



ville de
Nancy,
www.nancy.fr



COLLOQUE DARWIN

**« HERITAGE ET ENJEUX POUR NOTRE
SOCIETE »**

22 NOVEMBRE 2009

Le colloque est organisé d'une manière exceptionnelle par trois Académies : l'Académie Lorraine des Sciences, l'Académie de Stanislas et l'Institut Grand Ducal, avec le soutien de la Ville de Nancy et de la Communauté urbaine du Grand Nancy.

Sous le Haut patronage
du Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche

et sous la Présidence d'André Rossinot,
Président de la Communauté urbaine du Grand Nancy,
Maire de Nancy, ancien Ministre

AVERTISSEMENT

Les auteurs ont relu les textes de leurs interventions et portent l'entière responsabilité des propos qui sont rapportés dans les Actes.

L'édition des Actes du « **Colloque Darwin : Héritage et enjeux pour notre société** » a bénéficié du soutien financier de la Ville de Nancy et de la Communauté Urbaine du Grand Nancy. Nous tenons à remercier tout particulièrement Monsieur André ROSSINOT, Maire de Nancy, Président du Grand Nancy ainsi que Madame Marie-Christine LEROY, Vice-Présidente du Grand Nancy chargée de la diffusion de la culture scientifique et technique, pour leur indispensable et substantielle contribution.

Nous assurons de notre plus grande considération Madame Annette LEXA-CHOMARD, Madame Dominique DUBAUX et Monsieur Jean Claude Derniame, tous trois sociétaires de l'Académie Lorraine des Sciences, ainsi que Monsieur Jean-Claude BONNEFONT de l'Académie de Stanislas, qui par leur important travail de relecture et de présentation de ces Actes, ont porté la responsabilité de la transcription du manuscrit dans sa forme définitive.

Préface	5
<i>Mme Dominique DUBAUX, Vice-présidente de l'ALS, Agrégée de Physique</i>	<i>5</i>
Introduction	7
<i>Madame Annette LEXA-CHOMARD, Docteur es Sciences , toxicologue, spécialisée en histoire des sciences de l'évolution</i>	<i>7</i>
Ouverture du colloque par André Rossinot.....	9
<i>Maire de Nancy, ancien Ministre, Président de la Communauté Urbaine du Grand Nancy</i>	<i>9</i>
Mots de bienvenue par les présidents	13
<i>Mme KELLER-DIDIER, Présidente de l'Académie Lorraine des Sciences.</i>	<i>13</i>
<i>M. SECK, Président de la section des Sciences de l'Institut Grand Ducal.</i>	<i>14</i>
<i>M. MAINARD, Président de l'Académie de Stanislas</i>	<i>15</i>
Les apports de la génétique à la théorie darwinienne de l'évolution.....	17
<i>M. Pierre-Henri Gouyon, professeur au Muséum d'Histoire Naturelle et à AgroParis-Tech</i>	<i>17</i>
Les apports de la paléontologie à la théorie de l'évolution.....	33
<i>M. Jean Chaline, Professeur, Directeur de recherche émérite au CNRS ...</i>	<i>33</i>
Place de l'homme dans la théorie de l'évolution	47
<i>M. Yves Coppens, Professeur au Collège de France</i>	<i>47</i>
Explication sur la naissance et la diversité des courants créationnistes	55
<i>M. Jacques Arnould, dominicain, théologien français, chargé de mission au CNES, ingénieur agronome et docteur en histoire des sciences et en théologie</i>	<i>55</i>

Débat de l'après midi	67
<i>Organisation du débat</i>	<i>67</i>
Réponses aux questions écrites	69
Table ronde autour de la formation des enseignants et de la construction du Savoir.....	87
<i>Comment notre Société actuelle transmet-elle connaissances et informations sur l'évolutionnisme ?</i>	<i>87</i>
Introduction	89
<i>par Bernard LATHUILIERE</i>	<i>89</i>
Débat avec les 5 orateurs	97
Clôture du Colloque par André Rossinot	103
Annexes	105
<i>A propos du colloque Darwin : héritage et enjeux pour notre Société ...</i>	<i>105</i>
<i>Pierre-Henri GOUYON</i>	<i>107</i>
<i>Jacques ARNOULD</i>	<i>109</i>
<i>JEAN CHALINE</i>	<i>111</i>
<i>Yves COPPENS</i>	<i>113</i>
<i>Bernard LATHUILIERE</i>	<i>119</i>
<i>INSTITUT GRAND-DUCAL / Section des Sciences naturelles, physiques et mathématiques</i>	<i>125</i>

Préface

Mme Dominique DUBAUX, Vice-présidente de l'ALS, Agrégée de Physique

« On annonce toujours la mort des célébrités, jamais leur naissance », plaisantait l'écrivain surréaliste Louis SCUTENAIRE. Sans vraiment réparer cette injustice, l'année 2009 a permis de célébrer très dignement le bicentenaire de la naissance d'un géant de la science moderne, Charles DARWIN, en même temps que, par un heureux hasard de calendrier, le 150^{ième} anniversaire de la première édition de « *L'origine des espèces au moyen de la sélection naturelle* », sa publication majeure.

Une célébration légitime, puisque la théorie de l'évolution formulée par le savant, sans cesse enrichie, complétée, complexifiée par des générations de chercheurs, au prix d'un nombre extrêmement important de travaux scientifiques, paraît indétrônable.

Darwin est au centre d'une des plus grandes révolutions scientifiques et philosophiques de tous les temps.

Aussi, en cette « Année Darwin », avec le soutien de la Ville de Nancy et de la Communauté Urbaine du Grand Nancy et grâce à la participation d'éminents spécialistes, l'Académie Lorraine des Sciences, L'Académie de Stanislas et l'Institut Grand Ducal de Luxembourg, section des Sciences, ont proposé ce « **Colloque Darwin** » et mené une réflexion de fond transversale et pluridisciplinaire sur le thème de l'Evolution.

Les temps forts d'un colloque n'apparaissent pas à la seule lecture des actes. Le lecteur, qu'il fût présent ou non lors de la journée nancéienne du 22 novembre 2009, aborde le contenu de « **Darwin : Héritage et enjeux pour notre société** » sans connaître les circonstances qui présidèrent aux travaux préparatoires.

En effet, c'est pour répondre à une interpellation formulée au printemps 2007 par Monsieur André ROSSINOT, Maire de Nancy, Président du Grand Nancy, ancien Ministre, qu'un « comité d'organisation » représentant nos trois académies s'est réuni dès le mois de juin 2008. Présidé et animé avec brio et compétence par Madame Colette KELLER-DIDIER, Présidente de l'Académie Lorraine des Sciences, et composé de :

- Mesdames Nelly Contet-Audonneau, Dominique Dubaux, Annette Lexa-Chomard, et Messieurs André Clément, Jean-Pierre Jolas, Jean-Paul Haton, François Régnier, Jean-Marie Schissler, Gino Tognolli pour l'Académie Lorraine des Sciences
- Messieurs Jean-Claude Bonnefont, Robert Mainard, Jean-Louis Rivail, Guy Vaucel pour l'Académie de Stanislas
- Monsieur Pierre Seck pour l'Institut Grand Ducal de Luxembourg, Section des Sciences,

Le « comité » a conçu et organisé cette manifestation voulue dès le départ comme un grand moment de science et de connaissance, d'histoire et de société.

Le « **Colloque Darwin** » fut pour le public très nombreux et très divers qu'il a réuni, une journée privilégiée de partage d'informations et de réflexions, de confrontation et de débat sur le thème de l'Evolution, dans le cadre prestigieux des Grands Salons de l'Hôtel de Ville de Nancy, mis à disposition par Monsieur André ROSSINOT, envers lequel nous sommes infiniment reconnaissants pour sa présence constante et pour toute l'aide logistique et financière qu'il nous a généreusement accordée.

Ces actes, qui seront un support de mémoire pour les différents promoteurs du « **Colloque Darwin** », s'adressent aussi à tous les acteurs locaux et régionaux de la culture scientifique et technique et bien au-delà, à toutes les personnes concernées par la diffusion et le rayonnement des Sciences.

Il nous est agréable de remercier les personnalités qui ont contribué à la tenue du Colloque. Que tous ceux qui ont aidé à sa préparation, sa réalisation et à la publication de ce volume des actes, trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude.

Introduction

Madame Annette LEXA-CHOMARD, Docteur es Sciences, toxicologue, spécialisée en histoire des sciences de l'évolution

Extrait de la Résolution 1580 du Parlement européen Octobre 2007, premier alinéa :

« l'objectif [...] 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 contre 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 la croyance à la science, mais il faut empêcher que la croyance ne s'oppose à la science ».

L'Assemblée encourage « les États membres et en particulier leurs instances éducatives à défendre et à promouvoir le savoir scientifique, à renforcer l'enseignement des fondements de la science, de son histoire, de son épistémologie et de ses méthodes, aux côtés de l'enseignement des connaissances scientifiques objectives, à rendre la science plus compréhensible, plus attractive et plus proche des réalités du monde contemporain, 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 le cadre de toute discipline autre que celle de la religion, [et] à promouvoir l'enseignement de l'évolution en tant que théorie scientifique fondamentale dans les programmes généraux d'enseignement ».

La théorie de l'évolution est une théorie fondamentale en biologie, admise par l'ensemble de la communauté scientifique. Elle permet d'éclairer de nombreux enjeux sociétaux actuels : médecine, agronomie, comportements des hommes et des sociétés... Ainsi l'intégration de la sélection naturelle au niveau cellulaire permet de mieux appréhender des phénomènes tels que le vieillissement, le cancer ou l'obésité ; l'intégration de l'écologie éclaire les débats autour des OGM, la résistance aux antibiotiques ou aux pesticides, l'importance de la conservation de la biodiversité, les ajustements du vivant face aux dérégulations climatiques, les attentes sociétales les plus folles concernant le clonage du vivant. Dans un monde utilitariste obsédé par le besoin d'outils de contrôle et de prédiction au risque des pires simplifications, et loin des certitudes dogmatiques, l'évolution nous apprend l'acceptation de la contingence, de l'aspect probabiliste du devenir des êtres vivants et de leur relation à leur environnement.

Du fait du rapport particulier entre religion, politique et société en France, cette dernière a été jusqu'alors épargnée par les enjeux politiques de la théologie naturelle, ce cadre de pensée qui explique les mouvements créationnistes et de l'Intelligent Design venus brouiller les limites entre science et religion. En France, ce n'est pas scientifiquement parlant que la science de

l'évolution pose problème, c'est l'articulation avec d'autres questions de société, avec laquelle elle vient parfois en dissonance, qui peut poser problème. Et pas seulement avec les religions. Parce que la diffusion de la si fertile théorie de Charles Darwin a demandé et demande encore une acceptation de nos origines et de notre position dans l'arbre de la vie qui ne va pas de soi. Pourtant humanisme et darwinisme ne sont pas antinomiques, bien au contraire : loin des dérives eugéniques du XXe siècle, elle permet à l'homme en s'appropriant sa véritable place dans la nature, d'éveiller en lui le respect pour l'ensemble des êtres vivants en interdépendance les uns avec les autres dans leur adaptation, leur évolution, et sans qui nous ne serions pas. Et justement, le véritable danger d'une évolution maladroitement comprise et expliquée – comme expliquer par exemple la théorie du gène égoïste pour ne citer que cet exemple provocateur -, ce que craignent à la fois opposants mais aussi partisans, ne serait-ce pas la réification définitive du « vivant » ?

Aussi, un affaiblissement de l'enseignement de l'évolution risquerait d'accroître encore plus la désaffection des jeunes générations pour la science et leur méconnaissance à s'approprier les débats qui animent la société actuelle, et pourrait même avoir à terme des incidences sur le développement des recherches fondamentales et appliquées comme on a pu le voir au sujet des cellules souches aux USA. Le rôle des enseignants en science comme en philosophie, et celui de la communauté scientifique dans son ensemble, est le pivot central de la transmission au sein de la société. Les enseignants doivent être armés pour en diffuser les fondements et répondre aux arguments souvent subtils employés par les opposants ; connaissances scientifiques à jour, maîtrise des concepts philosophiques et particulièrement épistémologiques et éclairage historique indispensable.

Les théoriciens de l'évolution possèdent en leur sein divers courants de pensée, qui vont de l'Intelligent design au matérialisme réductionniste, en passant par toutes sortes de subtils courants du fait du chevauchement d'autres disciplines. Si la sélection naturelle chère à Darwin demeure le point central de la théorie de l'évolution, du fait des progrès en biologie moléculaire, certains dogmes ont été fortement ébranlés depuis 20 ans, comme le rôle de l'environnement dans l'expression des gènes ou les sciences de la complexité, ouvrant sur des concepts audacieux et faisant l'objet de discussions animées.

C'est dans un esprit pluraliste, ouvert et curieux, loin des querelles de chapelles, que les Académies ont fait le choix d'inviter des spécialistes de l'évolution (paléoanthropologue ; paléontologue et théoricien ; généticien agronome ; historien des sciences et théologien ; paléoécologiste et enseignant en science de l'évolution) représentant des courants variés d'idées au sein de cette vaste théorie. Chacun des conférenciers offrant ainsi au public nancéien son regard empreint de sa propre sensibilité, toujours passionné, parfois volontairement provocateur, mais ne laissant pas indifférent. La lecture de la retranscription des conférences saisit par l'extrême richesse des concepts, idées, hypothèses, questionnements, agrémentée par l'humour, le fair-play et le recours à l'anecdote dont ont su faire preuve les intervenants au cours de cette journée.

Ouverture du colloque par André Rossinot

Maire de Nancy, ancien Ministre, Président de la Communauté Urbaine du Grand Nancy

M. ROSSINOT. - Mesdames, Messieurs, bonjour ; Madame la Député, Mesdames et Monsieur le Ministre, bienvenue en cet Hôtel de Ville. La maison commune - tel est son nom populaire - est commune à beaucoup de choses. On y tient un conseil municipal, cher Yves Coppens, on reçoit des personnalités du monde entier, mais on partage, puisque c'est commun, un certain nombre de valeurs, une vision, une méthode de travail à Nancy.

A plusieurs reprises, cela s'est appelé l'Ecole de Nancy et, dans bien des domaines, cette ville historiquement humaniste, ouverte, tolérante, qui va, comme le dit la presse, poser les fondations de l'université du futur, demain avec ARTEM, a aussi le souci de l'écoute, du dialogue, le respect de la confrontation, pourvu que les valeurs républicaines soient respectées. Lorsque l'on en avait parlé avec Yves Coppens, j'avais reçu un gros livre¹. On reçoit souvent des livres. Des gens laissent de beaux ouvrages lorsqu'ils sont de passage. Celui-là m'a un peu surpris, tout d'abord au premier coup d'œil, par sa beauté, son illustration. On en a parlé avec Colette Keller, le Président de l'Académie de Stanislas, nos amis du Luxembourg, et je me suis dit que, dans la patrie de Lucien Cuénot, on ne pouvait pas ne pas constater l'existant, ce que l'on nous envoyait à prix d'or dans le monde entier, dans des illustrations et des publications étonnantes, dans les lycées de la République française. Donc, l'idée que nous puissions avoir une confrontation, un débat, nous l'avons évoquée, et je voudrais ici remercier Mme Colette Keller-Didier comme présidente de l'Académie Lorraine des Sciences, mon ami le Professeur Mainard qui préside l'Académie de Stanislas et un grand ami de Nancy, Pierre Seck de l'Institut Grand Ducal, qui préside la section des sciences.

Madame et Messieurs les Présidents, vous aurez l'occasion d'accueillir nos invités. Je vous laisse ce choix et je voulais, avec Denis Grandjean, vous dire quel était notre plaisir ce matin.

Le programme est riche. Vous êtes nombreux à 9 heures et, pardonnez-moi de vous le dire, j'étais aussi très heureux de voir la foule place Maginot hier pour la Fête des Sciences. C'est encourageant. Cela montre bien qu'il ne suffit pas de découvrir, de chercher, il y a aussi, aujourd'hui, toute cette mutation à travers la vision du développement durable qui est celle de l'écocitoyenneté, c'est-à-dire que le progrès va tellement vite, la crise va tellement vite, la confrontation des

¹ Harun Yahya : "L'atlas de la création. Dans ses nombreux ouvrages anti-darwinistes, Harun Yahya tente de démontrer l'absurdité et la non scientificité de la théorie de l'évolution qui n'est pour lui qu'une des plus grandes « supercherries de Satan » cf Rrapport de Guy Langagne au Conseil de l'Europe

points de vue est extrêmement brutale et ce rythme de la vie médiatique, de l'enchaînement des choses bonnes ou mauvaises déstabilisent nos sociétés. Je pense que, face à ce risque, à cette difficulté de comprendre, vous êtes tellement assaillis d'informations, de surinformations pourrait-on dire, qu'avoir les fondamentaux de la logique, de l'explication, du comportement, de la transmission, de la capacité aussi de mettre en scène l'inter-génération, que ce soit dans la vie ou que ce soit dans l'éducation, est la transmission des savoirs. A partir de ce moment-là, déjà la prise de conscience est, en soi, un élément extraordinairement positif. Cela veut dire que, continuer de faire comme l'on faisait, n'est pas forcément la bonne réponse. Il ne faut pas jeter tout ce qui a été appris et compris, mais il faut s'adapter.

C'est cette capacité d'adaptation qui est aujourd'hui le défi de notre temps, la rapidité de la nécessité de l'adaptation, encore faut-il qu'emportés par notre élan de l'adaptation, de la folie quelquefois, de la course vers le progrès, vers le profit ou dans les drames, nous n'oublions ni les principes, ni les valeurs, ni ce qui fait l'éthique de celles et de ceux qui ont la charge de former les plus jeunes, et y compris les plus anciens, Monsieur le Président de l'Université de la Culture permanente, M. Bonnefont. Nous sommes donc bien là sur des missions qui touchent peut-être à une forme nouvelle de l'utilité, de l'utilisation de la démarche académique.

Cette démarche académique, qui pouvait paraître un peu fragile, un peu historique, un peu dénuée d'intérêt, doit reprendre du sens parce que c'est là où l'on peut se ressourcer. C'est là où l'on peut dialoguer et c'est là aussi où vous pouvez jouer ce rôle extraordinairement nécessaire de lien entre ceux qui savent, ceux qui cherchent et qui, quelquefois, ne sont pas très satisfaits de l'image que l'on donne d'eux ou qui s'interrogent sur le regard que la société peut porter sur eux, et cet espace d'intermédiation assumé par le monde académique, à condition que lui-même s'ouvre, utilise les nouvelles techniques de communication, assume cette organisation du monde autour de l'homme et de la société.

C'est pour ces raisons que nous avons pris cette initiative un peu extraordinaire, parce que le sujet le mérite, d'organiser ce colloque. Donc, un grand merci aux trois académies, un grand merci à toutes les personnalités qui nous ont rejoints ou qui vont nous rejoindre, à tout ce travail de préparation, Madame, méticuleux et délicat, qui prend du temps. C'est parce qu'il y a ce temps partagé, qu'il y a cette récompense aujourd'hui à travers la présence très tôt ce matin d'un très grand nombre de femmes et d'hommes intéressés par le débat. C'est plutôt un signe de vitalité sous toutes ses formes, et je voudrais vous en remercier.

Le programme est très riche, nous nous retrouverons tout au long de la journée mais je voudrais conclure mon propos introductif par une citation de quelqu'un, cher Yves Coppens, que vous connaissez bien, qui est Pascal Picq, qui a écrit sur votre copine « Lucy » et sur l'obscurantisme.

M. COPPENS. - Il me l'a demandé.

M. ROSSINOT. - Il vous a demandé la permission !

Que dit Pascal Picq : *« Ce livre est né de ma prise de conscience des grandes interrogations de notre temps quant à notre origine. A partir de quelques exemples vécus et de données frappantes portant sur l'ampleur de la réaction créationniste dans le monde, mais aussi dans notre pays, qui se croit à tort protégé, on saisira mieux à quel point la rationalité et la pensée scientifique s'avèrent de moins en moins bien comprises et, pis encore, de plus en plus menacées. Sur quels arguments s'appuient les créationnistes ? Ils ne datent pas d'hier, mais quelles sont leurs formes contemporaines ? Et, surtout, qu'est-ce qui permet de les récuser ? La théorie de l'évolution n'explique pas tout, ce n'est pas une vérité absolue établie une fois pour toutes -on verra au contraire qu'en son sein les discussions et les désaccords sont nombreux-, mais elle ne s'en distingue pas moins radicalement de toutes les autres tentatives, mythologiques, religieuses, idéologiques, philosophiques pour rendre compte de notre monde et de ce que nous sommes. Voilà, je crois, de quoi remettre le débat sur de nouvelles bases »*

Mots de bienvenue par les présidents

Mme KELLER-DIDIER, Présidente de l'Académie Lorraine des Sciences.

Merci beaucoup pour cette belle introduction.

Monsieur le Président de la Communauté urbaine, Monsieur le Maire, Monsieur l'ancien Ministre, Mesdames et Messieurs les Présidents, les Directeurs, Mesdames et Messieurs les Recteurs, les Doyens, Inspecteurs pédagogiques, Provisors et Professeurs, Mesdames et Messieurs les Elus, Madame la Député, Mesdames et Messieurs,

Organiser un colloque pour fêter Darwin en cette fin d'année pourrait paraître très banal et pourtant nous sommes fiers de vous proposer, outre une palette de conférenciers prestigieux, une réflexion sur l'avenir de notre société. Nous n'avons pu mener ce travail à bien et conduit par une commission issue de nos sociétés savantes qu'avec l'aide bienveillante de nos tutelles. Elles apparaissent clairement avec leur logo respectif sur la pochette qui vient de vous être remise. Qu'elles trouvent ici l'expression de notre reconnaissance et que la réussite de cette journée soit pour elles la manifestation de notre gratitude.

Lorsque Charles Darwin publia son célèbre ouvrage, il y a tout juste 150 ans, imaginait-il que le concept de l'évolution des espèces tourmenterait autant les générations qui lui survivraient ?

Imaginait-il, au cours de son périple à bord du Beagle que ses intuitions s'appelleraient un siècle et demi plus tard « génétique, ADN, ARN, génome », etc. ?

Imaginait-il que l'être vivant *Homo sapiens* ne cesserait de se poser des questions existentielles pour dire, avec Claude Lévi-Strauss, le monde a commencé sans l'homme et il s'achèvera sans lui ?

Pour vous aider dans votre réflexion, pour mieux partager l'information et vous accompagner tout au long de la journée, vous avez reçu un dossier dans lequel vous trouvez le programme, les raisons qui ont présidé à la tenue de ce colloque, les parcours des conférenciers, leur résumé, les présentations de nos trois académies organisatrices et une feuille de couleur verte qui vous permettra de poser les questions écrites uniquement ; ce formulaire devra être déposé dans la boîte posée à cet effet avant la sortie des grands salons.

Vous trouverez également un petit carton que vous présenterez cet après-midi à l'entrée évitant ainsi le fastidieux pointage.

Vous remarquez la présence de trois caméras ; elles captent la totalité des interventions dont les temps forts seront retransmis dans quelques semaines sur France 3.

Au nom des membres de la commission organisatrice et particulièrement au nom de l'Académie Lorraine des Sciences, dont la mission consiste à diffuser et faire rayonner les sciences, je vous souhaite un excellent colloque.

*M. SECK, Président de la section des Sciences
de l'Institut Grand Ducal.*

Madame la Présidente de l'Académie Lorraine des Sciences, Monsieur le Maire, Président de la Communauté urbaine du Grand Nancy, chers collègues des autres institutions scientifiques, dont le collègue Pierre Schumacher, Président de la section Arts et Lettres de l'Institut Grand Ducal, Messieurs les conférenciers, chers collègues, Mesdames et Messieurs,

Au nom de la section des Sciences, l'Institut Grand Ducal, dont l'emblème avec le lion rouge, (en luxembourgeois on dit : « air rood lewe » c'est un peu du « Rote Löwe » allemand), se trouve en bonne place des invitations pour l'événement d'aujourd'hui, je vous souhaite une chaleureuse bienvenue à ce magnifique colloque « Darwin, héritage et enjeux de notre société ».

S'il est vrai que la section des Sciences, pour des raisons d'éloignement géographique et par manque de disponibilité de ses membres, n'a pas pu s'investir beaucoup dans la préparation de ce colloque, elle a quand même suivi de très près les travaux préparatifs, et ceci, grâce notamment aux excellents rapports des réunions du groupe de travail préparant ce même colloque.

Par ailleurs, la section des Sciences a pu offrir en avril, cette année, à l'Académie Lorraine des Sciences et au Grand Nancy, grâce au dévouement et à la compétence de son membre, le Professeur Claude MEISCH, une remarquable conférence sur le darwinisme et le néo-darwinisme et la section des sciences participe au financement de l'événement d'aujourd'hui.

Pourquoi cette présence, ici à Nancy, de la section des Sciences, une des six sections de l'Institut Grand Ducal, créé au Grand Duché en 1868, un peu à l'instar de l'Institut de France? En octobre 2004, et ceci pour informer celles et ceux qui ne le sauraient pas encore, malgré la célébration de nos cinq années de coopération, une signature de partenariat entre l'Académie Lorraine des Sciences et la section des Sciences a été faite, ceci pour le plus grand bien des deux institutions.

Depuis 2004, nos échanges contribuent, modestement il est vrai, mais d'une façon continue à creuser le sillon lorrain cher à M. le Maire, sillon qu'il faut donc prolonger au moins jusqu'à Luxembourg Ville, capitale du Grand Duché. Vous trouverez d'ailleurs nos activités de la section des Sciences à notre page internet www.igdss.lu.

Je conclus pour exprimer ma joie d'être une fois de plus à Nancy et pouvoir participer une fois de plus à une manifestation scientifique nancéenne de haut niveau.

M. MAINARD, Président de l'Académie de Stanislas.

Je m'associe pleinement aux paroles d'accueil prononcées par mes confrères, en particulier à l'intention de Monsieur le Maire de Nancy qui a bien voulu assurer la présidence de ce colloque et de nos cinq éminents conférenciers

L'Académie de Stanislas est particulièrement fondée à participer à ce colloque car elle a su rassembler, au cours du temps, des membres prestigieux, parmi lesquels certains ont contribué, de façon notable, à l'élaboration de la théorie de l'évolution.

Il s'agit de Maupertuis, Buffon, Godron, Gallé et Cuenot.

De Maupertuis, né en 1698, nous retiendrons son ouvrage "*Dissertation physique à l'occasion du nègre blanc*", ouvrage qui annonçait la théorie génétique moderne et pressentait l'existence des *mutations* et plus spécifiquement des *mutations héréditaires*.

S'agissant de Buffon, né en 1707 qui rédigea son *Histoire Naturelle et Particulière* en 36 volumes nous mettrons en évidence sa conception pessimiste de l'évolution qu'il appela : *dégénération* et qui s'avéra très éloignée de *l'évolution darwinienne*.

De Godron, né en 1807, premier Doyen de la Faculté des Sciences de Nancy, qui se sera intéressé aux plus grands problèmes biologiques de son temps : *l'hybridation, les variations à l'intérieur des espèces et l'évolution du vivant*, nous rappellerons les lois célèbres qu'il a établies, jamais remises en question et qui constituent *toutes les bases de la définition des espèces*.

De Gallé, né en 1846, très connu comme artiste exceptionnel mais peu comme homme de science, nous nous souviendrons qu'il aura, sous l'influence de Godron manifesté un intérêt passionné pour la botanique en général mais aussi pour la *tératologie, la variabilité des espèces et l'évolution* et qu'il aura clairement compris, parmi les premiers, le rôle que peuvent jouer *les mutations* dans l'évolution des espèces.

De Cuénot, enfin, né en 1866, il nous sera facile d'affirmer qu'il fut sans doute le plus grand biologiste français du début du XXème siècle, qu'il fut le promoteur des idées darwiniennes en France, qu'il découvrit les *lois de la génétique* chez les animaux par ses travaux sur les souris et qu'il introduisit *l'idée de la préadaptation* dans les mécanismes de l'évolution. De plus attribuant un certain finalisme à l'évolution, dit *finalisme par construction*, il sera rejoint, sur ce plan, par les biologistes modernes.

Je voudrais conclure par cette phrase extraite de son discours de réception à l'Académie, intitulé "*L'inquiétude métaphysique*," et prononcé le 24 Juin 1928 :

" *L'Univers est créé, nécessaire, en perpétuelle évolution ; il épand le flot inépuisable de ses phénomènes dont le cours fatal ne peut être interrompu ; son état présent est l'effet de son état antérieur et la cause de ce qui va suivre ; la Vie est créée, en perpétuel changement, sans but ni fin dernière ; ce n'est qu'une humble moisissure poussée un jour sur la croûte terrestre, sans autre importance que le blanc panache d'une vague, soulevée un moment à la surface des mers et qui s'évanouit aussitôt.* "

Les apports de la génétique à la théorie darwinienne de l'évolution

M. Pierre-Henri Gouyon, professeur au Muséum d'Histoire Naturelle et à AgroParis-Tech

- **Mme KELLER-DIDIER.** - Pierre-Henri GOUYON est un biologiste spécialisé en sciences de l'évolution et plus particulièrement en génétique, en botanique et en écologie.

Membre de nombreux comités et notamment du Grenelle de l'Environnement, il s'est intéressé aux questions d'éthique ainsi qu'aux relations entre sciences et société. Il a écrit ou participé à l'écriture de nombreux ouvrages. Vous pourrez d'ailleurs trouver les ouvrages majeurs de nos conférenciers au rez-de-chaussée en fin de matinée et en début d'après-midi. Je voudrais aussi parler du dernier ouvrage écrit par Pierre-Henri Gouyon qui est sorti, je crois, hier, et qui s'intitule « Aux origines de la sexualité », qui promet beaucoup.

- **M. Pierre-Henri GOUYON.** - Merci à Nancy et tous les gens qui y organisent d'aussi remarquables réunions.

Je voudrais vous parler de Darwin et de ce qui s'est passé après. Pour ce faire, je vais commencer par ce qui s'est passé avant. Les concepts en biologie se sont élaborés il y a très peu de temps. La biologie est une science horriblement jeune parce que tous ces grands concepts ont été élaborés il y a très peu de temps.

En France, les choses changent en tous cas. Je travaille au Muséum. Dans les placards, on retrouve des choses extraordinaires. Cette année, on a retrouvé ces affiches qui ont été publiées il y a 100 ans. Le Muséum fêtait le centenaire de la publication de la « Philosophie Zoologique » de Lamarck. Il se réjouissait en fin de page que cela tombe bien, c'était justement l'anniversaire de Darwin.

En 100 ans, la France a changé son fusil d'épaule, Lamarck a été quasiment totalement oublié cette année alors que c'est le bicentenaire de la publication de son ouvrage majeur, et c'est uniquement Darwin qui est cité dans toutes les réunions et toutes les fêtes. Pourquoi ? Nous allons le voir.

La biologie a à la fois un avantage et un inconvénient terribles, c'est qu'elle travaille sur la biodiversité. La biodiversité, c'est merveilleux, cela donne beaucoup de choses, très belles parfois mais cela a un inconvénient, c'est que les biologistes se sont souvent perdus dans la description indéfinie de petites choses particulières. C'est arrivé avec l'approche naturaliste ; cela arrive aujourd'hui avec l'approche génétique moléculaire où l'on décrit encore et toujours des gènes ou des voies de signalisation. C'est le danger pour la biologie. Heureusement, quelques grands esprits ont constamment retrouvé des choses générales à partir de ces choses particulières.

Comment organiser le fouillis dans cette biodiversité ? Que peut-on en penser ? Comment voit-on en tant que scientifique, ce que représente cette diversité de forme ?

Il y a eu différentes périodes très importantes. Tout d'abord de l'antiquité jusqu'au XVII^{ème} siècle, les espèces étaient des catégories de forme.

Les différentes planches sont tirées de traités de botanique et de la légende du XVII^{ème} siècle. La légende de cette figure est : il existe un arbre peu commun en France, il est vrai, mais fréquemment rencontré en Ecosse, des feuilles tombent de cet arbre. D'un côté, elles touchent l'eau et se transforment en poissons. De l'autre, elles touchent le sol et se transforment en oiseaux.

L'espèce est vue comme une catégorie de forme et les individus peuvent sauter de l'une à l'autre par des métamorphoses. Aujourd'hui encore, il en reste des traces. Les bernaches et les berniques ; les bernaches sont des oies et les berniques sont des organismes marins, et on estimait à cette époque que les uns donnaient naissance aux autres. En anglais, il y a encore un « goose barnacle » parmi les cyprées.

Les métamorphoses pouvaient concerner tout le monde, les humains qui se transformaient en loups les nuits de pleine lune. Pendant ce temps-là, l'astronomie commençait à devenir une vraie science. A la même époque, Galilée inventait la lunette, découvrait les lunes de Jupiter, les tâches solaires, et il avait quelques ennuis avec la société comme vous le savez. Je vous engage à regarder cette image de Galilée devant ses juges parce que, pour nous scientifiques, elle est très forte. C'est notre héros. On est content d'avoir eu un prédécesseur qui a osé s'opposer au reste de la société et qui a eu raison contre tout le monde, contre l'obscurantisme. Souvent, quand je vois des scientifiques qui ont des problèmes avec la société, ils se mettent dans la position de Galilée : si tout le monde n'est pas d'accord avec moi, cela prouve que j'ai raison. Beaucoup de grands scientifiques ont eu des ennuis avec la société. Malheureusement, il ne suffit pas d'avoir des ennuis avec la société pour être un grand scientifique bien sûr.

A la fin du XVII^{ème} siècle, les choses n'avaient pas beaucoup progressé du côté de la biologie. Je vous rappelle que l'on avait découvert le microscope et qu'immédiatement on avait dessiné les spermatozoïdes. C'est l'image de la petite graine. On raconte encore cela aux enfants. Je suis même sûr que certains parmi vous l'ont fait : dire que le papa met une petite graine dans le ventre de la maman. Vous vous rendez compte, au XXI^{ème} siècle !; Cela donne à la femme le rôle d'un terreau plus ou moins fertile dans lequel germe la semence produite par le père. Ce n'est pas comme cela du tout. Il faudrait arrêter de raconter ce genre de chose qui perpétue des légendes totalement fausses, qui ont existé en biologie. A l'époque, si jamais la graine ne tombait pas dans une femme mais dans la terre, je vous rappelle que cela faisait un être hybride entre un humain et une plante qui était la mandragore. Il y avait des mandragores mâles et femelles.

Est-ce que les métamorphoses existent ? Les métamorphoses existent, mais elles existent dans l'espèce. C'est au XVIII^{ème} siècle que l'on a décidé

qu'il n'y aurait pas de métamorphoses entre espèces. Les chiens ne font pas des chats, mais les chenilles donnent des papillons ; une métamorphose de chenille en papillon c'est autorisé, mais du coup cela veut dire que la chenille et le papillon sont dans la même espèce. A partir du moment où l'on décide que c'est comme cela, l'espèce n'est plus une catégorie de forme, puisque une chenille et un papillon ne se ressemblent pas. L'espèce devient une catégorie qui se décrit par l'engendrement, et cela change tout ; cela donne à ce concept une dimension temporelle. On en verra les conséquences par la suite.

La systématique, au XVIIIème siècle, va se fonder, c'est-à-dire que l'ordonnement de la diversité du monde va se fonder au XVIIIème siècle sur cette idée de fixité des espèces avec des catégories dans les espèces, des sous-espèces, des variétés. Je vous rappelle que, pour Linné, il y avait plusieurs races humaines, dont la race des orangs-outans, et Linné va produire sa vision de la diversité, son système de classification à partir sur d'une vision très claire de ce qu'est la diversité. Il nous dit : « Toutes les espèces tiennent leur origine de leur souche, en première instance, de la main même du créateur Tout-Puissant car l'Auteur de la Nature, en créant les espèces, imposa à ces créatures une loi éternelle de reproduction et de multiplication dans les limites de leur propre type. » Remarquons que l'Auteur de la Nature a créé des espèces. En fait et dans bien des cas, il leur accorde le pouvoir de jouer avec leur aspect extérieur mais jamais celui de passer d'une espèce dans l'autre, pas de métamorphose, d'où les deux sortes de différences existant entre les plantes, l'une étant la différence vraie, la diversité née de la main sage du Tout-Puissant mais l'autre la variation de la coquille extérieure due aux caprices de la nature. Pour Linné, la vraie diversité c'est la diversité entre espèces, la diversité dans l'espèce n'a aucune valeur.

Evidemment, dans ce cadre, c'est facile de sauver la biodiversité, il suffit de garder un couple de chaque espèce. Noé l'a fait, et cela a marché.

A l'époque, la vision de la diversité est fondée sur cette idée d'échelle des êtres, on trouve plusieurs formes. Cela part des non-êtres pour aller à l'être parfait. On passe des minéraux aux plantes, aux animaux, aux femmes, aux hommes, aux démons, aux anges, puis à Dieu. Il y a toute une gradation dans la qualité des êtres et, bien entendu, tout cela traduit la philosophie de l'époque ; je ne prends pas cela pour moi. Cette échelle des êtres va conditionner toute une vision de la nature dans laquelle il y a des animaux supérieurs, des animaux inférieurs,

Cette échelle des êtres va conditionner toute une vision de la nature dans laquelle il y a des animaux supérieurs, des animaux inférieurs, et c'est de là que va partir la limite entre les espèces, comment cela se définit ; ce n'est pas toujours facile.

Des discussions diverses au XVIIIème siècle vont impliquer divers philosophes. Voltaire, par exemple, va se moquer de toutes les propositions qui imaginent que les espèces peuvent avoir bougé et que les fossiles peuvent

représenter le reste d'animaux vivants. Il conclut dans un de ses textes en disant : « J'aime mieux croire que ces pèlerins de St-Jacques ont laissé quelques coquilles vers St Maurice que d'imaginer que la mer a formé le Mont St-Bernard. » Si l'on retrouve des coquilles fossiles, ce sont les pèlerins de St-Jacques qui les ont laissées par terre.

L'idée que les espèces s'éteignent ne va donc s'imposer qu'à la fin du XVIIIème siècle. Cela commence à devenir carrément récent. L'idée simplement que les espèces s'éteignent va s'imposer à la fin du XVIIIème siècle, et au début du XIXème grâce à Cuvier qui découvre non seulement les mammouths mais aussi leur extinction.

En même temps que Cuvier, au Muséum, nous avons Jean-Baptiste de Monet de Lamarck. Lamarck est réputé pour avoir proposé une idée de la transformation des espèces fondée sur l'hérédité des caractères acquis. La figure que vous voyez est un dessin du XIXème siècle qui montre un homme qui a perdu sa jambe dans un accident et qui est tout fier de retrouver cette caractéristique chez son fils qui vient de naître. Cette idée que, quoi qu'il puisse nous arriver dans notre vie, cela aura des conséquences sur nos descendants, était une idée qui était partagée par tout le monde au XIXème siècle.

