

# Certificat d'Aptitude Pédagogique (CAP)

Année académique 2009-2010

## Psychopédagogie et méthodologie générale UF6

Travail de recherche autour d'une problématique liée à l'adolescence :

**Le refus de la part de certains adolescents d'accéder, grâce à l'école, à certaine(s) CONNAISSANCE(S) spécifique(s), dû à l'assimilation antérieure, et principalement hors scolaire, de CROYANCE(S) qui s'y oppose(nt).**

**Cas particulier du rejet de la théorie de l'évolution.**

**PEERBOOM Joël**

Les Combles 150/1

4910 Theux

Belgium

Téléphone : 0032 87 37 60 88

GSM : 0032 479 96 90 12

[joel.peerboom@skynet.be](mailto:joel.peerboom@skynet.be)

---

Institut d'Enseignement de Promotion Sociale de la Communauté Française  
(IEPSCF) Verviers - Waimes\_  
Avenue Jardin Ecole 87 – 4820 Dison

# TABLE DES MATIERES

	N° de page
<b>Première partie : Description sommaire de la problématique choisie</b>	6
<b>1. Choix de la problématique</b>	6
<b>2. Transcription du "témoignage"</b>	6
<b>3. Lien entre ce "témoignage" et la problématique liée à l'adolescence</b>	7
<b>4. Quelques questions demandant réflexion</b>	7
<b>Deuxième partie : Réflexion et recherche sur cette problématique</b>	8
<b>1. Apports théoriques sur le sujet</b>	8
1.1 Qu'est-ce que l'évolution ?	8
1.2 La théorie expliquant les mécanismes de l'évolution	9
1.3 L'origine et les raisons du rejet de la théorie darwinienne de l'évolution par certains adolescents dans les écoles	11
1.3.1. <i>L'influence des mouvements créationnistes</i>	11
• Qu'est-ce que le créationnisme	11
• Pourquoi la théorie darwinienne de l'évolution dérange-t-elle les créationnistes	11
○ L'évolution biologique, phénomène qui échappe à nos sens	11
○ Mais qu'y a-t-il de si terrible dans la théorie darwinienne de l'évolution ?	12
○ Mais qu'est-ce qui dérange ?	14
• Les différentes sortes de créationnisme s'opposant à (la théorie darwinienne de) l'évolution	15
○ Mention spéciale concernant l' "Intelligent Design"	17
1.3.2. <i>La construction de la personnalité de l'adolescent et sa recherche d'une identité, d'une appartenance</i>	18
• Qui sont les réfractaires ?	18
• Pourquoi "défier l'évolution est-il devenu à la mode", selon la formule du théologien Jacques Arnould ?	18
1.4 Le rejet de la théorie de l'évolution par certains adolescents dans les écoles, situation actuelle	19
1.4.1. <i>La situation en Europe et la position de l'Assemblée parlementaire du Conseil de l'Europe vis-à-vis des dangers du créationnisme dans l'enseignement</i>	19
• Le point sur la situation actuelle de l'intrusion du créationnisme dans l'enseignement en Europe	19
• La prise de position de l'Assemblée parlementaire du Conseil de l'Europe vis-à-vis des dangers du créationnisme dans l'enseignement	19
○ Les preuves de l'évolution sont multiples	20
○ Treize pays sont concernés par des manifestations créationnistes	20
○ Le rôle prépondérant de la science	20
○ L'adoption de la résolution 1580	21
○ Extraits de la résolution 1580 sur les dangers du créationnisme dans l'éducation	21
• La position des autorités religieuses, chrétiennes et musulmanes vis-à-vis de la thèse créationniste et de son enseignement à l'école	22
1.4.2. <i>La situation en France</i>	24
• Depuis combien de temps constate-t-on une montée de la résistance à la théorie de l'évolution ?	24
• Qu'est ce qui offense la religion, dans cette théorie ?	24
• Mais il y a des créationnistes dans d'autres confessions...	25

1.4.3. <i>La situation en Belgique</i>	25
1.5 Pourquoi ce rejet de la théorie darwinienne de l'évolution par certains adolescents dans les écoles ne doit-il impérativement pas être accepté	26
<b>2. Quelques pistes d'actions concrètes en réponse à cette problématique</b>	28
2.1. L'enseignant doit tenir compte de la personnalité de l'adolescent concerné et de sa recherche éventuelle d'une identité, d'une appartenance	28
2.2. L' "école" doit absolument faire la distinction entre le savoir et les croyances ; elle doit parfaitement cerner le "contour des sciences"	29
2.2.1. <i>Cernons donc ce "contour des sciences" !</i>	29
• Les piliers de la démarche scientifique	30
○ Premier pilier	30
○ Deuxième pilier	31
○ Troisième pilier	31
○ Quatrième pilier	31
• Les créationnismes et la méthode scientifique	32
2.2.2. <i>Un exemple concret</i>	33
2.2.3. <i>Un outil didactique</i>	33
2.3. L'enseignant doit maîtriser le plus parfaitement possible la théorie darwinienne de l'évolution	35
2.3.1. <i>Deux exemples d'idées fausses concernant le darwinisme pouvant entraîner des questions problématiques</i>	35
• PREMIER EXEMPLE, L'HOMME DESCEND DU SINGE	35
○ Pour qu'elles raisons ce mythe s'est-il répandu ?	35
○ Quelles sont les conséquences de ce mythe ?	36
○ Pourquoi ce mythe est-il... un mythe ?	37
• DEUXIEME EXEMPLE, L'ŒIL DE L'HOMME EST TROP COMPLEXE	43
○ Pour quelles raisons ce mythe persiste-t-il ?	43
○ Pourquoi ce mythe est-il... un mythe ?	44
2.3.2. <i>Où l'enseignant peut-il puiser son information pour maîtriser la théorie darwinienne de l'évolution et pour répondre aux questions des créationnistes</i>	46
• Des sites Internet	46
• Des dossiers	47
• Ce document	47
2.4. L'enseignant doit utiliser des moyens didactiques plaisants et ludiques pour enseigner la théorie Darwinienne de l'évolution	48
<i>Voici quelques pistes de moyens didactiques intéressants</i>	48
• L'utilisation de matériels audio-visuels	48
• Des sorties, des visites	49
• Proposer aux élèves de traiter le sujet suivant un projet impliquant différents cours	50
• Des expériences interactives interpellantes	51
2.5. L'enseignant doit accepter de se faire "aider" si cela est nécessaire	54
2.6. L'humour, toujours l'humour	55
<b>Annexe I : Les arguments en faveur de l'évolution</b>	58
<b>1. Les indices flagrants de liens de parentés entre les différentes espèces</b>	58
1.1. Indices de parenté morphologiques	58
1.2. Indices de parenté cellulaire et moléculaires	62
1.3. Indices de parenté comportementaux	63
<b>2. L'ensemble des données paléontologiques</b>	63
<b>3. L'observation directe de changements génétiques dans les populations</b>	63
<b>4. La corroboration de l'évolution par un très grand nombre de disciplines scientifiques différentes</b>	65
4.1. La paléobiologie	65

4.2.	La génétique	65
4.3.	L'analyse comparative des caractères	65
4.4.	La génétique des populations	66
4.5.	L'étude de la dérive des continents	66
4.6.	L'expérimentation directe de l'évolution	67
<b>Annexe II : Théorie synthétique de l'évolution</b>		<b>68</b>
1.	<b>En résumé</b>	68
2.	<b>Définition</b>	68
3.	<b>Mécanismes de l'évolution</b>	69
3.1.	L'apparition de caractères nouveaux et héréditaires	70
	3.1.1. <i>La mutation</i>	71
	3.1.2. <i>La migration</i>	71
3.2.	Le nouveau caractère se répand dans les populations	71
	3.2.1. <i>La dérive aléatoire</i>	71
	3.2.2. <i>La sélection naturelle</i>	72
	• Une image donnée par Richard Dawkins	72
	• La théorie du gène "égoïste"	72
	3.2.3. <i>Devenir des mutations et caractères hérités</i>	74
3.3.	Conséquences de l'évolution	75
	3.3.1. <i>Apparition d'espèces nouvelles</i>	75
	3.3.2. <i>Les mutations à l'origine des grandes modifications évolutives</i>	75
3.4.	Approche évo-dévo : évolution et développement	76
4.	<b>Controverses actuelles</b>	77
4.1.	Adaptationnisme et Neutralisme	77
4.2.	Equilibres ponctués	78
4.3.	Néo-Lamarckisme	79
4.4.	Accroissement de la complexité au cours de l'évolution	80
<b>Annexe III : Les sciences de l'évolution - 40 années d'avancées inaperçues</b>		<b>81</b>
<b>Annexe IV : Evoluer ? Une expérience de Science et de Fiction - L'expérience DINOSAUROÏDE !</b>		<b>86</b>
1.	<b>Le contexte</b>	86
2.	<b>Qu'est ce que la théorie de l'évolution ?</b>	87
3.	<b>Le Dinosaurioïde : une expérience de Science et de Fiction</b>	88
	En quoi cette expérience est-elle scientifique ?	88
	En quoi est-ce de la fiction ?	88
	Le résultat de l'expérience !	91
4.	<b>Une table ronde pour débattre de l'expérience</b>	93
	Une action pédagogique	93
	Les partenaires de l'expérience	94
	Les partenaires institutionnels	94
	Les partenaires scientifiques	94
5.	<b>L'expérience « Evoluer ? » se déroule dans le cadre de la Fête de la Science 2009</b>	95

<b>6. Pour aller plus loin...</b>	96
Le Dinosaurioïde selon Dale Russell	96
Deux livres à lire pour en savoir plus...	98
<b>Annexe V : L'action humoristique aux Etats-Unis d'Amérique de Bobby Henderson : le Pastafarisme !</b>	99
<b>1. Lettre ouverte au comité d'état à l'éducation du Kansas</b>	99
<b>2. Les réponses reçues de la part de quatre membres du comité d'état à l'éducation du Kansas</b>	101
Response from Mrs. Janet Waugh	101
Response from Mrs. Sue Gamble	101
Response from Mrs. Carol Rupe	101
Response from Mrs. Kathy Martin	102

# Première partie :

## Description sommaire de la problématique choisie

### 1. Choix de la problématique :

Le choix de ce sujet m'a été inspiré par la lecture d'un passage précis (Chapitre 1 « *Backlash : Tous contre l'évolution !* », sous chapitre « *De Mantes la Jolie à Montréal* ») du livre « *Lucy et l'obscurantisme* » de Pascal Picq (Odile Jacob, 20 avril 2007, coll. Science Humaine).



Ce livre traite de la progression du créationnisme dans le monde. En effet, contrairement à une idée répandue, le créationnisme progresse dans le monde, y compris en Europe, et ce même si les médias en parlent peu.

### 2. Transcription du "témoignage" :

En 2002, une enseignante de sciences de la vie et de la terre (SVT) d'un lycée de la banlieue parisienne (Mantes la Jolie) a vu son cours sur l'évolution se heurter à une forte opposition de deux de ses élèves. Parmi les opposants, une jeune fille portant le voile qui récusait l'affirmation selon laquelle « *l'homme descend du singe* ». Ne parvenant pas à trouver une solution à cette problématique, elle a invité le paléontologue Pascal Picq à donner une conférence dans sa classe.

Selon Annie Mamecier, doyenne de l'Inspection générale de SVT, de tels incidents se sont produits régulièrement dans plusieurs académies, notamment celles de Lyon, Montpellier, Nantes et de Seine-Saint-Denis. Ils concernent dans leur grande majorité des élèves de familles de culture musulmane.

(de mémoire ... j'ai prêté mon livre à un ami et ne l'ai donc pas sous les yeux) Le sous chapitre « *De Mantes la Jolie à Montréal* » du livre « *Lucy et l'obscurantisme* » de Pascal Picq, relate brièvement les tentatives infructueuses de cette enseignante de Mantes la Jolie, puis, plus en détails, comment Pascal Picq s'y prend en général pour contrer les arguments créationnistes d'élèves rejetant le darwinisme.

### **3. Lien entre ce "témoignage" et la problématique liée à l'adolescence :**

Ce témoignage relate une problématique qui n'est évidemment pas liée uniquement à l'adolescence. Cependant, certains points plus particulièrement liés à l'adolescence peuvent être développés dans cette problématique du rejet de théorie(s) scientifique(s) entraîné par une (des) croyance(s) religieuse(s). En particulier :

1. Le rapport que l'adolescent a vis-à-vis de l'école (école apportant un savoir éventuellement rejeté par certains adolescents, confiance que l'adolescent a dans l'école et le système éducatif, ...).
2. Le rapport que l'adolescent a vis-à-vis de l'enseignant (comment un enseignant doit aborder ce genre de question avec un adolescent, confiance que l'adolescent a vis-à-vis des connaissances de l'enseignant).
3. Problématique de la différenciation chez l'adolescent entre un "savoir" et une "croyance". Position et attitude du système éducatif en ce qui concerne cette différenciation entre "savoir" et "croyance".
4. Problématique d'une construction hors scolaire de l'identité de l'adolescent qui serait en inadéquation avec l'acquisition d'un savoir ou qui donnerait à l'adolescent un sentiment de rejet de la part du système éducatif.
5. Etc.

### **4. Quelques questions demandant réflexion :**

1. Le système éducatif fait-il bien la différence entre "savoir" et "croyance" ?
2. Le système éducatif forme-t-il suffisamment l'esprit critique afin, notamment, de permettre à l'adolescent de percevoir la différence entre "savoir" et "croyance" ?
3. Ne devrait-on pas (et si oui, comment), accentuer l'enseignement de l'esprit critique, de la logique et de la méthodologie scientifique (et non de la vulgarisation scientifique qui présente les sciences un peu comme une histoire ou un mythe) dès le plus jeune âge afin de prévenir l'apparition de ce genre de problème à l'adolescence ?
4. Si le rôle du système éducatif est d'enseigner un "savoir", quelle est encore la place d'un cours de religion dans l'enseignement officiel ?
5. Comment prévenir une construction hors scolaire de l'identité de l'adolescent qui serait en inadéquation avec l'acquisition d'un savoir ?
6. Quelle est l'influence des fondamentalismes religieux dans le système éducatif et comment le contrer ?
7. Etc.



## Deuxième partie : Réflexion et recherche sur cette problématique

### 1. Apports théoriques sur le sujet :

#### 1.1. Qu'est-ce que l'évolution ?

*« Rien n'a de sens en biologie si ce n'est à la lumière de l'évolution. »*  
Theodosius Dobzansky<sup>1</sup>

Très souvent nous pouvons observer une confusion entre ce que l'on nomme de façon générale le DARWINISME et ce que l'on nomme d'une façon générale l'EVOLUTION, or, le **darwinisme** est en réalité une théorie expliquant un processus alors que **l'évolution** est ce processus que l'on veut expliquer et est donc un **FAIT** !

L'évolution, qui désigne la transformation des espèces vivantes au cours des générations pouvant aboutir à la formation de nouvelles espèces, et donc à une diversification des formes de vie (diversification depuis les premières formes qui est à l'origine de la biodiversité actuelle) existe belle et bien tout comme existe la gravité ! Or, les pommes tombaient déjà de haut en bas lorsqu'elles se décrochaient du pommier, et cela même avant la formulation de la loi de la gravitation<sup>2</sup> par Isaac Newton à la fin du XVII<sup>e</sup> siècle !

Il est important de comprendre cette différence car, comme nous allons le voir ci-après, à l'instar des approches, soit anti-évolutionnistes, soit évolutionnistes mais anti-darwiniennes, des différentes sortes de mouvances créationnistes<sup>3</sup>, le rejet de l'adolescent en milieu scolaire que nous allons traiter dans ce travail peut soit être un rejet de l'EVOLUTION dans sa totalité, soit un rejet plus "fin" du DARWINISME.

**En réalité, les preuves de l'évolution (le processus) sont multiples !** Ces preuves sont développées plus en détail ci-dessous dans l'annexe I ("Les arguments en faveur de l'évolution"), la lecture de cette annexe n'étant cependant pas requise pour la compréhension de ce travail.

L'annexe I peut être résumée de la façon suivante :

La principale preuve, qui est connue depuis très longtemps<sup>4</sup>, est certainement le fait que tous les êtres vivants partagent entre eux des caractéristiques<sup>5</sup> provenant d'ancêtres communs. Le phénomène d'évolution permettant alors d'expliquer ces ressemblances par l'existence de liens généalogiques entre toutes les formes de vie : les organismes se ressemblent parce qu'ils partagent des caractères hérités de cet ancêtre commun.<sup>6</sup>

D'autres preuves irréfutables nous viennent d'une quantité impressionnante de données paléontologiques mais aussi, par exemple, de l'observation directe de changements génétiques dans les populations.

En définitive, le fait même que l'évolution des êtres vivants soit corroborée en tout ou en partie par un si grand nombre de méthodes d'observations et d'analyses des faits, impliquant énormément de disciplines scientifiques variées (paléobiologie, génétique, phylogénie, éthologie, génétique des populations, étude de la dérive des continents, expérimentations directes, etc.), ne laisse aucun doute possible sur son existence !

<sup>1</sup> Theodosius Dobzhansky (en russe : Феодосий Григорьевич Добжанский, Feodossi Grigorievitch Dobjanski), aussi sous la graphie Théodore Dobzhansky, né le 25 janvier 1900 et mort le 11 novembre 1975, est un biologiste et généticien russe. Son œuvre majeure fut sa participation à la mise en place de la théorie synthétique de l'évolution.

<sup>2</sup> Loi de la gravitation, ou loi de l'attraction universelle : Deux corps ponctuels de masse  $M_A$  et  $M_B$  s'attirent avec une force proportionnelle à chacune des masses, et inversement proportionnelle au carré de la distance qui les sépare.

<sup>3</sup> Voir fin du chapitre 2.3.1. sur l'influence des mouvements créationnistes ci-dessous.

<sup>4</sup> C'est pourquoi l'idée d'évolution peut déjà se trouver chez certains philosophes de l'antiquité, grecs, romains ou bien musulmans.

<sup>5</sup> Morphologiques, cellulaires, moléculaires (génétiques) et comportementales.

<sup>6</sup> Guillaume Lecointre, Hervé Le Guyader, "Classification phylogénétique du vivant", éd. Belin, 2001, p. 43.

## 1.2. La théorie expliquant les mécanismes de l'évolution :

« Les organismes vivants ont existé sur Terre, sans jamais savoir pourquoi, depuis plus de trois milliards d'années avant que la vérité ne saute finalement à l'esprit de l'un d'entre eux. Il s'appelait Charles Darwin. »

Richard Dawkins<sup>7</sup>

Attention, il faut bien réaliser que lorsque l'on parle d'une **THEORIE de l'évolution**, il ne s'agit pas d'une théorie au sens commun mais bien **au sens scientifique du terme**.<sup>8</sup>

Cela signifie qu'il s'agit d'un ensemble de connaissances basé sur quelques suppositions ou constatations de départ, et développé par des démonstrations rigoureuses à partir des principes scientifiques.

Le développement de la théorie de l'évolution est donc toujours susceptible d'être **complété**, ou même **corrigé** sur certains points au cours du temps (et c'est ce qui a déjà eu lieu à de nombreuses reprises).

En revanche **il n'est pas correct de considérer l'ensemble de l'édifice comme une simple hypothèse** qui pourrait être rejetée, sauf à disposer d'arguments forts contre les mécanismes de base de la théorie qui ont été observés en conditions expérimentales et naturelles.

Ce n'est qu'à partir du XIX<sup>e</sup> siècle que de véritables théories proposant une explication du phénomène de l'évolution des espèces ont été développées.

Si la théorie du transformisme de Lamarck<sup>9</sup> a ouvert la voie, la révolution évolutionniste est arrivée avec Charles Darwin<sup>10</sup> et son ouvrage "On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life"<sup>11</sup> (24 novembre 1859).

Dans cet ouvrage deux grandes idées, appuyées par des faits, émergent :

1. L'unité et la diversité du vivant s'expliquent par l'évolution ;
2. Le moteur de l'évolution adaptative est la sélection naturelle.

En profonde contradiction avec les idées philosophiques et religieuses dominantes de l'époque, ce livre obtient toutefois un important écho et convainc rapidement la majorité des biologistes de la réalité de l'évolution.

Ensuite, la théorie a sans cesse continué à évoluer pour donner à ce jour la **théorie synthétique de l'évolution** qui regroupe notamment les idées de Darwin avec celles de Mendel<sup>12</sup>. Cette théorie est à

<sup>7</sup> Dans "Le Gène Egoïste", Odile Jacob (22 février 2003), page 17. Ethologiste britannique, vulgarisateur et théoricien de l'évolution, Richard Dawkins, né le 26 mars 1941 à Nairobi, est un des principaux critiques du dessein intelligent dans le monde anglo-saxon. Il affirme aussi que la question de l'existence de Dieu est une question scientifique comme une autre et trouve absurde le respect dont les non-croyants entourent parfois les croyances religieuses. Le concept qui l'a rendu célèbre est celui de gène égoïste, exposé dans l'ouvrage du même nom publié en 1976 (pour plus de détails à propos du gène égoïste, voir le chapitre 3.2.2. parlant de la sélection naturelle dans l'annexe II sur la théorie synthétique de l'évolution).

<sup>8</sup> Charles Sullivan, Cameron Mcpherson Smith, "Darwin : ce n'est pas une histoire de singe", Association Française pour l'Information Scientifique : <http://www.pseudo-sciences.org/spip.php?article501>

<sup>9</sup> Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet, chevalier de Lamarck (1<sup>er</sup> août 1744, Bazentin, Somme – 18 décembre 1829, Paris) est un naturaliste français connu pour avoir proposé le premier une théorie matérialiste et mécaniste de la vie et de l'évolution des êtres vivants. Il est également un des rares évolutionnistes à avoir compris la *nécessité théorique* de l'évolution des êtres vivants. Sa théorie transformiste est fondée sur deux principes :

A. la complexification croissante de l'organisation des êtres vivants sous l'effet de la dynamique interne propre à leur métabolisme ;  
B. la diversification, ou spécialisation, des êtres vivants en de multiples espèces, sous l'effet des circonstances variées auxquelles ils sont confrontés dans des milieux variés et auxquelles ils sont contraints de s'adapter en modifiant leur comportement ou leurs organes pour répondre à leurs besoins (cette modification n'étant pas le produit de leur volonté ou de leur désir, mais toujours de cette dynamique interne propre à la vie conçue ici comme un processus où les flux de matière nécessaires à la vie structurent la matière vivante et, par suite, les organismes). Pour plus de précision, voir par exemple sur Wikipédia : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Jean-Baptiste\\_de\\_Lamarck](http://fr.wikipedia.org/wiki/Jean-Baptiste_de_Lamarck)

<sup>10</sup> Pour plus d'informations sur Charles Darwin, voir par exemple sur Wikipédia : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Charles\\_Darwin](http://fr.wikipedia.org/wiki/Charles_Darwin). De plus, un excellent site anglophone reprend l'ensemble de ses œuvres ("The Complete Work of Charles Darwin On Line") : <http://darwin-online.org.uk/>

<sup>11</sup> La traduction française du titre est : « L'Origine des espèces par le moyen de la sélection naturelle, ou la préservation des races favorisées dans la lutte pour la vie ». Pour plus de précision, voir par exemple sur Wikipédia : [http://fr.wikipedia.org/wiki/L'Origine\\_des\\_esp%C3%A8ces](http://fr.wikipedia.org/wiki/L'Origine_des_esp%C3%A8ces)

<sup>12</sup> Johann Gregor Mendel (22 juillet 1822 - 6 janvier 1884), moine dans le monastère de Brno (en Moravie) et botaniste autrichien germanophone, est communément reconnu comme le père fondateur de la génétique. Il est à l'origine de ce qui est aujourd'hui appelé les lois de Mendel, qui définissent la manière dont les gènes se transmettent de génération en génération. [http://fr.wikipedia.org/wiki/Gregor\\_Mendel](http://fr.wikipedia.org/wiki/Gregor_Mendel)

l'heure actuelle la théorie expliquant le mieux les mécanismes de l'évolution et elle fait incontestablement l'objet d'un large consensus scientifique depuis le milieu du XX<sup>e</sup> siècle.

Pour plus de facilité, cette théorie synthétique de l'évolution sera appelée indifféremment dans le reste de ce document "théorie de l'évolution", "théorie darwinienne de l'évolution", "théorie néo-darwinienne de l'évolution" ou "théorie synthétique de l'évolution", ces quatre vocables désignant en définitive la théorie la plus communément acceptée expliquant le mieux les mécanismes de l'évolution en l'état actuel de nos connaissances !

Cette théorie synthétique de l'évolution est développée plus en détails ci-dessous dans l'annexe II ("Théorie synthétique de l'évolution"). La lecture de cette annexe n'est cependant pas requise étant donné que les points essentiels de la théorie de l'évolution nécessaires pour la compréhension de ce travail sont développés ci-dessous, principalement dans la partie "Mais qu'y a-t-il de si terrible dans la théorie darwinienne de l'évolution ?" du chapitre 2.3.1. ("L'influence des mouvements créationnistes").

Une intervention récente d'Hervé Le Guyader<sup>13</sup> à l'Académie Française d'Agriculture résume également très bien l'historique et les bases de la théorie synthétique de l'évolution. Cette intervention se trouve en annexe III ("Les sciences de l'évolution : 40 années d'avancées inaperçues").

La lecture de cette annexe n'est pas non plus requise pour la compréhension de ce travail. Cependant, si une seule phrase devait en être retenue, il s'agirait de la dernière phrase disant à propos de la théorie synthétique de l'évolution: « **Il faut bien avoir à l'esprit que ce n'est pas, comme certains le disent, une négation de la pensée de Darwin ; c'en est une évolution, à l'intérieur d'un cadre conceptuel de plus en plus complexe** ».

En effet, dans la biologie contemporaine, si l'idée que les espèces évoluent ne fait plus aucun doute, les détails des mécanismes qui permettent d'expliquer cette évolution font toujours l'objet de recherches et sont même parfois au cœur de controverses scientifiques et médiatiques<sup>14</sup>. La théorie de l'évolution, comme toutes théories scientifiques, est en perpétuelle évolution<sup>15</sup> et, de plus, comprend toujours des imperfections et des zones d'ombres. Ce sont d'ailleurs des caractéristiques de toutes les théories scientifiques qui ne sont jamais des blocs finis, dogmatiques et immuables.

**Cependant, tout cela ne remet absolument pas le bien fondé de cette théorie en question, cela montre juste qu'elle s'est, depuis 150 ans, questionnée, étoffée, complexifiée, affinée !**

---

<sup>13</sup> Hervé Le Guyader est professeur de biologie évolutive à l'Université Pierre et Marie Curie (Paris VI), directeur du Laboratoire Systématique, Adaptation, Evolution et directeur de l'Ecole Doctorale de Diversité du Vivant. Il se passionne pour l'histoire des théories de l'évolution, de la systématique, de l'anatomie et de l'embryologie comparées.

<sup>14</sup> Comme celle ayant opposé Stephen Jay Gould et Richard Dawkins sur l'intérêt d'introduire la notion d'équilibres ponctués. La théorie des équilibres ponctués est un développement de la théorie de l'évolution proposée par Stephen Jay Gould (avec Niles Eldredge). Elle postule que l'évolution comprend de longues périodes d'équilibre ponctuées de brèves périodes de changements importants comme la spéciation ou les extinctions. Pour plus de précision, voir par exemple sur Wikipédia : [http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89quilibre\\_ponctu%C3%A9](http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89quilibre_ponctu%C3%A9). Stephen Jay Gould (10 septembre 1941 - 20 mai 2002) est un paléontologiste américain, professeur de géologie et d'histoire des sciences à l'Université Harvard, qui a beaucoup œuvré à la vulgarisation de la théorie de l'évolution en biologie et à l'histoire des sciences depuis Darwin. Il a aussi mené la campagne contre les créationnistes, avec le procès visant à démontrer que la "science" de ces derniers, principalement représentée par le dessein intelligent, ne répondait pas aux critères fondamentaux de la méthode scientifique, et n'était qu'un moyen détourné de contourner la loi afin d'imposer l'enseignement du créationnisme à l'école en lui donnant un visage pseudo-scientifique. Pour plus de précision, voir par exemple sur Wikipédia : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Stephen\\_Jay\\_Gould](http://fr.wikipedia.org/wiki/Stephen_Jay_Gould)

<sup>15</sup> Sans jeu de mots !

### 1.3. L'origine et les raisons du rejet de la théorie darwinienne de l'évolution par certains adolescents dans les écoles :

*« Il ne semble pas qu'il y ait une plus grande finalité dans la variabilité des êtres organiques et dans l'action de la sélection naturelle que dans la direction d'où souffle le vent. »*

Charles Darwin<sup>16</sup>

#### 1.3.1. L'influence des mouvements créationnistes :

##### Qu'est-ce que le créationnisme :

Une définition basique<sup>17</sup> du créationnisme est qu'il s'agit d'une doctrine religieuse fondée sur la croyance selon laquelle la Terre, et par extension l'Univers, ont été créés par Dieu, selon des modalités conformes à une lecture littérale de la Bible.

Plus concrètement, « le créationnisme est un concept créé aux USA par des fundamentalistes religieux qui voudraient voir la Bible prendre place **au cœur de l'enseignement**. Plusieurs étapes ont jalonné son histoire, avec des procès retentissants<sup>18</sup>. Actuellement, le créationnisme revêt un caractère discret et dangereux. Sous couvert d'ouverture d'esprit, d'œcuménisme, des institutions comme l'UIP<sup>19</sup> diffusent jusque dans les sciences une spiritualité pernicieuse. Des scientifiques comme Dambricourt<sup>20</sup> prêchent un moteur interne au vivant en lieu et place d'évolution. Un concept de dessein intelligent a émergé récemment, acceptant le fait évolutif « encadré » par un programme, manière détournée d'imposer une entité architecte de notre avenir. Les méthodes du créationnisme s'affinent, jouent sur les ambiguïtés et sur le langage, et avancent sans heurt majeur (...). »<sup>21</sup>

##### Pourquoi la théorie darwinienne de l'évolution dérange-t-elle les créationnistes<sup>22</sup> :

##### L'évolution biologique, phénomène qui échappe à nos sens

Le monde d'hier, bien qu'animé des mêmes lois physiques et chimiques que celles d'aujourd'hui, était différent dans ses formes, qu'il s'agisse des continents ou des espèces. Ce n'est pas parce que nos sens nous montrent un monde stable que celui-ci ne change pas. Sa vitesse de changement peut tout simplement nous être imperceptible. « De mémoire de rose, il n'y a qu'un jardinier au monde », nous écrivit un jour malicieusement Fontenelle (1657-1757). De mémoire de rose on n'a jamais vu mourir un jardinier, nous rappelait Diderot (1713-1784). L'évolution biologique est contre intuitive d'abord parce qu'elle constitue un fait d'une ampleur et d'une portée hors de nos sens, et sur des durées pour nous inconcevables. À quelques exceptions près, la règle générale est qu'à petit changement, petite durée ; grand changement, grande durée. Soit le changement d'une espèce dans un temps qui nous est concevable est imperceptible à nos sens, soit des changements peuvent paraître spectaculaires à nos yeux entre une forme ancienne et une forme descendante récente mais alors ces formes sont séparées par des durées inconcevables. Et malheureusement, ceux des êtres vivants qui évoluent vite, produisant de grands changements dans de

<sup>16</sup> Dans " Autobiographie ", Seuil - Collection : Science ouverte (04/09/08), page 83.

<sup>17</sup> Celle que l'on trouve sur wikipédia : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Cr%C3%A9ationnisme>

<sup>18</sup> Pour plus de précision, voir par exemple sur Wikipédia : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Cr%C3%A9ationnisme#Les\\_proc.C3.A8s](http://fr.wikipedia.org/wiki/Cr%C3%A9ationnisme#Les_proc.C3.A8s)

<sup>19</sup> L'Université interdisciplinaire de Paris (UIP – site officiel : <http://www.uip.edu/uip/>) est une association loi de 1901 fondée en 1995 sous l'impulsion de Jean Staune, secrétaire général, et Jean-François Lambert, président. L'UIP se donne pour vocation la diffusion et la rencontre des savoirs, dans les domaines de la science, la philosophie, les différentes traditions de l'humanité, l'économie et le management afin de montrer leurs implications sur l'évolution de la société. En dépit de son nom, l'UIP n'est pas un établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel telle que définie par la loi Savary (1984) et n'est donc pas reconnue par le Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche comme une Université. Elle est l'objet de nombreuses critiques de la part de certains philosophes et scientifiques notamment pour le fait qu'elle véhicule des thèses favorables au néocréationnisme et qu'elle soit proche de la mouvance américaine du dessein intelligent (elle est financée en grande partie par la John Templeton Foundation pour le « progrès vers la recherche ou les découvertes en réalités spirituelles »). Une critique de l'UIP par l'Association Française pour l'Information Scientifique est disponible ici : <http://www.pseudo-sciences.org/spip.php?article61>

<sup>20</sup> Anne Dambricourt-Malassé : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Anne\\_Dambricourt-Malass%C3%A9](http://fr.wikipedia.org/wiki/Anne_Dambricourt-Malass%C3%A9)

<sup>21</sup> D'après Philippe Le Vigouroux, "L'Europe et le créationnisme", Science et Pseudo-Sciences n° 281, avril 2008 : <http://www.pseudo-sciences.org/spip.php?article812>

<sup>22</sup> Ce chapitre est extrait de l'article de Guillaume Lecointre, "La théorie darwinienne de l'évolution dérange toujours les créationnistes", Science et Pseudo-Sciences n° 288, octobre 2009 : <http://www.pseudo-sciences.org/spip.php?article889>. Guillaume Lecointre ([http://fr.wikipedia.org/wiki/Guillaume\\_Lecointre](http://fr.wikipedia.org/wiki/Guillaume_Lecointre)) est professeur au Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris et directeur du département « Systématique et Évolution » de ce musée. Il est également membre du conseil scientifique et de parrainage de l'Association Française pour l'Information Scientifique (AFIS) : <http://www.pseudo-sciences.org/spip.php?rubrique35>

petites durées, échappent à nos capacités visuelles... Lorsqu'un virus, une bactérie ou un insecte ravageur s'adapte en quelques années aux contraintes que nous leur imposons, il s'agit d'êtres que nous ne pouvons voir de nos yeux ou bien d'êtres que nous ne croisons pas dans la vie courante. Et même si nous pouvions les voir... il faudrait avoir de la constance dans l'observation. Car l'évolution biologique est un phénomène **populationnel**<sup>23</sup>. Il ne faut pas s'attendre à voir de ses yeux un individu muter spontanément à un moment donné de sa vie. Son constat est une affaire de fréquences dans des populations.

L'évolution biologique reste donc, le plus souvent, imperceptible à nos pauvres sens humains et c'est peut-être ce qui permet si facilement à tant de forces sociales **extrascientifiques** de la nier. Cependant, cette explication est loin d'épuiser tous les déterminants de ces négations, nous y reviendrons. La dimension populationnelle du phénomène évolutif, son imperceptibilité, les efforts d'abstraction qu'il requiert, la place prépondérante du hasard, son incompatibilité avec notre essentialisme (nous serions par essence différents des autres espèces), notre anthropocentrisme, notre notion de destinée, si spontané, sont autant d'obstacles à sa compréhension. Plus il y a d'obstacles culturels et plus il est nécessaire de traiter d'épistémologie, c'est-à-dire de mécanique de la démarche scientifique, lorsque l'on combat les récupérations idéologiques et religieuses des sciences.

### **Mais qu'y a-t-il de si terrible dans la théorie darwinienne de l'évolution ?**

L'évolution biologique telle qu'elle continue d'être validée par les scientifiques aujourd'hui repose sur un enchaînement extrêmement simple de constats et de déductions logiques, qui furent déjà ceux de Charles Darwin (1809-1882), méticuleusement documentés par celui-ci dès 1859. Nous les exposerons brièvement ici sans terme technique en respectant le raisonnement de Darwin lui-même, en suivant la présentation qu'en fait Patrick Tort<sup>24</sup>. Ces déductions ont été validées un nombre incalculable de fois par des chercheurs de terrain, mais aussi en laboratoire, puis dans des « expériences grandeur nature » en permanence réalisées par l'industrie agricole lorsque celle-ci lutte contre les capacités évolutives de ravageurs, l'industrie biotechnologique lorsqu'on utilise les capacités évolutives d'êtres vivants pour leur faire fabriquer des molécules (bio-ingénierie), la recherche biomédicale lorsque celle-ci lutte contre les capacités évolutives des agents pathogènes pour l'Homme.

#### Constat n° 1 :

Parmi les individus qui se reconnaissent comme partenaires sexuels potentiels, il existe des variations (physiques, génétiques, d'aptitude...). Quelle que soit la source de cette variation, il existe donc au sein de ce que nous reconnaissons comme des espèces une capacité naturelle à varier, **la variabilité**.

#### Constat n° 2 :

Dès les débuts de la domestication, les hommes ont toujours modelé les êtres vivants à leurs besoins par des croisements sélectifs : il existe, depuis plus de dix mille ans, une sélection artificielle en horticulture et en élevage au sein même de ce que nous appelons une espèce. Il existe donc chez celle-ci une capacité naturelle à être sélectionné, **la sélectionnabilité**.

La question qui se pose dès lors est de savoir si la **variabilité naturelle** est sujette à **sélection dans la nature**. Cette question revient à se demander quel pourrait être l'agent qui produirait cette sélection.

#### Constat n° 3 :

Les espèces se reproduisent tant qu'elles trouvent des ressources (ressources alimentaires, conditions optimales d'habitat). Leur taux de reproduction est alors tel qu'elles parviennent toujours aux limites de ces ressources, ou trouvent d'autres limites telles que la prédation qu'elles subissent par d'autres espèces. Il existe donc une **capacité naturelle de surpeuplement**. Cette capacité est observable de manière manifeste lorsque les milieux sont perturbés, par exemple lorsque des espèces allogènes<sup>25</sup> envahissent subitement un milieu fermé, comme une île. L'histoire des hommes fournit de multiples exemples de transferts d'espèces suivis de pullulations, comme ce fut le cas de l'importation du lapin en Australie.

#### Constat n° 4 :

---

<sup>23</sup> Qui concerne les populations (et non les individus). Voir point 2. (Définition), de l'annexe II (Théorie synthétique de l'évolution) ci-dessous.

<sup>24</sup> Patrick Tort, "Darwin et la science de l'évolution", Gallimard, 2000

<sup>25</sup> Tout ce qui, au sein d'une population donnée, est d'origine étrangère, culturellement et biologiquement.

Pourtant, il existe des équilibres naturels. En effet, le monde naturel tel que nous le voyons – non perturbé par l'homme – n'est pas constitué d'une seule espèce hégémonique, mais au contraire de multiples espèces en coexistence, et ceci malgré la capacité naturelle de surpeuplement de chacune.

Inférence : chaque espèce constitue une limite pour les autres, quelle que soit la nature de cette limite : soit en occupant leur espace, soit en les exploitant (prédation, parasitisme), soit en exploitant les mêmes ressources... Les autres espèces constituent donc autant de contraintes qui jouent précisément ce rôle d'agent sélectif.

#### Constat n° 5 :

Les espèces dépendent également, pour le succès de leur croissance et de leur reproduction, d'optima physiques (température, humidité, rayonnement solaire, etc.) et chimiques (pH, molécules odorantes, toxines...). En fait, ces facteurs physiques et chimiques de l'environnement constituent eux aussi des facteurs contraignants. S'ils changent, les variants avantageés ne seront plus les mêmes.

#### Conclusion :

Variabilité, sélectionnabilité, capacité au surpeuplement sont des propriétés observables des espèces. L'environnement physique, chimique et biologique est constitué de multiples facteurs qui opèrent *une sélection naturelle* à chaque génération. Cela signifie qu'au sein d'une espèce, les individus porteurs d'une variation momentanément avantageée par les conditions du milieu laisseront davantage d'individus à la génération suivante que ceux porteurs d'un autre variant. Si ces conditions se maintiennent assez longtemps, le variant avantageé finira par avoir une fréquence de 100 % dans la population. L'espèce aura donc quelque peu changé : elle n'est pas stable dans le temps. Si ces conditions changent, d'autres variants que le variant majoritaire du moment peuvent devenir à leur tour avantageés. C'est pourquoi on dit que la variabilité maintenue dans une espèce constitue en quelque sorte son assurance pour l'avenir, donnée bien connue des agronomes. La promesse d'avenir d'une espèce n'est pas dans l'hégémonie du « variant le plus adapté » (la fameuse « survie du plus apte ») mais dans le maintien dans les populations de variants alternatifs par une source continue de variations. **Pour forcer le trait, on pourrait dire que le succès d'aujourd'hui est assuré par le plus apte, celui de demain par une « réserve » d'individus aujourd'hui moins aptes.**

Le monde vivant tel que nous le voyons est donc un équilibre de contraintes interagissant en permanence, et il est le fruit d'une sélection naturelle de variations qui, au cours du temps, se sont avérées avantageuses. L'optimalité fonctionnelle des variations sélectionnées fut une condition de leur survie. D'où cette **impression** que nous avons, parfois, que « la nature est bien faite », longtemps utilisée dans un autre contexte par les théologiens pour glorifier sagesse et puissance divines. **En fait, les solutions trop désavantageuses ne sont pas parvenues jusqu'à nous.**

Le phénomène d'évolution biologique, même présenté ci-dessus comme Darwin lui-même a pu le concevoir et l'argumenter amplement, n'est ni une spéculation ni une conjecture : ce phénomène est observé, expérimenté en laboratoire sur des espèces à temps de génération courts, en agronomie, en médecine, en bio-ingénierie. La sélection naturelle n'est pas une vieille idée, elle n'est pas une affaire de fossiles, **elle est la dynamique même du vivant.** Elle s'applique à l'explication naturelle des origines de l'espèce humaine.

#### Remarque n° 1 :

**Il reste toujours des variants non optimaux.** Par ailleurs des variants désavantageés continuent d'apparaître en permanence, mais selon la lourdeur du handicap héritable, leur maintien dans les générations suivantes est plus ou moins compromis. D'autre part, certaines structures qui paraissent handicapantes (par exemple l'accouchement par le clitoris chez les hyènes tachetées femelles provoquant le décès d'une partie des nouveaux-nés) sont en fait biologiquement liées à d'autres structures fournissant un avantage déterminant (l'agressivité des femelles et la masculinisation partielle des organes génitaux externes qui l'accompagne), d'où leur maintien. Ces considérations nous forcent à relativiser cette impression que nous avons d'une « nature bien faite ». Bien des espèces paient de lourds fardeaux (mesurés en termes de décès des descendants) dans le maintien de dispositifs qui nous semblent absurdes.

#### Remarque n° 2 :

**Il existe des variants sélectivement neutres.** Ce socle de base de la proposition darwinienne du mécanisme évolutif a été complété au vingtième siècle par le modèle dit « neutraliste ». Des variants

sélectivement neutres à l'égard des facteurs de l'environnement peuvent avoir des fréquences qui varient aléatoirement dans les populations, au gré des croisements. Cette fréquence peut même atteindre 100 % de manière tout à fait aléatoire dans une population, et ceci d'autant plus facilement que la population sera d'effectif réduit.

### Remarque n° 3 :

L'espèce n'est pas inscrite dans le marbre. **Le vivant n'est pas stable**. Il peut être conçu comme un fleuve de générations, lequel se divise en bras, affluents, rivières. Les individus d'une généalogie changent, et les formes d'une population à une génération  $t$  diffèrent des formes de la génération  $t+n$ . Des portions d'arbre généalogique peuvent diverger, séparées par des obstacles physiques, chimiques, biologiques, etc., et les individus qui les constituent de part et d'autre du point de divergence peuvent ne plus jamais se rencontrer, de même pour leurs descendance. Ou leurs descendance se rencontrer à nouveau mais ne plus se reconnaître comme partenaires sexuels. Ou encore se croiser à nouveau mais produire une descendance stérile. On dira alors qu'elles ne font plus désormais partie de la même espèce. L'espèce n'est pas écrite sur les êtres vivants, ni inscrite dans une essence dont ils seraient porteurs, ni dans le ciel ; elle n'est pas éternelle ; elle n'est pas stable. **Elle est d'abord ce que nous voulons qu'elle soit** ; c'est-à-dire qu'il existe une définition théorique. **L'espèce n'est rigoureusement définie que dans la durée du temps** : c'est l'ensemble des individus qui donnent ensemble de la descendance fertile, depuis le précédent point de rupture du flux généalogique théorique jusqu'au prochain point de rupture. Après ce point de rupture, les individus qui ne sont plus interféconds avec leurs formes parentales ou latérales constitueront, par convention, **une nouvelle espèce**.

