

BULLETIN N° 133
ACADÉMIE EUROPEENNE
INTERDISCIPLINAIRE
DES SCIENCES



Séance du mardi 10 mars 2009 :

**Réflexions sur « Evolution et Développement » en présence du Pr Michel MORANGE
directeur de l'Institut Jean Cavailles de l'ENS**

Prochaine séance le mardi 14 avril 2009 :

**Présentation par Vincent FLEURY
chercheur au CNRS Université Paris VII -Diderot
de "Interprétation physique de l'évolution"**

ACADEMIE EUROPEENNE INTERDISCIPLINAIRE DES SCIENCES

FONDATION DE LA MAISON DES SCIENCES DE L'HOMME

PRESIDENT : Michel GONDRAN
VICE PRESIDENT : Pr Victor MASTRANGELO
SECRETAIRE GENERAL : Irène HERPE-LITWIN
TRESORIER GENERAL : Bruno BLONDEL
MEMBRE DU CA Patrice CROSSA-RAYNAUD

PRESIDENT FONDATEUR : Dr. Lucien LEVY (†)
PRESIDENT D'HONNEUR : Gilbert BELAUBRE
SECRETAIRE GENERAL D'HONNEUR : Pr. P. LIACOPOULOS (†)

CONSEILLERS SCIENTIFIQUES :
SCIENCES DE LA MATIERE : Pr. Gilles COHEN-TANNOUDJI
SCIENCES DE LA VIE ET BIOTECHNIQUES : Pr François BEGON

SECTION DE NICE :
PRESIDENT : Doyen René DARS

SECTION DE NANCY :
PRESIDENT : Pr Pierre NABET

mars 2009

N°133

TABLE DES MATIERES

- P. 3 Compte-rendu de la séance du mardi 10 mars 2009
- P. 6 Comptes rendus des séances de la Section Nice Côte d'Azur
- P.24 Annonces
- P.26 Documents

<p>Prochaine séance: Mardi 14 avril 2009 MSH, salle 215-18heures : Présentation par Vincent FLEURY chercheur au CNRS Université –Paris VII-Diderot « Interprétation physique de l'évolution »</p>

ACADEMIE EUROPEENNE INTERDISCIPLINAIRE DES SCIENCES
Maison des Sciences de l'Homme, Paris.

Séance du
Mardi 10 mars 2009

Maison des Sciences de l'Homme, salle 215, à 18 h.

La séance est ouverte à 18 h. 00 sous la Présidence de Michel GONDRAN et en la présence de nos collègues, Gilbert BELAUBRE, Bruno BLONDEL, Claude ELBAZ , Irène HERPELITWIN, Gérard LEVY, Jacques LEVY , Pierre MARCHAIS, Victor MASTRANGELO, Alain STAHL.

Etait présent en tant que visiteur Sigürd BÖHM, un enseignant d'allemand et de philosophie

Étaient excusés : François BEGON, Alain CARDON, Gilles COHEN-TANNOUDJI, Françoise DUTHEIL, Jean -Pierre FRANCOISE, Marie-Louise LABAT, Saadi LAHLOU,.

L'Ordre du jour appelle :

- I) Présentation du projet « Collège Albert le Grand » par notre invité Sigürd BÖHM**
- II) Réflexions sur « Evolution et développement » en présence du Pr Michel MORANGE
Directeur de l'Institut Jean Cavailles de l'ENS**

I) Présentation du projet « Collège Albert le Grand » par notre invité Sigürd BÖHM

Sigürd BÖHM est titulaire d'un doctorat de 3^{ème} cycle de philosophie et d'un doctorat d'études germaniques à la Sorbonne Paris IV, et il a eu divers postes d'enseignant en langue allemande (enseignant dans des établissements privés, chargé de cours à Paris VII, l'IEP...).

Il cherche à mettre sur pied une Unité Européenne de Recherche (UER) en philosophie qui viserait à atténuer le fossé qui sépare les diverses écoles de philosophie européenne, philosophie romane, allemande et anglo-saxonne. Cette UER, s'appellerait « Collège Albert le Grand ».

Pour réaliser son projet il lui été demandé de se mettre en rapport avec d'autres organisations à visée européenne. Malheureusement, il semble que son projet – essentiellement philosophique - soit assez éloigné de celui – plus scientifique -de l'AEIS qui ne pourrait donc pas répondre à sa demande.