Lamarck ne sera donc pas particulier du tout sur ce point, mais il était quand même un peu particulier sur la façon dont il utilisait cet argument pour comprendre la transformation des espèces. Par exemple, quand il nous parle des oiseaux, il nous dit qu'ils ont pris l'habitude de gonfler d'air leur poumon pour accroître leur volume et se rendre plus légers. C'est un peu faux, bien sûr. Cela fait que « cet organe, leur poumon, a acquis une adhérence aux parties latérales de la poitrine et a mis l'air qui y était retenu et raréfié par la chaleur du lieu, dans le cas de percer le poumon et les enveloppes environnantes. » Donc, c'est l'air qui perce les poumons chez les oiseaux. Il se demande d'ailleurs pourquoi cela n'arrive pas chez les chauves-souris et il dit que, si cela n'arrive pas chez les chauves-souris c'est parce que les chauves-souris ont un diaphragme et, du coup, l'air n'arrive pas à passer. Et il revient sur les idées que, chez les oiseaux, « l'air s'introduisant jusque dans le bulbe des poils change en tuyau leur base et force ces mêmes poils de se diviser en plumes. » C'est la pression de l'air qui transforme les poils en plumes. C'est plus que de l'hérédité des caractères acquis, c'est quand même une vision un peu délirante des forces naturelles qui peuvent changer les espèces, de même avec les ruminants.

Le passage sur les ruminants de Lamarck est remarquable. Il explique que, quand ils se battent, ils s'envoient la tête l'un contre l'autre et, du coup, « dans leurs accès de colère, leur sentiment intérieur par ces efforts dirige les fluides vers cette partie de la tête et il s'y fait une sécrétion de matière cornée », c'est comme cela que se fabriquent les cornes chez les ruminants.

On connaît tous l'histoire de la girafe. Ce n'est pas du tout le plus dur des textes de Lamarck sur ces questions.

Après avoir parlé de la girafe, il va finir en parlant de l'homme. Son passage sur l'origine de l'homme est quand même assez remarquable puisqu'elle préfigure pas mal toute une série de choses qui seront dites après. Il fait un long développement pour dire que les hommes ont pu descendre d'une espèce de singe mais, surtout à la fin il dit : « Voilà ce que l'on pourrait dire si l'on ne savait pas que l'homme a été produit indépendamment des autres ». Lamarck ne voulait pas d'ennui sur ce plan.

Dès 1802, il va écrire une phrase tout à fait remarquable : « J'ai longtemps écrit qu'il y avait des espèces constantes, maintenant je suis convaincu que j'étais dans l'erreur à cet égard et qu'il n'y a dans la nature que des individus. » Je pense que la transition du début du XIXème siècle sur ce plan est très importante. »

Je vous ai montré que Linné disait que le Créateur avait créé les espèces. A partir du XIXème siècle va arriver un courant de la biologie qui dit que les espèces ne sont que des constructions intellectuelles mais que ce qui existe ce sont les individus. Du coup, Lamarck va définir l'espèce comme une collection d'individus et non plus comme une entité essentielle et dans laquelle les individus doivent se conformer.

Lamarck va d'ailleurs compliquer un peu la chaîne des êtres et, au lieu de lui donner cette forme linéaire, il lui a donnée une forme un peu branchée en fonction des conditions de l'environnement ; l'environnement peu influencer cette chaîne des êtres et c'est ce que Lamarck va montrer.

Ceci dit, cela reste une chaîne des êtres, c'est-à-dire que les individus qui sont le long de cette chaîne sont toujours des espèces actuelles à la différence de ce que l'on verra chez Darwin. Même si c'est un schéma avec des branches, c'est un schéma où toutes les espèces existent actuellement. Comment se fait-il qu'il y ait des espèces moins évoluées que d'autres dans le schéma de Lamarck ? Tout simplement parce qu'elles sont apparues il y a moins longtemps. Lamarck croit à la génération spontanée et constante ; donc, apparaissent tout le temps des nouvelles formes. et, dès qu'elles sont apparues, elles commencent à se compliquer. Celles qui sont apparues il y a longtemps, sont déjà très compliquées, celles qui sont apparues il n'y a pas longtemps ne sont pas encore très compliquées. Tout le monde part de là et suit cette chaîne mais avec quelques branchements dans le passé. Il décrit cela comme « une série rameuse, irrégulièrement graduée et qu'il n'y a pas de discontinuité sauf s'il y a des espèces qui s'éteignent. » Il dit qu'il n'y a pas de discontinuité sauf si certaines espèces s'éteignent, ce dont il doute pas mal.

C'est une des grandes tristesses du Muséum National d'Histoire Naturelle que d'avoir eu ces deux grands hommes au début du XIXème siècle, Cuvier et Lamarck, et qu'ils se soient détesté - les scientifiques n'aiment pas toujours leurs collègues. Quand on n'aime pas un collègue il c'est très difficile de voir ce qu'il y a d'intéressant dans ce qu'il dit.

Donc, le résultat c'est que Lamarck n'a jamais accepté l'idée que les espèces s'éteignent, ce sont les idées de Cuvier. De son côté, Cuvier n'a jamais accepté l'idée que les espèces se transforment, ce qui était l'idée de Lamarck. S'ils s'étaient entendus et que l'on avait commencé à dire en France que certaines espèces se transforment et d'autres s'éteignent, on n'était pas loin de damer le pion aux Anglais, mais ce n'est pas du tout ce qui s'est passé. Le Muséum s'est refermé dans cette querelle stérile et c'est la perfide Albion qui en a profité.

Darwin va proposer cette idée que la sélection naturelle est un processus de tri constant parmi les variations héréditaires dans l'espèce qui sont sélectionnées, c'est-à-dire que, constamment, à chaque génération, la nature ne laisse la place qu'à un nombre limité d'individus, et que ces individus sont ceux qui vont réussir, ceux qui ont les caractéristiques qu'il faut pour réussir. Ces caractéristiques étant héritées, progressivement l'espèce va se transformer sous l'action de cette sélection.

Pour bien comprendre ce qu'est la sélection, une image a été produite par Richard Dawkins, que je trouve très bien. Richard Dawkins est un vulgarisateur anglais - de très haut niveau - de la théorie de l'évolution. Il imagine deux petits dinosaures qui se promènent et, tout d'un coup, apparaît un Tyrannosaurus rex, le T-rex, le grand prédateur de l'époque. Les deux petits dinosaures commencent à courir comme des dératés et le T. rex les poursuit ; les deux petits dinosaures sont là à bout de souffle, l'un des deux dit à l'autre : « Mais c'est complètement idiot de courir comme cela, de toute façon c'est sûr qu'il nous rattrapera ». L'autre lui répond : « Mais moi je n'essaie pas de courir plus vite que lui, j'essaie de courir plus vite que toi ». C'est cela la sélection naturelle. Il ne s'agit pas de courir plus vite que le T. rex, mais plus vite que le voisin et ainsi on est sauvé. Comprenez bien que la sélection naturelle darwinienne se produit entre individus dans la même espèce essentielle.

Darwin, au début de sa carrière, va commencer, avant de devenir lui-même évolutionniste, par un grand voyage, dans lequel il découvre dans les pays tropicaux la beauté du monde tropical, mais aussi l'horreur que constitue le fait que cette luxuriance signifie que chaque individu vit en prenant la place des autres, en vivant en parasite sur les autres. Les plantes vivent accrochées les unes sur les autres. Cette lutte pour l'existence, évidemment ce n'est pas dans la campagne anglaise qu'il aurait pu la comprendre mais dans les forêts tropicales qu'il l'a comprise.

La sélection naturelle, c'est le premier principe sur lequel s'appuie Darwin ; le deuxième, c'est la divergence. Vous avez tous ce petit schéma sur vos pochettes. Il est très émouvant. C'est la première fois que Darwin, manifestement, a forgé l'idée que les formes divergeaient. Il l'a écrit dans son carnet : « I think », et a dessiné ce premier arbre phylogénétique de l'histoire de la biologie.

Bien sûr, Darwin a eu des problèmes avec sa théorie, et de plusieurs ordres.

Tout d'abord, il y a eu l'affaire de l'homme. L'homme descend-il du singe, etc. ? Darwin a été fort critiqué pour cette idée mais c'était avec l'extérieur, et il ne s'en occupait pas lui-même. Il a constamment envoyé son bulldog, Thomas Huxley, défendre ses idées à sa place.

Dans l'origine des espèces, il y a aussi des choses choquantes pas seulement pour le grand public mais aussi pour les scientifiques eux-mêmes. Et puis, il y a les questions de religion.

Le dernier paragraphe de « L'origine des espèces » qui s'appelle « le rivage luxuriant ». Il y est écrit : « N'y a-t-il pas une véritable grandeur dans cette manière d'envisager la vie avec ses puissances diverses attribuées primitivement à un petit nombre de formes ou même à une seule ? » C'est dans la première édition.

Dans la deuxième, il y a une légère modification, c'est « attribué primitivement par le Créateur ». Darwin se moquait un peu de savoir ce qui s'était passé au début ; ce qui l'intéressait, c'était après. Si cela pouvait faire plaisir à sa femme de rajouter le Créateur, il l'a fait sans difficulté.

Cette histoire d'origine est une question compliquée et sur laquelle Darwin avait des idées assez précises mais qu'il n'a jamais publiées justement parce qu'il ne voulait pas rendre sa théorie faible par le fait d'avoir affirmé des choses qu'il ne pouvait pas prouver. Dans une lettre à un ami, il écrit : « Quand, aujourd'hui, on dit que les conditions pour l'origine de la vie sont toujours réunies, mais si, et oh ! quel grand si, nous pouvions concevoir dans quelque petite mare tiède, en présence de toutes sortes de sels ammoniacaux et phosphoriques, de chaleur, de lumière, d'électricité, etc., qu'un composé protéique soit produit chimiquement, prêt à subir des changements plus complexes, aujourd'hui, une telle matière serait instantanément dévorée ou absorbée, ce qui n'était pas le cas avant que les créatures vivantes aient été formées. » Pour Darwin, il n'y a eu qu'une seule origine non pas parce qu'il ne peut pas y en avoir d'autres mais parce que, dès qu'il y en a une, elle a mangé toutes les suivantes.

Ce qui est remarquable dans ce texte de Darwin, qui date des années 1870 et quelques, c'est la précision de l'expérience avec les sels ammoniacaux, etc., qui a été réalisée plus tard, en 1953, par Stanley Miller et a donné effectivement l'existence de composés protéiques.

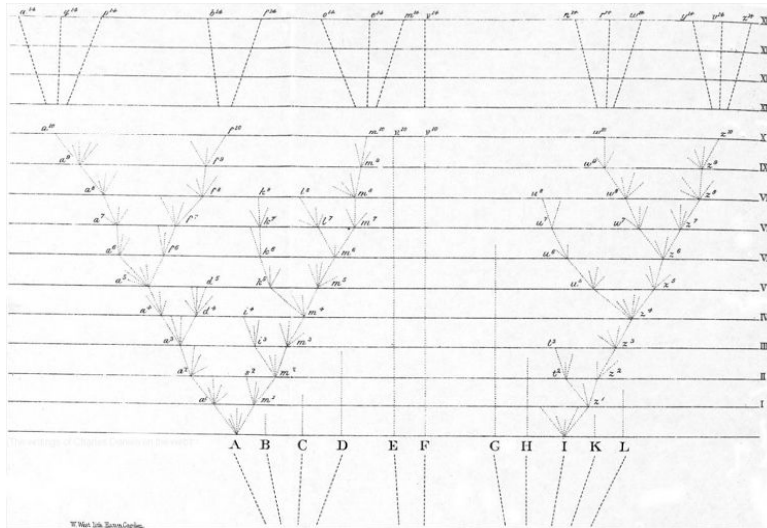


Fig 1: L'arbre de Darwin

Dans « L'origine des espèces », il y a un seul schéma. Tous les livres sont extrêmement bien illustrés et là il n'y en a qu'un seul. Je pense que ce n'est pas du tout un hasard. C'est qu'il voulait absolument que l'on se concentre sur une seule image, c'est celle-là. C'est le premier arbre constitué expliquant comment divergent les formes chez les vivants. A la suite de cet arbre, il y en aura beaucoup. Dans un premier temps, on mettra systématiquement les hommes en haut. On a arrêté depuis. Aujourd'hui, les arbres se présentent différemment. Des choses peuvent vous surprendre dans cet arbre. On sait maintenant qu'il y a trois branches qui partent du début et on ne sait pas bien dans quel ordre elles se sont séparées : les bactéries, les eucaryotes, les archées (cela ne fait pas si longtemps que cela qu'on les a découvertes). Il y a d'autres aspects un peu surprenants. On a découvert, par exemple, que les champignons étaient cousins des animaux et non pas des plantes. Si cela vous surprend, on pourra en parler.

Aujourd'hui, on sait reconstituer cet arbre et c'est une activité frénétique dans beaucoup de laboratoires. On l'a donc fait à toutes les échelles y compris pour les grands singes. Maintenant, nous savons que nous sommes des grands singes, que nous ne sommes pas les cousins des grands singes parce que nous ne sommes pas à côté, nous sommes dedans. Se sont séparées les lignées qui vont vers l'orang-outan et les gorilles, puis vers les humains, puis la séparation pour nos bonobos- chimpanzés. Ce qui me plaît beaucoup dans cette phylogénie, telle qu'on l'a établie maintenant, c'est que la dernière séparation dans cet arbre, c'est la séparation pour nos bonobos- chimpanzés, ce n'est pas celle des humains avec les autres. Je laisserai Yves Coppens, qui est beaucoup plus compétent que moi.

Cet arbre de Darwin lui a posé des tas de problèmes avec ses collègues. En effet, ce qu'il montre, c'est parce qu'il dit que la différenciation des lignées se fait au fur et à mesure par le processus de sélection naturelle et des forces qui

vont isoler les lignées et les amener à diverger tout simplement parce que les formes qui sont au milieu s'éteignent plus facilement que celles qui sont sur les bords, parce qu'elles sont en compétition les unes avec les autres. Darwin discute très longuement ce schéma. Il montre qu'au fond ceci peut aussi bien décrire la différenciation de deux variétés à partir de deux individus que de sous-espèces à partir de deux variétés, de deux espèces à partir de deux sous-espèces ou de deux genres à partir de deux espèces, c'est-à-dire que toute la différenciation, toute la biodiversité est écrite par ce schéma. Je voudrais insister sur ce point. Je pense que c'est une catastrophe que l'on continue à présenter la biodiversité comme en termes des listes d'espèces. La biodiversité, ce n'est pas des listes d'espèces. La biodiversité, c'est ce processus qui produit constamment de la nouveauté et qui en détruit constamment. La biodiversité existe quand ce schéma a un bilan positif, c'est-à-dire quand les apparitions sont potentiellement capables de faire plus que les disparitions. Actuellement, ce qui est extrêmement inquiétant, ce n'est pas que certaines espèces s'éteignent, c'est que l'on ait créé les conditions dans lesquelles cette dynamique est en direction de l'extinction, et non plus en direction de l'expansion. Toute catastrophe amène une perte, et cette perte n'est pas récupérée. On est dans un schéma qui est en train de s'écraser sur lui-même parce que la façon dont on nous avons modifié l'environnement a perturbé ce schéma de telle façon que la diversification ne soit plus possible dans le monde vivant.

Ce n'est donc pas une liste d'espèces, ce ne sont pas quelques espèces qu'il faut garder, c'est la dynamique même du système qu'il faut conserver. L'enjeu est de faire comprendre ce qu'est la biodiversité à nos décideurs, à nos concitoyens de manière à ce que, réellement, des décisions soient prises, qui ne soient pas simplement du « greenwashing » comme l'on dit aujourd'hui et de la sauvegarde de telle ou telle espèce parce que cela fait plaisir aux électeurs.

Darwin écrit dans son livre qu'aujourd'hui on n'a pas pu mettre de lignes de démarcation entre les espèces et les sous-espèces, ni entre les sous-espèces et les variétés, ni entre les variétés et les différences individuelles. Il conclut que « ces différences se fondent l'une dans l'autre par des degrés insensibles constituant une véritable série ». Darwin, et c'est une des choses que beaucoup d'historiens ont eu du mal à comprendre, parle de l'origine des espèces et presque jamais d'espèces. Tout simplement, Darwin considère que l'espèce est un concept inintéressant, que c'est juste une idée, un des moments dans lesquels on peut décrire son arbre de diversification. Il ne l'écrit pas aussi explicitement que cela dans ses textes mais dans son courrier. Maintenant que sa correspondance est devenue disponible, on y trouve des choses remarquables.

Il écrit à un collègue : « Je désespère souvent d'obtenir que la majorité des naturalistes puissent simplement me comprendre. Des gens intelligents, qui ne sont pas des naturalistes et qui n'ont pas une idée bigote du terme espèce, montrent plus de clarté d'esprit. » On ne pouvait pas être plus clair.

Il faudrait arrêter de faire de la science du XVIIIème siècle. Les listes d'espèces, ou ce genre de dessins qui vous disent qu'il y a plus d'espèces chez les insectes que chez les plantes et qui en déduit qu'il y a plus de diversités chez les insectes que chez les plantes, c'est bon dans la vision linnéenne du monde. Dans la vision darwinienne, cela ne nous dit rien. Le nombre d'espèces est juste un nombre de catégories que l'on a fabriquées plus ou moins arbitrairement. Pour connaître la diversité, il faudrait faire autre chose. Pour cela, il faudrait d'abord pouvoir utiliser des données plus larges, celles de la génétique, celles qui se sont créées à la suite du darwinisme.

Je voudrais vous dire que la génétique a permis d'une part d'éliminer un certain nombre de fables comme celle de l'hérédité des caractères acquis. En fait, ceci a été réalisé par Weismann un peu avant la redécouverte de la génétique ; Weismann découvre qu'il n'y a pas d'hérédité de l'acquis. Si l'on coupe des queues de souris, pendant des générations, cela continue à faire des souris qui continuent à naître avec une queue. Je vous fais remarquer d'ailleurs que l'expérience avait d'ailleurs déjà été faite avec le prépuce des jeunes garçons dans toute une série de cultures. Weismann nous débarrasse de cette idée d'hérédité de l'acquis. En faisant cela, il crée un changement extrêmement profond, lui aussi, que tout le monde n'a sûrement pas mesuré à l'époque parce que, s'il n'y a pas d'hérédité acquise, si ce que je transmets à mes descendants ne vient pas de moi mais seulement de ce que j'ai hérité de mes parents, je ne produis pas d'hérédité, je ne fais que transmettre. Dans la vision de Weismann, les individus sont des espèces de tuyaux amorphes qui transmettent l'information génétique d'une génération à l'autre sans la produire. La seule manière par laquelle ils agissent sur la constitution génétique du futur, c'est par le nombre de descendants qu'ils produisent, par la sélection naturelle. Mais, leur contribution à l'hérédité est bien faible puisqu'ils ne font que transmettre l'information qu'ils ont reçue de leurs parents. C'est un changement complet de vision de l'hérédité. C'est là-dessus que la génétique va s'appuyer en reprenant les travaux de Mendel - je vous passe les détails - publiés en 1865, auxquels personne n'a cru à l'époque, qui sont redécouverts en 1900 par trois botanistes, de De Vries, Correns et Tschermak, ce qui va nous permettre aujourd'hui de faire une synthèse entre la vision darwinienne, celle des arbres et la vision génétique, celle des différences entre individus. Aujourd'hui, on sait étudier des génomes, voir les différences entre les individus et à quelque niveau que ce soit. Par exemple, sur le gène de l'hémoglobine, il y a 18 différences entre un humain et un cheval ; il y a 79 différences entre un humain et un requin ; il y a 85 différences entre un requin et une carpe. Cela a un peu surpris les gens au début.

Au début, on s'attendait à ce qu'un requin ressemble plus à une carpe qu'à un humain. Le requin ressemble autant à une carpe qu'à une salamandre ou à un humain pour une bonne raison c'est que la lignée qui conduit au requin est séparée de la lignée de l'homme. Il s'est séparé des autres depuis exactement aussi longtemps. On pourra en discuter. Aujourd'hui, les données génétiques nous donnent un accès très direct à l'histoire des formes vivantes.

Cela a amené à se poser la question de savoir ce qui est conservé au cours de l'évolution. Qu'est-ce qui est transmis ? Sur quoi la sélection agit-elle ?

Le long de ces lignes qui vont de cet ancêtre au requin ou de cet ancêtre à moi, qu'est-ce qui s'est transmis ?

En y réfléchissant un peu, on se rend compte que la seule chose qui se transmet au cours du temps, c'est l'information génétique. Les individus disparaissent tous, seule l'information reste. Donc, la seule chose qui puisse être sélectionnée, c'est l'information génétique. Le résultat est que la sélection n'a conservé que les informations génétiques qui produisaient les êtres vivants les plus performants. Donc, progressivement, se sont élaborés des individus qui sont, tout compte fait, des artifices inventés par les gènes pour se reproduire, c'est-à-dire que le processus évolutif est le produit d'une information qui a constamment fabriqué des êtres matériels de plus en plus élaborés pour la reproduire.

Un certain nombre de conséquences politiques à ce que je suis en train de vous raconter sont compliquées parce que les gènes, ce n'est pas neutre. Pendant la dernière campagne présidentielle, il y a eu un débat entre Nicolas Sarkozy et Michel Onfray qui est un philosophe de gauche. Dans ce débat, Michel Onfray dit à un moment : « On ne naît pas homosexuel, ni hétérosexuel, ni pédophile. On est façonné, non pas par nos gènes, mais par notre environnement, par les conditions familiales et socio-historiques dans lesquelles nous évoluons. »

Quand quelqu'un vous dit que l'on est façonné non pas par ses gènes mais par son environnement, vous savez qu'il est de gauche. Toujours, celui de droite dira qu'il n'est pas d'accord, il insistera sur l'hérédité, sur les gènes. Sarkozy insiste donc sur, « les enfants qui se suicident c'est parce qu'ils ont une douleur, génétiquement une fragilité » ; ou sur le cas des fumeurs « certains meurent et d'autres pas, c'est une faiblesse physiologique héréditaire ». Il conclut « Les circonstances ne font pas tout, la part de l'inné est immense ». Ce débat entre Onfray et Sarkozy a fait beaucoup de bruit. Mais surtout, je voudrais vous faire remarquer qu'il marque une chose très claire : c'est que les gènes c'est de droite, et l'environnement c'est de gauche.

Dans le discours d'Onfray, les individus ne sont pas moins déterminés que dans celui de Sarkozy, juste ils sont déterminés par l'environnement au lieu de l'être par les gènes.

Moi qui suis généticien, cela m'est très pénible. Quand je fais une expérience, je ne sais jamais à l'avance si je vais trouver un résultat de droite ou de gauche, et cela m'angoisse toujours un peu.

La génétique est directement en prise avec des questions très fondamentales dans la société. Je vous signale que, bien sûr, cela n'a pas tellement de sens de se poser la question si ce sont les gènes ou l'environnement puisque tout est toujours dû à leurs interactions, mais je n'ai pas le temps de développer cet aspect aujourd'hui.

Pour finir, je voudrais dire que la biologie est une science terriblement empirique. Je vous ai montré tout à l'heure, à propos de l'espèce, cet accouplement contre nature d'un éléphant et d'une rhinocéros. Quand je présente cette diapo, souvent les gens sont venus me demander discrètement : « qu'est-ce que cela donne ? ». Je leur ai dit que je pensais que cela ne donnait rien parce que l'on n'a jamais vu d'hybride dans la nature et qu'ils sont un peu éloignés dans l'arbre des espèces. Les gens m'ont alors demandé : « Il faut être de combien loin dans l'arbre ? » En fait, je n'en sais rien. S'il y a 40 ans on m'avait posé la même question avec des lions ou des tigres et des léopards, j'aurais dit que ce n'était pas possible, alors que maintenant on sait que c'est parfaitement possible et même que certains des descendants sont fertiles. On le savait déjà avec les chevaux, les ânes et les zèbres ; on peut faire tous les croisements que l'on veut. Encore une fois, on dit que les mulets sont stériles, mais si vous demandez à un éleveur de mulets, il vous dira qu'il y a des mulets qui ne sont pas du tout stériles.

En fait, le problème de la biologie est que l'on ne peut pas prédire. Si jamais vous me montrez un âne et un zèbre, je ne vais pas vous dire s'ils peuvent faire des petits ou pas, il faut que j'essaie. Puis, si cela ne marche pas avec deux, il faut essayer avec d'autres jusqu'au jour où l'on en a fait assez pour être à peu près sûr de ce que l'on raconte. C'est très embêtant parce que nos amis qui gèrent la nation, les gens qui travaillent dans le milieu de la politique ou de la gestion de l'environnement n'arrêtent pas de nous demander des prédictions. Nous ne sommes pas prédictifs, et on nous demande de prédire. Cela a plein de conséquences.

La biologie a été une science terriblement active. La première chose dont la biologie s'est préoccupée au début du siècle, une fois que l'on a eu compris tout ce que je vous ai raconté là, cela a été de la biodiversité des humains eux-mêmes ; cela a été donné naissance à l'eugénique, une période sombre de la biologie.

L'eugénique était présentée à l'époque comme une période sombre de la biologie. L'eugénique était présentée comme l'auto-direction de l'évolution humaine et, comme un projet grandiose pour que les humains prennent en charge leur propre évolution. Elle est lancée aux Etats-Unis par quatre grands scientifiques dont Thomas Morgan, qui était le plus grand généticien de l'époque, Alexander Graham Bell qui a inventé le téléphone et deux généticiens humains. Ils vont essayer de comprendre d'où viennent les tares dans la société. Ils vont chercher les tares là où ils peuvent, dans les hôpitaux psychiatriques, les prisons, la rue, les pauvres. Ils remontent comme cela l'histoire de la lignée et vont redescendre pour voir ce qui se passe. Par exemple, ils ont trouvé une femme dénommée Ada Juke qui vivait en 1740., et ils ont retrouvé 92 % de ses descendants : 64 sont des débiles mentaux, 174 des pervers sexuels, 196 des illégitimes, 142 des pauvres et 77 des criminels et meurtriers aux dires de nos eugénistes. Vous voyez qu'il est temps d'arrêter le massacre d'autant qu'ils vont

également publier des dessins où tout le monde reconnaît la transmission d'un gène dominant, or le caractère déterminé par ce gène d'après les auteurs de cet article, c'est l'illégitimité de la naissance hors mariage, c'est génétique. La grande presse se saisit du problème. « The Sunday Oregonian » va vous présenter dans les années 30 un schéma avec en noir les individus normaux, en rouge les débiles mentaux mis à l'asile et en bleu les débiles mentaux pas mis à l'asile. Karl et Anna, les parents, étaient deux débiles qui ont eu plein d'enfants débiles mais surtout plein de petits-enfants débiles et montrant prétendument que tout cela se transmet génétiquement d'après eux et qu'il est urgent d'agir.

La société américaine d'eugénique présente ses activités dans des stands dans les années 30 à Philadelphie. Je n'ai pas le temps de vous le commenter. Des lampes flashent pour dire que toutes les 48 secondes naît un débile mental, toutes les 50 secondes naît quelqu'un qui sera mis en prison, et c'est à cause de ses gènes, etc. ; toutes les 7,5 minutes naît quelqu'un qui sera utile à la nation, ce n'est pas assez... et le résultat on le connaît : c'est qu'au 1er janvier 1935, la plupart des états américains va adopter des lois eugénistes et que déjà 21 539 personnes ont été stérilisées. Un célèbre procès a opposé les sœurs Buck, deux femmes, à l'Etat parce qu'elles ne voulaient pas être stérilisées et le juge de la Cour suprême a rendu ce fameux jugement scandaleux : trois générations d'imbéciles, c'est assez, et elles ont été stérilisées.

La génétique a donc mal commencé dans nos sociétés, il faut bien être clair : la génétique darwinienne. A l'époque, tous les scientifiques étaient eugénistes, absolument tous. Je me suis rendu compte en lisant leurs textes, que tous les gens dont j'ai étudié aujourd'hui les travaux étaient tombés dans le panneau. J'en déduis que, si j'avais vécu en 1930, bien sûr, en tant que généticien, j'aurais été eugéniste. Ils croyaient que c'était faire le bien de l'humanité que de la débarrasser des individus qui ne fonctionnaient pas bien. Exemple, Karl Pearson, qui explique que la science moderne rend les gens plus rationnels et, que du coup, cela fait de meilleurs citoyens et il en déduit que, puisqu'on laisse tout le monde survivre maintenant à cause des lois sociales du XIXème siècle, il faudra sélectionner ceux qui ont le droit de se reproduire.

Pour la petite histoire, la grande histoire quand même, remarquez que je ne vous ai parlé que des USA., Cela a été pire en Scandinavie, évidemment encore pire dans l'Allemagne nazie. La France a été totalement protégée de tout cela grâce à sa nullité en génétique, malgré Cuénot, le seul à faire de la génétique en France à l'époque. Il n'y a donc pas eu d'eugénisme en France.

En Russie, il y avait une très grande école de génétique dirigée par Nicolai Vavilov, l'homme qui a promu l'idée de la diversité des semences et des centres d'origine des plantes cultivées. Vavilov et la génétique ont été déclarés antimarxistes, par un aigrefin, nommé Lyssenko. Vavilov est mort de faim dans la prison de Saratov en 1943 et tous les généticiens ont été exterminés par le régime soviétique.

Comprenez bien que l'eugénisme était une certaine vision du progrès. Julian Huxley, le (fils de Thomas Huxley, le copain de Darwin), fondateur de l'UNESCO et, de la théorie synthétique de l'évolution, a écrit un livre « What dare I think ? » qui défend l'eugénisme. Son frère Aldous Huxley était assez critique vis-à-vis de ces choses-là . Il devait donc y avoir des débats intéressants dans la famille.

L'eugénisme s'est arrêté après Nuremberg où l'on a placé le respect de la dignité humaine au-dessus de tout autre impératif, et, par conséquent au dessus du progrès lui-même. Depuis ce moment, dans nos sociétés, il est dit que le progrès n'excuse plus les crimes contre l'humanité. Mais il faut se souvenir qu'avant cela, le progrès était le premier impératif de tout le monde.

Beaucoup de gens n'ont pas encore compris toute la portée de ce point. Lorsqu'en France, on a voulu annexer à la constitution une charte de l'environnement, l'Académie des Sciences et l'Académie de Médecine se sont battues contre parce que cela risquait de freiner le progrès. L'idée que le progrès est la chose à maximiser, et que tout doit s'écarter devant lui, est une idée encore très présente chez un certain nombre de gens et il y en a même certains qui sont dans une espèce de folie de négation de tout parce qu'il ne faudrait surtout pas freiner le progrès d'une manière quelconque, en particulier dans le monde techno-scientifique.

Sur ce plan, le dernier épisode de la discussion, ce sont les OGM. L'eugénisme était une vision de la biodiversité dirigée, contrôlée. Les OGM, c'est aussi une autre vision de la biodiversité. Cette vision est exercée par des entreprises qui ont quand même une lourde responsabilité du fait de leurs actions dans le monde actuel. Vous savez sans doute que la firme Monsanto, depuis toujours, fabrique des produits chimiques destinés à gérer la végétation et, en particulier, à se débarrasser des plantes quand on a envie de les tuer. Ils avaient d'ailleurs fabriqué dans les années 60 un défoliant appelé l'agent orange qui a été utilisé par l'armée américaine pour essayer de combattre le Vietnam. L'agent orange a été déversé sur le Vietnam avec des conséquences horribles. Les enfants qui sont nés après cela avaient des malformations extrêmement graves parce qu'il y avait de la dioxine dans l'agent orange. Ces conséquences n'étaient pas prévues. C'est là-dessus que je voudrais insister pour finir.

Evidemment, quand on fait des avancées techniques, on ne peut pas en prévoir toutes les conséquences. Je vous ai dit que la biologie était une science empirique. Notre capacité de prédiction sur les choses nouvelles est faible. Aujourd'hui, les scientifiques sont attaqués par la société qui leur dit qu'ils ne sont pas capables de prédire les conséquences de ce qu'ils font. Cette fois, je pense que la société a raison. Il est vrai que les scientifiques ne peuvent pas prédire toutes les conséquences de ce qu'ils font. Ils devraient arrêter de dire qu'ils savent et qu'il n'y a pas de risque ; ils devraient admettre qu'il y a des risques et que certains ne sont pas connus, et ce n'est pas une raison pour les

courir. Mais mentir sur l'absence de risques me paraît contraire à la déontologie de notre métier. Les scientifiques devraient admettre l'idée que, par exemple, quand on rentre un gène issu d'une bactérie dans une plante, on ne sait pas quelle conformation aura la protéine produite. Ils devraient admettre que l'on sait bien peu de choses.

En revanche, on sait que les grosses firmes de biotechnologie sont en train de récupérer toute la diversité des plantes cultivées, grâce aux brevets.

Ce monsieur, Percy Schmeiser, cultivait du colza et ce monsieur refusait d'acheter les semences Monsanto. Ses semences ont été contaminées par les gènes Monsanto qui lui a fait un procès. Depuis, il n'a plus le droit de cultiver ses propres semences.

Cela veut dire que, si vous faites un plant de transgénique avec des gènes brevetés et que vous laissez le vent transmettre vos gènes aux voisins, grâce à cela votre voisin n'aura plus le droit de semer ses semences sans vous payer des royalties. Simplement parce qu'il y a vos gènes brevetés à l'intérieur. Nous avons un grave problème de propriété intellectuelle sur les plantes cultivées à l'heure actuelle. C'est l'inverse de tout ce qui avait été proposé, d'après ce que l'on a vu au début, pour préserver la biodiversité. On sait que cela se produit dans toutes les espèces, c'est une véritable guerre des semences dont il est question.

Aujourd'hui, les firmes prétendent avoir trouvé la solution pour préserver la diversité. Elles sont en train de faire réaliser un grand frigo souterrain dans lequel, on prétend que l'on va mettre toute la diversité des plantes cultivées sera préservée. Avec des graines qui seront stockées au froid vont évidemment mourir dans le frigo. On peut se poser la question de savoir à quoi cela sert. Je vous laisse y réfléchir.

L'agriculture aujourd'hui est devenue extrêmement peu respectueuse de la biodiversité, les avancées technologiques de type OGM sont une menace très forte, non pas en elles-mêmes, mais parce qu'elles permettent une concentration industrielle très forte des semences dans quelques entreprises. Aujourd'hui nous avons un vrai problème de biodiversité qui s'exerce comme j'ai essayé de vous le dire à toutes les échelles de l'arbre, l'arbre de Darwin, depuis les plus grands groupes systématiques jusqu'à la finesse et la diversité des plantes cultivées, et c'est cet ensemble qu'il nous faut sauvegarder. Il nous faut et retrouver, au fond, les idées qui ont été celles de Vavilov au début du XXème siècle, l'idée que les plantes cultivées et leur diversité c'est l'avenir de l'humanité parce que c'est cela qui nous nourrit et que nous devons en être respectueux.

Les apports de la paléontologie à la théorie de l'évolution

M. Jean Chaline, Professeur, Directeur de recherche émérite au CNRS

M. SECK. - Madame la Présidente, Monsieur le Maire, Mesdames et Messieurs, après cette magnifique conférence époustouflante, j'ai le grand plaisir et le grand honneur d'introduire la conférence du Professeur Jean Chaline, remarquable scientifique et pédagogue et aussi remarquable vulgarisateur ; il vaudrait peut-être mieux dire explicateur et raconteur des sciences pour un large public et, dans la short-list, ancien directeur de recherche et directeur de laboratoire.

S'il est une approche tangible pour démontrer la théorie de l'évolution, c'est bien la paléontologie, science que j'ai moi-même apprise ici à Nancy sur les bancs de l'Ecole Nationale Supérieure de Géologie.

Pour toute personne qui a pu étudier cette magnifique science, les déductions aberrantes, ou faut-il dire abracadabrantes, d'un soi-disant professeur turc ne peuvent que provoquer l'indignation totale pour cette manipulation d'esprits simples, manipulation étayée de plus par une documentation luxuriante.

Mais il est vrai que, si la paléontologie apporte énormément à la théorie de l'évolution, elle ne peut répondre à une question lancinante pour tout scientifique ou à toute personne intéressée à la vie, et cette question est « comment se fait-il que des organismes vivants ont pu se former sur notre planète ? »

Pour répondre à cette question, il faudra recourir à la chimie moléculaire et à la thermodynamique et peut-être aussi à la physique quantique, mais ceci est une longue histoire sur laquelle le Professeur Jean Chaline va nous entretenir.

Aujourd'hui, il nous parlera également des apports de la paléontologie à la théorie de l'évolution.

M. Jean CHALINE. - Mesdames, Messieurs, Madame la Présidente, je voudrais tout d'abord vous remercier de votre aimable invitation à participer à ce colloque et, Monsieur le Maire, je voudrais vous remercier de nous accueillir dans cette salle prestigieuse chargée d'histoire, parce que je vais justement vous parler d'histoire, mais d'une histoire un peu plus ancienne.

La paléontologie, en effet, permet de retracer l'histoire de la vie et nous apporte les preuves de l'évolution. Par exemple, si l'on prend l'arbre génétique du vivant et qu'on le traite à l'épreuve de la paléontologie, on s'aperçoit que, finalement, la paléontologie donne la dimension temporelle de l'évolution. Je vous en montrerai quatre exemples. Les plus anciens organismes connus, ce sont des stromatolithes, c'est-à-dire des tapis de pierres qui sont formés de petites accumulations d'anciennes bactéries et on trouve ces formes à trois milliards cinq cents millions d'années. Ce sont les plus anciens restes. On se pose souvent des questions : était-ce déjà du vivant ou à la limite du vivant ? On ne le sait pas toujours très bien. Par contre, on sait qu'à partir de deux milliards d'années on trouve des restes de véritables bactéries, de cyanobactéries, des algues bleues, et on en trouve en grandes quantités dans des dépôts que l'on trouve notamment au Canada.

Si l'on regarde l'arbre du vivant des métazoaires, on s'aperçoit qu'il y a toute une diversification qui s'est faite à partir de -600 millions d'années. Nous partirons de la phylogénie des cordés, tous les organismes qui ont une corde dorsale à laquelle nous appartenons et nous constatons qu'il y a tout un arbre évolutif très complexe où l'on voit, par exemple, l'origine des membres. L'homme se trouve au milieu du tableau parmi les primates, au sein des mammifères, au sein des tétrapodes.

Nous constatons ensuite que cette histoire du vivant est fort complexe parce qu'il y a des apparitions d'espèces et des extinctions. On peut dire que l'histoire du vivant est contingente, perturbée par le hasard des extinctions, notamment des extinctions massives, au Cambrien, l'Ordovicien, au Dévonien et surtout au Permien où la faune marine a failli disparaître complètement. Mais il y a eu un redémarrage des faunes et, ensuite, l'extinction des dinosaures, des ammonites et d'autres groupes également, car il n'y a pas que les dinosaures qui se sont éteints à la fin du Crétacé. Il y a enfin l'extinction actuelle en partie provoquée par l'homme et qui va certainement être extrêmement grave à cause de la destruction des environnements qui conditionnent la survie des espèces.

Nous allons évoquer la mécanique de l'évolution. C'est la nouvelle approche actuelle de ce que l'on appelle maintenant « *Evo-Dévo* », l'évolution, développement génétique et développement avec la paléontologie pour donner la dimension du temps. Les mutations aléatoires des gènes de structures, que l'on appelle les gènes *Hox* et les gènes ouvriers ont des effets plus ou moins importants sur le développement embryologique et leurs résultats qui, après la naissance, sont triés par la sélection naturelle. C'est la mécanique de base de l'évolution des espèces.

