Une philosophie du vivant

De la cellule à la société

- Quand Darwin rencontre Adam
  - Théorie de l'évolution biologique : émergence de la conscience
  - Une anthropologie non dualiste
- Quand l'écologie scientifique rencontre la politique
  - Relations humain-nature en culture occidentale
  - Ecologie politique et modernité : entre sobriété et solidarité
- Quand la biologie rencontre l'éthique
  - Bioéthique et société
  - Biologie, anthropologie et politique

QUAND DARWIN RENCONTRE ADAM

THÉORIE DE L'ÉVOLUTION : EMERGENCE DE LA CONSCIENCE

Bernard Feltz

UCLouvain
Institut supérieur de philosophie
bernard.feltz@uclouvain.be

Introduction

- Evolution des espèces

- Science et convictions
- Conséquences philosophiques de l’évolution

Plan

- 1. Le darwinisme en perspective
  - Approche historique
- 2. Positions contemporaines
  - Le fait évolutif et les théories explicatives

1. Le darwinisme en perspective

1.1. Le 18ème siècle : Contexte historique et scientifique

◆ 1.1.1. Les sciences au 18ème siècle

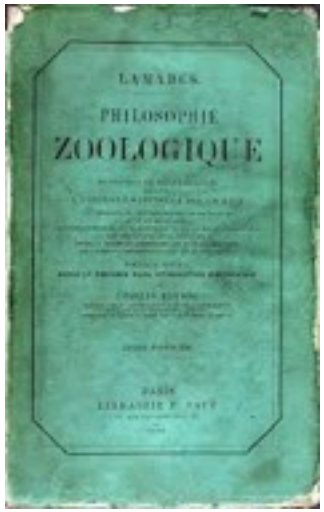
- Le biologiste et le physicien au 18ème siècle

Cosmos : monde, ordre, beauté **Vie : diversité, adaptation**

• Le biologiste et l'historien fin 18ème /19ème siècles

- Histoire culturelle
  - Hegel (1770-1831)
    - *Phénoménologie de l'Esprit* (1807)
  - Marx (1818-1883) *Le Capital* (1865)
  - Comte (1798-1857)
    - *Cours de philosophie positive* (1830-1842)

- Histoire naturelle
  - Lamarck 1744-1829 *Philosophie zoologique* (1809)
  - Darwin 1809-1882 *L'évolution des espèces* (1859)



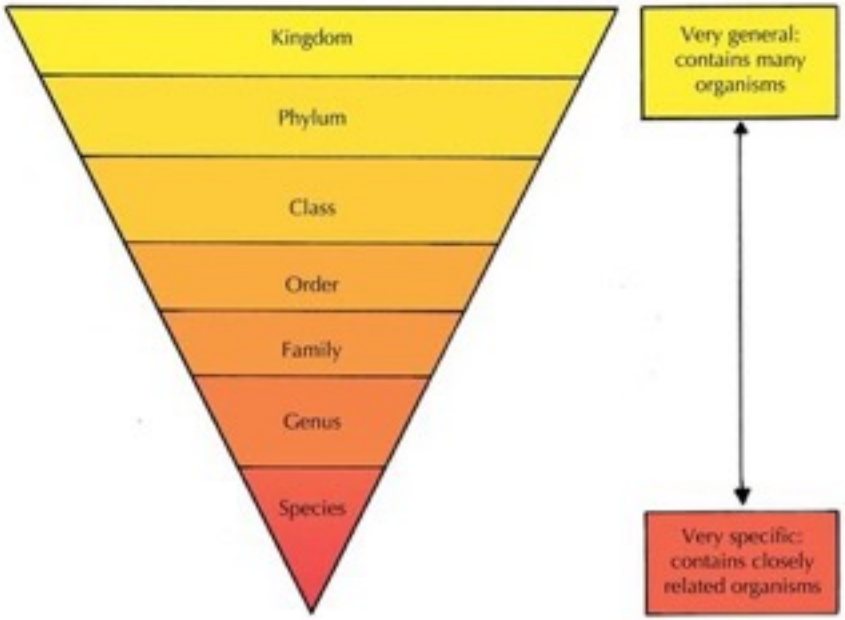
1.1.2. Les sciences naturelles au 18ème siècle

- Classification
- Fixisme

- Buffon (1707-1788)
  - Paléontologie : bassin parisien
  - Espèces disparues

- Linné (1707-1778)

  - Fixisme
  - Classification hiérarchique



Classe	ordre	famille	genre	espèce
Mammifères	carnivores	félidés	panthera	tigre
				léopard
				lion
			felis	chat domestique
				chat sauvage
			lynx	lynx commun
				lynx du Canada
			...	...
		canidés	canis	chien
				loup
				chacal
			vulpes	renard
				fennec
				isatis

1.2. J.B. de Lamarck (1744-1829) *Philosophie zoologique* (1809)

- Principe de complexification : explicatif

- Rapports à l'environnement
  - Harmonie avec l'environnement
  - Tout changement dans l'environnement entraîne un changement dans le comportement
  - Tout changement dans le comportement entraîne un changement dans l'organisme

- Principes physiologiques
  - La fonction crée l'organe
  - Hérédité des 'caractères acquis'

1.3. Ch. Darwin (1809-1882)

- *L'origines des espèces* (1859)

  - a. Le fait de l'évolution 1
  - Paléontologie
    - Toutes les formes fossiles sont intégrables dans le 'système naturel'
      - ex. ammonites (céphalopodes) ou trilobites (arthropodes)
    - Les fossiles dans deux couches successives sont plus proches que des fossiles venant de couches plus distantes
    - Plus une forme est ancienne, plus elle diffère des formes actuelles
    - D'un point de vue géographique, les espèces éteintes sont reliées à des formes vivantes du même continent (ex. marsupial)