II) Réflexions sur « Evolution et développement » en présence du Pr Michel MORANGE Directeur de l'Institut Jean Cavallès de l'ENS

Michel MORANGE biologiste moléculaire et historien des sciences, est professeur à l'université Paris-VI et à l'Ecole Normale Supérieure (laboratoire de génétique moléculaire), à Paris. Chercheur au département de biologie de l'Ecole normale supérieure, il est spécialiste de la structure, de la fonction et de l'ingénierie des protéines. Ses travaux portent également sur l'ADN et sa structure. Titulaire d'une thèse d'enzymologie et d'une thèse 3^{ème} cycle portant sur l'histoire et l'épistémologie de la biologie moléculaire. Le Pr MORANGE a gardé des préoccupations à la fois scientifiques et épistémologiques sur les enjeux de la biologie moléculaire, de la génomique. Ses conseils nous semblent donc extrêmement précieux pour déterminer les pistes à explorer dans le domaines de l'évolution et du développement.

Diverses questions sur l'EVO-DEVO sont posées au Pr MORANGE qui nous cite les aspects hétérodoxes de la discipline.

Il existe une opposition par exemple entre des modèles fondés sur l'« évolvabilité » ou étude des champs de possibilité de l'évolution en fonction de l'environnement (voir par exemple J.J KUPIEC) et des modèles fondés sur l'« orthogenèse » (moteur endogène de l'évolution) . L'évolution peut être parfois continue ou évoluer par sauts selon les auteurs (voir le modèle de Denis DUBOULE).

Il existe également des controverses sur le déterminisme des gènes qui restent cependant des outils privilégiés pour suivre l'évolution. Il insiste sur le rôle prédominant de l'environnement en lien avec ces derniers.

Divers thèmes sont abordés :

- la complexification ne serait pas nécessairement un critère de meilleure adaptation à ce dernier.

- Certains phénotypes peuvent être modifiés sans modification des gènes (épigénétique) et ceci peut parfois être transmis d'une génération à l'autre comme chez certains végétaux.

- Qu'en est-il de l'évolution des espèces ? Selon Le Pr MORANGE celles-ci n'apparaissent pas brusquement. Il existe une contrainte de sélection interne et de sélection naturelle (externe).

Interrogé sur des noms de conférenciers, le Pr MORANGE nous cite quelques noms : J.J. KUPIEC, Denis DUBOULE, Svante PAABO etc...

D'autres problématiques sont abordées :

- Sur l'évolution des micro-organismes
- Sur le rôle des virus
- Sur la symbiose entre mitochondries et cellules primitives
- Sur l'évolution des sociétés humaines
- Sur les effets rétroactifs entre organismes et environnement
- Sur les mutations dirigées en cas de Stress (Voir Sahota SARKAR) et les taux de mutation des organismes modifiables en cas de Stress (Miroslav RADMAN,)
- Sur l'adaptation au culturel et les mécanismes darwiniens de connexions synaptiques tels qu'évoqués par EDELMAN ou CHANGEUX.

Michel MORANGE déclare pour conclure qu'il ne faudrait non plus oublier les mécanismes « néo-lamarckiens ».

Après quoi, la séance est levée à 20heures,

Bien amicalement à vous,

Irène HERDE-LITWIN

Compte-rendus de la section Nice-Côte d'Azur

Aujourd'hui, le mystère des mystères, pour les héritiers les plus éclairés de Darwin, ce n'est plus l'origine des espèces, mais celle de la vie et de la conscience.
Ameisen - 2008

Compte-rendu de la séance du 20 novembre 2008 (120^{ème} séance)

Présents :

Jean Aubouin, Richard Beaud, René Blanchet, Pierre Couillet, Patrice Crossa-Raynaud, François Cuzin, Guy Darcourt, René Dars, Maurice Papo.

Excusés :

Sonia Chakhoff, Jean-Pierre Delmont, Jean-Paul Goux, Yves Ignazi, Michel Lazdunski, Jacques Lebraty, Jean-François Mattéi.

1- Approbation du compte-rendu de la 119^{ème} séance.

Le compte-rendu est approuvé à l'unanimité des présents.

