

EVOLUTION : mécanismes

THÉORIE DE LA GÉNÉRATION SPONTANÉE

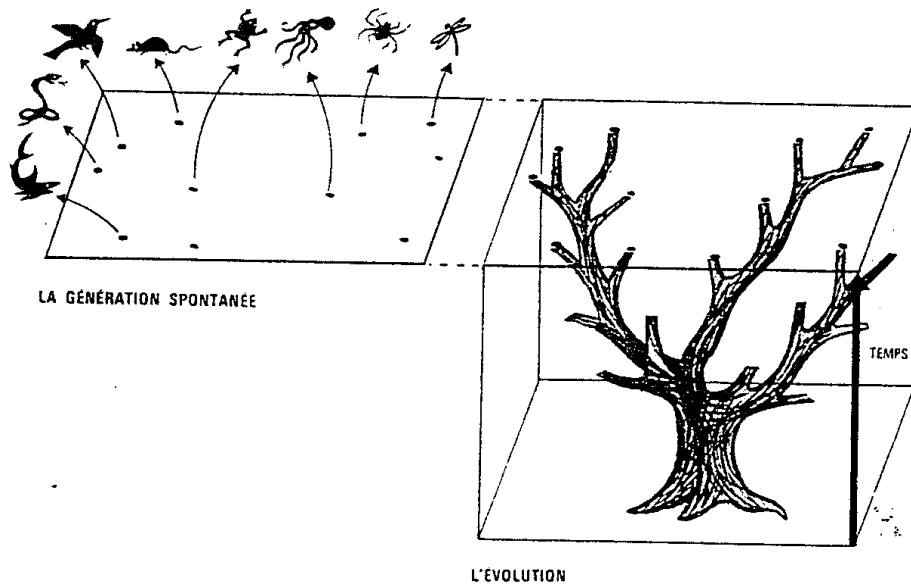
Jusqu'au 17^{ème} siècle, on pense que les êtres vivants se forment spontanément à partir de matière minérale (des vers naissent de la boue) ou de matière organique, dans certaines conditions (des mouches naissent d'un morceau de viande avariée).

En 1668, F. Redi montre que les asticots ne naissent pas spontanément de viande en décomposition. Et c'est Louis Pasteur qui démontre en 1862 de manière irréfutable que la génération spontanée de micro-organismes dans un milieu nutritif n'est en fait que le résultat d'une contamination par des germes extérieurs.

EXPÉRIENCE DE F. REDI (1668)	EXPÉRIENCE DE L. PASTEUR (1862)
<p>①</p> <p>œufs</p> <p>mouches</p> <p>les mouches pénètrent dans le flacon</p> <p>②</p> <p>gaze</p> <p>matières en décomposition</p> <p>asticots</p>	<p>liquide nutritif</p> <p>col de cygne</p> <p>vapeur</p> <p>①</p> <p>②</p> <p>③</p> <p>aspiration d'air</p> <p>le liquide reste stérile</p> <p>les gouttelettes d'eau retiennent les poussières</p> <p>④</p> <p>le col est coupé</p> <p>les microbes apparaissent</p> <p>⑤</p>
<p><i>Redi place dans des récipients des substances organiques en décomposition. Le flacon 1 est recouvert d'une gaze; 2 reste ouvert. Redi constate que des asticots apparaissent rapidement en 2. Par contre la viande placée dans le flacon 1 reste exempte de larves. On peut voir que les mouches pondent leurs œufs sur la gaze.</i></p>	<p><i>Un liquide nutritif (eau de levure de bière, jus de betterave) est versé dans un ballon à long col (1). Le col du ballon est étiré par chauffage pour former un tube fin et recourbé (col de cygne) (2). Le liquide est porté à ébullition: cette opération tue tous les micro-organismes présents (3). Les poussières contenant les microbes sont retenues par les gouttelettes d'eau à l'extrémité du tube. Le ballon reste stérile pendant très longtemps (4). Si l'on coupe le col de cygne, le bouillon nutritif est rapidement envahi par les germes (5).</i></p>

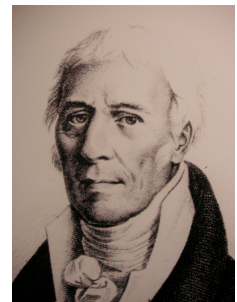
LE TEMPS

En 1809, Lamarck a publié une théorie selon laquelle les êtres vivants actuels sont le résultat de transformations lentes et progressives, **au cours du temps**. C'est cette dimension qui manquait aux savants qui essayaient d'expliquer l'origine de la vie. En cette même année naissait Darwin, dont le livre *L'Origine des espèces* a jeté les bases de la théorie actuelle de l'évolution (voir plus loin).