L'évolution est un véritable bricolage. Comme le disait Weismann, on ne transmet que ce que l'on a ; l'évolution travaille essentiellement sur ce qui nous est transmis par nos ancêtres. Il y a des mutations aléatoires, et quand elles touchent des gènes de structuration, elles deviennent extrêmement importantes parce qu'elles permettent même des changements de plan d'organisation. Par exemple, comment on peut passer d'une structure de mouche à une structure de souris ou d'autre chose. C'est que j'avais appelé « *Inside story* », l'histoire interne parce que le génome et le développement qui sont internes à l'organisme proposent, mais c'est finalement l'environnement ensuite, externe, qui dispose par la sélection naturelle.

Par exemple, ce sont les mêmes gènes de structure qui contrôlent la forme du corps de la drosophile et de la souris. Comment passer d'un plan à l'autre ? C'est relativement simple, on le sait depuis 1996. C'est Geoffroy St-Hilaire en 1796 qui avait été intrigué par ces différences de structures entre les mouches et les souris où le tube digestif et le système nerveux ont des positions respectivement inversées. C'est une vraie rupture de symétrie. On sait maintenant, grâce à de Robertis et Sasai, qu'il s'agit d'un couple de gènes de régulation antagonistes s'exprimant par des protéines antagonistes qui envoient les cellules, soit sur le dos, soit sur le ventre. C'est ainsi qu'il y a un changement complet de structure qui transforme une structure de mouche en une structure inverse de souris. C'est

quand même assez extraordinaire : quatre gènes antagonistes seulement pour changer de plan d'organisation. C'est une mécanique très économique.

On sait aussi maintenant comment se forment les membres chez les vertébrés. Par exemple, on sait grâce aux travaux de Duboule à Genève qu'ils sont contrôlés par un certain nombre de gènes, les gènes *Hox a/d 9-13*, parce que l'humérus et le fémur sont contrôlés par les gènes *Hox d-9 -10* ; cubitus, radius, péroné et tibia par les gènes *Hox d-11-12* ; la main et le pied par les gènes *Hox a-13 et Hox d-12-13*. Quand il y a un défaut de fonctionnement, par exemple des gènes *Hox a-d 9-10-11-12*, cela entraîne une *phocomélie*, une absence de bras et d'avant-bras, c'est-à-dire que les mains sont implantées directement sur les omoplates, les autres gènes pour faire le bras et l'avant-bras étant complètement inhibés. C'est ce qui est malheureusement arrivé aux femmes qui ont pris de la thalidomide à une certaine époque.

Dans l'évolution, il y a ce que l'on appelle des tendances évolutives. Il ne s'agit pas de finalité, ce sont des contraintes de développement et l'action de la sélection naturelle qui favorisent le développement de certains organes avantageux en une 'canalisation évolutive' ou 'tendance évolutive'.

L'évolution des cornes des titanothères dans le Tertiaire s'est réalisée pendant une trentaine de millions d'années. Ces animaux qui avaient une petite corne sont devenus des animaux avec une corne de plus en plus grande. C'est un phénomène lié à l'accroissement de la taille, ce que l'on appelle des phénomènes d'allométrie. Il n'y a aucune finalité dans les tendances évolutives, c'est tout simplement le fait que les contraintes de développement font qu'un organe ne peut pas évoluer n'importe comment et, par ailleurs, que la sélection naturelle et sexuelle sélectionnent ce caractère qui se trouve être très avantageux.

Chez les primates, il y a également une tendance évolutive qui est celle de l'accroissement de la capacité crânienne. Elle se réalise par des contractions crânio-faciales, c'est-à-dire que le crâne, est très plat, comme un crâne de chien, chez les formes les plus anciennes, et, étape par étape, le crâne se replie sur lui-même, jusqu'à donner chez l'homme une forme extrêmement arrondie, qui est pratiquement sphérique. Donc, il y a un accroissement considérable de la capacité crânienne grâce à cette structure de contraction crânio-faciale qui a été mise en évidence dans les années 50. C'est à cette tendance que l'on doit d'avoir un gros cerveau.

Dans l'évolution, il y a aussi des 'altérations du développement', en termes techniques des hétérochronies du développement. Le développement entre un ancêtre et son descendant peut être soit ralenti, ce que l'on appelle décélération, ou accéléré. Il peut être aussi tronqué ou allongé.

Par exemple, chez des oursins des grands fonds océaniques de la fosse de l'Atlantique, un développement légèrement accéléré à partir d'un embryon rond comme un petit oursin de nos plages, donne une espèce que l'on appelle *Pourtalesia*, en forme de bouteille. Quand le développement est extrêmement accéléré, le développement donne *Echinosigra*, un autre genre, qui a changé complètement de forme en amphore. L'accélération du développement peut donc modifier complètement la morphologie des animaux.

Chez les singes et l'homme, à partir d'un ancêtre commun, on constate notamment que les caractères simiesques adultes vont régresser, comme le bourrelet sus-orbitaire qui disparaîtra. Par contre, les caractères juvéniles vont s'étendre petit à petit, jusqu'à ce que l'homme actuel acquiert un crâne extrêmement rond. Nous avons quantifié ces changements au laboratoire CNRS de Dijon avec des méthodes biométriques. Lorsque l'on compare mathématiquement le contour d'un crâne de jeune chimpanzé avec celui d'un *Homo sapiens* adulte, le contour est le même à quelques détails près. Le crâne de l'*Homo sapiens* adulte a donc conservé une morphologie de crâne de singe juvénile avec une capacité crânienne grande, à cette différence près avec le singe, c'est que la bipédie est temporaire chez le chimpanzé, bipède jusqu'à un an et demi, alors que chez l'homme elle est devenue permanente.

Je vais vous présenter maintenant un nouveau domaine appliqué à l'évolution des espèces, c'est celui de la physique. Jusqu'ici, la physique et la paléontologie étaient complètement indépendantes. On sait pourtant intuitivement, par exemple que la 'gravité' joue un certain rôle dans notre structuration. Y a-t-il des contraintes physiques du vivant inconnues ?

Mon ami Gould avait écrit que « la vie exhibait une structure obéissant aux principes de la physique, mais tout dépendait de l'échelle, qu'il y avait des lois pour le cadre général et la contingence pour le détail ». Il avait raison et c'est une nouvelle approche pluridisciplinaire de l'évolution que je vais vous proposer qui est encore à l'état d'hypothèses, mais avec un certain nombre de tests qui sont très étonnants.

On a découvert, dans les années 80, qu'il y avait une dynamique que l'on appelle une dynamique non-linéaire, c'est-à-dire qu'elle prend un certain nombre de phénomènes physiques gérés par des lois un peu particulières, des 'lois de puissance'². Normalement, on utilise les lois de la physique linéaire classique comme le pendule qui suit une courbe simple, mais on a aussi des phénomènes critiques, comme lorsque l'eau se prend en glace ou se transforme en vapeur, à une température critique. Ces phénomènes suivent des lois que l'on appelle non-linéaires. C'est extrêmement important parce qu'ils impliquent l'existence sous-jacente d'une structure tout à fait particulière, que l'on appelle 'fractale'.

J'avais travaillé avec Jacques Dubois de l'Institut de Physique du Globe dans les années 88-91 pour voir s'il y avait des structures fractales chez les rongeurs campagnols. Nous avons montré que ces rongeurs évoluaient en suivant des lois de puissance et qu'il y avait donc des fractales sous-jacentes et que l'évolution ne se faisait pas entièrement au hasard, mais avec un hasard contraint. Les fractales ont été découvertes par un Français, Benoît Mandelbrot, en travaillant d'une façon totalement étonnante, sur les bruits de fond du téléphone, le cours de bourse du coton et la longueur de la côte de Bretagne. Apparemment, ces sujets-là sont vraiment complètement indépendants. On ne pense pas qu'il puisse y avoir quelque chose de commun, et pourtant... Il y a des structures fractales, qui

² Une loi de puissance, c'est quand on a une suite comme 2, 4, 8, 16, 32. Ce sont des puissances successives de 2. L'inverse, ce serait le logarithme.

sont des structures universelles. On dit qu'un objet est 'fractal' s'il présente des structures à toutes les échelles. Et, si ces structures sont identiques, on dit que le fractal est auto-similaire.

Les poumons sont une magnifique structure fractale qui nous permet de vivre. Lorsque l'on étudie les poumons, on observe toujours le même motif de 'bifurcation'. Il se retrouve dans 16 dichotomies successives, qui se subdivisent en 60 000 bronchioles, conduisant aux 60 000 acini contenant les alvéoles pulmonaires. Si vous étudiez les veines et les artères qui irriguent ces acini, ce sont alors 23 dichotomies successives qui se divisent en 8 millions d'artérioles et en veines terminales, avec les veines qui décroissent de taille au fur et à mesure des bifurcations. C'est ce phénomène qui nous permet de vivre grâce à des avalanches d'air qui traversent les poumons ; tout cela à une vitesse accélérée.

On trouve des structures fractales partout dans le vivant, depuis les gènes, les régions non codantes de l'ADN qui permettent d'enrouler le long fil de l'ADN dans un chromosome tout petit. On trouve des structures fractales dans les poumons comme on vient de le dire, mais aussi dans les reins, les vaisseaux sanguins, l'estomac, l'intestin, les neurones enfin tout le système nerveux, les bactéries, les algues, les plantes, les coraux, dans les déplacements de population, les apparitions et extinctions d'espèces, et dans le vivant à très grande échelle, celle des clades dont nous allons parler avec les 'lois log-périodiques' de structuration.

Pourquoi la fractalisation est-elle importante ? Parce qu'elle permet d'augmenter la surface non pas d'une façon infinie, mais considérable. Les poumons, une fois dépliés, ont la surface d'un cours de tennis, mais ils sont compactés dans le corps en quelques centimètres cubes.

Peut-on expliquer ces structures fractales ? En effet depuis peu de temps, grâce à Laurent Nottale, un astrophysicien de Meudon, qui a développé une nouvelle théorie dite de la 'relativité d'échelle'³. Le principe de *relativité d'échelle* postule que les lois fondamentales de la nature doivent être valides, quel que soit l'état d'échelle du système. C'est exactement la définition qu'avaient donné Galilée et Einstein de la relativité. Mais Einstein, Galilée et Poincaré, appliquaient la relativité uniquement aux états de position, d'orientation et de mouvement.

Nottale introduit la notion d'échelle dans cette relativité, et cela change beaucoup de choses. Les transformations d'échelle montrent que finalement les rapports d'échelle ont un sens, mais jamais une échelle absolue. Les conséquences sont importantes. La géométrie courbe de l'espace-temps, de la relativité d'Einstein, devient fractale aux petites et grandes échelles. En devenant fractal, cela veut dire qu'aux petites échelles, ce sont les lois quantiques qui s'appliquent avec notamment l'équation de Schrödinger généralisée avec la dépendance d'échelle, aux petites échelles notamment. Quand on décrit l'espace-temps, il devient fripé, fractal, brisé comme sur la figure 2. Les lois de la physique classique s'appliquent à nos échelles avec une indépendance d'échelle.

³ Voir : Nottale, Chaline et Grou. 2009. Des fleurs pour Schrödinger. La relativité d'échelle et ses applications. Ellipses, Paris.

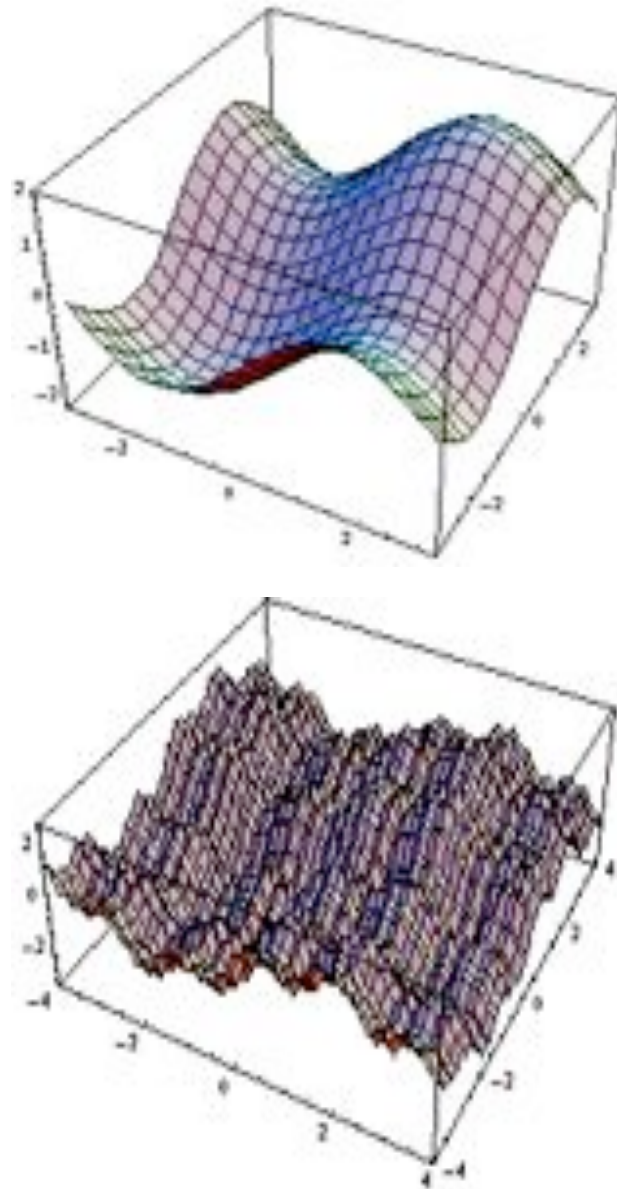


Fig 2: Espace courbe (en haut) et espace fractal (en bas) (d'après Nottale, 2002).

Il n'y a pas de fractalité à nos échelles. L'espace-temps reste courbe. Mais, aux très petites ou aux très grandes échelles, ce sont les lois de la mécanique

quantique de la relativité d'échelle qui s'appliquent avec en particulier l'équation de Schrödinger généralisée et la dépendance d'échelle.

La dynamique de type classique se transforme alors en une dynamique nouvelle ayant un caractère quasi-quantique et qui, naturellement, est capable de morphogenèse. Cela a des implications au point de vue de l'évolution des espèces.

Certains phénomènes critiques, comme l'évolution des espèces, suivent en effet des lois log-périodiques de branchement. Ce sont des lois physiques, qui s'appliquent au vivant, des lois de prédictibilité à caractère indéterministe. Ce sont des termes que l'on n'a pas souvent l'occasion d'utiliser et c'est un concept assez difficile à assimiler au premier abord.

Qu'est-ce qu'un comportement fractal log-périodique (Fig. 3) ? Quand on étudie un phénomène critique, il se passe en général des phénomènes curieux à une température critique. Puis, on a des événements précurseurs qui suivent une accélération avant le temps critique et, après le temps critique, on a des répliques qui se répartissent selon une décélération.

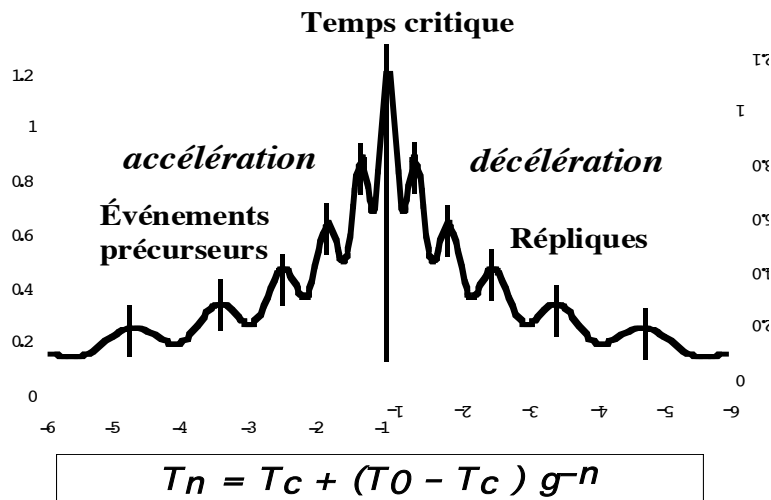


Fig 3: Loi log-périodique

Parmi les corrections à l'invariance d'échelle discrète caractérisées par des lois de puissance, certaines d'entre elles sont amenées à jouer un rôle important. Il s'agit des lois log-périodiques qui peuvent être définies par l'apparition d'exposants fractionnaires ou de dimensions fractales complexes. Une loi log-périodique est périodique, non pas en fonction du temps, mais du logarithme de son écart à une époque critique propre à chaque phénomène. À proximité d'un temps critique, le système devient instable et fractal et présente des événements précurseurs qui se répartissent de façon accélérée jusqu'au temps critique, spécifique du système, puis, le temps critique atteint, le système est l'objet

d'événements répliques se manifestant de façon décélérée (d'après Chaline, 2006).

Pourquoi s'est-on intéressé à ces phénomènes ? On s'y est intéressé parce que, dans les années 80, un collègue de l'Institut Physique du Globe, Didier Sornette, a travaillé avec son équipe sur les tremblements de terre, notamment - cela peut paraître loin de l'évolution- à Kobé (Japon), où ils avaient mis des capteurs d'ions Chlore. Ils se sont aperçus que l'émission de ces ions Chlore suivait une répartition log-périodique d'accélération et que, si l'on avait su la signification de cette émission log-périodique des ions Chlore, on aurait pu prévoir le tremblement de terre de Kobe deux jours avant. Je ne résiste pas au plaisir de vous montrer deux résultats nouveaux qui ont été obtenus par Laurent Nottale sur les futurs tremblements de terre en Californie. Lorsque Nottale a repris les données depuis les années 1500 à 1932, il s'est aperçu qu'il y avait toute une série de pics en décélérations avec un prochain pic de probabilité vers 2047 ; cela ne veut pas dire que cela aura lieu, car ce sont des *lois de prédictibilité mais à caractère indéterministe*.

Quand on étudie la disparition de la banquise arctique qui fait couler beaucoup d'encre actuellement, les collègues du GIEC ont pris un modèle linéaire ; Ils disent que vers 2080/2100, toute la banquise arctique doit fondre. Nottale a utilisé une loi de phénomène critique, Que nous apprend-t-elle ? En fait, dès 2006, Nottale avait prévu qu'en 2009 les points ne seraient pas sur la ligne bleue classique, mais sur une ligne rouge de courbe critique. Quand on suit cette loi critique, on arrive à la prédiction que la disparition de la banquise arctique devrait se faire totalement à la fin en septembre 2011. Ce sera un très bon test de validation de la théorie. Il y a cependant un élément que l'on ne maîtrise pas, c'est la vitesse de fonte de la banquise que personne ne connaît vraiment.

Mais revenons à l'évolution de la vie avec une question cruciale : l'arbre de la vie est-il fractal ? Pour le tester nous avons utilisé ces fameuses lois de branchement que nous avons appliquées au vivant. Quand on prend les oursins, par exemple, on s'aperçoit qu'il y a une décélération qui commence à - 600 millions d'années, avec l'apparition du plan échinoderme. C'est-à-dire que l'on a pu rétroprédire la date d'apparition réelle des échinodermes. Ce qui surprend les spécialistes qui travaillent sur les oursins, c'est que ce sont des pics de probabilité de changements évolutifs importants. Dans cette analyse, sur le premier pic de probabilité, deux événements importants apparaissent : le squelette, la tête et la racine. Ensuite les autres innovations majeures se réalisent sur les pics suivants, selon une décélération avec le même rapport d'échelle général, de 1,73.

En ce qui concerne les dinosaures, un travail de Sereno venait de sortir en 1996. On l'a testé et on a trouvé une accélération évolutive avec un temps critique à -139 millions d'années. Je me disais que, peut-être, on allait tomber sur 65 millions d'années, à la fin du Crétacé avec la fameuse extinction massive..., Non. Il semblerait qu'à partir de -139 millions d'années, le système de locomotion des dinosaures n'ait plus bougé. On ne sait pas encore comment interpréter exactement ce temps critique. Est-ce la perte des potentialités

évolutives parce qu'il n'y a plus d'innovation ? C'est la question que l'on se pose et que l'on n'a pas encore résolue

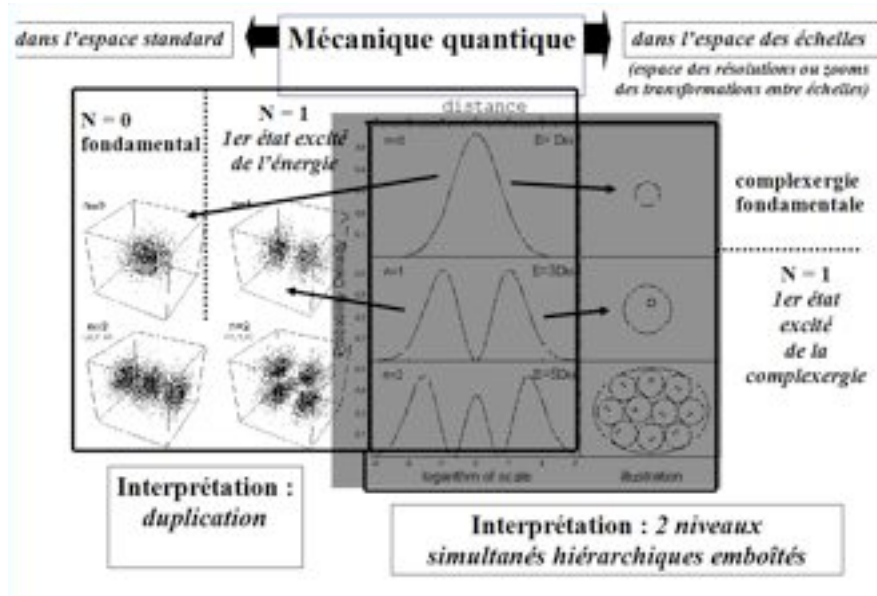


Fig 4: Les effets de la relativité d'échelle en mécanique quantique dans l'espace standard et l'espace des échelles.

Duplication (à gauche) et structures hiérarchisées (à droite) dans l'espace standard et des échelles. Représentation (en densité de points) des solutions de « l'équation de Schrödinger généralisée » pour le potentiel de l'oscillateur harmonique tridimensionnel isotrope agissant dans l'espace standard.

Pour obtenir cette figure, on a jeté des particules au hasard dans la densité de probabilité donnée par le carré du module de l'amplitude de probabilité ψ . On voit que les particules s'organisent naturellement en amas et en ensembles d'amas. Quand l'énergie augmente d'un facteur 5/3, le système fondamental unique n'augmente pas de taille, mais se divise en deux sous-systèmes et un système double apparaît ; c'est une duplication spontanée. L'augmentation d'énergie ne permettra pas l'apparition d'une nouvelle structure avant qu'elle n'ait atteint son niveau de quantification suivant ($N = 0$ est l'énergie fondamentale et $N = 1$ est le premier état excité de l'énergie). À droite, l'approche quantique dans l'espace des échelles montre les solutions de « l'équation de Schrödinger » où la complexergie passant de la complexergie fondamentale ($N=0$) à $N=1$, le premier état excité de la complexergie, fait apparaître deux niveaux simultanés hiérarchiquement emboîtés (d'après Nottale, 2002).

Si l'on étudie les primates en se fondant sur les données des meilleurs spécialistes, on trouve une accélération évolutive, avec le même rapport

d'échelle d' 1,73, entre l'apparition des plans d'organisation successifs respectivement prosimien, simien, singe supérieur, australopithèque, *Homo ergaster* et *Homo sapiens*.

Cela va même plus loin parce que, lorsque l'on travaille sur la relativité d'échelle, on s'aperçoit qu'il y a une possibilité d'application à l'évolution du vivant encore plus extraordinaire, c'est celle de l'origine de la vie. Pour cela il faut aborder l'approche de la mécanique quantique de la relativité d'échelle avec les effets de la relativité d'échelle dans l'espace standard et l'espace des échelles. On peut représenter (en densité de points) des solutions de « l'équation de Schrödinger » pour le potentiel de l'oscillateur harmonique tridimensionnel isotrope agissant dans l'espace standard.

Les phénomènes de duplication ont été vérifiés à l'échelle de l'astronomie. Dans le vivant, on se pose alors la question : est-ce que la division cellulaire ne serait pas un effet de cette contrainte physique sous-jacente, invisible, insoupçonnée ? C'est une hypothèse que nous proposons. Dans la simulation de la division cellulaire, par exemple, on observe deux phases de stabilité de la cellule unique et de la cellule dupliquée, mais entre les deux, il n'y a pas de solution stationnaire. Il ne peut pas y en avoir. Entre deux niveaux stables, il y a un saut obligatoire, un saut d'énergie et on ne passe d'une stabilité à une autre, que lorsqu'il y a une quantification suffisante de cette différence.

Dans l'approche quantique dans l'espace des échelles on montre des solutions de « l'équation de Schrödinger généralisée » où la *complexergie* passant de la *complexergie fondamentale* (N=0) à N=1, le *premier état excité de la complexergie*, fait apparaître deux niveaux simultanés hiérarchiquement emboîtés. Lorsque l'on étudie les solutions de l'équation de Schrödinger généralisée, dans l'espace des échelles, on s'aperçoit que des systèmes emboîtés apparaissent spontanément et se forment avec des cloisonnements par auto-organisation. On peut se demander alors si ces sauts physiques ne pourraient pas expliquer l'origine de la vie avec le premier cloisonnement. Quand on a un pic de probabilité, on obtient une cloison : c'est le stade des procaryotes ; au deuxième pic de probabilité, à deux cloisons emboîtées on a les Gemmata (des Bactéries Planctomycètes, ndlr) et les eucaryotes, c'est-à-dire une membrane dans une membrane et dans la troisième étape, ce sont trois pics de probabilité avec trois cloisons emboîtées : les pluricellulaires. Cette répartition des apparitions d'événements cloisonneurs se fait selon une loi log-périodique. Il y a une cohérence totale entre ce que l'on observe au point de vue paléontologique et cette hypothèse d'application de la physique quantique de la relativité d'échelle au vivant. C'est très déconcertant, surprenant, irritant pour beaucoup de collègues. Il faut tester l'hypothèse. Le raisonnement scientifique est de ne pas Arejeter *a priori* et de tester pour voir si les choses se passent bien ainsi.

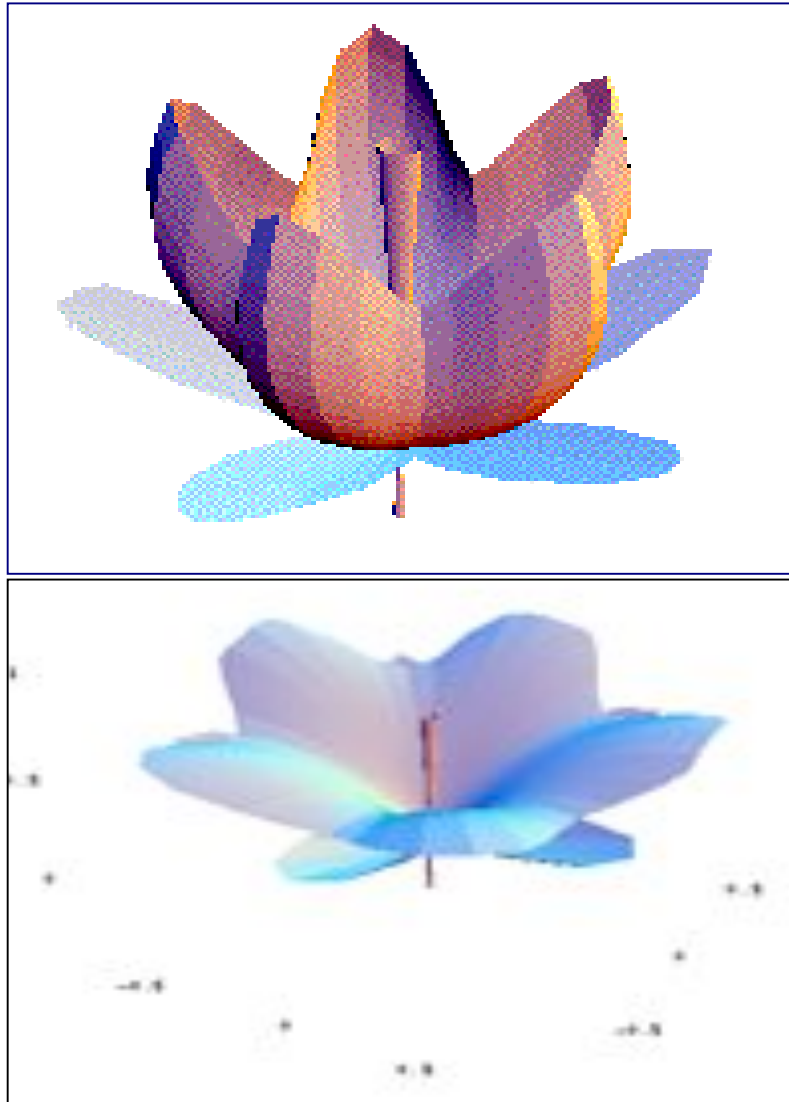


Fig 5: Morphogenèse d'une structure florale. Solution d'une « équation de Schrödinger généralisée ».

*En haut, la croissance à partir d'un centre décrit par une onde sphérique sortante, avec brisure de symétrie haut-bas et force constante vers le bas, peut s'exprimer à des échelles différentes (collisions de particules, formes des nébuleuses planétaires) et ici par des formes florales : les pétales, sépales et étamines émergent tous de la même solution et sont tracés suivant les 'angles de probabilité maximale'. Cette fleur théorique existe dans nos jardins, c'est le tulipier (*Liriodendron tulipifera*).*

En bas, la force constante de tension a été inversée, déterminant une courbure. Cette fleur théorique existe aussi dans nos jardins, c'est *Platycodon*, une *Campanulacée* (d'après Nottale, 2001, 2009 & Chaline, 2006).

autre application de la relativité d'échelle : la morphogenèse de structures. Quand Nottale utilise l'équation de Schrödinger généralisée et qu'il simule la croissance à partir d'un centre décrit par une onde sphérique sortante, une brisure de symétrie, il obtient des morphogenèses à des échelles différentes. Quand il travaille sur les particules, il obtient des collisions de particules. Quand il travaille en l'astronomie, ce sont les nébuleuses planétaires qu'il décrit. A l'époque, lorsque Nottale a découvert cette loi, il a simulé toutes les formes théoriques de nébuleuses planétaires possibles. Théoriquement, il y avait au moins cinq ou six modèles que l'on ne connaissait pas encore. Mais, lorsque l'on a envoyé le télescope Hubble dans l'espace, il nous a envoyé des photographies de ces formes curieuses qui avaient été prévues théoriquement avant qu'on ne les identifie ; ce qui est un bon test de validation de la théorie. Tous les résultats en astronomie ont été validés. En biologie, on obtient avec certains paramètres, une expression de l'équation de Schrödinger généralisée qui simule la croissance théorique d'une plante. Or cette plante existe dans la nature, c'est le tulipier, *Liriodendron tulipifera*. Si on inverse un seul paramètre, par exemple la constante de tension, on obtient une autre fleur théorique qui pousse aussi dans nos jardins, *Platycodon*, une *Campanulacée*

On obtient donc, comme solutions d'une équation de Schrödinger généralisée, des fleurs théoriques que l'on retrouve exprimées dans notre flore actuelle. Avec un changement de paramètre, on change de plante et de famille végétale. Cela suggère que les lois de la physique contraignent fortement le vivant de façon encore insoupçonnée.

La relativité d'échelle correspond à une révolution des esprits, à un nouveau paradigme, qui implique une plus grande pluridisciplinarité. On ne peut plus maintenant faire de paléontologie, si l'on n'a pas une formation en physique avec un peu de mécanique quantique.

On peut tirer quelques conclusions.

- La paléontologie permet de reconstituer, grâce aux fossiles dans un cadre stratigraphique précis, l'histoire de la vie avec ses événements contingents : les radiations et les extinctions.
- La paléontologie apporte les preuves concrètes de l'évolution des espèces.
- La paléontologie permet d'évaluer les relations de parenté par la cladistique et d'analyser les relations ancêtres-descendants en termes d'hétérochronies du développement.
- La paléontologie montre l'existence de contraintes et de lois physiques de structuration universelles qui étaient insoupçonnées. Ce ne sont pas des lois biologiques, mais des lois physiques comme la gravité qui s'appliquent et contraignent le vivant.

– La paléontologie a montré l'existence de répartitions log-périodiques qui s'appliquaient régulièrement dans l'étude des cladogrammes de nombreux groupes. Il faut que les données paléontologiques soient correctes, c'est-à-dire qu'elles soient bien datées et le plus complètes possibles. Ce sont toujours des lois de *prédictibilité à caractère indéterministe*, probabilistes, celles de la mécanique quantique.

– Par contre, la paléontologie n'apporte rien sur les mécanismes de l'évolution que seule la biologie peut découvrir. Mais elle participe à la théorie EVO-DEVO, le nouveau stade actuel de la théorie de l'évolution en y apportant sa dimension temporelle.

– Enfin, la paléontologie n'a identifié aucune finalité, ni aucun dessein intelligent, seulement des 'canalisations' qui résultent des contraintes de développement et de la sélection naturelle. S'il y avait une finalité, un dessein intelligent, y aurait-il eu des extinctions massives qui sont liées à la contingence de l'histoire de la Terre ? Y aurait-il eu des anomalies de développement résultant des mutations au hasard, comme l'anencéphalie ou la phocomélie ? Y aurait-il la sélection naturelle qui est la loi la plus impitoyable qui soit, d'élimination des plus faibles au profit des plus vigoureux ?

Mme KELLER-DIDIER. - Merci, Professeur Chaline, nous sommes très loin des idées reçues. Vous nous avez ouvert des horizons particuliers.

Place de l'homme dans la théorie de l'évolution

M. Yves Coppens, Professeur au Collège de France

M. MAINARD. - Il me revient en effet la redoutable, la tâche périlleuse de présenter le Professeur Coppens. En effet, qui en France, en Europe, dans le monde, n'a pas entendu parler du Professeur Coppens ?

Je dirai simplement qu'il est titulaire de la chaire de Paléanthropologie et préhistoire du Collège de France, qu'il s'est intéressé très tôt à l'évolution d'espèces humaines dans les régions tropicales de l'ancien monde considéré comme le berceau de l'humanité. Au cours d'expéditions nombreuses, il a pu recueillir une quantité considérable de restes d'hominidés. Le résultat de leur étude a été particulièrement fascinant. On peut affirmer aujourd'hui que les travaux du Professeur Coppens ont éclairé d'un jour tout à fait nouveau l'histoire pré-humaine et humaine de ces dernières dix millions d'années.

Personne n'a oublié sa découverte de l'*Australopithecus Afarensis* baptisé « Lucy ». Par ailleurs, pensant fermement que l'environnement influe considérablement sur le processus de l'évolution des espèces, il remet par contre en cause l'importance conférée au hasard par les théories néo-darwiniennes.

Auteur de plus d'un millier d'articles et de livres traitant de sa discipline, membre de multiples académies, docteur honoris causa des plus grandes universités mondiales, le Professeur Coppens a obtenu tous les prix, distinctions, récompenses, tant nationaux qu'internationaux qu'un homme de science peut espérer. Les énumérer serait une tâche surhumaine à laquelle je ne me risquerai pas.

Ces attaches à Nancy sont certaines. Nous nous rappelons tous qu'il présida la 29^{ème} édition du Livre sur la Place et beaucoup d'entre nous se souviennent de René Coppens, son père, professeur de radio-géologie tant à l'Ecole de Géologie qu'à la Faculté des Sciences, qui fut un grand universitaire et un aimable collègue.

J'espère que ces quelques mots, malgré leur laconisme et leur insuffisance, ont bien fait comprendre aux nombreux assistants que nous sommes aujourd'hui en présence d'un savant et d'un homme d'une stature exceptionnelle.

M. Yves Coppens. - Je veux saluer Madame la Députée, M. le Ministre, M. le Maire Rossinot que je connais depuis un certain temps, l'Académie Lorraine des Sciences, l'Académie de Stanislas, l'Institut Grand Ducal que j'ai visité il y a quelques années, Madame Colette Keller-Didier qui a participé et dirigé probablement toute l'organisation.

Je tiens à dire tout de suite toutes mes félicitations pour les posters sur Darwin, Lamarck. Je les ai vus en arrivant. Je vous incite à les voir et les consulter.

Je salue la mémoire de mon père, bien sûr, qui a été plus de 40 années ici à Nancy, professeur à l'Ecole Nationale de Géologie et de Prospection minière. J'étais déjà ailleurs en fac. Donc, je n'ai jamais habité Nancy, mais je suis venu forcément très souvent. A chaque fois que je venais voir mes parents, j'allais

dans les laboratoires de géologie qui, à ce moment-là, étaient rue ou avenue de Lattre de Tassigny et aussi, tout près d'ici, à l'Institut de zoologie qui était l'ancien institut de Cuénot, si je ne m'abuse.

Mon papa était très gentil. Après son professorat, il a fait beaucoup de conférences à l'Université du troisième âge et du temps disponible. Je me rappelle que c'était très touchant, qu'il s'était beaucoup attaché à la Lorraine, il avait beaucoup circulé en Lorraine. Il avait fait beaucoup de photographies des paysages et aussi des coupes géologiques. Il n'était pas spécialement géologue au départ, il était physicien. Il avait une conférence qu'il aimait beaucoup que l'on pourrait chanter, cela s'appelait : « en passant par la Lorraine avec mes photos ». C'est mignon.

Vous avez gardé mon papa parce qu'il est enterré ici. J'ai de grands souvenirs.

J'ai beaucoup fréquenté aussi le musée lorrain où était M. France Lanord et j'ai participé ici sur cette place à la reconstitution du Vase de Vicq, qui avait été confié à France Lanord. Il était là à gauche dans les bâtiments au rez-de-chaussée du Musée des Beaux-arts, je m'en souviendrai toujours, les anses, qui pesaient 35 kg chacune, avaient été fixées sur le vase mais, catastrophe, le vase ne sortait plus ni par la porte, ni par la fenêtre. Il a fallu tout démonter pour ressortir le vase et le reconstituer à l'extérieur.

Pardon, je ne suis pas ici pour vous raconter mes aventures à Nancy, mais c'était quand même une grande histoire.

Darwin, on pourrait continuer à chanter : « happy birthday, Charles Darwin ».

J'ai un peu boudé Darwin au départ, un peu dans la tradition française parce que, sans doute, on boude les anglo-saxons, au point qu'à une certaine époque on l'appelait « Darouin » et ce n'était pas pour être gentil avec lui.

En fait, quand on lit Darwin, on rencontre un personnage très puissant, à la pensée, à la réflexion vraiment très puissante. Il a eu la chance de faire ce que l'on aime bien faire dans une carrière, c'est-à-dire commencer par du terrain. Le terrain pour lui, cela a été ce tour du monde bien connu. Il l'a fait entre 22 et 27 ans, c'est-à-dire à l'âge où l'on engrange facilement. On a bien vu qu'il avait un sens de l'observation, de la précision, -tous ses carnets sont connus- et en même temps un esprit de science et de synthèse, mais aussi un esprit de déduction, c'est-à-dire un esprit logique qui a conduit à cette idée qu'il a un peu prise chez ses prédécesseurs, cette grande idée de la sélection naturelle. Nous fêtons à la fois ses 200 ans de sa naissance et 150 ans du fameux livre « *On the Origin of Species by Means of Natural Selection* ».