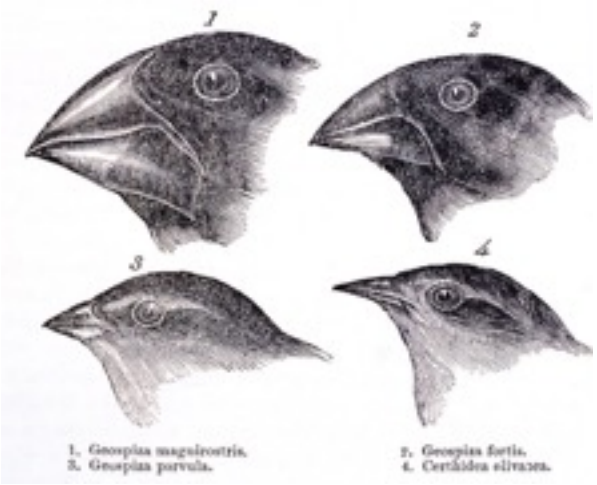
- a. Le fait de l'évolution 2

- Descendance à partir d'un ancêtre commun

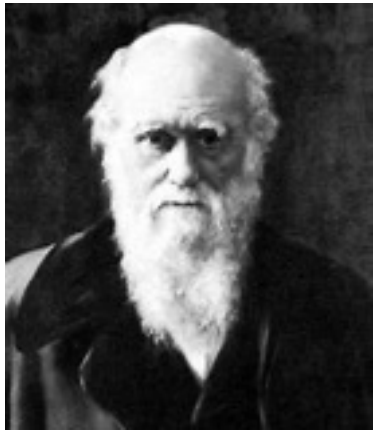
  - Descendance et 'système naturel'
  - Répartition géographique des populations : pinsons et tortues des Galapagos
  - Morphologie comparative

    (canidaes ou felidae)
  - Homologies
    - caractères homologues viennent

      d'un caractère d'un ancêtre commun : ex: chorde
  - Embryologie
    - diversité des espèces et proximité des embryologies



- b. Une théorie explicative de l'évolution
- *E. Mayr (5 observations et 3 inférences)*



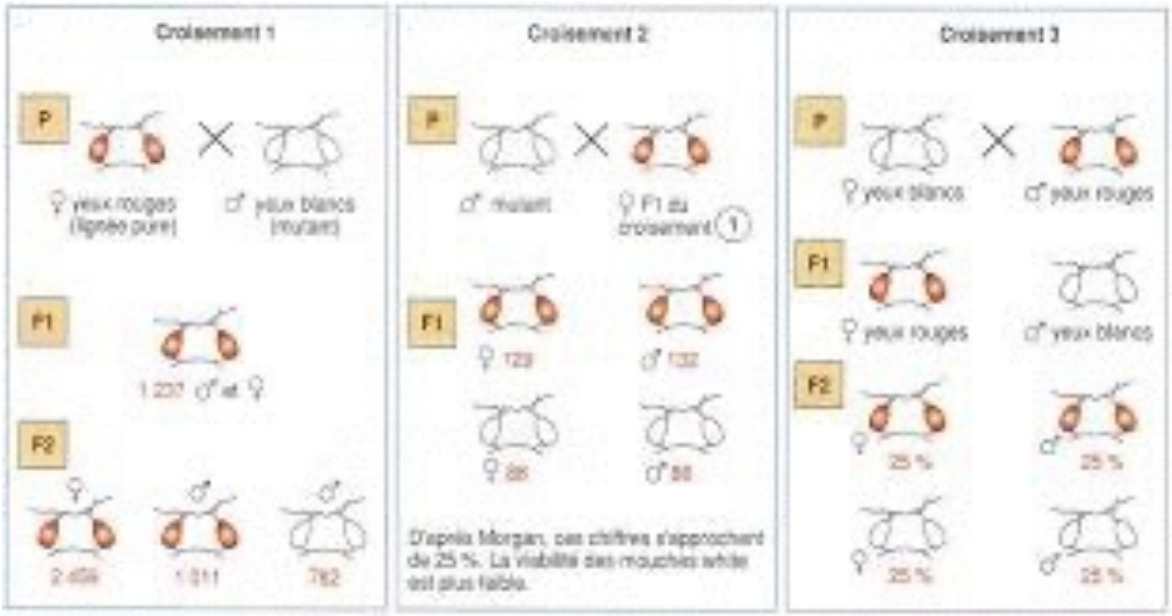
- Dynamique des populations
  - Observation 1 : *accroissement exponentiel* de la population d'une espèce si tous les individus se reproduisent
  - Observation 2 : *populations stables*
  - Observation 3 : ressources naturelles constantes

  - Inférence 1 : *lutte pour l'existence* entre individus à l'intérieur d'une même population

