. Qui, quel niveau présente ces propriétés ? (gène, chromosomes, organisme, organes, espèces...)

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

Question complexe avec de multiples approches possible (cf Gould).

- ▶ dichotomie réplicateur/intéacteur (véhicule) → Dawkins-Hull
- ▶ superorganisme (Wilson & Sober 1989)
- ▶ écosystème comme individu (Bouchard 2009, 2011).

Pour Dawkins réplicateur 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.

**Ecosystèmes (Bouchard)** : individu est « une entité intégrée fonctionnellement » → Écosystèmes, symbioses = « 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 » .

## 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

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

# Espace de PGS

Partant des propriétés nécessaires aux population 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.

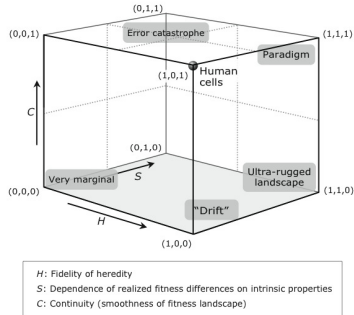


Figure: L'espace tridimensionnel extrait de PGS 2009 p.64



# Robotique Évolutionnaire et Biologie, un échange à double sens

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

Simon Carrignon

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**

Deux éléments qui doivent échanger en continue :

- ▶ concepts fondamentaux et théoriques doivent être compris pour que le transfert Bio → Info soit fructueux.
- ▶ RE : candidate idéale pour explorer ces théories et fournir des éclairages différents (Robot → Bio).