2- Débat : Sélection naturelle et domestication.

Crossa-Raynaud : Darwin a imaginé le concept de la sélection naturelle à partir d'observations mais sans en connaître le moteur. Celui-ci était pourtant à sa portée puisqu'on a retrouvé dans sa bibliothèque l'article broché de Mendel non coupé et qu'il n'avait donc pas lu ...

Les premiers organismes pluricellulaires nous sont probablement à jamais inabordables mais, issus sans doute de « colonies » de monocellulaires, ils possédaient certainement un génome réduit, sans commune mesure avec ceux des êtres supérieurs actuels.

Si on comprend l'évolution à partir d'un ancêtre commun, comment explique-t-on l'élaboration de gènes codant des facultés nouvelles ?

Cuzin : il existe un nombre important de gènes orthologues (codant pour des domaines protéiques à fonctions définies) chez des pluricellulaires primitifs simples comme le *Trichoplax adherens*. La question non résolue est de connaître la fonction réelle de ces protéines du *Trichoplax* cité précédemment, qui peut être différente de celle que nous connaissons dans nos propres cellules.

On peut penser à la notion de « bricolage » définie par François Jacob, l'évolution ayant créé des fonctions nouvelles à partir d'éléments, de mécanismes ancestraux différents.

La présence de gènes codant pour des modules de protéines impliqués dans la transmission de signaux, la reproduction sexuée, etc. suggère que ces fonctions étaient déjà présentes dans l'ancêtre commun le plus ancien, à jamais inconnu. Certains pensent que ces fonctions pouvaient en fait être présentes avant même le premier **organisme pluricellulaire et que ce sont elles qui**

auraient précisément permis la constitution d'organismes dans lesquels des cellules spécialisées doivent communiquer entre elles.

Crossa-Raynaud : des gènes nouveaux n'ont-ils pas pu être transférés d'une espèce à l'autre, à l'image de la résistance à des antibiotiques passant d'une bactérie à une autre ?

Cuzin : le transfert naturel de gènes, dit « transfert horizontal », est sans doute possible chez les pluricellulaires, particulièrement via des virus vecteurs, mais il paraît rare, sinon très rare.

Dars : l'ADN existe-t-il encore dans des fossiles très anciens ?

Cuzin : non. L'ADN est une molécule fragile qui ne se conserve pas indéfiniment. Le million d'années semble aujourd'hui une limite. En revanche, on peut identifier dans les génomes actuels des séquences anciennes qui ont subi des modifications et qui finalement pourraient être sélectionnées. Ces séquences mutées, modulées, peuvent être reproduites et pourraient devenir un jour fonctionnelles. On en trouve des traces dans les séquences actuelles.

En plus, dans nos cellules, la partie fonctionnelle de notre génome n'est qu'une petite fraction de l'ensemble. Il y a aussi des séquences muettes qui peuvent être une réserve pour l'évolution.

Il peut arriver par exemple que des séquences d'ARN modifiées, normalement destinées à fabriquer des protéines, soient réintégrées dans le génome sous une forme non fonctionnelle.

Papo : peut-on récupérer l'ADN des espèces disparues ?

Cuzin : cela est possible. On dispose actuellement de 50 % du génome du mammouth laineux. Mais encore une fois, les séquences fonctionnelles ne sont qu'une petite partie de l'ensemble.

Crossa-Raynaud : quand on dit que le mammouth ne diffère de l'éléphant que par 6 % des gènes, cela en fait tout de même beaucoup.

Cuzin : oui. De même quand on dit que l'homme et le chimpanzé ne diffèrent que de 2 %. Cela fait tout de même beaucoup, d'autant plus que chacune des séquences peut coder pour plusieurs protéines. Une séquence n'est pas égale à un gène, mais du fait des possibilités de lecture actuellement connues, on sait que chaque séquence peut coder pour toute une série de protéines et constituer fonctionnellement une série de gènes.

Il faudrait donc pouvoir comparer non pas le génome de l'homme et du singe, mais l'ensemble des messages et ceux-ci peuvent diverger de plus de 2 %.

Pour les espèces disparues depuis peu et congelées (mammouth), on a imaginé un procédé de reproduction comparable à celui utilisé pour le clonage de la brebis Dolly avec, comme mère porteuse, une éléphante, dans la mesure où on pourrait retrouver des cellules dont l'ADN soit intact.