Un constat immédiat est à faire : l'espèce n'est pas stable, l'environnement non plus, à plus ou moins long terme. Si rien n'est stable, pourquoi ne voyons-nous pas une continuité de formes organiquement désordonnées ? Pourquoi, malgré la variation, les individus se ressemblent-ils ? En fait, le vivant est la résultante de forces de maintien organique et de forces de changement. Parmi les forces du maintien organique, la sélection naturelle par le moyen des facteurs d'un milieu stable élimine pour un temps de la postérité généalogique les individus peu optimaux. Elle participe donc au maintien des « discontinuités » que nous percevons. En d'autres termes, nous n'observons pas dans la nature d'animal mi-lézard vert mi-lézard des murailles car il n'y a pas eu de « niche » d'optimalité correspondant à une telle forme. Ensuite, le croisement entre partenaires sexuels pour la reproduction limite les effets des mutations aléatoires subies par tout individu et participe donc aussi à la stabilité organique. D'autre part, les contraintes architecturales internes héritées des ancêtres constituent également des limites au changement. De même, des contraintes fonctionnelles internes évidentes limitent forcément le champ des changements possibles. Par exemple, bien des embryons « malformés » meurent avant même d'avoir été confrontés directement au milieu.

Parmi les forces du changement, il y a les sources de la variation, par exemple les erreurs des polymérase (ensemble d'enzymes qui assure une réplique de l'ADN, avant une division cellulaire) qui, bien que très fidèles, laissent tout de même passer dans l'ADN des « coquilles » parmi les milliards de paires de bases recopiées. Lorsque le milieu change, les conditions sélectives changent aussi. La sélection naturelle devient aussi, dans ces conditions, la courroie de transmission du changement sur les êtres vivants, des changements qui ne traduisent aucun « but », mais seulement les aléas du milieu.

### **Mais qu'est-ce qui dérange ?**

Quelle que soit l'ampleur des changements et quelle que soit l'intensité des contraintes architecturales et fonctionnelles internes, la multitude de facteurs intriqués en jeu est telle qu'il est impossible, sur le plan théorique, de donner une priorité absolue aux forces stabilisatrices. En d'autres termes, le milieu, lui-même imprévisible sur le long terme, rend, **via la sélection naturelle**, le devenir d'une espèce imprévisible **et rend du même coup caduc toute notion de « destinée »**.

Rien n'est écrit dans le marbre et l'on a coutume de dire, après S.J. Gould (1941-2002), que si nous revenions à un point antérieur quelconque du film de la vie, la probabilité pour que la série d'événements se déroulant sous nos yeux à partir de ce point soit exactement la même **est infiniment faible**. La notion même de destinée est incompatible avec tout processus historique, processus évolutif compris.

C'est l'une des difficultés psychologiques les plus difficiles à surmonter lorsque l'on tente de faire comprendre le processus évolutif à un public qui **confond encore le discours sur les faits naturels et le discours sur les valeurs**. En effet, tandis que l'absence de « but » et de « destinée » dans l'explication scientifique d'un phénomène naturel ne relève que de l'amoralité<sup>26</sup> de la démarche scientifique et de sa neutralité métaphysique, le discours scientifique **injustement transposé** comme discours moral et/ou

<sup>26</sup> A ne pas confondre avec "immoralité" !

métaphysique rend pour nos semblables ces absences de but et de destinée désespérantes, intolérables, immorales. Bien entendu, ce n'est pas la théorie de l'évolution qu'il faut récuser dans ce cas mais **la confusion entre le discours scientifique sur les faits, méthodologiquement défini et limité, et le discours sur les valeurs qui relève de processus d'élaboration très différents**. Il faut expliquer alors qu'il ne faut pas projeter nos réflexes psychologiques (buts, actions intentionnées) et nos espoirs (destinée) dans une explication scientifique de l'origine des espèces. La théorie de l'évolution n'incorpore ni transcendance, ni but, ni destinée, n'a pas à donner de « sens » à notre vie, ne défend ni ne préconise aucune valeur, aucune morale : ce n'est simplement pas le rôle d'une théorie scientifique.

Une bonne partie des négations de la théorie darwinienne de l'évolution viennent de là : des membres de l'UIP à ceux du mouvement de l'« Intelligent Design », **on veut faire dire à une théorie scientifique ce qu'elle n'a pas à dire**. On lui reproche de ne pas donner du « sens ». On se désespère d'un devenir sans but ni destinée. On juge la sélection naturelle immorale. **Bref, pour le scientifique c'est comme si on jugeait l'attraction des corps célestes comme immorale et une réaction chimique in vitro comme désespérante parce que intrinsèquement non intentionnée**.

On peut mettre également sous ce chapitre ce que l'on a de façon erronée appelé le « Darwinisme social<sup>27</sup> », et qui n'est que l'évolutionnisme philosophique élaboré par Herbert Spencer, du vivant de Darwin. L'évolutionnisme philosophique de Spencer est effectivement récusable d'abord et entre autres motifs parce qu'il transpose directement un modèle explicatif du changement des espèces dans les champs moraux et politiques, transfert qui n'est ni requis ni opéré par la théorie de l'évolution de Darwin elle-même. L'évolutionnisme de Spencer **fait dire à une démarche scientifique ce qu'elle n'a pas à dire**. Ce n'est d'ailleurs pas une science mais un système philosophique. L'évolutionnisme, pris dans ce sens-là, a contribué et contribue encore à éloigner les intellectuels d'une véritable lecture de Darwin, mais aussi à susciter une méfiance aussi injustifiée que répandue à l'encontre d'une théorie scientifique. **La théorie darwinienne ou néo-darwinienne de l'évolution ne véhicule, en elle-même, pas plus de valeurs que la théorie de la gravité universelle ou celle de la dérive des continents**.

En fait, les créationnismes, qu'ils soient seulement « philosophiques » ou qu'ils se parent de scientificité, tentent de projeter des valeurs à la théorie de l'évolution pour pouvoir ensuite plus facilement la nier à travers elles. Pour tuer votre chien, inoculez-lui la rage, puis accusez-le d'être enragé, enfin tuez-le. Car le besoin de nier la théorie de l'évolution provient d'un autre champ. Celui-ci est politique : de tout temps, il a fallu brider la science lorsque celle-ci élaborait des résultats non conformes au dogme.

### **Les différentes sortes de créationnisme s'opposant à (la théorie darwinienne de) l'évolution<sup>28</sup> :**

La théorie scientifique de l'évolution en vigueur aujourd'hui explique l'origine des espèces, l'origine de l'homme, de ses langues, de ses sociétés sans recours à une transcendance. Non pas que cette théorie particulière se soit fixé comme but spécifique de nier toute transcendance : **l'athéisme affirmatif ne fait pas partie des objectifs de la science**. Plus simplement, les sciences, quelles qu'elles soient, depuis 250 ans environ, **n'incorporent pas la transcendance comme outil d'explication**. Le créationnisme philosophique adoptera alors **diverses postures** face à ce qui lui apparaît comme une insupportable lacune, afin de brider la science : nous allons les décliner ci-dessous.

Commençons par distinguer le **créationnisme « philosophique »** du **créationnisme « scientifique »**.

Le créationnisme philosophique stipule que la matière et/ou l'esprit ont été créés par une action qui leur est extérieure.

L'affirmation opposée est celle d'un matérialisme immanentiste. Il s'agit d'affirmer que le monde réel est constitué de matière, y compris les manifestations très intégrées de celle-ci (« esprit », sociétés, etc.), que la

<sup>27</sup> Le darwinisme social est une doctrine politique apparue au XIX<sup>e</sup> siècle qui postule que la lutte pour la vie entre les hommes est l'état naturel des relations sociales. Selon cette idéologie, ces conflits sont aussi la source fondamentale du progrès et de l'amélioration de l'être humain. Son action politique préconise de supprimer les institutions et comportements qui font obstacle à l'expression de la lutte pour l'existence et à la sélection naturelle qui aboutissent à l'élimination des moins aptes et à la survie des plus aptes. Envisagé à l'échelle de la compétition entre les individus, il préconise la levée des mesures de protection sociale, l'abolition des lois sur les pauvres ou l'abandon des conduites charitables. Son versant racialement fait, à l'échelle de la compétition entre les groupes humains, de la lutte entre les « races » le moteur de l'évolution humaine. Il s'est conjugué à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle avec les théories eugénistes (l'eugénisme peut être désigné comme l'ensemble des méthodes et pratiques visant, soit disant, à améliorer le patrimoine génétique de l'espèce humaine – la politique de l'Allemagne nazie se basait sur l'eugénisme). De son vivant, Charles Darwin s'est opposé à cette perspective de darwinisme social.

<sup>28</sup> Ce chapitre est extrait de l'article de Guillaume Lecointre, "La théorie darwinienne de l'évolution dérange toujours les créationnismes", Science et Pseudo-Sciences n° 288, octobre 2009 : <http://www.pseudo-sciences.org/spip.php?article889>



matière, quelle que soit la description que l'on peut en faire, est **incrée**<sup>29</sup> et **porte en elle-même les ressources de son propre changement**.

Aucune de ces deux postures philosophiques n'est accessible empiriquement ; c'est-à-dire qu'**elles ne peuvent être testées scientifiquement. Il s'agit bien là du terrain de la philosophie.**

Examinons à présent les différentes versions du créationnisme philosophique. Les trois monothéismes ont adopté au cours de leur histoire diverses postures face à l'inadéquation logique entre le sens littéral des Écritures et les résultats de la science. Déclinons ces postures dans un gradient de plus en plus néfaste à l'indépendance d'une démarche scientifique :

- Premièrement, on a adapté le sens des Écritures aux résultats de la science. Cette attitude, généralement qualifiée de « concordiste », ne sera pas analysée ici.
- Deuxièmement, on a adapté le sens des résultats de la science à la lumière du dogme.
- Troisièmement, on a sollicité la société des scientifiques de l'intérieur afin qu'elle réponde à des préoccupations théologiques (fondation John Templeton, Université Interdisciplinaire de Paris<sup>30</sup> notamment dans leur appel du 22 février 2006 dans le journal Le Monde).
- Quatrièmement, on a prétendu prouver scientifiquement la validité littérale des Écritures par ce qui a été présenté comme de véritables démarches et expériences scientifiques (créationnisme « scientifique » de H. Morris et D. Guish).
- Cinquièmement, on a nié purement et simplement les résultats de la science, soit en cherchant à démontrer leur fausseté au moyen de discours ré-interprétatifs mais sans expériences scientifiques (Harun Yahya<sup>31</sup>, témoins de Jéhovah), soit au moyen de ré-interprétations et de contre-expériences qui se voulaient scientifiques (sédimentologie de Guy Berthault, mouvement du « dessein intelligent<sup>32</sup> »).
- Enfin, on a intimidé les scientifiques en les sommant de récuser les résultats de leur travail (Galilée en astronomie, Buffon concernant l'âge de la terre, même Darwin dut faire des concessions entre la première et la seconde édition de L'origine des Espèces...) ou en les pourchassant.

Voici donc une typologie résumée de tous les créationnismes philosophiques, avec des exemples, non pas de personnes, mais se manifestant sous forme d'organisations :

#### **A. Les créationnismes intrusifs :**

- A.a.** Nier la science : le créationnisme négateur d'Harun Yahya.
- A.b.** Mimer la science : le créationnisme mimétique de H. Morris et D. Guish.
- A.c.** Plier-dénaturer la science : le « Dessein Intelligent » ou la théologie de William Paley présentée comme théorie scientifique.

#### **B. Le spiritualisme englobant :**

- B.a.** Science et théologie vues comme les pièces d'un même puzzle : l'Université Interdisciplinaire de Paris.
- B.b.** Lorsque la théologie finance la science : La fondation John Templeton.

Tous ces créationnismes philosophiques ne sont pas des créationnismes « scientifiques ».

Lesquels d'entre eux méritent l'appellation de « créationnisme scientifique », c'est-à-dire mettent la science au service d'une preuve de la création ?

Il s'agit assurément des catégories **A.b.** et **A.c.** puisque dans la première la « science » prouve la Vérité des Écritures et dans la seconde le créateur est incorporé comme explication « scientifique ».

<sup>29</sup> Ce dit de quelque chose qui existe sans avoir été créé.

<sup>30</sup> Déjà toutes deux précédemment citées.

<sup>31</sup> Voir à son propos le chapitre 2.4.1. sur la situation actuelle du rejet de la théorie de l'évolution par certains adolescents dans les écoles en Europe.

<sup>32</sup> "Intelligent Design" en Anglais. Voir plus bas dans ce même chapitre pour plus de détails.

Pour ce qui concerne les catégories **B.a.** et **B.b.**, il ne s'agit pas d'un créationnisme scientifique au sens précédent ; cependant la science est mobilisée par ces spiritualistes afin de servir d'autres desseins que l'élaboration de connaissances objectives, y compris d'accréditer une idée de création beaucoup plus sophistiquée. Ainsi, contrairement à une idée reçue, **le créationnisme philosophique ne s'oppose pas nécessairement à l'idée d'évolution biologique**. L'évolutionnisme théiste de Teilhard de Chardin<sup>33</sup> en est un exemple dont on trouve des descendants au sein des providentialismes modernes (catégorie **B**).

La catégorie **A** est anti-évolutionniste, sauf peut-être pour certains adeptes du « Dessein Intelligent » pour qui les moyens par lesquels le Grand Concepteur réalise ses desseins pourraient incorporer la transformation (non darwinienne) des espèces.

La catégorie **B** est évolutionniste.

Mais **tous** sont **anti-darwiniens**, les premiers parce qu'ils refusent le fait de l'évolution biologique, les seconds parce que le modèle darwinien faisant intervenir hasard, variation, contingence, sélection naturelle ne les satisfait pas, pour des raisons morales et idéologiques.

### **Mention spéciale concernant l' "Intelligent Design"**

La volonté politique la plus manifeste est représentée par le mouvement américain de l'Intelligent Design. Suite aux revers juridiques des créationnistes « scientifiques » de la seconde moitié des années 1980, ceux-ci doivent à nouveau changer de stratégie. Dès le début des années 1990, P. Johnson, juriste, élabore la notion d'« Intelligent Design » (ID) à partir de la vieille analogie du théologien anglican William Paley et la présente comme théorie scientifique. La stratégie consiste à utiliser l'étiquette « science » pour atteindre des objectifs politiques et spirituels, objectifs clairement énoncés dans leur « Wedge Document »<sup>34</sup>. L'un de ces objectifs principaux est de faire passer une conception théologique pour de la science **afin que celle-ci soit enseignée dans les écoles**.

Selon le « Discovery Institute » qui structure le mouvement, « la théorie du dessein intelligent affirme que certaines caractéristiques de l'univers et des êtres vivants sont expliquées au mieux par une cause intelligente, et non par un processus non dirigé telle la sélection naturelle ». Le mouvement du « dessein intelligent » s'emploie donc à critiquer tout ce qui peut l'être dans la théorie darwinienne de l'évolution, et surtout ses ennemis de toujours : le matérialisme méthodologique inhérent à une approche seulement scientifique des origines du monde naturel<sup>35</sup>, et le rôle de la contingence des facteurs de transformation des espèces au cours du temps.

Pour tout schéma argumentatif, il ne s'agit que de la répétition, sous une forme retravaillée, de l'analogie finaliste du théologien anglican William Paley (1743-1805). Arguant que tout objet/artefact est intentionnellement façonné pour remplir une fonction, Paley et ses imitateurs d'aujourd'hui transposent ce principe dans la nature pour faire intervenir une intelligence conceptrice à l'origine de l'adéquation entre formes et fonctions naturelles et donc une intelligence à l'origine des êtres vivants. C'est la vieille analogie de la montre. Dans une montre, l'adéquation « parfaite » de la forme de chacune des pièces à la fonction qu'elle remplit et son agencement harmonieux avec les autres pièces remportent l'admiration et appellent à supposer que l'ensemble provient de la volonté d'un horloger présumé. Dans la nature, le rayon de courbure du cristallin est tel que les rayons lumineux se focalisent précisément en un point de la rétine ; et la merveilleuse adéquation entre forme et fonction ne peut être, dans ce raisonnement analogique, plus efficacement expliquée que par l'hypothèse d'une intelligence conceptrice dès son origine.

Les promoteurs modernes du dessein intelligent pensent que la science rénovée, incorporant les causes surnaturelles, doit chercher et dicter ce qui constituera une « éthique naturelle », une « morale naturelle », et que cette science-là sera en mesure de découvrir quels comportements transgressent les buts sous-jacents au dessein intelligent à l'origine de l'espèce humaine. Ce serait donc à cette science de découvrir lesquels de nos comportements, nos mœurs, notre morale, sont voulus par Dieu. La fonction de Think Tank conservateur prend alors toute sa signification : l'avortement et l'homosexualité transgressent l'Intelligent Design de Dieu, notamment par dévoiement des fonctions pour lesquelles nos formes avaient été initialement créées. En donnant une assise prétendument scientifique au « Bien » et au « Mal », le courant du « dessein intelligent » débouche donc sur une sorte de scientisme religieux et théocratique incompatible

<sup>33</sup> Pierre Teilhard de Chardin (1<sup>er</sup> mai 1881, Orcines - 10 avril 1955, New York) est un jésuite, chercheur, théologien, paléontologue et philosophe français. Il est connu pour ne pas voir d'opposition entre la foi catholique et la science. Pour plus de précision, voir par exemple sur Wikipédia : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Pierre\\_Teilhard\\_de\\_Chardin](http://fr.wikipedia.org/wiki/Pierre_Teilhard_de_Chardin)

<sup>34</sup> Voir le Nouvel Observateur Hors Série n° 61 « La bible contre Darwin » dirigé par Laurent Mayet, décembre 2005.

<sup>35</sup> Voir ci-dessous le chapitre 3.1. sur la différence entre le savoir et les croyances.

avec la laïcité. En décembre 2005, l'ID est clairement identifié au « procès de Dover<sup>36</sup> » comme religion déguisée et non comme science, et son enseignement est déclaré anti-constitutionnel.

### 1.3.2. **La construction de la personnalité de l'adolescent et sa recherche d'une identité, d'une appartenance :**

Comme nous allons le voir ici plus bas<sup>37</sup>, en Europe, et plus particulièrement en France mais aussi en Belgique, le rejet de (la théorie darwinienne de) l'évolution en milieu scolaire touche surtout, mais pas exclusivement, de jeunes musulmans !

Or, d'après les propos recueillis par Rachel Mulot pour Sciences-et-Avenir.com<sup>38</sup>, voici ce qu'en dit Jean-Baptiste de Panafieu<sup>39</sup> :

#### **Qui sont les réfractaires ?**

Principalement de jeunes musulmans, ce qui explique que le phénomène soit concentré –comme eux- dans les banlieues, par exemple autour de Paris ou de Lyon. Le lycée –qui s'est ouvert aux couches sociales qui n'y avaient pas accès auparavant- agit comme un révélateur. Les élèves anti-évolutionnistes viennent souvent de milieux populaires qui ne connaissent pas du tout la science, ou qui la tiennent pour une simple opinion. Beaucoup fréquentent l'école coranique. De la part de ces jeunes gens, **il s'agit aussi d'un défi adolescent et politique. D'un combat identitaire et anti-raciste**, car pour de mauvaises raisons, ils voient Darwin, qu'ils n'ont pas lu, comme un colonialiste. Enfin, **ils contestent l'autorité et le savoir**. Les professeurs sont désarmés, comme ils l'ont été face aux jeunes maoïstes dans les années 70.

#### **Pourquoi "défier l'évolution est-il devenu à la mode", selon la formule du théologien Jacques Arnould ?**

La bataille contre l'évolution est devenue, depuis une décennie, un thème de militantisme, de propagande anti-laïque pour une petite minorité fondamentaliste, très active, très virulente sur le web. Leurs arguments sont omniprésents sur de nombreux forums de discussion. **C'est à la mode, en effet, comme le port ostentatoire du foulard l'a été à un moment. Cela permet de se constituer en groupe, en communauté, de s'opposer**. Peut-être les succès rencontrés par les anti-évolutionnistes aux Etats-Unis ont-ils stimulé les fondamentalistes musulmans. Ils se sentent obligés de s'attaquer à quelque chose qui est une description de la réalité et qui fait pratiquement l'unanimité. L'évolution intervient en effet dans un champ dans lequel ils s'estiment compétents : l'origine de l'homme. Il y a donc confrontation directe. C'est un point à combattre absolument pour eux. Car s'ils font tomber cela, ils peuvent imposer leurs idées dans d'autres domaines. Il y a la volonté d'en arriver à un enseignement religieux en parallèle de l'enseignement laïque de l'évolution, sous prétexte que les deux se vaudraient. Ce qui a bien failli être autorisé aux Etats-Unis !

---

<sup>36</sup> Le jugement Tammy Kitzmiller, et als v. Dover Area School District, et als (No. 04cv2688), est le premier dans une cour fédérale des États-Unis à condamner une école publique de district qui tentait d'obliger l'enseignement en classe de sciences de la théorie de la théorie darwinienne. Pour plus de précision, voir par exemple sur Wikipédia : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Kitzmillier\\_v.\\_Dover\\_Area\\_School](http://fr.wikipedia.org/wiki/Kitzmillier_v._Dover_Area_School)

<sup>37</sup> Voir chapitre 2.4. sur la situation actuelle du rejet de la théorie de l'évolution par certains adolescents dans les écoles.

<sup>38</sup> Rachel Mulot, "L'évolution contestée dans les écoles", Sciences-et-Avenir.com (22/01/2009) : [http://tempsreel.nouvelobs.com/actualites/sciences/homme\\_et\\_societe/20090122.OBS0939/levolution\\_contestee\\_dans\\_les\\_ecoles.htm](http://tempsreel.nouvelobs.com/actualites/sciences/homme_et_societe/20090122.OBS0939/levolution_contestee_dans_les_ecoles.htm)

<sup>39</sup> Jean-Baptiste de Panafieu est un ancien professeur agrégé des sciences de la vie et de la terre. Il est l'auteur de plusieurs ouvrages sur l'évolution (voir : <http://pagesperso-orange.fr/jb.depanafieu/index.htm>).

#### 1.4. **Le rejet de la théorie de l'évolution par certains adolescents dans les écoles, situation actuelle :**

*« Si l'homme descend du singe, alors le coran dit une chose fausse et c'est ma religion qui s'écroule ! »*

Un élève du lycée de Seine-Saint-Denis en France<sup>40</sup>

##### 1.4.1. **La situation en Europe et la position de l'Assemblée parlementaire du Conseil de l'Europe vis-à-vis des dangers du créationnisme dans l'enseignement :**

#### **Le point sur la situation actuelle de l'intrusion du créationnisme dans l'enseignement en Europe :**

D'après Philippe Le Vigourou<sup>41</sup>, jusqu'alors l'Europe et la France en particulier ont semblé relativement à l'abri des offensives créationnistes présentes surtout aux Etats-Unis et en Australie<sup>42</sup> et qui sont le fait des nombreuses églises évangéliques implantées dans ces pays. Chez nous, on connaît le créationnisme des groupes d'inspiration protestante venus des États-Unis et qui se sont installés au cours du XXe siècle (Témoins de Jéhovah, Adventistes du 7e jour, Mormons...). Il y a aussi le créationnisme catholique du CESHE et du C.E.P. (Centre d'Étude et de Prospective sur la Science)<sup>43</sup>, qui malgré son œcuménisme, ne trouve son audience, pour l'essentiel, que dans les milieux traditionalistes. Enfin, il y a surtout l'UIP. (Université Interdisciplinaire de Paris) qui propose, au nom d'une interdisciplinarité revendiquée, un mélange confus de science et de croyances avec finalement un discours proche du Dessein Intelligent, nouvel avatar du créationnisme. C'est principalement contre cette forme insidieuse d'intrusion spiritualiste dans les sciences que se sont élevés les chercheurs français jusqu'à présent, en diverses occasions.

Et puis au début de l'année 2007, ce fut l'émoi : un luxueux ouvrage de 800 pages intitulé L'Atlas de la Création, richement illustré, était diffusé dans tous les établissements scolaires français. Alerté, Gilles de Robien alors ministre de l'Éducation Nationale, a demandé aux recteurs d'académies de veiller à ce que ce livre « qui ne correspond pas au contenu des programmes établis par le ministère, ne figure pas dans les centres de documentation et d'information des établissements scolaires ». Hervé Le Guyader, professeur de biologie de l'évolution à l'Université Paris VI et chargé d'analyser cet atlas juge ce livre « beaucoup plus dangereux que les initiatives créationnistes précédentes, souvent d'origine anglo-saxonnes ». D'où vient, alors, cette nouvelle offensive clairement créationniste ? D'un prédicateur islamiste turc, Harun Yahya<sup>44</sup> qui réfute le darwinisme et la théorie de l'évolution.

Ainsi, désormais, la France et plus largement l'Europe sont confrontées elles aussi à l'offensive créationniste des fondamentalismes religieux. La cible visée ? **L'éducation.**

#### **La prise de position de l'Assemblée parlementaire du Conseil de l'Europe vis-à-vis des dangers du créationnisme dans l'enseignement :**

Toujours d'après Philippe Le Vigourou, c'est dans ce contexte que l'Assemblée parlementaire du Conseil de l'Europe (qui réunit 47 pays) a adopté, le 4 octobre 2007, la résolution 1580 sur « Les dangers du créationnisme dans l'enseignement ».

Partant du constat que l'on « observe depuis quelques années des tentatives pour concilier la version biblique de la création avec la science moderne et bannir la théorie de l'évolution » et alors que « les

<sup>40</sup> Extrait du documentaire de Jean-Baptiste de Panafieu et Nicolas Jouvin sur la contestation de la théorie de l'évolution dans un lycée de Seine-Saint-Denis (93).

<sup>41</sup> Philippe Le Vigourou, "L'Europe et le créationnisme", Science et Pseudo-Sciences n° 281 (avril 2008) : <http://www.pseudo-sciences.org/spip.php?article812>

<sup>42</sup> Voir Science et Pseudo-Sciences n°278 (août 2007) p.48 ; Science et Pseudo-Sciences n°275 (décembre 2006) p.45, Science... et Pseudo-Sciences n°272 (mai 2006) p.43 (<http://www.pseudo-sciences.org/spip.php?article578>) ; Science et Pseudo-Sciences n°270 (décembre 2005) et Science et Pseudo-Sciences n°268 (juillet-août 2005) (<http://www.pseudo-sciences.org/spip.php?article418>).

<sup>43</sup> Voir Ph. Le Vigourou, Des créationnistes français, *Mouvements Religieux* n°284 (décembre 2003), bulletin de l'AEIMR, BP 70733, 57207 SARREGUEMINES Cedex.

<sup>44</sup> Le fondamentaliste musulman Harun Yahya s'inscrit dans une version du créationnisme qui interprète les journées de la création comme des périodes longues, et non d'une durée de 24 heures. Il reconnaît l'existence des fossiles, mais ceux-ci ne présenteraient, selon lui, aucune différence avec les espèces actuelles. Pour plus de précision voir "L'Europe et le créationnisme", Science et pseudo-sciences n° 281 (avril 2008) : <http://www.pseudo-sciences.org/spip.php?article812> et voir par exemple sur Wikipédia : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Adnan\\_Oktar](http://fr.wikipedia.org/wiki/Adnan_Oktar)

« créationnistes » prétendent que l'explication scientifique de l'univers résiderait dans le « dessein intelligent » d'une entité suprême », le député Andrew MacIntosh (Royaume-Uni, groupe socialiste) et dix-huit de ses collègues signaient, en octobre 2006, une proposition de recommandation montrant que « l'Assemblée est préoccupée par les conséquences néfastes que pourrait avoir la promotion du créationnisme dans le cadre éducatif » et qu'en conséquence, elle « recommande au Comité des Ministres d'évaluer la situation dans les Etats membres du Conseil de l'Europe et de proposer des contre-mesures appropriées ». L'Assemblée a donc décidé d'étudier le bien-fondé de cette recommandation et a confié à la Commission de la culture, de la science et de l'éducation le soin d'élaborer un rapport sur « cette importante et difficile question »<sup>45</sup>.

### Les preuves de l'évolution sont multiples

Dans ce rapport présenté le 17 septembre 2007, Anne Brasseur, ancien ministre de l'Education du Luxembourg, rappelle que les preuves de l'évolution sont multiples (données paléontologiques, partage de caractéristiques provenant d'un ancêtre commun, dérive des continents, observations directes de changements génétiques dans les populations) et conclut qu'« incontestablement, l'évolution est une véritable science » en s'appuyant sur une définition proposée par Guillaume Lecointre : « la science est l'ensemble des opérations produisant de la connaissance objective. Une affirmation sur le monde ne peut être qualifiée d'objective que si elle est vérifiée par un observateur indépendant. Cette vérification dépend de trois facteurs : le scepticisme, la rationalité et la logique, et enfin le matérialisme méthodologique. Ces différents piliers assurent l'objectivité d'un résultat scientifique. »

Après avoir brossé un rapide historique et un état des lieux du créationnisme dans le monde anglo-saxon, Mme Brasseur met en garde : « beaucoup pensent que ce phénomène ne touche que les États-Unis et que dès lors, même si on ne peut être insensible à ce qui se passe Outre-atlantique, ce n'est pas le rôle du Conseil de l'Europe de se pencher sur cette question. En réalité, il n'en est rien et, au contraire, il est urgent de prendre dès maintenant dans nos 47 pays les précautions qui s'imposent ».

### Treize pays sont concernés par des manifestations créationnistes

L'absence de scientificité des affirmations créationnistes est ensuite mise en avant et les principales manifestations créationnistes en Europe sont précisées : **treize pays sont concernés** pour des motifs variés. L'offensive de Harun Yahya a ciblé les établissements scolaires et les universités en France puis en Suisse, en Belgique et en Espagne. Par ailleurs, des personnalités politiques ont pris position contre la théorie de l'évolution ou en faveur du créationnisme et de son enseignement (c'est le cas en Italie et en Serbie en 2004, aux Pays-Bas en 2005 et en Pologne à l'automne 2006)<sup>46</sup>. Enfin, des groupes de pression interviennent dans les médias ou les universités en France (l'UIP), en Suisse (le Centre Biblique Européen et le groupuscule ProGenesis qui a le projet d'ouvrir un parc de loisirs pour diffuser le message chrétien comme contrepoids à la théorie omniprésente de l'évolution de Darwin), en Russie (l'Eglise Orthodoxe de Russie), en Angleterre (colloque international des créationnistes en 2006), en Allemagne (enseignement du créationnisme par les professeurs de Sciences de la Vie et de la Terre d'un lycée privé), en Turquie (thèses créationnistes dans les manuels scolaires) et en Suède (ouverture un premier musée créationniste à Uméa en 2006). En Grèce, la commission note que la théorie de l'évolution est souvent reléguée en fin de programme, en fin d'année scolaire et donc rarement étudiée par manque de temps.

### Le rôle prépondérant de la science

Dans sa conclusion, la rapporteure expose le danger d'une archaïsation de notre société face à une diffusion des thèses créationnistes et à l'interdiction de l'apprentissage de théories essentielles, telle que l'évolution. « Adopter une posture négationniste vis-à-vis de thèses scientifiquement prouvées constitue un frein à l'éducation et au développement intellectuel et personnel de milliers d'enfants. **La Science est un acteur prépondérant qui participe très largement et activement à ce processus d'évolution et de transformation des sociétés [...] Les créationnistes sont, en fait, partisans d'un profond retour en arrière, ce qui à long terme peut s'avérer particulièrement préjudiciable pour l'ensemble de nos sociétés. L'enjeu est donc considérable. [...]** Aujourd'hui, avec le créationnisme, nous sommes en présence d'une montée en puissance de modes de pensée qui, pour mieux imposer certains dogmes

<sup>45</sup> Voir Science et Pseudo-Sciences n°278 (août 2007)

<sup>46</sup> Jusqu'à présent, et ce grâce notamment aux pressions de l'Assemblée parlementaire du Conseil de l'Europe, de telles démarches ont été abandonnées, au moins temporairement (Italie, Pays-Bas, Pologne) ou ont conduit à la démission des autorités en question (Serbie), mais les revendications de plus en plus fréquentes de parents profondément attachés à une croyance religieuse, soutenues par des groupes de pression puissants, constituent des moteurs qui peuvent conduire les pays européens à une situation que connaissent les États-Unis depuis le premier procès « du singe » en 1925 lorsqu'un enseignant, John Scopes, fut condamné pour avoir enseigné la théorie de l'évolution à ses élèves.

religieux, s'attaquent au cœur même des connaissances que nous avons patiemment accumulées sur la nature, l'évolution, nos origines, notre place dans l'Univers. Cela constitue incontestablement une grave atteinte aux droits de l'Homme ».

### **L'adoption de la résolution 1580**

C'est sur la base de ce rapport que la discussion du 4 octobre 2007 a permis l'adoption de la résolution 1580 par 48 voix pour, 25 contres et 3 abstentions. Les députés qui ont voté contre cette résolution appartiennent pour l'essentiel au groupe Parti Populaire Européen (PPE/DC) mais les députés français de ce groupe ont voté en faveur de la résolution. L'argumentation de Mme Bemelmans-Vidéc (Pays-Bas) qui s'exprima au nom du groupe PPE/DC, entretient la confusion des genres : « science et religion sont complémentaires et ne s'excluent pas ; ce sont deux vérités. Le croyant comprenant que son âme a été créée par Dieu et qu'il n'est pas le fruit d'une sélection aveugle. Il faut donc compléter l'éducation scientifique des élèves en leur donnant le sens de la dimension spirituelle de la condition humaine. L'évolutionnisme ne le permet pas ».

Voici ce que Massimo Piatelli Palmarini, professeur de sciences cognitives à l'université d'Arizona, dira de cette adoption de la résolution 1580 par l'Assemblée parlementaire du Conseil de l'Europe le 4 octobre 2007 :

« Je pense qu'il faut applaudir la résolution du Parlement européen en faveur de l'enseignement de la théorie de l'évolution comme théorie scientifique fondamentale et la mise au ban qui en découle de l'enseignement du créationnisme. Il ne s'agit pas d'une résolution qui engage les Etats membres mais qui va faire autorité. (...) C'est une conquête de la liberté et une salubre hygiène intellectuelle pour que les religions ne s'immiscent pas dans les questions scientifiques et que symétriquement, la science ne s'immisce pas dans les questions religieuses (...). Une thèse scientifique et une hypothèse théologique ne peuvent et ne doivent pas être présentées de la même manière. Le Parlement européen a eu raison de marquer la frontière entre les deux. »<sup>47</sup>

### **Extraits de la résolution 1580 sur les dangers du créationnisme dans l'éducation : <sup>48</sup>**

1. L'objectif de la présente résolution n'est pas de mettre en doute ou de combattre une croyance – le droit à la liberté de croyance ne le permet pas. Le but est de mettre en garde devant certaines tendances à vouloir faire passer une croyance comme science. Il faut séparer la croyance de la science. Il ne s'agit pas d'antagonisme. Science et croyance doivent pouvoir coexister. Il ne s'agit pas d'opposer croyance à science, mais il faut empêcher que la croyance ne s'oppose à la science.
2. Pour certains, la création, reposant sur une conviction religieuse, donne un sens à la vie. Toutefois l'Assemblée parlementaire s'inquiète de l'influence néfaste que pourrait avoir la diffusion de thèses créationnistes au sein de nos systèmes éducatifs et de ses conséquences sur nos démocraties. Le créationnisme, si l'on n'y prend garde, peut être une menace pour les droits de l'homme qui sont au cœur des préoccupations du Conseil de l'Europe. [...]
5. Les créationnistes remettent en cause le caractère scientifique de certaines connaissances et présentent la théorie de l'évolution comme une interprétation parmi d'autres. Ils accusent les scientifiques de ne pas fournir de preuves suffisantes pour valider le caractère scientifique de la théorie de l'évolution. A contrario, les créationnistes défendent la scientificité de leurs propos. Tout ceci ne résiste pas à une analyse objective. [...]
7. Le risque est grand, en effet, que ne s'introduise dans l'esprit de nos enfants une grave confusion entre le registre des convictions, des croyances, des idéaux de tout type et le plan de la science. Une attitude « tout se vaut » peut être d'apparence sympathique et tolérante mais en réalité dangereuse. [...]
9. L'Assemblée a constamment affirmé que la Science faisait partie de ses fondements. La Science a permis une amélioration considérable des conditions de vie et de travail, et est un facteur non négligeable de développement économique, technologique et social. La théorie de l'évolution n'a rien d'une révélation, elle s'est construite à partir des faits.
10. Le créationnisme prétend à la rigueur scientifique. En réalité, les méthodes utilisées par les créationnistes sont de trois types : des affirmations purement dogmatiques, l'utilisation déformée de

<sup>47</sup> Massimo Piatelli Palmarini, Corriere della Sera (Italie), extrait du site de Courrier International (17/10/2007).

<sup>48</sup> Source : <http://assembly.coe.int/Main.asp?link=/Documents/AdoptedText/ta07/FRES1580.htm>

citations scientifiques illustrées parfois par de somptueuses photos et le recours à la caution de scientifiques de renom qui ne sont, la plupart du temps, pas spécialistes de ces questions. Par cette démarche, les créationnistes entendent séduire et distiller le doute et la perplexité dans les esprits des non-spécialistes. [...]

15. **L'ensemble des phénomènes concernant l'enseignement des évolutions en tant que théorie scientifique fondamentale est donc essentiel pour l'avenir de nos sociétés et de nos démocraties. À ce titre, il doit figurer de façon centrale dans les programmes généraux d'enseignement, et notamment au cœur des programmes scientifiques, aussi longtemps qu'il résiste, comme toute autre théorie, à une critique scientifique rigoureuse. [...]**
16. L'importance de l'enseignement du fait culturel et religieux a déjà été soulevée par le Conseil de l'Europe. Les thèses créationnistes, comme toute approche théologique, peuvent éventuellement, dans le respect de la liberté d'expression et des croyances de chacun, être exposées dans le cadre d'un apprentissage renforcé du fait culturel et religieux **mais elles ne peuvent prétendre à la scientificité.**
17. **La Science est une irremplaçable école de rigueur intellectuelle. Elle ne prétend pas au « pourquoi des choses » mais cherche à comprendre le « comment ». [...]**
19. En conséquence, l'Assemblée parlementaire encourage les États membres et en particulier leurs instances éducatives :
  - 19.1. à défendre et à promouvoir le savoir scientifique ;
  - 19.2. à renforcer l'enseignement des fondements de la science, son histoire, son épistémologie et ses méthodes, aux côtés de l'enseignement de connaissances scientifiques objectives ;
  - 19.3. à rendre la science plus compréhensive, plus attractive, plus proche des réalités du monde contemporain ;
  - 19.4. à s'opposer fermement à l'enseignement du créationnisme en tant que discipline scientifique, au même titre que la théorie de l'évolution et en général à ce que des thèses créationnistes soient présentées dans tout cadre disciplinaire autre que celui de la religion ;
  - 19.5. à promouvoir l'enseignement de l'évolution en tant que théorie scientifique fondamentale dans les programmes généraux d'enseignement.

### **La position des autorités religieuses, chrétiennes et musulmanes vis-à-vis de la thèse créationniste et de son enseignement à l'école :**

Il est bon de savoir que dans ce débat créationnisme/évolutionnisme, les autorités religieuses, chrétiennes (le Vatican en particulier) ou musulmanes (le président du Conseil Français du Culte Musulman, Dalil Boubakeur), **ne soutiennent pas la thèse du créationnisme.**<sup>49</sup>

#### Développons plus particulièrement le cas de l'église catholique :

Tout d'abord, il faut reconnaître que l'église catholique entretient un paradoxe à ce propos : d'un côté, certaines branches de l'église catholique défendent toujours l'inerrance biblique<sup>50</sup> (tout en admettant très souvent l'existence de styles littéraires qu'il faut prendre en compte pour l'interpréter correctement), mais d'un autre côté, les positions **officielles** actuelles du Vatican sont que la théorie de l'évolution est "plus qu'une hypothèse".

<sup>49</sup> D'après Philippe Le Vigourou dans "L'Europe et le créationnisme", Science et Pseudo-Sciences n° 281 (avril 2008) : <http://www.pseudo-sciences.org/spip.php?article812>

<sup>50</sup> En théologie chrétienne, l'inerrance biblique (ou simplement inerrance) est une position doctrinale : la croyance en ce que la Bible ne comporte aucune erreur dans sa forme originelle (manuscrits d'origine), tant en ce qui concerne l'autorité du texte en matière de foi et de vie du croyant qu'au sujet de l'authenticité du texte et des détails scientifiques, historiques et géographiques. Ceci implique que l'intention des auteurs de chacun des textes suivait la volonté de Dieu, mais également que celui-ci a spécialement veillé à leur éviter toute erreur dans leurs affirmations factuelles. Pour plus de précision voir par exemple sur Wikipédia : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Inerrance\\_biblique](http://fr.wikipedia.org/wiki/Inerrance_biblique)

D'après Jean-Michel Abrassart<sup>51</sup>, le concept de "créationniste" s'applique aux mouvances qui adoptent une lecture plus ou moins littérale de la Bible, particulièrement des récits de la Genèse. Ne sont donc pas créationnistes les gens qui adoptent une interprétation purement métaphorique ou allégorique de la Bible.

Toujours d'après lui, il existe deux types de créationnisme, et enfin une émanation de ces deux-ci :

- **Le créationnisme Jeune-Terre**, qui pose que la Terre a entre 6.000 et 10.000 ans<sup>52</sup> ;
- **Le créationnisme Vieille-Terre**, qui accepte les données géologiques concernant l'âge de la terre, mais pas la théorie darwinienne de l'évolution<sup>53</sup> ; et
- **Le dessein intelligent**<sup>54</sup>, qui, avant toute chose, se constitue structurellement comme un négationnisme de la théorie darwinienne de l'évolution.

Par contre, l'évolution théïstique<sup>55</sup> n'est pas une forme de créationnisme, parce qu'elle ne défend pas une interprétation littérale des récits de la Genèse et ne s'oppose pas à la théorie darwinienne de l'évolution. Il s'agit d'une affirmation métaphysique que Dieu aurait soit mis en branle l'évolution puis l'aurait laissé se développer naturellement, soit aurait guidé subtilement l'évolution, **sans effets empiriquement observables**. Or, l'église catholique semble plutôt défendre justement une forme d'évolution théïstique, qui consiste à dire que le Saint-Esprit serait : "la force mystérieuse qui dirige la Création vers son accomplissement"<sup>56</sup>.

De plus, lors d'une intervention devant l'Académie pontificale des sciences, le Pape Jean-Paul II avait déclaré en 1996 que "près d'un demi-siècle après la parution de l'Encyclique (Humani generis), de nouvelles connaissances **conduisent à reconnaître dans la théorie de l'évolution plus qu'une hypothèse**"<sup>57</sup>.

Le credo<sup>58</sup> nous dit par ailleurs : "Je crois en un seul Dieu, le Père tout puissant, créateur du ciel et de la terre, de l'univers visible et invisible"<sup>59</sup>. Il est donc compatible avec l'évolution théïstique, et ne demande pas aux croyants d'adhérer, par exemple, à des interprétations littérales, c'est-à-dire créationnistes, des récits de la Genèse.

Et de fait, l'église catholique a, par exemple, clairement rejeté le dessein intelligent lors d'une semaine consacrée en 2009 à la théorie de l'évolution en refusant d'inviter les tenants de ce mouvement. De plus, divers articles sur des sites officiels de l'église catholique expriment clairement ce rejet du dessein intelligent<sup>60</sup> et de son côté, le Discovery Institute<sup>61</sup> a aussi clairement marqué, au travers d'un billet<sup>62</sup> sur son blog<sup>63</sup>, son mécontentement face à la position du Vatican.

#### **1.4.2. La situation en France :**

---

<sup>51</sup> Jean-Michel Abrassart est un Belge, diplômé en psychologie (spécialisé en psychologie de la religion) et agrégé de philosophie, appartenant au courant sceptique contemporain, habitant actuellement au Japon où il exerce le métier de professeur d'anglais. Il publie régulièrement des billets sur le blog "Scepticisme Scientifique – le blog de la Science et de la Raison" (<http://scepticismescientifique.blogspot.com/>) dont il est le créateur.

<sup>52</sup> Pour plus de précision voir par exemple sur Wikipédia : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Cr%C3%A9ationnisme\\_Jeune-Terre](http://fr.wikipedia.org/wiki/Cr%C3%A9ationnisme_Jeune-Terre)

<sup>53</sup> Pour plus de précision voir par exemple sur Wikipédia : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Cr%C3%A9ationnisme\\_Vieille-Terre](http://fr.wikipedia.org/wiki/Cr%C3%A9ationnisme_Vieille-Terre)

<sup>54</sup> Pour Jean-Michel Abrassart, le dessein intelligent est une émanation du créationnisme parce que, comme cela a été démontré durant le procès Kitzmiller v. Dover Area School, ce mouvement est le descendant direct de la "Creation Science" (voir : [http://en.wikipedia.org/wiki/Creation\\_Science](http://en.wikipedia.org/wiki/Creation_Science)) des décades antérieures. Pour cette raison, il est très souvent qualifié de néo-créationnisme dans la littérature.