THÉORIE DE LAMARCK

En 1809, dans son ouvrage *Philosophie zoologique*, Jean-Baptiste-Pierre-Antoine de Monnet, chevalier de Lamarck (1744-1829) énonça que les espèces ne sont pas figées, mais qu'elles évoluent au cours du temps. L'explication qu'il fournit quant aux mécanismes de cette évolution se résume en deux points :



- ☒ Les êtres vivants font des efforts (volontaires ou non) pour s'adapter à leur environnement. **L'usage** d'un organe amène à son développement, alors que l'absence d'usage mène à la régression de l'organe.
- ☒ Les modifications des organes découlant des usages et non-usages se transmettent à la descendance.

Observation en faveur de cette théorie : entraînement sportif

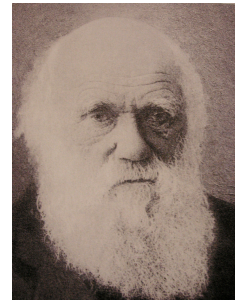
.....

Défaut de cette théorie : l'hérédité d'un caractère acquis :

.....

THÉORIE DE DARWIN

En 1859, Charles Darwin (1809 – 1882) a publié son ouvrage *L'Origine des espèces par le moyen de la sélection naturelle*, le résultat d'une minutieuse analyse de nombreux spécimens recueillis dans le monde lors d'un voyage de 5 ans durant lequel il visita longuement l'archipel des Galápagos. Ses idées principales peuvent se résumer ainsi :



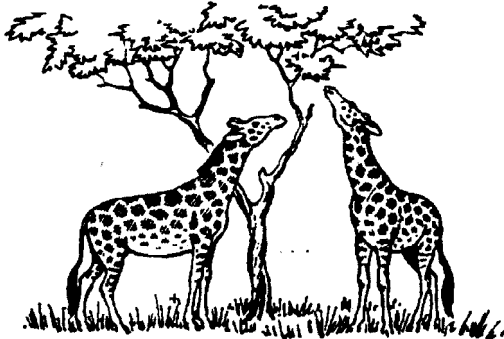
- ☒ Les organismes ont plus de descendance que le minimum nécessaire au maintien constant de leur population. Si cette dernière est stable, la mortalité doit être élevée.
- ☒ Chaque espèce est une collection d'individus présentant de petites différences plus ou moins favorables : les **variations individuelles**, qui sont héréditaires.
- ☒ Il existe entre les individus une concurrence d'autant plus grande que les individus sont nombreux et les ressources du milieu limitées : il s'agit de la **lutte pour la vie**.
- ☒ Les individus les mieux adaptés survivent au détriment de ceux qui le sont moins. C'est la **sélection naturelle**. De plus, au moment de la reproduction, certains individus (plus beaux, plus forts, ...) sont favorisés, ils ont alors plus de chance d'avoir des descendants : on parle alors de **sélection sexuelle**.

Notons encore que Alfred R. Wallace (1823-1913) a également avancé la théorie de la sélection naturelle, et il avait écrit à Darwin pour lui faire part de ses idées avant la publication de *L'Origine des espèces*. Les deux savants ont ainsi élaboré à la même époque une théorie similaire.

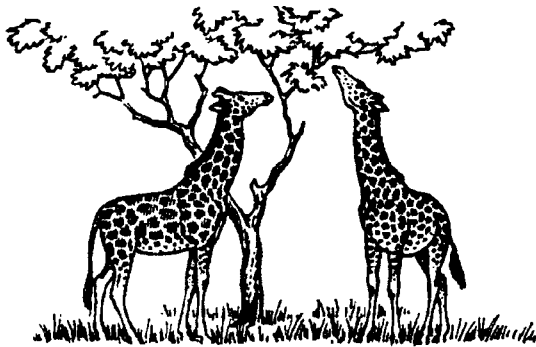


Darwin vu par André Gill, en 1878.