Crossa-Raynaud : le fait que s'accumulent dans le génome des séquences muettes, ne peut-il expliquer que certains individus puissent être résistants à des maladies nouvelles comme le SIDA auxquelles l'espèce n'a jamais été confrontée dans le passé ?

Cuzin : dans le cas de virus en général, comme le SIDA, ceux-ci utilisent, pour se multiplier, des éléments cellulaires (protéines) fonctionnels qui lui permettent de s'accrocher et de pénétrer dans la cellule. On peut avoir une mutation d'une de ces protéines qui empêchent le virus de pénétrer. La résistance à un virus, comme à une bactérie, ne dépend pas de l'exposition au virus

mais de l'existence d'une mutation qui se produit avec un certain taux. Il y a donc parmi nous un certain nombre d'individus qui ont subi une mutation qui fait qu'ils sont protégés contre le SIDA. C'est donc un processus de sélection naturelle. C'est ainsi que les singes d'Afrique sont résistants au SIDA alors que ceux des Indes y sont sensibles.

Aubouin : l'augmentation de taille de certaines espèces est un avantage pour se défendre mais un inconvénient pour se nourrir. Ceci peut expliquer la disparition des espèces de très grande taille : dinosaures, mammouths, etc.

Cuzin : c'est vrai aussi pour les insectes dont la taille est soumise à des contraintes très fortes car ils n'ont pas de squelette intérieur. Leur support squelettique de surface, croît comme le carré de la taille, alors que le poids à supporter croît comme le cube.

Papo : la sélection naturelle de Darwin qui met en avant l'évolution des espèces s'oppose à celle des créationnistes américains ou musulmans qui fleurit encore de nos jours avec virulence.

Cuzin : Darwin, qui était au départ croyant, est lui-même passé par une sorte de crise à mesure qu'il développait sa propre théorie.

Aubouin : les créationnistes qui pensent que la terre a été créée par Dieu en 7 jours, ont du mal à défendre leur point de vue. En revanche, ceux qui prônent un « intelligent design » sont beaucoup plus difficiles à contredire car il suffit de remplacer le mot de hasard, dans le livre de Monod : « Le hasard et la nécessité » par Dieu.

Crossa-Raynaud : comment se fait l'adaptation à un milieu changeant ?

Cuzin : de nombreuses solutions. Une solution élémentaire et un principe général est l'« adaptation enzymatique » (Jacob et Monod) : le colibacille de cet exemple classique doit jusqu'au sevrage utiliser le lactose, ce sucre n'est pas utilisable en l'absence de l'hydrolase (β -galactosidase) et d'autres protéines. Après sevrage, le sucre présent dans le colon est le glucose, directement utilisable. La synthèse continue de β -galactosidase représenterait alors une contrainte défavorable dans la sélection. Solution : l'ensemble des protéines nécessaires n'est synthétisé qu'en présence du sucre substrat.

Un mode différent d'adaptation est « l'effet rhéostat », proposé plus récemment (et dont notre laboratoire à l'Université de Nice Sophia Antipolis a récemment étendu l'application). A chaque génération, le niveau d'expression (transcription) d'un certain nombre de gènes-clés est déterminé pour chaque individu, avec dans la descendance, à une génération donnée, des niveaux d'expression différents, à la manière du réglage d'un rhéostat individu par individu, et non d'un interrupteur (« oui-non »). Ainsi, si le milieu est variable, une partie de la descendance sera assurée d'une physiologie optimale pour ce milieu (pour beaucoup d'espèces, le nombre de descendants à chaque génération n'est pas un facteur limitant).

On va entendre beaucoup de choses sur Darwin cette année. Cela a déjà commencé, dont certaines qui paraissent un peu curieuses comme cet article : « Darwin, Marx et Freud, les trois géants qui ont fait le monde actuel ». Or Darwin, en scientifique, a toujours refusé d'entrer dans le domaine de la philosophie.