<sup>55</sup> L'évolution théïstique est un concept qui affirme que les enseignements religieux classiques au sujet de Dieu sont compatibles avec les connaissances scientifiques modernes de l'évolution biologique. Les évolutionnistes théïstes croient qu'il y a un Dieu, que ce Dieu est le créateur de l'univers matériel et (par conséquent) de toute la vie, et que l'évolution darwinienne est tout simplement un processus naturel au sein de cette création. L'évolution, selon cette vue, est simplement un outil que Dieu a employé pour développer la vie humaine. Pour plus de précision voir par exemple sur Wikipédia : [http://en.wikipedia.org/wiki/Theistic\\_evolution](http://en.wikipedia.org/wiki/Theistic_evolution)

<sup>56</sup> Citation du Père Raniero Cantalamessa dans une vidéo de la chaîne YouTube du Vatican (en anglais) : [http://www.youtube.com/watch?v=6CnjoA6FPZc&feature=player\\_embedded](http://www.youtube.com/watch?v=6CnjoA6FPZc&feature=player_embedded)

<sup>57</sup> Source : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Position\\_de\\_l%27%C3%89glise\\_catholique\\_sur\\_la\\_th%C3%A9orie\\_de\\_l%27%C3%A9volution#Jean-Paul\\_II](http://fr.wikipedia.org/wiki/Position_de_l%27%C3%89glise_catholique_sur_la_th%C3%A9orie_de_l%27%C3%A9volution#Jean-Paul_II)

<sup>58</sup> Le Credo constitue un résumé de la foi chrétienne. Pour plus de précision voir par exemple sur Wikipédia : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Credo\\_\(religion\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Credo_(religion))

<sup>59</sup> Source : <http://catholique-versailles.cef.fr/Credo-Symbole-de-Nicee>

<sup>60</sup> Pour prendre deux exemples : l'article "Intelligent design not science, says Vatican newspaper article" sur le site "Catholic News Service" (<http://www.catholicnews.com/data/stories/cns/0600273.htm>) et l'article "Intelligent Design belittles God, Vatican director says" sur le site "Catholic On Line" ([http://www.catholic.org/national/national\\_story.php?id=18503](http://www.catholic.org/national/national_story.php?id=18503)).

<sup>61</sup> La principale organisation faisant la promotion du dessein intelligent (site officiel : <http://www.discovery.org/>).

<sup>62</sup> [http://www.evolutionnews.org/2009/03/exotic\\_science\\_and\\_theology\\_in.html](http://www.evolutionnews.org/2009/03/exotic_science_and_theology_in.html)

<sup>63</sup> <http://www.evolutionnews.org/>



La situation actuelle de l'intrusion du créationnisme dans l'enseignement **en France** est bien illustrée par ce documentaire<sup>64</sup> sur la contestation de la théorie de l'évolution dans un lycée de Seine-Saint-Denis (93) qui a été réalisé par Jean-Baptiste de Panafieu<sup>65</sup> avec Nicolas Jouvin. Ils y décryptent pour nous la montée des résistances, qu'il observe chez les jeunes, principalement musulmans, 150 ans après la publication de l'Origine des espèces par Charles Darwin.



Ce film se trouve dans le sous-fichier « 01. Lycée de Seine-Saint-Denis » du fichier « 03. Films » de ce DVD.

Voici également ce que dit Jean-Baptiste de Panafieu à propos de la situation du créationnisme dans l'enseignement en France d'après les propos recueillis par Rachel Mulot pour Sciences-et-Avenir.com<sup>66</sup> à la suite de la réalisation de son documentaire :

### **Depuis combien de temps constate-t-on une montée de la résistance à la théorie de l'évolution ?**

Lorsque j'étais prof, il y a 15 ou 20 ans, en Picardie et en région parisienne, je n'ai rencontré qu'une opposition frontale d'un jeune témoin de Jéhovah. Mais je constatais déjà, chez les élèves, une méconnaissance inquiétante de la théorie de Darwin, une vision finaliste de l'évolution. C'est d'ailleurs l'une des raisons qui m'ont donné envie d'écrire sur le sujet. Depuis, il y a une recrudescence certaine du sentiment religieux ou politico-religieux en France. J'ai discuté avec des professeurs du public de toute la France : ils racontent que des élèves se lèvent au milieu du cours, en disant « je ne peux pas entendre cela, ma religion me l'interdit » et sortent. C'est très violent. D'autres élèves leur disent qu'ils ont rempli consciencieusement leur copie pour avoir une bonne note mais qu'ils ne croient pas un mot de ce qu'ils ont écrit. Un autre exemple, c'est cet élève que j'ai filmé et qui choisit en travaux pratiques encadrés de « contredire la théorie de l'évolution ». Pour cela, il est allé chercher des documents créationnistes qui pullulent sur internet. Lorsque j'ai commencé ce tournage, il y a trois ans avec Nicolas Jouvin, je m'attendais à des résistances, pas à ce qu'elles s'expriment si fortement.

### **Qu'est ce qui offense la religion, dans cette théorie ?**

La part de hasard, d'imprévisibilité de l'évolution, ses phénomènes aléatoires... Si l'évolution n'est pas prévisible, d'un point de vue philosophique, cela fonde la liberté de l'homme ! Il aurait tout aussi bien pu ne pas apparaître ! Et c'est insupportable pour la pensée religieuse qui voit son apparition comme le projet d'une entité supérieure. Ensuite, s'il n'y a pas de « grand projet » déterminé, c'est à l'homme de construire

<sup>64</sup> Disponible en ligne ici : <http://videos.nouvelobs.com/video/iLyROafJ6p2.html>

<sup>65</sup> Déjà précédemment cité.

<sup>66</sup> Rachel Mulot, "L'évolution contestée dans les écoles", Sciences-et-Avenir.com (22/01/2009) : [http://tempsreel.nouvelobs.com/actualites/sciences/homme\\_et\\_societe/20090122.OBS0939/levolution\\_contestee\\_dans\\_les\\_ecoles.html](http://tempsreel.nouvelobs.com/actualites/sciences/homme_et_societe/20090122.OBS0939/levolution_contestee_dans_les_ecoles.html)

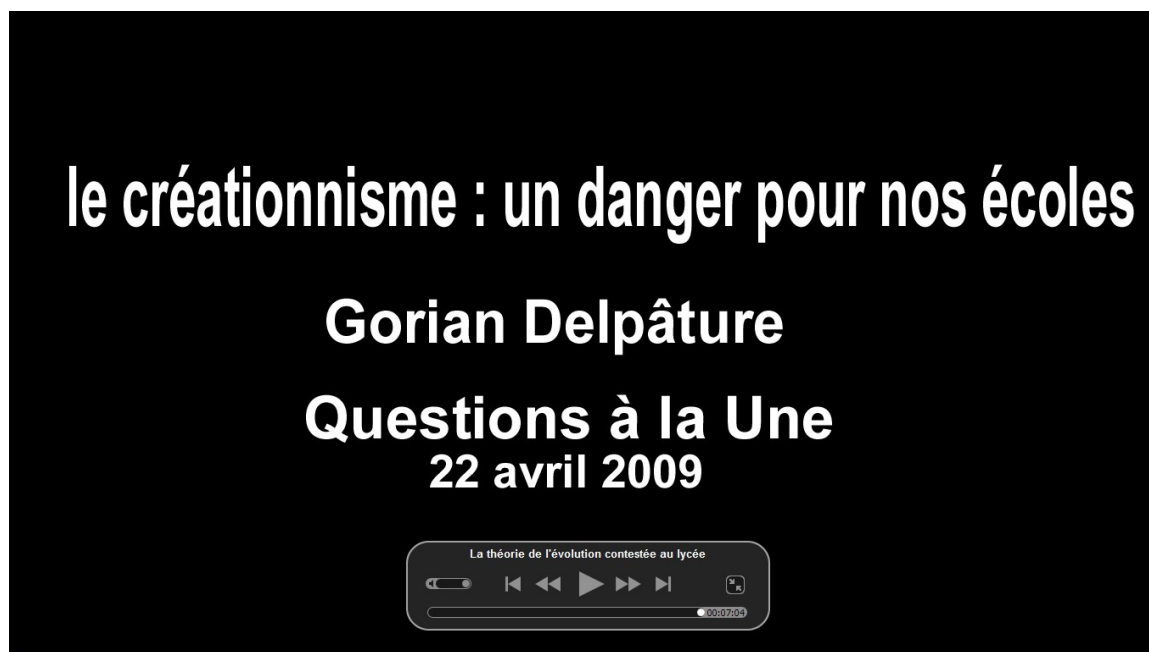
SON projet... y compris religieux, s'il le souhaite. Pour tous les tenants d'une parole révélée totalitaire, au sens où elle prend en compte la totalité de l'existence, de ce qu'est un homme, c'est une pensée blasphématoire. Darwin, c'est le mal. L'un des élèves que j'ai filmé était persuadé que son devoir de croyant était de combattre l'évolution. De façon très touchante, il nous a dit «Si l'homme descend du singe, alors le coran dit une chose fausse et c'est ma religion qui s'écroule ! » Il ressentait un vrai malaise.

### **Mais il y a des créationnistes dans d'autres confessions...**

Certaines églises protestantes sont également très virulentes. Sauf chez les intégristes, le catholicisme n'est plus à ce point dans la confrontation en France. Beaucoup de croyants s'accommodent très bien de leur foi et de la science. Comme cette jeune fille, qui dit dans mon film : « Je suis catholique, je crois en Dieu, cela ne m'empêche pas de croire en l'évolution ». Elle « croit » en l'évolution, notez ! La société française est très finaliste ou transformiste, elle pense que « la nature fait bien les choses ». Elle imagine que les espèces évoluent en fonction de leurs besoins, en réponse directe aux contraintes de l'environnement et toujours dans la bonne direction. C'est rassurant de penser ainsi qu'il puisse y avoir une « mère nature » ou de « Dieu pourvoyeur » de transformations à bon escient. C'est ce qui me fait dire, de façon provocatrice, que la bataille contre l'Intelligent design –pseudo science venue des Etats-Unis et qui prétend que l'évolution est dirigée par une force intelligente- est en quelque sorte perdue. Sans que nous ayons mené la bataille. Et cela n'est pas si grave ! Aujourd'hui, c'est un créationnisme dur que nous affrontons ! Et là, il ne faut céder sur rien !

#### **1.4.3. La situation en Belgique :**

En Belgique, la situation semble moins préoccupante qu'en France et les histoires d'oppositions **virulentes** à la théorie de l'évolution par des étudiants d'origines musulmanes semblent relever de la légende urbaine (ou simplement de l'adaptation/transformation d'histoires qui se seraient passées en France). Cependant, une opposition et une remise en question infondée du Darwinisme y existent aussi ! Cette situation actuelle de l'intrusion du créationnisme dans l'enseignement en Belgique est bien illustrée par cette enquête intitulée « le créationnisme : un danger pour nos écoles » réalisée par Gorian Delpâtre et qui a été diffusée dans le magazine "Questions à la Une" de la RTBF le 22 avril 2009<sup>67</sup>.



Ce film (fichiers "VTS\_02") se trouve dans le sous-fichier « 02. RTBF, G. Delpâtre et A. Schiffmann » du fichier « 03. Films » de ce DVD.

<sup>67</sup> Disponible à la RTBF auprès de Monsieur Pierre Parent : [ppa@rtbf.be](mailto:ppa@rtbf.be)

## 1.5. Pourquoi ce rejet de la théorie darwinienne de l'évolution par certains adolescents dans les écoles ne doit-il impérativement pas être accepté :

« L'idée qu'on enseignerait à mes enfants des notions contraires à toute pensée scientifique me déplaît profondément. »

Albert Einstein<sup>68</sup>

L'interrogation posée dans le titre de ce chapitre revient en fait à se demander si la démarche créationniste a, un tant soit peu, sa place **dans un cours de science** !<sup>69</sup>

Au fil de l'Histoire, l'homme n'a cessé de s'interroger sur l'origine et la dynamique de la vie sur Terre, ainsi que sur la place qu'il occupe dans ce système. La controverse sur la réponse est aussi vieille que la question : dans l'Antiquité déjà, alors que la Chrétienté et l'Islam n'existaient pas encore, Socrate et Platon estimaient que la vie sur terre ne pouvait être expliquée que par l'intervention d'un créateur intelligent (un Dieu créateur), tandis que Démocrite et Lucrèce pensaient que la vie trouvait une explication purement naturelle.

Comme nous venons de le voir, cette controverse a finalement atteint un sommet avec l'élaboration de la théorie de l'évolution, et particulièrement l'œuvre de Charles Darwin. En effet, tout comme d'autres théories scientifiques qui ont fondamentalement modifié nos représentations du monde<sup>70</sup>, le livre de Charles Darwin, "On the Origin of Species by Means of Natural Selection,..." , a déclenché une véritable onde de choc et un tollé de protestations bien au-delà de la communauté scientifique.

**En fournissant une explication naturelle, matérielle, de la diversité de la vie**, fondée sur l'évolution des espèces par la sélection naturelle, **Darwin allait tout à fait à l'encontre des idées créationnistes de l'époque** inspirées par la religion et la description biblique.

Depuis lors, et **bien que les idées de Darwin aient résisté à d'innombrables mises à l'épreuve, les protestations des créationnistes sont toujours bien présentes !**

Mais que veulent-ils ?

Aux Etats-Unis, ce qu'ils veulent c'est l'intégration du créationnisme (dissimulé ou non sous le concept de « dessein intelligent ») au programme de l'enseignement secondaire public **en tant qu'alternative « scientifique » à la théorie de l'évolution.**

En Europe, et notamment en Belgique, même si le créationnisme n'a pas le même impact social qu'aux États-Unis, les milieux conservateurs chrétiens et musulmans **essaient aussi de présenter le créationnisme comme une théorie scientifique.**

Or, pour ce faire, la démonstration créationniste cherche à tout prix à **renforcer son caractère "scientifique"** en apportant **des « preuves »** qui peuvent souvent sembler très convaincantes à première vue mais qui, quand on y regarde de plus près, s'avèrent **fondées sur des faits dépassés, des contresens et des interprétations erronées !**

De plus, d'après le créationnisme, les structures et mécanismes biologiques dont nous ne comprenons pas (encore) l'origine ou le fonctionnement seraient par définition **inexplicables** et donc attribuables à l'intervention d'une entité céleste, divine.

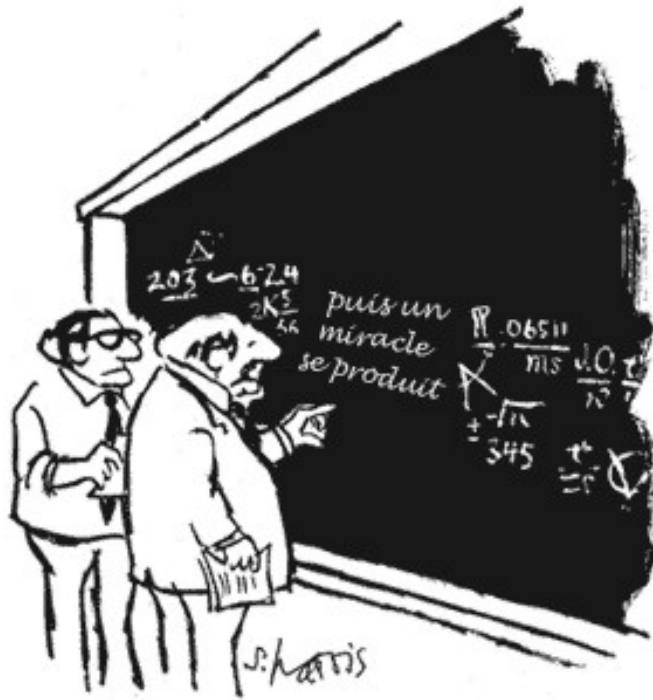
Dieu comble ainsi les lacunes de nos connaissances<sup>71</sup>... un peu comme dans ce petit dessin humoristique :

<sup>68</sup> Dans "Einstein, his Life and Times", Frank Philipp., page 280.

<sup>69</sup> Ce chapitre est inspiré de l'explication donnée par le Musée des Sciences Naturelles de Bruxelles (site officiel : <http://www.sciencesnaturelles.be/>) sur le pourquoi la démarche créationniste n'a absolument pas sa place dans la galerie de l'évolution du musée.

<sup>70</sup> Par exemple, lorsque Nicolas Copernic a énoncé sa théorie selon laquelle le soleil se trouvait au centre de l'Univers (héliocentrisme), et la Terre, que l'on croyait auparavant centrale, tournait autour de lui, à sa grande surprise, l'Homme s'est rendu compte qu'il n'était plus au centre du monde !

<sup>71</sup> En science, on a coutume d'appeler ce genre de raisonnement « la théorie du Dieu "bouche trous" » !



" Je crois que vous devriez être plus explicite dans la deuxième étape, ici ! "

Or, une telle attitude, qui met un frein à toute nouvelle étude, est diamétralement opposée à l'approche scientifique, pour qui les lacunes dans notre connaissance constituent précisément un défi qui incite à poursuivre les recherches, à trouver une explication cohérente et vérifiable, et à la tester !

Contrairement au créationnisme, **la théorie de l'évolution est pleinement ancrée dans le cadre de la réflexion scientifique moderne**. Cela signifie que ses prédictions, hypothèses de travail et implications sont sans cesse vérifiées, mises à l'épreuve, voire réfutées, sur la base de données d'ordre statistique, de modèles mathématiques et de recherches expérimentales. C'est dans ce sens que la théorie de l'évolution **a résisté avec beaucoup de succès à d'innombrables tests et recoupements indépendants**, exécutés par plusieurs milliers de chercheurs au cours des 150 dernières années, alors que personne n'a jusqu'à présent pu la réfuter sur la base d'arguments scientifiques. **De ce fait, les fondements et l'acceptation scientifique de la théorie de l'évolution sont aujourd'hui aussi solides que ceux de la théorie de la relativité et de la gravitation.**

Pour résumer, **ni la nature de l'argumentation, ni les interventions célestes sur lesquelles se fonde le créationnisme, ne sont compatibles avec les méthodes, connaissances et acquis scientifiques modernes.**

En fait, **la religion et la science n'ont pas à entrer en conflit : les deux démarches n'appartiennent pas au même registre**, et c'est bien ce qu'a reconnu l'église catholique, le jour où le pape Jean-Paul II a déclaré lors de son discours devant l'Académie pontificale des Sciences (le 22 octobre 1996) que la théorie de l'évolution n'était pas contraire à la doctrine catholique. De même, l'Église anglicane a récemment présenté ses excuses à Darwin pour avoir mal interprété ses idées pendant si longtemps.

C'est aussi à la lumière de cette différence fondamentale de méthode et de nature, et devant la pression sociale croissante du créationnisme en Europe, que, comme nous l'avons vu, le Conseil de l'Europe a voté, le 4 octobre 2007, une résolution désapprouvant formellement l'enseignement du créationnisme en tant que théorie scientifique.

**Et c'est pour ces mêmes raisons que le rejet de la théorie darwinienne de l'évolution par certains adolescents dans les écoles ne doit impérativement pas être accepté !**

## **2. Quelques pistes d'actions concrètes en réponse à cette problématique :**

### **2.1. L'enseignant doit tenir compte de la personnalité de l'adolescent concerné et de sa recherche éventuelle d'une identité, d'une appartenance :**

Il faut bien avoir conscience que la contestation de la théorie de l'évolution n'est bien souvent, de la part de l'adolescent, qu'un aspect d'une **revendication identitaire culturelle et religieuse** qui a choisi là un bien mauvais cheval de bataille !

Comme nous l'avons vu, il s'agit pour eux d'une sorte de **défi adolescent et politique**, d'un **combat identitaire** et **erronément perçu comme anti-raciste** qui les pousse à contester **l'autorité et le savoir**.

L'enseignant, s'il veut désamorcer un conflit qui peut devenir explosif, doit tenir compte de cela, mais aussi de la (des) personnalité(s) de(s) l'adolescent concerné !

## 2.2. L' "école" doit absolument faire la distinction entre le savoir et les croyances ; elle doit parfaitement cerner le "contour des sciences" :

D'après Jean-Baptiste de Panafieu, le meilleur moyen de "lutter" est d' « expliquer et réexpliquer ce que sont la science et les méthodes scientifiques par rapport aux idéologies religieuses. Renforcer la formation en histoire des sciences. Discuter en cours de philosophie du fait que des scientifiques se sont trompés<sup>72</sup> voire ont participé à des projets monstrueux, comme l'eugénisme<sup>73</sup>. **Bref, apprendre à distinguer les faits des opinions.** [...] j'ai rencontré [dit-il] des enseignants qui prennent le problème à bras le corps, organisent des sessions communes de philosophie, de SVT, d'histoire en commun, poussant les élèves dans leurs réflexions et dans leurs retranchements. »<sup>74</sup>

Attention cependant que "savoir faire cette distinction" ne concerne pas que les professeurs de sciences, cela concerne tout le corps enseignant, ce compris les professeurs de religion, mais aussi les directions des écoles, etc., et ce afin de pouvoir transmettre cela le plus efficacement et justement possible aux élèves !

En définitive, cette notion devrait également être assimilée par bien d'autres éléments de notre société (médias, institutions politiques, ...) tant elle est importante !

### 2.2.1. Cernons donc ce "contour des sciences" ! :

Afin de mieux comprendre cette différence entre savoir et croyance et d'aider à saisir ce "contour des sciences", nous allons laisser la parole à Guillaume Lecointre<sup>75</sup> :

Pour combattre le créationnisme qui se présente comme scientifique, il ne suffit pas d'affirmer la pertinence et l'actualité du propos darwinien<sup>76</sup>, ou de donner des exemples de faits d'évolution<sup>77</sup>, ou encore de dénoncer ses erreurs ou manipulations factuelles. Quand bien même ne manipulerait-il pas les données, sa démarche ne serait pas valable pour autant. **Il faut aussi traiter l'imposture à sa source**, démasquer les tours de passe-passe épistémologiques commis par les versions les plus sophistiquées du créationnisme philosophique contemporain. Une critique du créationnisme prétendument scientifique ne fait pas l'économie de l'épistémologie.

Les hommes sont capables de produire toute une gamme d'assertions sur le monde : philosophiques, religieuses, théologiques, mythologiques, poétiques, oniriques, artistiques, politiques, scientifiques, narratives, idéologiques, morales, ludiques, etc. Nous serions enclins à penser que tous ces modes reposent sur des croyances et produisent des croyances : tout serait croyance, autant pour les scientifiques qui « croient » aux assertions rationnelles, que pour les religieux qui « croient » à une transcendance à l'origine du monde, voire à la version littérale d'un texte sacré, ou encore pour un homme politique qui « croit » en un idéal de société. Si tout est croyance, nous serions alors autorisés à franchir le pas vers un **relativisme où tout se vaut**. Les assertions scientifiques (ou autres) auraient le même statut que les assertions religieuses ou artistiques. Mais ce serait oublier deux questions fondamentales :

1. Il y a différents sens au mot « croyance » et
2. Les modalités de production des affirmations sur le monde sont extrêmement diverses : elles n'ont pas les mêmes objectifs ; elles ne reposent pas sur les mêmes codes, les mêmes ressorts d'assentiment, ni les mêmes méthodes.

Tout d'abord, il ne faut pas confondre le mot croyance au sens de « rational belief » et le mot croyance au sens de « faith » (foi).

<sup>72</sup> En confondant des faits scientifiques et leurs propres opinions politiques !

<sup>73</sup> Voir à ce propos ce qui est dit à propos du Darwinisme social dans la partie " Mais qu'est-ce qui dérange tant ? » du chapitre 2.3.1. ci-dessus parlant de "l'influence des mouvements créationnistes".

<sup>74</sup> D'après les propos recueillis par Rachel Mulot pour Sciences-et-Avenir.com. Voir : Rachel Mulot, "L'évolution contestée dans les écoles", Sciences-et-Avenir.com (22/01/2009) : [http://tempsreel.nouvelobs.com/actualites/sciences/homme\\_et\\_societe/20090122.OBS0939/evolution\\_contestee\\_dans\\_les\\_ecoles.html](http://tempsreel.nouvelobs.com/actualites/sciences/homme_et_societe/20090122.OBS0939/evolution_contestee_dans_les_ecoles.html)

<sup>75</sup> Guillaume Lecointre, "Créationnismes, croyances, et contour des sciences", Science et Pseudo-Sciences n° 288 (octobre 2009) : <http://www.pseudo-sciences.org/spip.php?article1278>

<sup>76</sup> Cf. Thomas Heams, Philippe Huneman, Guillaume Lecointre, et Marc Silberstein., Les Mondes darwiniens. L'évolution de l'évolution. Syllepse 2009. Paris. 1100 p.

<sup>77</sup> Cf. Corinne Fortin, Gérard Guillot, Marie-Laure Le Louarn-Bonnet, et Guillaume Lecointre, Guide critique de l'évolution. Belin 2009, Paris, 600 p.

Si un scientifique croit à un résultat et à son interprétation issus de ses expériences, cette croyance est à prendre au sens du degré de confiance (très élevé) qu'il est permis d'accorder au résultat en question, **au-delà de tout doute raisonnable**. Une propriété essentielle de cette « croyance » est qu'elle reste questionnable, **que sa remise en cause est toujours possible et même souhaitable**. C'est le propre des assertions scientifiques.

La croyance au sens de « foi », elle, **ne peut être remise en cause**, de par la définition même du mot. La foi n'éprouve pas le besoin de se justifier, et dès lors ne tire pas sa légitimité de la possibilité même d'être remise en cause. **Elle tire au contraire sa légitimité par l'affirmation de la vérité non négociable de ce qui est objet de foi.**

La « croyance » scientifique, elle, **tire sa légitimité de l'ouverture laissée à sa propre déstabilisation**. Les assertions scientifiques sortiraient renforcées d'une résistance à de multiples mises à l'épreuve. On comprend dès lors pourquoi la possibilité d'une telle mise à l'épreuve reste souhaitable.

**En raison de ces différences fondamentales, il n'est pas approprié de parler de « croyance » lorsque l'on fait allusion au degré de confiance que les scientifiques accordent à leurs résultats, ni même à la confiance qu'ils accordent à leur bagage méthodologique (voir plus loin).**

Enfin, ces différents modes de production d'assertions sur le monde sont méthodologiquement variés. Ils ont tous besoin de communiquer et donc de transmettre quelque chose à autrui, voire d'emporter son assentiment, mais tous n'utilisent pas les mêmes codes et techniques pour cela. Ce que chacun va tenter de mobiliser chez autrui afin de se faire comprendre est même différent. La nécessité de bien faire identifier ces modes ne résulte pas d'une volonté d'enfermer les assertions sur le monde dans des boîtes catégorielles étanches. Bien au contraire, c'est créer la condition même de leur dialogue : on ne dialogue jamais aussi bien, l'échange n'est jamais aussi fructueux que lorsque les partenaires identifient bien leurs objectifs et leurs modes de fonctionnement respectifs. **Les problèmes que suscitent les créationnismes dans les sciences viennent précisément du fait que ceux-ci assignent aux sciences des objectifs qui ne sont normalement pas les leurs ; et tentent de modifier les méthodes scientifiques afin de les instrumentaliser.**

À la charnière du XVIIIe et du XIXe siècle, le projet scientifique devient un universalisme non dogmatique : **le but de la science est de construire des connaissances universellement partageables et partagées, des connaissances objectives. Une connaissance n'acquiert cette qualité d'objectivité que lorsqu'elle a été corroborée par plusieurs observateurs indépendants, par reproduction des expériences. La reproductibilité des expériences scientifiques devient donc centrale pour cet objectif. Elle est fondée sur quatre piliers.**

## **Les piliers de la démarche scientifique :**

### **Premier pilier :**

La démarche scientifique ne peut s'initier que sur un **scepticisme initial concernant les faits**.

Nous n'expérimentons sur le monde réel que parce que nous nous posons des questions. Si ce qui est à découvrir est déjà écrit, nous n'avons d'emblée qu'une parodie de science. Ceci se produit chaque fois qu'une force extérieure à la science lui dicte ce qu'elle doit trouver. Il y a trois forces qui s'opposent au travail du scientifique.

Les forces mercantiles ont besoin d'utiliser le vernis de la science pour vanter la supériorité d'un produit à vendre. Ce qui est à prouver est commandé d'avance.

Les forces idéologiques ont également besoin de plier la science aux nécessités de leurs justifications. La génétique de Lyssenko<sup>78</sup> et l'anthropologie nazie fournissent les exemples les plus classiques.

Les forces religieuses procèdent de même lorsqu'elles convoquent la science pour venir justifier un texte sacré, une intuition mystique ou un dogme, qu'il s'agisse de la théologie de Pierre Teilhard de Chardin ou du créationnisme dit « scientifique » issu du protestantisme anglo-saxon, ou qu'elles se servent d'un texte sacré pour valider la science comme le font les musulmans.

Prenons par exemple le scientifique qui construit des phylogénies<sup>79</sup>. A partir d'un échantillon d'espèces prélevées dans le monde vivant, la question est « qui est plus proche de qui d'un troisième ? Comment

<sup>78</sup> Trofim Denissovitch Lyssenko (en russe : Трофим Денисович Лысенко), né en septembre 1898 à Karlivka (aujourd'hui en Ukraine) et mort le 20 novembre 1976 à Kiev, était un ingénieur agronome soviétique. Il est à l'origine d'une théorie génétique non scientifique qu'il parvint à imposer en Union soviétique pendant la dictature de Staline. Ses thèses sur l'agriculture lui valurent le titre de héros de l'Union soviétique et lui permirent de dominer la recherche biologique en URSS, jusqu'à son discrédit dans les années 1960. Les répercussions du Lyssenkisme sur l'économie de l'Union soviétique ont été catastrophiques et ses conséquences sur le déclin et la chute de l'ancien bloc de l'est ont été considérables. Pour plus de précision voir par exemple sur Wikipédia : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Trofim\\_Denissovitch\\_Lyssenko](http://fr.wikipedia.org/wiki/Trofim_Denissovitch_Lyssenko) ! Un excellent article sur le Lyssenkisme est également en ligne sur le site de l'Association Française pour l'Information Scientifique : L'affaire Lyssenko, ou la pseudo-science au pouvoir par Yann Kindo, <http://www.pseudo-sciences.org/spip.php?article1216>

s'organisent leurs relations d'apparement ? ». Même si nous commençons les investigations avec une palette de possibilités de réponses en tête ; cette palette reste absolument modifiable et laisse largement place aux surprises. Une bonne partie de notre activité consiste à vérifier si ce que l'on trouve finalement ne serait pas un artéfact, une méprise (en multipliant les sources de données, par exemple). Cela est aisément compréhensible : il ne s'agit pas de publier des erreurs qui seront réfutées demain. Si la surprise résiste, si rien n'indique qu'elle résulte d'une erreur, alors elle est publiée. **Certains sont convaincus que le scientifique passe son temps à vouloir démontrer des propositions, pour ne pas dire des préconceptions ; il faut plutôt dire qu'il passe son temps à mettre à l'épreuve ce qu'il a trouvé sans le vouloir.**

### Deuxième pilier :

Les méthodes de la science sont **réalistes**.

Le monde, là, dehors, existe indépendamment et antérieurement à la perception que j'en ai et aux descriptions que l'on en fait<sup>80</sup>. En d'autres termes, le monde des idées n'a pas la priorité sur le monde physique. Si je fais des expériences et que je les publie, c'est dans l'espoir qu'un collègue inconnu me donnera raison en ayant trouvé le même résultat que moi. Je parie donc que le monde physique se manifesterà à lui comme il s'est manifesté à moi. Je ne vois aucun sens à l'activité scientifique, en tant que poursuite d'un projet de connaissance universelle, si ce réalisme n'est pas de mise.

### Troisième pilier :

Les méthodes de la science mettent en œuvre la **rationalité de l'observateur**.

La rationalité scientifique<sup>81</sup> consiste simplement à respecter les lois de la logique et le principe de parcimonie. Ce sont des propriétés de l'observateur, pas celles des objets observés. Examinons tout d'abord la **logique**. Aucune démonstration scientifique ne souffre de fautes de logique ; la sanction immédiate étant sa réfutation. L'universalité des lois de la logique, soutenue par le fait que les mêmes découvertes mathématiques ont pu être faites de manière convergente par différentes civilisations, devrait recevoir une explication naturaliste : elle proviendrait de la sélection naturelle. Examinons ensuite la **parcimonie**. Les théories que nous acceptons sur le monde sont les plus économiques en hypothèses. Plus les faits sont cohérents entre eux et moins la théorie qu'ils soutiennent a besoin d'hypothèses surnuméraires non documentées. Les théories les plus parcimonieuses sont donc les plus cohérentes. La parcimonie est une propriété d'une théorie ; elle n'est pas la propriété d'un objet réel. Ce n'est pas parce que nous utilisons la parcimonie dans la construction de nos arbres phylogénétiques que nous supposons que l'évolution biologique a été parcimonieuse, comme on le croit parfois de façon erronée. Le principe de parcimonie est utilisé partout en sciences, mais il peut être aussi utilisé hors des sciences, chaque fois que nous avons besoin de nous comporter en êtres rationnels. Le commissaire de police est, sur les écrans de télévision, le plus médiatisé des utilisateurs du principe de parcimonie. Il reconstitue le meurtre avec économie d'hypothèses, ce n'est pas pour autant que le meurtrier a ouvert le moins de portes possibles, tiré le moins de balles possibles et économisé son essence pour se rendre sur les lieux du crime.

### Quatrième pilier :

La science observe un **matérialisme méthodologique**<sup>82</sup> : tout ce qui est expérimentalement accessible dans le monde réel est matériel ou d'origine matérielle. Est matériel ce qui est changeant<sup>83</sup>, c'est-à-dire ce qui est doté d'énergie. En d'autres termes, la science ne travaille pas avec des catégories par définition immatérielles (esprits, âmes, élans vitaux, etc.) ; cela participe de sa définition.

Ces propriétés **conditionnent la reproductibilité des expériences**, caractérisent les sciences expérimentales, et du même coup, définissent la science par ses méthodes. On remarquera que cette définition est la plus large qui soit ; beaucoup plus large que les critères de scientificité retenus par les

---

<sup>79</sup> Les phylogénies sont des figures d'arbres qui montrent les degrés relatifs d'apparement entre les espèces vivantes et / ou fossiles. Pour plus d'informations sur la phylogénétique, voir le point B. de la partie "Pourquoi ce mythe est-il... un mythe ?" du premier exemple ("L'homme descend du singe") du chapitre 3.3.1. ("Deux exemples d'idées fausses concernant le darwinisme pouvant entraîner des questions problématiques") ci-dessous.

<sup>80</sup> Paul Boghossian, "La peur du savoir", Agone, 2009.

<sup>81</sup> Voir Nicolas Gauvrit, Autour du rasoir d'Occam. Science et pseudo-sciences n° 286, juillet 2009 : <http://www.pseudo-sciences.org/spip.php?article1213>

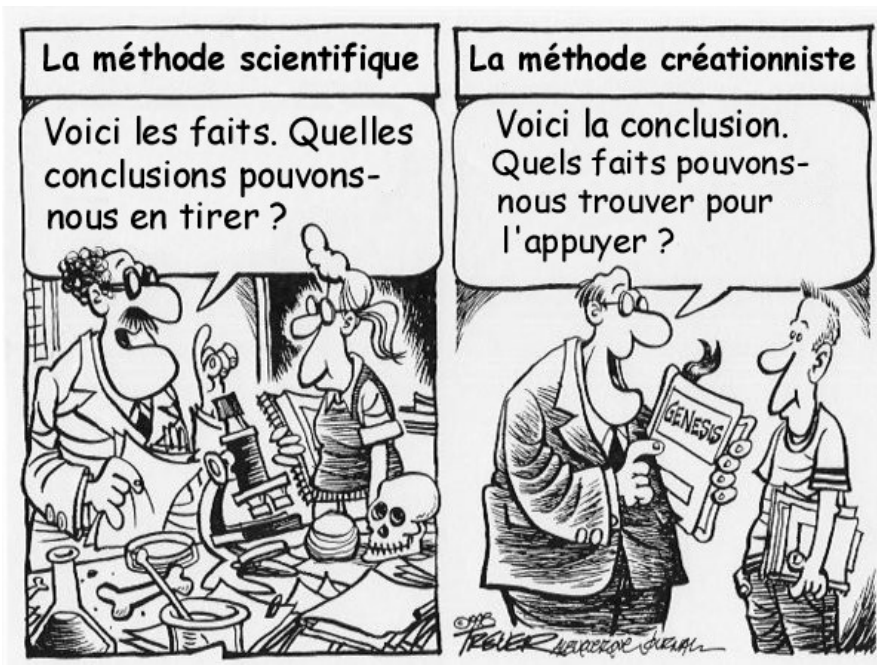
<sup>82</sup> Voir Pascal Charbonnat, "Histoire des philosophies matérialistes", Syllepse 2007.

<sup>83</sup> Mario Bunge, Le matérialisme scientifique, Paris, Syllepse 2008.



poppériens<sup>84</sup>, et au-delà de l'imprécise et regrettable division entre « sciences dures » et « sciences molles ». Mais si la science a pris son essor grâce à la philosophie matérialiste, elle n'est pas pour autant cette philosophie. Comme le rappelle Pascal Charbonnat<sup>85</sup>, « **Le matérialisme ne subsiste dans les sciences qu'à l'état de méthode, et non pas comme conception de l'origine, démarche non empirique par définition.** ». C'est en ce sens qu'on parle de « **matérialisme méthodologique** ».

### Les créationnismes et la méthode scientifique :



Les créationnismes qui se préoccupent de science commettent tous au moins une entorse à l'un des quatre piliers cités plus haut. Ils dénigrent et déforment le matérialisme méthodologique (quatrième pilier) pour pouvoir introduire en sciences un spiritualisme. Les créationnismes qui se qualifient eux-mêmes de « scientifiques » sont pris en défaut de manquement au scepticisme initial sur les faits (premier pilier) : ce qui est à démontrer scientifiquement est déjà écrit dans un texte sacré. On peut même dire que le créationniste qui se qualifie de scientifique est le contraire d'un scientifique dans le sens où le premier cultive un scepticisme manipulateur sur les méthodes tout en étant convaincu des faits « à démontrer », tandis que le second fait confiance en ses méthodes pour questionner les faits au sujet desquels il est sceptique. Les créationnismes « scientifiques » sont incompatibles avec la science, et c'est pour cela qu'ils tentent de la redéfinir à l'usage de leurs besoins politiques. En effet, à y regarder de près, les créationnismes sous toutes leurs formes prennent naissance en dehors des sciences et du milieu des scientifiques, mus par de puissants mouvements et motifs politiques (Intelligent Design), idéologiques (Harun Yahya) ou religieux<sup>86</sup>.

Une dernière entorse commise par eux est, la plupart du temps, de déformer les objectifs des sciences. Au lieu de cantonner les sciences à l'élucidation de questions de faits et à l'élaboration de connaissances objectives telles que définies plus haut, ce qui devrait être, ils attendent des sciences qu'elles répondent ou prescrivent dans des secteurs qui ne relèvent normalement pas d'elles, afin de les instrumentaliser : attendre des sciences qu'elles répondent à des questions métaphysiques de sens, de valeurs, qu'elles nous rassurent, ou faire d'elles des prescriptrices de postures morales, politiques, législatives ou religieuses. Dévoyer ainsi une profession permet de l'infiltrer et d'utiliser son dynamisme pour légitimer des combats politiques ou métaphysiques que ces mouvements ne seraient pas capables de gagner par ailleurs. Il appartient aux scientifiques professionnels de déjouer ces manipulations : qui d'autre pourrait le faire mieux qu'eux ?

<sup>84</sup> Critères construits autour de la réfutabilité des assertions d'une théorie. À propos de Popper et de ces critères, voir Jean Bricmont, « Pour un usage nuancé de Popper », Science et pseudosciences n° 254, octobre 2002 : <http://www.pseudo-sciences.org/spip.php?article102>. Sir Karl Raimund Popper (28 juillet 1902 à Vienne, Autriche - 17 septembre 1994 à Londres (Croydon), Royaume-Uni) est l'un des plus influents philosophes des sciences du XX<sup>e</sup> siècle. Pour plus de précision voir par exemple sur Wikipédia : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Karl\\_Popper](http://fr.wikipedia.org/wiki/Karl_Popper)

<sup>85</sup> Pascal Charbonnat, "Histoire des philosophies matérialistes", Syllepse 2007.

<sup>86</sup> Olivier Brosseau & Cyrille Baudoin, "Le créationnisme. Une menace pour la France ?", Syllepse, 2008.

### 2.2.2. **Un exemple concret :**

Voici une histoire relatée par Philippe Le Vigourou<sup>87</sup> :

Le 5 octobre 2007 la presse britannique s'est faite l'écho de la sortie d'un livre qui visait à "aider" les professeurs de science à s'attaquer au problème du créationnisme.

En effet, sous le prétexte que les professeurs ne pouvaient plus ignorer que de plus en plus d'enfants musulmans ou chrétiens ont des croyances « créationnistes » au Royaume-Uni, le professeur Michael J. Reiss de l'Institut de l'Éducation de l'Université de Londres, titulaire d'un PhD de biologie évolutive et prêtre anglican, venait de publier, avec Leslie S. Jones de l'Université d'État de Valdosa (États-Unis), un livre<sup>88</sup> qui « **appelait les enseignants de science à « respecter » le créationnisme et les conseillait dans l'approche qu'ils devraient avoir face à certains élèves.** »

Selon ce professeur Reiss, les professeurs de science devaient traiter avec respect les élèves qui ont une croyance créationniste... et donc, même si l'évolution doit occuper l'essentiel des cours de science, il devait y avoir aussi place pour une discussion sur le créationnisme.

Bien sur, on s'en doute, le but du livre était, sous le prétexte du devoir de respect des élèves créationnistes, de convaincre les enseignants à laisser apparaître le créationnisme comme théorie alternative au cours de sciences.

Cela n'est pas fondé, il ne faut surtout pas confondre le respect que l'on doit à une personne (et donc que l'enseignant doit à ses élèves) avec le respect des IDEES de cette personne. Toute idée doit pouvoir être critiquable... et rejetée si nécessaire !

Heureusement, les réactions ne se sont pas fait attendre dans les médias :

- Un porte-parole du "Department for Children, Schools and Families" attaché au gouvernement britannique a directement indiqué que le créationnisme **n'est pas une théorie scientifique ou un fait scientifique testable et ne doit donc pas être incorporé dans le cursus scientifique.**
- Une association, "Campaign for Science and Engineering", a expliqué que les professeurs doivent enseigner l'évolution et non la création et qu'ils n'ont pas besoin d'un livre pour leur dire comment traiter avec tact la controverse entre une théorie scientifique et une croyance. **Les enseignants peuvent discuter des différences entre le créationnisme et une théorie scientifique si le sujet est abordé par les étudiants, mais toute discussion plus avant doit être renvoyée aux cours d'éducation religieuse.**

Gageons toutefois qu'un enseignant bien au fait de la différence entre savoir et croyance ne serait pas tombé dans ce piège et n'aurait pas acheté le livre de ce Monsieur Reiss !

### 2.2.3. **Un outil didactique :**

Une interview de Guillaume Lecointre par CINAPS TV & CNRS Image pour l'émission "Effervesciences"<sup>89</sup> nous donne (entre autre) un bon résumé de l'ensemble de ce chapitre 3.1.

Cette vidéo peut, en outre, être utilisée en classe pour lancer un débat sur le sujet !

La voici :

---

<sup>87</sup> Dans "L'Europe et le créationnisme", Science et Pseudo-Sciences n° 281 (avril 2008) : <http://www.pseudo-sciences.org/spip.php?article812>

<sup>88</sup> Leslie S. Jones, Michael J. Reiss, "Teaching About Scientific Origins: Taking Account of Creationism (Studies in the Postmodern Theory of Education)", Peter Lang Publishing (1 Aug 2007).

<sup>89</sup> "Effervesciences" (CINAPS TV & CNRS Image), "Darwin aujourd'hui" avec comme invité : Guillaume Lecointre. Disponible en ligne ici : [http://www.dailymotion.com/video/x9z5o4\\_Àffervesciences-darwin-aujourd'hui\\_tech](http://www.dailymotion.com/video/x9z5o4_Àffervesciences-darwin-aujourd'hui_tech)



Ce film se trouve (sous deux formats différents) dans le sous-fichier « 03. Effervescences, G. Lecoindre » du fichier « 03. Films » de ce DVD.

## 2.3. L'enseignant doit maîtriser le plus parfaitement possible la théorie darwinienne de l'évolution :

Comme le dit<sup>90</sup> très bien l'enseignante de Biologie Ariane Ramackers de l'Institut Communal d'Enseignement Technique Frans Fischer de Schaerbeek :

*« L'ensemble des phénomènes de la biologie sont à lire à la lumière des phénomènes évolutifs et donc ça n'a pas beaucoup de sens de voir ça comme un chapitre séparé en fin de cursus<sup>91</sup> mais ça devrait être davantage la grille de lecture au travers de laquelle la biologie devrait être abordée et ce depuis le début de l'enseignement, pratiquement dès l'école Maternelle. »*

Cependant, si même le programme scolaire donnait plus d'importance au cours sur la théorie de l'évolution et lui donnait même une place centrale, cela ne suffirait pas. Il faut absolument que les enseignants maîtrisent aussi le plus parfaitement possible les connaissances les plus à la page de la théorie synthétique de l'évolution. Nous parlons bien sûr ici des professeurs de sciences et plus particulièrement du professeur de biologie... mais aussi de tout autre professeur devant ou voulant aborder la théorie de l'évolution à son cours.