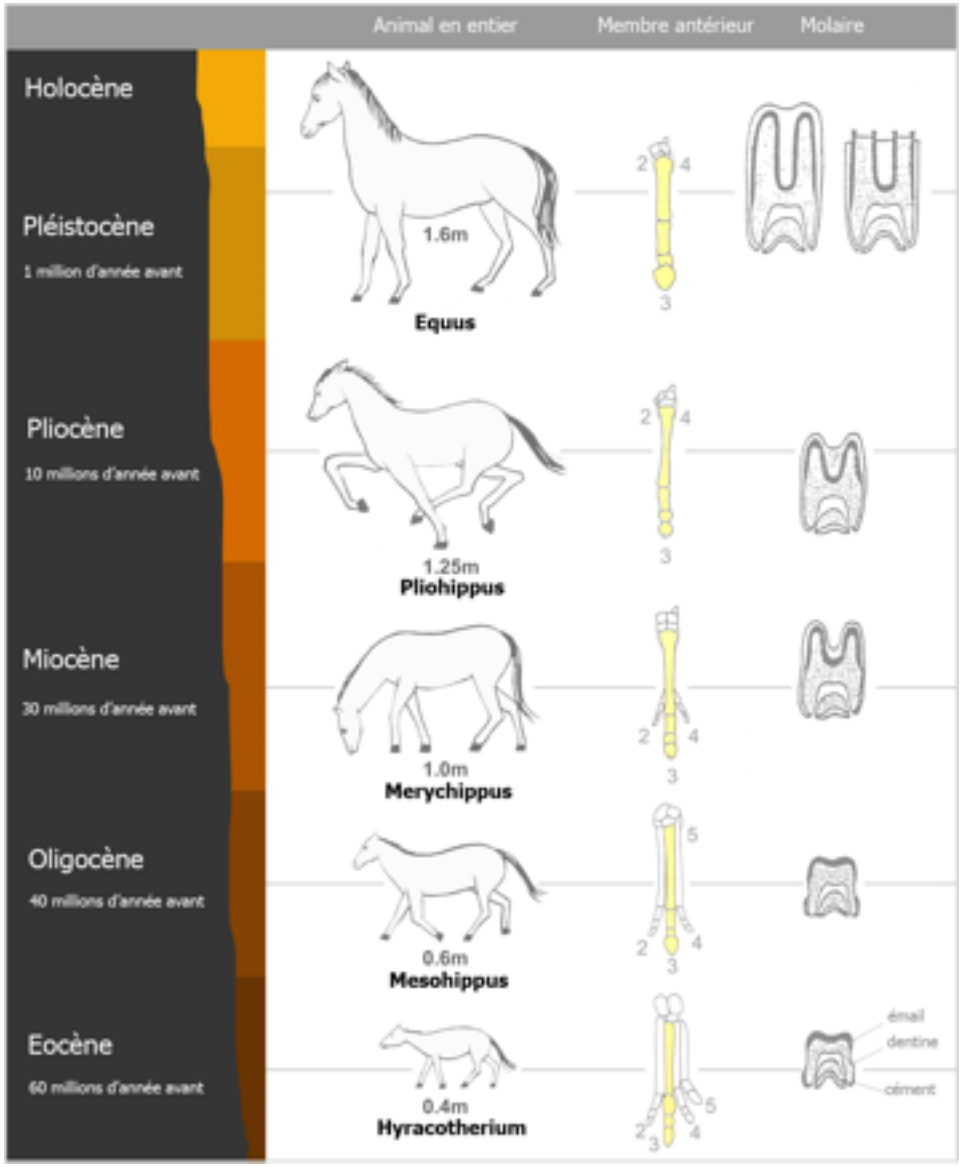
- Point de vue de l'hérédité
  - Observation 4 : *énorme variabilité* entre les individus, en toute population
  - Observation 5 : *variations héritables*
  - Inférence 2 : *chance inégale de survie* constitue le processus de *sélection naturelle*
  - Inférence 3 : processus sur un *long terme* conduit à la production de *nouvelles espèces*

1.4. Darwin et la biologie cellulaire

- La théorie cellulaire du vivant (Morgan, T. 1915)
  - Un gène = un caractère
  - Chromosome = chapelet de gènes
  - Deux jeux de 23 chromosomes chez l'humain
  - Génotype et phénotype
  - Dominance et récessivité
  - Mutation = modification d'un gène (Drosophile)

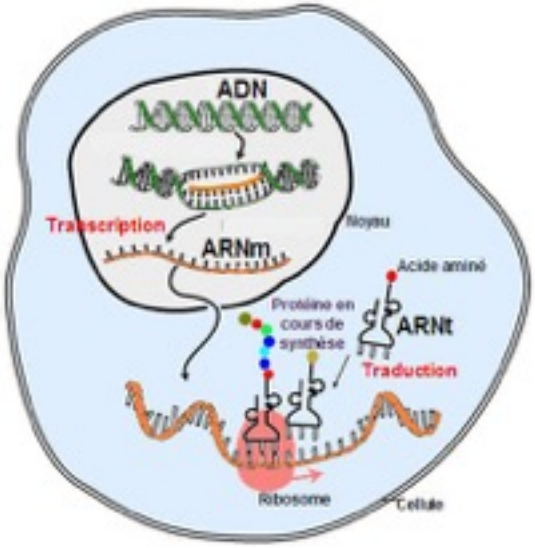


Princeton 1947 : théorie synthétique de l'évolution



- (Simpson, Dobzhansky, Mayr)
  - modification de la fréquence des gènes à l'intérieur d'une population
  - Mutation aléatoire provenant d'agents mutagènes (UV, Produits chimiques, accidents dans méiose…)
- Simpson *Tempo and mode in Evolution* (1944)
  - Paléontologie et Génétique des populations