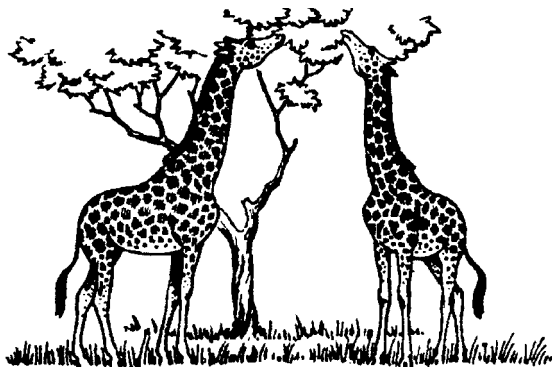
COMPARAISON DES THÉORIES DE LAMARCK ET DARWIN

*Exemple de l'allongement du cou des girafes***Explication lamarckienne**

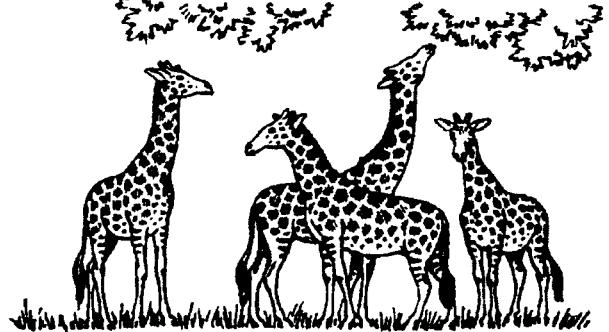
Les ancêtres des girafes actuelles avaient le cou plus court. Le climat devenant aride, les animaux, pour atteindre le feuillage des arbres, devaient tendre le cou et celui-ci s'allongeait un peu.



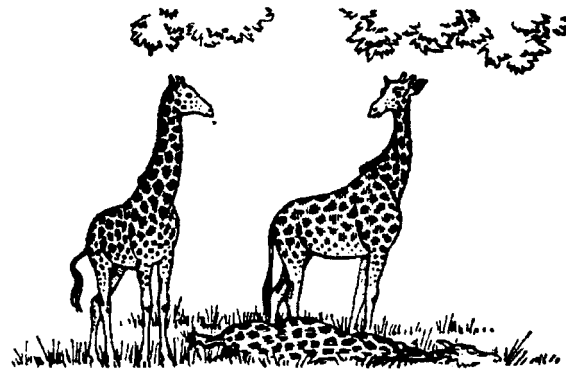
Les descendants naissent avec un cou légèrement plus long que celui de leurs parents, cou qu'ils continuent d'étirer toute leur vie pour se nourrir, l'allongeant davantage.



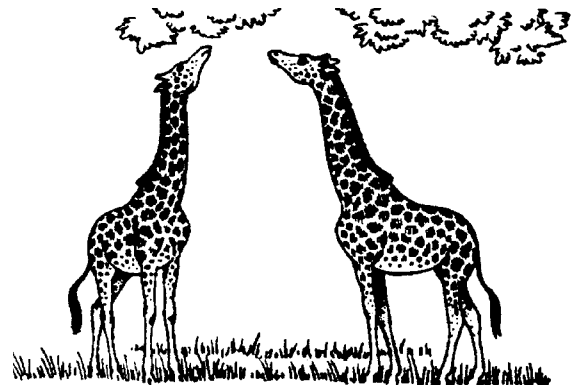
Chaque génération naît avec un cou légèrement plus long que la précédente jusqu'à ce que la taille de la girafe fut celle que l'on connaît aujourd'hui, adaptée à la végétation actuelle.

Explication darwinienne

Les ancêtres des girafes actuelles avaient des cous de longueurs légèrement différentes. Ces variations sont héréditaires.



La sélection naturelle permet aux girafes qui avaient un cou plus long de survivre, au détriment de celles au cou trop court.



Ceci se répétant à chaque génération, les girafes qui naissent avaient le cou de plus en plus long, jusqu'à atteindre la taille actuelle, la mieux adaptée.