J'ai désormais beaucoup d'admiration pour Darwin et je vais vous raconter une petite histoire drôle. Il y a quelques jours, on m'a présenté à signer des livres que j'avais écrits, ce que j'ai fait volontiers et quelqu'un vient et me présente un livre de Darwin. C'est un peu délicat et je dis que ce n'est pas moi qui ai écrit cela. La personne me répond : non, cela ne fait rien, mais signez quand même. Je n'ai pas de raison de signer le livre d'un autre. Finalement, j'ai signé en mettant : en hommage d'un ami et d'un collègue de l'auteur. Je ne sais pas comment ce sera supporté par l'histoire. C'est assez logique finalement.

Je suis heureux que Darwin soit fêté. C'est rare que l'on ait des idées qui viennent de nulle part, il a eu avant lui un grand père qui s'appelait Erasmus Darwin, qui avait déjà cette idée de la transformation des espèces. Puis, il y a eu Lamarck qui avait abouti à des idées qui, ensuite, se sont avérées pas tout à fait fausses, mais pas vraies non plus. Il avait quand même lui aussi posé le principe de la transformation des espèces. Puis, il a eu comme contemporain ce fameux Wallace avec qui il était un peu en compétition. Ceci dit, Wallace était bien plus jeune que Darwin et on ne sait pas trop qui regardait ou écoutait l'autre. Il y avait une réelle compétition, ce qui est aussi de bonne guerre dans le monde scientifique ; c'est plutôt un stimulant qu'autre chose.

Je suis allé voir la maison de Darwin à titre privé et j'ai trouvé une très jolie maison, très confortable. J'y ai traîné beaucoup ainsi que dans le jardin puisque c'est dans le jardin qu'il allait aussi réfléchir. C'est agréable mais je n'aurais pas pu y vivre, y rester en tout cas très longtemps. On comprend que ce soit un endroit de réflexion dans la maison elle-même et dans le grand parc alentour. On ressent un peu plus la personne souvent lorsque l'on va visiter les lieux de vie où ces personnalités ont vécu.

J'arrive de Cape Town, en Afrique du Sud, où il y avait un colloque Darwin. Dans ce colloque, il y avait un fameux collègue que tous mes amis ici connaissent bien qui s'appelle Philip Towers qui est un paléanthropologue comme nous ; il a un certain âge et il a écouté le colloque mais n'a pas vraiment participé. Le soir, au moment du dîner de gala, il a fait ce que l'on appelle la « keynote lecture », et là il s'est déchaîné. Il a proposé d'aller voir le recteur de l'Abbaye de Westminster pour ouvrir le tombeau de Darwin. Il a envie d'aller prélever des cellules du cadavre de Darwin, tout simplement parce que l'on dit que Darwin a toujours été un peu fébrile, souffrant, et Tobellers, qui est médecin, pensait que cela pouvait être la maladie de Chagas. Cette maladie est un peu comme une malaria, un paludisme, mais due à un parasite que l'on rencontre en Amérique du Sud, puisque Chagas était un brésilien. Si l'on prélève quelques cellules on pourra savoir si ces cellules étaient encore infestées par un *Plasmodium* et on aura la solution. Je ne sais pas si cela en vaut la chandelle. Forcément, cela a fait un peu de remous dans l'assistance. Certains étaient tout prêts à se rendre à Londres et à Westminster. Je vous l'annonce au cas où cela se ferait et la raison pour laquelle cela pourrait se faire.

La composition des orateurs est agréable puisque l'on a commencé par un historien des sciences en plus d'un scientifique et par un théoricien des sciences en plus d'un scientifique, et moi je suis un homme de terrain. Je suis, dit-on quelquefois, au ras-des-pâquerettes et moi je dis plus volontiers au ras-des-squelettes. Je suis plutôt un praticien, je cours les brousses. Comme j'ai couru les déserts et les savanes longtemps, maintenant je les connais bien. Je me suis lancé dans la course dans la toundra cette fois que je connais de mieux en mieux depuis maintenant une dizaine d'années et, plus récemment, dans la steppe. Je ne connaissais pas encore la steppe de l'Asie centrale, c'est fait. C'est magnifique. Je travaille en Mongolie. Je n'avais pas saisi que je prenais de l'âge. Les pistes, cela m'est égal ; le pas de piste, cela m'est égal ; dormir par terre, je m'en fiche ; le temps, ma foi, on fait avec ; mais j'avais acheté une petite tente Quechua qui se

met en place très vite, cela se replie beaucoup plus lentement, mais il faut se plier pour s'y mettre, difficile pour les genoux. J'ai vu que je n'avais pas pensé que je n'avais pas atteint l'âge géologique que j'ai.

J'ai trouvé de très belles choses en Mongolie qui pose la question surtout de l'origine de l'homme moderne. Sachez que je travaille dans une mine d'or. Ce n'est pas du tout confortable. J'ai été reçu au pistolet car ces gens qui cherchent des pépites n'aiment pas trop avoir de témoins. Par ailleurs, j'ai essayé de m'expliquer, grâce à mon alter ego d'Oulan Bator qui traduisait en mongol. Lorsque l'on a expliqué à ces gens que j'allais travailler au milieu d'eux, et quand il y aurait des pépites ce serait pour eux et quand il y aurait des os ce serait pour moi, cela n'a pas été bien compris. Ils se sont demandé si ce n'était pas une façon de recueillir des pépites moi-même. Non, je n'ai besoin que des ossements.

Je vais vous faire un récit comme je suis un homme de terrain. C'est un grand récit qui vous montrera ce que l'on trouve qui, ensuite, sera interprété en termes à la fois darwinien et autres.

Depuis 1859, il s'est passé bien des choses au point que la théorie de l'évolution n'est plus une théorie. Pour moi, c'est quelque chose de bien installé. Par ailleurs, les modalités de cette évolution sont certes en partie la sélection naturelle. Elle demeure, merci Charles Darwin, mais beaucoup d'autres choses ont été découvertes, l'hérédité d'abord, les gènes, les mutations des gènes, le génome, la génétique en général, la génétique des populations et maintenant la biologie du développement. C'est beaucoup d'autres choses et heureusement car il y a 150 ans de travaux depuis.

Je voudrais vous rassurer, et Jean Chaline le fera aussi, quand il a dit en l'air que son hypothèse sur les fractales n'a pas été reçue, bien acceptée, écoutée même par certains collègues même parmi les plus connus. Ce n'est pas moi car j'étais parmi ceux qui sont venus l'écouter à Paris dès le début.

M. Jean CHALINE. - Tout à fait !

M. Yves COPPENS. - Il n'y a pas d'histoire de rivalité, au contraire. Il y a des oreilles grandes ouvertes. C'est toujours « attendez-vous toujours à l'inattendu ». C'est comme cela dans la meilleure des sciences.

La grande histoire. Parmi les insectivores, pour une question d'adaptation sont apparus les primates, il y a environ 70 millions d'années. Il y a un petit débat pour savoir si ces 70 millions d'années ce sont déjà des primates ou s'il faut attendre 50 millions d'années pour avoir les vrais ; ce sont des détails techniques. Cela n'a pas d'importance. Il se trouve qu'à ce moment-là, il y a un changement dans la flore. Il y a quand même des corrélations qui font la sélection naturelle. Se mettent à pousser, et seulement à ce moment-là les angiospermes, ce sont les plantes à fleurs. Il n'y a pas de fleurs avant 70 millions d'années. Ces plantes à fleurs qui sont aussi des plantes à fruits sont pour la plupart arbustives. Certains insectivores s'adaptent à ce milieu-là d'arbres à fleurs et fruits. Dans le corps du primate, on va retrouver ces adaptations qui se sont faites par sélection naturelle et par allométrie parfois. En tout cas, ces transformations ont fait que, dans le corps du primate, on retrouve les adaptations au grimper aux arbres. Par exemple, si l'on a ici une clavicule ce n'est pas pour mieux serrer le petit copain ou la petite copine, ou le papa, la

maman mais pour mieux grimper aux arbres. Par ailleurs, si l'on a perdu nos griffes au profit des ongles, c'est pour mieux saisir l'arbre de manière plus confortable auquel on grimpe ou la branche sur laquelle on se trouve. C'est pour cette raison que l'on a gardé aussi les cinq rayons des mains et des pieds et que l'on a l'opposabilité du pouce que parfois on décrit comme typique de l'homme. Non, elle est typique des primates. Cela permet à l'homme de saisir le crayon. Cette opposabilité, c'est aussi pour saisir les branches. Dans tout notre corps, on a ce souvenir de cette adaptation. On a des souvenirs de beaucoup de choses.

De la même manière, dans la façade de notre visage, on a eu les yeux qui sont arrivés. Comme c'est venu en façade et le développement de l'œil donne une vision stéréoscopique, une vision des couleurs, la mesure des distances avec cette vision en relief permet évidemment de vivre dans les arbres, de sauter de branche en branche, d'apprécier les distances, puis d'apprécier en voyant les couleurs, le degré de maturité des fruits. C'est assez joliment lié et assez cohérent.

Encore une fois, les modalités d'évolution sont plus complexes. Je suis collecteur d'os, donc je ne constate que le bilan.

Voilà les petits primates en place qui se développent comme tous les êtres vivants en fonction de leur niche écologique, de leur histoire géographique. Ils se développent à travers le monde entier en tout cas dans toutes les régions tropicales et quelquefois un peu plus. Ces gens-là, au sein de ce grand arbre phylétique, arbre généalogique ; il y a des espèces au lieu des individus. Cet arbre phylétique aura une grande bifurcation et va s'ouvrir vers 10 millions d'années au sein du même système.

Cette fois, on a un changement de nourriture. Il y a des insectes comme tout à fait au début, des fruits comme un peu après. Cette fois, il y a des racines et des tubercules. Du coup, cela change un peu les dents, l'épaisseur de l'émail dentaire. C'est le début de la bifurcation entre les grands singes, les chimpanzés et les bonobos qui sont nos parents les plus proches et nous-mêmes ; l'ensemble se trouvant dans la grande famille des hominidés, c'est-à-dire que nous sommes très proches de ces gens-là. C'est à 10 millions d'années que cela se sépare.

Pour comprendre l'allure de l'ancêtre commun, les chimpanzés et de nous-mêmes, on n'a pas grand-chose. On a trois fossiles. Un s'appelle *Chororapithecus*, l'autre *Nakalipithecus* et le troisième dont j'ai oublié le nom. Sur ces trois, deux sont du Kenya et un d'Éthiopie. Ces trois-là donnent une vague idée de ce à quoi ressemblait l'ancêtre commun ou les tous premiers pré-chimpanzés ou pré-humains. En fait, on ne sait pas trop sur quelle branche ils se situent. Comme on en a des petits bouts de mâchoires et de dents, cela ne va pas très loin.

On a des débuts un peu flous mais on envisage 10 millions d'années en Afrique tropicale parce qu'il y a toutes les chances que les ancêtres communs soient là puisque les chimpanzés sont toujours là et tous les pré-humains aussi.

Voilà le départ de ce grand carrefour.

Du côté pré-humain, on aura un grand bouquet de formes. On a vu dans les journaux Aurorine, Lucy, récemment Ardi, et les australopithèques en général, etc. Ces gens là ont en commun, je crois vraiment, le redressement du corps. On dit que le corps s'est redressé depuis très longtemps bien en avant cette fourche.

C'est une idée nouvelle, et en ce sens, elle est un peu promue. Je n'en suis pas sûr du tout parce que le redressement du corps n'est pas une chose banale qui se fait en forêt mais plutôt en terrain découvert. C'est une question de logique. Par ailleurs, ce redressement du corps est signalé par la structure même de l'os. A l'intérieur de l'os, il y a une structure osseuse, histologique, une structure des tissus que l'on appelle une structure trabéculaire, c'est-à-dire qu'il y a dedans des lignes de force. Chez tous les singes qui sont tous arboricoles, ces lignes de force sont parallèles parce que le corps se propage souvent suspendu par les membres supérieurs ou au moins de temps en temps. En tout cas, la station debout n'est jamais permanente. Or, dès que l'on arrive au pré-humain, comme le bassin en plus de son rôle dans la locomotion et dans la parturition a un rôle dans le port de l'ensemble du corps. Je n'ose pas me mettre debout mais vous pourriez comprendre très vite que mon bassin a un certain poids à supporter au-dessus de lui. Donc, ce certain poids, par la biomécanique se reflète sur la structure même de l'os et les trabécules, au lieu d'être parallèles, se croisent. Pour être plus solide, cela fait un chiasma comme en architecture pour soutenir le reste du corps. La station debout permanente, me semble-t-il, même s'il y a des préalables et même si c'est dû au fait que les gens se propageant dans les arbres ont déjà une colonne vertébrale qui prend une tendance à la verticalité, il n'empêche que la station debout continue à caractériser les pré-humains, autrement dit, notre sous-famille.

Les caractéristiques de tous ces pré-humains, c'est d'être africains, tropicaux, donc debout, et en même temps bipèdes et arboricoles. C'est Lucy qui nous a permis de découvrir cela dès le début de l'histoire. On s'est aperçu que la locomotion bipède était accompagnée encore d'une aptitude à grimper. C'est presque une chance de le découvrir car, du même temps, ces pré-humains ressemblent un peu à ceux d'avant en continuant à grimper et un peu comme ceux d'après en commençant à marcher. On est dans une situation que l'on pourrait appeler intermédiaire bien qu'il n'y ait jamais de véritable intermédiaire. Depuis que l'on a démontré cela sur Lucy, on a trouvé Aurorine qui a six millions d'années qui a les mêmes caractéristiques. Puis, on a trouvé *Ardipithecus* qui a aussi les mêmes caractéristiques, mais c'est un peu plus compliqué. Donc, il semble bien que toutes les formes les plus anciennes de pré-humanité soient à la fois debout, bipède et arboricole.

Un certain développement du cerveau, un développement doux. C'est une évolution en volume mais progressive et en complexité, ce que l'on voit par différents signes et notamment les moulages endocrâniens, que l'on réalise aujourd'hui grâce au scanner, sont miraculeux. Le système circulatoire se complique lui-même un peu. Par ailleurs, il y a aussi une réduction de la face, discrète, modeste, lente. Elle n'a plus la projection qu'elle avait auparavant, elle se réduit et devient un peu plus plate. Autrement dit, elle arrive vers des formes qui seront ensuite les nôtres par les modalités que vous a montrées Jean Chaline.

Les dents réduisent ou bien augmentent leur taille. Il y a deux tendances, une tendance des dents de la joue mais c'est la tendance qui aboutira à l'homme ou bien une augmentation de ces dents et c'est une autre voie qui va se dessiner. Cela ne nous a pas surpris. Autrement dit, il y a un grand bouquet de formes pré-

humaines parce que ces pré-humains vivent dans des niches écologiques un peu diversifiées. Donc, il y a des adaptations et des niches différentes et cela entraîne des différences légères ou plus lourdes des tendances évolutives de différentes natures. Ce n'est pas surprenant, je vous le dis parce que la presse est quelquefois un peu agaçante pour nous lorsqu'elle annonce une nouvelle forme d'hominidés, en général tout est bouleversé. Cela veut dire que les malheureux paléontologues n'ont rien compris et qu'il faut qu'ils refassent toute l'histoire. Ce n'est pas vrai.

Voilà un grand vivier de pré-humains, d'ancêtres. Au sein de ce vivier, il y a bien sûr des étapes que je ne vous décrirai pas. Il y a quand même un événement important, c'est une nouvelle ouverture du paysage à 4 millions d'années. Bien que l'on ait trouvé ces pré-humains en milieu forestier, en fait, ce sont des milieux mosaïques, un peu de forêts et de découverts, jamais de forêts denses. Si ces gens sont debout et bipèdes, ils grimpent. Donc, ils ont des arbres. S'ils sont bipèdes c'est pour passer d'un petit bois à un autre. C'est pour cette raison qu'ils mangent des racines. S'ils ont tout d'un coup élargi leur menu ce n'est pas pour rien.

J'ai beaucoup travaillé sur les éléphants. Ils sont souvent mes guides. A 4 millions d'années, ils se passent des choses importantes. Toute une série de genres et d'espèces d'éléphants -de proboscidiens- ~~qui~~ s'éteignent. Ce sont en général des consommateurs de feuilles alors que les consommateurs d'herbe qui sont les éléphants proprement dits apparaissent. A ce moment-là, dans les hominidés, il n'y a plus d'Aurorine, de Toumaï, d'Ardipithèque, mais il y a les australopithèques. Parmi les australopithèques, déjà un ne grimpe plus. Il s'appelle *Australopithecus anamensis*. S'il ne grimpe plus c'est qu'il n'a plus rien à grimper, c'est qu'il est adapté à un autre type de milieu, et celui-là est intéressant dans notre ascendance puisque, encore une fois, nous ne grimpons plus guère.

A 4 millions d'années, il y a une autre petite ouverture, qui va dans le même sens.

A 3 millions d'années, cela s'ouvre tout à fait. Là, c'est l'émergence de l'homme.

L'histoire de 2 à 3 millions d'années, il se trouve que je l'ai beaucoup étudiée et c'est moi -j'en suis fier- qui ai décrit cette corrélation entre un changement climatique et l'émergence de l'homme, corrélation incontestable. J'ai ramassé 50 tonnes d'os pour le confirmer. Si vous n'êtes pas d'accord, retournez là-bas et trouvez-en 50 autres tonnes et on discutera. C'est tout à fait clair, le changement climatique est évident. Cela se voit dans la flore, la faune. Toute la faune tente de s'adapter à ce changement climatique et, parmi elle, bien sûr, un pré-humain qui va trouver comme solution un élargissement de son régime alimentaire.

On était parti des insectes, puis des insectes et des fruits, puis des insectes, des fruits et des tubercules ; cette fois, c'est insectes, fruits, tubercules et viande. Ce n'est pas par gourmandise mais par nécessité. Il n'y a plus assez de végétaux. Il y a 2,5 millions d'années, on se met à manger de la viande. Donc, les dents se transforment évidemment en conséquence. Cette fois, il y a vraiment un saut quantitatif dans le cerveau, le crâne est plus volumineux. Donc, le cerveau que

contient ce crâne est plus important. Il est aussi comme précédemment un peu plus compliqué et un peu mieux irrigué.

Jean Chaline, j'ai noté parce que je ne le savais pas, a dit que, si l'on repassait en gros un poumon, cela faisait la largeur d'un cours de tennis, et quand on ouvre un crâne et si l'on repasse le cerveau on peut dormir dedans. Cela fait une couverture de deux mètres de long sur un mètre de large. J'ai un petit garçon de 14 ans, qui me dit que c'était plus grand que son lit. On a une matière qui presse pour essayer d'avoir davantage de volume dans les modalités que nous a montrées Jean Chaline.

Nous voilà avec le bonhomme vers 2,7/2,8 millions. L'évolution n'est pas un hasard aveugle mais ce n'est pas non plus quelque chose de déterminé. Ce n'est pas non plus un dessein intelligent. C'est une interaction compliquée entre la sélection naturelle, sélection sexuelle, et beaucoup d'autres choses dont des choses probabilistes et aussi les exaptations, le fitness, la néo-sélection.

L'exaptation est une terminologie intéressante. Ce sont des caractères qui apparaissent et qui vont servir à la destination qui est la leur et à autre chose. C'est un peu une manière de dévier, de se servir de quelque chose alors que cela n'est pas destiné quoique les destinations sont encore une autre question.

Donc, nous voilà avec le bonhomme qui a une grosse tête, son cerveau est un peu plus important, compliqué et fait qu'il a passé un seuil qu'il est à ce moment-là comme face à un miroir. Il devient conscient.

La conscience est très difficile à définir. Teilhard de Chardin disait que c'est savoir que l'on sait. Ce n'est jamais tout à fait satisfaisant. On dit aujourd'hui qu'il y a des consciences animales, ce dont je suis persuadé. Il n'empêche qu'avec l'homme cela atteint un autre degré et un autre niveau. C'est comme une réflexion dans un miroir, c'est-à-dire que non seulement on sait des choses mais on sait que l'on sait. Comme on sait que l'on sait, on peut avoir un libre-arbitre, une liberté qui fait qu'au lieu d'utiliser une liberté, un outil de manière directe, on va prendre un caillou ; au lieu de s'en servir comme cela, on va en prendre un autre et on va changer la forme du premier à son bénéfice. On en parlera sans doute cet après-midi.

C'est ce premier homme qui, en osant, en ayant le culot, l'audace de changer la forme d'un objet à son bénéfice, va être le premier qui agira sur l'environnement. Ce n'est pas sa faute. Il ne faut pas culpabiliser l'humanité. Nous n'avons fait que cela depuis et nous avons tout à fait bien fait de le faire. Ceci dit, aujourd'hui, comme cela nous cause quelques préjudices, c'est bien aussi de faire attention désormais à ce que nous faisons sur l'environnement.

Mme KELLER-DIDIER. - Merci, professeur Coppens, mais il faut garder un peu de surprise pour cet après-midi et surtout pour répondre aux questions.

M. Yves COPPENS. - Ma mémoire a été en défaut, l'autre c'est *Samburupithecus*.

Quand on vieillit, trois choses disparaissent : la mémoire, la deuxième chose je ne m'en souviens plus, et la troisième j'ai oublié...

Explication sur la naissance et la diversité des courants créationnistes

M. Jacques Arnould, dominicain, théologien français, chargé de mission au CNES, ingénieur agronome et docteur en histoire des sciences et en théologie.

Mme Dominique DUBAUX - Jacques Arnould est né à Metz en 1961. Après des études d'ingénieur en agronomie, puis un doctorat en histoire des sciences et un doctorat en théologie, il entre dans l'ordre des dominicains. Parallèlement à sa vie conventuelle, Jacques Arnould étudie les relations entre sciences, culture et religion avec un intérêt particulier pour deux thèmes auxquels il a consacré de nombreux ouvrages, celui de l'espace et de sa conquête, celui du vivant et de son évolution.

Pour le premier de ces thèmes, il travaille comme chargé de mission au Centre National d'Etudes Spatiales sur la dimension éthique, sociale et culturelle des activités spatiales.

En ce qui concerne l'évolution, il faut noter que, de toutes les théories scientifiques, la sélection naturelle est celle qui implique le plus directement le phénomène humain. En effet, la biologie évolutive interpelle frontalement l'identité de l'homme. Or, depuis 1859, nous vivons dans une sorte d'affaire Darwin permanente qui ne touche pas seulement les relations entre la raison et la foi, mais qui marque l'immixtion de la science dans les grands débats philosophiques qui agitent les esprits depuis les Grecs.

Cependant, la réflexion la plus féconde n'est-elle pas là où un véritable échange se produit dans la rencontre, voire dans la confrontation à l'autre, mais loin des bûchers et des tribunaux, loin des idéologies qui veulent tout englober et prétendre à la certitude absolue ?

C'est ce à quoi Jacques Arnould va apporter une réponse.

M. Jacques Arnould. - Merci, Madame Dubaux, pour cette présentation. C'est sans doute à cause du bon air de Lorraine qui, agissant sur les gènes hérités d'un ancêtre suédois venu en Lorraine au cours de la guerre de Trente, que je suis un peu au-dessus de la taille du micro...

Madame la Présidente, Monsieur le Maire, merci de votre invitation à participer à cette journée dans ce haut lieu. La ville de Nancy est connue pour ses portes d'or et peut-être moins pour cette salle. Il faudrait le dire davantage aux touristes.

Merci aux Académies ; de peur d'en oublier une, je ne les citerai pas mais chacune saura s'y retrouver.

Je dois ma présence ici à Pierre-Henri Gouyon. Il y a de nombreuses années maintenant, je fréquentais son laboratoire. Un jour, il me dit : « Tiens, Jacques, j'ai une affaire pour toi » et il me parle des créationnistes. Les créationnistes m'étaient alors totalement inconnus et pourtant ils existent bien. Je rencontre beaucoup de gens qui doutent de leur existence, qui craignent une manipulation,

une blague ; existent-ils bel et bien ? Oui, ils existent, j'en ai rencontrés. Quelques années après leur découverte grâce à Pierre-Henri, je suis allé aux Etats-Unis pour rendre visite à une société chargée de vendre des images spatiales d'origine française. Le directeur de cette société, située près de Washington, vient m'accueillir à la porte de ses bureaux et, dans un couloir, il s'arrête pour me montrer deux très beaux posters. Il me demande : « Qu'est-ce que c'est ? » Je dis que ce sont des images de ce célèbre satellite français. Pas difficile à trouver, puisque ce sont les produits vendus par cette entreprise... Le directeur me montre l'un des deux posters et me dit : « Et ça, qu'est-ce que c'est ? » Je reconnais la ville de Paris. Je réponds : « C'est Paris. » Il semble rassuré sur mon origine française et ma capacité à reconnaître des images de satellites. Il me dit ensuite : « Qui a fait cela ? » Je m'étonne un peu de la question et je dis que c'est la technologie spatiale. « Non, qui a fait Paris ? » - « Nos ancêtres les Gaulois, les Gallo-romains, les rois de France, le préfet Haussmann et Jacques Chirac ! » Il me regarde d'un air extrêmement choqué. « Enfin, c'est Dieu qui a fait cela. » Ne voulant quand même pas lui laisser la victoire, je lui rétorque : « Ecoutez, d'accord, mais n'oubliez pas quand même Pigalle, le Moulin Rouge, le Crazy Horse, les petites dames de Paris ! » A son tour, il est un peu gêné ; alors, pour rétablir l'équilibre, je lui montre l'autre poster qui représente une zone désertique, peut-être le Sahel, le Sahara ou un autre désert, en disant : « Ça , c'est Dieu qui l'a fait. » Il n'y avait pas de trace de main d'homme... En rentrant à Paris, je trouvais à la fois des documents que cet étrange Américain m'avait fait parvenir par voie postale et également des explications de mes collègues me disant : « Ah, tu ne le connaissais pas encore... C'est un fervent créationniste. »

Pour comprendre quelque chose à ces personnes qui paraissent voir Dieu partout, sauf dans les discours que nous venons d'entendre, il faut comprendre que tout un chacun nous essayons de répondre à ces grandes questions : d'où venons-nous ? Où allons-nous ? Qui sommes-nous ?

A ces grandes questions, de nombreuses et diverses réponses ont été données depuis que l'homme est homme et a pu se les poser. Dans l'Occident, où naît Charles Darwin, la réponse la plus souvent admise est celle du mythe du Paradis, du jardin d'Eden. Un lieu extraordinaire où tous les êtres cohabitent et vivent en paix ; fauves et ruminants paissent ensemble... Dans cette conception de la nature et de son origine, le Créateur divin a créé chaque espèce pour elle-même, bien séparée des autres et une fois pour toutes ; on parle de conception essentialiste et fixiste. Le jardin d'Eden est un jardin à la française, une extraordinaire Pépinière où tout est bien tracé, bien dessiné, bien délimité. Vous pouvez vous y promener sans vous y perdre, mettre une étiquette sur chaque chose avec un nom latin (parce que cela fait plus sérieux). Tel est le travail entrepris par Charles Linné, par ses successeurs naturalistes ; de quoi remplir nos muséums d'histoire naturelle.

Dans ce beau jardin à la française, se trouvent de beaux jardiniers : nous, les humains. Ainsi répondons-nous à la question : qui sommes-nous ? : suivant les cultures, nous sortons de la cuisse de Jupiter ou sommes tirés de la côte d'Adam.

Nous voudrions tellement posséder en nous quelque chose de divin. Regardez les représentations d'Adam et d'Eve : des êtres parfaits. Monsieur a dû passer des heures en salle de musculation et Madame dans des salons de bronzage, sans oublier de suivre un régime. Souvent, leurs parties intimes sont cachées par des plantes, parfois même leur nombril... parce que se pose bien évidemment la question du nombril d'Adam. Si leur origine est effectivement divine, ont-ils besoin d'un nombril ? Vaste et délicate question qui occupe certains brillants esprits.

D'autres versions sont plus pudiques encore et vêtissent nos mythiques ancêtres, jusqu'à tomber dans l'erreur. Par exemple, celle de représenter Adam et Eve en pagne très couvrant, avec un tigre gentiment couché derrière eux. Grave erreur : Adam et Eve n'ont dû se vêtir qu'après avoir mangé le fruit interdit, avoir péché et avoir quitté le paradis ; dès lors, il n'était plus question de pacifique cohabitation. Bref, ou bien nos parents sont nus et peuvent fréquenter les tigres ; ou bien ils sont habillés et doivent prendre leurs jambes à leur cou pour échapper aux fauves !

Je résume : dans cette conception de la nature et selon le mot bien connu du cher docteur Pangloss, « tout est pour le mieux dans le meilleur des mondes ».

Dans ce jardin, il y a pourtant d'étranges choses que nous appelons des fossiles. On ne sait pas trop de quoi il s'agit... J'aime l'explication que j'appelle celle du trombone. La nature répétant toujours la même chose puisque toutes les espèces sont figées, fixées (du moins dans la conception que je suis en train de décrire), elle finit par s'ennuyer. Alors elle fait comme nous, lorsque nous nous ennuyons et que nous passons le temps en tordant un trombone : à la fin, le bout de ferraille ne ressemble plus à un trombone ! Les fossiles sont les trombones de Dame Nature. Remarquez que cette explication est parfaitement cohérente avec la conception fixiste.

Ne nous moquons pas trop vite de cette conception ; ne disons pas : « Les pauvres, ils étaient bien ignorants... » De fait, une telle vision de la nature n'a pas empêché de faire de la bonne science : Charles Linné ne se serait pas lancé dans l'incroyable tâche de décrire tous les êtres vivants s'il n'avait pas eu cette conception. Nous n'en serions pas là si lui et ses successeurs n'avaient travaillé sérieusement avec ces représentations erronées du monde.

L'explication des trombones n'était pas suffisante. En particulier pour les savants français de la fin du XVIIIe siècle et du début du XIXe siècle qui observaient les strates du Bassin parisien. Ils en vinrent à admettre et à montrer que le monde n'avait pas toujours été tel qu'il nous apparaît aujourd'hui, qu'il y avait eu par le passé des mondes différents, très différents mêmes mais très clairement séparés entre eux et du nôtre, par de véritables catastrophes. Des catastrophes qui ont radicalement changé l'état du monde et permis à un Dieu créateur d'en refaire un nouveau. La dernière catastrophe connue est celle rapportée par la Bible, le Déluge. Cette explication est plus intéressante que celle du trombone : elle colle mieux à la réalité du terrain et reste bibliquement correcte ; elle évite de susciter la suspicion des autorités religieuses de l'époque. Penser que le monde a pu être différent dans le passé est une vraie révolution...

Et puis arrive un Anglais qui déclenche une nouvelle révolution. Un Anglais dans un jardin à la française, pour donner un jardin à l'anglaise. Charles Darwin, à l'époque où il n'a pas encore de barbe (peut-être est-on plus sage avec une barbe ? « C'est vrai », me dit Yves Coppens) accomplit son tour du monde, revient avec de nouvelles idées, élabore sa théorie, publie l'*Origine des espèces*, livre dans lequel il n'aborde pas la question de l'origine de l'homme. Pourtant, quelques jours après la publication de cet ouvrage, la femme d'un évêque anglican rentre du thé qu'elle est allée prendre avec ses amies et dit à son évêque de mari : « Darling, il paraît qu'un certain Charles Darwin a écrit un livre dans lequel il est dit que nous descendons du singe ! J'espère que la nouvelle ne sera pas ébruitée ». Si nous sommes là aujourd'hui, c'est que la prière de la brave dame n'a pas été entendue et que la nouvelle a été ébruitée.

De fait, sans attendre la publication de son autre livre consacrée à l'origine de l'humanité, l'idée va immédiatement se répandre que Darwin prétend que l'homme descend du singe. Aujourd'hui, certains paléontologues vont plus loin encore : l'homme est un singe, voire même le singe descend de l'homme ! Mais pourquoi une telle fixation sur cette histoire de singe ?

La réponse est simple : nous préférons avoir pour ancêtres Adam et Eve plutôt qu'un singe. Je dis « nous » en précisant « les Occidentaux », car, dans nos cultures, le singe est très mal vu. Regardez dans la littérature médiévale ou encore dans l'art des sculpteurs et des peintres : le singe est lubrique, diabolique. Au fond, c'est le diable qui se cache derrière le singe. Pas de chance, donc : Darwin ne pouvait pas trouver pire scénario pour nous donner des ancêtres. Remarquez comment ce n'est pas le cas dans d'autres cultures, en Asie, Amérique du Sud ou ailleurs : le singe n'y a pas cette image négative ; il peut être un sage, un roi ou un médecin ; les singes et les hommes ont une proximité culturelle bien plus grande qu'en Occident.

Bref, à côté de l'histoire de la réception des idées scientifiques de Darwin en son temps et ensuite, il est possible d'entamer une histoire de la réception des idées de Darwin dans les milieux culturels, en particulier religieux puisque, vous l'aurez compris avec ces premiers exemples, ces idées ne font pas du tout plaisir à certains croyants. Aujourd'hui encore, François Jacob nous le rappelait il n'y a pas si longtemps, l'une des principales difficultés rencontrées par les théories darwiniennes est d'ordre religieux.

La célèbre conférence d'Oxford, en juin 1860, illustre à la fois la rapidité de la diffusion des idées de Darwin et les composantes de ces difficultés. Dans le cadre de la réunion annuelle de l'association britannique pour l'avancement des sciences, une conférence est donnée par un éminent conférencier sur « La diffusion des idées de M. Charles Darwin en Europe » ; sachant que son livre est paru en novembre 1859, donner une conférence sur la diffusion des idées de Darwin en juin 1860 montre à quelle vitesse celles-ci se répandent, à une époque moins techno-communicante que la nôtre. Pourquoi y a-t-il plein de monde à cette conférence, autant qu'aujourd'hui dans les salons de l'hôtel de Ville de Nancy ? C'est parce qu'à la tribune se trouve Samuel Wilberforce, éminent ecclésiastique anglican, qui aime beaucoup les sciences mais pas Darwin à cause des idées que sa nouvelle théorie véhicule. Dans l'assemblée, est assis Thomas

Huxley, un des plus fervents partisans de Darwin, « le bulldog de Darwin » dit-on. Tout le monde est persuadé que les deux hommes vont s'affronter. C'est Wilberforce qui provoque Huxley : « Monsieur Huxley, est-ce par votre grand-père ou votre grand-mère que vous descendez du singe ? » Huxley aurait répondu (car nous n'avons pas une retranscription exacte et le brouhaha a dû être terrible) : « *Je préfère encore descendre du singe par mon grand-père ou ma grand-mère qu'avoir quelque chose en commun avec un personnage qui intervient dans un domaine où il est parfaitement incompetent* ». Dans cette « affaire », il y a à la fois du nouveau et de l'ancien.

Du nouveau, parce que le point central est la question de la nature humaine, de son origine et de son statut. Descendons-nous, oui ou non, du singe ? Cette question, depuis 1860, continue à susciter à la fois des recherches et des débats.

Mais il y a aussi de l'ancien, j'entends dans la revendication de Huxley, qui, non sans impertinence, répond à l'évêque anglican : « *Occupez-vous de vos oignons !* » Huxley demande tout simplement la séparation des domaines, la séparation des magistères. D'un côté, le domaine de compétences des religieux et de l'autre celui des scientifiques. Rien de bien nouveau : Galilée le demandait déjà, Galilée que nous fêtons aussi cette année puisqu'il y a tout juste quatre siècles il prenait la lunette qu'il venait de construire et se mettait à observer le ciel. Pour répondre aux accusations exprimées par les autorités romaines, il cite un cardinal de Rome et explique : « *La Bible ne dit pas comment va le ciel, mais comment aller au ciel.* » Comment va le ciel, c'est l'astronomie, c'est mon job, à moi, Galilée, et à mes confrères. Comment aller au ciel, c'est le job des maîtres spirituels, des théologiens, de la religion en général. C'est là encore la revendication de Huxley : chacun sa compétence. Mais c'est précisément ce que refusent les créationnistes, au nom de leurs convictions religieuses..

Sans doute le terme de créationniste pourrait-il désigner tous ceux qui, dans diverses religions, confessent que le monde a été créé par Dieu sans pour cela refuser les théories scientifiques de Darwin et de ses successeurs (c'est mon cas puisque je crois en un Créateur et travaille avec Pierre-Henri Gouyon et d'autres néodarwiniens) ; toutefois, désormais, ce terme est utilisé pour nommer plus spécifiquement les mouvements d'opposition aux idées de Darwin, d'évolution, etc.

L'attitude créationniste se caractérise de quatre manières.

Tout d'abord, une lecture littérale des textes sacrés, qu'il s'agisse de la Bible ou du Coran. Une lecture au pied de la lettre. Vous voulez savoir d'où nous venons, vous ouvrez le premier chapitre du livre de la Genèse et vous lisez successivement les versets : vous avez ainsi l'histoire, heure par heure, jour par jour, du commencement de notre monde ; vous pouvez même en calculer la date d'apparition, il y a quelques milliers d'années.

Ensuite, une procédure concordiste. Vous passez tout ce que vous entendez, lisez, au crible du texte sacré : si cela concorde, vous l'acceptez ; sinon, c'est la poubelle, le bûcher.

Enfin, deux autres attitudes : fondamentaliste (le retour aux fondements invariables de la foi) et intégriste (toute la société doit se plier aux exigences et aux pratiques religieuses).

Il existe une grande diversité de mouvements et de courants créationnistes ; il est toutefois possible de distinguer trois grandes vagues d'apparition successive, sachant qu'une nouvelle vague ne chasse pas complètement la précédente mais cohabite avec elle.

La première vague est celle que j'appelle le créationnisme à l'ancienne ; son slogan : la Bible ou rien. Vous voulez savoir d'où nous venons, qui nous sommes, de quoi est fait le monde, etc., vous avez le choix : Adam et Eve ou tout ce que vous racontent les scientifiques. Le choix de ces créationnistes est fait : c'est la Bible. Ces créationnistes apparaissent souvent dans des Eglises protestantes, du style évangélique.

Ces créationnistes, comme ceux qui les suivront d'ailleurs, ont une même cible... Réfléchissez : si vous voulez agir sur la société, quelle cible choisissez-vous ? Excusez-moi pour la mémoire de votre père, Monsieur Coppens, mais il ne faut pas s'adresser aux universités du troisième âge, il faut s'adresser aux écoles dès le plus jeune âge. Donc, estiment les créationnistes, il faut tout simplement empêcher l'enseignement et la diffusion dans les écoles les idées de Darwin. Aux Etats-Unis, les citoyens peuvent agir efficacement au niveau local ; grâce à un fort lobbying, les créationnistes parviennent à faire voter, à cette époque, dans plusieurs Etats du Sud, des lois antiévolutionnistes qui interdisent purement et simplement l'enseignement de l'idée et de la théorie de l'évolution dans les écoles. Pourquoi le Sud ? La guerre de Sécession s'est terminée en 1865 ; le sud et le Nord sont encore « séparés » par la *Bible Belt*, la ceinture biblique. En dessous de la ceinture (n'y voyez aucune allusion morale), ce sont des Etats conservateurs ; plusieurs ont voté des lois antiévolutionnistes.