1.5. Biologie moléculaire et darwinisme

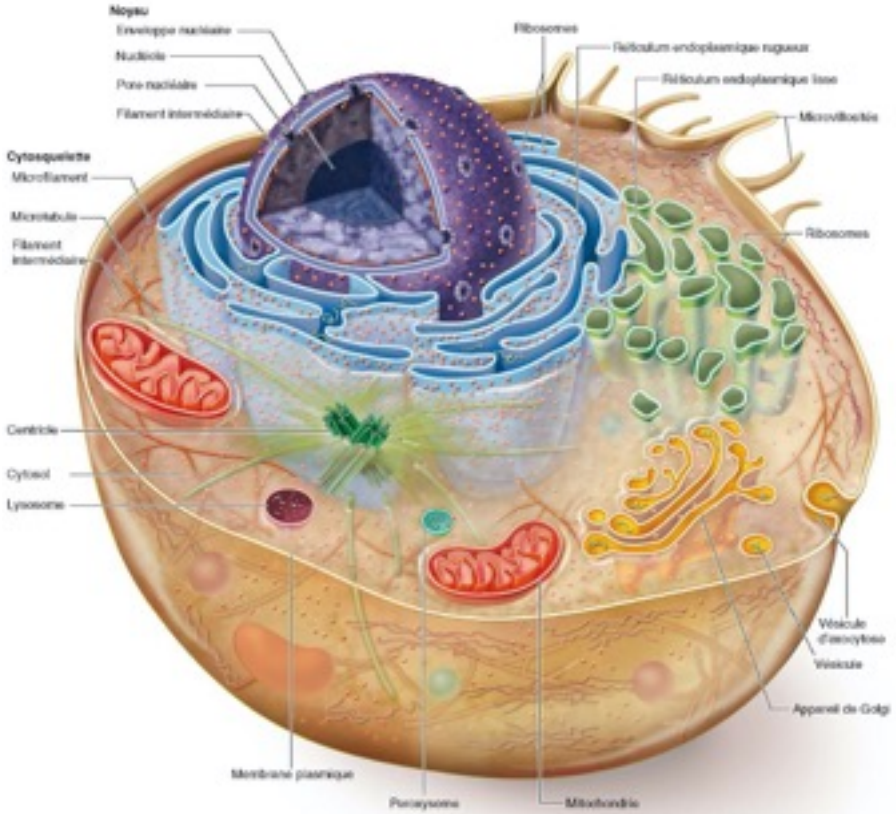


- 1.5.1. Biologie moléculaire (1953)
  - Protéine : Pauling
  - ADN, ARN, 1953 : Watson and Crick
  - Code génétique 1961: Nirenberg and Matthaei

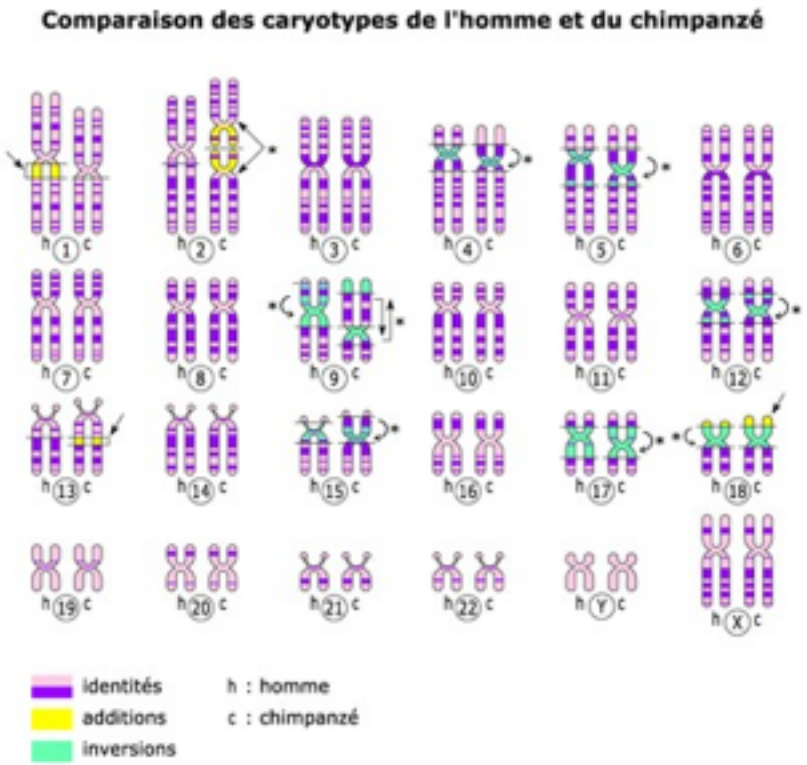
- 1.5.2. J. Monod (1970)
  - *Le hasard et la nécessité*
  - Mutation = modification au niveau des bases puriques ou pyrimidiques
  - Mutation au hasard
  - Double niveau de sélection
    - Organismique
    - Environnementale

2.1. Le fait de l'évolution dans la biologie contemporain

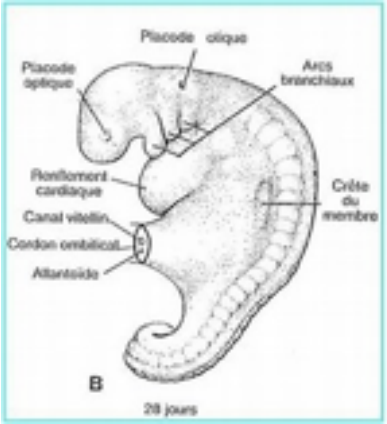
- 2.1.1.Théorie cellulaire : unité du vivant de la bactérie à l'humain
  - Biochimies identiques
  - Codes génétiques identiques