En effet, l'enseignant doit s'attendre, s'il est confronté à des étudiants "réfractaires", à devoir répondre à des questions problématiques, voir même pernicieuses ! De plus, il est aussi du devoir de l'enseignant de faire tout pour balayer certaines idées fausses et préconçues pouvant cautionner les idées créationnistes.

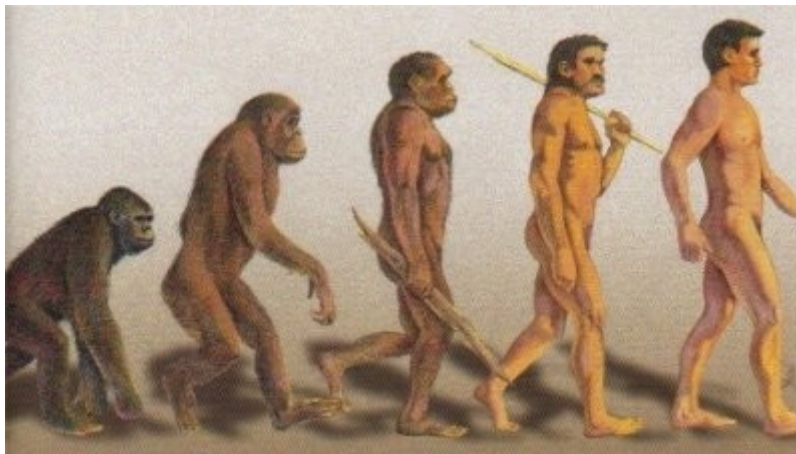
### 2.3.1. Deux exemples d'idées fausses concernant le darwinisme pouvant entraîner des questions problématiques :

#### PREMIER EXEMPLE, L'HOMME DESCEND DU SINGE :

« L'homme descendrait du singe », c'est une idée couramment répandue... et pourtant totalement fausse.

#### Pour qu'elles raisons ce mythe s'est-il répandu ?

**A.** Une raison importante est qu'un grand nombre de représentations, aussi bien dans des documents n'ayant aucune prétention scientifique (bandes dessinées, magazines, journaux, livres pour enfants, publicités,...) que dans des manuels scolaires ou des livres de vulgarisation scientifique, nous donne une image de l'évolution de l'homme ressemblant souvent à cela :



... soit une linéarité depuis ce qui ressemble à un chimpanzé jusqu'à l'homme, en passant par ce qui ressemble à un orang-outan, suivi de ce qui pourrait être des "hommes des cavernes" !

<sup>90</sup> Dans l'enquête, déjà mentionnée, intitulée « le créationnisme : un danger pour nos écoles » réalisée par Gorian Delpature et qui a été diffusée dans le magazine "Questions à la Une" de la RTBF le 22 avril 2009.

<sup>91</sup> En Belgique la théorie de l'évolution n'est apprise que sous la forme de leçons spécifiques dans le cadre du cours de biologie en dernière année du cycle d'étude de l'école secondaire.

B. Une autre raison, d'après Rachel Mulot<sup>92</sup>, serait que beaucoup de séries documentaires telles que le dessin animé « Il était une fois... l'Homme<sup>93</sup> », que nous avons tous pu suivre avec bonheur dans les années 80, véhicule sans le vouloir ce mythe. En effet, malgré de nombreuses qualités indéniables, cette série en réutilisant chaque fois comme astuce mnémotechnique les mêmes personnages<sup>94</sup> tout au long du temps depuis nos ancêtres les plus lointains jusqu'aux hommes contemporains<sup>95</sup>, a distillé une notion de parfaite linéarité dans l'évolution depuis le singe jusqu'à l'homme moderne.



C. Mais la raison principale de l'existence de ce mythe est certainement le fait que cette affirmation que « l'homme descendrait du singe » a été mainte fois volontairement attribuée et reattribuée aux défenseurs de l'évolution, par les détracteurs de l'évolution de tous bords, depuis que Darwin a publié son œuvre il y a 150 ans !

### Quelles sont les conséquences de ce mythe ?

A. La première conséquence de ce mythe est que l'idée que « l'homme descendrait du singe » donne une image de linéarité qui implique une perception finaliste de l'évolution avec l'homme comme aboutissement évolutif. Or, qui dit « finalité » sous-entend l'existence d'une entité supérieure, un « concepteur », ayant un but. La science, si elle cautionnait cette finalité et surtout le fait que l'homme serait un aboutissement de l'évolution, cautionnerait donc l'existence de ce créateur.

Mais la science n'a aucune raison de cautionner cela ! Si même il y avait une linéarité dans l'évolution (et nous allons voir ici plus bas que ce n'est pas le cas), **il faut se garder de placer une échelle de valeur sur cette ligne**. Après tout, l'espèce qui survit n'est jamais qu'une espèce bien adaptée, **pendant une certaine durée**, à son environnement (les dinosaures ont dominé la terre pendant des millions d'années avant de disparaître). De plus, comme cela est expliqué dans les annexes<sup>96</sup>, d'un point de vue évolutif et vu sous l'angle du "gène égoïste", **le plus "banal" insecte n'est pas moins développé/sophistiqué que n'importe quel autre animal, être humain compris**, puisqu'il réussit à transmettre son "gène égoïste" de génération en génération, et ce depuis des millions d'années tout en adaptant perpétuellement son organisme aux changements graduels de son environnement !

B. La deuxième conséquence de ce mythe est que, si l'homme avait évolué à partir du singe, nous serions en mesure de nous demander<sup>97</sup> pourquoi alors certains singes seraient restés des singes alors que d'autres auraient évolué en êtres humains !

Bref, si nous descendions du singe, pourquoi y aurait-il encore des singes... ne devraient-ils pas avoir disparu (remplacés par l'homme) ?

<sup>92</sup> Rachel Mulot, "Contestation de l'évolution: aider des professeurs désarmés", Sciences-et-Avenir.com (22/01/2009) :

[http://www.sciencesetavenir.fr/actualite/archeo-paleo/20090122.OBS0969/contestation\\_de\\_levolution\\_aider\\_des\\_professeurs\\_desarm.html](http://www.sciencesetavenir.fr/actualite/archeo-paleo/20090122.OBS0969/contestation_de_levolution_aider_des_professeurs_desarm.html)

<sup>93</sup> Il était une fois... l'Homme raconte l'histoire de l'humanité, des origines de la vie jusqu'à la fin du XX<sup>e</sup> siècle. Les principales étapes historiques sont abordées en mettant en scène une cellule familiale, mélangeant les grands points de l'histoire et de la vie quotidienne. Pour plus de précision, voir par exemple sur Wikipédia : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Il\\_était\\_une\\_fois...\\_l'Homme](http://fr.wikipedia.org/wiki/Il_était_une_fois..._l'Homme)

<sup>94</sup> Les personnages se composent essentiellement de Maestro, Pierre/Pierrot, Legros, Psy, Le Teigneux, le Nabot, etc. Pour plus de précision, voir par exemple sur Wikipédia : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Il\\_était\\_une\\_fois...\\_l'Homme#Personnages](http://fr.wikipedia.org/wiki/Il_était_une_fois..._l'Homme#Personnages)

<sup>95</sup> Pour plus de précision, voir par exemple sur Wikipédia : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Il\\_était\\_une\\_fois...\\_l'Homme#C3.89pisodes](http://fr.wikipedia.org/wiki/Il_était_une_fois..._l'Homme#C3.89pisodes)

<sup>96</sup> Dans le chapitre sur la théorie du gène "égoïste" du point 3.2.2. ("La sélection naturelle") du chapitre 3. ("Mécanismes de l'évolution") de l'annexe II sur la Théorie synthétique de l'évolution.

<sup>97</sup> Et c'est d'ailleurs une question classique posée par les créationnistes !

## **Pourquoi ce mythe est-il... un mythe ?**

**A.** La première erreur est que l'homme ne descend pas du singe... **il est un singe** !

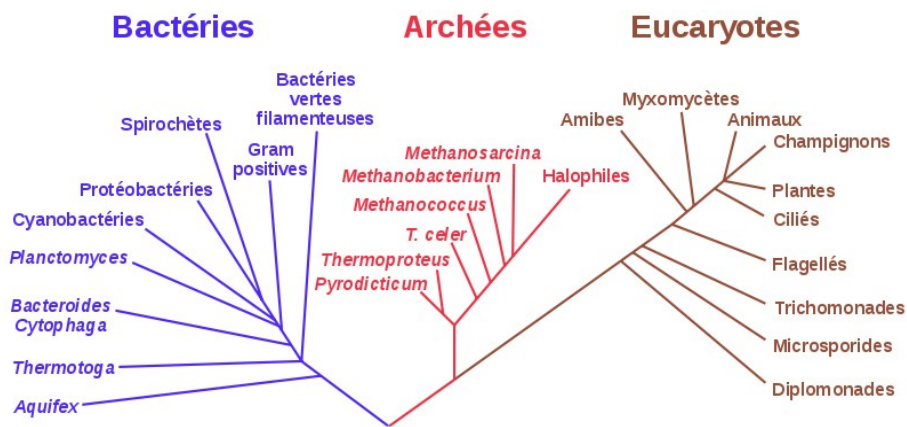
Sa place exacte parmi les singes est donnée à la page suivante, mais on peut se contenter de savoir que l'homme appartient à la famille des **Hominidae** (ou hominidés), c'est-à-dire ce que l'on appelle les grands primates ou grands singes comme le chimpanzé, le bonobo, le gorille, l'orang-outan et un certain nombre d'espèces éteintes, ancêtres ou non de la lignée humaine. Cette famille des Hominidae fait, elle, partie de l'ordre des "primates" qui reprend l'entièreté de ce que l'on appelle familièrement les singes.

Bien sûr, l'homme a peut-être été doté par un "créateur" de quelque chose qui le "distinguerait" des autres singes et qui pourrait être appelé une âme par exemple, mais cela n'est ni mesurable, ni étudiable, pas même visible et matériel... cela reste du domaine de la croyance. Dès lors, techniquement parlant, pour un scientifique, **un être humain EST un singe** !

ORDRE	SOUS-ORDRE	INFRA-ORDRE	HYPER-FAMILLE	SUPER-FAMILLE	FAMILLE	SOUS-FAMILLE	TRIBU	SOUS-TRIBU		
<b>PRIMATES</b>	<b>Strepsisrrhiniens</b> (pro-simiens (non tarsiers))	<b>Lemuriformes</b> (LEMURIENS, 5 familles vivant uniquement à Madagascar)			<b>Lemuridae</b> (VRAI LEMURIENS comportant notamment le lémur ou maki)					
					<b>Indriidae</b> (LEMURIENS LAINEUX, membres postérieurs plus développés qu'antérieurs - indri, avahis, sifakas)					
					<b>Megaladapidae</b> (LEMURIENS SPORTIFS, un seul genre : Lepilemur)					
					<b>Daubentoniidae</b> (un seul genre et une seule espèce : AYE-AYE)					
					<b>Cheirogaleidae</b> (LEMURIENS SOURIS OU NAINS, petite taille avec yeux exorbités et rapprochés, ressemblant plus à des écureuils)					
					<b>Galagidae</b> (vivant en Afrique, comportant le genre GALAGO)					
	<b>Haplorrhiniens</b> (anthropoïdes)	<b>Simiiformes</b> (SINGES)	<b>Platyrrhiniens</b> (singes du Nouveau Monde - Amérique centrale et du Sud -, narines écartées, queue longue et préhensile, 36 dents)		<b>Cercopithecoidea</b>	<b>Tarsiidae</b> (un seul genre : Tarsius)				
						<b>Cebidae</b> (le SAPAJOU, l'ATELE ou singe-araignée, le SINGE-LAINEUX et le SINGE-HURLEUR)				
						<b>Callithricidés</b> (notamment les TAMARINS et les OUISTITIS)				
			<b>Catarhiniens</b> (singes de l'Ancien Monde, narines rapprochées, jamais de queue préhensile et parfois pas de queue, 32 dents)		<b>Hominoidea</b> (hominoidés)	<b>Pitheciidae</b> , récemment individualisée avec deux sous-familles les Callicebinae (les TITIS) et les Pitheciinae (les OUKARIS et les SAKIS)				
						<b>Cercopitheciinae</b> (CERCOPITHEQUES, MACAQUES, BABOUINS, présence d'abajoues et de callosités fessières)				
						<b>Colobinae</b> (notamment le NASIQUE)				
						<b>Hylobatidae</b> (GIBBONS, callosités sur les fesses, pas de queue, bras très longs, excellents acrobates)				
						<b>Ponginae</b> (PONGINES avec le genre PONGO ou ORANG-OUTAN)				<b>Gorillini</b> (GORILLES)
						<b>Hominidae</b> (hominidés - les <b>GRANDS PRIMATES</b> tels que l'homme, le chimpanzé, le bonobo, le gorille ou l'orang-outan et également un certain nombre d'espèces éteintes, ancêtres ou non de la lignée humaine)				<b>Homininae</b> (homininés)

**B. La deuxième erreur est que l'homme ne descend pas du singe... il a un ancêtre en commun avec lui, mais cet ancêtre n'était pas un singe<sup>98</sup> !**

En réalité, il ne faut pas voir l'évolution d'un point de vue généalogique linéaire car les espèces actuelles ne descendent pas les unes des autres. Le poisson n'est pas l'ancêtre de la salamandre qui n'est pas elle-même l'ancêtre du lézard. En effet, des phénomènes comme la dérive génétique<sup>99</sup> (et d'autres phénomènes) font que deux populations d'une même espèce qui seraient isolées l'une de l'autre pendant une très longue période de temps (par exemple parce qu'une catastrophe géologique les aurait isolées sur deux îles différentes) vont finir par diverger et former DEUX nouvelles espèces. L'évolution ne procède donc pas dans une lignée continue, mais par embranchements et les espèces différentes vivant en même temps partagent éventuellement un ancêtre commun proche mais ne descendent pas l'une de l'autre. Il faut donc voir l'évolution d'un point de vue phylogénétique. Les phylogénies sont des figures d'arbres schématiques qui montrent les degrés relatifs d'apparementement (les relations de parentés) entre des espèces vivantes et/ou fossiles supposées avoir un ancêtre commun. Chacun des nœuds de l'arbre représente l'ancêtre commun de ses descendants. L'arbre peut être "enraciné" ou pas, selon qu'on est parvenu à identifier l'ancêtre commun à toutes les "feuilles". L'histoire de l'évolution de la vie entière peut ainsi être décrite sous forme d'un « arbre évolutif », ou arbre phylogénétique comme cela est illustré par cet arbre phylogénétique simplifié montrant l'histoire évolutive supposée des trois domaines du vivant (bactéries, archées et eucaryotes) :



Un arbre phylogénétique peut aussi représenter un groupe précis plus ou moins restreint (les arthropodes, les félins, les représentants du genre Homo,...). Un exemple assez impressionnant est celui regroupant 4.510 des 4.554 (soit 99%) espèces connues de mammifères vivants actuellement que l'on peut trouver sous forme de PDF à l'adresse url suivante : [http://www.abc.net.au/catalyst/stories/img/mammalST\\_A4.pdf](http://www.abc.net.au/catalyst/stories/img/mammalST_A4.pdf) (document inexploitable sur papier). Le film "Espèces d'espèces" de Denis van Waerebeke<sup>100</sup> explique merveilleusement bien ce concept de phylogénie tout en expliquant l'évolution et l'origine de la biodiversité.

<sup>98</sup> En tout cas, pas un singe tel que ceux vivant actuellement !

<sup>99</sup> La dérive génétique est l'évolution d'une population ou d'une espèce causée par des phénomènes aléatoires et imprévisibles comme par exemple le hasard des rencontres des spermatozoïdes et des ovules (dans le cas d'une reproduction sexuée). Du point de vue génétique, c'est la modification de la fréquence d'un allèle, ou d'un génotype, au sein d'une population, indépendamment des mutations, de la sélection naturelle et des migrations.

<sup>100</sup> Une coproduction Ex Nihilo, France 5, ARTE France, Le Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, Le CNRS Images

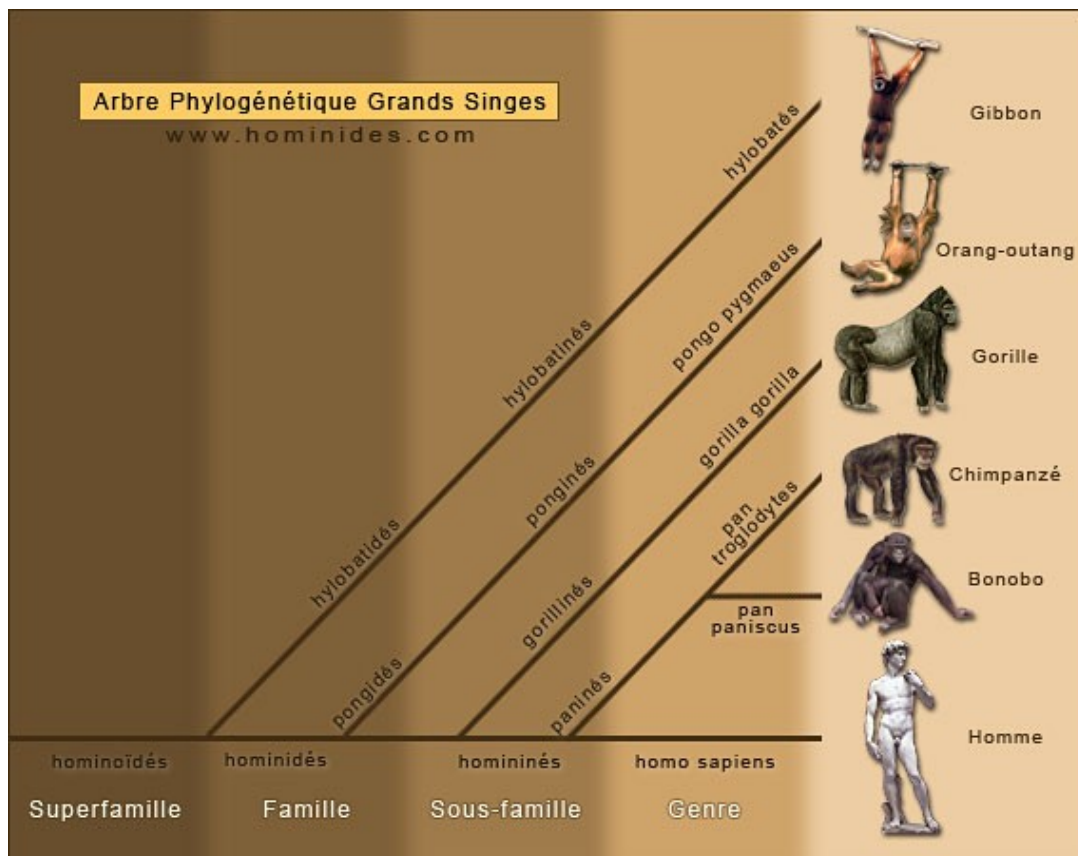




Ce film se trouve (en 6 parties) dans le sous-fichier « 04. Espèces d'espèces » du fichier « 03. Films » de ce DVD.

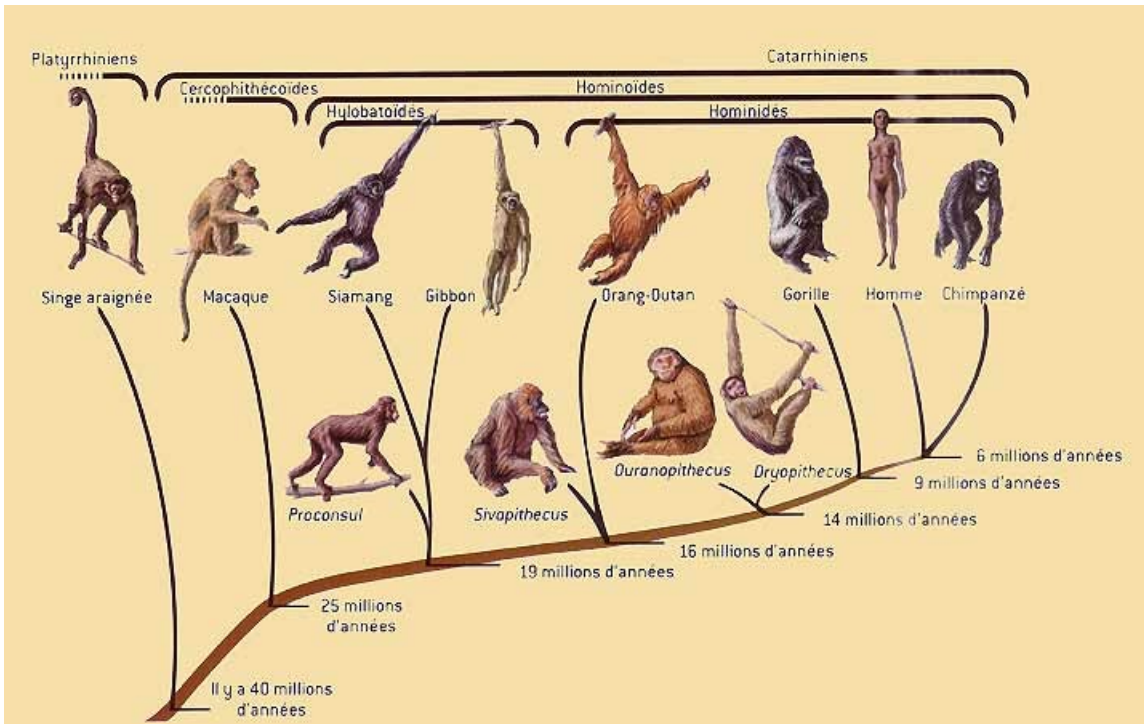
Il faut aussi oublier cette idée fautive de "chaînon manquant", sortes de chimères intermédiaires entre une espèce et une autre, pour la remplacer par l'idée de "dernier ancêtre commun" (DAC).

Regardons maintenant l'arbre phylogénétique de la famille des hominidés (c'est-à-dire la famille des grands singes à laquelle nous appartenons) :



Nous pouvons voir que l'homme ne descend pas du singe mais qu'il partage avec les singes des ancêtres communs chaque fois plus éloignés dans le temps en fonction du singe que l'on considère et dont la séparation d'avec notre branche (le nœud de l'arbre phylogénétique) s'est faite il y a plus longtemps. Dès lors, c'est normal que des singes coexistent avec l'homme, puisque nous sommes chacun sur notre "branche" dans l'arbre phylogénétique. Cependant, il est exact de dire que notre patrimoine génétique est très proche de celui des chimpanzés par exemple, en effet les différences entre nous et celui-ci ne

tiendraient qu'à la différence de quelques gènes déterminants<sup>101</sup> puisque notre ancêtre commun n'est pas si éloigné dans le temps et ne remonterait "qu'à" 6 ou 7 millions d'années comme nous pouvons le voir sur le schéma ci-dessous :

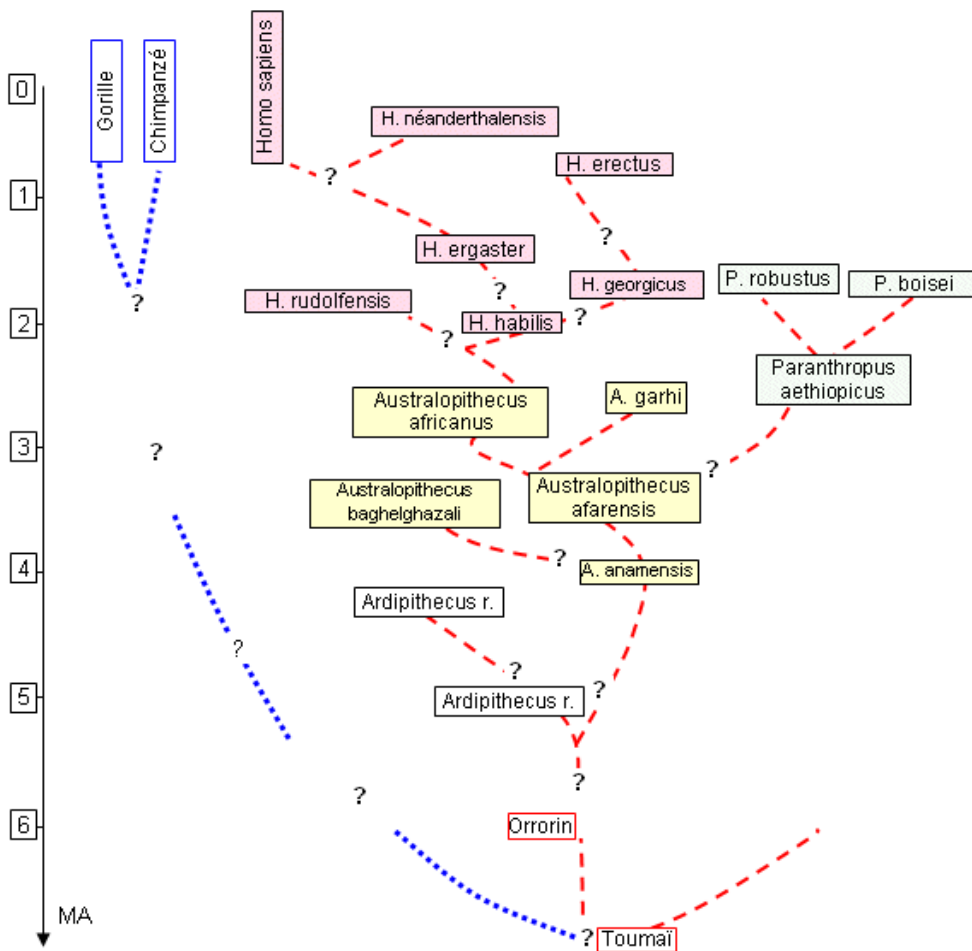


Si nous regardons plus proche de nous encore la lignée humaine, nous voyons que l'arbre phylogénétique est très complexe et buissonnant :

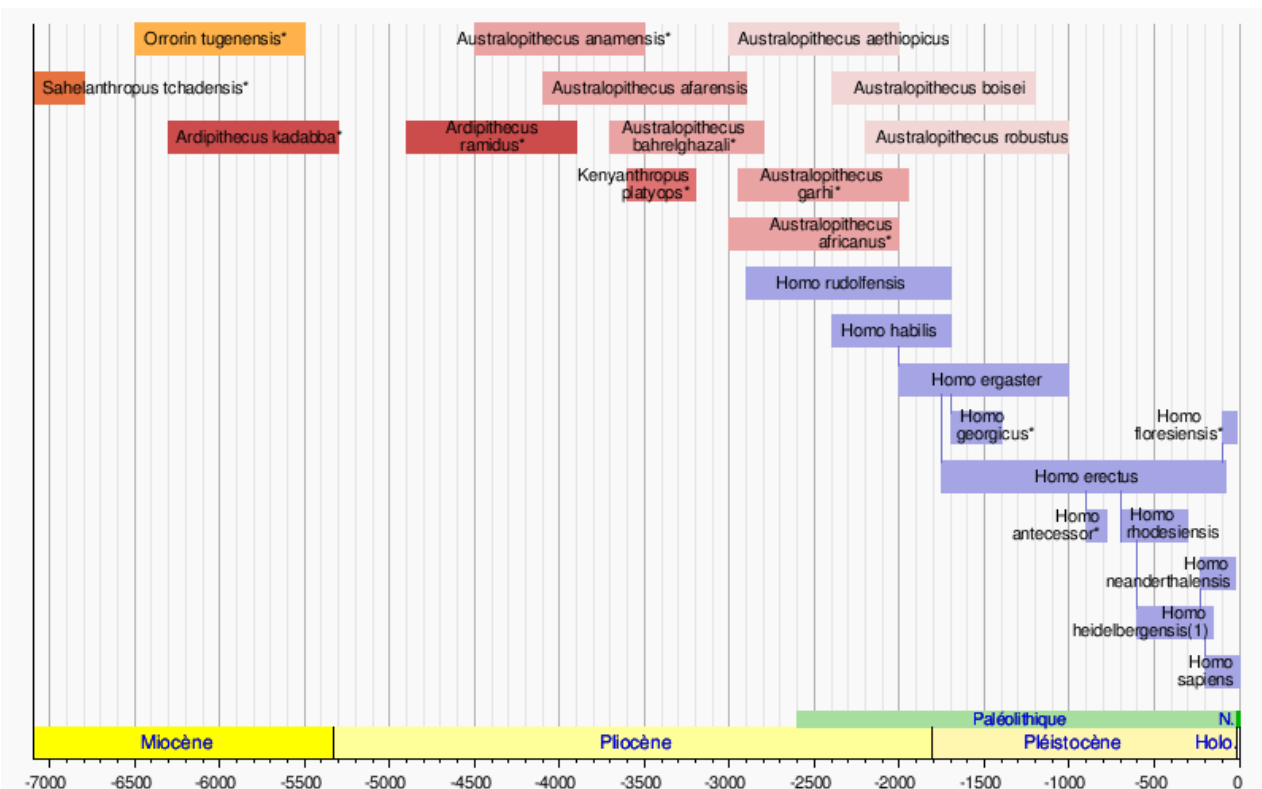
<sup>101</sup> Ces quelques gènes déterminants différents de ceux des chimpanzés nous permettent de garder des caractères juvéniles toute notre vie, nous permettant de conserver la bipédie (le petit chimpanzé est quasi-bipède) et ils allongent la phase embryonnaire, permettant la mitose de beaucoup plus de neurones

## arbre phylogénétique du genre Homo

d'après le website hominides.com



« **Homo** » est le genre qui réunit l'homme moderne et les espèces apparentées. Le genre Homo est apparu il y a environ 2 à 2,5 millions d'années. Toutes les espèces sont éteintes sauf nous... l'**Homo sapiens** (l'homme moderne, appelé aussi l'homme de Cro-Magnon) qui est apparu il y a quelques 250 mille ans. Nous pouvons constater que plusieurs espèces du genre Homo et plusieurs espèces du genre Australopithèque ont vécu simultanément. Analysons maintenant encore plus précisément ce qui se passe pour le genre Homo dans les temps les moins reculés en observant l'extrémité droite du tableau suivant :



Nous voyons que les dernières espèces apparentées à l'homme moderne ayant vécu, l'Homo floresiensis (l'homme de Flores) et l'Homo neanderthalensis (l'homme de Neandertal), ont disparu respectivement il y a 18.000<sup>102</sup> et 28.000 ans. Cela voudrait donc dire que l'homme de Neandertal et l'homme moderne ont occupé l'Europe<sup>103</sup> et le Proche-Orient **à la même époque** et se sont sans doute côtoyés pendant une très longue période, jusqu'à la disparition de l'homme de Neandertal. Pendant cette même période, l'homme de Florès vivait en Indonésie. Si nous remontons un peu plus loin, l'Homo heidelbergensis qui s'est éteint il y a 200 mille ans et vivait en Europe et en Afrique a également côtoyé l'homme moderne. L'Homo erectus, venant d'Afrique mais que l'on retrouve aussi plus tard en Asie et en Europe, aurait aussi certainement côtoyé l'homme moderne et de récentes découvertes montrent que l'Homo rhodesiensis qui vivait en Zambie se serait éteint il y a 125 milles ans et était donc aussi contemporain de l'homme moderne. Plusieurs être humains, **d'espèces différentes**, ont donc cohabité sur notre planète à un moment donné ! Toutes ces espèces différentes du genre Homo maîtrisaient le feu et fabriquaient des outils très variés tout comme nous. Si l'on sait peu de chose sur l'homme de Florès, il est certain que l'homme de Neandertal communiquait par un langage et pratiquait des rites funéraires élaborés avec des sépultures, un culte de l'ours et la pratique d'un cannibalisme rituel. C'est aussi avec l'homme de Neandertal qu'est apparu l'art au paléolithique moyen. Il semble que l'Homo heidelbergensis avait un langage rudimentaire et il est très probable qu'il pratiquait des rites funéraires également.

## DEUXIEME EXEMPLE, L'ŒIL DE L'HOMME EST TROP COMPLEXE :

<sup>102</sup> Des éléments récemment découverts suggèrent même que l'Homo floresiensis ait pu survivre jusqu'à il y a 12 000 ans.

<sup>103</sup> Les derniers hommes de Neandertal connus ont été découverts vers l'extrémité sud de l'Espagne et au Portugal.

L'œil de l'être humain, mais aussi les bactéries, la méthode de défense des coléoptères bombardiers<sup>104</sup> et beaucoup d'autres choses de la nature, seraient bien trop complexes et on ne saurait pas à l'heure actuelle expliquer leurs existences par l'évolution.

### **Pour quelles raisons ce mythe persiste-t-il ?**

Comme l'analyse le sociologue Gérard Bronner<sup>105</sup>, "La pensée ordinaire a beaucoup de mal à faire une place au hasard", dès lors, nous avons tendance à penser naturellement que la vie est trop complexe pour ne pas être guidée par une force supérieure.

Cependant, ici aussi la raison principale de l'existence de ce mythe est certainement le fait que cette affirmation que « la nature est trop complexe que pour n'être **que le seul fruit du hasard** et que donc ça ne peut être que l'œuvre d'une intelligence supérieure » ne cesse d'être répétée par les détracteurs de l'évolution de tous bords, depuis que Darwin a publié son œuvre il y a 150 ans ! Cette idée qui reprend en fait l'argument téléologique<sup>106</sup> de l'analogie du grand horloger (qui affirme que la complexité de la nature implique l'existence de Dieu de la même façon que l'existence d'une horloge implique celle d'un horloger) est en réalité même bien plus ancienne<sup>107</sup>. Cependant, elle a été remise au goût du jour en 1996 par Michael Behe<sup>108</sup> qui a inventé et défini pour cela le terme de **complexité irréductible**.

La complexité irréductible est la thèse selon laquelle certains systèmes biologiques sont trop complexes pour être le résultat de l'évolution de précurseurs plus simples ou « moins complets », du fait de mutations au hasard et de la sélection naturelle. Un système de complexité irréductible est donc composé de plusieurs parties ajustées et interagissantes, qui contribuent chacune à sa fonction élémentaire, alors que l'absence d'une quelconque de ces parties empêche le fonctionnement du système. D'après Michael Behe, un tel système ne pourrait donc être le résultat de l'évolution naturelle puisque tout système précurseur au système complet ne fonctionnerait pas, et ne constituerait donc pas un avantage sélectif. Les exemples cités par Michael Behe sont par exemple la coagulation en cascade, le moteur (ou corps basal) des flagelles cellulaires, le système immunitaire, etc.<sup>109</sup>

### **Pourquoi ce mythe est-il... un mythe ?**

#### **A. Tout d'abord, parce que l'évolution n'est pas le fruit du pur hasard !**

Certes, le hasard joue un rôle important dans le processus de "mutations" et d' "améliorations", mais l'élément principal qui conditionne l'évolution d'une espèce est la **sélection naturelle** créée directement par l'environnement et les autres êtres vivants... mais aussi **ENORMEMENT de temps** (l'évolution se joue sur des millions d'années).

#### Prenons un exemple pour bien comprendre :

Imaginons une espèce spécifique d'un prédateur A évoluant dans une forêt d'arbres bleus. Au départ, ces prédateurs A sont tous de couleur rouge et sont donc très visibles. Ces prédateurs éprouvent donc beaucoup de difficultés à capturer leurs proies car celles-ci les voient arriver de loin. Heureusement, "variations génétiques" obligent, certains de ces prédateurs A sont d'une couleur rouge légèrement moins

<sup>104</sup> Les coléoptères bombardiers sont des coléoptères de la famille des carabidés (Carabidae) ayant la capacité de projeter bruyamment sur leurs prédateurs un liquide corrosif en ébullition, mélange d'hydroquinone et de peroxyde d'hydrogène. Le coléoptère bombardier mesure en moyenne de 20 à 25 millimètres. On en dénombre plus de 500 espèces.



<sup>105</sup> Dans "Coïncidences : Nos représentations du hasard", publié chez Vuibert (Collection : Culture scientifique), 6 septembre 2007.

<sup>106</sup> La téléologie (du grec ancien τέλος (telos), fin, but, et de λόγος (logos), discours) est l'étude de la finalité, à ne pas confondre avec l'étude des causes finales, le finalisme.

<sup>107</sup> Cet argument a une longue histoire qui remonte au moins au I<sup>er</sup> siècle av. J.-C. avec "De natura deorum (ii.34)" de Cicéron : « Un cadran solaire ou une clepsydre donnent l'heure du fait de leur conception et non par hasard. Comment pouvez-vous donc imaginer que l'univers, comme un tout, est sans but et sans intelligence, quand il contient tout, y compris ces objets et leurs artisans ? ». Le déiste Voltaire le reprend dans un distique célèbre de sa satire "Les cabales" (1772) : « L'univers m'embarrasse, et je ne puis songer Que cette horloge existe et n'ait point d'horloger. »

<sup>108</sup> Michael J. Behe (né en 1952) est professeur de biologie moléculaire à l'université de Lehigh (USA). Il est connu pour ses multiples prises de position en faveur du dessein intelligent. Il est membre du Discovery Institute, un think tank de la droite religieuse américaine déjà précédemment cité.

<sup>109</sup> Pour plus de précision voir par exemple sur Wikipédia : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Complexit%C3%A9\\_irr%C3%A9ductible](http://fr.wikipedia.org/wiki/Complexit%C3%A9_irr%C3%A9ductible)

vive que celle de leurs congénères, cette subtile différence les rendant moins repérables, ils sont les plus aptes du lot pour capturer des proies. C'est à ce moment là qu'intervient la sélection naturelle qui va contribuer à "orienter" les futures variations et évolutions que subiront les générations suivantes de ce prédateur spécifique. En effet, les individus qui sont les moins rouges sont ceux qui ont le plus de chance de survivre, donc de se reproduire, et donc de transmettre leur patrimoine génétique à la génération suivante... génération suivante qui aura de grandes chances d'avoir un pelage d'un rouge moins vif, identique à celui de leurs parents, voir même encore moins vif que celui de leurs parents. Reproduisez ce mécanisme des milliers et des milliers de fois (sur des millions d'années) et vous finirez pas aboutir à un nouveau prédateur B qui sera bleu... comme les arbres de la forêt !

Avec cet exemple, on voit bien que l'évolution n'est pas le résultat du pur hasard mais provient de l'**effet combiné du hasard ET de la sélection naturelle** qui exerce un tri, sur une période de temps énorme, parmi les fluctuations de caractéristiques au sein d'une même espèce, pour ne laisser finalement que les plus viables.

**B.** Ensuite, parce que, même si nous ne savons évidemment pas encore tout expliquer, **il est faux de dire que les scientifiques sont incapables d'expliquer l'existence de choses naturelles complexes par l'évolution !**

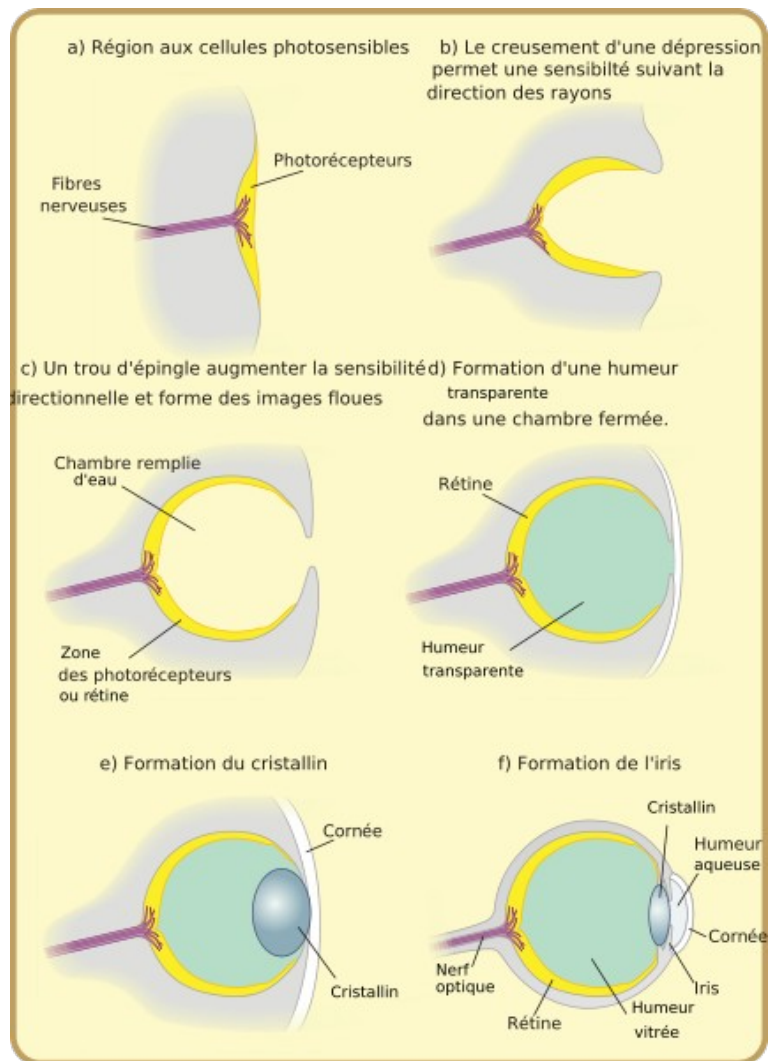
Prenons l'exemple de l'œil :

Souvent présenté comme un exemple de complexité irréductible du fait des nombreux éléments intriqués et sophistiqués dépendant apparemment tous les uns des autres, en réalité l'œil humain peut très bien être expliqué par l'évolution.

En effet, bien que l'observation et l'analyse des ancêtres de l'œil dans les fossiles soient problématiques (du fait que les tissus mous ne laissent pas d'empreintes ou de restes), la génétique et l'anatomie comparative, entre autre, vont dans le sens d'un ancêtre commun pour tous les yeux<sup>110</sup>. Mieux encore, les éléments actuellement fournis par la génétique et l'anatomie comparative permettent même de proposer des lignées évolutives possibles aboutissant aux caractéristiques anatomiques de l'œil humain actuel. Un schéma évolutif possible est le suivant :

---

<sup>110</sup> Source : G. Halder, P. Callaerts, et W.J. Gehring, (1995), « New perspectives on eye evolution. » *Curr. Opin. Genet. Dev.* 5 (p. 602–609) ; G. Halder, P. Callaerts, et W.J. Gehring, (1995), « Induction of ectopic eyes by targeted expression of the eyeless gene in *Drosophila* », *Science* 267 (p. 1788–1792) et S.I. Tomarev, P. Callaerts, L. Kos, R. Zinovieva, G. Halder, W. Gehring, et J. Piatigorsky, « Squid Pax-6 and eye development. » *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 94 (1997) (p. 2421–2426).

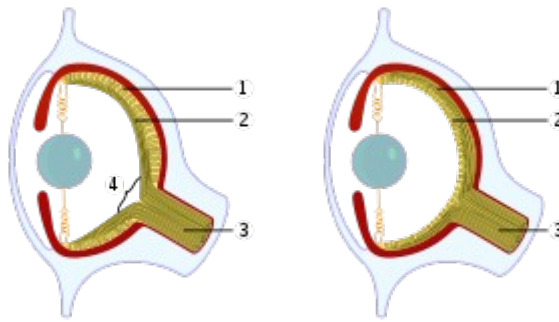


1. Les yeux se sont développés à partir de simples petites surfaces de cellules photoréceptrices pouvant détecter la présence ou l'absence de lumière, mais pas sa direction.
2. En développant une petite dépression de ces cellules photosensibles, l'organisme obtient une meilleure perception de la source lumineuse, en permettant à la lumière de ne frapper que certaines cellules, en fonction de l'angle.
3. Cette dépression se creusant, la précision de l'observation s'améliore.
4. L'ouverture de l'œil se rétrécit alors pour augmenter cette précision, ce qui transforme l'œil en une chambre noire, permettant à l'organisme de percevoir les formes. Le nautilus est un exemple actuel d'animal ayant un tel œil. Le compromis nécessaire entre la précision ainsi obtenue, et la baisse du flux de lumière captée limite les possibilités de développement dans cette direction.
5. Mais ces exigences deviennent compatibles si la couche protectrice de cellules transparentes couvrant l'ouverture vient former une lentille grossière, et l'intérieur de l'œil se remplit d'humeur qui introduit une focalisation<sup>111</sup>.

De cette façon, l'œil est en fait considéré par les biologistes modernes comme une structure à l'évolution relativement simple et sans mystère, et la plupart de ses évolutions majeures ont eu lieu en seulement quelques millions d'années, durant l'explosion cambrienne<sup>112</sup>. Ceci est d'autant plus crédible que plusieurs dispositifs plus ou moins équivalents existent dans la nature avec des dispositions totalement différentes.