Qui dit loi, dit procès, puisque nous sommes aux Etats-Unis, comme nous le montrent leurs séries télévisées. Un procès, souvent appelé le procès du singe, a lieu en juillet 1925, à Dayton dans le Tennessee ; un enseignant, John Scopes, qui a volontairement enseigné les idées évolutionnistes, est dénoncé, accusé et appelé à comparaître devant une Cour. Grand événement médiatique aux USA. Les créationnistes remportent le procès.

Dans les années 20 et 30, les créationnistes ont plutôt le vent en poupe : les enseignants en biologie, les manuels de sciences naturelles font attention à ne pas évoquer Darwin et l'évolution, de peur d'un nouveau procès. Pour autant, durant ces années, tout un chacun a d'autres singes à fouetter ; tout le monde a tendance s'endormir, sur ses lauriers ou sur son échec...

Nous, nous revendiquons d'imposer en classe de sciences et à temps égal, la science de la création. Le slogan devient donc : la Bible ou la science.

La science de la création ? Ce n'est pas difficile, vous prenez la Bible et vous mettez un gros tampon : « science », et vous avez une science de la création. C'est comme, il y a quelques dizaines d'années, les publicités pour Canada dry : cela ressemble à de la science mais, en fait, ce n'est pas de la science. Pour comprendre l'état d'esprit de cette croisade créationniste, regardez cet arbre.

J'ai fait l'école forestière de Nancy, donc j'aime beaucoup les arbres. Celui-ci a une magnifique ramure, mais il n'a pas de feuilles, pas de fruits, il est mort. Il porte à sa base le nom d'évolution. L'évolution, pour les créationnistes, est comme un arbre mort. Regardez ce qui est inscrit dans ses branches. Des tas de choses terribles : le racisme, le paganisme, l'avortement, la culture de la drogue, le mouvement féministe radical, toutes ces choses qui menacent nos sociétés viennent de l'arbre de l'évolution. Heureusement, il y a ce légionnaire, qui a même une petite croix sur son casque, qui s'attaque avec une belle hache à l'arbre de l'évolution ; dans le mouvement de la hache, vous lisez « le message de la science de la création ». Le propos a le mérite d'être clair.

Reste tout de même à donner de la matière à cette science de la création. Un sujet très important est celui de l'arche de Noé. La logique est très simple. Il faut chercher à expliquer un tas de choses : les fossiles et leur disparition, la fabrication du pétrole, le creusement du grand canyon, etc. Comment faire ? En recourant au Déluge, à la théorie des catastrophes. Le pétrole est une question importante pour les Américains ; mais comment a-t-il été obtenu ? Les scientifiques disent qu'il a fallu des millions d'années. Non, pas besoin, rétorquent les créationnistes. Vous prenez des plantes, vous écrasez très fort avec un bon coup de pression grâce au déluge pendant 40 jours et vous obtenez, miracle, du pétrole. Tout à l'avenant.

Avec le Déluge, vous avez un objet extrêmement important : l'Arche dite de Noé. Eh bien, il suffit d'aller la chercher, de la trouver, pourquoi pas d'en ramener des morceaux et, ainsi, vous aurez la preuve que vous avez raison et que tous les scientifiques darwiniens ont tort. De fait, il y a eu une série d'expéditions sur le mont Ararat, bien avant le milieu du XXe siècle... Dieu est bon avec ses serviteurs, parce qu'il a toujours fait en sorte que, au moment où les créationnistes espèrent prendre un morceau de l'arche pour la ramener, il y a une tempête de neige, un bout de tremblement de terre, des rebelles qui viennent empêcher l'expédition de ramener la preuve qu'ils ont raison !

Il existe d'autres choses intéressantes. Par exemple, la rivière Paluxy aux Etats-Unis où vous trouvez la preuve que les hommes et les dinosaures ont vécu ensemble. Vous avez une empreinte humaine, à la peinture impressionnante, 60 ou du 65, et cinq doigts et, à côté, une trace de dinosaure à trois doigts. Voilà le genre de science propsé ; autant dire une pseudoscience !

Les lois qui sont alors votées ne peuvent plus interdire l'enseignement de l'évolution mais du moins imposer l'enseignement à temps égal (balanced treatment en anglais), de la science de la création. Un nouveau procès a lieu, le deuxième procès du singe de décembre 1981 à janvier 1982. Cette fois, les créationnistes perdent : le juge a la bonne idée d'inviter un philosophe des

sciences (par ailleurs grand amateur de vin français) qui explique que la science de la création est d'abord un propos religieux, qui pourrait être enseigné en classe de religion, mais certainement pas en classe de science.

Si la bataille est perdue pour les créationnistes modernes, la guerre ne s'en poursuit pas moins ; ils continuent à survivre, même à bien vivre. Certains d'entre vous ont peut-être vu à la télévision, il y a environ deux ans, l'inauguration d'un musée créationniste. Un genre Disneyland créationniste où vous voyez des dinosaures vivre en bon voisinage avec les humains. Au cours d'un reportage, j'ai entendu un témoignage assez touchant au fond ; il est demandé à un couple d'Américains : « Croyez-vous vraiment que les humains ont vécu avec les dinosaures ? » Ils répondent : « Parfaitement. D'ailleurs ils ne sont pas tous morts avec le déluge, puisque Noé a monté des dinosaures dans l'arche. Quand ils étaient trop gros, il a simplement pris les oeufs en distinguant bien les mâles des femelles... Les dinosaures ont survécu assez longtemps ; malheureusement, les derniers ont été tués par les chevaliers du Moyen-âge : il s'agissait bien entendu des dragons ! A Metz, un dinosaure s'appelait le Graouilly ; il a malheureusement été tué par saint Clément. Avez-vous l'équivalent à Nancy ?

Nous arrivons maintenant à la troisième vague, à la troisième période créationniste. Mais faut-il encore parler de créationnisme ? Il est plutôt question, nous l'avons évoqué tout à l'heure d' *Intelligent Design* (ID), un terme difficile à traduire : intelligence supérieure, dessein supérieur intelligent. Depuis les années 1990, un troisième mouvement de revendication est apparu, qui ne s'oppose pas à l'idée d'évolution mais estime que les explications données par Darwin et ses successeurs, autrement dit la théorie néodarwinienne, ne suffit pas pour expliquer la complexité du vivant. Prenez un organisme ou un organe un peu complexe, un œil par exemple ; ne voyez-vous pas comment chaque élément, à un certain stade, est indispensable et doit parfaitement être adapté aux autres éléments ? Comment admettre que son apparition puisse prendre les voies d'une sélection naturelle, d'une adaptation progressive ? Il faut donc, pensent les partisans de l'ID, réintroduire en science un facteur que la science moderne a délibérément écarté depuis quatre siècles, un facteur extérieur, non observable directement, grâce auquel les éléments apparaissent au bon moment et à la bonne place ; ce facteur, ils lui donnent le nom d'intelligent design. Il y a évolution, mais d'une manière dirigée, finalisée.

Ce courant d'opposition aux idées darwiniennes mais non à celle d'évolution peut-il être qualifié de créationniste ? Certains n'hésitent pas à parler de néocréationnisme, sous-entendant que l'ID serait une forme modernisée, relookée et dissimulée de créationnisme ? Je laisserai les partisans de l'Intelligent Design se défendre eux-mêmes, non sans remarquer que nombre d'entre eux ne cachent pas leur appartenance à des communautés chrétiennes américaines ou encore qu'ils ont recours à une stratégie analogue à celle des créationnistes à l'ancienne ou modernes. D'ailleurs, ils sont parvenus à imposer un traitement à temps égal pour l'enseignement de leurs idées, à côté de celles néodarwiniennes, dans plusieurs écoles. Non sans provoquer, une fois encore,

des procès.. qu'ils ont perdus, comme à Dover en décembre 2005. J'aime cette image qui s'inspire de la fresque de la chapelle Sixtine : Dieu créant non pas Adam mais un paysan du Kansas, la preuve que le monde n'a pas été créé par une intelligence supérieure ! Je reconnais que c'est un peu méchant, mais ce dessin fait du moins allusion à tout ce qui, dans notre monde, ne tourne pas aussi rond qu'une horloge !



Fig 7: La création de l'homme ?

Je vous ai surtout parlé de nos cousins d'Amérique ; mais nous, en quoi sommes-nous concernés par les mouvements créationnistes ? Il a déjà été question ce matin d'un objet que, par paresse, je n'ai pas apporté avec moi : un ouvrage de 700 pages, qui pèse 7 kg, signé sous un pseudonyme : Harun Yahya. En janvier 2007, il a été envoyé par milliers d'exemplaires à des directeurs d'école, des responsables de bibliothèques scolaires, mais aussi des patrons de laboratoire, des hommes politiques et même un évêque ou un général de l'armée de l'air ! La cible principale était quand même le monde de l'enseignement. Son contenu est limpide : la science vous ment quand elle parle d'évolution, les espèces n'ont jamais changé. Il y a des pages entières qui montrent la photo d'un fossile et la photo de la même bestiole vivante en vous disant qu'il y a des millions d'années qui séparent le fossile de la bête vivante : rien n'a changé, donc pas d'évolution. Conclusion : Darwin est un menteur, un faussaire, un vrai ennemi public. Si notre XXe siècle a été chargé de ce que vous a expliqué Pierre-Henri Gouyon, d'eugénisme, de nazisme, de tant de dictatures ; Hitler, Mussolini, Pol Pot et même du 11 septembre 2001, c'est la faute à Darwin. Il faut donc abandonner Darwin pour revenir à des considérations plus sérieuses, en l'occurrence à la vérité du Coran.

Autant le dire, le choc a été rude. La plupart des gens en France ignoraient ou faisaient semblant d'ignorer l'existence de créationnistes. Les enseignants en sciences de la Vie et de la Terre connaissaient le problème, se heurtaient aux convictions de leurs jeunes élèves musulmans, mais n'osaient pas en parler ;

moi-même j'ai été plusieurs fois témoin de cette discrétion, vis-à-vis d'un sujet délicat et sensible. Cette fois, impossible d'y échapper. La réaction du Ministère de l'Education Nationale a été juste et raisonnable : appel à la prudence chez les enseignants et organisation, il y a juste un an à Paris, avec le Muséum national d'histoire naturelle d'un colloque au titre clair : « *Enseigner l'évolution* ». Il n'était pas question de crier « Haro sur les créationnistes », d'ouvrir des procès, d'allumer des bûchers, mais bien de s'interroger sur les enjeux de l'enseignement des sciences de l'évolution. Nous savons que ce n'est pas si simple que cela.

Suite à l'envoi en Europe de ce même ouvrage, le Conseil de l'Europe a demandé, courant 2007, un rapport à l'un de ses membres sur « Les dangers du créationnisme dans l'éducation ». Sachez que ce rapport, dans sa première mouture n'a pas pu être soumis à l'assemblée générale du Conseil, sous la pression de certains membres du Conseil mais aussi de personnalités extérieures, entre autres l'observateur du Saint-Siège qui trouvait le sujet trop sensible et trop dangereux. Finalement, ce rapport a été accepté par l'Assemblée générale à l'automne 2007 grâce à quelques modifications et surtout un travail de lobbying.

Permettez-moi d'évoquer rapidement les questions qui, derrière ces faits, méritent d'être prises au sérieux et travaillées.

La première concerne la place que nous accordons au mythe, non seulement dans le champ religieux mais aussi dans celui des sciences. Aujourd'hui, si nous interrogeons quelqu'un sur la place Stanislas : « D'où venons-nous ? », sa réponse sera le Big bang, ou Lucy. Je veux dire que le big bang et Lucy occupent la place auparavant occupée par les mythes de la Genèse et d'Adam et Eve. Rien de péjoratif : Claude Lévi-Strauss disait que la science est tellement compliquée à comprendre, à communiquer qu'il faut nécessairement passer par l'intermédiaire des mythes pour en parler au public non averti.

Deuxième point : que savons-nous de la science, je veux dire de la démarche scientifique ? Offre-t-elle la vérité ? Comment se construit-elle ? Quelle place, quelle confiance accorder aux théories ? Le scientifique peut-il avouer qu'il ne sait pas ?

Un troisième point concerne le rapport entre science et religion : faut-il dresser un mur infranchissable entre les deux, comme pour séparer des adversaires, au risque de la schizophrénie ? Dominique Lecourt, philosophe des sciences, met en garde vis-à-vis d'une telle situation. D'autant plus que, pour les jeunes musulmans qui écrivent en bas de leur copie de sciences de la Vie et de la Terre : « J'ai essayé de bien répondre aux questions mais je n'y crois absolument pas », cette revendication est certainement plus identitaire que religieuse...

Reste encore l'aspect politique du dossier. Aux Etats-Unis, c'est très clair : si j'ai réussi à vendre le dossier créationniste à un éditeur au milieu des années 90, c'est parce que des élections avaient été gagnées aux Etats-Unis grâce à l'appui des créationnistes. Mon éditeur français a ainsi été convaincu de la réalité du sujet.

Enfin, pour l'aspect philosophique et théologique, je soulignerais la nécessité d'introduire autant d'intelligence que possible. Je ne dis pas que les

créationnistes sont bêtes ; non, je dis seulement qu'ils ne mettent pas assez d'intelligence dans leurs propos, dans l'expression de leurs convictions religieuses. La philosophie existe, la théologie existe, l'exégèse existe, et que ce soit des lecteurs de la Bible ou des lecteurs du Coran, comment les aider, comment nous aider à mettre de l'intelligence dans ce qui peut constituer pour certains d'entre nous les fondements d'une croyance, d'une conviction, voire d'une éthique ou d'une morale ?

Pour terminer, je reviens à l'image de l'arbre et à la condamnation qu'elle porte de l'humanisme. Qu'entendent les créationnistes par humanisme ? Je n'en sais trop rien ; en tout cas, le terme est négatif à leurs yeux. Pour moi, c'est quelque chose de suffisamment important pour qu'au nom de ce que je peux entendre par humanisme, au nom de ce que je peux entendre comme être humain, je nous invite à prendre au sérieux ces questions débattues, discutées, ce défi qui est lancé à nos sociétés, à nos enseignants (celui d'enseigner l'évolution), et surtout à prendre au sérieux l'apport extraordinaire des sciences. Oui, il n'est pas vain de célébrer Charles Darwin en 2009. Certains l'ont peut-être redécouvert. C'est un très grand bonhomme, un très grand naturaliste. Lisez son autobiographie, découvrez l'homme derrière les idées. Si nous pouvons être surpris d'avoir en commun quelque chose avec Lucy ou les singes, nous pouvons être fiers d'être de la même race humaine que Darwin.

Mme KELLER-DIDIER. - Merci, Monsieur Arnould, vous avez ouvert le débat pour cet après-midi

Débat de l'après midi

Organisation du débat

Chaque participant a eu la possibilité, le matin, de poser une question aux intervenants. Pour cela, une feuille était disponible dans le dossier de chacun. Il a été demandé de formaliser la question, d'indiquer son objectif, ainsi que le nom du conférencier auquel la question était destinée. Cette procédure d'organisation est proposée par M. François Régnier. Les 39 questions obtenues des 450 participants sont triées et classées par MM. Jean-Paul Haton et François Régnier. Compte tenu de l'horaire, huit questions font l'objet des échanges animés par François Régnier.

1 Question à Mr Chaline

“Pensez-vous que la théorie de Charles Darwin tiendra la route à jamais?”

2 Question à Mr Gouyon L'objectif de cette question est de dénoncer une conclusion tendancieuse non objective, une sorte de plaidoyer anti-OGM.

“Je regrette que votre exposé se soit terminé par une présentation tendancieuse relative aux OGM, succession rapide d'images, sans commentaires, agent orange, etc. tendant à accréditer un danger important des OGM pour l'avenir de l'humanité.”

3 Question à Mr Arnould

“Pour les croyants, c'est Dieu qui a façonné l'homme à son image, il y a donc un déterminisme de la création. Dans le darwinisme, c'est le pur hasard qui amène la création de telle ou telle espèce. Comment peut-on être très croyant et darwiniste ? Ne risque-t-on pas de dériver très rapidement vers l'Intelligent Design ?”

4 Question à Mr Chaline

“Sait-on si l'évolution est progressive ou survient par crise périodique ?”

5 Question à Mr Gouyon

L'objectif : je suis professeur de sciences de la Vie et de la Terre et souvent les élèves disent que les espèces s'adaptent et ce terme me gêne. Je les corrige. Ai-je raison ?

“Le terme adaptation me gêne, pourtant employé par les scientifiques, même aujourd'hui. S'il n'y a pas de finalité dans l'évolution, peut-on dire qu'une espèce s'adapte ? Ne doit-on pas plutôt dire qu'au sein de l'espèce, la population évolue sous la pression de l'environnement ?”

6 Question à Mr Arnould

“Comment est structuré ou sont structurés les mouvements créationnistes ? Leur but est-il essentiellement politique pour une prise de pouvoir ?”

7 Question à Mr Chaline

L'objectif de la question, l'évolution est-elle un système ouvert ?

“L'évolution ne suit pas un projet finaliste au niveau de l'homme, ce serait lui qui devrait prendre en charge cette évolution.”

8 Question à Mt Gouyon

L'objectif, est de comprendre l'importance de la culture et de la philosophie.

« Si nous sommes prédestinés par nos gènes et notre environnement, est-ce que la transmission et la culture ont encore une utilité ? Autrement dit, pourquoi continuer à comprendre ? »

Réponses aux questions écrites

❶ La question est en anglais.

“Pensez-vous que la théorie de Charles Darwin tiendra toujours la route?”

M. CHALINE. - Il faut d'abord se replacer dans l'histoire de la théorie de l'évolution. Avant Darwin, il y a eu Lamarck, Buffon qui a eu des idées évolutionnistes mais il n'a pas pu s'exprimer autrement, il n'avait pas l'imprimatur.

Darwin a été le premier vraiment à formuler une théorie évolutive dans laquelle il prenait en compte la variabilité des caractères et le rôle de la sélection naturelle sur ces caractères qui faisait que, progressivement, les individus qui avaient des caractères avantageux se reproduisaient plus facilement et avaient une plus forte progéniture que ceux qui avaient des caractères désavantageux. Voilà ce que l'on a retenu de ce que l'on appelle le darwinisme de 1859, variabilité, sélection naturelle. C'est le darwinisme de base, mais il y a eu beaucoup de choses depuis Darwin, toutes les découvertes en biologie, en génétique, dans le développement, en embryologie bien qu'elle ait été développée avant Darwin. Darwin a utilisé des arguments embryologiques pour expliquer sa théorie. Je crois que cela a joué un rôle important dans sa formulation de la théorie. Il n'a rien dit de plus du point de vue des concepts.

Ensuite, vous avez eu Mendel qui a apporté les lois de la génétique, de la descendance qui manquait à Darwin puisque Darwin a repris les idées de Lamarck de ce point de vue qui étaient complètement fausses. C'est Auguste Weismann qui a montré que les caractères ne se transmettaient pas aux descendants, notamment tous les caractères somatiques.

Ensuite, il y a eu les découvertes d'Hugo de Vries et d'autres biologistes qui ont redécouvert les lois de Mendel et ce que l'on appelait les mutations qui n'étaient d'ailleurs pas de vraies mutations ; c'étaient des remaniements chromosomiques qui ont été découverts en fait. Ces mutations ont fait l'objet de nombreuses études à tel point que l'on a pris en compte tellement ces mutations que l'on a oublié la sélection naturelle. Un certain nombre de spécialistes même français disaient, dans les années 30, que l'évolution se faisait par des sauts. La sélection naturelle n'intervient pas. Même le directeur du Muséum d'Histoire Naturelle, dans les années 30, disait que l'évolution n'existe pas ; elle n'est pas prouvée par la paléontologie, elle n'est pas prouvée par la biologie, ce qui prouve que les instances françaises de ce côté-là n'étaient pas très en avance. Par contre, chez les anglo-saxons, il y a eu un courant de biologie des populations qui a développé des statistiques et qui a abouti dans les années entre 1940 et 1947 à la formulation de ce que l'on a appelé « la théorie synthétique de l'évolution », que l'on appelle maintenant « le néo-darwinisme ».

Que dit ce néo-darwinisme ? Que l'évolution se fait par des mutations avec tout ce que l'on connaissait à l'époque sur la dérive génétique dans les petites populations où certains gènes peuvent être soit amplifiés, soit éliminés complètement. Puis, on disait aussi que l'adaptation est le moteur de l'évolution. Cela a été une belle erreur. En fait, l'adaptation est une conséquence de

l'évolution, des mutations qui permettent des fonctions triées par la sélection naturelle. Beaucoup de chercheurs actuellement disent toujours que c'est l'adaptation qui fait évoluer ; non, l'adaptation est une conséquence secondaire. Ce sont les mutations qui ont des conséquences sur l'embryologie, le développement qui donne un individu et l'individu au moment où il est né, après il est soumis à l'environnement.

Quand il y a une mutation ce n'est pas une mutation pour faire quelque chose, la mutation est là. Si elle permet une fonction intéressante, elle est conservée. C'est comme cela que les plumes chez les dinosaures sont apparues et ont eu un effet de thermorégulation au départ. C'est ultérieurement que ces plumes ont servi au vol. C'est ce que l'on appelle une exaptation, c'est-à-dire un changement de fonction d'un organe.

Dans les années 40, la paléontologie a été intégrée et on disait qu'elle confortait. C'étaient les travaux de Simpson qui montraient qu'il y avait des exemples d'évolution rapides, très rapides et d'autres arrêtés. Il donnait de très bons exemples qui sont toujours valables. Il conservait de Darwin une troisième idée que l'évolution était graduelle. C'était le gradualisme évolutif.

Dans les années 50, il y a eu la découverte de l'ADN. Tout le développement de la biologie moléculaire, le développement également en paléontologie, la recherche de nombreux exemples de gradualisme, car il existe à l'intérieur d'une espèce. On l'a montré chez les rongeurs, les ammonites notamment à Dijon. Gould a reconnu que c'était vrai, il l'a même écrit. Pourtant il était anti-gradualiste ; il était ponctualiste. Dans les années 72, il a publié le fameux modèle des équilibres ponctués qui n'est pas une théorie. Il était darwiniste. Ce modèle disait qu'entre le gradualisme et le ponctualisme, c'était le ponctualisme qui était le plus fréquent dans le monde vivant, et il avait raison. Il y a plus de ponctuation que de gradualisme. La ponctuation est effective quand il y a formation d'une nouvelle espèce car il y a un saut par une mutation ou plusieurs mutations qui introduit un isolement reproductif, c'est-à-dire que les individus de deux espèces ou d'une espèce émergente ne peuvent plus se croiser entre eux.

F. REGNIER - Monsieur Chaline, nous sommes là sur un problème très spécifique, mais si nous nous projetons dans un siècle pour le tricentenaire de Darwin, vous pensez que son modèle tiendra toujours ?

M. CHALINE. - Il faut toujours préciser ce que l'on appelle par darwinisme. Si c'est le Darwin de 1859 avec les trois idées que je vous ai données, le néo-darwinisme des années 40 qui s'est élargi avec les mutations qui n'existaient pas à l'époque de Darwin et maintenant il y a eu le développement de la biologie du développement qui est une révolution conceptuelle qui donne des résultats fabuleux.

Vous avez vu que, pour changer le plan d'organisation, il suffit de quatre gènes antagonistes qui produisent des protéines antagonistes, qui envoient les cellules soit au dos, soit sur le ventre, et cela vous change le plan d'organisation. Des choses comme celles-là étaient inimaginables.

Ce que l'on appelle le stade actuel de la théorie de l'évolution c'est « EVO-DEVO ». Le darwinisme est toujours inclus dedans. Darwin a apporté des idées, il faut y ajouter les idées de Mendel, de de Vries, de Simpson, de tous les

spécialistes qui sont venus. Le darwinisme en soi, c'est le départ de la théorie de l'évolution. Tous ceux qui admettent la théorie de l'évolution sont darwiniens et en même temps simpsoniens. Cela s'est élargi.

② L'objectif de cette question est de dénoncer une conclusion tendancieuse non objective, une sorte de plaidoyer anti-OGM.

“Je regrette que votre exposé se soit terminé par une présentation tendancieuse relative aux OGM, succession rapide d'images, sans commentaires, agent orange, etc. tendant à accréditer un danger important des OGM pour l'avenir de l'humanité.”

M. GOUYON. - En effet, je regrette moi aussi d'avoir été aussi rapide sur ce sujet. J'ai été rapide sur tous les sujets. J'aurais pu l'enlever, cela aurait sûrement fait plaisir à ce monsieur, mais je tenais à en parler.

J'ai essayé de vous montrer que la biodiversité n'était pas seulement le maintien du grand Panda mais celui de tout un système biologique qui produit et maintient la diversité à la surface de la terre. Je pense qu'à l'heure actuelle nous mettons cette biodiversité en danger par un certain nombre d'activités ; dans le secteur des plantes d'utilité agricole, nous la mettons en péril, cette biodiversité, par l'activité des biotechnologies. Je comprends. Je suis moi-même enseignant à l'Agro et, bien sûr, beaucoup de mes collègues ne sont pas d'accord avec moi.

Les gens qui ont cette activité ne veulent pas aller regarder ce qui se passe actuellement pour les semences dans le tiers monde, ils savent que depuis 30 ans tout le monde se préoccupe du maintien de la diversité dans les espèces cultivées et tout ce que l'on a trouvé à faire pour le moment c'est de mettre les graines dans des frigos. Qu'est-ce que cela a de choquant ? C'est que nous sommes aujourd'hui des biologistes et des agronomes très éduqués ; nous avons compris tous les phénomènes évolutifs, la génétique et nous avons découvert qu'il y avait une grande diversité dans les formes cultivées. Nous avons remarqué que cette diversité avait tendance à diminuer du fait de notre activité. Plutôt que de nous dire que la façon dont nous exerçons notre activité ne doit pas être la bonne, puisqu'elle aboutit à perdre cette diversité, tout ce que l'on fait c'est de continuer dans la même direction en mettant ce qui s'est fait dans le passé au frigo.

En tant qu'agronome et évolutionniste, je me dis qu'au contraire nous devrions réfléchir à nos pratiques d'agronomes pour faire évoluer nos pratiques de façon à ce qu'elles soient respectueuses et à ce qu'elles entretiennent la diversité plutôt que de simplement la congeler.

Il y a un vrai problème pour les agronomes, problème qu'ils connaissent et dont ils ne se préoccupent pas sérieusement, puisqu'ils ne sont pas prêts à remettre en cause leurs schémas qui ne sont pourtant pas très vieux. Cela fait 150 ans que les semenciers produisent des semences dans nos pays et, dans les pays du sud, c'est bien plus récent que cela encore. Ce sont des pratiques dont on est bien content, parce que l'on reçoit beaucoup plus d'argent des entreprises qui font des biotechnologies qu'on en recevrait des agriculteurs si c'étaient eux qui avaient semé leurs semences.

J'ai compris que, pour que la biodiversité existe, il faut qu'il y ait une multitude de lieux où sont reproduites les populations ; c'est ce qui s'est passé

dans la nature, pendant quelques milliers d'années d'agriculture depuis le néolithique jusqu'à il y a 150 ans et cela a commencé à s'arrêter le jour où les semenciers ont pris l'exclusivité de la production des semences. Aujourd'hui, avec le fonctionnement industriel de ce que l'on appelle l'industrie semencière, nous aboutissons à une concentration tout à fait logique de ces entreprises dans le cadre de notre système économique, mais pire encore, par leur rachat par les grandes sociétés d'agrochimie, nous aboutissons à une concentration extrêmement inquiétante de toutes les ressources génétiques dans les mains de quelques entreprises. Je dis que cela est un danger pour l'avenir de l'humanité. Je le dis en tant qu'agronome, généticien, évolutionniste. Si jamais les gens pensent que ce n'est pas vrai, c'est qu'ils pensent que leur technologie est tellement puissante qu'elle arrivera à re-fabriquer ou à ré-exploiter la biodiversité telle qu'elle existe.

Evidemment, en mettant des graines au frigo, on sait bien qu'elles vont mourir. Dans les grandes banques de semences qui existent au niveau international, actuellement une grande banque de semences coûte extrêmement cher à faire fonctionner car il faut constamment ressemer les graines, refaire pousser les plantes, re-récolter les graines et les remettre sinon elles perdent leur pouvoir germinatif.

Un grand frigo comme celui qui est train d'être fabriqué à Svalbard en Norvège, où l'on mettrait toutes les semences du monde, est un frigo dans lequel il y aura des graines mortes. Qui peut bien utiliser la diversité d'un ensemble de graines mortes ? Peut-être des biotechnologies très lourdes.

On est en train d'être dans cette folie qui consiste, par notre activité technologique actuelle, à détruire la diversité des formes cultivées tout en la mettant au frigo et en priant le Dieu du progrès technique pour que l'on soit capable de récupérer cette diversité que l'on a perdue. Je dis qu'il serait beaucoup plus sage de revoir un peu nos méthodes agronomiques, de remettre en œuvre ce que l'on appelle de la sélection participative, c'est-à-dire de faire travailler les agriculteurs pas seulement à exploiter les semences que l'on produit mais aussi à les reproduire en laissant des forces sélectives diverses fonctionner. L'idéal d'homogénéité génétique totale des variétés cultivées est un idéal lié à la mécanisation telle qu'on l'a conçue dans les années 50 mais qui n'a plus aucun sens aujourd'hui ; il serait parfaitement possible de laisser de la diversité dans les variétés cultivées.

Il y a toute une philosophie de l'agronomie à revoir. Beaucoup de gens parmi les dirigeants de l'INRA en sont conscients. J'ai entendu, il n'y a pas très longtemps, un des dirigeants de l'INRA dire que l'agronomie devrait devenir la branche appliquée de l'écologie en tant que science.

Actuellement, je ne vous dis pas que de faire des OGM n'est pas bien, il n'y a pas de problème. En effet, la stratégie OGM telle qu'elle est développée avec le brevet qui empêche toute personne qui voudrait pouvoir réutiliser cette ressource génétique sans payer des royalties et d'ailleurs sans l'accord de la firme qui possède le brevet, c'est une manière de s'approprier non seulement le gène mis en place mais les plantes dans lesquelles ce gène se trouve. C'est scandaleux. Je trouve complètement incroyable que l'on puisse breveter un gène que l'on met

dans une plante sans payer des royalties aux agriculteurs qui depuis 10 000 ans ont fabriqué la plante en question. C'est un problème général -Il n'y a pas que les OGM- de la propriété intellectuelle telle qu'elle fonctionne aujourd'hui.

J'ai appris, il n'y a pas très longtemps, que quelqu'un avait fait un film qui se passait au Louvre, et que les héros passaient devant le Louvre, on les filmait et l'architecte qui a construit la Pyramide a demandé des droits parce que l'image de la Pyramide était à lui. Cela veut dire que des architectes qui, pendant des siècles, ont construit le Louvre, de ceux-là on s'en fout, mais le type qui a mis une pyramide au milieu, maintenant toute l'image du Louvre est à lui puisqu'il n'y a plus moyen de filmer le Louvre sans filmer la Pyramide. Il y a quelque chose qui ne va pas. C'est la même chose qui ne va pas quand on met des gènes dans des plantes et qu'on les brevète. Il y a déjà un problème d'éthique. Mais, derrière ce problème d'éthique, il y a un problème encore plus perceptible qui est celui de l'appauvrissement génétique de toutes les ressources de la planète, et cela je pense qu'il est quand même dommage que les agronomes n'en soient pas conscients et pas prêts à faire un peu d'effort pour changer leurs pratiques pour que cela ne soit plus comme cela.

Quant aux firmes comme Monsanto, on a déjà vu, et c'est pour cette raison que j'ai parlé de l'agent orange, qu'elles étaient sans foi ni loi. On le constate tous les jours. Je suis dans des procès sur ces questions et je vois comment ils se comportent vis-à-vis de toute une série de gens. Ces entreprises n'ont jamais reconnu leur tort dans quoi qu'elles aient fait, et Dieu sait si elles en ont fait. Donc, je n'ai absolument aucun état d'âme pour dire que, de la façon dont ils sont exploités par l'industrie actuellement, les OGM représentent une menace pour l'humanité.

⑤ L'objectif est dans le contenu de la question.

“Pour les croyants, c'est Dieu qui a façonné l'homme à son image, il y a donc un déterminisme de la création. Dans le darwinisme, c'est le pur hasard qui amène la création de telle ou telle espèce. Comment peut-on être très croyant et darwiniste ? Ne risque-t-on pas de dériver très rapidement vers l'Intelligent Design ?”

M. ARNOULD. - La question est difficile et en même temps ma réponse est non, on ne risque pas. Il faut bien distinguer les choses et cela relève aussi d'autres questions qui ont pu être posées sur le lien que l'on peut faire entre un discours scientifique, une recherche scientifique et un propos religieux.

Il faut comprendre ce que l'on entend par « *Dieu a façonné ou a créé l'homme à son image.* » Si, c'est de se dire que nous sortons de la cuisse de Jupiter, de la côte d'Adam, et il y a un temps où l'homme était parfait. On parle même d'Adam métahistorique. Au-delà de l'histoire, il y a un être parfait qui ressemble à Dieu et, depuis, il y a l'histoire et, de fait, cela va de mal en pis. On n'est que des espèces de ressemblances dégénérées d'Adam. Chacun est libre de le penser.

En tout cas, dans la tradition chrétienne, *Dieu a créé l'homme à son image*, c'est plus compliqué que cela. Déjà, il faudrait commencer par mettre du présent et non pas du passé quand on travaille cette tradition. Ce n'est pas seulement un

texte, ce sont des communautés qui l'ont pensé et depuis des milliers d'années, ce qui ne veut pas dire grand-chose à côté des millions ou des milliards d'années dont on a parlé ce matin.

Des croyants, qui se sont retrouvés dans cette tradition, ont dit déjà que Dieu n'est pas une espèce de grand architecte ou un grand sculpteur qui a façonné un monde entre autres un être humain à son image et qui, après, est parti se promener. Récemment, un théologien juif nous disait que, dans le récit biblique, on entend *pendant six jours Dieu travaille et le septième jour il se repose*, le shabbat, ce n'est pas il se tourne les pouces. Il laisse faire aussi la création faire son propre devenir. C'est aussi une espèce de détachement de Dieu quant à une certaine action mais ce détachement n'est pas non plus je pars en vacances, ce qui est assez compliqué pour nous à comprendre parce que l'on est tellement dans le faire, dans le temps. Déjà, c'est Dieu qui façonne aujourd'hui l'homme à son image dans la tradition chrétienne et surtout ce n'est pas tant le passé que le présent, mais le futur.

En fait, il faudrait complètement inverser la formule. Le projet de Dieu, c'est qu'à terme, l'homme lui ressemble et que Dieu ressemble aussi à l'homme peut-être. En effet, l'un influence l'autre et l'autre influence l'un. Il faudrait quasiment retourner l'affirmation. S'il y a un projet de Dieu ce n'est pas maintenir coûte que coûte un être humain à son image parce qu'il est tout le temps en train de faire des bêtises, c'est qu'avec le temps, l'histoire, à terme, l'homme ait quelque chose en commun avec Dieu.

Par rapport à cela, cela met un certain déterminisme mais il est moins fort que, si je vous dis : « voilà on part de ce point et on fait tout pour s'y tenir ». Là, il y a un projet et on verra ce que cela va donner dans l'histoire.

Parler de pur hasard dans le darwinisme, déjà c'est plus problématique. Je suis sûr que mes collègues pourraient en dire beaucoup plus que moi. J'ai simplement pour habitude de parler de l'image du dé. Le mot de hasard vient d'une racine arabe qui désigne le jeu de dés, de même que quand on parle de phénomène aléatoire, d'aléa, cela désigne aussi le jeu de dés. Contrairement à ce qu'un très grand homme disait, pour moi, *Dieu joue avec des dés*. Simplement, ne jouez pas avec lui parce qu'il est très fort, non pas parce que, quand il lance le dé, il obtient ce qu'il veut mais il sait quelle face va sortir, ce qui est vraiment différent. Bien sûr, si vous saviez, quand vous allez au casino, ce qui va sortir, ce serait déjà mieux que ne rien savoir du tout. Dieu n'est pas maître de la face qui sort.

SI vous voulez quand même jouer aux dés avec Dieu, parce que vous ne croyez pas en lui, au moins pour jouer aux dés avec lui, s'il vous sort un 7, vous allez dire qu'il est un tricheur car on ne sort pas un 7 avec un dé ; en tout cas un dé qui provient d'un cube, à moins que vous preniez un polyèdre, mais c'est un autre jeu. Donc, Dieu joue avec des dés, il accepte qu'un 1 sorte, un 6 sorte, la seule chose est qu'il sait ce qui va sortir mais il n'est pas maître de ce qui va sortir. Dans ce sens, le hasard est très contraint. Les scientifiques en parleraient mieux que moi, ce sont eux qui me l'ont appris.

En fait, je suis conscient de ne pas répondre à la question. J'ai été formé chez les Jésuites. C'est simplement une invitation à réfléchir. Quand on oppose trop

brutalement des images d'un côté, dans un passé lointain, métahistorique, *Dieu a créé l'homme à son image*, il a pris un miroir et il a décidé. Après, il a un boulot fou, le pauvre, pour que l'homme ne soit pas tout le temps à diminuer son image, et de l'autre côté un hasard qui fait qu'à partir de n'importe quoi on a n'importe quoi. Evidemment, si vous prenez ces deux images extrêmes, cela ne peut pas coller.

Je vous propose d'avancer. Que veut vraiment dire la tradition judéo-chrétienne où l'on dit que Dieu créa l'homme à son image ? On se rend compte qu'il y a une place énorme laissée à l'histoire. Ce n'est pas moi qui l'invente aujourd'hui parce qu'il faut être bien avec les darwiniens. C'est présent dès le début. Par ailleurs, essayons de comprendre exactement ce que nous disent les scientifiques quand ils nous disent qu'il y a des phénomènes aléatoires. On se rend compte que c'est plus difficile encore. C'est beaucoup plus simple quand ce sont deux images séparées que l'on peut opposer. Mais on se rend compte que ce n'est pas si simple que cela et que les scientifiques ne sont pas tous des horribles personnages qui disent que l'on fait n'importe quoi avec n'importe quoi. Il y a des contraintes. Cela veut dire que nous-mêmes nous sommes constitués de contraintes, pas nécessairement celles que nous voulons, mais on constate que la tradition chrétienne et d'autres laissent place à l'histoire mais acceptent aussi des contraintes. On est ramené, en tout cas moi comme théologien, je suis ramené dans mes propres fondements, réflexions, à me dire : au fond, quelle est l'image que j'ai de Dieu, pas cette fois-ci l'image que j'ai de l'homme.

Je vous inviterai simplement si cette question vous intéresse à lire un petit livre, pas toujours évident, de Hans Jonas, le principe de la responsabilité, etc. Il a écrit un petit livre qui s'appelle « *Le concept de Dieu après Auschwitz* », d'une conférence qu'il a donnée en s'interrogeant sur comment être juif, croire au Dieu de la Bible après un drame comme celui d'Auschwitz. Cela l'invite, le contraint à revoir ce que l'on entend par la toute puissance de Dieu. C'est une très belle méditation philosophique mais qui est aussi en lien, je crois, avec ce que nous imaginons comme devant être la toute puissance de Dieu à notre égard, si nous sommes croyants. C'est aussi parfois la toute faiblesse de Dieu, mais je suis déjà dans un discours théologique.