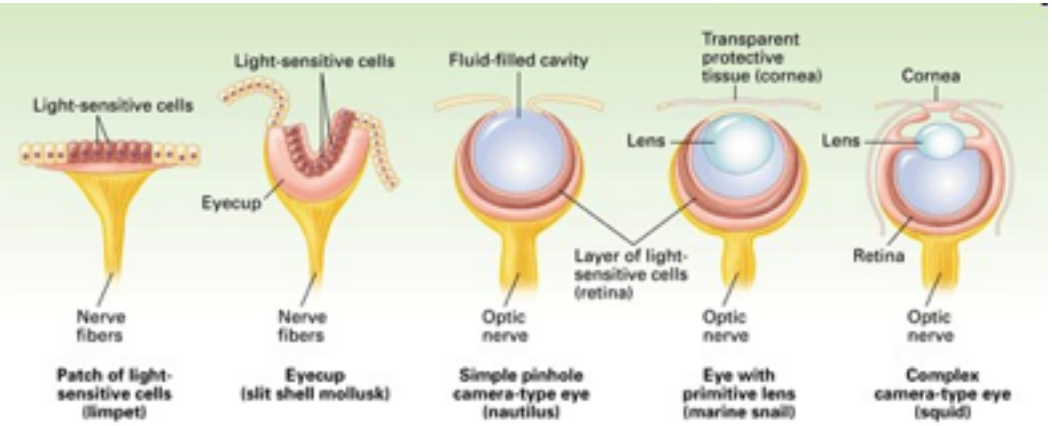
- 2.1.2.Génétique :
  - proximité des génomes d'espèces voisines sur l'arbre de l'évolution
    - 1,2 % de différence entre humain et chimpanzé



- 2.1.3.Embryologie
  - Structures communes aux divers embranchements
  - traces d'espèces antérieures : organes vestigiaux



- 2.1.4. Anatomie comparée : évolution des divers organes



- Pa

2.2. Les théories explicatives : vers une nouvelle synthèse

- 2.2.1. Analyse épistémologique

- a. Structure de l'explication sélectionniste : *G. Edelman*

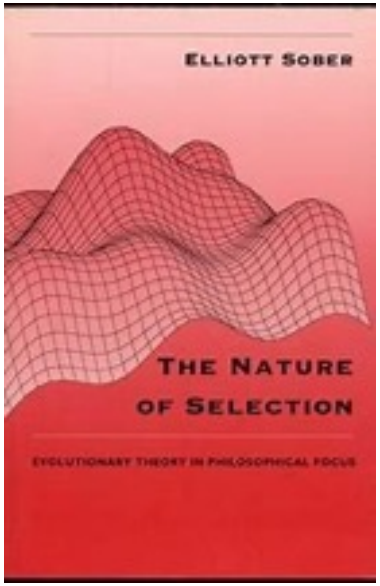
  - Production aléatoire de diversité (mutations)
  - Interaction avec l'environnement et « sélection du plus apte » (en termes de probabilité de survie)
  - Amplification et pérennité dans la durée

  - Rend compte de l'adaptation sans recourir à « finalité extrinsèque »
    - Évolution des espèces (Darwin), Immunologie (Mc Farlene Burnet), Neurosciences (Edelman)

- b. Explication variationnelle et explication développementale
  - E. Sober
  - Exemple : classes d'enfants qui savent lire

  - Pertinence et insuffisance de l'explication variationnelle

  - Evolutions actuelles de l'explication développementale
    - Complexification et thermodynamique
    - Complexification et auto-organisation
    - Articulation génétique – développement : l'épigénétique

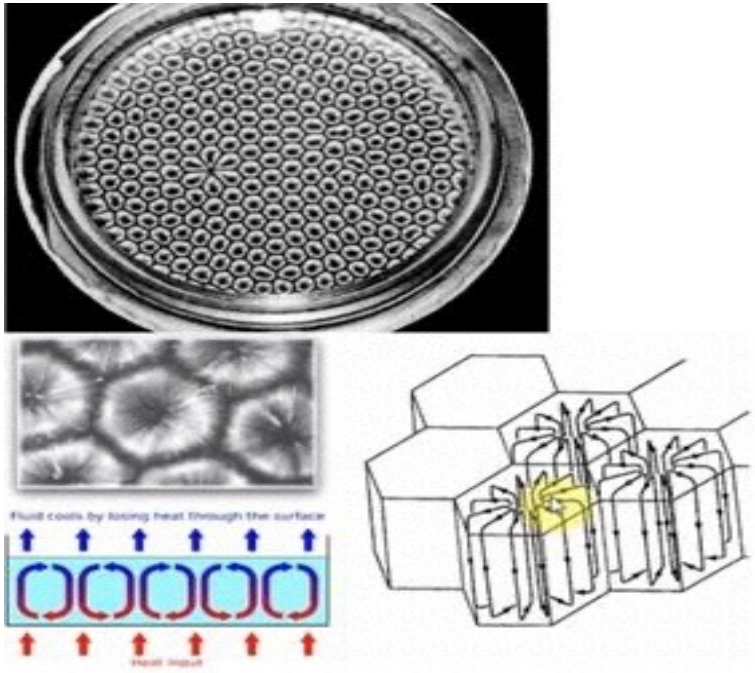


- 2.2.2. Complexification et thermodynamique

- 1er principe : conservation de l'énergie
- 2ème principe : dégradation de l'énergie
  - Chaque transformation s'accompagne d'une augmentation d'une partie de l'énergie irrécupérable, augmentation globale de l'entropie
    - Ex. mélange eau chaude et eau froide

- Système fermé et système ouvert (échanges avec extérieur)
- Dans les systèmes ouverts, possibilité d'un accroissement de l'entropie, d'un accroissement de l'ordre

- I. Prigogine : les structures de Bénard



- 2.2.3. Complexité et auto-organisation
  - H. Atlan, St. Kauffman

- 16 automates booléens différents
  - distribution stochastique 2x2
  - Valeur initiale 0 or 1