<sup>111</sup> Source : Russell D. Fernald, (2001), « The Evolution of Eyes: Why Do We See What We See? » (disponible en ligne ici : [http://www.karger.com/gazette/64/ferald/art\\_1\\_1.htm](http://www.karger.com/gazette/64/ferald/art_1_1.htm)), Karger Gazette 64: « The Eye in Focus » ; Russell D. Fernald, Aquatic Adaptations in Fish Eyes, New York, Springer, (1998) et Russell D. Fernald, (1997), " The evolution of eyes." (disponible en ligne ici : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9310200?dopt=Abstract>), Brain Behav Evol. 50 (pp. 253–259).

<sup>112</sup> Source : S. Conway-Morris, (1998), The Crucible of Creation, Oxford University Press.



En effet, les yeux des vertébrés (à gauche) et des invertébrés comme la pieuvre (à droite) ont évolué indépendamment : les vertébrés ont développé une rétine **1** inversée avec un point aveugle **4** au niveau du nerf optique **3**, alors que les pieuvres l'ont évité grâce à une rétine non-inversée (les terminaisons nerveuses **2** sont à l'extérieur).

De fait, la thèse de la complexité irréductible est en réalité rejetée par la très large majorité de la communauté scientifique en étant considérée comme pseudo scientifique. Des travaux ont même montré que les exemples présentés par Michael Behe ne répondaient pas à sa propre définition de la complexité irréductible, et de nombreux "précurseurs au système complet", qui d'après Michael Behe ne sauraient exister puisque "non fonctionnels et ne présentant pas d'avantages sélectifs", ont été identifiés pour certains des exemples cités par Michael Behe. Les critiques considèrent que la thèse de la complexité irréductible est fondée sur une incompréhension du fonctionnement de ces systèmes biochimiques, et une méconnaissance des mécanismes de l'évolution. Elle est également considérée comme un excellent exemple d' "argumentum ad ignorandum"<sup>113</sup>.

### 2.3.2. ***Où l'enseignant peut-il puiser son information pour maîtriser la théorie darwinienne de l'évolution et pour répondre aux questions des créationnistes :***

#### **Des sites Internet :**

Les enseignants peuvent se procurer énormément d'informations sur le net. Voici une liste de site intéressant :

- Un site parlant d'évolution et de créationnisme par Guillaume Lecointre : <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosevol/decouv/articles/chap1/lecointreInter.html>
- La page du dictionnaire des sceptiques du Québec traitant de l'appel au dessein : <http://www.sceptiques.qc.ca/dictionnaire/design.html>
- Diverses parties du site rationalisme.org parlant d'évolution et de créationnisme : <http://www.rationalisme.org/#>
- Le site de Laurent Penet traitant d'entomologie, de botanique, d'évolution et de pseudo-science telle le créationnisme : <http://laurent.penet.free.fr/index.html>
- Une page donnant des réfutations brèves des arguments créationnistes les plus communs sur le site libresansdieu.org : <http://www.libresansdieu.org/Wiki/R%e9futationsBr%e8ve>
- Une autre page, plus humoristique, donnant des réfutations brèves des arguments créationnistes les plus communs mais aussi des questions pertinentes à poser aux créationnistes : <http://www.nioutaik.fr/index.php/2008/09/29/568-pourquoi-le-creationnisme-c-est-vraiment-n-importe-quoi>
- Un site consacré à l'analyse des relations entre science, religion et société parlant du créationnisme : <http://www.tazius.fr/les-creationnismes/>

<sup>113</sup> L'argument d'ignorance, un sophisme par lequel on déclare fausse une proposition simplement parce qu'elle n'a pas (encore) été démontrée vraie.



- Un dossier Darwin sur le site de l'université de Genève : <http://www.unige.ch/presse/Campus/campus95.html>
- Une interview en ligne par Ciel & Espace Radio (21:13) de Jacques Arnould (Docteur en histoire des sciences et en théologie, Dominicain, chargé de mission pour l'éthique au CNES) parlant de "Dieu versus Darwin : Les créationnistes vont-ils triompher de la science ?" : <http://www.cieletespaceradio.fr/index.php/2007/01/17/53-dieu-versus-darwin-les-creationnistes-vont-ils-triompher-de-la-science-1-2>
- Un dossier sur le créationnisme de l'Association Française pour l'Information Scientifique (AFIS) : <http://www.pseudo-sciences.org/spip.php?rubrique32>
- Un article sur le créationnisme en Europe sur le site Bio-Ethique : <http://networkedblogs.com/p15640338>
- Une interview en ligne d'Antoine Vekris par Jean-Michel Abrassart pour le ballado traitant de scepticisme scientifique de ce dernier. Le sujet est Jean Staune et l'UIP et on y parle surtout de science, de religion, de biologie, de créationnisme, et d'éthique : <http://networkedblogs.com/p15640338>
- Un article en ligne de Michel de Pracontal « Dieu contre la science » : <http://hebdo.nouvelobs.com/sommaire/dossier/083007/dieu-contre-la-science.html>
- Une vidéo sur Youtube (en Anglais) expliquant la théorie de l'évolution en 2 minutes : <http://www.youtube.com/watch?v=FzmxzeZJeho>
- Une vidéo sur Youtube (en Anglais) posant des questions pertinentes à ceux qui rejettent l'évolution : <http://www.youtube.com/watch?v=63LRfLyR-JU>

### **Des dossiers :**

Les enseignants peuvent se procurer des dossiers sur le Darwinisme ou sur le créationnisme auprès d'organismes tels que l'Institut royal des Sciences Naturelles de Belgique, rue Vautier 29 à 1000 Bruxelles.

### **Ce document :**

Ce document a également été conçu comme un outil pouvant être utilisé par des enseignants. C'est pourquoi de nombreuses annexes, parlant notamment des preuves de l'évolution et de la théorie synthétique de l'évolution, ont été rajoutées à la fin du document bien que leurs lectures ne soient pas requises pour la compréhension de ce travail.

## 2.4. **L'enseignant doit utiliser des moyens didactiques plaisants et ludiques pour enseigner la théorie Darwinienne de l'évolution :**

Nous l'avons vu aux paragraphes précédents, la solution se trouve dans un enseignement de l'évolution qui doit figurer de façon centrale dans les programmes généraux d'enseignement, et notamment au cœur des programmes scientifiques, en excluant des disciplines scientifiques les thèses présentées par les créationnistes (que ce soit aux côtés ou en lieu et place de la théorie de l'évolution) et, de plus, l'enseignant doit maîtriser le plus parfaitement possible la théorie Darwinienne de l'évolution.

### **Mais cela ne suffira toujours pas !**

En effet, les élèves anti-évolutionnistes viennent souvent de milieux populaires qui ne connaissent pas du tout la science ou qui la tiennent pour une simple opinion. Ces jeunes gens pensent souvent qu'il s'agit d'un combat anti-raciste car ils voient Darwin, **qu'ils n'ont pas lu**, comme un colonialiste. Il faut donc parvenir à inciter les élèves à lire et comprendre Darwin et à ne pas se contenter de la caricature de ses idées.

**Or, ils viennent justement avec énormément d'idées préconçues sur le sujet qui sont antérieures et extérieures à l'école et toute la difficulté consiste à les accrocher dès le début du cours et à leur faire accepter de revoir leur jugement.**

C'est pour cela que l'enseignant va devoir faire preuve de beaucoup d'imagination et faire appel à des moyens didactiques plaisants et ludiques pour enseigner la théorie Darwinienne de l'évolution !

### ***Voici quelques pistes de moyens didactiques intéressants :***

#### **L'utilisation de matériels audio-visuels :**

Nous avons déjà vu précédemment deux films très didactiques pouvant être utilisés en milieu scolaire :

- L'interview de Guillaume Lecointre par CINAPS TV & CNRS Image pour l'émission "Effervesciences"<sup>114</sup> traitant principalement de l'évolution, de la phylogénétique, de la différence entre savoir et croyance, du "contour des sciences" et du danger du créationnisme (voir chapitre 3.1.3.).
- Le film "Espèces d'espèces" de Denis van Waerebeke (coproduction Ex Nihilo, France 5, ARTE France, Le Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, Le CNRS Images) parlant principalement de l'évolution, de la biodiversité et de la phylogénétique (voir point B. de la partie "Pourquoi ce mythe est-il... un mythe ?" du premier exemple - "L'homme descend du singe" - du chapitre 3.3.1.).

Mais bien d'autres films existent, comme par exemple ceux-ci :

- Un excellent petit film d'animation intitulé "Evolution, les pièces du puzzle" de Lionel Daneau et Michèle Antoine (produit par l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique et Triangle 7) parlant principalement de l'évolution et de la phylogénétique<sup>115</sup> :

---

<sup>114</sup> "Effervesciences" (CINAPS TV & CNRS Image), "Darwin aujourd'hui" avec comme invité : Guillaume Lecointre. Disponible en ligne ici : [http://www.dailymotion.com/video/x9z5o4\\_Ã@ffervesciences-darwin-aujourd-hui\\_tech](http://www.dailymotion.com/video/x9z5o4_Ã@ffervesciences-darwin-aujourd-hui_tech)

<sup>115</sup> Ce film est continuellement projeté dans la "géode" de la galerie de l'évolution du Musée des Sciences Naturelles de Bruxelles. Il est toutefois disponible à la demande auprès de Madame Michèle Antoine ([Michele.Antoine@sciencesnaturelles.be](mailto:Michele.Antoine@sciencesnaturelles.be)) pour utilisation pédagogique uniquement.



Ce film (fichiers "VTS\_01" pour la version française et fichiers "VTS\_02" pour la version anglaise) se trouve dans le sous-fichier « 05. Evolution, les pièces du puzzle » du fichier « 03. Films » de ce DVD.

- Un film en Anglais du célèbre naturaliste, scénariste et producteur britannique David Attenborough, intitulé "Tree of life" (production Welcome Trust et BBC) parlant également principalement de l'évolution et de la phylogénétique<sup>116</sup> :



Ce film se trouve dans le sous-fichier « 06. Tree of life, David Attenborough » du fichier « 03. Films » de ce DVD.

### Des sorties, des visites :

En Belgique nous avons la chance d'avoir un remarquable Musée des Science Naturelles à Bruxelles<sup>117</sup> qui consacre notamment tout un pavillon à l'Evolution (La Galerie de l'Evolution<sup>118</sup>) !

<sup>116</sup> Disponible en ligne ici : <http://www.youtube.com/watch?v=qabl5elba2g>.

<sup>117</sup> Rue Vautier 29 à 1000 Bruxelles. Site Internet officielle : <http://www.sciencesnaturelles.be/>

<sup>118</sup> Voir : [http://www.sciencesnaturelles.be/museum/evolution/evolution\\_hall](http://www.sciencesnaturelles.be/museum/evolution/evolution_hall)

Cette galerie nous fait découvrir d'innombrables preuves scientifiques qui proposent une explication naturelle et matérielle de l'origine et de la dynamique de la biodiversité sur Terre, y compris en ce qui concerne l'être humain.

Elle expose les données, les méthodes et les résultats qui permettent à la science de reconstruire l'histoire de la vie... et comme dans tout projet scientifique il n'y a pas de place pour ce qui ne peut être testé ou démontré.

Cette nouvelle galerie est aussi le ciment qui rassemble toutes les autres salles d'exposition qui traitent de la vie sur terre ("Des Hommes et des Mammouths", "Les Dinosaurés", les diverses salles "Monde Animal", etc.) en un ensemble logique et scientifiquement incontestable.

En définitive, dans le musée l'évolution devient le fil rouge qui lie toutes les formes de vie, et c'est le message que ce musée veut communiquer aux visiteurs avec la fameuse formule du biologiste de l'évolution Theodosius Dobzansky :

**"Rien n'a de sens en biologie si ce n'est à la lumière de l'évolution" !**

Une bonne présentation de la galerie de l'évolution du Musée des Sciences Naturelles à Bruxelles peut être vue à la fin d'un reportage sur la perception de la théorie de l'évolution dans les écoles en Belgique réalisé par Anne Schiffmann et qui a été diffusé dans le magazine "Au quotidien " de la RTBF le 3 mars 2009<sup>119</sup>.



Ce film (fichiers "VTS\_01") se trouve dans le sous-fichier « 02. RTBF, G. Delpature et A. Schiffmann » du fichier « 03. Films » de ce DVD.

### **Proposer aux élèves de traiter le sujet suivant un projet impliquant différents cours :**

Une idée serait, par exemple, de proposer aux élèves de traiter le sujet sous forme d'enquête journalistique en récoltant, dans un premier temps, les informations scientifiques (preuve de l'évolution, darwinisme, théorie synthétique de l'évolution,...) au travers du cours de sciences. Ensuite, d'analyser l'évolution de la théorie au travers de l'histoire (lamarckisme, darwinisme, Mendel et la découverte de la génétique,...) avec l'aide du professeur d'histoire. Puis de débattre au travers du cours de religion ou de morale, sur base d'informations, d'interviews, etc., des opinions de différents responsables religieux. Et enfin, de rassembler et résumer tout cela sous la forme d'un document qui pourrait être présenté comme dissertation au cours de français.

Attention toutefois que ce genre de travail doit être préparé à l'avance, avec beaucoup de précaution. Une grande attention sera portée sur le fait que tous les différents enseignants impliqués dans le processus soient sur la même longueur d'onde et qu'il y ait une réelle synergie visant des objectifs identiques dans l'apprentissage... il est inutile de jeter la confusion dans l'esprit des adolescents !

<sup>119</sup> Disponible à la RTBF auprès de Monsieur Pierre Parent : [ppa@rtbf.be](mailto:ppa@rtbf.be)

Il est à remarquer d'ailleurs qu'alors que tous les cours enseignés dans les écoles sont bien basés sur une transmission de savoirs et de connaissances, celui de religion est une exception puisqu'il est le seul basé sur une transmission de croyances. Cependant, beaucoup de professeurs de religion de nos jours sont bien conscients de cela et adaptent au maximum leurs matières pour correspondre mieux aux objectifs que devrait toujours se fixer une école : enseigner des faits et connaissances démontrés !

### **Des expériences interactives interpellantes :**

Un très bon exemple est l' « **L'expérience Dinosaurioïde** (Evoluer ? Une expérience de Science et de Fiction !) » qui a lieu en ce moment en France.

Il s'agit en fait d'une expérience inédite ayant pour but d' « initier une rencontre entre le public et le monde scientifique, de promouvoir une nouvelle approche pour le partage des connaissances issues de la recherche et de renouveler les formes de dialogue entre la science et la société » et ce autour du thème de la théorie de l'évolution.

Le dossier de presse de cette expérience est résumé ci-dessous en annexe IV (Evoluer ? Une expérience de Science et de Fiction : L'expérience Dinosaurioïde !).<sup>120</sup>

En résumé, des scientifiques (expérience de Science) ont essayé d'imaginer (expérience de Fiction) ce qu'auraient pu devenir les dinosaures s'ils n'avaient pas disparu et si on leur appliquait la théorie de l'évolution.

Ensuite, ils ont demandé à un artiste plasticien de réaliser grandeur nature une reproduction du fruit de leurs cogitations. Le résultat : un Dinosaurioïde !



Cette oeuvre d'art est ensuite utilisée pour créer une surprise, créer le questionnement, faire réagir, et amener le public (surtout les jeunes) à participer à une rencontre avec des chercheurs pour discuter, échanger et débattre autour de la théorie de l'évolution (en replaçant le Dinosaurioïde dans le contexte des travaux de recherche sur l'origine de la vie sur Terre et son évolution).

Cet outil peut également être utilisé pour la lutte contre les créationnistes !

L'action pédagogique prévue dans les écoles avec cet outil (une tournée du Dinosaurioïde dans différents établissements scolaires de type collège et lycée et notamment dans les collèges classés en Zone d'Education Prioritaire) a commencé en janvier 2010. Elle peut-être suivie en direct sur **Facebook** (Expérience Dinosaurioïde) où des photos, comptes rendus et articles de cette tournée sont publiés !

<sup>120</sup> La version complète de ce dossier de presse est également disponible ici : <http://pedagogie.ac-toulouse.fr/culture/sciences/DinoFDS09/Dino-dossier-de-presse.pdf>





## 2.5. L'enseignant doit accepter de se faire "aider" si cela est nécessaire :

Nous avons pu le voir, les opposants à la théorie de l'évolution se font de plus en plus offensifs dans les écoles pour imposer leurs croyances<sup>121</sup>. Face à cela, les professeurs sont parfois désarmés... et ils sollicitent de l'aide et des formations appropriées.

Par exemple en France, d'après Rachel Mulot<sup>122</sup>, le Syndicat des enseignements du second degré (SNES), a organisé plusieurs colloques<sup>123</sup> sur l'enseignement de l'évolution à la demande de professeurs désorientés qui souhaitent confronter leurs expériences et apprendre à répondre sans se troubler.

En effet, dans les écoles de la République, les professeurs de philosophie sont les mieux armés pour débattre et manipuler des idées contradictoires avec leurs élèves mais ils n'interviennent qu'en terminale. Quant aux professeurs de Sciences de la vie et de la Terre (SVT)<sup>124</sup>, **ils sont insuffisamment formés**, à en croire le biologiste Marc-André Sélosse, professeur des universités à Montpellier, qui plaide pour « un renforcement de la formation en épistémologie<sup>125</sup> et en histoire des sciences des professeurs, comme des élèves ».

C'est dans ce genre de colloques qu'il faudrait justement aider chacun à préciser les contours des sciences et ceux de la croyance comme nous l'avons vu. Cela pourrait permettre également aux professeurs d'expliquer aux élèves pourquoi une théorie « incomplète » n'est pas forcément fausse... l'une des idées reçues les plus répandues sur la théorie de l'évolution<sup>126</sup>.

Dans le même ordre d'idée, toujours en France, un dossier d'actualité dense et très fouillé a été mis à la disposition du corps enseignant par le Service de Veille Scientifique et Technologique de l'Institut National de la Recherche Pédagogique (INRP)<sup>127</sup>.

---

<sup>121</sup> Une enquête menée en 2007 par Laurence Maurines, spécialiste de l'enseignement des sciences, montre effectivement que les interventions d'élèves portant sur un registre religieux se multiplient en cours de biologie et de physique en France. L. Maurines et S. Pugnaud, "L'enseignement scientifique et le fait religieux : résultats d'une enquête exploratoire auprès des enseignants de sciences" (2007), actes des cinquièmes rencontres scientifiques de l'ARDIST, Montpellier, pp. 265-272 : <http://www.aix-mrs.iufm.fr/ardist/index.php?quoi=2007>.

<sup>122</sup> Rachel Mulot, "Contestation de l'évolution: aider des professeurs désarmés", Sciences-et-Avenir.com (22/01/2009) : [http://www.sciencesetavenir.fr/actualite/archeo-paleo/20090122.OBS0969/contestation\\_de\\_levolution\\_aider\\_des\\_professeurs\\_desarm.html](http://www.sciencesetavenir.fr/actualite/archeo-paleo/20090122.OBS0969/contestation_de_levolution_aider_des_professeurs_desarm.html)

<sup>123</sup> L'évolution, théorie scientifique et enseignement. CD rom. Actes de la journée SNES, mars 2006 et du colloque SNES, octobre 2007. Textes, fichiers audio et vidéo. Disponible chez Adapt éditions (9,50€). Voir également le compte rendu résumé d'un de ces colloques (Rachel Mulot, "Le difficile enseignement de l'évolution à l'école", Sciences et Avenir.com, 20/11/08) en ligne ici : [http://www.sciencesetavenir.fr/actualite/archeo-paleo/20081120.OBS1885/le\\_difficile\\_enseignement\\_de\\_levolution\\_a\\_lecole.html](http://www.sciencesetavenir.fr/actualite/archeo-paleo/20081120.OBS1885/le_difficile_enseignement_de_levolution_a_lecole.html)

<sup>124</sup> L'équivalent des professeurs de Biologie en Belgique.

<sup>125</sup> Par « epistemology », un anglophone réfère en général à une branche spécialisée de la philosophie, la théorie de la connaissance. Les francophones pour leur part se servent plutôt du terme « épistémologie » pour désigner l'étude des théories scientifiques. En fait, les deux acceptions sont étymologiquement justifiées, car le mot grec épistémê (qui s'oppose au mot *doxa* qui signifie "opinion") peut être tantôt traduit par le mot "science", tantôt par le mot "savoir". On peut réconcilier ces deux acceptions en parlant, de manière très générale, de l'épistémologie comme de la théorie de la connaissance scientifique. L'épistémologie a donc pour objet d'étude la science et, analytique et réflexive, elle constitue en ce sens une démarche du second degré examinant une activité première. En d'autres termes, elle veille à faire totalement abstraction des choses que vise la science qu'elle prend elle-même pour objet, elle s'assigne comme domaine exclusif d'étude, non pas ce sur quoi porte la science, mais ce qu'elle en dit. Pour plus de précision, voir par exemple sur Wikipédia : <http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89pist%C3%A9mologie>

<sup>126</sup> D'après le n° de février de Sciences et Avenir.

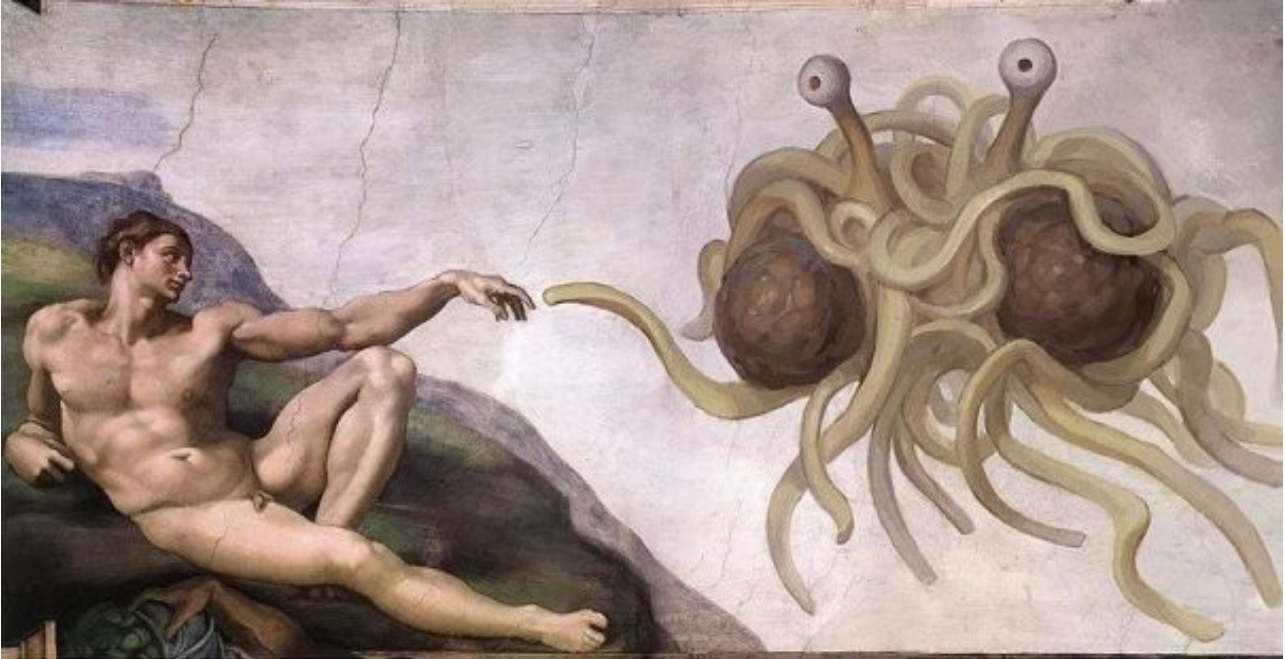
<sup>127</sup> "Enseigner l'évolution en France", Service de Veille Scientifique et Technologique de l'Institut National de la Recherche Pédagogique (INRP). Voir : <http://www.educasource.cndp.fr/detail.asp?ID=141737&mode=detaille>



## 2.6. L'humour, toujours l'humour<sup>128</sup> :

L'usage de l'humour peut mieux faire passer certains messages, peut dédramatiser la situation et ouvrir le dialogue. Mais attention, à user de l'humour avec parcimonie, bon sens afin de ne pas heurter certaines sensibilités, bien souvent à fleur de peau.

Bien que cette action humoristique qui a lieu aux Etats-Unis d'Amérique soit difficilement transposable en Europe où le contexte n'est pas le même, et bien aussi que cette action ne soit pas celle d'un enseignant mais plutôt celle d'un citoyen combattant des dérives politiques ayant des répercussions sur l'enseignement, le "**Pastafarisme**" mérite d'être expliqué dans ce travail !



Le Pastafarisme<sup>129</sup> est une religion, ou plus exactement une **parodie de religion**, créée en 2005 par Bobby Henderson, diplômé en physique de l'Université d'État de l'Oregon, pour protester contre la décision du Comité d'Éducation de l'État du Kansas, soutenue par le président des États-Unis George W. Bush et le sénateur Bill Frist, de permettre au dessein intelligent d'être enseigné dans les cours de science au même titre que la théorie de l'évolution.

Tout d'abord, Bobby Henderson inventa les bases de cette religion (qui se sont étoffées depuis lors) et créa un site Internet pour relayer son action<sup>130</sup>. Ensuite, en juin 2005, il soumit une lettre ouverte au Comité d'Éducation du Kansas en réponse à la décision de ce dernier d'accorder un temps d'enseignement du dessein intelligent égal à celui de la théorie de l'évolution Darwinienne dans les classes de biologie. Dans cette lettre, en toute logique, il demandait que les théories Pastafariennes se voient attribuer **également** un temps d'enseignement égal aux autres.

Une traduction en français de cette lettre à l'humour truculent se trouve ci-dessous dans l'annexe V ("**L'action humoristique aux Etats-Unis d'Amérique de Bobby Henderson : le Pastafarisme**").

Peu de temps après, Bobby Henderson reçut des réponses de remerciement de trois membres sympathisants du comité, ainsi qu'un quatrième message de mise en garde selon lequel c'était « une offense grave de railler Dieu ». Ces 4 lettres sont également reproduites (en anglais) ci-dessous dans l'annexe V ("**L'action humoristique aux Etats-Unis d'Amérique de Bobby Henderson : le Pastafarisme**").

Le mois suivant, le trafic sur le site de Bobby Henderson augmenta régulièrement. Ensuite, la popularité du site a explosé en août (jusqu'à plusieurs dizaines de milliers de visites par jour), quand l'histoire du Monstre

<sup>128</sup> La source principale, mais non exclusive, de cette annexe est Wikipédia.

<sup>129</sup> Flying Spaghetti Monsterism ou Pastafarianism en anglais. Pastafarisme et Pastafarianism étant des "mots valises" faisant référence aux pâtes et au mouvement rastafari (ou « rasta », qui est un vrai mouvement religieux dont le nom provient de l'amharique Ras Tafari de ras, tête - mais ici « leader, seigneur » - , et Tafari, « Celui qui sera Craint »).

<sup>130</sup> Ce site existe toujours et continue à militer pour la même cause : <http://www.venganza.org/>. Pour le site officiel de la branche francophone de la Sainte Eglise du Monstre en Spaghettis Volant, voir ici : [http://site.lesdoigtsbleus.free.fr/monstre\\_spaghettis.htm](http://site.lesdoigtsbleus.free.fr/monstre_spaghettis.htm)

en Spaghettis Volant a été relatée dans divers blogs et des sites d'actualité en ligne. Les médias traditionnels ont alors également suivi le mouvement.

Le pastafarisme a reçu aussi le soutien de quelques universitaires, dont l'anthropologue spécialiste des religions Susan Johnston, qui a précisé les attributs du Monstre, à la fois mâle et femelle, « avec des appendices nouillesques et deux boulettes de viande rondes qui représentent clairement les seins de la grande déesse maternelle. »



Une évocation du monstre en spaghettis volant suivant la description de l'anthropologue spécialiste des religions Susan Johnston

Depuis lors, cette religion est devenue un véritable phénomène (sur Internet principalement), rassemblant des milliers d'adeptes du Monstre en Spaghettis Volant de par le monde qui affirment avoir été touchés par « Son Appendice Nouillesque » (ou « Nouilleux ») et louent le nom de leur « Maître Nouillesque » comme étant la seule vraie religion !

Cette religion possède maintenant son propre évangile<sup>131</sup> et aussi son Gospel<sup>132</sup> (l'exposé des dogmes « religieux » du Pastafarisme) dont voici quelques points :

- Un être invisible et omniscient appelé le Monstre en Spaghettis Volant a créé l'univers en incluant une montagne, un arbre et un « midget<sup>133</sup> » qui est défini par le Pastafarisme comme un petit humain (dont les proportions sont cependant considérées comme médicalement normales) et ce **en un seul jour** (ce que les Pastafariens considèrent comme un avantage par rapport au christianisme).
- Tous les signes suggérant la validité de la théorie de l'évolution de Darwin ont été placés par le Monstre en Spaghettis Volant afin de nous induire en erreur et pour tester la foi des Pastafariens.
- Le réchauffement climatique est une conséquence directe du déclin de la population de pirates comme le prouve un graphique montrant la corrélation inverse entre la population de pirates et la température moyenne sur Terre. C'est pour cette raison que le costume officiel du Pastafarien est l'habit de pirate<sup>134</sup>.

<sup>131</sup> Bobby Henderson, "L'Évangile du Monstre en spaghettis volant", Le Cherche midi, (12 mars 2008).

<sup>132</sup> Bobby Henderson, "The Gospel of the Flying Spaghetti Monster".

<sup>133</sup> Nain en anglais.

<sup>134</sup> Une des réclamations de Bobby Henderson est que les enfants puissent aller à l'école en costume de pirates !

- Les prières adressées à Sa Nouilleté se terminent généralement par **Ramen**<sup>135</sup> et le souhait à un autre Pastafarien peut être adressé comme suit : « Puisse Son appendice nouillesque vous toucher<sup>136</sup> » ou « Que la Pâte soit avec vous<sup>137</sup> ».
- Lorsque quelqu'un éternue, le Pastafarien répond par « Pesto » qui a le même sens que l'expression chrétienne « Bless you » (« Dieu vous bénisse »).
- Le paradis promis à la fin de leurs jours contient pour les Pastafariens un volcan de bière ainsi qu'une usine de strip-teasers/euses selon les goûts de chacun.
- Bobby Henderson est le prophète incontesté du Pastafarisme.
- Le vendredi est une journée sacrée où il est de mise de manger des pâtes, et c'est aussi un jour de congé.

**Les Pastafariens luttent pour la reconnaissance de leur religion et pour le droit de pouvoir pleinement la pratiquer en toute liberté.**

---

<sup>135</sup> Parodie de Amen, sachant que les rāmen sont des nouilles japonaises.

<sup>136</sup> May you be touched by His Noodely Appendage.

<sup>137</sup> May the Pasta be with you... qui est une référence au " May the force be with you" (que la force soit avec toi) de la Guerre des Etoiles !

# Annexe I :

## Les arguments en faveur de l'évolution<sup>138</sup>

### 1. Les indices flagrants de liens de parentés entre les différentes espèces :

Cette preuve est simple : **si on arrive à établir un lien de parenté entre deux espèces différentes, alors cela veut dire qu'une espèce ancestrale s'est transformée en, au moins, une de ces deux espèces !**

Or, un lien de parenté entre espèces fossiles et/ou actuels peut "facilement" être mis en évidence par le partage d'au moins un caractère homologue, c'est-à-dire provenant d'un ancêtre<sup>139</sup>.

Ces indices de parenté sont décelables à plusieurs niveaux : **morphologique, cellulaire et moléculaire** et, parfois même, pour des espèces très proches, au niveau du **comportement**.

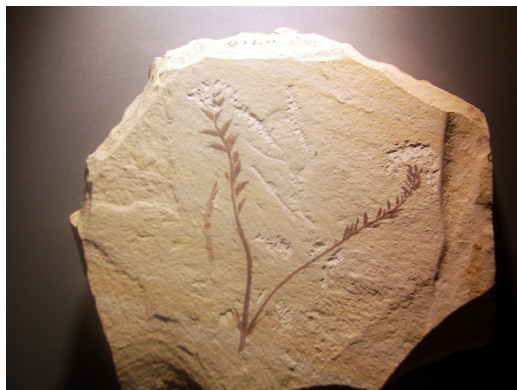
Il est d'ailleurs patent de constater que depuis l'Antiquité l'Homme a tenté de trouver un ordre dans la nature<sup>140</sup> selon les **ressemblances et les différences** qu'il observait chez les animaux et les végétaux donnant naissance à diverses classifications des espèces. Ce faisant, l'observation des êtres vivants a indubitablement révélé l'existence de nombreux points communs dans l'organisation anatomique, physiologique et biochimique des organismes.

#### 1.1. Indices de parenté morphologiques :

Les différentes espèces d'un embranchement, malgré des aspects extérieurs très différents, partagent un plan d'organisation invariable<sup>141</sup>. L'homologie des organes entre tous les membres d'un groupe biologique se retrouve à n'importe quel niveau de la classification.

<sup>138</sup> La source principale, mais non exclusive, de cette annexe est Wikipédia.

<sup>139</sup> Attention, il est en pratique impossible d'affirmer qu'une espèce FOSSILE est l'ancêtre d'une espèce ACTUELLE, car il ne sera jamais garanti que l'espèce actuelle ne s'est pas différenciée à partir d'une autre espèce proche, mais qui n'aurait pas été découverte. En effet, la conservation de restes d'espèces éteintes est un événement relativement improbable surtout pour les périodes les plus anciennes. On peut seulement estimer les liens de parenté, avec les autres espèces déjà connues, actuelles ou fossiles. Par exemple le fossile de fleur connu le plus ancien (*Archaeofructus liaoningensis*, voir photo ci-dessous) a été daté de 140 millions d'années. Cet organe est donc apparu sur Terre, il y a au moins 140 millions d'années. Mais d'autres espèces proches, avec des fleurs, existaient aussi certainement à cette époque. Personne n'est capable d'affirmer laquelle de ces espèces est l'ancêtre des plantes à fleur actuelles. Dès lors, on ne cherchera que les relations de parenté, les relations d'ancêtre à descendant ne pouvant jamais être reconstituées.



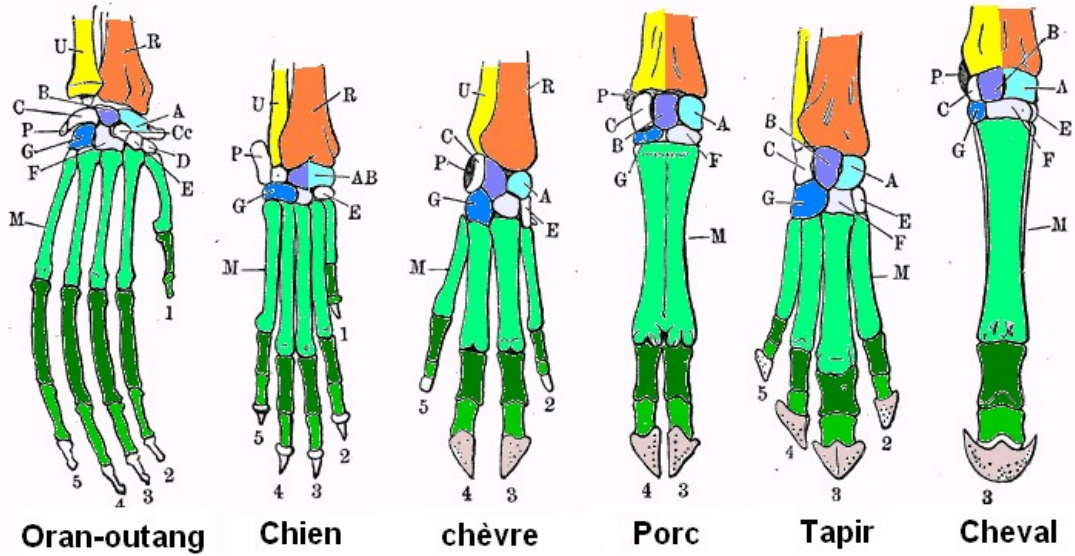
Le fossile d'*Archaeofructus liaoningensis*

L'âge d'une espèce fossile, en revanche, indique l'âge minimum d'apparition des caractères qu'elle possède. Il est alors possible de reconstruire l'histoire de l'évolution, en plaçant sur une échelle des temps l'apparition des différents caractères. Les fossiles nous indiquent que l'ordre d'apparition des innovations évolutives est tout à fait en accord avec l'idée d'une évolution, qui dans un schéma général, part de structures simples vers des structures plus complexes (mais pas toujours, l'évolution pouvant également conduire à une simplification).

<sup>140</sup> Par exemple Aristote dans son Histoire des animaux : <http://remacler.org/bloodwolf/philosophes/Aristote/tableanimaux.htm>

<sup>141</sup> Parenté et diversité des organismes, Université Pierre-et-Marie-Curie, Paris, (page consultée le 2 juillet 2008) : <http://www.snv.jussieu.fr/vie/dossiers/parente/parente.htm>

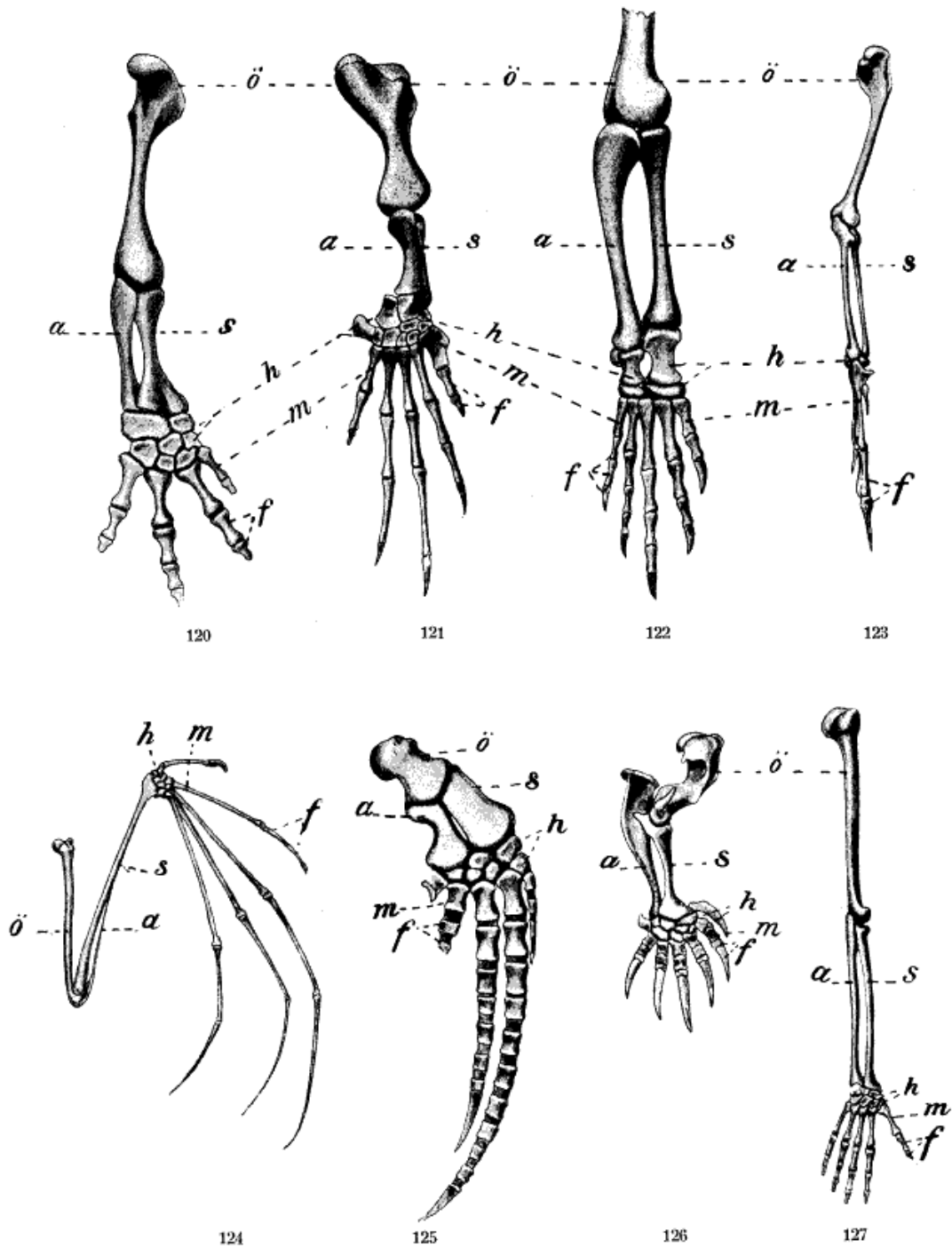
Par exemple, chez tous les **mammifères**, les membres sont organisés de la même façon : ceux d'une baleine, d'un lion, d'une chauve-souris ou d'un homme comportent les mêmes os, même si leur forme est très variable et qu'ils sont employés à des fonctions complètement différentes.



Les métacarpes (« mains ») de différents mammifères ont un même plan d'organisation, ce qui traduit une homologie.

On peut aller plus loin et constater que les membres antérieurs de tous les **tétrapodes**<sup>142</sup> présentent une indéniable homologie de structure comme on peut le voir sur le dessin ci-dessous ou encore en observant l'aile d'un oiseau ou d'une chauve-souris.

<sup>142</sup> Un tétrapode (Broili, 1913) est un animal du sous-embranchement des vertébrés dont le squelette comporte deux paires de membres.

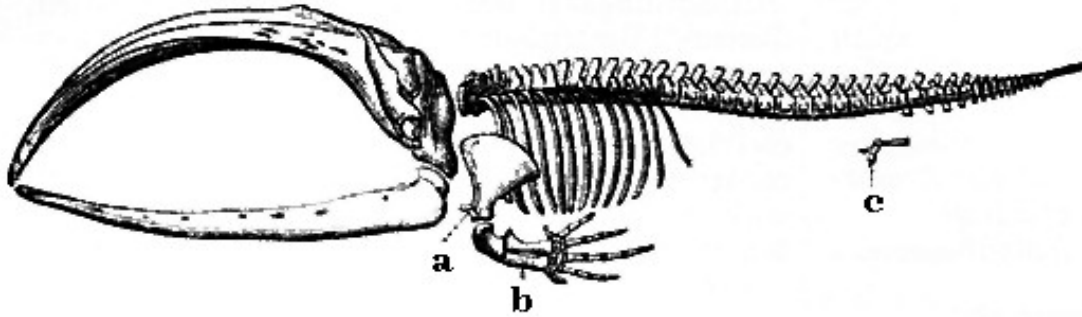


Le membre antérieur des tétrapodes présente une structure homologue.

En fait, une analyse morphologique montre que l'on retrouve même aisément cette structure osseuse du membre antérieur chez **tous les vertébrés**<sup>143</sup> car les membres des tétrapodes proviennent des nageoires des poissons !

<sup>143</sup> Les vertébrés comprennent les **tétrapodes** cités précédemment mais aussi les lamproies, les poissons cartilagineux (Chondrichthyens), les poissons osseux (Ostéichthyens), les Actinistiens (comme le coelacanthe) et les dipneustes (poissons pulmoneux osseux primitifs). Pour plus de précision sur la phylogénie des vertébrés, voir par exemple sur Wikipédia : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Vert%C3%A9br%C3%A9s#Phylog.C3.A9nie>.

Comme autre exemple, on peut aussi citer le fait que les baleines, animaux adaptés à la vie aquatique, gardent une trace de leurs ancêtres quadrupèdes terrestres<sup>144</sup> par la présence d'os vestigiaux correspondant au bassin (ceinture pelvienne).



Squelette de baleine. En c figure le vestige de bassin<sup>145</sup>.

Dans le même ordre d'idée, il y a également des vestiges de pattes chez certains serpents comme les boas<sup>146</sup>.

Mais encore :

- Les défenses à croissance continue des éléphants sont en fait homologues des incisives des autres mammifères, dont l'homme ;

<sup>144</sup> En effet, aussi curieux que cela puisse paraître les paléontologistes sont tous d'accord pour dire que les mammifères marins ont une origine TERRESTRE. Parmi les ancêtres de la baleine bleue figure donc un mammifère terrestre ongulé aux pattes fines de la taille d'un raton-laveur ressemblant à un daim, mais apparenté aux artiodactyles dont les dromadaires sont des exemples modernes (le Pakicetus sp). Ce petit mammifère vivait sur les rivages de la Thétys entre -55 et -34 millions d'années environ était certainement assez proches des hippopotames (qui est un artiodactyles), comme la biologie moléculaire l'a montré par comparaison du génome de l'hippopotame à celui des cétacés (Futura-Science : [http://www.futura-sciences.com/fr/news/t/paleontologie/d/le-premier-ancetre-nageur-des-cetaces-etait-il-un-daim-miniature\\_14010/](http://www.futura-sciences.com/fr/news/t/paleontologie/d/le-premier-ancetre-nageur-des-cetaces-etait-il-un-daim-miniature_14010/) et [http://www.futura-sciences.com/fr/news/t/paleontologie/d/les-ancetres-des-baleines-naissaient-sur-la-terre-ferme\\_18412/](http://www.futura-sciences.com/fr/news/t/paleontologie/d/les-ancetres-des-baleines-naissaient-sur-la-terre-ferme_18412/)).