Un intervenant. - Nous sentons que vous êtes loin d'Einstein qui ne concevait pas que Dieu jouait aux dés et près de Hans Jonas.

M. ARNOULD. - Je ne veux pas que ce soit une exégèse de la pensée d'Einstein mais ce sont des mots que l'on utilise volontiers. Il faut surtout se méfier. En tout cas, c'était pour rebondir sur la formule.

④ *“Sait-on si l'évolution est progressive ou survient par crise périodique ?”*

M. CHALINE. - Il faudrait dire l'évolution graduelle existe. A Dijon, on l'a quantifiée chez les rongeurs, les ammonites et d'autres groupes. Elle existe mais à l'intérieur de l'espèce.

Par contre, je vous ai dit que, pour former une espèce, en général, il faut une discontinuité qui introduit un isolement reproductif. Les individus de la nouvelle forme ne se croisent plus avec l'espèce souche, dont elle dérive. Cela se passe en

général dans de très petites populations périphériques autour de l'air de répartition de l'espèce en général bien qu'il y ait des cas de spéciation que l'on appelle sympatriques qui sont très discutés dont on ne sait pas si vraiment elles sont aussi sympatriques que cela.

L'évolution par crise épisodique. Ce qui nous paraît étonnant lorsque l'on a travaillé avec mon collègue Laurent Nottale et Pierre Grou, c'est que l'on s'est aperçu qu'apparemment lorsque l'on a un cladogramme quel qu'il soit, bien daté où les nœuds de divergence sont bien datés, que les grands sauts de structures se font selon une loi log-périodique d'accélération ou de décélération, et toujours avec le même rapport d'échelle. Cela pose un problème. En fait, le taux de mutation est constant, groupe par groupe, forme par forme.

Cela veut dire qu'il y a un certain nombre de mutations sans doute qui touchent les gènes de régulation, les fameux gènes homéotiques, les gènes Hox dont la nature est importante à certains moments de l'évolution. Apparemment, des sauts sont plus importants que d'autres indépendamment du taux de mutation.

On ne sait pas comment vraiment l'interpréter mais c'est un constat que l'on fait pour l'instant. On n'en a pas l'interprétation réelle. Il faudra beaucoup de travaux pour essayer de comprendre ce que cela signifie, comment lier ces fameux sauts évolutifs, ces changements de plan de l'organisation avec la génétique. Pour l'instant, ce n'est pas fait. C'est totalement inconnu. Il y a des thèses à faire sur ce sujet. Est-ce que notre théorie sera confirmée ? Je n'en sais rien. On a quelques exemples, une dizaine, à mon avis ce n'est pas assez. J'ai cherché à avoir d'autres exemples pour vraiment le tester, mais on n'en trouve pas. Très peu de paléontologues ont des cladogrammes datés complètement car ils sont incomplets. On a des données ici ; c'est disparate. On a un gros avantage avec notre méthodologie, c'est qu'il suffit de trois points d'un cladogramme pour avoir une idée presque complète de l'ensemble de la courbe. Après, on peut affiner.

Apparemment, il y a des moments préférentiels de sauts. C'est le cas, par exemple, chez les oursins. Si tôt le temps critique à - 600 millions d'années, le premier pic de probabilité de changement -il faut toujours parler en pic de probabilité, qui sont les changements qui se font ou pas- c'est une probabilité à caractère indéterministe ; ce n'est pas du déterminisme mais plus indéterminé que déterminé. C'est ce que les gens n'ont pas toujours la facilité de comprendre parce que l'on n'est pas habitué à ces termes. On voit mal ce qui se cache derrière au point de vue conception réelle.

Dans le premier saut chez les oursins, il y a deux innovations majeures des oursins qui sont dans le même pic. Au point de vue du cladogramme cela fait deux points séparés ; en temps réel, ils sont peut-être séparés à 5 ou 10 millions d'années, ce qui est à 600 millions d'années à peu près la même chose. C'est sur le même pic dans la variabilité. Les autres sont bien répartis. Ces changements se font selon le même rapport d'échelle, 1,73 ; c'est étonnant, que ce soit les oursins, les dinosaures, les primates, les rongeurs, moitié des mammifères, ils suivent la même loi.

L'autogenèse humaine, le développement humain suit la même loi, le même rapport d'échelle. C'est un constat que nous faisons. Nous ouvrons une fenêtre et je ne peux pas répondre à toutes vos questions parce que c'est un constat que nous faisons. Il y a des zones plus grandes.

Il faut savoir comment se forment les espèces, à quel moment. Par exemple, il y a 600 millions d'années, quand il y a eu au moment du Cambrien ce que l'on appelle l'explosion cambrienne, les 30 plans d'organisation qui subsistent actuellement se sont presque formés en même temps. Là, il y a eu un pic incroyable parce que les niches écologiques étaient disponibles. On constate, quand vous regardez toute l'histoire du vivant, qu'au début du Cambrien il y a une prolifération exponentielle de nouvelles espèces avec tous les groupes qui se différencient. Puis, arrive un moment vers la fin du cambrien et début dévonien que cela fait un plateau parce que toutes les niches écologiques sont occupées. Du fait que les niches écologiques sont occupées, la spéciation se réduit automatiquement. Il faut attendre des extinctions pour qu'il y ait un redémarrage de la spéciation, de la formation de nouvelles espèces. Il y a des périodes où il y a plus de spéciations mais c'est dû aux niches écologiques. Ensuite, il y a des extinctions et cela redémarre après.

Quand on prend groupe par groupe, on a montré qu'il y avait des moments préférentiels. Mais on ne connaît pas la signification réelle. On compte sur les jeunes chercheurs pour essayer de dépatouiller tout cela et d'y mettre de l'ordre et de la clarté. C'est vraiment extrêmement complexe.

⑤ ***“Le terme adaptation me gêne, pourtant employé par les scientifiques, même aujourd'hui. S'il n'y a pas de finalité dans l'évolution, peut-on dire qu'une espèce s'adapte ? Ne doit-on pas plutôt dire qu'au sein de l'espèce, la population évolue sous la pression de l'environnement.”***

L'objectif de la question : **je suis professeur de sciences de la Vie et de la Terre et souvent les élèves disent que les espèces s'adaptent et ce terme me gêne. Je les corrige. Ai-je raison ?**

M. GUYON. - Je vais commencer à répondre et mes collègues compléteront.

Je ne vais pas dire à cette personne si elle a raison ou tort parce que ce n'est pas mon travail surtout sur une telle question. J'ai eu un collègue, le grand patron de l'écologie anglaise, qui a interdit l'emploi du mot « adaptation » dans son laboratoire pendant pas mal d'années, jusqu'à sa retraite en disant qu'en fait ce mot était inutile et qu'il introduisait un brouillage.

Il est vrai que le mot « adaptation », à l'heure actuelle, désigne deux choses tout d'abord le résultat d'un processus c'est-à-dire que je constate a posteriori que les individus sont capables de vivre là où ils vivent. C'est presque un truisme parce que, si jamais ils ne pouvaient pas, ils n'y seraient pas. Dire que les individus seront adaptés c'est seulement dire qu'ils seront là où ils sont, ce n'est pas très intéressant. Evidemment, il y a quelque chose d'autres derrière cela. Il y a le fait que les individus qui vivent quelque part possèdent un certain nombre de caractéristiques qui sont manifestement très utiles pour vivre justement à cet endroit et c'est ce que l'on va appeler l'adaptation.

Puis, on confond ce résultat avec un processus en disant que les espèces s'adaptent. En effet, je pense que ce serait bien mieux si l'on n'employait pas le terme. Malheureusement, tellement de gens l'emploient que je ne suis pas sûr que l'on puisse se battre contre un emploi aussi général.

Tout cela ne poserait pas, à mon avis, de problèmes graves s'il n'y avait pas derrière la question qui est sous-jacente dans ce qui a été dit ici, qui est écrite dans la question, c'est la question de la finalité. Les biologistes du XXème siècle ont été antifinalistes, c'est-à-dire que l'on n'avait pas le droit de dire que les êtres vivants étaient des êtres finalisés ; on n'avait pas le droit de dire qu'un œil était fait pour voir ; on n'avait pas le droit de dire qu'une fleur était colorée pour attirer les insectes. Si l'on écrivait cela, on avait une mauvaise note.

Le mot finaliste vient d'Aristote. On m'a reproché de ne pas avoir parlé d'Aristote ce matin, je vais le faire cet après-midi avec l'idée des causes finales. Une cause finale est une cause qui fixe un but a posteriori à une action. Elle pose un problème à la science moderne. Cette idée est rejetée actuellement pour une bonne raison c'est qu'elle suppose que la cause est postérieure à l'effet. Or, dans la science contemporaine, les causes doivent toujours être avant les effets. Si, en physique, vous enlevez cela, vous n'avez d'ailleurs plus besoin d'antimatière, cela simplifie beaucoup de choses, mais cela en pose d'autres.

Aristote disait que la main est faite pour prendre. Manifestement, on a un pouce opposable, et d'ailleurs cela nous a été redit ce matin par Yves Coppens. Il y a une espèce de débat mais qui ne l'a pas été parce qu'il n'était pas contemporain. Lucrèce, un siècle plus tard, a écrit que les causes finales d'Aristote évidemment n'avaient aucun sens puisque justement comment la main saurait-elle qu'elle doit prendre avant même d'exister, que donc la main ne peut pas être faite pour prendre mais qu'il se trouve que la main permet de prendre. Entre ces deux visions où la forme de la main est déterminée par son utilité future et le fait que l'utilité est déterminée par la forme de la main, c'est-à-dire que l'on inverse la cause et l'effet, la science actuelle répond d'une manière assez satisfaisante mais un peu subtile.

En préambule, je voudrais vous dire que, finalisme, si l'on veut faire savant en philosophie cela se dit avec les mêmes mots mais en grec, « théologie » c'est donc le finalisme, c'est-à-dire la croyance en une cause finale, en un grand dessein.

Certains auteurs dont Jacob ou Monod ont proposé l'idée que la biologie devait se donner comme un de ses buts importants non pas d'admettre béatement une téléologie mais d'expliquer comment marchent les causes finales et donc de créer une science qui serait la téléonomie. La téléonomie serait à la téléologie de ce que l'astronomie est à l'astrologie. Elle en est issue mais elle ne se confond pas avec elle.

Comment répond-on à cette question à l'heure actuelle ? On répond par deux mécanismes, ceux de la génétique et la sélection naturelle. De ce point de vue, c'est assez intéressant parce que le processus, qui a déjà été décrit plusieurs fois aujourd'hui, ce sont des variations dues à des mutations. Ces mutations sont dites « au hasard ». Le hasard dont il s'agit ici est le hasard de Cournot. Cournot au XIXème siècle a défini le hasard comme la rencontre de phénomènes qui

appartiennent à des séries indépendantes. Cela signifie que dire « c'est au hasard », ce n'est pas dire que c'est indéterminé, c'est juste dire que la concomitance des événements n'a pas un sens particulier, que c'est juste comme cela.

L'exemple que prend Cournot, c'est un type qui sort pour poster une lettre. On sait parfaitement pourquoi il veut poster sa lettre, l'heure de la levée du courrier étant ce qu'elle est ; le gars doit partir maintenant poster sa lettre. Puis, ce jour-là, il y a du vent et une tuile se détache du toit, et on sait parfaitement pourquoi la tuile se détache du toit, elle tombe sur la tête du gars qui allait poster sa lettre. On va dire qu'il n'a pas eu de chance et que le hasard a fait qu'il a pris une tuile sur la tête. Ce hasard ce n'est pas un hasard dû à de la détermination, parce que le mouvement de la tuile et celui du gars était déterminé dans notre histoire. Le hasard est le fait que les deux se soient rencontrés. Il n'y avait rien qui faisait qu'ils devaient se rencontrer. Il s'est trouvé qu'ils se sont rencontrés.

Le hasard dont il est question en évolution est de cet ordre-là, c'est-à-dire que les mutations qui se produisent, ne se produisent pas en réponse à un besoin de l'environnement, elles se produisent au hasard par rapport aux problèmes de l'environnement. Qu'il fasse chaud ou froid, vous aurez des mutations qui vous permettront de vivre mieux quand il fait chaud ou quand il fait froid. Simplement quand il fait froid la sélection naturelle va conserver les mutations qui permettent de résister au froid alors que s'il fait chaud la sélection va conserver les mutations qui permettent de résister au chaud. Cela veut dire que l'évolution n'est pas un phénomène aléatoire, il est guidé par la sélection naturelle. Ce qui est aléatoire, ce sont les variations sur lesquelles travaille la sélection naturelle. Quelle est la dose de contingence dans cette variation ? On n'en sait rien. Qu'est-ce qui se répéterait si l'on recommençait l'évolution ou pas ? On n'en sait rien parce que l'on ne sait pas quelles sont l'ensemble des variations possibles à un instant donné, à partir d'une forme donnée. Cela fait partie pour moi des recherches importantes à faire aujourd'hui et cela justifie l'intérêt pour l'EVO-DEVO dont parle Jean Chaline.

On a des mutations qui créent des variations au hasard et une sélection qui conserve ces mutations. En conservant progressivement toutes les mutations, les grosses mutations qui vont faire des changements brutaux ou des petites mutations qui vont s'accumuler et faire des changements graduels, tout cela fera, qu'*in fine*, l'organisme aura toutes les caractéristiques qu'il faut pour vivre dans le milieu dans lequel il se trouve si le milieu est suffisamment constant pour que cette sélection ait eu le temps d'agir avant que le milieu ait changé bien sûr, ce qui est une difficulté.

Vous voyez que, dans la théorie actuelle de l'évolution, Lucrèce a raison à court terme, c'est-à-dire que les mutations apparaissent sans but. C'est bien parce qu'il s'est trouvé que la mutation faisait cela et qu'elle était utile, qu'elle a été conservée. Que l'accumulation de ces mutations sur de longues durées par la sélection naturelle crée une finalité de fait des organes à la fin, qui est une finalité, qui est expliquée par la sélection naturelle et que, sur le long terme, au fond, d'une certaine façon Aristote a raison. Il a raison et pourtant ce n'est pas en contradiction avec les dogmes de la science actuelle, la cause de ma main est

bien le fait de prendre mais pas le fait de prendre chez moi, le fait de prendre chez mes ancêtres. C'est parce que mes ancêtres ont pu utiliser leur pouce opposable et que cela leur a servi à prendre, que du coup ils ont été sélectionnés pour avoir un pouce opposable et que moi j'ai hérité de ce pouce opposable. Donc, la cause de ma main est chez mes ancêtres et pas chez moi. Elle est donc bien antérieure à l'existence de ma main mais il n'empêche que la cause de ma main c'est bien le fait de pouvoir prendre.

Je voudrais donc vous dire que pour moi il n'y a pas de difficulté à être finaliste en biologie à condition de l'être dans les conditions que je viens de vous donner, c'est-à-dire d'expliquer telle ou telle caractéristique d'un être vivant comme étant le résultat de la sélection naturelle. Je veux dire par là que si jamais, comme Bernardin de Saint-Pierre, je dis que le melon a des dessins de tranche pour être mangé en famille, là je suis bêtement finaliste. Mais si je dis que le melon est sucré pour être mangé, étant donné que tous les fruits sont sucrés pour que les graines soient dispersées, j'ai le droit de le dire. Ce que j'appelle un objet finalisé, c'est un objet dont je ne peux pas expliquer la structure sans dire à quoi il sert. C'est une définition. Vous pouvez en choisir une autre.

Par exemple, une goutte d'eau concentre les rayons du soleil mais je peux parfaitement expliquer la structure d'une goutte d'eau sans tenir compte du fait qu'elle concentre les rayons du soleil. Donc, une goutte d'eau n'est pas finalisée vers la concentration des rayons du soleil. L'œil concentre les rayons lumineux, mais lui je ne peux pas expliquer sa structure sans dire qu'il sert à voir, cela n'aurait aucun sens, l'œil est un objet finalisé vers la vision et il a été finalisé par ce processus de sélection naturelle qui fonctionne comme Lucrèce à court terme et comme Aristote à long terme.

⑥ *“ Comment est structuré ou sont structurés les mouvements créationnistes ? Leur but est-il essentiellement politique pour une prise de pouvoir ? ”*

M. ARNOULD. - Ce matin, j'ai donné quelques éléments pour comprendre, comment ils se situaient dans la société de leur temps. Si ce sont des questions d'organisation interne, je vous avoue que je ne suis pas un spécialiste de la sociologie des créationnistes. Il y en a une très grande diversité et je ne sais pas s'ils sont pour autant en contradiction mais ils s'adaptent très bien aux situations locales ou aux moyens de communication. Ils ont des télévisions, des sites internet et tout ce que vous voulez.

L'aspect politique sur lequel je suis passé extrêmement rapidement est très important. Je vous le disais comme cela en passant. En France, on parlait très peu des créationnistes il y a un peu moins de 20 ans, sauf les milieux scientifiques internationaux, par définition, étaient au courant des démêlés de leurs collègues scientifiques américains ou anglais avec les créationnistes. En France, on était quelques-uns à être au courant en dehors de la sphère scientifique. J'ai évoqué le nom de Dominique Lecourt et moi-même quand j'ai voulu publier un petit bouquin sur les créationnistes, j'ai utilisé justement la dimension politique en disant que, pour comprendre la victoire des républicains dans je ne sais plus quelle élection autour des années 90, il fallait comprendre que les républicains

s'étaient appuyés sur des mouvements créationnistes, une espèce de droite de républicains religieux ou de droite religieuse. C'est ce qui a fait tilt chez ces éditeurs. La dimension politique est évidente. A ce propos, j'aime à dire que, quand on regarde dans les sondages à qui aujourd'hui l'opinion publique fait confiance depuis des années et des années, quelles que soient les variations saisonnières, je ne sais pas de quel type de variation cela relève, mais ceux auxquels on fait le plus confiance encore aujourd'hui et j'allais dire malgré tout, ce sont les scientifiques. Ensuite, loin derrière eux, arrivent les penseurs, (les philosophes ou un peu plus sciences humaines) ? et arrivent encore derrière les autorités religieuses et encore derrière les hommes politiques.

D'où, si vous êtes un personnage politique et que vous voulez quand même asseoir votre capacité à convaincre, la tentation d'aller chercher un peu de pouvoir ailleurs, vous allez voir les hommes de sciences et leur demandez ce qu'il faut faire et dire et disent qu'ils doivent réfléchir un peu et cela coûte très cher, on va envoyer un satellite, lancer des batteries d'essais, etc. Ou alors, on va du côté des religieux.

Un intervenant. - Tu veux dire que l'on est plus cher que les curés...

M. ARNOULD. - En France, oui, pas la France d'à côté, la Moselle, l'Alsace je suis d'accord, là c'est un système concordataire...

On voit bien qu'il y a une tentation pas seulement en France. Quand on me parle à l'occasion du retour du religieux, je dis qu'il faut aussi parler du recours au religieux, cela n'excuse pas les excès du religieux car le religieux aimerait aussi avoir du pouvoir. C'est pourquoi la question science et religion embête les scientifiques qui sont bien obligés de voir la question, mais les religieux essaient plutôt d'être bien avec les scientifiques pour aussi récupérer du pouvoir. C'est une analyse sociologique un peu rapide mais je pense qu'il y a un peu de vérité dans tout cela.

La dimension politique est vraiment réelle. Il faut inverser la chose ensuite. Ce sont les côtés négatifs.

Positivement, si les créationnistes utilisent ce genre de recours, quels sont nos moyens politiques d'agir ? Je donnais ce matin l'exemple de la réponse des Français au Ministère de l'Education Nationale à la croisade créationniste musulmane d'Haroun Yahya, c'est une réponse que je trouve politiquement correcte en ce sens qu'ils ne se sont pas trompés de cible.

La tentation aurait été de faire de l'anti-Haroun Yahya et haro sur le baudet musulman et cela aurait été une catastrophe. Politiquement, c'était beaucoup plus intéressant de rappeler quel était notre projet.

Je ne réponds peut-être pas exactement à la question qui a été posée, sinon qu'il faut faire très attention, mais c'est vrai dans toutes les questions d'opinion, de ne pas se laisser entraîner dans un type de guerre, un pouvoir et un contre-pouvoir. Attention, on a en face souvent des gens extrêmement intelligents qui ont bien préparé leur coup et il peut y avoir une espèce de naïveté. Un certain nombre de scientifiques sont naïfs. Ce n'est pas du tout péjoratif, au contraire, c'est une forme de qualité. Il faut aussi garder la capacité de s'étonner et après on fait de la science dessus. Bien évidemment, il y a le revers de la médaille.

En face d'eux, il peut y avoir des gens qui ont un objectif, qui savent vendre leur soupe, changer de stratégie, dont le but est vraiment des prises de pouvoir. Pierre-Henri sourit, il a parfaitement compris à qui je pensais. Il ne faut pas jouer dans ce jeu. Derrière cela, c'est la question de la démocratie, de la capacité à réfléchir ensemble. Ce n'est pas évident. Dans notre société, on voit bien combien il est difficile de débattre ou discuter.

Concernant la réponse de Pierre-Henri sur la question des OGM, on sait bien la difficulté à débattre à ce sujet de manière posée. On débat sur la nanotechnologie en France. On voit que c'est- extrêmement difficile aussi. Il y a le sujet mais aussi quels sont les moyens politiques, puisque c'est effectivement politique, que nous mettons en œuvre, que nous apprenons à mettre en œuvre pour que, précisément, tout en respectant les différences d'opinion. On est aussi dans un état laïc, cela veut dire des opinions différentes. On est prêt à les respecter. Comment, tout en respectant ces opinions différentes, on est aussi capable de vivre ensemble sans tomber dans une lutte permanente comme certains aimeraient sans doute que nous le vivions davantage.

⑦ L'objectif de la question : l'évolution est-elle un système ouvert ?

“L'évolution ne suit pas un projet finaliste au niveau de l'homme, ce serait lui qui devrait prendre en charge cette évolution.”

M. CHALINE. - Lorsque l'on regarde l'arbre du vivant, toute son histoire, quand on regarde la biosphère actuelle, on ne peut pas dire qu'il y ait une branche plus favorisée que les autres. Le grand triomphe de la vie actuellement, ce sont les bactéries, au moins un million d'espèces, peut-être plus. Ensuite, ce sont les arthropodes ; il y en a aussi au moins un million d'espèces. Puis, derrière, il y a tous les autres petits groupes avec une espèce qui est l'homo sapiens qui a pris le pouvoir grâce tout de même à une capacité extraordinaire, celle de la pensée réfléchie.

Est-ce que la pensée réfléchie existe chez d'autres organismes ? Chez les dauphins, chez d'autres animaux, il y a certainement quelque chose qui n'a pas encore été évalué correctement puisque l'on n'est déjà même pas capable de comprendre le langage des chimpanzés alors qu'il y a manifestement un langage. On n'a pas été fichu de le déceler.

Dans cette évolution, on ne voit pas vraiment de finalisme, on voit des tendances évolutives qui, manifestement, sont le fait de contraintes de développement qui favorisent certains organes utiles dans la sélection sexuelle souvent comme les cornes, les bois des cerfs. La finalité, c'est la reproduction, mais c'est la finalité de tout être vivant même s'il n'en a pas conscience. Un individu n'a d'intérêt au point de vue évolutif que s'il se reproduit puisqu'il assure la survivance d'une lignée. C'est le grand objectif de la biologie qui est inné. C'est la reproduction. On ne décèle pas de finalité vers quelque chose de plus évolué. Les chimpanzés sont très bien évolués dans leur sens, leur forêt, leur environnement. Ils n'ont pas inventé la guerre. Le meurtre prémédité, oui, individuel mais pas la guerre ; la guerre c'est collectif, très humain.

Est-ce que l'homme doit prendre en charge son évolution ? Actuellement, il la prend. Dans les textes religieux, il est dit aussi bien dans la Bible que dans le

Coran que l'homme a la responsabilité de la nature qu'il doit gérer. Prendre en main son destin depuis l'invention de la médecine qui lutte contre la sélection naturelle. La sélection naturelle est sauvage, impitoyable. Il prend son destin aussi actuellement en modifiant son environnement et, là, il a une responsabilité gigantesque. Il n'en prend pas conscience. Cela commence, mais cela fait 40 ans que l'on tire la sonnette d'alarme.

Les gens préfèrent le culte de l'argent, les bonus... !

Prendre en main son destin, il le prend.

Au point de vue évolutif lui-même, il ne maîtrise pas son évolution réellement puisque ce sont des mutations aléatoires qui interviennent. On ne sait pas où elles vont tomber. Par des modifications qu'il applique à sa nourriture, il change quelques petits caractères. La taille, manifestement, a augmenté depuis le début du XXème siècle en partie à cause de l'alimentation mais pas uniquement. Je me demande s'il n'y a pas un effet caché du fait qu'au XIXème il y avait encore beaucoup de forêts sur terre et, comme on déboise à une cadence effrénée, on transforme la forêt en savane ou en béton, ou en ville. Or, quand on transfère l'homme, par exemple un pygmée de forêt tropicale très fortement boisée, où l'avantage de la petite taille est très sélectionnée, que l'on transfère dans une steppe, cela a été observé, à la génération suivante les pygmées grandissent parce que, dans la savane la grande taille est favorisée.

Si l'on transforme la planète en béton, ce qui est une savane psychologiquement pour l'homme, il faut marcher vite. Vous remarquerez que les gens courent de plus en plus vite. Cela peut jouer sur la taille. C'est une idée que j'ai lancée mais cela n'a pas eu de succès mais ce n'est pas grave. Ce serait à creuser.

Prendre en main son évolution, pourquoi faire ? C'est là peut-être que l'éthique, les religions, l'humanisme, les penseurs, les philosophes doivent arriver à faire comprendre aux hommes politiques qu'il n'y a pas que les bénéfices et l'argent qui comptent mais qu'il y a aussi l'humanité et qu'ils devraient mettre l'homme au centre de leurs préoccupations.

Si l'homme doit prendre son évolution en main, c'est vraiment pour prendre en charge l'humanité ; ce n'est pas ce qu'il fait actuellement.

Quand vous prenez la courbe démographique humaine, nous sommes actuellement à 6 400 000 d'habitants sur terre. D'après tous les chiffres de l'ONU et d'ailleurs, il est évident qu'en 2050 nous serons 9 400 000. Trois milliards d'individus en plus à nourrir, à loger et à trouver du travail. Voilà l'enjeu, un des grands défis du XXIème siècle. Croyez-vous que les hommes politiques y pensent ? Je trouve que non jusqu'ici. Il n'y a pas que les hommes politiques, les religions sont impliquées aussi. Ce sera un surpeuplement.

Si le commerce et tout était bien organisé, il y aurait de quoi nourrir 3 milliards d'individus de plus. Seulement pour le travail et le style de vie que l'homme s'est imposé, cela pose des problèmes gigantesques quasiment insolubles. Ce sera un des défis qui sera un des plus sévères, avec le climat, qui va aggraver les circonstances puisque des tas de régions vont disparaître comme le Bangladesh qui sera inondé un jour ou l'autre avant la fin du siècle. Où vont aller tous ces réfugiés ? Qui va les prendre en charge ?

La démographie, tout le problème de la natalité va se poser aussi bien aux religions qu'aux hommes politiques. Est-il raisonnable de laisser se développer la population humaine de façon hyper exponentielle ? 2050, plus de 9 milliards...

2100, je n'ose pas imaginer le chiffre. On dit que cela va redescendre. Ce sont des affirmations gratuites. Tous les chiffres pour l'instant concordent.

Cette évolution ne me paraît pas finaliste,(mais c'est objectivement) ?. Je ne la considère que d'un point de vue purement scientifique. Je ne vois pas de finalité émerger dans l'évolution. L'espèce humaine est une espèce qui a des qualités exceptionnelles de réflexion, de pensée réfléchie qui n'existe pas chez la plupart des autres espèces et, de ce fait, on a pris le pouvoir sur la planète. On est en train de détruire, d'éliminer toutes les espèces concurrentes qui nous dérangent dans notre volonté d'expansion.

⊗ L'objectif, est de comprendre l'importance de la culture et de la philosophie.

“Si nous sommes prédestinés par nos gènes et notre environnement, est-ce que la transmission et la culture ont encore une utilité ? Autrement dit, pourquoi continuer à comprendre ?”

M. GOUYON. - Il n'y pas que les gènes et l'environnement, il y a une troisième composante et il serait important d'en dire un petit mot. J'ai passé une image sans la commenter d'un livre que je vous recommande qui s'appelle : *La triple hélice*, par Richard Lewontin. Ce sont trois composantes qui constituent un individu et qui sont indissociables d'une certaine façon.

Pour faire simple, je vais prendre une petite métaphore. Le génome est un texte écrit, codé comme le langage humain. Comprenez qu'il y a un message codé sur l'ADN et qu'il y a un système qui permet de le lire. Un message codé c'est de l'information. Cela peut se recopier. Cela a quelque chose d'immatériel et cela n'est pas actif.

Dans son livre, Lewontin écrit avec beaucoup d'humour que les biologistes moléculaires répètent, comme les moines bouddhistes répètent leurs mantras, que les gènes produisent des protéines.

Un gène n'a jamais produit des protéines, de même qu'une recette de tartes aux pommes n'a jamais fabriqué une tarte aux pommes. Le génome c'est comme une série de recettes. Chaque gène est une recette. Il ne va rien faire lui-même, il va faire que quelque chose soit fait. Comment la recette de tarte aux pommes s'y prend pour qu'une tarte aux pommes soit fabriquée, c'est grâce à un cuisinier. Or, le cuisinier fabrique la tarte aux pommes à partir de la recette avec son propre savoir et dans un environnement donné, la cuisine, des ingrédients, les pommes, la farine, le beurre, etc. Vous voyez que la tarte qui va sortir de là dépendra conjointement de la recette, du cuisinier et de l'environnement. Tout organisme vivant dépend conjointement de son génome, du système qui le lie, c'est-à-dire l'équivalent du cuisinier, tout notre corps, d'abord les protéines qui, dans nos cellules lisent l'ADN et après tout le fonctionnement de notre corps avec ses hormones, ses interactions, etc. et de l'environnement. Chacun d'entre nous est le produit de l'action de ces trois facteurs.

On est en train de découvrir qu'il y a l'hérédité génétique et l'environnement, on le savait depuis longtemps mais le cuisinier peut transmettre une information directement au cuisinier d'après sans passer par les gènes. On appelle cela l'information épigénétique. C'est quelque chose que l'on commence à travailler un peu sérieusement mais dans lequel on n'a pas encore assez de données. On a des exemples assez forts, mais on ne sait pas combien de temps cela peut durer sur des générations. Il y a des chances que vous en entendiez parler dans les années à venir.

A partir du moment où l'on est déterminé par nos gènes, notre environnement et notre épigénétique, ce qui ne change rien d'une certaine façon au reste de la question, est-ce que du coup on est capable de ? du libre-arbitre ou est-on les esclaves de nos gènes, de notre environnement et de notre épigénèse ?

Je voudrais vous dire qu'il y a un concept philosophique essentiel à mettre en œuvre, c'est le concept de propriété émergente. Tout système complexe, provenant de l'interaction entre différents éléments acquiert des propriétés qui n'étaient pas contenues dans les éléments de départ. Nous sommes un exemple extrême de ces propriétés émergentes. Les molécules qui nous constituent, l'information génétique, l'environnement, l'influence de nos cellules parentales, épigénétique, etc., tout cela constitue un organisme, mais évidemment je peux dire aussi bien que je suis le produit de mes gènes, de mon environnement et de mon épigénétique, que dire je suis bien plus que les produits que mes gènes, de mon environnement et de mon épigénétique.

De la même façon, pour prendre un exemple beaucoup plus simple. Vous savez ce que c'est que de l'hydrogène et de l'oxygène. Ce sont deux gaz ; ils ont tous les deux des propriétés et, si jamais je les fais réagir ensemble, j'obtiens de l'eau. Une molécule d'eau, ce n'est rien d'autre que de l'hydrogène et de l'oxygène mais une molécule d'eau c'est bien autre chose que de l'hydrogène et de l'oxygène. Je peux dire ces deux phrases qui ont l'air opposées l'une à l'autre : ce n'est rien d'autre que et c'est bien autre chose que. Pourtant, les deux ont un sens selon l'optique dans laquelle je me place.

Nous sommes constitués de nos gènes, de notre épigénétique et de notre environnement, et nous sommes bien autre chose que cela parce qu'émergent en nous des propriétés. C'est dans ces propriétés qu'il faut chercher la responsabilité, le libre-arbitre, tout ce qui fait que nous sommes humains et même d'ailleurs que les animaux sont animaux. Il y a là quelque chose qui est irréductible aux causes qui ont fabriqué l'organisme et qui donne toute sa valeur à la vie humaine, à la vie animale, et même à la vie végétale ou bactérienne.

Bien sûr que si l'on veut aller au-delà de la description factuelle de ce qu'est un être vivant par la biologie, il est absolument nécessaire de se développer culturellement. Je trouve que votre question a quelque chose de désarmant, à se demander si cela continue, pourquoi continuer à comprendre puisque maintenant on peut tout décrire. Au contraire, c'est bien de comprendre.

J'étais il y a quelque temps à une réunion où l'on discutait de la responsabilité des scientifiques dans tel ou tel problème où un philosophe s'est tout d'un coup levé de sa chaise souriant en disant : « comment se fait-il que les chercheurs ne soient plus des intellectuels ? » C'est vrai que la science est

devenue de plus en plus technique au cours de ces dernières années. Il n'y a qu'à regarder les prix Nobel. Les grandes découvertes sont souvent des découvertes techniques et plus des découvertes intellectuelles.

Au contraire, on a de plus en plus besoin de ne pas faire que de la technique et de comprendre non seulement ce que l'on fait mais aussi ce que l'on est, pourquoi l'on est ce que l'on est, qu'est-ce que l'on voudrait être, qu'est-ce que l'on voudrait faire. De ce point de vue-là, il y a un énorme besoin de s'éduquer et de travailler son esprit pas seulement pour produire mais aussi pour comprendre et pour faire que la science ne soit pas une science sans conscience et ne soit donc pas la ruine de l'âme.

Mme KELLER-DIDIER. - Je voudrais dire à nos orateurs que nous sommes heureux de constater que vous êtes des chercheurs et des intellectuels.

Table ronde autour de la formation des enseignants et de la construction du Savoir.

Comment notre Société actuelle transmet-elle connaissances et informations sur l'évolutionnisme ?

Mme Annette LEXA-CHOMARD- Nous allons nous interroger sur les difficultés d'enseigner aujourd'hui l'évolution.

* Enseigner l'évolution, à quelque niveau que ce soit, du primaire à l'enseignement supérieur, est avant tout une démarche scientifique où l'on se trouve confronté inmanquablement à d'autres discours familiaux, sociaux, économiques, politiques, médiatiques et religieux. Nous ne pouvons pas aujourd'hui ignorer les rêves, les fantasmes et les peurs millénaristes qui sont véhiculés chez les jeunes par le cinéma. Je pense au film *actuel*, 2012, qui sort, ou aux jeux vidéos.

* Enseigner l'évolution, c'est donc renvoyer les enfants et nous-mêmes à des questionnements sur notre place dans la nature, sur l'origine de la vie, sur sa fin, sur sa raison d'être. Ce sont des problèmes qui relèvent de la philosophie, voire même de la métaphysique, ce qui est complètement hors du champ de la science et pour lequel le professeur de SVT n'a pas à répondre. Cela l'oblige lui aussi à se dissocier et à accepter de dissocier ses propres croyances des fondements de sa discipline.

* Enseigner l'évolution, c'est être confronté à des conceptions du monde, ce que l'on appelle en philosophie la « Weltanschauung », des conceptions du monde qui sont très différentes et que nous côtoyons tous ici. Donc, cela peut être :

- des conceptions scientistes : la vie répond juste à des lois physico-chimiques ;

- des conceptions utilitaristes : je ne m'intéresse qu'à ce qui sert à quelque chose ;

- des conceptions prométhéennes : je soumetts la nature. C'est le domaine économique actuel, et il serait plus exact de parler de techno-science actuellement que de science ;

- des conceptions relativistes : moi, je crois que, l'autre à côté croit que, mais enfin tout se vaut ;

- des conceptions créationnistes : je pense que c'est Dieu qui a créé toutes les espèces vivantes et l'homme.

* Enseigner l'évolution, c'est aussi transmettre les connaissances, les faits acquis en biologie contemporaine et en évolution au sein d'autres champs disciplinaires que ceux de la biologie et de la géologie dans le domaine, par exemple, de la médecine, de la pharmacie, de l'économie, de la sociologie, de la psychologie, de la philosophie, mais aussi dans le monde des entreprises, des décideurs, des acteurs sociaux et des médias où il n'est pas rare de constater qu'il

se véhicule, pas seulement dans les médias mais tous les autres milieux, des concepts erronés, parfois subtilement déformés à des fins douteuses et, au final, de constater le dénuement intellectuel que nous avons tous face aux grands débats sociétaux que sont le dérèglement climatique, la santé environnementale, les enjeux de la biodiversité, les OGM ou les nanotechnologies.

* Enseigner l'évolution, c'est enfin se questionner sur la place de l'épistémologie et de l'histoire des sciences. Je rappelle que l'épistémologie est un champ disciplinaire de la philosophie qui étudie la manière dont on construit une connaissance dans une discipline. C'est apprendre à bien penser aux élèves, c'est-à-dire à réussir à bien comprendre un raisonnement contre-intuitif par exemple, faire très attention au vocabulaire que l'on emploie, aux constructions de phrases. C'est se méfier des certitudes et des dogmes. Enfin, c'est discuter le fait de savoir quand, à quel moment des programmes, quel temps consacrer à ces disciplines.

Pour cela, nous avons invité Bernard Lathuilière. Il est né en 1957, il a fait un doctorat de paléocéologie sur les Calcaires à polypiers du Bajocien, donc du Jurassique supérieur. Il a intégré l'université Henri Poincaré en 1983 où il enseigne, et il fait de la recherche depuis. Il est fondamentalement paléocéologue et notamment un spécialiste international des coraux du Jurassique.

Il enseigne l'évolution à l'Université depuis 83 et, aux côtés de ses enseignements traditionnels de paléontologie qui sont réservés aux étudiants de géologie, il a introduit un enseignement sur les méthodes de phylogénétique. Il a introduit également un enseignement sur l'histoire des sciences de l'évolution qu'il enseigne à la fois aux futurs géologues et aux futurs enseignants du secondaire.

Après l'intervention de Bernard, nous céderons la parole à nos conférenciers de la matinée afin qu'ils puissent réagir et confronter leurs expériences et leurs réflexions à l'état des lieux et aux commentaires que va nous faire Bernard.

Introduction

par Bernard LATHUILLIERE.

Nous allons d'abord regarder ensemble les menaces qui pèsent sur l'enseignement des sciences de l'évolution. Ensuite, je vous donnerai un aperçu de ce qui est enseigné pour arriver à ce qui me paraît souhaitable.

Pour commencer, la première menace qui peut peser sur l'enseignement de l'évolution, et la plus spectaculaire, on en a déjà largement parlé aujourd'hui, c'est la menace créationniste.