Table I. *Boolean functions are numbered 0 . . . 15 according to the decimal representation of their table of values. Table* $\begin{pmatrix} d & b \\ c & a \end{pmatrix}$ *is numbered:* $a.2^3 + b.2^2 + c.2 + d$

1 \ 2	0	1
0	0	0
1	0	0

0 Contradiction

1 \ 2	0	1
0	1	0
1	0	0

1 NOR

1 \ 2	0	1
0	0	0
1	1	0

2 $\overline{\rightarrow}$

1 \ 2	0	1
0	1	0
1	1	0

3 $\overline{t_2}$

1 \ 2	0	1
0	0	1
1	0	0

4 $\overline{\leftarrow}$

1 \ 2	0	1
0	1	1
1	0	0

5 $\overline{t_1}$

1 \ 2	0	1
0	0	1
1	1	0

6 XOR

1 \ 2	0	1
0	1	1
1	1	0

7 NAND

1 \ 2	0	1
0	0	0
1	0	1

8 AND

1 \ 2	0	1
0	1	0
1	0	1

9 Equivalence

1 \ 2	0	1
0	0	0
1	1	1

10 t_1

1 \ 2	0	1
0	1	0
1	1	1

11 $\leftarrow$

1 \ 2	0	1
0	0	1
1	0	1

12 t_2

1 \ 2	0	1
0	1	1
1	0	1

13 $\rightarrow$

1 \ 2	0	1
0	0	1
1	1	1

14 OR

1 \ 2	0	1
0	1	1
1	1	1

15 Tautology

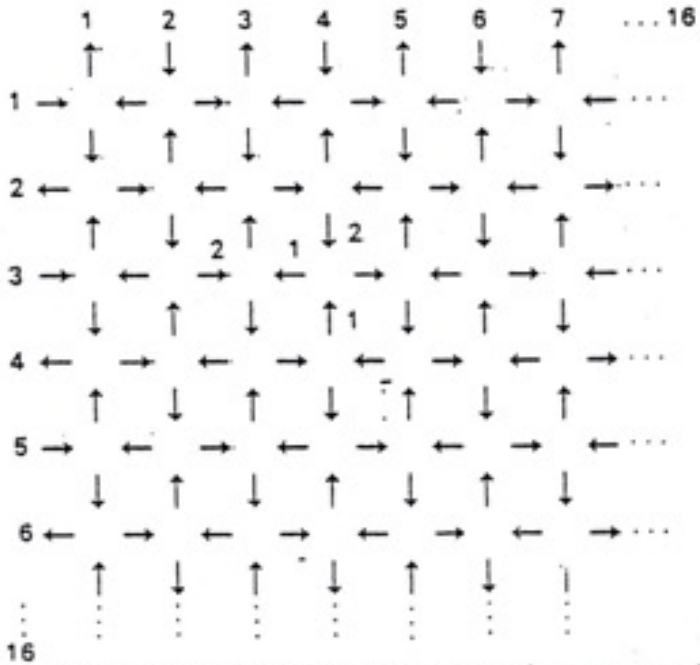


Fig. 1. Connection matrix. At each node an automation computes the 2 inputs according to one of the functions of Table I. The inputs are numbered 1 and 2 for right and left respectively, and for below and above.

1	3	8	13	3	14	13	12	3	8	10	11	9	14	12	2
11	3	12	13	7	2	3	2	14	6	9	2	7	1	6	7
4	7	8	6	13	4	12	14	9	13	1	3	9	5	14	5
4	13	3	5	2	13	12	8	4	1	9	11	1	14	7	5
12	12	10	8	12	13	2	1	10	8	6	14	3	3	14	4
12	5	6	12	10	12	12	10	3	13	2	9	13	8	6	10
4	10	2	9	2	13	7	3	3	11	9	3	5	13	8	8
10	4	7	13	13	14	1	14	7	5	6	13	5	11	8	9
8	13	8	10	1	3	3	11	8	2	8	14	11	11	9	3
4	8	10	12	8	2	14	4	13	7	9	14	3	3	13	14
6	10	13	5	14	7	4	10	13	7	9	12	13	4	10	10
2	9	13	7	13	6	5	6	14	5	9	11	6	3	9	9
10	14	9	3	3	13	8	2	14	13	1	6	9	10	2	6
5	8	12	7	9	5	9	7	8	3	8	10	14	9	11	12
2	12	13	6	11	7	13	5	11	6	11	12	5	4	1	2
10	6	11	4	8	5	4	5	13	3	3	9	10	3	7	8

2. Example of network structure. The numbers refer to Table
nection matrix of Fig. 1 must be superimposed on it with the be
he lines and the columns in the left upper corner.

- Evolution du réseau : calculs
  - Automates stables : 0 zones
  - Automates instables : autres zones
  - Zone = structure macroscopique liée à activité microscopique
  - Métaphore de l'émergence