Aspect probable du Pakicetus sp.

Plus tard (il y a 47 millions d'années), un lointain ancêtre (le Maiacetus inuus) de ce que nous appelons aujourd'hui "baleine" vivait dans l'eau et était déjà très adapté à cette vie aquatique mais se reposait, s'accouplait et mettait bas sur la terre ferme (Maxiscience : [http://www.maxisciences.com/baleine/il-y-a-47-millions-d-039-annees-l-039-ancetre-de-la-baleine-mettait-bas-sur-la-terre-ferme-decouvrez-les-images\\_art813.html](http://www.maxisciences.com/baleine/il-y-a-47-millions-d-039-annees-l-039-ancetre-de-la-baleine-mettait-bas-sur-la-terre-ferme-decouvrez-les-images_art813.html) et Futura-Science : [http://www.futura-sciences.com/fr/news/t/paleontologie/d/les-ancetres-des-baleines-naissaient-sur-la-terre-ferme\\_18412/](http://www.futura-sciences.com/fr/news/t/paleontologie/d/les-ancetres-des-baleines-naissaient-sur-la-terre-ferme_18412/)).



Aspect probable du Maiacetus inuus.

Cela veut donc dire que les nageoires des poissons ont d'abord évolué vers des pattes locomotrices adaptées à la vie terrestre chez le Pakicetus sp. pour ensuite, en passant par des pattes déjà assez bien adaptées à la vie aquatique comme chez le Maiacetus inuus, se réadapter complètement à la vie aquatique en redevenant des nageoires chez les baleines !

<sup>145</sup> L. Bejder, B.K. Hall, « Limbs in whales and limblessness in other vertebrates: mechanisms of evolutionary and developmental transformation and loss », dans *Evol. Dev.*, vol. 6, n° 4, Nov.-Dev. 2002, p. 445-58.

<sup>146</sup> Vestigial Organs, A Snake—With Legs (en) - Site du musée d'histoire naturelle américain : <http://www.amnh.org/exhibitions/darwin/evolution/vestigial.php>

- Les appendices masticateurs des arthropodes sont, à l'origine, des appendices locomoteurs réduits et il en va de même apparemment pour les Onychophores<sup>147</sup> ;
- Etc.

## 1.2. Indices de parenté cellulaire et moléculaires :

Comme on vient de le voir, si certaines espèces se ressemblent beaucoup et d'autres moins, l'unité du vivant n'a guère été remise en cause au cours du temps ; elle a même été renforcée d'abord au XIX<sup>e</sup> siècle par la découverte de la **cellule**, unité vivante fondamentale de tous les organismes, puis au XX<sup>e</sup> siècle par la découverte de l'**ADN** comme support de l'hérédité commun à tout le vivant.

### Les faits parlent d'eux-mêmes :

- Le support de l'information héréditaire est TOUJOURS l'ADN pour l'ensemble du vivant ;
- Le code génétique, code de correspondance entre l'ADN et les protéines est quasiment le même chez tous les êtres vivants ;
- Le séquençage de l'ADN<sup>148</sup> de différents êtres vivants fait apparaître de nombreuses régions étroitement proches (semblables) donc apparentées<sup>149</sup> qui codent des protéines aux fonctions ou structures différentes mais assez proches (Exemple : les gènes qui codent les hémoglobines, myoglobines...).
- Etc.

Il est quand même édifiant de constater que tous les êtres vivants fonctionnent sur les mêmes bases moléculaires (ADN, ARN, protéines...) et utilisent le même code génétique. Les différences entre les espèces et les variations entre individus au sein d'une même espèce sont dues essentiellement à des différences dans la séquence des gènes et la structure des chromosomes, différences provoquées par des mutations et des réarrangements chromosomiques occasionnels. Ces événements aléatoires, qui produisent des individus dont les gènes sont légèrement différents de ceux de leurs parents, sont certes

<sup>147</sup> Les onychophores (Onychophora) sont des animaux terrestres de 1 à 15 cm de long, segmentés, portant une paire d'appendices NON ARTICULES sur chaque segment (ils peuvent compter de 15 à plus de 40 segments). Ils font partie du super embranchement des panarthropodes (*Panarthropoda*) tout comme les arthropodes (Arthropoda) mais ne font pas parties de ces derniers. Pour plus de précision sur la phylogénie des onychophores, voir par exemple sur Wikipédia : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Onychophora>, <http://fr.wikipedia.org/wiki/Panarthropoda> et [http://fr.wikipedia.org/wiki/Onychophora\\_\(classification\\_phylog%C3%A9n%C3%A9tique\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Onychophora_(classification_phylog%C3%A9n%C3%A9tique)).



<sup>148</sup> Le séquençage de l'ADN consiste à déterminer l'ordre d'enchaînement des composants (nucléotides) d'un ADN ou d'un fragment d'ADN donné. Pour plus de précision, voir par exemple sur Wikipédia : [http://fr.wikipedia.org/wiki/S%C3%A9quen%C3%A7age\\_de\\_l'ADN](http://fr.wikipedia.org/wiki/S%C3%A9quen%C3%A7age_de_l'ADN)

<sup>149</sup> Ont dit alors que les gènes sont homologues. Plus précisément, d'après Guillaume Lecointre :

- Deux gènes pris chez la même espèce issus d'une duplication génétique ancestrale sont dits paralogues (ex. : alpha globine de cheval et bêta globine de cheval) ;
- Deux gènes pris chez deux espèces différentes issus d'une spéciation ancestrale sont dits orthologues (ex. Alpha globine de cheval et alpha globine de poulet).
- Deux gènes pris chez deux espèces différentes issus d'une duplication ancestrale sont dits métalogueues (ex. : bêta globine de cheval et alpha globine de poulet).



rare et - comme une coquille qui se glisse dans l'impression d'un texte - plus souvent nocifs qu'utiles, mais suffisent pour introduire la variabilité, source de l'évolution<sup>150</sup>.

Un autre indice flagrant de l'évolution est le suivant : dans le monde végétal, la présence d'une double membrane autour des plastes<sup>151</sup> et la présence d'un ADN circulaire à l'intérieur de ceux-ci trahissent une origine endosymbiotique procaryote<sup>152</sup>. Dit autrement, les algues et les plantes chlorophylliennes ont à l'intérieur de leurs cellules un organite (le plaste) qui était à l'origine un organisme vivant **indépendant** avec lequel l'ancêtre des algues et plantes chlorophylliennes vivait en symbiose et qu'il aurait finalement "absorbé" et intégré dans ses cellules au cours de l'évolution !

### 1.3. **Indices de parenté comportementaux :**

Pour ne citer qu'un exemple, chez certaines espèces de Lacertidés américains du genre *Cnemidophorus*, ou lézards à queue en fouet, il n'existe plus que des femelles. Ces espèces pratiquent donc une reproduction asexuée.

Cependant des simulacres d'accouplements persistent : pour se reproduire une femelle monte sur une autre dans un comportement similaire à celui des espèces sexuées. Ce comportement d'origine hormonale est à mettre en relation avec une origine récente de ces espèces parthénogénétiques<sup>153</sup>.

## 2. **L'ensemble des données paléontologiques :**

Les fossiles témoignent de la **disparition** de certaines espèces d'êtres vivants depuis l'apparition de la vie sur Terre il y a au moins 3,5 milliards d'années<sup>154</sup>. Certaines espèces sont appelées des formes « intermédiaires » entre différents groupes et permettent de mettre en évidence le phénomène d'évolution<sup>155</sup>. Par exemple, l'archéoptéryx, qui serait une forme de transition entre certains dinosaures et les oiseaux, ou *Rodhocetus* (ou *Ambulocetus*) dont l'anatomie semble se situer entre celle des mammifères terrestres et celle des baleines.

## 3. **L'observation directe de changements génétiques dans les populations :**

Il existe une certaine variabilité des caractères au sein de chaque espèce, c'est-à-dire qu'il n'existe aucun individu complètement identique à un autre sauf cas exceptionnels. Cette variation peut être de plus ou moins grande ampleur, mais elle montre en tout cas **que les êtres vivants ne sont pas fixes**. L'éventail de variations que présente une population vivante est le matériau de base avec lequel l'évolution construit des organismes de plus en plus différents.

<sup>150</sup> Génomes et évolution - Innovations génétiques, CNRS, (page consultée le 2 juillet 2008) : <http://www.cnrs.fr/cnrs-images/sciencesdelavieulycee/evolution/genome.htm>

<sup>151</sup> Le plaste est un organite présent dans les cellules des eucaryotes chlorophylliens (les algues et les plantes) qui possède un ADN propre et qui est semi-autonome. Un plaste possède une enveloppe composée de plusieurs membranes. Pour plus de précision, voir par exemple sur Wikipédia : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Plaste>

<sup>152</sup> La théorie endosymbiotique ou 'hypothèse de l'endosymbiose est l'hypothèse selon laquelle les plastes des cellules eucaryotes (les eucaryotes regroupent tous les organismes compris dans quatre grands règnes du monde du vivant : les animaux, les champignons, les plantes et les protistes qui sont caractérisés principalement par des cellules qui possèdent un noyau) proviennent de l'endocytose (le mécanisme de transport de particules virales, bactériennes, etc. vers l'intérieur de la cellule) de procaryotes (un procaryote est un être vivant unicellulaire dont la structure cellulaire ne comporte pas de noyau) avec lesquelles ils auraient entretenu une relation symbiotique dans le passé. Pour plus de précision, voir par exemple sur Wikipédia : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Th%C3%A9orie\\_endosymbiotique](http://fr.wikipedia.org/wiki/Th%C3%A9orie_endosymbiotique)

<sup>153</sup> *Serotonergic modulation of male-like pseudocopulatory behavior in the parthenogenetic whiptail lizard, *Cnemidophorus uniparens** Brian George Dias et David Crews *Hormones and Behavior* Volume 50, Issue 3, Septembre 2006, 401-409.

<sup>154</sup> Apparition de la vie, École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielle, (page consultée le 2 juillet 2008) : [http://www.bio.espci.fr/scolarité/c\\_BIO/evol/evol5.htm](http://www.bio.espci.fr/scolarité/c_BIO/evol/evol5.htm)

<sup>155</sup> Cyril Langlois, L'Évolution montrée par les fossiles, École normale supérieure de Lyon, (page consultée le 2 juillet 2008) : <http://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre/XML/db/planetterre/metadata/LOM-fossiles-transitions.xml#id2451141>

Dès lors, même si le processus de l'évolution est très lent, on peut assister directement à des transformations au sein de populations d'êtres vivants pouvant être interprétées comme des spéciations<sup>156</sup> en cours.<sup>157</sup>

L'exemple le plus connu est l'acquisition de nouveaux caractères chez certains virus et bactéries qui a été constatée pour être combattue, dans le cas de la résistance aux antibiotiques, ou au contraire utilisée, pour la capacité à digérer des composés synthétiques par exemple. Cependant, la spéciation a également été constatée et étudiée chez divers insectes (moustiques, pucerons<sup>158</sup>, ...).

Un exemple d'évolution à échelle de temps humaine chez les vertébrés existe aussi avec le lézard *Podarcis sicula* :

Introduit en 1971 par l'équipe du professeur Eviatar Nevo, un spécialiste de l'évolution, sur l'île dalmate de Prod Mrcaru en mer Adriatique, le lézard *Podarcis sicula* connu en France sous le nom de « lézard des ruines », y a été abandonné à lui-même durant près de quatre décennies, l'accès à l'île ayant été interdit par les autorités yougoslaves, puis par les conflits liés à l'éclatement de ce pays.



Le lézard *Podarcis sicula*

Le professeur Eviatar Nevo n'ayant pas pu suivre son projet personnellement (les conflits yougoslaves ayant entraîné une interdiction de facto de poursuite de l'expérience), ce n'est que 36 années plus tard, en 2004, qu'une équipe scientifique dirigée par Duncan Irschick et Anthony Herrel put revenir sur l'île et découvrit que *Podarcis sicula* avait **évolué** en 33 ans, soit environ trente générations, **de façon très significative**. Le lézard a grandi, sa mâchoire est devenue plus puissante, et surtout il a changé de régime alimentaire : d'insectivore il est devenu herbivore, et des valves cæcales sont apparues au niveau des intestins, ce qui lui permet de digérer les herbes. Cette découverte confirme, s'il en était encore besoin, que l'évolution n'est pas une théorie parmi d'autres, mais un phénomène biologique concrètement observable, et pas seulement chez les virus, les bactéries ou les espèces domestiquées.<sup>159</sup>

<sup>156</sup> En biologie, on nomme spéciation le processus évolutif par lequel de nouvelles espèces vivantes apparaissent. Pour plus de précision, voir par exemple sur Wikipédia : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Sp%C3%A9ciation>

<sup>157</sup> Neil Campbell & al., *Biologie*, éd. De Boeck, 2006, p. 516.

<sup>158</sup> Cf. une étude portant sur le puceron du pois par une équipe de l'Unité mixte de recherche INRA-Agrocampus Ouest-Université de Rennes 1, en collaboration avec une équipe américaine, qui a été publiée dans la revue PNAS (5 mai et 22 septembre 2009) : [http://www.inra.fr/presse/formation\\_especes\\_nouvelles\\_puceron](http://www.inra.fr/presse/formation_especes_nouvelles_puceron)

<sup>159</sup> PNAS, vol. 105, n°12, pages 4792-4795 (25 mars 2008) : [http://www.bio.umass.edu/biology/irschick/lrs\\_papers/Herrel%20et%20al%202008%20PNAS.pdf](http://www.bio.umass.edu/biology/irschick/lrs_papers/Herrel%20et%20al%202008%20PNAS.pdf)

## 4. La corroboration de l'évolution par un très grand nombre de disciplines scientifiques différentes :

L'évolution est sans conteste le processus naturel corroboré par le plus grand nombre de disciplines scientifiques variées et ce par de nombreuses méthodes d'observations et d'analyses des faits.

Voici quelques unes de ces disciplines scientifiques dans leurs implications à l'analyse de l'évolution :

### 4.1. **La paléobiologie :**

La paléobiologie, étude de la vie des temps passés, permet de reconstituer l'histoire des êtres vivants. Cette histoire donne aussi des indices sur les mécanismes évolutifs en jeu dans l'évolution des espèces. La paléontologie s'occupe plus particulièrement des restes fossiles des êtres vivants.

### 4.2. **La génétique :**

La génétique a évidemment une énorme importance dans la compréhension du phénomène de l'évolution !

<sup>160</sup>

De plus, la paléogénétique, science récente, s'intéresse au matériel génétique ayant survécu jusqu'à aujourd'hui<sup>161</sup>.

Cette approche, tout comme l'approche de la paléobiologie, est limitée par la dégradation du matériel biologique au cours du temps et souvent les informations issues des restes sont d'autant plus rares que l'être vivant concerné est ancien. De plus, certaines conditions sont plus propices que d'autres à la conservation du matériel biologique. Ainsi, les environnements anoxiques ou très froids entravent la dégradation des restes. Les restes vivants sont donc lacunaires et ne sont hélas pas toujours suffisants pour retracer l'histoire évolutive du vivant.

### 4.3. **L'analyse comparative des caractères :**

Comme nous l'avons vu, tous les êtres vivants actuels étant issus d'un même ancêtre commun, ils partagent des caractéristiques héritées de cet ancêtre.

L'analyse des ressemblances entre êtres vivants donne de nombreuses informations sur leurs relations de parenté, et permet de retracer l'histoire évolutive des espèces.

La **phylogénie** est la discipline scientifique qui cherche à retracer les relations entre êtres vivants actuels et fossiles à partir de l'analyse comparative des caractères morphologiques, physiologiques ou moléculaires. Cette analyse comparative permet de retracer l'histoire évolutive des différents caractères dans les lignées du vivant. L'évolution des caractères ne suit pas nécessairement celle des espèces, certains caractères (dits convergents) peuvent être apparus plusieurs fois de manière indépendante dans différentes lignées.

La nature des caractères pouvant être analysés est extrêmement diverse, et il peut s'agir aussi bien de caractères morphologiques (taille, forme ou volume de différentes structures), anatomiques (structure, organisation des organes), tissulaires, cellulaires ou moléculaires (séquences protéiques ou nucléiques). Ces différents caractères apportent des informations diverses et souvent complémentaires. Actuellement, les caractères moléculaires (en particulier les séquences d'ADN) sont privilégiés, du fait de leur universalité, de leur fiabilité et du faible coût des technologies associées. Ils ne peuvent cependant pas être utilisés lors de l'étude de fossiles pour lesquels seuls les caractères morphologiques sont en général informatifs.

L'**éthologie** est l'étude du comportement animal tel qu'il peut être observé chez l'animal sauvage en milieu naturel, chez l'animal sauvage en captivité, chez l'animal domestique en milieu naturel et chez l'animal

---

<sup>160</sup> Voir annexe II sur la théorie synthétique de l'évolution.

<sup>161</sup> Eva-Maria Geigt, « L'émergence de la paléogénétique », dans *Biofutur*, n° 164, Février 1997, p. 28-34 (ISSN 0294-3506)

domestique en captivité. Cette analyse comparative peut également aider à retracer l'histoire évolutive dans les lignées du vivant.<sup>162</sup>

#### 4.4. La génétique des populations :

La génétique des populations traite des fluctuations des fréquences des différentes versions d'un gène (allèles<sup>163</sup>) au cours du temps dans les populations d'êtres vivants, sous l'influence de la sélection naturelle, de la dérive génétique, des mutations et des migrations<sup>164</sup>.

Or, les fluctuations de fréquence des allèles sont la première étape de l'évolution. En effet, la fixation de certains allèles peut conduire à des adaptations. Par la suite, l'accumulation d'adaptations différentes dans différentes populations peut conduire au processus de spéciation.

La génétique des populations est une application, commencée dans les années 1920 à 1940 par Ronald Fisher, J. B. S. Haldane et Sewall Wright, des principes fondamentaux de la génétique mendélienne à l'échelle des populations. Cette application a permis de faire la synthèse entre la génétique mendélienne et la théorie de l'évolution, donnant ainsi naissance à la **théorie synthétique de l'évolution**<sup>165</sup>.

La génétique des populations a des applications en épidémiologie<sup>166</sup> où elle permet de comprendre la transmission des maladies génétiques, mais aussi en agronomie, où des programmes de sélection modifient le patrimoine génétique de certains organismes pour créer des races ou variétés plus performantes, ou plus résistantes à des maladies.

C'est une discipline des sciences de la vie faisant un fort usage d'outils mathématiques.

#### 4.5. L'étude de la dérive des continents :

La théorie de la dérive des continents a été développée en 1912 par Alfred Wegener (1880-1930), un géophysicien allemand. Il a été le premier à proposer son hypothèse qu'il soutenait avec des preuves diverses permettant de former une théorie cohérente. Cependant, ce n'est qu'en 1960, suite à la découverte de l'expansion des fonds océaniques par Hess, qu'on en est venu à la formulation de la loi de la tectonique des plaques. Avant cela la théorie de la dérive des continents était considérée comme absurde par beaucoup de géologues.

La théorie de la dérive des continents, aujourd'hui acceptée de tous, suggère que les continents que nous connaissons maintenant étaient regroupés en une seule masse continentale nommée Pangée. Ils se sont ensuite dispersés pour atteindre leur position actuelle.

Pour appuyer sa théorie, outre le fait qu'il y a correspondance entre les formes des continents (on peut les emboîter comme les pièces d'un puzzle) et que les formations géologiques (les mêmes roches) se poursuivent d'un continent à l'autre, outre le fait que les traces de la glaciation sur les continents actuels datant de 200 millions d'années n'ont de sens que si ceux-ci étaient disposés tout autrement, Wegener se basait également sur le fait qu'on retrouve des analogies entre des animaux et des végétaux fossiles qui suggèrent des liaisons intercontinentales il y a environ 200 à 250 millions d'années.

Il est évident que l'évolution des caractères et des lignées peut être associée à des événements géologiques ou biologiques marquant l'histoire de la Terre et que cela permet de proposer des hypothèses sur les mécanismes à l'origine de l'évolution des espèces. Or, la dérive des continents a été en fait le

---

<sup>162</sup> Voir point 1.3. ci-dessus à propos des lézards à queue en fouet du genre *Cnemidophorus*.

<sup>163</sup> On appelle allèles les différentes versions d'un même gène. Chaque allèle se différencie par une ou plusieurs différences de la séquence de nucléotides (les composants d'un fragment d'ADN donné). Ces différences apparaissent par mutation au cours de l'histoire de l'espèce, ou par recombinaison génétique (phénomène conduisant à l'apparition, dans une cellule ou dans un individu, de gènes ou de caractères héréditaires dans une association différente de celle observée chez les cellules ou individus parentaux). Tous les allèles d'un gène occupent le même locus (emplacement) sur un même chromosome.

<sup>164</sup> Ces différents facteurs sont appelés des "pressions évolutives". Voir annexe II sur la théorie synthétique de l'évolution pour une meilleure compréhension de ces mécanismes.

<sup>165</sup> Voir annexe II.

<sup>166</sup> L'épidémiologie est l'étude des facteurs influant sur la santé et les maladies des populations humaines. Il s'agit d'une science qui se rapporte à la répartition, à la fréquence et à la gravité des états pathologiques.

changement géologique le plus important connu à ce jour. Elle a créé de nouveaux climats et de nouvelles barrières entre les diverses populations, ce qui a favorisé le développement de nouvelles espèces.

L'étude de la dérive des continents apporte donc beaucoup d'informations pour l'étude de l'évolution des êtres vivants... et vice versa !

Ainsi, on retrouve une espèce de poisson appelé dipneustes qui a la particularité d'avoir une respiration pulmonaire et branchiale en même temps et ne se déplace pas sur de longues distances. On a retrouvé trois espèces apparentées au dipneuste, en Amérique du Sud, en Afrique du Sud et en Australie. C'est impossible que cette espèce ait traversé les océans et des milliers de kilomètres sans qu'un phénomène comme la dérive des continents ne soit intervenue.

#### 4.6. **L'expérimentation directe de l'évolution :**

L'évolution expérimentale est la branche de la biologie qui étudie l'évolution par de réelles expériences, à l'inverse de l'étude comparative des caractères, qui ne fait que regarder l'état actuel des êtres vivants. Les expériences consistent généralement en l'isolement d'une ou plusieurs espèces dans un milieu biologique contrôlé. On laisse alors ces espèces évoluer pendant un certain temps, en appliquant éventuellement des changements contrôlés de conditions environnementales. On compare enfin certaines caractéristiques des espèces avant et après la période d'évolution.

L'évolution expérimentale permet non seulement d'observer l'évolution en cours, mais aussi de vérifier certaines prédictions énoncées dans le cadre de la théorie de l'évolution, et de tester l'importance relative de différents mécanismes évolutifs.

L'évolution expérimentale ne peut étudier que des caractères évoluant rapidement, et se limite donc à des organismes se reproduisant rapidement, notamment des virus ou des unicellulaires, mais aussi certains organismes à génération plus longue comme la drosophile, certains rongeurs ou encore ce cas d'évolution ultra-rapide qui a été récemment enregistré avec le *Podarcis sicula* (lézard introduit artificiellement pour raison scientifique sur l'île de Prod Mrcaru)<sup>167</sup>.

---

<sup>167</sup> Voir point 3 ci-dessus pour plus de détails.

## **Annexe II :** **Théorie synthétique de l'évolution**<sup>168</sup>

### 1. En résumé :

La **théorie synthétique de l'évolution** constitue le cadre conceptuel le plus largement utilisé dans l'étude scientifique des processus d'évolution en biologie.

Cette théorie est basée sur l'intégration de la théorie de l'hérédité mendélienne et de la génétique des populations à la théorie darwinienne<sup>169</sup>.

Cette synthèse fut menée au cours des années 1930 et 1940 par R.A. Fisher, J.B.S Haldane, Sewall Wright, Julian Huxley, Ernst Mayr, Bernhard Rensch, George Gaylord Simpson et George Ledyard Stebbins. Baptisée ainsi par Julian Huxley en 1942.

Cette théorie est aussi appelée **néodarwinisme** ou **synthèse néodarwinienne** pour souligner le fait qu'elle constitue une extension de la théorie originale de Charles Darwin qui ignorait les mécanismes de l'hérédité génétique.

### 2. Définition :

Aujourd'hui, l'évolution n'est plus envisagée comme la transformation d'individus isolés mais comme celle de groupements d'individus de même espèce, c'est-à-dire des populations. Mais le principe de base est le même : elle explique l'évolution par l'action de la sélection naturelle sur des populations.

Une population évolue quand la fréquence d'une version d'un gène appelée allèle (ou de plusieurs allèles) s'y modifie. On voit ainsi se répandre dans certaines espèces des caractères ayant acquis, en raison de changements du milieu, une valeur adaptative qu'ils ne possédaient pas auparavant ; les individus porteurs de ces caractères sont particulièrement favorisés dans le nouveau milieu, auquel ils se trouvaient en quelques sortes "préadaptés" ; ils constituent alors rapidement une grande partie de la population ou même toute la population de l'espèce. Les caractères qui se répandent alors correspondent à des allèles existant auparavant "silencieusement" au sein de l'espèce.

Lorsque l'ensemble des individus qui constituent une espèce forme plusieurs populations isolées, chacune de ces populations peut acquérir des caractères particuliers et donner naissance à des variétés différentes au sein de la même espèce. Si ces variations sont, par la suite, dans l'impossibilité de se croiser, elles divergent de plus en plus et finalement sont interstériles : elles constituent alors des espèces distinctes.

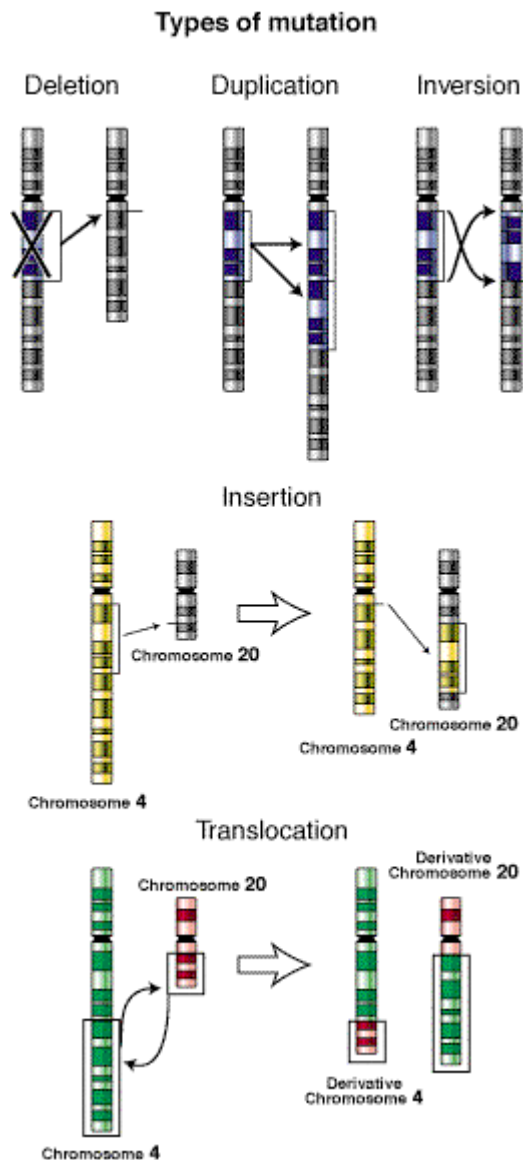
La "barrière" qui sépare les variétés d'une même espèce peut être de nature variée.

---

<sup>168</sup> La source principale, mais non exclusive, de cette annexe est Wikipédia.

<sup>169</sup> Source David, P. & Samadi, S. (2000) La Théorie de l'évolution, Flammarion.

### 3. Mécanismes de l'évolution :



Illustrations de cinq types de mutations chromosomiques.

L'évolution dépend de divers processus qui tendent à modifier la fréquence des allèles au sein de populations : mutation : dérive génétique, étranglement génétique ; flux de gènes, brassage génétique ; sélection naturelle : sélection stabilisante, directionnelle ou diversifiante ; sélection sexuelle : accouplement non aléatoire, ... ; pédomorphose ; pléiotropie : pléiotropie antagoniste ; ...

L'évolution des espèces est permise par les mutations que subissent les gènes portés par les chromosomes (constitués d'ADN). Tout être vivant possède de l'ADN (cela corrobore l'idée d'une origine commune des espèces) : cette molécule est constituée de deux hélices complémentaires au niveau de leurs bases azotées. Des mutations peuvent affecter cet ADN ; elles sont provoquées par des agents mutagènes tels que rayons X, alpha, UV, ou tout simplement par la défaillance des organites responsables de la réparation de l'ADN mal transcrit ou traduit. La théorie des monstres prometteurs met le stress provoqué par des facteurs externes au premier plan de ces facteurs de mutation. Ces mutations affectent la séquence d'un gène concerné (ordre des bases nucléotides d'un gène : adénine, thymine, guanine et cytosine). Ces mutations sont à l'origine du polymorphisme des gènes, c'est-à-dire le fait que deux versions d'un même gène (deux allèles) par exemple, sont présentes chacune dans au moins un pour cent de la population de l'espèce considérée. Ces mutations créent donc de nouveaux allèles. Mais il ne faut pas oublier le phénomène des familles multigéniques, qui a un impact très important dans l'évolution : un gène

peut être dupliqué et transposé sur un autre chromosome, ainsi tous les gènes issus de ce gène ancestral font partie d'une famille multigénique.

L'environnement « encadre » ces mutations par le biais d'un phénomène appelé sélection naturelle : un gène présentant un avantage pour une espèce dans un environnement donné, permettant à ses représentants d'atteindre le mieux possible la maturité sexuelle, se répand chez les individus d'une même espèce, a contrario s'il est néfaste, il disparaît. Quant aux gènes neutres, ils se répandent de façon aléatoire mais peuvent permettre de suivre l'évolution (mutation de gènes homéotiques). C'est donc l'environnement qui décide de l'évolution des espèces, celles-ci évoluant pour être toujours plus adaptées à celui-ci. Donc le caractère aléatoire des mutations de l'ADN est compensé par la sélection environnementale.

Il est donc très important de ne pas confondre évolution et innovation, ce qu'il faut retenir, c'est que l'espèce qui survit est l'espèce la mieux adaptée, pendant une certaine durée, à son environnement.

Par ailleurs, il ne faut surtout pas voir l'évolution d'un point de vue généalogique, mais phylogénétique, en effet les espèces ne descendent pas les unes des autres. Des phénomènes comme la dérive génétique font que deux populations d'une même espèce isolées pendant une très longue période de temps divergent et forment deux nouvelles espèces. Par exemple pour la lignée humaine, l'arbre phylogénétique est buissonnant : plusieurs espèces Homo et Australopitèque ont vécu simultanément. Il est aussi à noter que l'homme - contrairement aux idées reçues - ne descend pas "du singe", il a un ancêtre en commun avec lui. Et cet ancêtre n'était pas un singe. Notre patrimoine génétique est très proche de celui des chimpanzés, en effet les différences entre nous et celui-ci ne tiendraient qu'à la différence de quelques gènes déterminants : ils nous permettent de garder des caractères juvéniles toute notre vie, nous permettant de conserver la bipédie (le petit chimpanzé est quasi-bipède) et ils allongent la phase embryonnaire, permettant la mitose de beaucoup plus de neurones.

L'évolution résulte de l'action de plusieurs mécanismes évolutifs susceptibles de modifier la fréquence des génotypes dans une population, et par conséquent de modifier des caractères morphologiques, physiologiques ou comportementaux.

**Le processus est dans tous les cas identique, dans le même ordre :**

1. Apparition d'un nouveau caractère héréditaire chez un ou quelques individus.
2. Ce nouveau caractère se répand dans les populations, soit parce qu'il est plus adapté à l'environnement, soit à cause d'un effet de hasard.

### 3.1. L'apparition de caractères nouveaux et héréditaires :

<b>Les mécanismes de l'évolution biologique</b>
<b>Mécanismes non aléatoires :</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• sélection naturelle<ul style="list-style-type: none"><li>○ sélection utilitaire</li><li>○ sélection sexuelle</li><li>○ sélection de parentèle</li><li>○ sélection de groupe</li><li>○ sélection stratégique</li></ul></li><li>• sélection artificielle</li></ul>
<b>Mécanismes aléatoires :</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• mutation génétique</li><li>• recombinaison</li><li>• dérive génétique</li></ul>
<b>Conséquences de l'évolution:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• spéciation</li><li>• adaptation des espèces</li></ul>



- radiation évolutive

A chaque génération, de nouveaux variants génétiques apparaissent qui peuvent eux-mêmes transmettre leur patrimoine génétique au moment de la reproduction. Ces sources de diversité génétique sont :

- les mutations ponctuelles dans la séquence d'ADN des gènes ;
- les réarrangements chromosomiques ;
- les recombinaisons ou brassages génétiques qui se produisent lors de la reproduction sexuée et, chez les bactéries, lors de transferts d'ADN entre cellules.

On peut ajouter à cette liste une autre source de diversité génétique que sont les migrations par lesquelles le stock génétique dans une population donnée se voit renouvelé par l'arrivée d'autres membres de l'espèce porteurs d'un pool génétique différent.

### 3.1.1. **La mutation :**

Les mutations résultent d'erreurs lors de la réplication des gènes. Ces modifications accidentelles peuvent être transmises à la descendance, donnant naissance à des individus porteurs de gènes nouveaux, qu'aucun de leurs parents ne portait.

Il existe plusieurs types de mutations (mutations ponctuelles, duplications de gènes, cassures des chromosomes, insertions ou délétions de séquences). Ces différentes modifications suffisent à expliquer la diversité génétique observée dans la nature.

Il peut s'y ajouter des mutations par échange de matériel génétique entre espèces, par différents mécanismes naturels :

- Les bactéries sont capables d'intégrer et d'utiliser du matériel génétique (des plasmides) échangé entre deux bactéries, voire simplement présent dans le milieu. Le plus souvent cela ne conduit pas immédiatement à la définition d'une nouvelle espèce, mais le phénomène peut y contribuer et il contribue de façon importante à la sélection naturelle (par exemple, de nombreuses résistances aux antibiotiques se diffusent de cette façon).
- Les virus peuvent servir de vecteurs de transfert de matériel génétique d'une espèce vers une autre, même très différente ; le plus souvent, l'infection virale conduit à la mort de la cellule victime, mais ce n'est pas nécessairement le cas, et la cellule cible peut participer à la reproduction (notamment pour les plantes). Un des exemples les mieux connus (et les plus utilisés par la recherche) est celui du tabac et des mosaïques.
- Les plantes peuvent s'hybrider, conduisant à de nouvelles espèces (le blé étant un exemple typique).

Finalement, il faut mentionner les symbioses strictes, qui sont des créations de nouvelles espèces à partir d'anciennes, mais sans échange ni fusion du matériel génétique (au moins dans un premier temps). Les lichens et, selon l'hypothèse de l'endosymbiose, les organites dits « autonomes » à l'intérieur des cellules (chloroplastes, mitochondries) relèvent de ce type d'association.

Les mutations augmentent la variabilité génétique au sein d'une population. Cependant, elles sont rarement bénéfiques à l'individu qui les porte car elles peuvent détruire l'activité d'un gène essentiel.

### 3.1.2. **La migration :**

La migration est une force de l'évolution qui augmente la variabilité génétique d'une population. De nouveaux arrivants en provenance d'une population éloignée amènent des allèles nouveaux, augmentant le pool génétique de la population d'accueil.

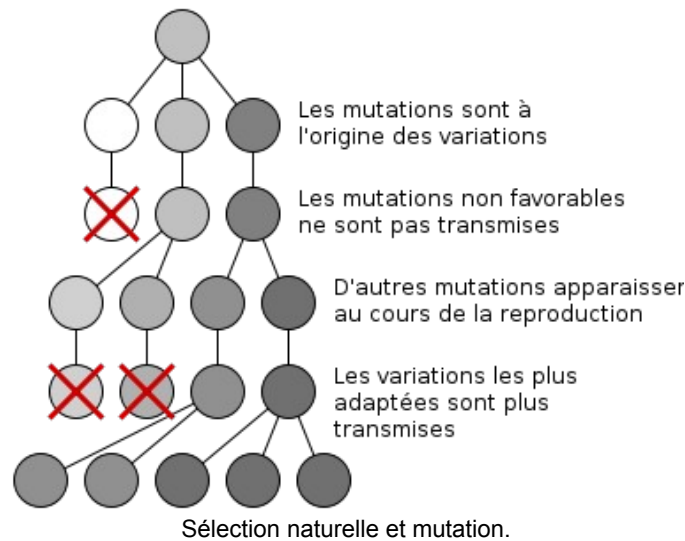
## 3.2 **Le nouveau caractère se répand dans les populations :**

Les mécanismes de l'évolution supposent qu'un ensemble d'individus, regroupés en une espèce sur la base de caractères partagés, évoluent « conjointement. » Se pose donc le problème de la spéciation, c'est-à-dire de l'évolution des espèces au-delà des simples individus.

### 3.2.1. **La dérive aléatoire :**

Lorsqu'une petite population est isolée du reste d'une population-mère (par exemple, par isolement sur une petite île), certains types d'allèles tendent à disparaître, du fait de faible nombre de copies distribuées dans le pool génétique de la population au départ. Au fil des générations, la population dérive alors, acquérant des caractéristiques qui lui sont propres (ex: petitesse (mammouth nain de Sicile), gigantisme (varan de Komodo) parmi les espèces insulaires). La dérive est une force de l'évolution qui diminue la variabilité génétique au sein de la population. La dérive influe sur la fréquence des allèles. Elle ne crée en aucun cas de nouveaux allèles. Certains allèles vont être surreprésentés et d'autres sous-représentés par rapport à la population d'origine. Cette modification de la fréquence s'explique par une erreur d'échantillonnage (hasard).

### 3.2.2. **La sélection naturelle :**



Elle diminue la variabilité génétique d'une population en enlevant certaines combinaisons génétiques défavorables dans le milieu où elles se produisent. Cependant elle peut aussi maintenir à une fréquence stable, des nouveaux variants génétiques, sans pour autant éliminer les anciennes versions. C'est le cas pour l'allèle de la drépanocytose. La sélection naturelle participe donc à l'augmentation de la diversité génétique.

### **Une image donnée par Richard Dawkins :**

Pour se trouver mille ancêtres différents, il faut remonter en arrière d'une dizaine de générations, ce qui représente quelques siècles. Or, avant le XIX<sup>e</sup> siècle, la moitié au moins des enfants mouraient en bas âge : on peut donc se demander combien de nos mille derniers ancêtres sont morts en bas âge, et la réponse n'est pas « au moins la moitié », mais bien entendu zéro, par définition. Nous ne sommes donc nullement représentatifs de l'humanité passée, car descendants d'une longue lignée de gens **qui ont tous eu la chance** d'amener une progéniture à l'âge de la procréation (c'est-à-dire survivre et trouver un partenaire, entre autres). Une génération peut avoir de la chance. Quand une dizaine en a coup sur coup, on peut supposer que cette « chance » correspond en fait à un ensemble de facteurs favorables qui se retrouvent de l'une à l'autre (facteurs qui ne sont pas tous génétiques : ils peuvent être culturels, religieux, économiques, etc.) Cette considération à elle seule montre que même à notre échelle, nous avons participé un tout petit peu, sur les quelques derniers siècles, à l'évolution. D'ailleurs notre simple choix d'un conjoint se révèle, comme le montre le biologiste Geoffrey Miller (*The Mating Mind*), obéir à des choix pas toujours conscients qu'on peut rapprocher de l'eugénisme.

### **La théorie du gène "égoïste" :**

Richard Dawkins pousse plus avant ses spéculations en considérant l'être vivant comme un **conteneur à gènes** (ce serait en tout cas le point de vue des gènes, s'ils en avaient un !).

Pour lui les produits des gènes (cellules, tissus, organes, organismes, mais aussi sociétés,...) servent uniquement aux gènes à se répliquer et à survivre. Autrement dit, les êtres vivants ne seraient que des

"valises" portant des gènes, ou plus exactement des machines plus ou moins sophistiquées<sup>170</sup> permettant à ces gènes de se perpétuer, de perdurer dans le temps.

Cette théorie biologique, appelée théorie du gène égoïste (selfish gene), constitue donc une **remise en perspective de la théorie de l'évolution** (sous l'œil du gène). Le gène serait donc "égoïste" puisqu'il n'a cure, en définitive, de sa "valise/machine" qui ne sert qu'à le perpétuer ! Ce renversement de perspective considère donc l'être vivant comme la marionnette de ses gènes.

Cependant, ce faisant cette théorie tend aussi à démontrer que l'échelle pertinente à laquelle s'applique la **sélection naturelle** (ou sélection du plus apte) est **l'échelle du gène en qualité de répliqueur, et non l'échelle de l'individu ni de l'espèce**. Ainsi, ce ne sont pas les individus ou les espèces qui sont sélectionnés en fonction de leur aptitude plus ou moins grande à se reproduire, mais bien les gènes, unités de base de l'information.

En quelque sorte, à la question : « De l'œuf ou la poule, qui est le premier ? », Richard Dawkins répond : « La poule est le moyen trouvé par l'œuf pour faire d'autres œufs. ».

#### Remarques :

1. Tout en reconnaissant cette théorie comme ingénieuse, le paléontologiste américain, Stephen Jay Gould a mis en garde contre une prise trop à la lettre de cette vision. En effet, les gènes ne possèdent ni intention, ni projet au sens que nous donnons à ces termes. Il est donc évident que le gène n'a aucun "intérêt" d'agir dans un sens ou dans un autre. Il n'agit d'ailleurs même pas lui-même, pas plus, en définitive, **qu'il n'est réellement "égoïste"**. Il faut plutôt considérer que l'évolution est juste un "fait", un mécanisme, tel que, sans aucune forme de finalité, des composés chimiques qui, par hasard, ont commencé à se dupliquer plus ou moins pareils à eux-mêmes<sup>171</sup>, ont fini par voir se développer autour d'eux une "machinerie" de plus en plus complexe car cette "machinerie" leur donnait plus d'efficacité<sup>172</sup> pour, justement, se dupliquer plus ou moins pareil à eux-mêmes ! En réalité, Richard Dawkins n'a utilisé le terme "égoïste" qu'en tant que métaphore parlante, mais certains de ses lecteurs n'ont pas toujours saisi la nuance.
2. Une autre confusion possible vient de ce que, souvent, l' "intérêt" d'un gène coïncide avec la survie de l'individu qui le porte. Beaucoup de personnes n'ayant lu que superficiellement cette théorie de Richard Dawkins en ont donc conclu que le gène égoïste était le gène conférant l'égoïsme aux individus pour leur assurer la survie. Cependant, non seulement cela est une lecture totalement tronquée de cette théorie, mais, de plus, il est faux de croire que l' "intérêt" d'un gène coïncide toujours avec la survie de l'individu qui le porte ! En effet, il y a de nombreuses exceptions. Notamment, les phénomènes d'altruisme entre individus apparentés, qui vont à l'encontre de l'intérêt particulier des individus (dans le sens de la santé, de la sécurité ou de la reproduction individuelle), aident pourtant de facto des copies d'eux-mêmes plus nombreuses dans d'autres organismes à se répliquer. De même, la présence dans le génome de séquences d'ADN qui ne sont d'aucune utilité pour l'organisme est inexplicable dans une vision « classique » de l'évolution, mais triviale dans la perspective de la théorie du gène égoïste.
3. De fait, les sentiments d'entraide et d'altruisme très présents chez l'être humain (mais aussi, par extension, les sentiments tels que ce que nous appelons l' "amour") ainsi que, à l'opposé, les sentiments d'égoïsme, s'expliquent très bien par la théorie du gène égoïste ! En effet, si pour certains être vivants le "gène égoïste"<sup>173</sup>, pour se "perpétuer", a fait en sorte que sa "valise/machine" pondre des centaines d'œufs sur sa vie, pour d'autres êtres vivants tels les êtres humains, le "gène égoïste" a construit une "valise/machine" ayant une technique totalement différente. La "valise/machine" humaine a comme caractéristique de fonctionner en société et d'avoir, justement, la faculté d'éprouver tout un panel de "sentiments" divers. Pour l'être humain, pas besoin de pondre 1.000 œufs... mettre bas une demi-douzaine de bébés va suffire si les caractéristiques apportées par le "gène égoïste" à sa "valise/machine" sont telles que 2 ou 3 de ces bébés vont survivre. C'est pourquoi nous avons des sentiments égoïstes, comme l' "instinct de survie"<sup>174</sup> même au détriment d'autrui, puisqu'ils vont

<sup>170</sup> Richard Dawkins utilise le terme de véhicule-robot.

<sup>171</sup> Ces composés chimiques capables de se dupliquer sont ultérieurement devenus ce que l'on appelle souvent les répliqueurs biologiques... à savoir, les gènes !