Aubouin : Darwin était autant géologue que biologiste et il a fait des observations extraordinaires en Amérique du Sud, à l'occasion de la croisière du Beagle. En paléontologie, notamment en Patagonie, où il découvrit des formes fossiles qui furent pour lui une première cause de réflexion. En géophysique, sur les conséquences du tremblement de terre de Valdivia, au Chili méridional : par la répartition des destructions il montra que le séisme avait son origine au large,

dans l'océan Pacifique (dans ce que nous appellerions aujourd'hui la zone de subduction pacifique). Il fut en ceci un précurseur remarquable.

Le passage de Darwin en Amérique du Sud a laissé un souvenir profond : plusieurs localités ont été appelées « Darwin » ; j'ai eu l'occasion de loger dans l'une d'entre elles.

Crossa-Raynaud : des gènes peuvent donc se conserver sans servir. Certaines mutations responsables de maladies génétiques ne peuvent donc apparaître chez les enfants que si elles sont par hasard présentes chez les deux parents.

Cuzin : effectivement, elles viennent en général de la rencontre de deux parents porteurs sains mais, dans ce cas, le plus souvent, le développement fœtal est très fortement perturbé. Il peut y avoir aussi le cas de la création d'un état homozygote par une mutation identique chez un individu hétérozygote pour la maladie. On en a un exemple précis dans le cas d'un cancer, le rétinoblastome.

Crossa-Raynaud : un gène peut donc présenter une certaine fragilité en un point induisant la même mutation avec une certaine fréquence.

Aubouin : y a-t-il aussi un darwinisme chez les insectes sociaux ?

Cuzin : dans ce cas, il existe des gènes qui permettent la communication et notamment des relations de supériorité dans des groupes d'animaux (le mâle dominant). Il y a aussi la communication par le chant. Une mutation peut modifier le chant et avoir ainsi toute une série de conséquences sur le comportement du groupe. L'hérédité culturelle est un autre domaine qui n'est pas forcément génétique. Il ne faut pas considérer la sélection naturelle comme un pur problème de survie. Cela peut être beaucoup plus compliqué. Par exemple, pour un oiseau, la capacité de construire un nid plus élaboré est un avantage quant à la reproduction.

Beaud : en disant cela, vous introduisez une certaine finalité dans la nature. Or je ne pense pas qu'il y en ait.

Cuzin : non, aucun scientifique ne pense en termes de finalité. C'est précisément la grandeur de la théorie darwinienne d'avoir éliminé toute finalité : variation et sélection naturelle suffisent.

Coullet : on ne peut pas dire qu'une pierre tombe parce qu'elle a une finalité de vouloir être au centre du monde.

Beaud : tout est philosophique finalement. Nous regardons la nature avec nos yeux, avec la structure de notre conscience et de notre intelligence.

Papo : il me semble qu'il y a des sélections naturelles qui sont plus rapides que d'autres à entrer dans un processus reproductif.

Crossa-Raynaud : dans l'histoire de la Terre, il y a eu effectivement des moments d'incroyable diversité qui ont suivi les phases d'extinction, pas exemple la faune des schistes de Burgess du Cambrien.

Aubouin : à la fin du Précambrien, vers -600 millions d'années, sont apparues des faunes très diversifiées, dont certaines par la suite n'ont pas eu de descendance qu'elles n'annonçaient pas. Telles sont les faunes d'Edicara, en Australie. Ce qui pose le problème des « erreurs » d'aiguillage dans l'évolution, et des processus de sélection.

Une autre question est celle des faunes rencontrées dans les fosses océaniques, à plusieurs milliers de mètres de profondeur, loin de toute lumière, et qui ont évolué pour leur propre compte, bien qu'elles correspondent à des groupes connus dans des biotopes plus « ordinaires ».

Cuzin : la faune des dorsales océaniques n'est pas forcément la conservation de formes primitives mais en effet, seulement des adaptations à un milieu très particulier.

Aubouin : ces faunes les plus visibles appartiennent à des groupes connus par ailleurs en surface. Dans doute ont-elles été « capturées », puis entraînées vers les profondeurs à mesure de l'expansion océanique, et se sont-elles converties à la dépendance d'une nourriture à partir des complexes bactériens vivant de la décomposition des sulfures rejetés par les « fumeurs noirs » des zones d'expansion océanique. Mais on en trouve aussi au niveau des zones de subduction ; j'ai pu en observer moi-même par 6 000 mètres de profondeur.

Il reste que ces faunes se sont maintenues dans ces conditions extrêmes de sélection et ont continué d'y évoluer.