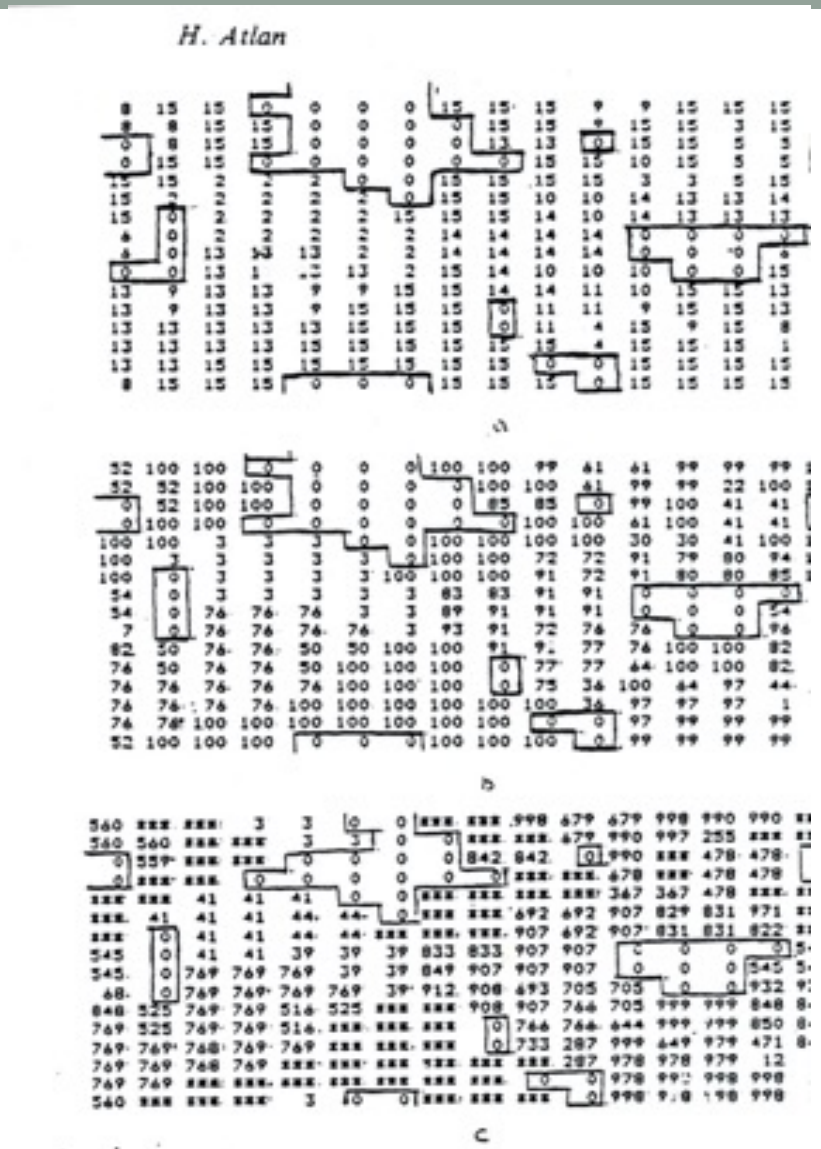


Fig. 4. Results of 15 simulations run on the network of Fig. 2 with diffe sets of initial conditions. (a) The 0 and 15 are crude approximations of stable and oscillating cores, respectively (see text) (b) (c): with increa numbers of simulations (100 in b and *** = 1000 in c), small but probabilities of being oscillating or stable are made apparent and cluste in subnets indicating a fractionation of the basins of attractors.

Population	Reproduction rate of genomes regulated by an adaptability function of a phenotypic character (e.g., maximum length of limit cycle)
Phenotype	Macroscopic spatiotemporal structure of the limit cycle
Genome	Automata network with a specific microscopic structure (i.e., a Boolean law distribution and connections)

Fig. 5. Modelization of three levels involved in evolutionary theory by three corresponding levels in the observation of boolean automata networks.

Physica Scripta 36

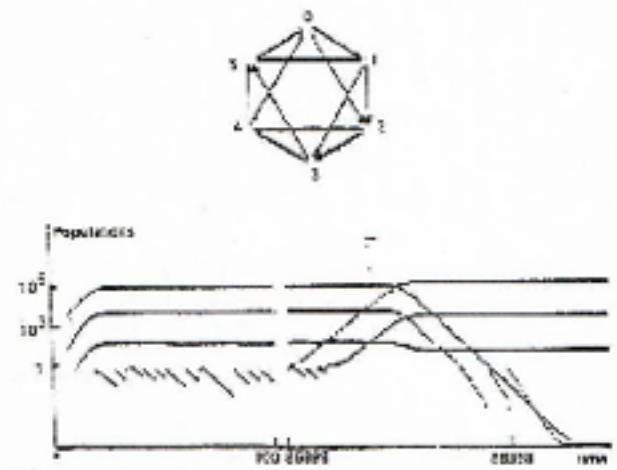
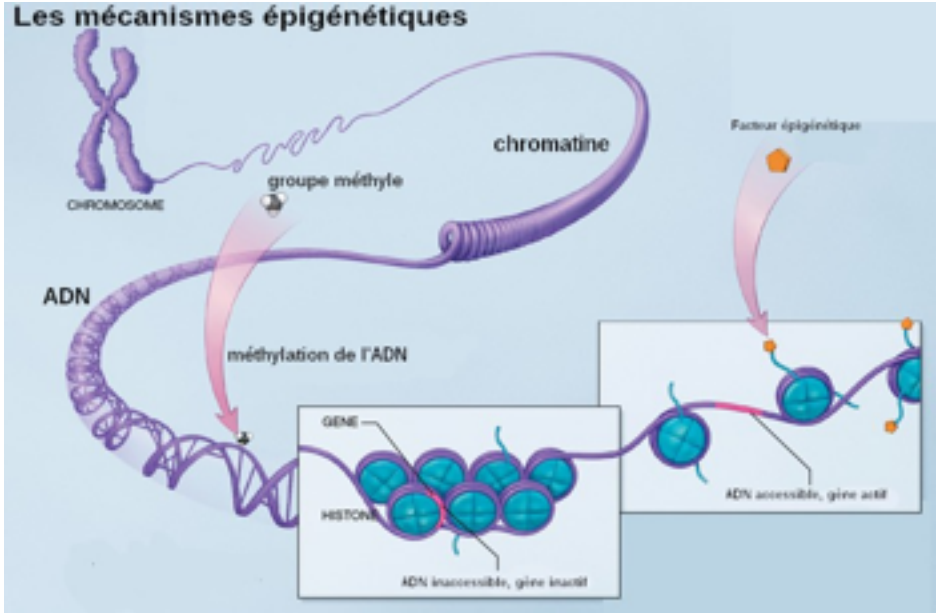