<sup>172</sup> L'efficacité se résumant au fait simple que ceux qui se dupliquaient bien existaient en plus grand nombre et que ceux qui ne se dupliquaient pas bien ou pas du tout finissaient par disparaître !

<sup>173</sup> Nous parlons d'UN gène égoïste pour UNE espèce spécifique d'être vivant afin de simplifier, comme le fait Richard Dawkins dans son livre.

<sup>174</sup> "Instinct de survie" qui va de paire avec un système nerveux complexe nous permettant de bien ressentir la douleur sans lequel l' "instinct de survie" ne marcherait pas ! L'expression "instinct de survie" est ici mise entre parenthèse car ce que l'on désigne communément sous ce vocable est en réalité beaucoup plus compliqué qu'un simple comportement inné contrairement à ce que le mot

permettre la perpétuation du "gène égoïste" de la "valise/machine" directement concernée. Mais nous avons aussi des sentiments d'altruisme, de coopération etc. qui vont permettre la perpétuation des "gènes égoïstes", plus ou moins semblables à notre "gène égoïste", des autres "valises/machines" que nous aidons. Il est d'ailleurs frappant de voir que l'importance de nos sentiments d'entraide et d'altruisme est directement proportionnel au degré de "parenté" (au sens large du terme) que nous avons avec l'individu aidé, ou, plus exactement, au pourcentage de chance que des gènes exactement semblables aux nôtres puissent être perpétués dans le futur par cet individu aidé. Nous risquerions certainement notre vie pour sauver celle de nos enfants (qui perpétueront un maximum de gènes comme les nôtres dans le futur), nous la risquerions peut-être aussi pour nos parents... mais de moins en moins lorsqu'ils prennent de l'âge puisqu'ils ne perpétueront plus nos gènes<sup>175</sup>, nous la risquerions certainement moins pour un de nos cousins éloignés, encore moins pour un inconnu et encore moins si cet inconnu est physiquement très différent de nous<sup>176</sup> !

4. Comme nous venons de le voir nous avons, à l' "opposé" de l'être humain, des êtres vivants qui, afin de perpétuer leur "gène égoïste" respectif, nécessitent à peine d'avoir conscience de leur existence, encore moins d'avoir conscience de l'existence de l'autre, de savoir ce qu'est la vie, de connaître la douleur etc. Il en va ainsi par exemple du phasme à tiare<sup>177</sup>. En effet, dans le cas de cet animal le "gène égoïste", pour se perpétuer, a fait en sorte que sa "valise/machine" pondre 4 à 5 œufs par jour sur la quasi-totalité de son stade adulte qui dure de 8 à 11 mois. De plus, en l'absence de mâle, le "gène égoïste" de cet insecte a fait en sorte que sa "valise/machine" femelle se reproduise par parthénogenèse<sup>178</sup> ! Les phasmes à tiare sont végétariens et vivent très statiquement sur leur plante hôte. Il leur arrive, lorsqu'il y a surpopulation, de se grignoter l'un l'autre des bouts d'abdomen (jusqu'à ce que mort s'en suive), sans que ni le grignoteur, ni le grignoté ne semble en prendre conscience ! Nous pouvons être certain que chaque œuf sortant de l'abdomen de la femelle ne lui fait pas plus d'effet que la sortie de ses excréments ! Lorsqu'un jeune sortira d'un de ces œufs, aucun autres phasmes, pas même la génitrice, n'aura conscience qu'il s'agit d'un membre de sa propre espèce ! Cependant, d'un point de vue évolutif, et vu sous l'angle du "gène égoïste", ce type de "valise/machine" qu'est le phasme à tiare n'est pas moins développé/sophistiqué que n'importe quel autre animal (y compris l'être humain) puisqu'il réussit à transmettre son "gène égoïste" de génération en génération, et ce depuis des millions d'années tout en adaptant perpétuellement sa "valise/machine" aux changements graduels de son environnement !
5. Il convient aussi de se rappeler que, d'un autre côté, les facteurs de survie ne sont pas seulement génétiques, ce qui est bien évident chez l'homme, mais ce qui est aussi le cas chez de nombreux animaux (par exemple, le chant des oiseaux, essentiel dans leur reproduction, dépend d'un apprentissage).

### 3.2.3. **Devenir des mutations et caractères hérités :**

- Les mutations se font toujours *au hasard*, et sont le plus souvent létales. La plupart du temps, elles perturbent gravement le fonctionnement de l'organisme mutant. Bien sûr, il arrive aussi qu'elles soient neutres (en modifiant un caractère sans pour autant le rendre moins fonctionnel) ou avantageuses; le cas est beaucoup plus rare, mais les mutations portent sur des millions d'individus pendant des dizaines de milliers de générations ou davantage, ce qui assure un facteur multiplicatif de  $10^{10}$  à chacun de ces événements aléatoires.
- C'est la *sélection naturelle*, mise en évidence par Darwin, qui se charge de « faire le tri » entre les différentes variations. Il s'agit d'un processus purement mécanique : les mutants défavorisés auront tendance soit à mourir plus jeunes que les autres, soit à trouver plus difficilement un compagnon de reproduction. Dans un cas comme dans l'autre, ils laisseront moins (voire pas du tout) de descendants. Les mutants neutres mourront en moyenne au même âge que les autres, auront globalement autant d'enfants et pourront donc répandre leurs nouveaux caractères dans une population sous l'effet du hasard. Quant aux mutants avantagés, ils seront plus compétitifs et auront donc en moyenne plus de descendants. Une mutation qui permet de mieux échapper à un

"instinct" pourrait le laisser croire !

<sup>175</sup> Il en découle aussi nos sentiments très différents face à la mort de quelqu'un de jeune ou de quelqu'un de vieux, ce qui, dans l'absolu, n'a rien de logique.

<sup>176</sup> Et encore moins pour une espèce animal autre que l'être humain bien sûr !

<sup>177</sup> L'*Extatosoma tiaratum* (voir : <http://lemondedesphasmes.free.fr/spip.php?article273>) qui est un insectes de l'ordre des Phasmatodea (voir : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Phasmatodea>).

<sup>178</sup> La parthénogenèse (ou parthénogénèse) est la multiplication à partir d'un gamète femelle non fécondé. Il s'agit donc d'une reproduction monoparentale. Pour plus de précision voir par exemple sur Wikipédia : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Parth%C3%A9nogen%C3%A8se>.

prédateur, de mieux s'orienter, de mieux séduire le sexe opposé, d'avoir plus de descendants, de mieux résister aux maladies, de mieux tirer profit d'une vie en société aura tendance à faire baisser le taux de mortalité chez les mutants ou à améliorer leur succès reproductif.

- Génération après génération, la sélection naturelle favorise les mutations qui se transmettent le plus, dans les populations (la dérive génétique, qui se fait au hasard, permet également à quelques mutations neutres de se fixer dans le génome de l'espèce). L'adaptation des populations tend donc progressivement à s'améliorer ; l'émergence d'organes aussi complexes et aussi fonctionnels que l'œil humain ou le radar de la chauve-souris s'explique par un tel processus de sélection cumulative. En revanche, l'existence de caractères sans utilité adaptative apparente peut s'expliquer par la fixation au hasard de mutations neutres. L'hypothèse dite de « l'auto-stop », ou « *hitch hiking* » en anglais, explique la fixation des mutations neutres par la mutation sur le même chromosome de deux gènes, l'une étant neutre et l'autre étant positive qui se transmettront simultanément.

### 3.3. Conséquences de l'évolution :

#### 3.3.1. Apparition d'espèces nouvelles :

La spéciation désigne l'apparition de nouvelles espèces à partir d'une espèce ancestrale. Une espèce est un ensemble d'individus interféconds (interfertiles), isolés du point de vue reproductif des autres êtres vivants. L'apparition d'une barrière reproductrice (arrêt des échanges génétiques entre elles) au sein de cet ensemble homogène entraîne l'apparition de deux groupes isolés (isolement reproductif). Les deux groupes vont ensuite évoluer indépendamment l'un de l'autre, et vont progressivement accumuler des différences génétiques, jusqu'à ce que l'isolement devienne irréversible.

- La spéciation dite *allopatrique* concerne deux ou plusieurs populations isolées géographiquement, séparées les unes des autres par des barrières géographiques (océan, montagne...). Un petit isolat peut aussi se former en périphérie de l'aire globale de distribution de l'espèce. Chaque population va alors pouvoir évoluer indépendamment, d'autant plus rapidement qu'elle est petite (les mutations se fixent plus facilement, pour des raisons mathématiques, dans les petites populations) et ainsi accumuler des remaniements chromosomiques pour finir par former une nouvelle espèce.
- La spéciation *sympatrique* : il arrive aussi qu'un isolement reproducteur apparaisse au sein d'une population qui ne sera jamais séparée géographiquement. Il suffit pour cela que quelques individus changent de période de reproduction ou de signaux pour la parade nuptiale pour que les autres représentants de l'espèce cessent rapidement de s'accoupler avec eux ; il y a alors formation de deux communautés se partageant le même espace, mais s'isolant sur le plan de la reproduction. Les deux populations, en évoluant chacune de leur côté, pourront finir par se transformer en deux espèces complètement différentes.

Comme les spéciations sont des phénomènes relativement courts, qui se produisent dans de petites populations isolées, on observe souvent une certaine discontinuité entre les différentes espèces dans les archives fossiles. Une espèce peut ne pas changer pendant très longtemps, puis être rapidement (à l'échelle géologique) remplacée par une autre.

#### 3.3.2. Les mutations à l'origine des grandes modifications évolutives :

Certaines mutations minimes permettent à l'évolution d'agir très rapidement. On connaît des gènes régulateurs, dits *gènes homéotiques*, qui déterminent les grandes lignes du développement et du plan d'organisation de chaque partie du corps. Lorsque ces gènes (qui régulent eux-mêmes quelques milliers d'autres gènes) mutent, l'individu obtenu est souvent porteur de caractères nettement différents de ceux de ses parents. Certains « sauts évolutifs » s'expliquent par ce type de « macro-mutations » (que Goldschmidt avait découvert en proposant sa théorie du « monstre prometteur »). Par exemple, l'apparition de doigts et la disparition des rayons au bout de la nageoire des poissons crossoptérygiens (c'est-à-dire la formation des premières ébauches de pattes) s'expliquent par un simple décalage de l'activité de deux gènes homéotiques : Hox-a et Hox-b. Cette étape évolutive-là n'a pas nécessité des milliers, ni même des dizaines de mutations différentes : les gènes homéotiques ont permis l'émergence rapide de caractères radicalement nouveaux. Même si les « macro-mutations » donnent le plus souvent des « monstres » incapables de survivre et même si le processus, lent et sûr, de sélection cumulative de milliers de mutations minuscules a

apparemment joué un rôle plus important dans l'évolution, il est de fait que certains « monstres prometteurs » ont permis à l'évolution de faire de grands bonds en avant.

D'autres mutations modifient la chronologie du développement : on parle d'*hétérochronies*. Elles peuvent être à l'origine de l'apparition d'une espèce plus juvénile (paedomorphique) ou, au contraire, plus adulte (hypermorphique) que son ancêtre. On connaît plusieurs exemples d'histoires évolutives qui ont fait intervenir les hétérochronies. L'axolotl, un urodèle mexicain qui passe sa vie entière à l'état larvaire sans jamais se métamorphoser, est paedomorphique par rapport à son ancêtre l'ambystome. Une simple hétérochronie a permis l'apparition d'une espèce complètement différente. De même, il semblerait que l'homme soit paedomorphique par rapport à ses ancêtres simiens, car il garde toute sa vie des caractères juvéniles que le chimpanzé et le gorille perdent. De plus, les phases générales de son développement sont ralenties par rapport à celles des grands singes.

L'apparition de nouveaux gènes s'explique principalement par la duplication de gènes préexistants. On connaît plusieurs « familles de gènes » dont les différents membres sont apparemment issus de plusieurs duplications d'un même gène ancestral. Par la suite, chacun des exemplaires « dupliqués » a pu muter et évoluer indépendamment des autres. Plusieurs familles multigéniques sont de toute évidence apparues grâce à ce processus.

De même, des duplications de l'*ensemble* du génome (polyploïdisations) ont également pu jouer. Par exemple, on estime que deux épisodes de polyploïdisations se sont produits depuis la séparation des deutérostomiens (soient essentiellement les échinodermes et les chordés dont les vertébrés) et des protostomiens (les invertébrés) sur la branche des vertébrés. On retrouve ainsi que beaucoup de gènes, comme HedgeHog impliqué dans le développement des polarités chez la drosophile, existent en trois ou quatre exemplaires chez les vertébrés (Desert HedgeHog, Indian HedgeHog et Sonic HedgeHog) pour des fonctions similaires.

### 3.4. **Approche évo-dévo : évolution et développement :**

Depuis les années 1980, les travaux visant à relier la génétique et l'embryologie apportent un nouvel éclairage sur les mécanismes de l'évolution biologique. Ces nouvelles approches réactualisent certains aspects de théories plus anciennes comme la théorie du *monstre prometteur* de Goldschmidt.

Ces travaux montrent en effet que les homologies observées au niveau des organismes se retrouvent aussi au niveau du développement. L'existence de gènes "chefs d'orchestre" quasi-identiques chez des espèces aussi diverses que les mouches, les souris et les humains, change la conception du rôle des gènes dans la construction de l'individu (l'ontogenèse) et dans les réorganisations anatomiques qui se produisent au cours de l'histoire évolutive (la phylogenèse). En plus de confirmer l'ascendance commune entre les espèces vivantes, ces découvertes montrent que de petites modifications dans la séquence génétique au niveau de ces gènes voire une simple différence dans la période pendant laquelle de tels gènes sont exprimés au cours de l'embryogenèse, peuvent avoir des effets très importants sur la morphologie de l'organisme. Cela montre que l'évolution ne consiste pas seulement à créer de nouveaux gènes par mutation mais aussi à changer la façon dont les gènes sont exprimés.

Parmi les autres découvertes de la biologie moléculaire, les mécanismes épigénétiques constituent une autre voie par laquelle de l'information peut être transmise "à côté" du seul code génétique. Ce type de transmission peut impliquer l'ADN, l'ARN ou les protéines ou les organites du cytoplasme cellulaire et peut être réversible ou non. L'un des processus épigénétiques les plus étudiés est la méthylation de l'ADN et son lien avec les modifications de la chromatine : ce mécanisme consiste en l'inactivation d'un gène par changement de la conformation de la chromatine du chromosome qui le porte. Ce changement rend le gène silencieux sans en affecter la séquence nucléotidique. Par conséquent, ce gène sera transmis "intact" mais silencieux aux générations suivantes. On pourra donc observer la résurgence d'un caractère ancestral plus tard dans la lignée simplement par réactivation du gène (via une reconformation de la chromatine, déclenchée par un événement stressant dans l'environnement). L'importance de ces mécanismes épigénétiques est encore difficile à mesurer mais ils peuvent avoir des conséquences importantes dans l'explication de phénomènes qui ne respectent pas les lois de l'hérédité mendélienne.

## 4. Controverses actuelles :


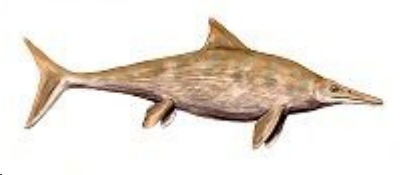


### 4.1. **Adaptationnisme et Neutralisme :**

Au sein de la communauté scientifique, le débat concernant les théories modernes de l'évolution se porte donc sur le rôle que joue le "hasard" (la dérive génétique (?!), produisant la diversité des caractères) par rapport à la sélection naturelle. Les théories neutralistes ont ainsi été critiquées par des biologistes tenant d'une vision **adaptationniste** de l'évolution pour lesquels les pressions de sélection (naturelle et sexuelle) sont les principales forces dans l'évolution des espèces, le "hasard" ne jouant finalement que peu de rôle.

#### **Argumentation :**

Les adaptationnistes s'appuient notamment sur les phénomènes de convergence évolutive par lesquels différentes espèces aboutissent à la même solution évolutive lorsqu'elles sont soumises au même problème adaptatif<sup>179</sup>.

La forme fuselée de l'ichthyosaure, de la baleine ou du manchot qui ont la forme des poissons témoignent de la force de la pression de la sélection naturelle qui plaide en faveur des adaptationnistes.

Le hareng est un poisson osseux.	
Les ichthyosaures étaient des reptiles.	
Les manchots à jugulaire sont des oiseaux aquatiques.	
Les cétacés (dauphin) sont en fait proches des hippopotames.	

<sup>179</sup> Par exemple, les yeux des vertébrés et des céphalopodes sont très similaires alors même que l'ancêtre commun de ces taxons ne possédait pas de tels yeux. Les yeux de ces deux taxons sont donc des adaptations analogues au problème de la vision montrant, pour les adaptationnistes, que, malgré la diversité des espèces, les contraintes adaptatives sont suffisamment fortes pour contraindre la place laissée au "hasard". De même le degré de ressemblance entre le Thylacine qui est un marsupial, et le chien qui est un placentaire est tel qu'il faut être un spécialiste pour différencier leurs squelettes respectifs.

Les siréniens (dugong) sont en fait proches des éléphants.



D'un autre côté, dans les années 1970 la théorie synthétique de l'évolution connaît d'importants développements théoriques, *parfois* iconoclastes. Par exemple, la *théorie **neutraliste** de l'évolution moléculaire* proposée par le généticien japonais Motoo Kimura en 1970, repose sur l'idée que l'évolution, au niveau des gènes, doit au moins autant *sinon plus* au hasard (c'est-à-dire à une dérive) qu'à la sélection naturelle.

### Argumentation :

La plupart des mutations ne sont pas adaptatives. Une énorme partie des mutations est neutre ne procurant ni avantage, ni handicap, et une autre partie importante est handicapante. Les mutations procurant un avantage sont quasiment inexistantes. Cela est l'argument fort de la théorie neutraliste qui veut que le hasard ou la dérive génétique soit presque l'unique clé de l'évolution. La sélection naturelle ne jouerait qu'un rôle marginal selon la théorie **neutraliste**.

Il est tout aussi dangereux d'adopter le seul point de vue « adaptationniste », selon lequel chaque caractère d'un être vivant pris isolément aurait été « façonné » par la sélection naturelle. Dans cette optique, *tout* devrait avoir une utilité adaptative, y compris la couleur des yeux, le chiasme optique et l'appendice.

L'expérience montre en fait qu'il existe beaucoup de caractères neutres en ce qui concerne la descendance. Certains gènes sont par ailleurs *pléiotropes* - c'est-à-dire qu'ils commandent plusieurs caractères à la fois. Une mutation avantageuse entraîne donc avec elle d'autres caractères ; quand la mutation se répandra dans la population, ses « effets secondaires » se répandront en même temps, sans avoir d'utilité en eux-mêmes... en tout cas à ce moment-là. Un exemple flagrant est celui de la drépanocytose, une maladie héréditaire, qui perdure parce qu'elle confère une certaine résistance au paludisme. La mutation ayant entraîné son apparition n'est pas neutre, mais la grave maladie qu'elle entraîne est en quelque sorte compensée par un avantage sélectif, vis-à-vis d'une autre maladie.

## 4.2. Equilibres ponctués :

En 1972, S. J. Gould et Niles Eldredge publient leur théorie des équilibres ponctués destinée à combler ce qui est pour eux une faille de la TSE : les paléontologues (comme Simpson) affirmaient en effet que l'on devrait voir les espèces se transformer toujours très graduellement, et que l'on devrait donc trouver des fossiles correspondant à toutes les étapes de la spéciation<sup>180</sup>.

Cette thèse baptisée gradualisme phylétique peut se résumer sous l'expression répétée à plusieurs reprises par Darwin dans son *Origine des espèces* : "*Natura non facit saltum*" (La Nature ne fait pas de saut). A l'inverse, certains biologistes (comme Ernst Mayr) pensaient que les apparitions de nouvelles espèces correspondaient à des événements rares et ponctuels, que l'on peut représenter sous forme d'un escalier, les paliers étant pour les périodes où une population ne subit aucun changement et les sauts correspondant à une modification rapide des caractéristiques qui aboutissent sur quelques générations à une nouvelle espèce.

Pour Gould et Eldredge, ce sont les biologistes qui ont raison ; les paléontologues auraient en fait mal interprété les fossiles. Le débat sera néanmoins ravivé avec la critique des paléontologues Simon Conway-Morris, Derek Briggs et Richard Fortey qui contredisent les interprétations de Gould sur les schistes de Burgess censés illustrer la thèse des équilibres ponctués. Leur analyse plus précise de ces fossiles montre certes une grande diversité anatomiques mais pas de quoi conclure qu'il y aurait là les traces d'un "saut" au

<sup>180</sup> Plusieurs scientifiques considèrent la théorie de la mutation rapide des espèces d'Hugo De Vries comme la base de cette théorie saltationniste.



moment de l'explosion cambrienne avec de nombreuses lignées qui auraient brutalement disparu du monde vivant tel que le prétendait Gould.

#### Preuve :

Un cas d'évolution ultra-rapide a été récemment enregistré avec le *Podarcis sicula*. Ce lézard introduit artificiellement pour raison scientifique sur l'île de Prod Mrcaru en 1971 a évolué en 36 ans de sorte à disposer d'un nouvel organe de digestion absent chez l'espèce d'origine : les valves sécales.<sup>181</sup>

### 4.3. Néo-Lamarckisme :

- Lamarck et Charles Darwin décrivaient l'*hérédité des caractères acquis* (bien qu'ils n'emploient pas cette expression, la distinction entre caractères acquis et innés date de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle). Darwin mentionne même dans la *première édition* de *L'Origine des espèces* les « effets cumulatifs du dressage » de génération en génération chez des chiens d'arrêt (*pointers*). Darwin est en réalité le premier à proposer une théorie des caractères acquis, sous le nom de "théorie de la pangenèse", dans son ouvrage *De la variation des animaux et des plantes sous l'action de la domestication*. C'est August Weismann qui fera la démonstration, non de l'impossibilité de la transmission des caractères acquis, mais de l'impossibilité de la transmission des mutilations, soutenue à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle par les néo-lamarckiens. La théorie de Weismann exclut la transmission des caractères acquis de manière purement théorique. La **théorie synthétique** postule aujourd'hui que les gènes ne peuvent être modifiés naturellement que par des mutations aléatoires, mais il s'agit, de l'aveu même de Francis Crick, d'un "dogme" de la biologie moléculaire.
- On croyait en conséquence, jusqu'à la fin du XX<sup>e</sup> siècle, que l'adaptation individuelle ne se transmettait pas. Toutefois, au début du XXI<sup>e</sup> siècle, de nouvelles expériences et observations ont rouvert la porte à l'hypothèse d'une transmission de l'adaptation individuelle dans certains cas (notamment la taille, par rapport aux conditions d'alimentation), non par la modification des gènes, mais par la modification de leurs conditions d'expression, et, par là, de leur niveau d'activité, avec toutes les conséquences. Ces phénomènes sont qualifiés d'épigénétique. En outre, on a découvert que si les mutations sont bien aléatoires, les probabilités qu'elles soient réparées sont dépendantes des conditions extérieures : les mécanismes d'auto-réparation et d'entretien de l'intégrité du génome sont sous contrôle de l'état des cellules, ce qui fait que les cellules laissent passer plus ou moins de mutations selon leur adaptation à leur milieu. Au final, l'adaptation acquise apparaît bien comme un élément de l'hérédité.

Une autre approche de l'évolution est le néo-lamarckisme. L'action en faveur de Lamarck se traduit par l'organisation d'un congrès international à Paris en 1947 sous l'égide du CNRS sous le thème de « paléontologie et transformisme » dont les actes paraissent en 1950 chez Albin Michel. Il réunit nombre des plus grandes autorités françaises ; outre Grassé, y participèrent Lucien Cuénot (1866-1951), Pierre Teilhard de Chardin (1881-1955), Maurice Caullery...<sup>182</sup> Ceux-ci s'étaient alors opposés à des tenants du néo-darwinisme, brillants biologistes également, comme John Burdon Sanderson Haldane (1892-1964) et George Gaylord Simpson (1902-1984)<sup>183</sup>. Grassé fait l'éloge de Lamarck d'autres façons comme dans un article de l'*Encyclopædia Universalis* en affirmant que Lamarck a été injustement calomnié et qu'il doit être réhabilité<sup>184</sup>.

#### Argumentation :

La transmission de caractères acquis à la descendance, pourrait passer par un support épigénétique selon de récentes études<sup>185</sup>.

<sup>181</sup> Voir point 3 de l'annexe I ci-dessus pour plus de détails.

<sup>182</sup> cf. Blanc (1990) : 238.

<sup>183</sup> cf. Blanc (1990) : 11.

<sup>184</sup> cf. Lestienne et Lapidus (2000) : 45.

<sup>185</sup> Par exemple, L'obésité serait non pas uniquement un effet direct touchant les individus atteints eux-mêmes mais également un effet transgénérationnel. Des données chez l'homme et chez l'animal semblent montrer que les effets d'une sous-alimentation subies par des individus pourraient en effet être transmises aux descendants. Des modifications épigénétiques (n'altérant donc pas l'ADN) n'étant pas effacées lors du passage par la lignée germinale sont désormais décrites chez plusieurs espèces. En fait, chez les plantes il existe une corrélation entre le niveau d'expression d'un gène et sa méthylation. Pareillement, chez les mammifères nous témoignons de la méthylation d'une séquence transposable qui est insérée à proximité d'un gène particulier. Le degré de méthylation d'un transposon pouvant enfin moduler l'expression du gène dans lequel il s'est inséré. (Revue : Cahiers de nutrition et de diététique ISSN 0007-9960 CODEN CNDQA8 ; Source : 2002, vol. 37, no4, pp. 261-272 ; Editeur : Masson, Paris, FRANCE (1966) ; CAT.INIST du CNRS : <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=13921689>

#### 4.4. **Accroissement de la complexité au cours de l'évolution :**

Il reste difficile de mesurer la complexité dans le monde vivant. Elle est souvent estimée par le nombre de types cellulaires identifiables chez un organisme, mais cette estimation n'est pas, ou peu, corrélée à la taille du génome ou au nombre de gènes (complexité du génome) par exemple et ne saurait en aucun cas être une mesure indiscutable. Ainsi, le génome humain comprend 3 milliards de bases, le blé 12 milliards. Richard Dawkins signale également que les animaux à sang froid ont un génome plus long que des animaux de taille comparable à sang chaud.

Rapporté à la quantité d'êtres vivants, l'accroissement de la complexité semble être un phénomène marginal dans l'évolution. En effet, la plupart des espèces sont encore au stade unicellulaire (plus de 99 % des êtres vivants sont des bactéries<sup>186</sup>), seules quelques lignées ont évolué vers une complexification.

La sélection naturelle a tout de même favorisé, dans de nombreux cas, des organismes complexes. Chez les mammifères, on observe une tendance à l'accroissement de la taille du cerveau, et des comportements. On l'explique généralement par une « course aux armements » entre proies et prédateurs, ou à une co-évolution antagoniste, à cause d'une compétition perpétuelle dans les populations (voir la théorie de la reine rouge<sup>187</sup>). Un système nerveux plus élaboré peut sauver la vie de l'animal. De même, des « fédérations de cellules », ébauches d'organismes pluricellulaires, ont pu dans certaines circonstances être plus efficaces que les bactéries isolées pour leur permettre de survivre. Cependant, il est plausible que l'accroissement de la complexité ait pu, dans certains cas, correspondre à un caractère neutre et être fixé par la dérive génétique.

Si on parcourt l'histoire évolutive de l'ensemble du monde vivant on assiste à un accroissement de la complexité dans de nombreuses lignées: insectes, mammifères. Cette complexité semble liée à une meilleure adaptation des populations à un environnement fluctuant. En effet dans les espèces simples (bactéries) les effectifs des populations varient au gré des variations des conditions, ce qui est moins le cas pour les espèces plus complexes (humains, insectes sociaux). Par exemple, un organisme volumineux résiste mieux aux changements de température. Un comportement élaboré permet d'effectuer des réserves de nourriture, de prévoir les saisons.

Cependant, comme le rappelle Stephen Jay Gould là encore (*op.cit.*), le phénomène est biaisé en raison de ce qu'il nomme le *mur de complexité minimale* en dessous duquel on ne peut plus concevoir d'organisme viable et pouvant se reproduire. Le génome peut donc se complexifier autant que le lui permettent le temps et les ressources de l'environnement, mais n'a pas la latitude de se simplifier en de ça de ce "mur". On est dans le phénomène bien connu en probabilités de marche au hasard avec une barrière absorbante pour les individus, et de ce fait réfléchissante pour l'espèce : ne sera préservé que ce qui ne la franchit pas.

---

<sup>186</sup> Stephen, Jay Gould rappelle d'ailleurs, dans *La vie est belle*, que la biomasse bactérienne sur Terre est supérieure à celle des mammifères

<sup>187</sup> La théorie de la reine rouge est une hypothèse de la biologie évolutive proposée et baptisée par Leigh Van Valen. Elle postule que l'environnement d'un groupe concurrentiel d'organismes (principalement les autres organismes vivants, prédateurs, compétiteurs, ou parasites) se modifierait en permanence, si bien que l'effort d'adaptation serait toujours à recommencer, et l'extinction toujours aussi probable. Cette théorie privilégie les facteurs biotiques comme sélectionneur de l'évolution mais elle n'est néanmoins pas incompatible avec l'intervention de facteurs abiotiques (climat, évolution géophysique,...) à une échelle de temps plus large telle que postulée par la théorie des équilibres ponctués. Pour établir cette théorie, Van Valen est parti de la constatation (basée sur les courbes de survie d'une cinquantaine de groupes d'organismes vivants tels que des protistes, des plantes et des animaux) que la probabilité d'extinction d'un groupe d'êtres vivants est constante au cours des temps géologiques. Cette théorie tire son nom d'un épisode fameux du livre de Lewis Carroll : "De l'autre Côté du Miroir" (deuxième volet, d' "Alice au pays des merveilles") au cours duquel le personnage principal et la Reine Rouge se lancent dans une course effrénée. Alice demande alors : « Mais, Reine Rouge, c'est étrange, nous courons vite et le paysage autour de nous ne change pas ? » Et la reine répondit : « Nous courons pour rester à la même place. ». Cette métaphore symbolise en fait la course aux armements entre les espèces. Ainsi, si la sélection naturelle favorise les prédateurs les plus rapides, elle favorise aussi les proies les plus rapides, ce qui a pour résultat un rapport de forces inchangé entre les espèces mais des générations d'individus toujours plus rapides donc des espèces pas plus « évoluées » vis-à-vis du rapport de forces. Le processus constitue donc, comme dans le conflit sexuel, une forme de co-évolution antagoniste. De ce fait, la théorie de la Reine rouge est également surnommée paradoxe de l'évolution. Dans cette course, la reproduction sexuée est un avantage certain grâce à la constante recombinaison des allèles qu'elle permet.

## **Annexe III :**

# **Les sciences de l'évolution : 40 années d'avancées inaperçues**<sup>188</sup>

En 1859, Darwin propose un cadre général pour l'évolution biologique, articulé autour de la descendance avec modification et la sélection naturelle. La rencontre avec la génétique donnera naissance, au milieu du XXe siècle, à la théorie synthétique de l'évolution. A partir des années 70, divers aspects de cette synthèse vont être remis en cause, par l'apparition de nouvelles techniques (accès aux séquences de macromolécules) et de nouveaux concepts (neutralisme, fluidité du génome, transferts horizontaux).

### **Ces avancées importantes qui ont bouleversé le cadre classique, sont ici résumées :**

D'un point de vue universitaire, les sciences de l'évolution voient leur coup d'envoi donné par l'enseignement que Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829) dispensera, dès 1800, au Muséum d'Histoire naturelle, puis publiera, en 1809, dans sa « Philosophie zoologique ». Néanmoins, c'est indéniablement « L'origine des espèces » (1859) qui permet à Charles Darwin (1809-1882) d'apparaître comme le véritable inspirateur de la biologie évolutive moderne. En effet, son ouvrage est structuré autour de deux idées-clés - la descendance avec modification et la sélection naturelle - qui seront riches de développement. Mais c'est le formidable essor de la génétique au cours de la première moitié du XXe siècle qui donnera leurs lettres de noblesse aux idées révolutionnaires proposées par Darwin, car, très vite, on va situer et préciser les éléments de la pensée darwinienne. La modification deviendra la mutation ; l'action de la sélection naturelle va être quantifiée par un coefficient de sélection et par la « valeur sélective (fitness) » ; enfin, la descendance sera affinée par le concept de phylogénie.

Un tel travail va mener, cahin-caha, au moment de la Deuxième Guerre Mondiale, à une synthèse entre génétique et évolutionnisme, synthèse que Julian Huxley (1887-1975), petit-fils de Thomas Huxley (1825-1895), le bulldog de Darwin, a baptisée Synthetic Theory of Evolution, maladroitement traduit en français par « Théorie Synthétique de l'Evolution » (Huxley, 1942). Une synthèse entre des concepts issus pour les uns de la génétique, pour les autres de la biologie naturaliste et évolutive, est alors proposée. Suivant Ernst Mayr (1904-2005), on peut les résumer en six points (Mayr, 1996) :

1. L'hérédité est particulière, c'est-à-dire que les gènes, portés par les chromosomes, sont les unités de base, les « particules élémentaires » du génome, suivant en cela les résultats de l'école de Thomas H. Morgan (1866-1945) sur la génétique de la drosophile ;
2. Les populations naturelles présentent intrinsèquement une énorme variabilité naturelle, et la source de cette variabilité est la mutation ;
3. L'évolution se déroule dans des populations pour lesquelles les localisations géographiques présentent un intérêt important ; en particulier, un isolement géographique aura pour conséquence un arrêt du flux de gènes entre ces populations (spéciation allopatrique) ;
4. L'évolution procède par modification graduelle des populations, c'est-à-dire que les caractères changent pas-à-pas, par addition successive de nombreuses variations élémentaires de faible amplitude ;
5. Les changements dans les populations sont le résultat de la sélection naturelle, c'est-à-dire que ces variations élémentaires passent continuellement au crible de l'ensemble des conditions environnementales (biotiques et abiotiques) ;
6. Les différences observées entre les organismes sont, pour une grande part, des adaptations, à savoir que tout va vers un progrès. Le nouveau est « mieux » que l'ancien.

Comme dans toute synthèse partielle, on trouve des nouveautés intéressantes, mais également des archaïsmes de pensée qui ne seront détectés que plus tard. L'avancée majeure correspond évidemment à l'arrivée massive de la génétique dans une biologie primitivement strictement naturaliste. Les modèles de

<sup>188</sup> Cette intervention récente d'Hervé Le Guyader à l'Académie Française d'Agriculture, qui n'était pas encore sur le site de l'académie au moment de la rédaction de ce travail, nous a été fournie par un internaute sur un forum de discussion scientifique.

génétique des populations, proposés par Julian Huxley (1887-1975), Ronald A. Fisher (1890–1962) et Sewall Wright (1889–1988), simulent la manière dont la sélection peut agir, et comment la nouveauté génétique peut envahir une population. Des arguments décisifs sont ainsi apportés contre certaines idées alors en vogue, comme le finalisme (toute caractéristique organique serait le résultat d'un projet), l'orthogénèse (l'évolution se ferait suivant une direction propre, la sélection n'ayant alors aucun rôle moteur), le saltationnisme (le moteur de l'évolution serait principalement le fait de mutations de grande amplitude, avec peu de poids à la sélection) et enfin le néo-lamarckisme (croyance en l'hérédité des caractères acquis).

**La thèse centrale de la théorie synthétique de l'évolution est, en résumé, la suivante :**

1. Importance capitale de la sélection ;
2. Absence de relation entre les causes de la mutation et les paramètres de la sélection (résumé maladroitement sous le terme de « importance du hasard ») ;
3. En corollaire, réaffirmation de l'idée de Darwin : absence de finalité, de projet.

L'évolution procède donc suivant un schéma relativement simple : la variation héréditaire est le résultat de la mutation ; ces variations sont sous l'emprise de la sélection naturelle, ce qui entraîne un changement des fréquences géniques dans les populations ; ces changements résultent dans une meilleure adaptation des organismes, comme la « marche vers le progrès » modélisée par Sewall Wright (1889 – 1988), en 1932, par le concept de « paysage adaptatif » (Wright, 1932). Suivant cette vision, de manière graduelle, paraît toujours émerger « quelque chose de mieux ». George G. Simpson (1902-1984), le paléontologue de la théorie synthétique de l'évolution, présente cette marche graduelle du vivant selon des degrés d'organisation - ou grades -, et dont chacun dérive des précédents (par exemple, la série : poissons / batraciens / reptiles / mammifères) (Simpson, 1951). C'est aussi vu comme une tendance vers une « meilleure adaptation », un progrès, au sens anthropomorphique du terme.

Le gradualisme est une persistance d'une idée chère à Darwin, à savoir que l'évolution se fait par addition de nombreuses petites variations. Etant donné qu'on postule que toute mutation sélectionnée l'a été pour mieux adapter l'organisme dans son milieu, il en résulte que le nouveau est mieux que l'ancien. Cette vision, en fait relativement ancienne, retrouvée, par exemple, chez Ernst Haeckel (1834-1919), conduit naturellement à l'idée de « forme intermédiaire », qui va être immédiatement intégrée à la paléontologie, et popularisée sous le terme de « chaînon manquant » (Haeckel, 1874 ; Schmitt, 2009). En effet, si on a comme image celle d'une progression linéaire et continue vers le progrès, on peut penser que tout fossile va trouver sa place dans une telle série. De plus, si on nomme le point de départ et le point d'arrivée, le piège des mots va pousser à imaginer une forme intermédiaire. Par exemple, entre les reptiles et les mammifères, on place des « reptiles mammaliens ». Entre un singe et un homme, on place un pithécantrophe (en grec : pithèque, singe et anthropo, homme).

**En simplifiant à outrance, quand on entend parler d'évolution, une grande majorité, parmi les non-spécialistes, en est restée là.**

Pourtant, depuis plus de quarante ans, maintenant – tout a commencé à la fin des années 70 -, des améliorations ont été apportées à la Théorie synthétique de l'évolution. Suivant les cas, celles-ci ont suscité des polémiques, ou bien ont été immédiatement admises. En regardant bien les choses, on peut classer ces innovations de deux manières : certaines sont la conséquence de progrès techniques (par exemple, l'accès au génome), et d'autres relèvent plutôt de la démarche conceptuelle, avec bien sûr, toutes les intersections possibles (Le Guyader, 2009).

Parmi ces idées nouvelles, **la critique de la marche vers le progrès** – même si, avec Wright, on l'appelle « ascension de pics dans le paysage adaptatif » - est arrivée de manière implacable de toutes parts. Le concept de la Reine Rouge, proposé par Leigh Van Valen, est là pour préciser que, bien qu'il y ait une évolution des caractères, on ne peut dire que cela résulte en une meilleure adaptation des organismes dans leurs écosystèmes, puisque leur probabilité d'extinction reste identique tout au long des temps géologiques (Van Valen, 1973). On ne peut donc confondre évolution, innovation et meilleure adaptation. Ceci amène à une critique du « programme adaptationniste », dont la meilleure image a été donnée par S. J. Gould (1941-2002), par la comparaison avec les pendentifs de la cathédrale de Saint Marc, à Venise (Gould, 2002). En effet, lors d'un congrès de biologie évolutive, Gould commence son exposé par le commentaire d'une photographie, prise de la nef, du dôme de cette cathédrale. Il s'attarde, en particulier, sur les quatre piliers qui soutiennent ce dôme, en insistant sur l'intelligence de l'architecte qui a prévu les quatre pendentifs, triangles curvilignes qui relient piliers et dôme, et sur lesquels se trouvent figurer les quatre évangélistes.

Naturellement, tout le monde se demande quel est le rapport avec la biologie évolutive. Tout s'éclaire quand Gould retourne sa démonstration en expliquant que l'architecte ne pouvait se passer de ces pendentifs, obligatoires pour réaliser la transition entre le carré réalisé par les quatre piliers et le cercle, correspondant à la base du dôme. C'était donc une contrainte incontournable. Pourtant, il y a eu intelligence de l'architecte, par l'utilisation secondaire de ces pendentifs pour l'ornementation de la cathédrale. Ces fameux pendentifs présentent donc deux fonctions. La première est d'ordre mécanique et géométrique ; la seconde, d'ordre artistique, bien que réalisée en second lieu, est celle qui saute aux yeux des visiteurs de la cathédrale, seuls les gens de l'art étant réellement conscients de la fonction géométrique. De même, en biologie évolutive, certaines structures peuvent avoir une fonction seconde qui, comme dans l'exemple de la cathédrale Saint Marc, fait écran à la fonction première, la plus importante.

Pourtant, évidemment, il y a des innovations évolutives. Dans la même veine, Gould attire l'attention sur le mécanisme de l'exaptation, terme forgé intentionnellement pour remplacer celui de préadaptation. D'un point de vue évolutif, il veut désigner l'utilisation fortuite pour une fonction nouvelle, ou le changement de fonction, d'un caractère particulier d'une structure biologique préexistante (molécule, organe...). Les cristallines en fournissent un bon exemple. Ce sont les protéines synthétisées en grande quantité dans les cellules du cristallin de l'oeil. Quelles sont leurs propriétés ? Elles doivent rester transparentes, c'est-à-dire ne pas précipiter en concentration élevée, car elles deviendraient alors opaques, et présenter un indice optique supérieur à 1, de manière à assurer la convergence de la lentille-cristallin. Or une étude moléculaire menée au début des années 80 montre que ces cristallines n'étaient que de « banales » enzymes du métabolisme normal de la cellule (protéines de choc thermique, enzymes de la glycolyse...) (Piatigorsky, 2007). Que s'est-il passé ? En fait, ces protéines possédaient de manière fortuite des propriétés physico-chimiques originales vis-à-vis de la lumière, qui n'étaient pas exploitées par le vivant ; à un moment donné, de telles propriétés ont été la prise de la sélection naturelle, lors de la mise en place du cristallin au cours de l'évolution. Il n'y a pas eu fabrication de nouvelles protéines, mais tri parmi ce qui existait déjà. Pour paraphraser le dicton de Jacob, « on fait du neuf (des molécules transparentes) avec du vieux (des enzymes du métabolisme intermédiaire) » (Jacob, 1981) ; ou encore : on fait du neuf (une fonction optique), avec un caractère (la transparence) qui existait auparavant et qui, par coïncidence, a trouvé son utilité à un moment donné de l'histoire évolutive de l'organisme.

D'autres critiques de la Théorie synthétique de l'évolution ont porté sur des points cruciaux de la théorie, puisqu'ils visaient les concept-clés, la descendance avec modification et la sélection naturelle. Ainsi, ces concepts fondateurs se trouvent-ils présenter une évolution drastique, à savoir :

- Sélection : que devient-elle, avec les conséquences du neutralisme ?
- Modification : la nouveauté génétique ne correspond plus à des mutations ponctuelles, mais est plutôt résumée par la fluidité du génome ;
- Descendance : les phylogénies moléculaires ont été un renouveau, mais, dans le monde des procaryotes, l'arbre est remplacé par le réseau.

Lorsque Darwin a proposé sa théorie, la sélection positive était évidemment privilégiée dans son esprit. C'était elle qui était le « moteur » de l'évolution. Or, l'accès aux séquences protéiques et nucléiques a fait prendre conscience de l'existence de mutations neutres, c'est-à-dire transparentes vis-à-vis de la sélection. Les modélisations ont montré que de telles mutations peuvent, de manière aléatoire, se fixer dans les populations par un processus de dérive, celle-ci se produisant d'autant plus facilement que la population (ou plutôt son effectif efficace) est petite. Le neutralisme s'est donc pas à pas imposé, prenant une importance capitale en génétique des populations et, plus généralement, en génétique évolutive (Achaz, 2009 a & b). C'est pourquoi ce modèle neutre s'est imposé comme modèle de référence. Plus précisément, le modèle de référence est celui d'un équilibre mutation/dérive et, s'il n'y a pas d'information supplémentaire sur une population, c'est le modèle qui sera adopté par défaut.

D'un point de vue technique, le modèle neutre correspond à l'hypothèse nulle que l'on cherchera à rejeter à l'aide des tests dits de neutralité. Ainsi, la mise en évidence d'événements de sélection naturelle (positive ou négative) s'accompagne aujourd'hui nécessairement du rejet du modèle neutre. Pour étudier ce modèle, deux approches ont été développées. Dans l'approche classique, le temps se déroule dans le sens prospectif, tandis que dans l'approche par coalescence, le temps est rétrospectif. La simplicité du modèle de coalescence est sans doute à l'origine de son succès. Néanmoins, on peut se demander si ce côté technique ne fait pas passer inaperçue la sélection positive de faible intensité. La question-clé est donc la suivante : la sélection, en évolution moléculaire, est-elle réellement une exception ? N'oublions pas que Gillespie, en 1991, avait proposé un modèle au sein duquel les mutations neutres ont un rôle secondaire,

avec, à la première place, celles ayant un impact sur la sélection.