Ce qui pose une autre question, celle des complexes bactériens des grandes profondeurs, loin de toute énergie solaire devant leur vue, à leur capacité chimiosynthétique à partir des sulfures. Or, les plus anciennes formes primitives de vie se rencontrent dans des formations de faciès de grande profondeur. Et si la vie était née dans les profondeurs océaniques, loin du soleil et de son énergie ; et y avait stagné pendant près de 2 milliards d'années (environ), avant l'explosion de la fin du Précambrien il y a 600 millions d'années (environ), qui voit la vie atteindre la surface océanique et y rencontrer les conditions de vie offertes par la lumière solaire ; avant de conquérir les continents il y a « seulement » 400 millions d'années ?

Quels furent les processus de sélection au cours de ces « temps obscurs » qui préparèrent la vie avant qu'elle n'explose sous la caresse du soleil.

Cuzin : certainement, la faculté d'adaptation de la vie à des conditions extrêmes est prodigieuse. On connaît des bactéries vivant dans des sources d'eau bouillante.

Pour répondre à notre confrère Papo, l'hérédité chromosomique reste le noyau dur mais il est de plus en plus évident qu'il en est d'autres.

Il existe ainsi des maladies familiales qui apparaissent avec une fréquence supérieure à celle prévue par la génétique des populations. Il existe ainsi le cas des familles très isolées du nord de la Suède qui vivaient uniquement de ressources agricoles. En examinant les registres tenus de ces populations, on a observé une corrélation tout-à-fait inattendue entre le décès par certaines maladies, notamment le diabète, et l'alimentation du grand-père paternel.

Papo : je croyais que l'hérédité chromosomique mettait beaucoup plus de temps à évoluer alors que l'autre était plus rapide.

Cuzin : nous pouvons maintenant considérer une forme d'hérédité impliquant des éléments de contrôle de l'expression du génome et pas une modification de celui-ci. C'est ce que nous avons appelé hérédité épigénétique d'un système de contrôle de type rhéostat. C'est une forme d'hérédité qui ne dépasse pas quelques générations mais qui peut préfigurer une hérédité plus solide. Ceci permettrait par exemple d'expliquer bien des cas de maladies familiales.

Darcourt : la sélection naturelle c'est donc plus d'aptitude ou de vulnérabilité.

Cuzin : pour chacun de nous, le souhait c'est de vivre le plus longtemps possible alors que dans la nature, le but c'est de se reproduire. Un individu peut mourir très jeune s'il a déjà assuré sa descendance.

Papo : ce qui est particulier, c'est l'adaptation d'espèces concurrentes dans un même milieu.

Cuzin : Darwin décrit, dans son livre, -lecture à conseiller car très aisée et souvent remarquablement moderne- toute une série d'expériences de ce type.

Papo : on observe cela d'une manière très actuelle lorsque l'homme intervient massivement pour perturber un équilibre existant entre des espèces.

La domestication.

L'homme primitif, à l'origine chasseur et cueilleur, a instinctivement utilisé, lorsqu'il est devenu sédentaire, une méthode identique à celle de la sélection naturelle, en l'utilisant à son profit. Ceci s'est fait très progressivement mais on s'accorde à penser que l'agriculture a commencé vers le 10^{ème} millénaire avant l'époque actuelle, essentiellement pour nous dans « le Croissant fertile », la Mésopotamie.

Cette domestication du vivant s'est exercée parmi les espèces sauvages sur des effectifs limités de plantes et d'animaux domesticables. La plupart des espèces animales et végétales sauvages se sont révélées impropres à la domestication : la production alimentaire s'est donc fondée sur un nombre réduit d'espèces de bétail et de culture.

Ces espèces que l'homme a multipliées pour ses besoins se sont peu à peu transformées. L'homme y a sélectionné des caractères, le plus souvent récessifs, qui n'avaient pas été retenus par la nature mais qu'elle avait cependant conservés ainsi qu'il a été dit.