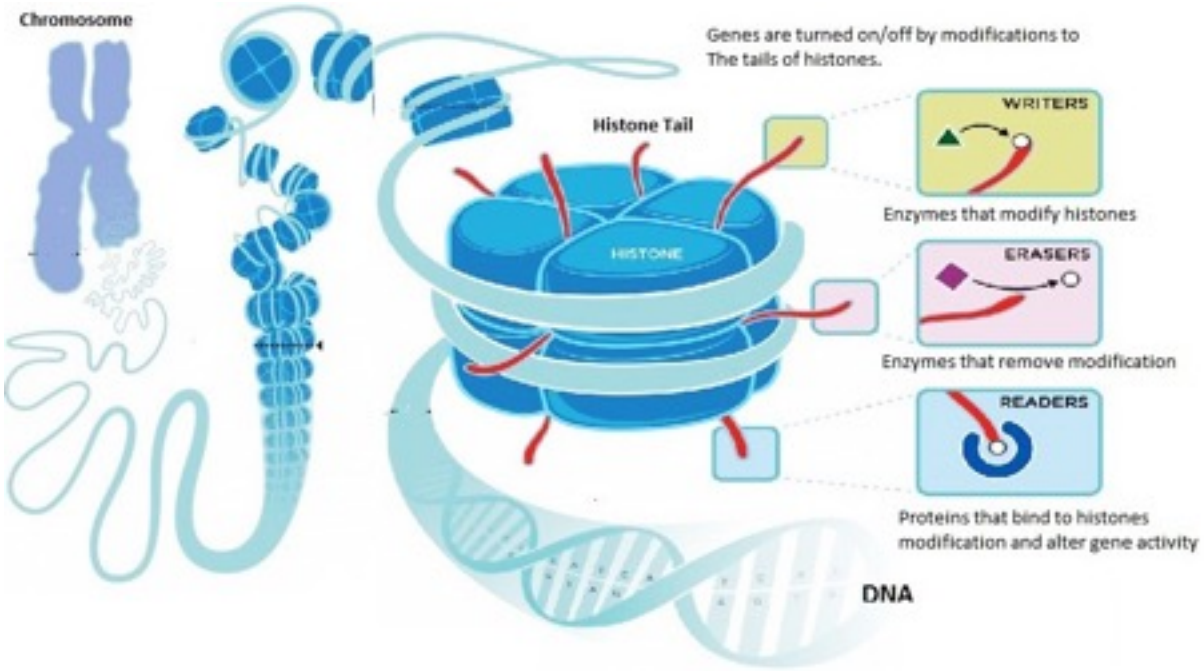
Fig. 6. [From G. Weisbuch [10]] (a) Connection graph of the network made of 5 boolean automata. The boolean functions are limited to the four laws AND, NAND, OR, NOR. (b) Population kinetics according to eq. (1).

- Equilibres ponctués (Elredge and Gould, 1972) avec taux constant de mutations (Atlan, Weisbuch, 1986)

- 2.2.4. Epigénétique : complexification des mécanismes de différenciation
  - Chromosome : chromatine (ADN) et histones (protéines)
  - Gène : plusieurs locus (loci) d'ADN
  - Importance des histones dans la régulation des gènes
    - Ouvrent/ferment l'accès à expression de ADN
  - Interaction des histones avec l'environnement
    - Phénomènes d'adaptation de type lamarckien dans le processus de différenciation cellulaire
    - Mécanismes précis du rapport à l'environnement non encore élucidés
  - Transmission possible aux cellules-filles
    - Lignée cellulaire
    - Dans une logique intergénérationnelle
      - Pas nécessairement sur un long terme



Épigénétique : principes



- **Table 5:** Evolution theory components (Michael K. Skinner[?]* and Eric E. Nilsson, 2021)[?]

- Neo-Lamarckian Concept:
  - Environment directly alters phenotype generationally
- Darwinian Evolution Theory:
  - Natural selection acts on phenotypic variation for adaptation
- Neo-Darwinian Evolution Theory:
  - Genetic mutations promote phenotypic variation on which natural
  - selection acts
- Environmental Epigenetics:
  - Environmental epigenetic alterations promote phenotypic variation
  - and facilitate genetic mutations to influence adaptation and
  - natural selection
- Unified Evolution Theory:
  - Environmental epigenetics and genetic mutations both promote
  - heritable phenotypic variation on which natural selection acts

3. Conclusions

- 3.1.Sur le fait de l'évolution
  - Consensus scientifique sur le fait évolutif

- 3.2. Sur les théories explicatives
  - Consensus scientifique concernant l'importance d'une explication par sélection, avec conscience des limites d'une telle explication
    - Articulation explication variationnelle et développementale

  - Différents modes de production de diversité
    - Darwinisme (1859) : diversité existante non expliquée
    - Théorie synthétique (1947) : mutation au niveau chromosomique
    - Néodarwinisme (1970) : mutations stochastiques sur ADN
    - Nouvelles synthèse (2021) : mutations épigénétiques (concepts lamarckiens)