La nouveauté génétique ne peut maintenant se voir qu'à travers le concept de fluidité du génome, et en abandonnant le paradigme de la mutation ponctuelle (Bonnivard & Higuët, 2009). L'importance des duplications, à tous niveaux, est essentielle (Koszul & Fischer, 2009). La duplication de gène donne naissance aux familles multigéniques, comme celle des gènes Hox (Davidson, 2006) ; celle de génome entraîne la polyploïdie, rencontrée tant au niveau des plantes à fleurs, que des vertébrés, ou des ciliés, comme la paramécie (Jaillon et al., 2004, 2009) ; ; celle d'exons, alliée à leur brassage, est à la source de nouveautés d'un point de vue protéique, comme le montre l'exemple des protéases de la coagulation sanguine (Kolman & Stemmer, 2001 ; Patthy, 1985). On commence d'ailleurs à déceler les acteurs de cette dynamique du génome, comme, par les transposons. Enfin, les transferts horizontaux prennent de plus en plus d'importance, en particulier chez les bactéries et les archées. Le génome est donc une entité dynamique, fluide, qui est beaucoup moins rigide que ce que l'on imaginait auparavant.

Enfin, pour certains organismes, le concept même de phylogénie se trouve depuis peu complètement remis en cause. En effet, chez les procaryotes, les transferts horizontaux se passent en beaucoup plus grand nombre que ce qui était imaginé il y a encore quelques temps. Naturellement, c'est une découverte due au grand nombre de génomes séquencés. Rappelons, par exemple, les observations relevées par Baptiste (2009) :

- *Nautilia profundicola* est une espèce bactérienne nouvellement décrite, provenant des fumeurs des fonds sous-marins ; elle partage seulement 35% de son ADN avec les autres espèces de *Nautilia* connues ;
- Trois souches d'*Escherichia coli* dont les génomes ont été totalement séquencés ne partagent que 40 % de leurs gènes ;
- Différentes souches de la bactérie marine *Vibrio*, pourtant identiques pour plusieurs locus de leurs gènes de ménage, présentent des génomes dont les tailles diffèrent de manière considérable, jusqu'à 800 kb, soit 20 % de la taille ;
- De manière analogue, des souches de la bactérie fixatrice d'azote *Frankia*, dont les ARN ribosomiques sont identiques à 97 % - ce qui fait qu'elles sont considérées comme membres de la même espèce -, peuvent différer par près de 3500 gènes, c'est-à-dire 43 % du plus grand génome, 77 % du plus petit ;

En fait, les phylogénies générales des bactéries et des archées se trouvent réalisées par les gènes dits essentiels (*core genes*, en anglais), vraisemblablement transmis de manière verticale, c'est-à-dire moins de 10 % des génomes !! Les 90 % ne se retrouvent pas dans toutes les espèces, et correspondent en grande partie à des transferts horizontaux. C'est pour cela que, pour les archées et les bactéries, la vraie représentation ne doit pas se faire par des arbres, mais par des réseaux qui, bien sûr, sont actuellement à construire (Lopez & Baptiste, 2009). Ils ne peuvent se faire que par la connaissance des génomes, mais aussi des séquences de virus, intégrons... Néanmoins, les arbres phylogénétiques ont encore leurs sens chez les eucaryotes.

Ainsi, le schéma simple proposé par Darwin en 1859, descendance avec modification et sélection naturelle, puis mis en musique par la Théorie synthétique de l'évolution au milieu du XXe siècle, s'est trouvé progressivement chamboulé. La sélection est remplacée par le couple neutralisme - dérive ; la modification par la fluidité du génome ; la phylogénie arborescente par une représentation en réseau. Mais il faut bien avoir à l'esprit que ce n'est pas, comme certains le disent, une négation de la pensée de Darwin ; c'en est une évolution, à l'intérieur d'un cadre conceptuel de plus en plus complexe.

#### Bibliographie :

- Achaz G., 2009a. – Evolution moléculaire, des données aux modèles et vice-versa. Mémoire d'Habilitation à diriger des recherches, Université P & M Curie.
- Achaz G., 2009b. Frequency spectrum neutrality tests, one for all and all for one. *Genetics* (sous presse)
- Baptiste E., 2009. – Au-delà de l'arbre du vivant : pluralisme, réticulomique et clanistique. Mémoire d'Habilitation à diriger des recherches, Université P & M Curie.
- Bonnivard E. & Higuët D., 2009. Fluidity of eukaryotic genomes. *C. R. Biologies*, 332, 234-240.
- Darwin C., 1859. *On the origin of species by means of natural selection*. London, Murray.
- Davidson E. H., 2006. – *The regulatory genome*. Amsterdam, Elsevier.
- Gillespie J. H., 1991. – *The causes of molecular evolution*. Oxford, Oxford University Press.

- Gould S. J., 2002. - The Structure of evolutionary theory. Cambridge, Harvard University Press.
- Haeckel E., 1874. – Histoire de la création des êtres organisés d'après les lois naturelles. Paris, Reinwald.
- Huxley, J. S., 1942. - Evolution. The Modern Synthesis. London. Allen Unwin.
- Jacob F., 1981. - Le Jeu des possibles, essai sur la diversité du vivant, Fayard, Paris.
- Jaillon O. et al., 2004. Genome duplication in the teleost fish Tetraodon nigroviridis reveals the early vertebrate proto-karyotype. Nature, 431, 946-957.
- Jaillon O., Aury J.-M. & Winckler P., 2009. Changing by doubling, the impact of whole genome duplications in the evolution of eukaryotes. C. R. Biologies, 332, 241-253.
- Kolman J. A. & Stemmer W. P. C., 2001. Directed evolution of proteins by exon shuffling. Nature Biotechnology, 19, 423-428.
- Koszul R. & Fischer G., 2009. A prominent role for segmental duplications in modelling eukaryotic genomes. C. R. Biologies, 332, 254-266.
- Lamarck J.-B., 1809. Philosophie zoologique. Paris, Dentu.
- Le Guyader H., 2009. La théorie de l'évolution revisitée. Pour la Science, 63, 22-26.
- Lopez P & Baptiste E., 2009. Molecular phylogeny : reconstructing the forest. C. R. Biologies, 332, 171-182.
- Mayr, E, 1996. Théorie synthétique de l'évolution, in Dictionnaire du darwinisme et de l'évolution, Paris, PUF, 4262-4267.
- Patthy L., 1985. Evolution of the proteases of blood coagulation and fibrinolysis by assembly from modules. Cell, 41, 657-663.
- Piatigorsky J., 2007. – Gene sharing and evolution, Cambridge, Harvard University Press.
- Schmitt S., 2009. Haeckel, un darwinien allemande ? C. R. Biologies, 332, 110-118.
- Simpson G. G., 1951. – L'évolution et sa signification, Payot.
- Van Valen L., 1973. - A new evolutionary law. Evolutionary Theory, 1:1-30.
- Wright S., 1932. The role of mutation, inbreeding, crossbreeding and selection in evolution. Proc. 6th Int. Cong. Genet. 1: 356–366.

## Annexe IV :

# Evoluer ? Une expérience de Science et de Fiction : L'expérience DINOSAUROÏDE !

## Evoluer ?

### *Une expérience de Science et de Fiction*

1. Le contexte
2. Qu'est ce que la théorie de l'évolution ?
3. **Le dinosauroïde : une expérience de Science et de Fiction**
4. La table ronde
5. La Fête de la Science
6. Pour en savoir plus

### **1. Le contexte**

Alors que l'on célèbre cette année le bicentenaire de la naissance de **Charles DARWIN** et les 150 ans de la publication de son livre « **De l'origine des espèces** », les opposants à sa théorie se font de plus en plus offensifs pour imposer leur croyance. Dans ce contexte « **Evoluer ?** » est une **expérience de Science et de Fiction originale et innovante**, permettant de susciter le questionnement préalable, nécessaire et indispensable pour établir un dialogue entre des scientifiques et le grand public, et en particulier les jeunes **autour de la thématique de l'évolution**.

« **Evoluer ?** » est une **expérience inédite pour initier une rencontre entre le public et le monde scientifique**, de promouvoir une nouvelle approche pour le partage des connaissances issues de la recherche et de **renouveler les formes de dialogue entre la science et la société**.





## 2. Qu'est ce que la théorie de l'évolution ?

Si l'idée d'évolution peut être trouvée en filigrane dans les travaux d'auteurs anciens, ce n'est qu'à partir du XIX<sup>ème</sup> siècle que de véritables théories scientifiques proposant une explication du phénomène de l'évolution des espèces ont été développées. Si la théorie du transformisme de Lamarck a ouvert la voie, **la révolution évolutionniste** est arrivée avec **Charles Darwin et son ouvrage « De l'origine des espèces » (1859)** dans lequel deux grandes idées, appuyées par des faits, émergent : **l'unité et la diversité du vivant s'explique par l'évolution**, et l'évolution adaptative résulte de l'action de la sélection naturelle sur les variations dues au hasard. En profonde contradiction avec les idées philosophiques et religieuses dominantes de l'époque, « **De l'origine des espèces** » obtient un important écho et convainc après de vigoureuses controverses la majorité des biologistes de la réalité de l'évolution.

### **La théorie de l'évolution peut être résumée en quatre points principaux :**

1. Il existe naturellement des variations individuelles au sein de chaque espèce.
2. Les êtres vivants produisent une descendance trop nombreuse par rapport aux ressources de l'environnement.
3. Les organismes sont en compétition les uns avec les autres, à la fois au sein de leur espèce mais aussi entre les espèces.
4. Les organismes les mieux adaptés à leur environnement sont ceux qui ont le plus de chance de survivre, de se reproduire et de transmettre leur patrimoine génétique à leur descendance.

La notion scientifique d'évolution est l'une des notions les plus fondamentales de la science moderne. En effet, elle est si féconde qu'elle permet d'expliquer des aspects variés du monde vivant :

- elle rend intelligible l'histoire de la vie, que l'on peut décrypter notamment à travers les archives que constituent les fossiles ;
- elle explique pourquoi le vivant se caractérise à la fois par une profonde unité, notamment biochimique, génétique et physiologique, et par une extraordinaire diversité, puisque l'on a décrit près de 2 millions d'espèces actuelles différentes ;
- elle rend compte de la répartition géographique des organismes, tant à notre époque que dans le passé.

La théorie de l'évolution constitue le fondement essentiel de la biologie moderne et de la paléontologie. Elle est accréditée par un ensemble de preuves scientifiques provenant de diverses disciplines.

Cependant, l'évolution est aussi l'un des concepts scientifiques les plus mal compris du grand public et la théorie de l'évolution est combattue par des courants religieux variés qui tentent de promouvoir diverses croyances comme le créationnisme et le « dessein intelligent » de façon plus ou moins marquée selon les pays. Cet état de fait est d'autant plus dommageable qu'il résulte le plus souvent de l'ignorance de ce qu'est la science et de ce qui distingue la science de la religion, l'une et l'autre procédant de démarches totalement distinctes. En effet, les religions reposent sur la foi, la croyance en une Vérité révélée. Une théorie scientifique, par contre, est un modèle qui intègre des faits scientifiques, acquis par l'observation et/ou l'expérimentation, et qui peut être révisée ou adaptée en fonction de nouvelles données. **Contrairement à la Foi, la science est réfutable.**

# Le Dinosaurioïde : une expérience de Science et de Fiction

**Qu'auraient pu devenir les dinosaures s'ils n'avaient pas disparu et si on leur appliquait la théorie de l'évolution ?**

C'est ce que nous avons demandé d'imaginer à des scientifiques et de réaliser à un artiste plasticien.

**Le résultat : un Dinosaurioïde !**

## **En quoi cette expérience est-elle scientifique ?**

**Le Dinosaurioïde** part d'un vrai dinosaure : **le Troodon**, qui a été transformé en faisant appel aux sciences anatomique, fonctionnelle et à la biomécanique. La morphologie retenue (taille, forme du crâne, membres...) résulte d'hypothèses prenant en compte son milieu naturel, le hasard et la sélection naturelle.

## **En quoi est-ce de la fiction ?**

Les dinosaures n'ont pas disparu, ils ont juste emprunté d'autres voies évolutives. **On ne peut pas prévoir l'évolution**, juste émettre des hypothèses qui restent toujours aléatoires car les facteurs à prendre en compte sont trop nombreux.

**L'idée originale de l'expérience a été trouvée par Francis DURANTHON**, docteur en paléontologie des vertébrés, conservateur au Muséum d'histoire naturelle de Toulouse et bien connu des toulousains.

Animateur de télévision reconnu, il a animé durant de nombreuses années l'émission « Bonjour l'ancêtre » ou « Les dessous de la Terre », qui alliait vulgarisation et rigueur scientifiques, sur France 3, France 5 et la chaîne câblée Régions après être intervenu comme chroniqueur dans l'émission « Vent Sud ». Il est actuellement chroniqueur scientifique pour France 3 sud, notamment dans l'émission « C'est mieux le matin ».

Vulgarisateur né, il a publié de très nombreux ouvrages sur les dinosaures, les fossiles et les minéraux chez Milan, Nathan et Bréal. Il consacre une grande partie de son temps à la vulgarisation de la paléontologie, et a récemment fait paraître « Histoires de Mammifères » et « Histoires de Dinosaures », livres à l'approche scientifique simple mais rigoureuse.

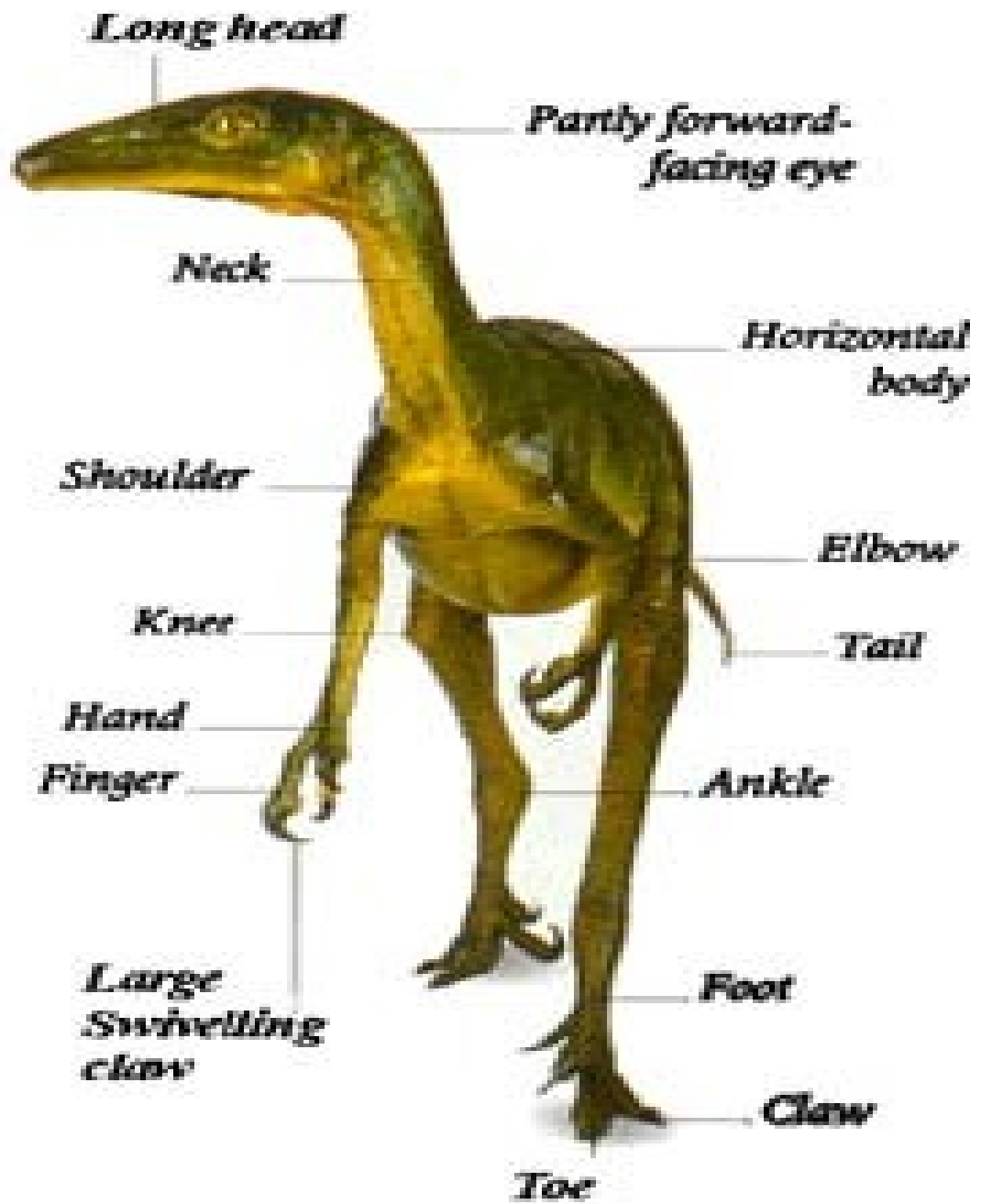
Contact mail: [francis.duranton@cict.fr](mailto:francis.duranton@cict.fr)

L'expérience « **Evoluer ?** » s'inspire au départ d'une idée de **Dale Russell**, un chercheur américain qui a, en 1982, émis l'hypothèse que la Terre serait actuellement habitée par des reptiles humanoïdes ou **Dinosaurioïdes**, évolution des dinosaures, (et non les hommes, donc les mammifères) si ceux-ci n'avaient pas disparu.

Russel imagine, l'évolution d'une espèce de Dinosaurioïde particulière, **le Troodon**. Celui-ci a développé une bipédie et présentait une vision stéréoscopique grâce à ses yeux placés en avant de sa tête de prédateur. Ce dinosaurioïde bipède à l'intelligence certaine ressemble au redoutable Vélociraptor de la trilogie Jurassic Park

**La comparaison s'arrête là avec l'expérience « Evoluer ? ». En effet la méthode adoptée pour imaginer son évolution et le résultat divergent complètement.**

## Le Troodon



Pour réaliser le **Dinosauroïde**, l'équipe a fait appel à un artiste de renommée mondiale, spécialiste en reconstitution paléontologique et moulages d'animaux :

## **Emmanuel JANSSENS**

**Passionné** par les animaux, Emmanuel Janssens fréquente, dès sa plus tendre enfance, les musées. Très vite, il est sollicité en tant que conseiller par différentes associations de protection animalière, le Ministère de l'Agriculture, les musées...

Parallèlement, Emmanuel Janssens se découvre un don caché pour la sculpture et le moulage cultivant **son goût de l'art et son souci de la perfection**.

Naît alors l'idée d'associer cette dextérité et ce don pour les mettre au service de la science en relevant le défi d'un **hyperréalisme incontournable dans le domaine scientifique**.

En 2001, Emmanuel Janssens crée la société OPHYS qui fournit, auprès des **musées d'histoire naturelle et des parcs à thèmes, des reconstructions fidèles** d'hommes préhistoriques et d'animaux actuels ou disparus.

L'expérience acquise en **sculpture** et **moulage** l'amène à produire des pièces prestigieuses d'un réalisme saisissant.

La parfaite maîtrise de techniques très élaborées et l'utilisation de matériaux composites les plus performants, sont à la base de la **qualité exceptionnelle** et du degré élevé de finition de ses réalisations, **parfaitement adaptées à la muséologie** ou comme support didactique.



**Emmanuel JANSSENS** a collaboré avec de nombreux musées dans le monde entier (Belgique, Portugal...) et notamment le Muséum d'Histoire Naturelle de Toulouse pour lequel il a réalisé le fameux Calamar Géant.

**Le Dinosauroïde** a été réalisé en deux mois et tout au long de sa fabrication, il a suscité un grand nombre de questions (taille, forme des membres, du crâne, ...) qui a chaque fois ont fait appel à différentes spécialités : sciences anatomique, fonctionnelle ou encore biomécanique. Différents spécialistes ont été consultés à chaque fois pour donner leur avis.

Il est clair que c'est une expérience qui s'appuie sur des théories scientifiques bien réelles et non sorties de l'imaginaire d'un scénariste de Science Fiction.

Nous tenons à remercier tout particulièrement Guillaume LECOINTRE du Muséum National d'Histoire Naturelle pour ses conseils précieux et sa participation à la rédaction de ce document.

**Le résultat de l'expérience !**





# ÉVOLVER ?

UNE EXPÉRIENCE DE SCIENCE ET DE FICTION

LE DINOSAUROÏDE

ANCÊTRE : LE TROODON

TAILLE : 2 m

POIDS : 130 kg

YEUX : NOIR

RÉGIME ALIMENTAIRE : CARNIVORE

ADAPTÉ À TOUS LES ENVIRONNEMENTS

POUR EN SAVOIR PLUS, CONSULTEZ SA FICHE FACEBOOK : EXPERIENCE DINOSAUROÏDE

## Une table ronde pour débattre de l'expérience

**Jeudi 19 Novembre 2009, 20h30**  
**Salle du Sénéchal, 17 rue de Rémusat, Toulouse**

Cette œuvre d'art est un moyen de créer le questionnement et d'amener le public à **participer à une rencontre avec des chercheurs pour discuter, échanger et débattre autour de la théorie de l'évolution.**

**Le jeudi 19 novembre 2009 à 20h30**, une table ronde sera donc organisée avec plusieurs spécialistes de la théorie de l'évolution et l'artiste. Ils replaceront le **Dinosauroïde** dans le contexte des travaux de recherche sur l'origine de la vie sur Terre et son évolution.

**L'objectif étant de favoriser les « échanges entre les scientifiques et le public » et « le questionnement sur les enjeux sociétaux » liés à la théorie de l'évolution.**

### **Les intervenants**

**Francis DURANTHON**, Muséum d'Histoire Naturelle de Toulouse

**Pierre Olivier ANTOINE**, Laboratoire des Mécanismes et Transferts en Géologie LMTGOMP - UPS/IRD/CNRS

**Patrick DUPOUEY**, Agrégé de Philosophie

**François BON** Université de Toulouse II le Mirail, Unité Toulousaine d'Archéologie et d'Histoire (TRACES-UTAH)

**Jérôme CHAVE**, Laboratoire Evolution et Diversité Biologique – UPS/CNRS/ENFA **Et**

**Emmanuel JANSSENS**, l'artiste, spécialiste en reconstitution paléontologique et moulages d'animaux qui a réalisé le Dinosauroïde.

Modérateur :

**André BOUDOU**, Président de la Ligue de l'enseignement de la Haute-Garonne

Cette table ronde se placera bien dans la thématique de la Fête de la Science à savoir :  
**« Aux origines de la vie et de l'univers : quelles évolutions, quelles révolutions ? »**

### **Une action pédagogique**

**La présentation du Dinosauroïde Cour Henri IV constitue le lancement d'une opération régionale sur le thème de l'évolution auprès des élèves de collège et de lycée.**

En effet une **tournée du Dinosauroïde** est prévue à partir de janvier 2010 dans les établissements scolaires de la Région et notamment dans les collèges classés en Zone d'Education Prioritaire.

A chaque présentation, le même « cérémonial » sera appliqué :

- Mise en place du **Dinosauroïde** avec mise en scène.
- Organisation d'une rencontre avec un chercheur ou un étudiant en science spécialiste de l'évolution.

Dans un contexte où les opposants à la théorie de l'évolution se font de plus en plus offensifs pour imposer leur croyance. Les enseignants du secondaire et des universités sont de plus en plus confrontés à des propos niant la théorie de l'évolution et ont de plus en plus de difficultés à aborder le sujet.

L'expérience « **Evoluer ?** » permettra de **créer la surprise pour faire réagir les jeunes et ensuite pouvoir discuter, échanger et débattre avec eux autour du thème de la théorie de l'évolution.**

**Pour suivre le parcours du Dinosaurioïde, connectez-vous sur sa fiche Face Book : [Expérience dinosaurioïde](#)**

## **Les partenaires de l'expérience.**

### **Les partenaires institutionnels**

L'Europe à travers les fonds FEDER, le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, Le Rectorat de l'Académie de Toulouse, la Région Midi-Pyrénées et la Mairie de Toulouse

### **Les partenaires scientifiques**

Le CNRS, L'Université Toulouse III Paul Sabatier, l'Université Toulouse le Mirail et le Muséum d'Histoire Naturelle de Toulouse.

« Evoluer ? » est cofinancé par l'Union européenne. L'Europe s'engage en Midi-Pyrénées à travers les Fonds européens de développement régional.



### **3. L'expérience « Evoluer ? » se déroule dans le cadre de la Fête de la Science 2009**

Du 16 au 22 Novembre 2009, Midi-Pyrénées a rendez-vous avec les sciences autour de la thématique nationale « **Aux origines de la vie et de l'univers : quelles évolutions, quelles révolutions ?** » à l'occasion de « l'Année Mondiale de l'Astronomie » et du « Bicentenaire de la naissance de Darwin ».

**La 18<sup>ème</sup> édition de la Fête de la Science a pour objectif de susciter partout la rencontre du public avec chercheurs, ingénieurs et techniciens de multiples manières : expositions, ateliers, visites de laboratoires, de sites naturels et industriels, débats, village des sciences..., et de développer, auprès des jeunes, dès le plus jeune âge, une véritable culture scientifique et l'intérêt pour les études et les métiers scientifiques.**

Comme chaque année, la Fête de la Science reste un rendez-vous de proximité. Plus de 150 opérations seront présentées dans 37 communes et 80 000 visiteurs dont 30 000 scolaires sont attendus.

En région, **8 Villages des Sciences** ouvrent leur porte aux scolaires et au grand public permettant de rassembler sur le thème national des organismes d'enseignement et de recherche, des entreprises, des associations, des acteurs de la culture scientifique et technique du département et des projets scientifiques départementaux présentés par des établissements scolaires dans le cadre de Scientijeunes ; à Tarascon sur Ariège (Ariège), au Monastère (Aveyron), à Toulouse (Haute-Garonne), à Fleurance et Auch (Gers), à Cahors (Lot), à Tarbes (Hautes-Pyrénées), à Albi (Tarn) et à Beaumont de Lomagne (Tarn et Garonne).

La Fête de la Science c'est aussi les 50 ans de la « Boule » (Cemes), un village des entreprises scientifiques Novalia82 à Montauban, des rencontres avec des chercheurs et des visites de laboratoires sur des sites scientifiques, des animations sur de nombreux sites ouverts de toute la Région...

A Toulouse, le Village des Sciences se déroulera à l'Université Paul Sabatier du 19 au 21 novembre.

Deuxième ville universitaire de France, Toulouse s'appuie sur une longue tradition d'émulations scientifiques. A l'occasion des 40 ans de l'université Paul Sabatier, le campus de Rangueil accueille cette année la Fête de la science. 42 hectares dédiés à l'enseignement et à la recherche s'animent pendant trois jours autour de cinq parcours thématiques. Les acteurs de la science d'aujourd'hui ouvrent les portes des lieux où les innovations prennent vie, afin de faire découvrir les sciences autrement : ateliers, visites, expositions, débats, projections... Une manifestation pour voir les sciences en grand.

**Le Dinosaurioïde sera présenté le vendredi 20 et le samedi 21 Novembre sur le Village des Science de l'UPS et une conférence sera organisée le vendredi à 15 h avec Francis DURANTHON (Bat U3 – Campus de Rangueil)**

La Fête de la Science est organisée et soutenue par le Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche en partenariat avec la Région Midi-Pyrénées. L'organisation et la coordination est assurée, en Midi-Pyrénées, par Science Animation / CCSTI Midi-Pyrénées et par des coordinations départementales.

Pour tout savoir sur les horaires et dates des manifestations, rendez-vous sur :

[www.scienceanimation.org](http://www.scienceanimation.org) ou  
[www.fetedelascience.fr](http://www.fetedelascience.fr)

## 4. Pour aller plus loin...

### Le Dinosaurioïde selon Dale Russell

Dale Russell, du Musée des sciences naturelles de l'État de Caroline du Nord, est l'un des grands spécialistes mondiaux de la paléontologie des vertébrés. Plus particulièrement intéressé par les dinosaures du Crétacé, il a entrepris, sur le terrain et en laboratoire, de minutieuses recherches qui l'ont conduit à réunir des collections provenant de plusieurs continents.

Infatigablement, il s'est efforcé de comprendre l'écologie, les habitudes, la structure trophique et la taphonomie (l'étude des processus de fossilisation) des dinosaures et les résultats auxquels il est parvenu lui ont permis de présenter des interprétations constructives au sujet de leur extinction.

Dale Russell est connu pour ses conférences publiques, ses interventions à la télévision et dans les autres médias ainsi que pour la qualité exceptionnelle de ses ouvrages de vulgarisation, notamment "A vanished world: the dinosaurs of western Canada" (1977) et "An odyssey in time: the dinosaurs of North America" (1989).

Il a apporté une contribution hors du commun à la recherche scientifique tout en réussissant à expliquer à un public avide d'informations ses nouvelles idées sur la paléontologie des vertébrés, les phénomènes d'extinction et les théories sur l'influence d'événements extraterrestres sur le biote planétaire.

En 1982, il a émis l'hypothèse que la Terre serait actuellement habitée par des reptiles humanoïdes ou dinosaurioïdes, évolution des dinosaures, (et non les hommes, donc les mammifères) si ceux-ci n'avaient pas disparu. Selon Dale Russell, ces dinosaurioïdes, occuperaient, dans ce cas, la place de l'homme en tant qu'espèce dominante de la planète. En évoluant, ils auraient, selon la théorie, pris une apparence humanoïde, que certains scientifiques jugent comme étant l'apparence optimale pour tout être évolué et supérieurement intelligent.

Il est intéressant de savoir que certains scientifiques ont émis l'hypothèse que des dinosaures de notre planète auraient pu atteindre un degré d'intelligence comparable à celle que présente l'être humain. En effet, il est considéré que l'apparition de l'intelligence humaine liée à l'encéphalisation est due essentiellement à la bipédie. L'Homme est en effet le seul être à avoir développé une telle faculté, lui libérant les deux membres supérieurs.

Le couplage cerveau / main aurait ensuite développé le volume et la complexité du cerveau humain et donc développé l'intelligence et la Conscience (cette théorie est remise en question).

De nombreuses espèces dinosaures ont développé une bipédie, tel le Troodon, le Deynonichus ou le Coelurus. De plus, ces espèces présentaient une vision stéréoscopique grâce à leurs yeux placés en avant de leur tête de prédateur. Ces dinosaures bipèdes à l'intelligence certaine ont été popularisés par les redoutables Vélociraptors de la trilogie Jurassic Park.

De plus les dernières découvertes en paléontologie apportent des éléments à la théorie qui affirme que les dinosaures avaient le sang chaud. Dans ces conditions physiologiques, similaires à celle de l'Homme, il serait surprenant qu'en plusieurs dizaines de millions d'années, les dinosaures n'aient développé une intelligence comparable à celle que le genre humain a développée en seulement six ou sept millions d'années seulement.

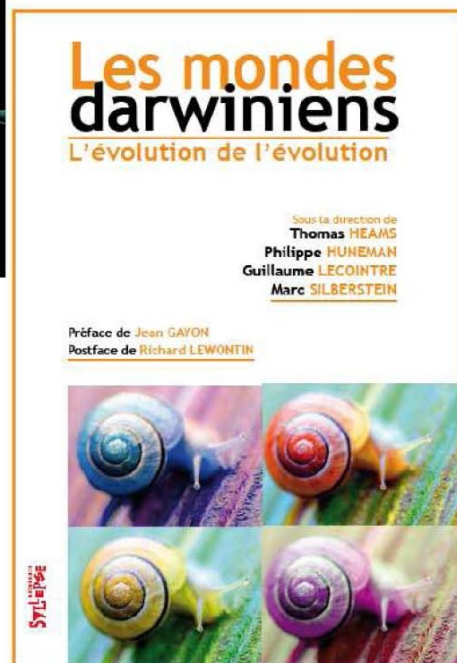
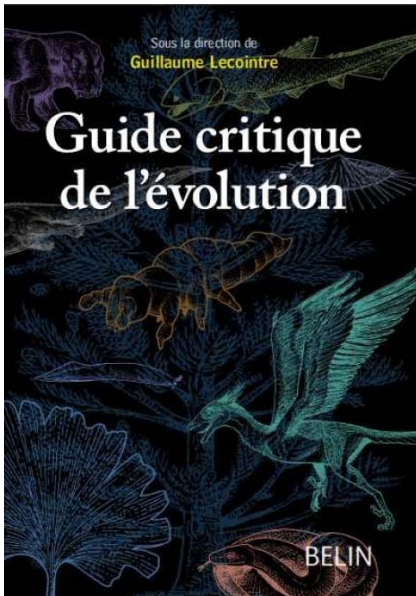
C'est à partir de ces hypothèses que Dale Russel a imaginé ce qu'aurait pu être ce Dinosaurioïde.

**Publication :** Russell, D. A. and Sequin, R. "Reconstruction of the small Cretaceous theropod *Stenonychosaurus inequalis* and a hypothetical dinosauroid," *Syllogeus*, 37, 1 (1982).



## Deux livres à lire pour en savoir plus...

- Les Mondes Darwiniens paru le 22 octobre aux éditions BELIN.
- Le Guide Critique de l'Evolution paru le 5 novembre aux éditions Syllepse.



## **Annexe V :**

# **L'action humoristique aux Etats-Unis d'Amérique de Bobby Henderson : le Pastafarisme !**

### **1. Lettre ouverte au comité d'état à l'éducation du Kansas :**

Je suis très préoccupé à l'heure où je vous écris car je viens d'apprendre que vous organisez des audiences pour décider si la théorie alternative du Dessein Intelligent devrait être enseignée aux côtés de la théorie de l'Evolution. Je pense que nous sommes tous d'accord pour dire qu'il est important que les élèves entendent des points de vue multiples afin de choisir par eux-mêmes la théorie qui leur semble la plus cohérente. J'ai toutefois peur que les élèves n'entendent qu'une seule des théories du Dessein Intelligent.

Rappelons-nous bien qu'il existe plusieurs théories du "Dessein Intelligent". Moi-même ainsi que beaucoup d'autres gens dans le monde croyons profondément que l'univers a été créé par un Monstre en Spaghettis Volant. C'est Lui qui a créé tout ce que nous voyons et sentons. Nous avons la certitude que les preuves irréfutables des processus d'évolution des espèces ne sont qu'une coïncidence, qu'Il a mise en place.

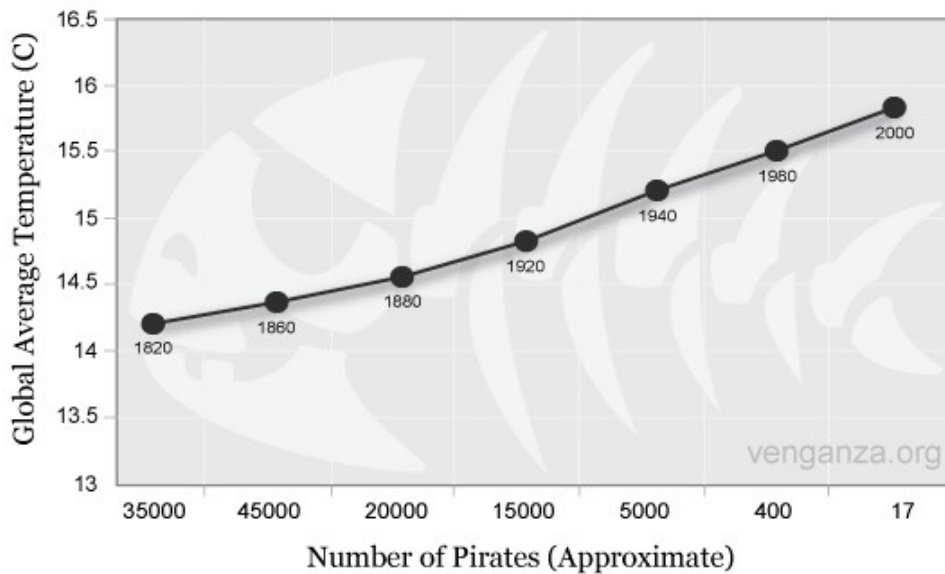
C'est pour cette raison que je vous écris aujourd'hui afin de demander officiellement que cette théorie alternative soit enseignée dans vos écoles au même titre que les deux autres théories. Je dois d'ailleurs souligner que si vous n'acceptez pas de le faire, nous serons forcés d'intenter une action en justice. Je suis certain que vous comprenez nos motivations. Si la théorie d du Dessein Intelligent n'est pas basée sur la foi, mais qu'elle est en fait également une théorie scientifique, alors vous devez autoriser l'enseignement de notre théorie car elle se fonde elle aussi sur la science et non la foi.

Certaines personnes ont du mal à croire à tout ceci, il peut donc être utile que je vous en dise un peu plus sur nos croyances. Nous avons des preuves qu'un Monstre en Spaghettis Volant a créé l'univers. Bien entendu, aucun d'entre nous n'était présent à l'époque pour le voir de nos propres yeux, mais nous avons des témoignages écrits qui relatent ce moment. Nous détenons plusieurs épais volumes dans lesquels Ses pouvoirs sont expliqués en détail. Par ailleurs vous serez peut-être étonnés d'apprendre que nous sommes 10 millions et que nos fidèles sont chaque jour plus nombreux. Nous avons tendance à être discrets car beaucoup de gens prétendent que nos croyances ne reposent pas sur des preuves observables. Ce que ces gens ne comprennent pas c'est qu'Il a construit le monde pour nous donner l'impression que la terre est plus vieille qu'elle ne l'est en réalité. Un scientifique peut par exemple dater un artefact au carbone 14. Il trouvera qu'approximativement 75% du Carbone 14 s'est désintégré en Nitrogène 14 par l'émission d'électrons et déduira que l'artéfact est vieux d'à peu près 10.000 ans puisque le milieu de la vie du Carbone 14 semble être de 5.730 ans. Mais ce dont notre scientifique ne se rend pas compte c'est qu'à chaque fois qu'il fait une datation, le Monstre en Spaghettis Volant est là et change les résultats avec Son Appendice nouillesques. Nous avons de nombreux textes qui décrivent en détail comment cela est possible et les raisons pour lesquelles Il le fait. Il est bien sûr invisible et peut traverser la matière sans peine.

Je suis certain que vous comprenez à présent à quel point il est important que cette théorie soit enseignée à vos élèves. Il est absolument impératif qu'ils prennent conscience du fait que toutes les preuves scientifiques observables dont nous disposons sont en fait présentes à la discrétion du Monstre en Spaghettis Volant. De plus, il est irrespectueux d'enseigner nos croyances sans porter la tenue qu'Il a choisie, qui est, bien entendu un costume complet de pirate. Je n'insisterai que trop peu sur ce point et je ne peux malheureusement pas décrire en détail les raisons pour lesquelles il doit en être ainsi car j'ai peur que cette lettre soit déjà trop longue. L'explication concise est qu'Il se fâche si nous ne nous habillons pas de la sorte.

Vous serez peut-être intéressés d'apprendre que le réchauffement planétaire, les tremblements de terre, les cyclones et les autres désastres naturels sont une conséquence directe du nombre décroissant de Pirates depuis les années 1800. A titre indicatif, j'inclus ici un graphique d'un nombre estimé de pirates sur terre mis en parallèle avec la température mondiale moyenne au cours des 200 dernières années. Comme vous pouvez le constater, il y a un lien de causalité significatif entre la baisse du nombre de pirates et l'augmentation de la température mondiale.

## Global Average Temperature Vs. Number of Pirates

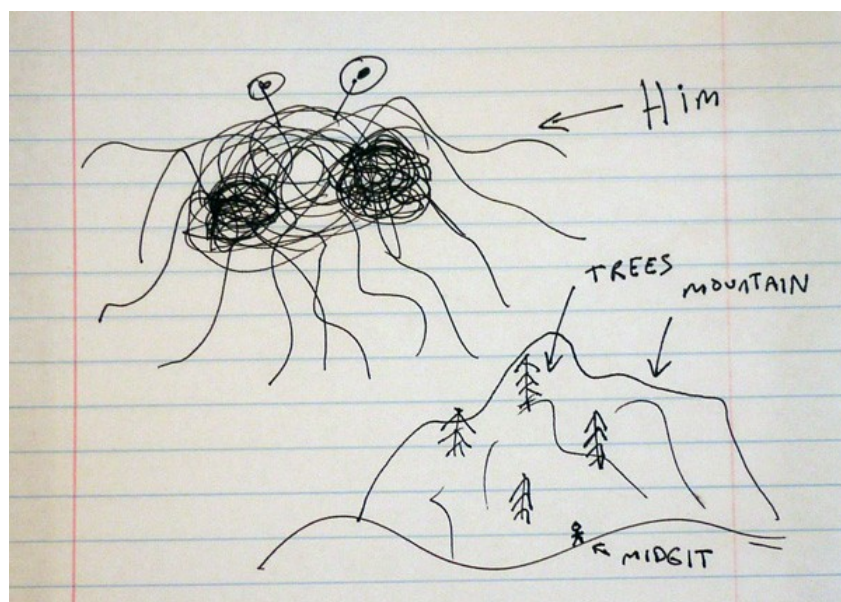


Pour finir, je vous remercie d'avoir pris le temps d'écouter nos points de vue et nos croyances. J'espère que je suis parvenu à vous convaincre de l'importance de l'enseignement de cette théorie à vos élèves. Nous nous tenons bien sûr à disposition pour former les enseignants à cette théorie alternative. J'attends votre réponse avec hâte et j'espère vraiment qu'une action en justice ne sera pas nécessaire. Je pense que nous pouvons nous réjouir à l'idée qu'un jour ces trois théories aient une part de temps égale dans les cours de science de notre pays mais aussi du monde entier ; Un tiers du temps pour le Dessain Intelligent, un tiers du temps pour le Monstre en Spaghettis Volant, et un tiers du temps pour une conjecture logique fondée sur des preuves irréfutables et observables.

Cordialement,

Bobby Henderson, un citoyen préoccupé

PS : J'ai joint à cette lettre un dessin artistique de Lui créant une montagne, des arbres et un nain. Souvenez-vous que nous sommes tous Ses créatures.



## **2. Les réponses reçues de la part de quatre membres du comité d'état à l'éducation du Kansas :**

### **Response from Mrs. Janet Waugh – District 1 – Received 6/25/05**

From: JWaugh1052@[xxxxxxx]  
To: bobby.henderson@gmail.com  
Date: Jun 25, 2005 6:34 AM

Subject: Response from a member of the Kansas Board of Education

Thanks for your comments about the Flying Spaghetti Monster and all the supporters who have sent their support to members of the Kansas Board of Education. I am supporting the recommendations of the science committee and am currently in the minority. I think your theory is wonderful and possibly some of the majority members will be willing to support it.

Thanks again,  
Janet Waugh District 1

### **Response from Mrs. Sue Gamble – District 2 – Received 6/26/05**

From: msgamble@[xxxxxxxxx]  
To: bobby.henderson@gmail.com  
Date: Jun 26, 2005 6:34 PM

Subject: Reply

Dear Mr. Henderson, Thanks for your message. Thanks for the laugh. Your web site is fascinating. I will add your theory to a long list of alternative theories I intend to introduce when it is appropriate. I am practicing how to do this with a straight face which is difficult since it's such a ridiculous subject; it is also very sad that we are even having the discussion.

I will be one of the four member minority who will be voting against the flawed science standards currently being proposed by the six member majority.

Sincerely,  
Sue Gamble

### **Response from Mrs. Carol Rupe – District 8 – Received 8/16/05**

From: Carol Rupe  
To: bobby.henderson@gmail.com  
Date: Aug 16, 2005 8:19 AM  
Subject: Kansas State Board of Education

Dear Mr. Henderson,

In the midst of the sad circumstances of having our science standards lowered, you and your legion of fellow FSM followers have offered wonderful comic relief. Rather than the form letters which we often receive on other topics, each FSM letter has been clever and unique. I responded to several at first, but now there have just been too many. I am a member of the Kansas State Board of Education and have voted repeatedly to maintain excellent science standards. Last week was the vote to send a new draft (written by the 6 conservative members) out for external review. The four of us on the board who are moderates were in the minority on the vote. The group of science teachers and university professors who had written the original standards (before they were changed) have now asked that their names be withdrawn from the document. The new version changes the very definition of science from "seeking natural explanations" to "seeking logical explanations". That is why I think FSMism is able to be included. It is as "logical" as any other theory. The final vote on the standards will be in October. We will be in Lawrence, Kansas for that meeting. Those of us who are moderates on the board are trying to have the meeting in the Natural History Museum at the

University of Kansas. We think that would be an appropriate setting for the occasion. We welcome you to be in attendance.

We have received thousands of emails from scientists around the world. At first, they all tried to explain good science to us. After the vote last week, however, they have resorted to calling us hillbillies and morons. And those are the nice letters!

Thank you for adding levity to this situation. You have developed quite a following. I was wondering if we could reverse the effects of global warming if we started breeding pirates.

Sincerely,  
Carol Rupe

P.S. I ordered a Kansas Museum of Science t-shirt. I may just have to wear it to a board meeting.

## **Response from Mrs. Kathy Martin, District 6**

"It is a serious offense to mock God."