Fig 8: Le cauchemar de nos collègues américains

Un dessin qui préfigure un peu ce que l'on pourrait craindre : un professeur qui est train de nous dire : très bien pour aujourd'hui avec la leçon de biologie sur l'intelligent design, on va passer maintenant à la géographie intelligente. C'est la version soft du créationnisme mais vous voyez ce que l'on peut craindre: se trouver avec la tristesse d'avoir des enseignants finalement convaincus par le créationnisme.

Je vous présente un questionnaire anonyme qui a été diffusé de 2005 à 2008 auprès de 1 134 étudiants en première année de licence de biologie de l'université d'Orsay. Les résultats sont tout de même assez surprenants.

- 12 % refusent de placer l'homme dans le règne animal.
- Plus de 9 % récuse que toutes les espèces vivantes connues aient un ancêtre commun.
- Près de 12% ne conçoivent pas que plusieurs espèces d'hommes aient pu coexister.

On est peut-être plus à l'abri que d'autres pays vis-à-vis du créationnisme, mais quand même !

Regardons successivement ce qui peut se passer à l'université puis à l'école secondaire.

A l'université, la menace principale n'est pas le créationnisme qui fait rire ou soupirer à peu près tout le monde. En 26 ans de carrière à Nancy, je n'ai pas eu beaucoup à affronter des étudiants convaincus de créationnisme. Je suis tombé une fois sur un étudiant de la secte raëlienne. Je suis tombé une fois sur une étudiante voilée islamique qui se posait des questions mais avec qui le dialogue était possible.

Je ne ressens pas l'analyse qui a été faite à Orsay comme quelque chose de vraiment palpable sur l'université de Nancy.

Ce qui m'inquiète plus, c'est plutôt la dérive vers des enseignements utilitaristes, trop étroitement liés aux objectifs économiques de la société tout entière. Je comprends que des hommes politiques aient le souci du bien commun, de sortir notre économie de la difficulté où elle est. Je comprends que des étudiants soient à l'université pour trouver une place dans l'activité économique. C'est difficile, mais il faut reconnaître que cela pose globalement aussi un problème que l'on est obligé de constater. Le temps de l'université, temple de la culture s'estompe et on voit arriver très clairement le temps de la clientèle. On va prendre des options qui guident vers tel ou tel métier. Evidemment, quand on est en charge de ces options, est-il vraiment nécessaire d'enseigner l'évolution pour faire un métallogéniste, quelqu'un qui va rechercher du minerai. A-t-on besoin qu'il ait des notions sérieuses en évolution ? Voilà le genre concret de questions qui se posent.

Dans les écoles secondaires, la menace créationniste est réelle et elle se trouve le plus souvent exacerbée par des revendications identitaires sociologiquement liées à la culture islamique. Il est bien clair que des enseignants mal préparés auront à souffrir de situations conflictuelles liées à ces réactions identitaires. Une vraie question se pose en termes de formation. On a parlé abondamment de l'atlas de la création et tout ce que cela implique comme puissance de moyens et possibilités de faire émerger une réaction.

L'enquête du projet de recherche européen Biohead-citizen a interrogé 7 050 enseignants (primaire, secondaire, biologie et lettres) dans 19 pays :

En France : 2 à 3 % de créationnistes radicaux.

Au Liban : 62 %.

En Turquie et dans les pays du Maghreb il y a des difficultés très larges.

Face à ces menaces, qu'enseigne-t-on ?

Il est clair que l'on peut envisager de nombreuses questions à partir de là.

* Sciences de l'Evolution dans le primaire (Unité et diversité du vivant).

* Sciences de l'Evolution dans le secondaire, c'est quelque chose d'extrêmement diversifié. Un point culminant en classe de troisième est important mais des petites choses disséminées et surtout des différences fortes en fonction des options qui seront prises dans la deuxième partie de l'école secondaire.

On m'a demandé de me concentrer sur une chose beaucoup plus limitée que cela et j'ai essayé de penser un peu ce qu'étaient les sciences de l'évolution dans le supérieur.

A priori, on pourrait imaginer que l'on a besoin des sciences de l'évolution dans toute une série de domaines.

Les biologistes, cela paraît l'évidence même puisque c'est la chose la plus synthétique que l'on puisse imaginer pour rassembler tout cela.

Les géologues cela paraît évident.

Les médecins, cela l'est peut-être moins mais je crois qu'il y a quelque chose à faire de ce côté-là.

L'agronomie, on a entendu suffisamment de choses sur les OGM pour comprendre l'intérêt.

Les ingénieurs, c'est une vraie question à se poser. Sachez, par exemple, qu'un élève ingénieur de l'école de géologie à Nancy n'a pas une heure de paléontologie dans son enseignement C'est une réalité. Est-ce nécessaire ? Question ouverte.

Les enseignants, c'est évidemment la chose sur laquelle on m'a demandé de me concentrer car elle est stratégique. Si l'on veut avoir une réponse bien faite aux problèmes qui se posent, il faut commencer par avoir une formation des enseignants qui se tienne.

Cela ne met pas de côté tous les autres problèmes, je pense à l'éducation du grand public à travers les divers médias qui est aussi une vraie question que je n'évoquerai pas.

J'en viens à cette formation de nos enseignants. Je saute sur la première année qui est quelque chose d'assez général pour vous montrer dans le concret avec toute la granularité nécessaire ce que l'on apprend à l'université de Nancy quand on est un futur professeur de l'école secondaire :

Au semestre 3,

Biologie moléculaire : biosynthèse des acides nucléiques et des protéines

Structure et fonction des protéines : enzymologie

Génétique fondamentale et appliquée

Biologie du développement

Nutrition des plantes

Biologie des organismes végétaux

Organisation des vertébrés

Des choses qui ne sont pas spécifiquement des sciences de l'évolution mais vous voyez comme moi que peut transpirer à travers tout cela un socle qui peut servir à la compréhension de l'évolution. Il y a un peu de géologie en différenciation, et de l'anglais.

Semestre 4 :

Bases d'immunologie

Introduction à la physiologie animale

Transports transmembranaires, physiologie des neurones

Biosphère et écosystèmes

Croissance et développement des plantes

Anglais et un peu de géologie où vous avez un petit "chouia" de paléontologie qui permet d'avoir une toute petite teinture. Rien de spécifiquement évolutif.

On arrive au semestre 5, et là on voit toute sorte de choses qui peuvent avoir de l'intérêt en termes de compréhension globale de l'évolution mais il y a cette fois-ci une UE qui correspond à peu près à une trentaine d'heures où vous avez de la biologie évolutive en tant que telle.

C'est mon collègue Gérard Guédon, généticien qui enseigne cela. Vous pouvez trouver tout cela sur internet.

Approches de la classification

Evolution des séquences par divergence, horloge moléculaire

Arbres phylogénétiques. Intérêt et limites de l'utilisation des séquences des macromolécules

Biologie du développement et évolution : évolution des plans d'organisation, exemple des homéogènes

Fonction comportementale et dynamique évolutive : les unités donnant prise à la sélection

Semestre 6 encore d'autres choses qui ne sont pas spécifiquement de la biologie évolutive :

Physiologie de la respiration

Reproduction et développement des métazoaires

Reproduction des végétaux

Génétique formelle et moléculaire

Etapes de la vie des cellules animales

Biochimie métabolique

Un peu de géologie et de l'anglais

En master, on arrive après trois années de licence dans la situation actuelle, des UE d'ossature :

Au premier semestre de ce master, vous avez une UE de génétique et évolution faite par mon collègue Gérard Guédon.

Sur le second semestre (S8), il y a une UE plus géologique, une approche paléontologique de cette évolution.

Mon collègue fait :

Variation phénotypique et polymorphisme génétique d'une population.

Polymorphisme silencieux.

Loi de Hardy-Weinberg. Impact des croisements non aléatoires, des mutations, des migrations, du hasard et de la sélection naturelle

Notion d'espèce chez les eucaryotes, barrière d'isolement reproductif.

Spéciation géographique

Spéciation par polypléidisation

Théorie neutraliste et sélectionniste

Apparition de nouvelles fonctions par duplication et divergence. Acquisition de gènes par transfert horizontal et ses conséquences. Apparition des chloroplastes primaires par endosymbiose et évolution ultérieure.

Réorganisation des gènes et des domaines.

Dans la partie plus paléontologique, je fais :
Phylogénétique avec une utilisation de fossiles.
L'évolution : une histoire, exemple des végétaux
L'évolution : une histoire, exemple des vertébrés
L'évolution : une histoire, le cas des dinosaures
Les extinctions de masse
Les modalités de l'évolution : « lois » et/ou tendances
Du gène à la forme, ontogenèse et phylogenèse
Espèce et spéciation avec tout le problème de définir une espèce quand on est un paléontologue par rapport à un biologiste.
Le temps et les lignées phylétiques
Un exemple d'évolution de l'histoire aux mécanismes : l'hominisation
Voilà pour la partie proprement disciplinaire dans les sciences de l'évolution pour un étudiant qui veut être un formateur pour le secondaire, qui veut passer le CAPES.

J'y ai ajouté depuis une leçon d'histoire de l'évolutionnisme de 2 h 30 pour préparer au CAPES et avoir un peu plus de recul.

Ce qui me paraît souhaitable :

Un enseignement universitaire sur l'évolution devrait être suffisamment fourni pour que les futurs enseignants soient en mesure de faire face à la complexité du sujet. Pour que les étudiants qui arrivent tout frais de l'école secondaire se forge une vraie colonne vertébrale sur ces questions, il faut quand même du temps.

Dans la situation présente, je suis inquiet, un texte ministériel est tombé le 13 novembre 2009. Il parle de la réforme de la formation et du recrutement des enseignants. Il semble bien d'après ce que je comprends, car tout cela n'est pas simple d'interprétation, que cette réforme conduit pour nos disciplines qui ont une situation spécifique à un raccourcissement de l'ordre d'un an de la formation.

Je suis inquiet sur ces questions et je ne suis pas le seul puisqu'il y a des projets de mobilisation dès mardi. La CFDT considère qu'il y a des apprentis sorciers au gouvernement sur ces questions (je ne suis pas adhérent et je n'en suis ni fier ni honteux).

Un enseignement universitaire sur l'évolution devrait faire une part à l'histoire des sciences. Nos étudiants devraient percevoir qu'on ne peut plus débattre de la même façon aujourd'hui qu'en 1859, il faut avoir intégré tous les progrès que représentent le lamarckisme, le darwinisme, le néodarwinisme, la théorie synthétique, la synthèse évo-dévo.

Mais un enseignement universitaire sur l'évolution devrait aussi faire une part à l'épistémologie. Nos futurs enseignants devraient maîtriser ce qui fait la différence entre une science, une pseudoscience, une opinion. Ils seraient mieux armés pour juger de la théorie du dessein intelligent. Ils devraient mieux cerner le statut épistémologique des approches théologiques et les différents types de relation aux écritures qui sous tendent les positionnements théologiques. Ils devraient se situer par rapport aux différentes conceptions extrêmes du relativisme et du scientisme.



Fig 9: Quelques grands repères pour penser l'épistémologie des sciences de l'évolution

Ils devraient repérer un peu la « géographie » des différentes positions métaphysiques adoptées sciemment ou non par les uns et par les autres. Dans l'image ci-dessus, un étudiant sortant de nos universités devrait savoir plus que reconnaître des visages, mais savoir à quoi correspondent un peu les idées. Il y a là un challenge et il est devant nous.

Un enseignement universitaire sur l'évolution ne devrait pas se faire en portant des étendards à la gloire ou au déshonneur du darwinisme ou de Darwin. Quelquefois, j'ai le sentiment que des gens font un peu de l'hagiographie et Dieu sait jusqu'où peut nous mener l'hagiographie à toutes les récupérations possibles et imaginables. On devrait éviter cela.



Fig 10: Une version plutôt drôle de l'hagiographie de Saint Darwin

Très concrètement, je pense à un collègue qui va jusqu'à faire un congrès qu'il intitule « pour Darwin », cela m'inquiète. Ce n'est pas comme cela que l'on fait de la science en portant des étendards. Pour moi, me situer dans la tradition glorieuse d'un Darwin, cela consiste à lui rendre hommage en faisant simplement humblement son travail de la façon la plus rationnelle possible comme il l'a fait lui, honnêtement, on ne peut pas le lui retirer et en laissant ouvertes les questions qui le méritent. On n'a pas réponse à tout. On est sur un chemin. On avance.

Surtout en tant que paléontologue, mon métier consiste souvent à dire des bêtises et à en dire de moins en moins au fur et à mesure que l'on trouve des fossiles.

Il ne faut pas porter des étendards.

Ma conclusion est celle-là : les mécaniciens ne font pas du newtonisme ou de l'anti-newtonisme, ils font de la mécanique. Faisons-nous aussi des sciences de l'évolution tranquillement, humblement.

Débat avec les 5 orateurs

Mme LEXA CHOMARD - Une question pour Jacques ARNOULD.

“Y a-t-il une différence concernant l’enseignement de l’évolution entre l’école privée et l’école laïque ?”

M. ARNOULD. - J’espère que mes collègues auront des éléments supplémentaires. Il y a des programmes communs et, a priori, quel que soit le régime auquel on appartient, les enseignements sont les mêmes.

Il y a à peu près un an, j’ai entendu à l’occasion du colloque « Enseigner l’évolution » c’est que, quelques jours après ou avant il y avait une assemblée nationale un peu plus réduite mais de SVT du privé, c’était quelques difficultés d’enseignants du privé à enseigner les Sciences de la Vie et de la Terre parce que, non pas eux, mais le contexte dans lequel ils étaient, trouvaient dans certains cas une certaine difficulté pour des raisons de contexte culturel. Durant le colloque parisien « Enseigner l’évolution » on avait entendu des inspecteurs qui étaient soucieux de ces difficultés, ces différences. Je suis très loin du milieu des enseignants que j’admire beaucoup mais je n’ai pas d’éléments concrets.

M. LATHUILIERE - Pour ce qui concerne l’enseignement privé, il existe deux types d’établissements, les établissements sous contrat simple et les établissements sous contrat d’association.

Pour ce qui concerne les établissements sous contrat simple, on peut craindre des dérives de toutes sortes. Les contrôles sont bien allégés par rapport à la situation des établissements sous contrat d’association.

Pour ce qui concerne les établissements sous contrat d’association qui sont de loin les plus nombreux, il n’y a pas de différence d’un point de vue juridique vis-à-vis de l’enseignement de ces matières.

Mme LEXA CHOMARD - Une autre question très technique.

“D’après le programme de SVT 2001 et selon les directives concernant la cladistique, la classification phylogénétique -dont nos conférenciers nous ont parlé- une espèce X ne peut être considérée comme la forme ancestrale à partir de laquelle se sont différenciées les espèces postérieures. Le fait d’aborder le concept ambigu de cet ancêtre hypothétique que le programme conduit à considérer comme virtuel, ne fait-il pas de la cladistique un argument de poids pour les créationnistes ?”

M. GOUYON. - Tous les biologistes reprennent en cœur une très belle phrase de Dobzhansky, qui a dit que : « rien en biologie n’a de sens, si ce n’est à la lumière de l’évolution. » Vous avez fait suffisamment de logique pour bien comprendre que cette phrase peut se dire aussi : tout ce qui n’est pas enseigné à la lumière de l’évolution en biologie n’a pas de sens.

Or, à l’heure actuelle, la biologie n’est pas enseignée du tout à la lumière de l’évolution. Cela a été montré un petit peu dans les programmes pendant l’exposé que l’on vient d’avoir. Malheureusement, on n’a regardé que le supérieur où il y en avait quand même un petit peu mais toujours à la fin.

Evidemment, cela veut dire que les enseignements de biologie, tels qu'ils sont dispensés actuellement, sont insensés jusqu'à ce que l'on arrive au moins en troisième année de licence pour avoir enfin un cours d'évolution qui donne un sens à tout ce que l'on a appris avant. C'est le contraire de ce que l'on appelle couramment la pédagogie.

Il est clair que la raison pour laquelle c'est comme cela, c'est que l'évolution a semblé trop compliquée à beaucoup de gens pour pouvoir être expliquée à des jeunes et, si cela a eu l'air compliqué, je pense que cela vient en grande partie du fait que, comme les enseignants n'étaient pas formés, il n'y avait pas de savoir global de la société dans ce domaine. Du coup, cela continue comme cela et cela continuera comme cela tant que l'on ne décidera pas que cela doit être autrement.

Mon père, qui était instituteur, me disait toujours qu'enseigner c'est répéter. Il faut commencer tôt. On n'a pas besoin de commencer compliqué, mais on pourrait parler d'évolution dès le primaire. Je ne vois pas où est le problème. J'ai étudié un petit peu l'histoire des sciences, et un problème qui m'a fasciné c'est la découverte du fait que la terre est ronde. Vous savez que les résistances majeures à l'époque, ce qui faisait que c'était un problème compliqué, c'était qu'il était impensable que les types qui étaient de l'autre côté avec les pieds en bas tiennent et ne tombent pas dans le ciel. Donc, sûrement que les pédagogues ont dû dire que c'était compliqué, il faut le garder pour la fin. Le résultat, tant que vous faites comme cela, c'est que tout le monde considère que c'est très compliqué de comprendre pourquoi les types qui sont de l'autre côté ne tombent pas sur la tête.

Maintenant, on l'enseigne très tôt. Il arrive que les enfants demandent comment il se fait que les types de l'autre côté ne tombent pas sur la tête. On leur explique que tout le monde est attiré vers la terre par la force de la pesanteur. Ils l'admettent gentiment et il n'y a plus de problème. Je pense qu'à partir du lycée vous n'avez pas de gens qui défendent la terre plate. Il en existe encore au niveau mondial. Une association défend la terre plate aux Etats-Unis. C'est très intéressant d'aller voir leur site web. Pour moi, les négationnistes de tout poil, sur quelque problème que ce soit, existent sur la terre ronde aussi. C'est tellement marginal que ce n'est plus un problème.

Je pense que si l'on voulait refonder des programmes de biologie intelligents, il faudrait que, dès le début, on parte avec l'évolution et que ce soit de l'évolution, pas de la cladistique. La cladistique est une technique de classification qui se fonde sur la phylogénie des espèces, c'est bien trop spécifique. Je ne vois pas pourquoi on a décidé d'enseigner ce truc-là. Je vois pourquoi en termes de lutte de pouvoir dans les systèmes de l'éducation nationale. Franchement, il n'y avait pas de raison de décider que c'était la cladistique qui devait être le centre de l'enseignement de l'évolution. Les processus évolutifs, c'est cet arbre que je vous ai montré de Darwin qui peut s'expliquer de différentes manières dont on peut tirer beaucoup de choses, entre autres la classification cladiste le jour où l'on en a envie, mais présenter l'évolution dès le départ, très jeune et reprendre dans chaque chapitre, c'est ce qui a été dit dans l'exposé précédent, chacun des chapitres de la biologie. Cela peut donner lieu à une discussion sur les aspects évolutifs qui ont amené à faire de la respiration, de la reproduction chez les plantes, etc. mais on ne peut le faire

que si jamais il y a déjà un minimum de bagages en évolution chez les élèves. C'est d'une vraie révolution conceptuelle que l'on a besoin maintenant dans l'enseignement de la biologie, C'est de mettre l'évolution dès le départ et de la mettre au cœur de chacun des chapitres de la biologie.

A ce moment-là, ce ne sera plus un problème de faire du cladisme, quand on montrera que c'est une technique de classification qu'étudie l'évolution. Voilà ce que je souhaite sincèrement. Avoir plaqué le cladisme comme seule vision de l'évolution et avec d'ailleurs une erreur pédagogique très claire que j'ai identifiée en discutant.

Je donne pas mal de conférences et j'ai pas mal de discussions avec des collègues enseignants de SVT. J'en ai eu la semaine dernière avec les enseignants du CNES, avant-hier matin avec les enseignants de l'APBG (Association des Professeurs de Biologie-Géologie) réunis à Paris. Une des choses claires est que, d'un côté, on voit cette histoire de cladisme et, de l'autre, on nous apprend la sélection naturelle avec les papillons noirs et blancs dans les forêts anglaises et l'anémie falciforme, mais il n'y a aucun lien fait entre les deux.

D'un côté, il y a la phylogénie des espèces et, de l'autre, il y a la sélection naturelle qui change quelques gènes dans quelques populations, aucune liaison n'est faite entre les deux. C'est-à-dire qu'à l'heure actuelle, on peut dire que la théorie de l'évolution n'est pas enseignée dans le secondaire, qu'il faut vraiment attendre d'arriver à Bac+3 pour commencer à avoir un vrai cours sur la théorie de l'évolution. Je trouve cela hallucinant.

Mme LEXA CHOMARD - Une dernière question qui n'est peut-être pas directement liée à l'enseignement de l'évolution mais qui est bien un petit peu le reflet de ce que nous tous, quand nous lisons la presse et que nous essayons de nous informer sur l'évolution, nous sommes amenés à penser ici en France : **Les dérivés logomachiques de l'Institut Darwin de Patrick Tort.**

Si l'on s'intéresse tous un peu à cette évolution, on lit des choses dans les médias et on peut être troublé en France par les personnes qui s'expriment. La question suivante est un peu difficile : **Sans se perdre dans le maquis des mots en « isme », quel pont peut-on établir entre le darwinisme et le structuralisme type Lévi-Strauss ?**

Est-ce que quelqu'un d'entre vous pourrait nous éclairer sur les postures de certaines personnes au sujet de Darwin dans les médias ?

M. GOUYON. - Cela m'a déjà attiré quelques ennuis, mais je n'ai jamais dit autre chose que ce que je pensais. Patrick Tort est un philosophe marxiste. Je n'ai rien contre les philosophes marxistes mais, quand c'est à ce point-là, cela finit par poser un problème. Son but est de trouver tout ce qu'on peut trouver de marxiste dans Darwin. Cela a un petit côté fatigant. Il élimine ce qui ne colle pas avec Marx et il insiste à fond sur ce qui colle avec Marx. Il en rajoute encore un tout petit peu et, s'il y a un truc qui ne colle pas avec le marxisme, c'est bien la génétique. Les Soviétiques ont envoyé tous leurs généticiens au Goulag et ils y sont tous morts.

Patrick Tort leur a fabriqué un truc qu'il appelle l'Institut Darwin qui est sa maison de campagne dans laquelle il reçoit de temps en temps trois personnes. Par ailleurs, il professe une attitude très claire vis-à-vis de tous les domaines qui traitent de génétique dans le domaine de l'évolution et en particulier humaine en assimilant cela au nazisme tout simplement, c'est-à-dire les mêmes attitudes que celles que dit cette loi en Union soviétique. A la fois, Patrick Tort est quelqu'un qui connaît parfaitement bien les textes de Darwin et qui peut dire des choses très intéressantes. Quand on l'écoute, il ne faut pas oublier qu'il y a des moments où il dérape pour des raisons idéologiques. J'écoute avec plaisir Patrick Tort, mais je sais qu'il y a des moments où j'arrête de l'écouter.

M. COPPENS. - En fait, cette question ne m'était pas destinée, mais je vois au bout l'apparition pluricentrique des hominidés possibles ou non.

Tout d'abord, quels hominidés ?

La paléontologie se passe dans le temps et il y a beaucoup de confusion. Par exemple, j'ai un ami, Jean-Jacques Jaeger, qui est en ce moment à l'université de Poitiers. Il a trouvé des fossiles extrêmement moins importants en Extrême Orient ; il a dit, ce qui était normal, que les anthropoïdes, les anthropomorphes c'est la même chose, les hominoïdes c'est la même chose, étaient probablement apparus il y a 50 millions d'années en Asie. Tout de suite la confusion. Ce n'est plus en Afrique, mais en Asie.

Vous avez un chèque de 50 M€ et un chèque de 10 M€, lequel allez-vous prendre ? Avez-vous le choix ? Il ne faut pas confondre ma pauvre Lucy 3,5 millions d'années juste avant l'apparition de l'homme, l'Eve africaine 200 000 ans au maximum quelque part en Afrique, avec l'origine de l'*Homo sapiens*, confusion totale. Alors Lucy l'Eve africaine : non, parce que 200 000 ce n'est pas tout à fait 3,5 millions.

Donc, quand on fait de l'enseignement ou quand on réfléchit simplement à ce genre de choses, comprenez bien ce qu'est la datation et aussi la géographie de la terre à ces moments-là. Ce n'est pas parce que Jaeger a trouvé des fossiles- d'il y a 50 millions d'années en Chine que les hominoïdes ont peut-être une origine en Extrême Orient- que les hominidés africains de 10 millions d'années ne sont pas nés en Afrique.

L'apparition pluricentrique des hominidés pour ce qui concerne la famille des hominidés, pour le moment, on est bel et bien en Afrique et il n'y a pas de contre-indication à cela. C'est une origine unique pour le moment. La science est ouverte.

L'histoire se poursuit. L'homme apparaît, l'homme se répand à travers la terre entière et il passe par un certain nombre d'espèces ou de pseudo-espèces. On aime bien multiplier les noms. Il y a un *Homo habilis*, un *Homo erectus*, un *Homo sapiens*. Evidemment, on a compliqué en faisant un *homo Homo habilis* et un *homo Homo rudolfensis*, qui ont peut-être leur raison d'être et un *homo Homo ergaster* et un *Homo erectus*... et un *Homo sapiens*.

Quel est l'origine de l'*Homo sapiens* ? Est-ce l'*Homo sapiens* ou l'*Homo sapiens sapiens* ?

L'*Homo sapiens*, c'est l'homme moderne ; il peut être *sapiens* ou autre chose ou *sapiens sapiens*. Il se trouve que, dans la classification, *Homo* c'est le genre,

sapiens c'est l'espèce et le deuxième *sapiens* c'est la sous-espèce ou la race humaine. Je reprends le discours de Jacques Arnould de ce matin et je m'amuse quelquefois en disant aux gens : vous savez c'est bien d'être raciste parce que, de toute façon, nous sommes tous aujourd'hui des *Homo sapiens sapiens*. Donc, être raciste c'est être humaniste puisqu'il n'y a pas le choix, on est tous du même genre, de la même espèce et de la même race. La confusion, c'est de ne parler que de sous-espèces la plupart du temps en arrivant à l'*Homo sapiens*.

Avez-vous entendu parler d'un *Homo habilis* quelque chose ? Avez-vous entendu parler d'un *Homo rudolfensis* quelque chose ? Un *Homo erectus* quelque chose ? Oui. Un *Homo ergaster* ? Non.

Homo erectus, quelquefois en Asie, il y a des sous-espèces qui sont traitées. Tout d'un coup, on parle d'*Homo sapiens sapiens*. Combien de gens me disent : on n'est pas des *Homo sapiens*, on est des *Homo sapiens sapiens*.

Un ami américain a fabriqué un *Homo sapiens idaltu*, pourquoi pas. Celui-là n'est pas *sapiens sapiens*, mais il en fait quand même le premier homme moderne, il faut savoir s'il est *idaltu* c'est qu'il n'est pas *sapiens*. Donc, il y a beaucoup de confusion.

L'âge est important.

Apparition pluricentrique, on n'en sait rien. C'est pourquoi je travaille en Mongolie mais aussi un petit peu au Maroc. Il se trouve que la situation est la suivante.

L'homme moderne : deux points de vue. Certains disent l'*Homo erectus* se transforme en *Homo sapiens* là où il est. C'est peut-être l'exemple que j'ai en Mongolie et des exemples au Maroc. Ou bien l'*Homo sapiens* a une seule souche, un seul foyer à partir duquel il se répand comme s'est répandu quelques millions d'années avant lui l'*Homo habilis*. Mais l'*Homo habilis* s'est déjà répandu et sous cette forme ou une autre il a peuplé l'ensemble de l'ancien monde. Donc, si l'*Homo sapiens* apparaît à nouveau à partir d'un foyer et se répand à son tour, il rencontre les autres. Avec les autres, que fait-il ? Ce n'est pas envisagé, on n'en parle pas. S'ils se rencontrent, il y a forcément des hybrides.

La génétique est très en faveur d'une origine spécifique, unique de l'homme moderne à partir d'un foyer africain et, à partir de ce foyer africain, l'homme moderne se serait répandu. C'est possible. Je ne sais pas. Je suis intéressé par les deux points de vue. Pour le moment, j'ai des pièces qui parlent plutôt en faveur de l'autre point de vue, mais le débat n'est pas clos. Cela reste ouvert.

Au Maroc, on a la chance d'avoir une séquence qui part à environ un million d'années, qui va jusqu'à 200 000 ans bien sonnés et, tout le long de cette séquence, on a des outils tout à fait continus. On a en plus les artisans de ces outils. Ils sont *Homo erectus* un tout petit peu *sapiens*, *Homo erectus* un petit peu plus *sapiens*, *Homo sapiens* encore un petit peu *erectus* et *Homo sapiens* bien *sapiens*. Est-ce une séquence à part ? Ce qui n'exclurait pas l'émergence d'un *Homo sapiens sapiens* quelque part en Afrique tropicale ou bien est-ce le schéma général qui s'applique ?

Je réponds à cette question, vous l'avez bien entendu, les hominoïdés apparemment origine asiatique, pour le moment ; les hominidés apparemment

origine africaine et tropicale ; le genre *Homo* apparemment origine africaine et tropicale ; l'espèce *Homo sapiens* peut-être origine africaine, peut-être simplement une terminologie qui n'est pas très au point et un *Homo sapiens* qui est la continuation de l'*Homo erectus* là où il se trouve.

Une petite histoire. On a trouvé au Maroc un crâne de cet *Homo erectus* qui a 400 000 ans. Il y a déjà du *sapiens* en lui, c'est pour cette raison que c'est intéressant. On l'a trouvé près de Rabat dans un endroit qui s'appelle Salé. C'est une carrière d'exploitation des grès pour la construction. On l'a trouvé parce que les carriers cassent les blocs et un bloc s'est cassé juste là. La face est partie dans un bloc et le reste du crâne est dans l'autre. On a seulement trouvé le reste du crâne. On a retourné les blocs dans tous les sens. On est allé voir les chantiers en construction, on n'a pas trouvé la face. Il y a quelques jours, je disais aux Marocains, vous vous rendez compte, il y a une face d'*Homo erectus* quelque part dans une construction et on ne sait pas s'il regarde vers l'intérieur de la maison ou vers l'extérieur, mais vous devriez chercher puisque la cassure s'est faite juste-là.

Mme KELLER-DIDIER. - Si l'on a épuisé tout le lot de questions, on va pouvoir laisser le Président clôturer ce colloque.

Auparavant, je voudrais dire que ce colloque était placé sous le haut patronage du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. Il serait peut-être intéressant d'adresser à Mme la Ministre une conclusion de ce colloque au sujet de l'enseignement de l'évolution. Je pense, Monsieur le Président, que vous pourrez nous aider dans cette démarche. C'est une proposition en préambule à votre conclusion.

Clôture du Colloque par André Rossinot

M. ROSSINOT.- Merci, Madame. Cela ira vite. Demain matin, le directeur de l'enseignement supérieur et de la recherche est à Nancy pour ouvrir le chantier d'ARTEM, donc je le lui dirai et je ne manquerai pas de dire à Valérie les remerciements pour le patronage mais aussi pour la réflexion.

J'ai été très intéressé et je n'ai pas pu être présent pour toutes les questions cet après-midi, mais ce matin, on a tous appris beaucoup de choses à la fois de l'humilité, de l'utopie, de la vérité, du respect, de la culture partagée. C'est bien une caractéristique du monde actuel.

Est-ce que les anniversaires servent à quelque chose dans la vie publique ? On peut se poser la question et est-ce que l'on ne pense qu'à cela en fonction d'un calendrier. Si vous regardiez l'évolution des calendriers des manifestations dans tous les domaines, dans tous les ministères, etc., cela devient une véritable explosion. C'est source de confusion, de difficultés, mais en tout cas c'est une quête extrêmement importante et intéressante parce qu'il faut bien, pour préparer l'avenir, pour comprendre le présent, ne jamais oublier ce qui nous a précédé, la manière dont on nous l'a transmis et ce que nous en avons fait.

M. le Recteur, qui aurait dû être là, m'a chargé de bien vouloir l'excuser, parce qu'il a un souci familial, sera aussi, Madame la Présidente, à vos côtés et je lui dirai de vous recevoir pour que vous puissiez transmettre les conclusions.

Je travaille sur deux concepts, l'école du savoir et l'école de la vie.

L'école du savoir, que ce soit dans le primaire, le secondaire, le supérieur, c'est la fonction du monde de l'éducation, c'est un métier. Mon père était aussi instituteur et m'a appris beaucoup de choses et a répété. On est donc bien sur une logique de transmission, de formation, de pédagogie et en même temps on assurait en quelque sorte l'évolution des choses. Aujourd'hui, c'est dur d'enseigner, dur de former les pédagogues d'aujourd'hui. En tout cas, c'est une grande réflexion d'intérêt général. On voit bien qu'il est intéressant de réfléchir à ces questions parce que le problème se pose. Donc, l'école du savoir c'est cette transmission par les professionnels dans le cadre d'une communauté éducative dans laquelle les familles ont leur place et, de plus en plus, le monde associatif mais aussi les collectivités.

Je pense que la responsabilité des collectivités c'est l'école de la vie, c'est-à-dire tout ce qui se passe autour du monde de l'éducation dont la responsabilité quotidienne est celle des élus, des communes, des départements, des régions, des services de l'Etat. Les manifestations, qui sont organisées à travers ce concept d'école de la vie, dans le domaine de la culture, du sport, de la pédagogie, de l'initiation, de l'accueil des enfants, c'est la responsabilité partagée. Cette responsabilité partagée nous permet d'interpeller et de participer sans pour autant prétendre faire le métier de ceux dont c'est la charge. C'est ce que nous faisons au niveau de la Communauté urbaine avec Marie-Christine Leroy sur cette notion de la culture scientifique et technique.

Nous avons, à partir de l'expérience de 2005, sur les valeurs du XVIIIème, sur tout ce qui touchait au patrimoine du XVIIIème de l'UNESCO, initié cette idée, à partir des forces qui existent, à la fois les forces institutionnelles, le jardin botanique, le muséum aquarium, le musée du fer mais aussi toute la communauté scientifique et technique, toutes celles et ceux qui cherchent, qui enseignent, que nous pouvions nous retrouver dans le respect des éthiques et en partageant des objectifs communs. Nous avons donc constitué une sorte de groupe très ouvert, très réfléchi aussi, qui a mis sur pied une sorte de charte de l'innovation scientifique et technique et de sa pédagogie. Nous avons créé un groupe qui s'appelle « Science, innovation et société » qui se réunit tous les mois et permet ainsi de manière transversale d'accompagner qui la fête de la science, qui un débat avec d'autres ou la mise en communication d'un certain nombre d'éléments d'information sur la vie. L'année prochaine, ce sera la biodiversité puisque ce sera l'année de la biodiversité. On trouve donc bien l'année permanente parce que là aussi la mode des années, cela doit déboucher sur du durable et de la culture durable et du développement durable.

Donc, Madame la Présidente, avec nos amis de Luxembourg, le Président Seck que je tiens à nouveau à saluer, avec l'Académie de Stanislas, nous souhaitons appuyer l'esprit académique parce que, comme je l'ai dit ce matin, il s'inscrit dans cette dimension de partenariat, de soutien, de respect, d'éthique, de valeur humaniste et j'ai vu ce matin que le maire de Nancy est humaniste, il faut vous y habituer. Je pense que c'est aujourd'hui la primauté de l'homme dans la société : le rôle de transmission des aînés, le rôle de formation de ceux qui ont la chance d'avoir des choses à dire. Comme nous avons cet après-midi et ce matin une brochette assez extraordinaire, je voudrais vous féliciter, Madame et votre comité d'organisation, parce que ces jeunes gens sympathiques, plein d'humour et de savoir sont aussi très occupés.

Je voudrais qu'on applaudisse très fort la Présidente, l'Académie Lorraine des Sciences, l'Académie de Stanislas, nos amis du Luxembourg et celles et ceux qui sont venus nous offrir leur talent, leur science et qui plus est leur bonne humeur.

Annexes

A propos du colloque Darwin : héritage et enjeux pour notre Société

L'année 2009 marque un double anniversaire : Le 200^{ème} de la naissance de Darwin et le 150^{ème} de la publication de : « de l'origine des espèces... » paru en novembre 1859.

En cette véritable « Année Darwin », avec le soutien de la Ville de Nancy et de la Communauté Urbaine du Grand Nancy, l'Académie Lorraine des Sciences, l'Académie de Stanislas et l'Institut Grand Ducal, section des Sciences proposent, avec la participation d'éminents spécialistes, ont mené une réflexion de fond transversale et pluridisciplinaire sur thème de l'Evolution.

A partir de valeurs de partage des connaissances et du progrès qui les irriguent, et, dans un « comité » animé par des membres du Conseil d'Administration de l'A.L.S, du bureau de l'Académie de Stanislas et le Président de l'Institut Grand Ducal, section des Sciences, tous ces partenaires se sont réunis dès le mois de juin 2008 pour préparer une manifestation voulue dès le départ comme un grand moment d'histoire et de connaissance, de sciences et de société à partager avec un public très large.

D'où le choix de conférenciers et spécialistes : réputés pour la qualité de leur travaux, remarquables par leur approche didactique, admirables par la force de leurs convictions et de leurs engagements :

- **Yves Coppens**, paléo-anthropologue internationalement connu, Professeur au Collège de France, co signataires de 3 taxons d'Hominidés depuis 1995 en plus des 3 taxons dont il était déjà signataire.
- **Jacques Arnould**, Docteur en histoire des Sciences et Docteur en théologie, chargé de mission au Centre National d'études spatiales. ...
- **Jean Chaline**, directeur de recherche émérite au CNRS, laboratoire des Bio-GéoSciences et professeur honoraire à l'Ecole Pratique des Hautes Etudes où il a dirigé le laboratoire de Paléobiodiversité et de Préhistoire....
- **Pierre Henri Gouyon**, Docteur-Ingénieur en génétique et Docteur d'Etat ès Sciences, membre du Comité d'éthique du CNRS puis de l'INSERM, directeur du laboratoire UPS-CNRS-ENGREF d'Ecologie, Systématique et Evolution, Professeur à l'Université Paris Sud et à l'Ecole Polytechnique .
...
- **Bernard Lathuilière**, paléoécologiste, Professeur à l'Université Henri Poincaré, enseigne en plus de la paléontologie, l'histoire des sciences de l'évolution. Il enseigne aux futurs géologues et aux futurs enseignants du secondaire.
-

Moment privilégié de partage d'information et des connaissances sur le sujet, ouvert au grand public et associant des responsables politiques, le colloque ainsi proposé permettra également d'explorer la façon dont est enseigné aujourd'hui ce thème, en insistant sur l'avenir, 2 ans après que la communauté éducative et scientifique ait été « interpellée » par le regain d'activisme de certains adeptes du créationnisme, concrétisé par la diffusion massive d'un volumineux ouvrage : *l'Atlas de la Création*, envoyé à nombre d'établissements scolaires.

Ce Colloque constitue ainsi une belle occasion de s'interroger collectivement sur la (re)fondation de l'approche pédagogique de l'évolution (dont l'enseignement pourrait être menacé par le créationnisme mais aussi par des objectifs économiques).