THÉORIE ACTUELLE

La théorie actuelle est basée sur les principes développés par Darwin, auxquels s'ajoutent les connaissances plus récentes, comme la génétique, la biochimie, l'écologie et l'étude des populations. La sélection naturelle est toujours considérée comme un des moteurs de l'évolution.

Espèces, races et populations

L'espèce est un ensemble d'individus qui peuvent se reproduire entre eux, dans des conditions naturelles. Parmi les critères qui définissent des individus appartenant à une même espèce, on trouve des similitudes :

morphologiques :

biochimiques :

et éthologiques :

Toutes ces ressemblances sont évidemment liées à la **similitude génétique** des individus.

Au sein d'une même espèce, on peut regrouper des individus selon quelques critères, ce qui amène à considérer des **races** (chez les animaux) ou des **variétés** (chez les végétaux).

Les individus d'une même espèce peuvent constituer des **populations** distinctes parce qu'ils se trouvent dans une zone restreinte et se reproduisent principalement entre eux.

Génétique et variabilité

Les informations héréditaires sont inscrites dans les chromosomes des cellules, sur une matière appelée ADN. Un gène est une recette pour élaborer une substance particulière de notre corps.

On appelle une mutation une modification de l'information génétique. Généralement, les mutations sont défavorables : une mauvaise recette aboutissant à un produit défectueux, et donc à un mauvais fonctionnement de la cellule ou de l'organisme. De nombreuses maladies ont des causes génétiques (la mucoviscidose, l'hémophilie, ...). Cependant, certaines mutations peuvent aboutir à la formation d'une structure cellulaire tout autant ou plus performante que « l'originale », dans une situation donnée. L'individu porteur de telle mutation sera différent des autres, ce qui augmenta la variabilité au sein de la population.

La variation

En plus de l'effet des mutations, une immense variabilité s'établit dans les populations du fait de la reproduction sexuée :

.....
.....

De plus, **l'immigration** d'individus venant de populations voisines peut apporter de nouvelles variétés de gènes, alors que d'autres peuvent être perdues par **émigration**.

Des virus et certaines bactéries ont la capacité de transférer des gènes dans des cellules d'autres espèces. Ainsi, la barrière génétique qui semblait séparer les espèces les unes des autres n'est pas absolue : **des gènes peuvent passer d'une espèce à l'autre**. Ceci peut se faire naturellement ou artificiellement (génie génétique).

La variation est en quelque sorte le réservoir de l'évolution. Les diverses variations sont présentes avant qu'elles ne s'avèrent avantageuses. Une nouvelle variété n'apparaît pas en fonction des contraintes de l'environnement, mais le milieu sélectionne, parmi les formes présentes, celle qui offre le plus d'avantages (lutte pour la survie).

Exemple : la phalène du bouleau

La phalène est un papillon de nuit aux ailes blanches, tachetées de beige. Il présente dans ses populations des individus mutants aux ailes sombres. Il se pose fréquemment sur l'écorce des bouleaux qui est blanche, avec quelques taches noires.



En Grande-Bretagne, avant la révolution industrielle, les individus noirs de la phalène sont très rares :

Explication : Les papillons foncés sont facilement repérés par les oiseaux, leurs prédateurs, et sont donc décimés en grand nombre.

Vers 1950, dans les régions les plus polluées par la suie (Liverpool, Birmingham,...), on observe que 90% des phalènes sont noires, alors que dans les campagnes, les individus clairs restent très fortement majoritaires.

Explication :

.....

.....

En 1985, la pollution ayant été combattue avec un certain succès, l'écorce des bouleaux a repris une couleur plus claire et on n'a recensé plus que 60% d'individus noirs :

Explication :

.....

.....

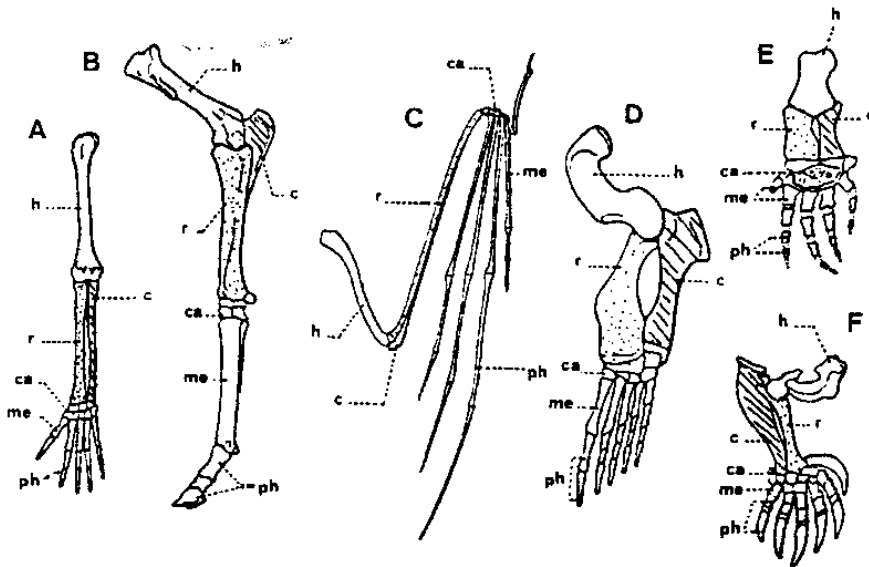
4. PREUVES EN FAVEUR DE L'ÉVOLUTION

Paléontologie

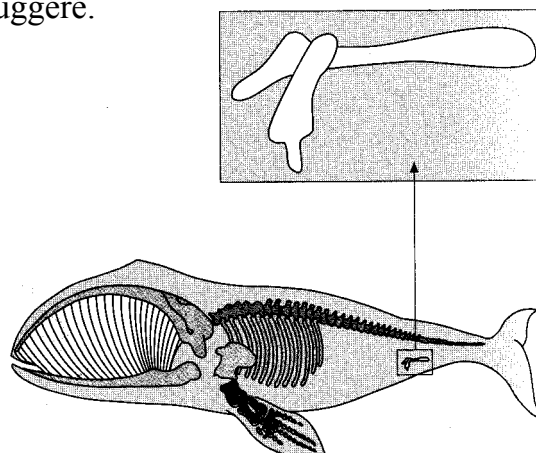
L'étude des fossiles ainsi que leur datation permet de reconstituer le film de l'évolution, avec l'apparition, les modifications et la disparition des espèces. La difficulté de cette science est que les informations sont souvent fragmentaires, et que ce sont principalement les parties dures des êtres vivants (coquille, os,...) qui sont conservées, ce qui permet peu de connaître la physiologie de ces êtres vivants primitifs.

Anatomie comparée

Une origine commune de divers êtres vivants est suggérée par une structure de base commune. Ainsi, par exemple, si on compare le membre antérieur de différents mammifères, on retrouve toujours la même structure de base avec un humérus (h), puis deux os (radius, r, et cubitus, c), puis les carpes (c), les métacarpes (me) et les phalanges (ph). Ceci est valable quelle que soit la fonction de ce membre : saisir des objets (A, humain), marche et course (B, cheval), voler (C, chauve-souris), nager (D, phoque et E, baleine) ou creuser (F, taupe).



De plus, quelques os présents à l'arrière de la baleine ne lui sont d'aucune utilité, mais sont des vestiges de l'évolution, des pattes postérieures que possédaient ses ancêtres. Un ancêtre quadrupède est donc suggéré.



Cytologie et biochimie

L'étude des cellules montre que l'organisation des êtres vivants est basée sur le même modèle : les mécanismes de transmission de l'hérédité (ADN,...), la structure des membranes, etc. sont semblables.

L'analyse biochimique de certains composants cellulaires ou certaines hormones qui se retrouvent dans divers groupes d'êtres vivants montre des variations. Ces variations sont d'autant plus faibles que les espèces étudiées sont proches parentes. Ceci permet même de calculer une « distance de parenté » sur la base de la biochimie, laquelle est cohérente avec les critères morphologiques de la classification classique.

BIBLIOGRAPHIE

J. Fossatti, M. Hauck *et al.*, *Evolution*, Collège de Genève, 1996

W. Miram et K-H. Scharf, *Biologie, des molécules aux écosystèmes*, Ed. Loisir et Pédagogie, Lausanne, 1998

R. Taylor, *L'évolution des espèces*, Hatier, Paris, 1981