Pierre-Henri GUYON

Titre : Professeur

Institutions : [Muséum National d'Histoire Naturelle](#) et [AgroParisTech](#)

Formation : Admis à l'Agro (Institut National Agronomique Paris-Grignon) en 1972, ingénieur agronome en 1975, doctorat de troisième cycle en écologie à l'Université de Montpellier en 1976, thèse de Docteur Ingénieur en génétique à l'Agro en 1978, thèse de Doctorat d'état ès Sciences à l'Université de Montpellier en 1982 et DEA en Philosophie à l'Université des Lettres de Montpellier en 1984.

Prix : Chevalier des palmes académiques et chevalier de la légion d'honneur, élu à l'Academia Europaea (Londres).

Parcours : Enseignant à l'Agro en 1976, professeur à l'Université de Paris-Sud en 1988. Diverses responsabilités au CNRS (directeur scientifique adjoint en 2000-2001) membre du comité d'éthique du CNRS puis de l'INSERM. « Managing editor » du "Journal of Evolutionary Biology" et directeur du laboratoire UPS-CNRS-ENGREF d' »Écologie, Systématique et Évolution" ainsi que professeur à l'Université Paris-Sud et à l'École Polytechnique Travaux de recherche sur les mécanismes de l'évolution en allant de la génétique à l'écologie, consignés dans de nombreuses publications (# 100) dans les plus grandes revues internationales (Nature, Science...) ainsi que des ouvrages, DVD, un rapport au Premier Ministre plus de nombreux articles de vulgarisation et interventions dans les médias et divers documentaires. Membre de divers comités nationaux (CNU, Comité National de la Recherche Scientifique, CNL, biovigilance, développement durable, Grenelle de l'Environnement, Haute autorité sur les OGM, CGB...) et rapporteur du groupe 1 (Recherche & Société) aux assises nationales de la recherche de 2004.

Publications :

- « Les harmonies de la Nature à l'épreuve de la biologie », Paris, INRA, 2001, 89 p. (bibliogr., illustr.)
- DVD (CIRCO) : Génétique & évolution, Gallimard

Jacques ARNOULD

Docteur en histoire des sciences et docteur en théologie, Jacques Arnould s'intéresse aux relations entre sciences, cultures et religions, avec un intérêt particulier pour deux thèmes : celui du vivant et de son évolution, celui de l'espace et de sa conquête. Au premier, il a consacré plusieurs ouvrages et articles d'histoire ou de théologie. Sur le second, il travaille comme chargé de mission au Centre National d'Études Spatiales sur la dimension éthique, sociale et culturelle des activités spatiales.

Bibliographie sur la thématique du colloque

Les Créationnistes, Cerf, 1996.

Darwin, Teilhard de Chardin et Cie, DDB, 1996.

Les Avatars du gène (en collaboration avec Pierre-Henri Gouyon et Jean-Pierre Henry), Belin, 1997.

La Théologie après Darwin, Cerf, 1998.

Dieu, le singe et le big bang, Cerf, 2000.

La Dispute sur le vivant (en collaboration avec Jean-Didier Vincent), DDB, 2000.

L'Église et l'histoire de la nature, Cerf/Jaca, 2000.

Les Moustaches du diable. Lorsque la foi se frotte à la science, mais aussi à l'astrologie, aux miracles, aux expériences de mort imminente, Cerf, 2003.

Dieu versus Darwin. Les créationnistes vont-ils triompher de la science ?, Albin Michel, 2007.

Requiem pour Darwin, Salvator, 2009.

JEAN CHALINE

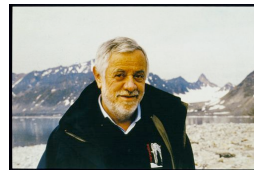
Né le 18/02/37 à Châlons-sur-Marne, France, Jean Chaline est Directeur de recherche émérite au CNRS au Laboratoire des Bio-Géosciences du CNRS (UMR 5561) de l'Université de Bourgogne à Dijon qu'il a animé pendant 12 ans et Professeur honoraire à l'Ecole Pratique des Hautes Etudes où il a dirigé le Laboratoire de Paléobiodiversité et de Préhistoire. Paléontologue, spécialiste des problèmes évolutifs chez les rongeurs de l'hémisphère nord et les hominidés, il s'intéresse aux relations entre la biologie (génétique, biologie du développement) et la paléontologie (EVO-DEVO) dans le cadre de « *la théorie darwinienne de l'évolution* » qui permettent d'apporter de nouvelles réponses aux énigmes de l'évolution. Il développe depuis quelques années, avec l'astrophysicien L. Nottale et l'économiste et sociologue P. Grou, une application de la *théorie physique* révolutionnaire de la *relativité d'échelle* au vivant. Il s'agit d'une nouvelle ouverture de la théorie de l'évolution, intégrant les données les plus récentes de la physique et les résultats sont étonnants. S'intéressant aux relations conflictuelles entre la science et les religions, il a publié en 1997 un roman anti-créationniste (Opération Adam, Ed. Cerf, Paris). Ses travaux : 245 communications nationales et internationales, 34 manuels d'initiation à la recherche, de nombreux articles de vulgarisation et un vidéo film du CNRS et ARTE sur l'origine de l'homme : "*Adam, roi des singes*" (réalisateur J.P. Fargier), Grand Prix du film TV du 3ème Festival du film de chercheur du CNRS à Nancy (24-28/03/98), prix du meilleur film du 1^{er} Festival international de films d'Archéologie de Nyons (Suisse) et d'Amiens.

Derniers livres publiés :

- 2006- DUBOIS J. & CHALINE J. – *La géométrie cachée de la nature. Les fractales*. Ellipses, Paris, 312p.
- 2006- CHALINE J. – *Quoi de neuf depuis Darwin ? La théorie de l'évolution dans tous ses états*. Ellipses, Paris, 479p.
- 2007- CHALINE J. - *L'énigme de l'apparition de la vie* (chap. 10 :137-147). *Le défi démographique* (chap. 14 :191-198) In : *Les grands défis technologiques et scientifiques du XXI^e siècle*. (Ed. P. Bourgeois et P. Grou). Ellipses, Paris.
- sous presse. NOTTALE, L., CHALINE, J. & GOU, P. - *Des fleurs pour Schrödinger. Universalité de la relativité d'échelle*. Ellipses, Paris.
- sous presse. CHALINE, J. & MARCHAND, D. - *Le singe, le gène, l'embryon et l'homme. EVO-DEVO, une nouvelle clé de lecture de l'histoire de l'homme*. Ellipses, Paris.

Yves COPPENS

Passionné par la Préhistoire depuis son enfance, Yves Coppens, né à Vannes en 1934, a commencé sa carrière de chercheur par quelques travaux de fouilles et de prospection en Bretagne pendant ses années de Collège, de Lycée et d'Université (Rennes et Paris-Sorbonne)



Entré au Centre National de la Recherche Scientifique en 1956, il va s'intéresser alors à des périodes anciennes et des pays lointains, en l'occurrence les limites du Tertiaire et du Quaternaire dans les régions tropicales de l'Ancien Monde. Il monte, en effet, à partir de 1960, d'importantes expéditions, d'abord seul, au Tchad, puis en collaboration internationale en Éthiopie (vallée de l'Omo et bassin de l'Afar) ainsi que des missions nombreuses en Algérie, en Tunisie, au Maroc, en Mauritanie, en Afrique du Sud, en Indonésie, aux Philippines, en Chine, en Sibérie, en Mongolie. Les récoltes réalisées par ces campagnes sont importantes : des dizaines de tonnes de fossiles parmi lesquels plus d'un millier de restes d'Hominidés ; les résultats de leur étude seront fascinants. L'histoire des dix derniers millions d'années s'éclaire ; une hypothèse propose une explication environnementale de la séparation Hominidae Panidae il y a 8 millions d'années (Coppens, 1983), une autre, une explication du premier déploiement des Australopithèques il y a 4 millions d'années (Coppens, 1999), une autre, une explication de l'émergence du genre Homo il y a 3 millions d'années (Coppens 1975) ; ces 3 stades s'enchaînent en cyme ou en épi, au sein de véritables bouquets, chacun se trouvant, à la base, à l'origine du suivant, mais n'en développant pas moins ensuite sa propre lignée de manière originale et indépendante (Coppens, 1975). Enfin, Yves Coppens a montré, en s'appuyant sur les vitesses différentielles d'évolution de la biologie et de la technologie, comment l'acquis peu à peu avait prévalu sur l'inné donnant à l'Homme sa liberté et sa responsabilité et pourquoi, depuis 100 000 ans, l'évolution de l'Homme s'était ralentie puis arrêtée (Coppens 1982, 1988). Associé aux découvertes paléanthropologiques les plus récentes (Tchad, Kenya) grâce à la courtoisie de ses collègues, Yves Coppens se trouve aujourd'hui cosignataire de 3 taxons d'Hominidés nouveaux depuis 1995 en plus des 3 taxons dont il était déjà signataire (ce qui fait 6 et constitue un record mondial original !).

Pendant ces années, Yves Coppens a gravi les premiers échelons du CNRS (Chargé de Recherche) avant d'être appelé, en 1969, à la sous-direction du Musée de l'Homme (premier Professorat), et en 1979, à sa direction. Nommé Professeur de première classe au Muséum

Pendant ces années, Yves Coppens a gravi les premiers échelons du CNRS (Chargé de Recherche) avant d'être appelé, en 1969, à la sous-direction du Musée de l'Homme (premier Professorat), et en 1979, à sa direction. Nommé Professeur de première classe au Muséum national d'Histoire naturelle, titulaire de la Chaire d'Anthropologie en 1980, il ne devait honorer ces nouvelles fonctions que trois ans, élu titulaire de la Chaire de Paléanthropologie et Préhistoire du Collège de France en 1983. Présent dans de nombreuses instances nationales et internationales gérant les disciplines de sa compétence, Yves Coppens a dirigé un laboratoire, de nombreux programmes de recherches en Afrique et en Asie et deux collections d'ouvrages du CNRS. Il est l'auteur de plus d'un millier d'articles et de livres traitant de sa discipline.

Yves Coppens a reçu le prix Edmond Hébert (1963), le prix André C. Bonnet (1969) et le grand prix Jaffé (1974) de l'Académie des Sciences, la médaille d'or de l'Empereur d'Éthiopie (1973), le grand prix scientifique de la Fondation de France (1975), la médaille Fourmarier de la Société Géologique de Belgique (1975), le prix Glaxo (1978), la médaille d'argent du CNRS (1982), le prix Kalinga de l'UNESCO (1984), la médaille Vandenbroeck de la Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie (1987), la médaille André Duveyrier de la Société de Géographie (1989), la médaille d'or de l'encouragement au progrès (1991), le grand prix scientifique de l'Académie internationale de Lutèce (1994), la médaille Carl Gustaf Bernhard de l'Académie royale des Sciences de Suède (1997), la Grande médaille d'or 2002 pour les Sciences de la Société académique Art-Sciences-Lettres de Paris, le prix 2005 Fabio Frassetto de l'Accademia dei Lincei de Rome pour l'Anthropologie physique, le Prix Nonino à "un Maître de notre temps" , Udine, Frioul, Italie, 2007, etc ; il a fait la 27^e Annual Address de la Palaeontological Association à Londres (1984), la 55^e James Arthur Lecture on the Evolution of the Human Brain à l'American Museum of Natural History à New York (1985), la IX^e conférence Augustin Frigon de l'École Polytechnique de Montréal (1985), la Beatty Memorial Lecture de l'Université McGill de Montréal (1995), la 8^e Carl-Gustaf Bernhard Lecture de l'Académie royale des Sciences de Suède à Stockholm (1997), la Robert Broom Memorial Lecture 2000 du Transvaal Museum à Pretoria, la Claude Bernard Lecture 2002 de la Royal Society à Londres, la 5^{ème} Gustav Heinrich Ralph von Koenigswald Lecture au Senckenberg Museum à Frankfurt (2006) ; il a présidé la Commission de préparation et de rédaction de la Charte de l'Environnement (2002 - 2003), entrée dans la Constitution française le 28 février 2005 etc. ; il est Membre de l'Académie des Sciences, de l'Académie nationale de Médecine, de l'Academia Europaea, Associé de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux Arts de Belgique, Membre honoraire de l'Académie royale de Médecine de Belgique, Membre de l'Académie nationale des Sciences de Rome, Honorary fellow du Royal Anthropological Institute of Great Britain and Ireland,

Foreign associate de la Royal Society d'Afrique du Sud, etc. Il est aussi Docteur *honoris causa* des Universités de Bologne, de Liège, de Mons, de Chicago et il a donné son nom à un astéroïde et à plusieurs établissements français, universités, écoles, collèges, bibliothèques, médiathèques, laboratoires, amphithéâtres, salles, promotions, et récemment, à la Chaire d'Archéologie créée à l'Université de Recife au Brésil; il est Commandeur de la Légion d'Honneur, Commandeur de l'Ordre du Mérite, Commandeur des Palmes Académiques, Officier de l'Ordre des Arts et des Lettres, Commandeur de l'Ordre du Mérite de la Principauté de Monaco, Officier de l'Ordre National du Tchad, etc, et citoyen d'honneur de 21 villes.

PRINCIPAUX OUVRAGES ET ARTICLES

- Notice sur les fours à augets de la côte méridionale bretonne et plus spécialement du Morbihan. *Notices d'archéologie armoricaine des Ann. de Bretagne*, Rennes, t. LX, 1953, fasc. 2, 1954 : pp. 336-353.
- Les Proboscidiens du Tchad, leur contribution à la chronologie du Quaternaire africain. *Actas del V Congreso panafricano de Prehistoria y de Estudio del Cuaternario*. Santa Cruz de Tenerife, Publicaciones del Museo arqueológico, t. 1, 5, 1965 : pp. 331-387.
- *Le Tchadanthropus*. L'Anthropologie, Paris, t. 70, n° 1-2, 1966 : pp. 5-16.
- Sur la découverte dans le Pléistocène inférieur de la vallée de l'Omo (Ethiopie) d'une mandibule d'Australopithécien (C. Arambourg et Y. Coppens). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, t. 265, 1967 : 589-590, 1 fig.
- Les cultures protohistoriques et historiques du Djourab. Premier colloque international d'Archéologie africaine. *Études et Documents tchadiens*, Fort Lamy, Mémoires, 1, 1970 : pp. 129-146.
- Tentative de zonation du Pliocène et du Pléistocène d'Afrique par les grands mammifères. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 274, 1972 : pp. 181-184.
- Évolution des Mammifères, de leurs fréquences et de leurs associations au cours du Plio-Pléistocène dans la basse vallée de l'Omo en Éthiopie. *C. R. Acad. Sc.*, Paris, t. 281, 1975 : pp. 1571-1574.
- Évolution des Hominidés et de leur environnement au cours du Plio-Pléistocène dans la basse vallée de l'Omo en Éthiopie. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 281, 1975 : pp. 1693-1696.
- *Origines de l'Homme*, Musée de l'Homme, Paris, 1976, 148 p. (direction de la publication) ; *Origini del Uomo*, Rome, 1981, 148 p.

- *Earliest Man and environments in the lake Rudolf Basin* (direction de la publication en coll. avec F.C. Howell, G.L.I. Isaac et R. Leakey), The University of Chicago press, 1976, 615 p.
- *Les plus anciens Hominidés* (direction de la publication en coll. avec P.V. Tobias), colloque CNRS, Union internationale des Sciences préhistoriques et protohistoriques, Nice, 1976, 465 p.
- Les Hominidés du Pliocène et du Pléistocène d'Éthiopie, chronologie, systématique, environnement in « *Les origines humaines et les époques de l'intelligence* », Fondation Singer Polignac, Éd. Masson, Paris, 1978 : pp.79-106.
- A new species of the genus *Australopithecus* (Primates : Hominidae) from the Pliocene of eastern Africa. (D. C. Johanson, T. D. White et Y. Coppens) *Kirtlandia*, Cleveland, n° 28, 1978 : 1-14, 4 fig
- *Géologie et Paléontologie de la Rift Valley* (direction de la publication). *Bull. Soc. Géol. France*, (7), XXI, n° 3, Paris, 1979, 128 p.
- The differences between *Australopithecus* and *Homo* : preliminary conclusion from the Omo Research Expedition's studies in : *Current Argument on Early Man*, report from a Nobel symposium, Pergamon press, 1980 : pp. 207-225.
- Le cerveau des Hommes fossiles. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 292, supplément à la vie académique, 1981, 24 p.
- L'origine du genre *Homo*. Colloque international du CNRS, *Les processus de l'Hominisation*, Paris, 1981 : pp. 55-60.
- *Les plus anciens Hominidés* (direction de la publication) Colloque de l'Union internationale des Sciences préhistoriques et protohistoriques, Mexico, 1981, 107 p.
- *Le Singe, l'Afrique et l'Homme*, collection Le Temps des Sciences, Éd. Fayard, 1983, 152 p. ; éditions française de poche, italienne, allemande, allemande de poche, portugaise, suédoise, espagnole
- *Les Australopithèques* (direction de la publication). *Bull. et Mém. Soc. Anthropol.* Paris, 1984, pp. 269-380.
- Leçon inaugurale faite le vendredi 2 décembre 1983, Collège de France, Chaire de Paléanthropologie et préhistoire, Collège de France, 94, 1984, 34 p.
- Hominoïdés, Hominidés et Hommes, *La Vie des Sciences*, C.R. Acad. Sc., s.g., 1 (5), pp.459-486, 1984.
- Évolution de l'Homme, *La Vie des Sciences*, C.R. Acad. Sc., s.g., 3 (3), pp.227-243, 1986.
- L'origine de l'Homme : le milieu, la découverte, la conscience, la création, *Revue des Sciences morales et politiques*, 4, pp. 507-532, 1987.
- Les vicissitudes de l'évolution humaine, *Bull. Acad. nat. Méd.*, 172, 9, pp. 1289-1296, 1988.
- *Pré-ambules, les premiers pas de l'Homme*, Éd. Odile Jacob, Paris, 1988, 247 p., éditions française de poche, portugaise, italienne

- L'ambiguïté des doubles Vénus du Gravettien de France, *C. R. des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, pp. 566-571, 1989.
- Des étoiles à la pensée (guest editor), *Diogène*, n° 155, 150 p., 1991.
- *Origine(s) de la bipédie chez les Hominidés* (direction de la publication en coll. avec B. Senut), *Cahiers de Paléanthropologie du CNRS*, 301 p., 1991.
- L'originalité anatomique et fonctionnelle de la première bipédie, *Bull. Acad. natle. méd.*, 175(7), pp. 977-993, 1991.
- Le premier peuplement de l'Europe : l'extraordinaire histoire de l'Homme de Néandertal, *Bull. Acad. natle. méd.*, 176(9), pp. 1465-1471, 1992.
- De l'information scientifique : entre la recherche et la culture, *La Vie des Sciences*, C. R. Acad. Sc., Paris, série générale, 10, 1, pp. 45-49, 1993.
- East Side Story, the origin of Humankind, *Scientific American*, pp. 88-95, 1994.
- The first australopithecus, 2200 km west of the Rift Valley (Chad) (M. Brunet, A. Beauvilain, Y. Coppens, E. Heintz, Aladji H.E. Moutaye, D. Pilbeam) *Nature*, 378, 272-275, 1995
- Australopithecus bahrelghazali, une nouvelle espèce d'hominidé ancien de la région de Koro-Toro (Tchad) (M. Brunet, A. Beauvilain, Y. Coppens, E. Heintz, Aladji H.E. Moutaye, D. Pilbeam) *C.R. Acad. Sc., Paris*, 322 série II, 907-913, 1996
- *La plus belle histoire du monde* (Hubert Reeves, Joël de Rosnay, Yves Coppens et Dominique Simonnet), Le Seuil, 1996, 166 p. éditions espagnole, portugaise, polonaise, grecque, coréenne, japonaise, turque, catalane, vietnamienne, américaine, chilienne, brésilienne, allemande, libanaise, chinoise, arabe, italienne, mexicaine, basque, albanaise.
- *Sous le vent du monde*, Pierre Pelot, collaboration scientifique Yves Coppens, Éditions Denoël, 1997, 5 volumes. Edition espagnole.
- *Le genou de Lucy*, Éditions Odile Jacob, Paris, 1999, 250 p. éditions française de poche, japonaise, coréenne, anglaise, espagnole
- *Découverte d'un Homo sapiens archaïque à Oranjemund, Namibie* (B. Senut, M. Pickford, J. Braga, D. Marais, Y. Coppens) *C.R. Acad. Sc. Paris*, 2000, 330, 813-819.
- *First Hominid from the Miocene (Lukeino Formation, Kenya)* (B. Senut, M. Pickford, M. Gommery, P. Mein, K. Cheboi, Y. Coppens) *C.R. Acad. Sci. Paris*, 2001 332, 137-144.
- *Origine de l'Homme, réalité, mythe, mode*, sous la direction d'Yves Coppens, Editions Artcom', 2001, 355 p.
- *Aux origines de l'Humanité*, sous la direction d'Yves Coppens et de Pascal Picq, Editions Fayard, 2001, tome 1, 642 p. tome 2, 561 p. édition espagnole
- *A new hominid from the Upper Miocene of Chad, Central Africa*, (M. Brunet, F. Guy, D. Pilbeam, T. Mackaye, D. Ahounta, A. Beauvilain, H. Bocherens, L. de Bonis, Y. Coppens, ...) *Nature*, 418, 145-151, 2002

- Les premiers Hominidés, (direction de la publication, en collaboration avec Michel Brunet), numéro thématique, Comptes Rendus Palévol. t. 3, fascicule 4, 2004, 239-351.

- *Histoire de l'homme et changements climatiques*, Collège de France / Fayard, 2006, 93 p., édition italienne, 2007.

- *L'Histoire de l'Homme, 22 ans d'amphi au Collège de France (1983 - 2005)*, Éditions Odile Jacob, Paris, 2008, 246 p.

- *Discovery of an archaic Homo sapiens skullcap in Northeast Mongolia*, Yves Coppens, Damdinsuren Tseveendorj, Fabrice Demeter, Tsagaan Turbat, Pierre-Henri Giscard Comptes Rendus Palévol. t. 7, 2008, 51- 60

Bernard LATHUILLIERE**ETUDES**

Maitrise en Sciences de la Terre: Université Cl. Bernard, Lyon 1978

D.E.A : Lyon (1979) "Calcaires à polypiers" et "Calcaires à petites huîtres" de "Ile Crémieu": étude des paléomilieux.

Doctorat de 3ème cycle: Université Cl. Bernard, Lyon (1981)

Paléoécologie des calcaires à polypiers et faciès associés du Bajocien du Jura du Sud "

Habilitation à Diriger des Recherches: Université H. Poincaré Nancy 1 (1997) "Coraux mésozoïques, de la forme au paléoenvironnement".

EMPLOIS

Depuis Octobre 2002 + professeur à l'UHP Nancy 1

Janvier 1990 à Septembre 2002 + maître de conférence à l'UHP de Nancy 1

Depuis Janvier 1990 + maître de conférence à l'Université de Nancy 1.

Juillet 1983 à Décembre 1989 + maître-assistant à l' Université de Nancy 1.

Septembre 1982 à Juin 1983 + maître auxiliaire à Broons (Côtes d'Armor).

Juin à Août 1982 + employé de banque.

TRAVAIL DE RECHERCHE

Fondamentalement paléoécologiste, j'ai travaillé surtout aux relations entre les coraux jurassiques et leur environnement. Pour un tel travail j'ai essayé de lier plusieurs approches : le travail de terrain, l'étude du microfaciès, la taxinomie et les bases de données, la morphologie, la morphométrie, l'analyse morpho-fonctionnelle, l'analyse des populations et de la variabilité intraspécifique. Cette recherche s'inscrit dans une démarche générale qui cherche à comprendre les couplages et découplages entre les cycles écologiques et les cycles sédimentaires entre l'histoire de la vie et l'histoire de la terre. Ce travail de recherche est concrétisé par 116 publications. Je suis aujourd'hui engagé dans un travail d'équipe international de révision du *Treatise on invertebrate paleontology part F Coelenterata* pour coordonner la partie Coraux jurassiques (<http://obsidian.nhm.ac.uk/csphere/index.>)

TRAVAIL D'ENSEIGNEMENT

J'enseigne l'évolution à l'université H. Poincaré depuis 1983. A côté des enseignements traditionnels de paléontologie qui restent une base pratique pour le géologue, j'ai par exemple introduit un enseignement sur les méthodes modernes de phylogénétique. J'ai aussi introduit un enseignement sur l'histoire des sciences de l'Evolution. J'enseigne à la fois aux futurs géologues et aux futurs enseignants du secondaire.

- Lathuilière , Bernard: "Répertoire objectif des coraux jurassiques"

Presses universitaires de Nancy 1989

- Mangold C, Poirot E, Lathuilière B, Le Roux J: "Biochronologie du Bajocien supérieur et du Bathonien de Lorraine (France)" *Geobios* 1994, Volume 27, Supplément 2, Pages 343-39

- Martini R, Zaninetti L, Lathuilière B, Cirilli S, Cornée JJ, Villeneuve M: "Upper Triassic carbonate deposits of Seram (Indonesia): palaeogeographic and geodynamic implications" *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, Issues 1-2, 13 april 2004, Pages 75-102

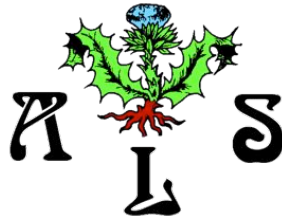
- Carpentier C; Lathuilière B ; Ferry S: "La plate-forme carbonatée oxfordienne de Lorraine : arguments pour une ouverture vers la mer Germanique"

Comptes rendus. Géoscience ISSN 1631-0713
2004, vol. 336, no1, pp. 59-66

- Carpentier C ; Breton G ; Huault V ; Lathuilière B : "Crustacés décapodes du Kimméridgien de Lorraine (France)"

Geobios 2006, vol. 39, no5, pp. 617-629 Elsevier Paris"

Académie Lorraine des Sciences



Présentation de l'Académie Lorraine des Sciences

par

Colette KELLER-DIDIER

Docteur en Pharmacie

Présidente de l'Académie Lorraine des Sciences

Présidente de la Section Médecine, Médecine vétérinaire, Pharmacie

Fondée en 1829 la *Société du Muséum d'Histoire Naturelle de Strasbourg* décide en 1871, à la suite de l'annexion de l'Alsace par l'Empire Allemand, de se transférer à Nancy. Elle prend alors le nom de *Société des Sciences de Nancy*. En leur article 3, les statuts déposés le 10 mars 1873, prévoient ainsi l'objet social de ladite société : "*la Société a pour but les progrès et la diffusion des sciences mathématiques, physiques et naturelles dans toutes leurs branches théoriques et appliquées. Elle y concourt par ses travaux et ses publications*" Aujourd'hui cette mission est toujours valable et le Conseil d'administration s'est donné pour mission de faire de l'*Académie Lorraine des Sciences* :

- un carrefour d'informations et d'échanges sur la recherche scientifique en Lorraine
- un centre pédagogique propre à ouvrir le monde scientifique au Grand Public
- un lieu de mémoire retraçant les grandes activités scientifiques humaines
- une plate forme de rencontres pour les scientifiques européens et internationaux en liaison avec nos pôles de recherche régionaux.

Pour ce faire le Conseil d'Administration s'est fixé un plan d'actions pluri-directionnel :

- créer des relations avec les Universités et les centres de recherche
- organiser des conférences données par des scientifiques venant de différents horizons
- programmer des réunions réservées à des communications faites par de jeunes chercheurs qui présenteront l'état de leurs travaux
- réaliser des colloques avec nos partenaires
- sensibiliser les élèves des établissements du secondaire sur l'importance des Sciences
- attribuer des prix
- proposer des visites de différents pôles scientifiques et techniques
- participer aux journées de la Science
- développer le site web de l'Académie Lorraine des Sciences
- publier un bulletin chargé de relater la vie associative de l'Académie et ses activités purement scientifiques. Ainsi le Conseil de l'Académie Lorraine des Sciences souhaite offrir une "tribune" aux chercheurs et présenter au public une vitrine des sciences développées en Lorraine.

Quelques "personnalités célèbres" ayant appartenu à la Société des Sciences de Nancy :

Oberlin, professeur de matière médicale et pharmacologie à l'Ecole de Pharmacie

Albin Haller, professeur à la Sorbonne

Bernheim, professeur à la Faculté de Médecine

Bichat, doyen de la Faculté des Sciences

Emile André, architecte

Henri Poincaré, professeur à la Faculté des Sciences de Paris

Lederlin, doyen de la Faculté de Droit

Blondlot, professeur de Chimie et de toxicologie à la Faculté des Sciences de Nancy.

L'Académie de Stanislas

Notre Académie a été fondée par le roi Stanislas le 28 Décembre 1750, en même temps d'ailleurs que la bibliothèque publique qui est aujourd'hui la Bibliothèque Municipale de Nancy. Elle s'appelait au départ *Société Royale des Sciences et Belles Lettres de Nancy*. A l'origine elle se réunissait au Palais Ducal puis elle trouva sa place en 1763 dans le nouvel Hôtel de ville construit par le roi de Pologne sur la place qui porte son nom après s'être appelée *Place Royale* en hommage à **Louis XV**, gendre de Stanislas. Lorsque notre compagnie s'est reconstituée, après une interruption due à la révolution et qui dura de 1793 à 1802, elle se réunissait dans une salle des anciens bâtiments de l'Université Lorraine, Bâtiments qui sont occupés de nos jours par la Bibliothèque Municipale rue Stanislas. Elle a, toutefois, conservé l'usage du salon carré de l'hôtel de ville pour ses séances solennelles.

Parmi les premiers membres de cette Académie au XVIIIème siècle les plus célèbres furent **Montesquieu**, **Fontenelle**, **La Condamine**, **Buffon**, **Maupertuis** puis ultérieurement François de Neufchâteau et l'Abbé Grégoire.

L'esprit de Stanislas, l'esprit du *siècle des Lumières* a perduré au sein de l'Académie pendant toute son histoire.

Lasse des divers changements de régime politique qui lui imposaient, à chaque révolution de prendre une nouvelle dénomination elle a décidé, en 1852, d'adopter un nom définitif celui *d'Académie de Stanislas*.

Elle a connu à la fin du XIXème siècle et au début du XXème une période particulièrement brillante : elle rassemblait de grands universitaires comme le mathématicien **Henri Poincaré**, de hauts dignitaires ecclésiastiques, comme le cardinal **Mathieu**, des chefs militaires prestigieux comme le Maréchal **Lyautey**.

Au cours du XXème siècle, le Cardinal **Tisserand**, le maréchal **Juin** et l'Archiduc **Otto de Habsbourg** ainsi que de nombreux membres de l'Académie Française en ont fait partie.

Elle a mis un point d'honneur à continuer à siéger sous les obus allemands en 1914-1918 et à refuser de le faire quand la ville de Nancy a été occupée de 1940 à 1944.

L'Académie de Stanislas a retrouvé un fonctionnement normal à la fin de la Seconde Guerre Mondiale.

Au plan structurel elle comprend 36 *membres titulaires*, un nombre indéterminé *d'associés correspondants locaux*, résidant à Nancy ou aux environs, *d'associés correspondants nationaux* et *d'associés correspondants étrangers*. Les membres titulaires sont cooptés par leurs pairs et choisis parmi ceux des associés qui se sont signalés à la fois par leur talent et par leur assiduité. Les membres associés sont élus par les titulaires, après qu'un rapport sur chaque candidature ait été présenté par un membre titulaire.

L'Académie se réunit en séance privée à son siège deux fois par mois, en principe le premier et le troisième Vendredi à 17 heures. Au cours de ces séances, elle entend à chaque fois une communication faite par l'un de ses membres sur un sujet culturel qu'il soit à caractère scientifique, littéraire, juridique ou encore artistique. Les textes des communications, suivis du résumé des discussions qu'elles entraînent, sont publiés dans les *Mémoires de l'Académie*.

L'Académie siège deux fois par an en séance publique et solennelle, en principe au *Salon Carré de l'Hotel de Ville*.

La séance de janvier est consacrée à la remise des prix décernés par l'Académie : Prix de dévouement, Prix littéraires, Prix scientifiques, Prix artistiques et enfin Grand Prix.

La séance de Mai est consacrée au discours de réception des nouveaux membres titulaires, qui les prononcent dans l'ordre de leur élection.

Ces dernières années un intermède musical s'insère agréablement au milieu des communications.

L'Académie peut, en outre, en certaines occasions, organiser des séances publiques extraordinaires.

Enfin elle participe à de nombreuses manifestations culturelles, à Nancy ou dans l'ensemble de la Lorraine, auxquelles elle accorde volontiers son patronage.

L'Académie est administrée par un bureau qui comprend un *président*, renouvelé chaque année, un *vice-président* qui deviendra président l'année suivante, un *secrétaire perpétuel* non renouvelable annuellement, un *questeur trésorier*, un *bibliothécaire archiviste* et un *secrétaire annuel*. L'Académie publie chaque année un volume de *Mémoires*, qui renferme les textes des éloges funèbres, des rapports sur les prix qu'elle décerne, des discours de réception des nouveaux titulaires et des communications faites au cours de l'année.

Historique

1850

création de la Société des sciences naturelles (1^{er} août) par vingt intellectuels luxembourgeois, avec parmi eux des professeurs, des industriels et des représentants de professions libérales / constitution définitive de la nouvelle association par arrêté grand-ducal du 3 décembre 1850 (premier président : Jean François Nicolas BOCH-BUSCHMANN / manufacturier à Septfontaines). But de la nouvelle société : « concourir au progrès et à la propagation des sciences naturelles dans le pays » ;

1850- 1867

établissement de liens (par correspondance) avec des sociétés savantes de l'Allemagne, de l'Angleterre, de la Belgique, des USA, de l'Italie, de l'Australie, de la France, des Pays-Bas, de la Russie, de la Suède et de la Suisse ; réunions régulières des membres de la société ; dès 1853 parution de la publication de la nouvelle société appelée « ARCHIVES » à partir de 1906 ;

création d'une bibliothèque notamment avec les publications obtenues par échange avec des sociétés savantes étrangères,

1868

création (à l'instar de l'Institut de France) de l' « Institut Grand-ducal » par la réunion des trois sociétés savantes existantes : la Société archéologique (fondée en 1845), la Société des sciences naturelles (fondée en 1850) et la Société des sciences médicales (fondée en 1861) ; les trois sociétés en question devenant : la Section Historique, la Section des Sciences naturelles, physiques et mathématiques et la Section des Sciences médicales de l'Institut Grand-ducal ;

1868 – 1908

continuation des travaux de la Section des Sciences (naturelles, physiques et mathématiques) avec des réunions régulières de ses membres, invitation d'éminents scientifiques étrangers à la tribune de la Section, seule tribune en sciences naturelles, physiques et mathématiques du pays, participation de ses membres à des congrès scientifiques à l'étranger, publication de travaux scientifiques dans les « ARCHIVES » ; création d'un cabinet d'histoire naturelle qui devient à partir de 1854 déjà, un « musée d'histoire naturelle » ; création dès 1867 au sein de la Société des sciences naturelles d'une

section spéciale s'adonnant essentiellement à la botanique qui devient en 1872 la « Société botanique du Grand-Duché de Luxembourg et en 1907, - en fusionnant avec la « Fauna » - , la « Société des Naturalistes Luxembourgeois » ;

1908

transfert des réunions de la Section des Sciences (naturelles, physiques et mathématiques) de l'Athénée Royal Grand-ducal, situé au centre de la Ville de Luxembourg à l'« Ecole industrielle et commerciale » (appelée à partir de 1945 « Lycée de Garçons de Luxembourg »), nouvellement construite dans un quartier nouveau de la Ville de Luxembourg, le « Limpertsberg » ;

1909- 1950

continuation des travaux de la Section des Sciences (naturelles, physiques et mathématiques) de l'Institut Grand-ducal, toujours seule tribune officielle du pays pour les travaux scientifiques de biologie, chimie, géologie, mathématique et physique ; forte augmentation des sociétés savantes correspondantes : de 9 en 1850 elles sont de 239 en 1935 ; reformulation des statuts de la Section en 1924 : la Section est administrée par un « bureau » comprenant un président, un vice-président, un trésorier et un bibliothécaire, tous élus sur des mandats annuels reconduisibles sans limitation ; les membres de la Section sont maintenant des membres effectifs (limitation à trente), des membres agrégés (plus tard : « membres correspondants » / pas de limitation du nombre) et des membres honoraires (« membres d'honneur » plus tard / pas de limitation du nombre) ; interruption par la Section des ses travaux pendant l'occupation allemande de 1940 à 1944 ;

1950

célébration du 100^{ième} anniversaire de la Section en présence de LL. AA. RR. la Grande-Duchesse Charlotte et le Prince Félix, des membres du Gouvernement et de représentants officiels à Luxembourg de la Belgique, de la France, des USA, du Royaume-Uni, de l'Italie et des Pays-Bas, de même que des délégués des académies des sciences et des universités des pays voisins ;

1951 – 2000

continuation des travaux de la Section avec la publication des « ARCHIVES », la présentation des travaux de ses membres lors des réunions, l'invitation de conférenciers étrangers prestigieux avec parmi eux des lauréats de Prix Nobel (Werner Heisenberg, Louis Neel, Vladimir Prelog, Ilja Prigogine, Jean-Marie Lehn) ;

l'organisation et la réalisation de tables rondes et d'expositions sur des sujets d'actualité scientifique; dès 1995 participation au cycle de conférences annuel des « Chercheurs Luxembourgeois à l'Etranger », organisation et réalisation de ce cycle dès 1999 ;

2000

célébration du 150^{ième} anniversaire de la Section avec :

- un cycle de conférences intitulé « Les Sciences à l'aube du 21^{ième} siècle » avec comme conférenciers e.a. trois lauréats des Prix Nobel (Claude Nessim Cohen-Tannoudji, Jean-Marie Lehn, Christian De Duve) ;
- une exposition à la Bibliothèque Nationale
- une séance académique en présence de S.A.R. le Grand-Duc et de la plupart des membres du Gouvernement du Luxembourg ;

2001 – 2009

continuation des travaux de la Section dans un contexte national de culture scientifique très intense avec la présence du Musée National d'Histoire Naturelle, des Centres de Recherche Public et notamment de l'Université du Luxembourg à partir de 2004, travaux comprenant notamment :

- le transfert des locaux occupés par la Section des Sciences du No 5 de la rue Large au No 2, rue Kalchesbruck à Luxembourg-Findel ;
- la continuation de la publication des « ARCHIVES » ;
- l'organisation de conférences publiques sur des sujets scientifiques d'actualité ;
- la création d'une page INTERNET sous www.igdss.lu;
- la continuation du cycle annuel des conférences des « Chercheurs Luxembourgeois à l'Etranger » ;
- la signature le 17 octobre 2004 d'une convention de partenariat avec l'Académie Lorraine des Sciences et à partir de l'année 2005 échange régulier de conférenciers dans le cadre de ce partenariat ;
- organisation d'un cycle de conférence annuel sur des sujets scientifiques au mois de mars ;
- recours systématique à un cofinancement notamment de par le Fonds National de Recherche du Luxembourg ;
- création des Grands Prix en Sciences de l'Institut Grand-ducal avec un sponsoring en partie privée assurant le financement de ces prix jusqu'en 2029.

(Fait à Luxembourg-Ville le 4 octobre 2009 par le Prof. Pierre SECK, secrétaire de la Section des Sciences de 1980 à 1996 ; vice-président de la Section de 1996 à 1998, président de la Section à partir de 1998).