L'ouvrage de Darwin qui date de 1859 a connu un très grand succès. Plusieurs milliers d'exemplaires ont été vendus en quelques années. Dans sa filiation, un botaniste genevois, Alphonse de Candolle, fait paraître en 1883 « L'origine des plantes cultivées » où il montre que toutes les plantes que nous cultivons ont pour origine des plantes sauvages encore présentes. C'est aussi le cas des animaux d'élevage. Par la suite, un botaniste russe Vavilov (1887-1943 qui fut victime du lysenkisme) montre que ces espèces sauvages ne sont pas uniformément réparties sur la terre mais concentrées en certaines zones, les centres d'origine, dont celle du Croissant fertile (céréales notamment) et aussi en Amérique du Sud (maïs, pomme de terre, etc.) dans le sud-est asiatique et la Chine (fruits).

La sélection génétique par l'homme des plantes sauvages, dite aussi sélection massale ou en masse, a été très progressive comme la mise au point de leur multiplication et surtout de leur protection. Ces espèces végétales protégées, que nous connaissons, adaptées à nos besoins, sont désormais incapables de prospérer dans le milieu sauvage. On en trouve pratiquement jamais poussant spontanément dans le milieu naturel, sauf en bordure des champs. Pour les animaux d'élevage, on observe en revanche un retour progressif à l'état sauvage si on les laisse divaguer longtemps (chevaux en Amérique du Nord, bovins en Aubrac par exemple (Blanchet) où certains individus refusent désormais de quitter leur montagne.

Il y a un parallélisme entre la sélection naturelle et la sélection humaine. Comment l'expliquer ?

Darcourt : la nature élimine les individus mal adaptés alors que l'homme protège ceux qui lui conviennent. Il a donc d'autres critères que la nature. Il protège ce qui peut lui être utile ou qui a un sens pour lui et il cherche les moyens efficaces.

Aubouin : la sélection humaine est effectivement en dehors de la naturelle, de sorte que tout ce qu'il crée est provisoire et disparaît s'il ne s'en occupe plus, comme les champs et restanques abandonnés dans notre région. Ce que nous faisons n'est pas durable.

Crossa-Raynaud : Jared Diamond a montré récemment que la quantité disponible d'espèces domesticables a eu une influence majeure sur la civilisation car elle a facilité la sédentarisation. La zone du Moyen Orient, notamment la Mésopotamie et les montagnes dans sa zone nord est riche d'espèces domesticables selon Vavilov.

A l'époque, le Tibre et l'Euphrate, avec leurs eaux douces, ont facilité l'agriculture et la création de réseaux d'irrigation. Le climat, ainsi que l'a montré Nicole Petit-Maire pour le Sahara, n'était alors pas aussi aride que maintenant.

Toutes les conditions se sont donc trouvées réunies pour que s'installe une civilisation qui fut très en avance sur celle de l'Europe d'alors.

On retrouve un phénomène semblable en Chine vers la même époque et plus tard en Amérique du Sud alors que la rareté des espèces domesticables maintenait d'autres hommes au stade de chasseurs-cueilleurs comme en Amérique du Nord, en Australie, en Nouvelle Guinée, en Afrique, etc.

Les Mésopotamiens ont inventé l'agriculture, l'irrigation, l'élevage, la ville, l'Etat, l'écriture alphabétique, alors que nous en étions bien loin.

La civilisation mésopotamienne s'est effondrée avec l'aridification du climat parallèle à celle du Sahara et la salinisation des sols, mais elle a été relayée par la Grèce, Rome et l'Europe où elle a continué de se développer grâce à des conditions climatiques favorables et plus robustes permettant de résister à l'augmentation des populations. Ceci ne présuppose pas une quelconque supériorité intellectuelle d'une communauté humaine sur une autre restée à un stade plus primitif.

3- Prochains colloques.

Programme des lundis de la connaissance pour le premier trimestre 2009 (2^{ème} et 4^{ème} lundis à 18h, au campus de St Jean d'Angely de l'Université de Nice Sophia Antipolis) :

- 12 janvier 2009 : après une intervention du président de l'Université et une du président de l'AEIS, Pierre Couillet fera la première conférence (sujet à fixer),
- 26 janvier 2009 : JF Mattéi (il s'entendra avec P. Couillet pour le choix du thème),
- 9 février 2009 : Daniel Nahon (titre à fixer),
- 23 février 2009 : Richard Beaud et Constantino Sigismondini (Université La Sapienza de Rome) avec pour titre : « Le temps est-il infini ? Confrontation entre cosmologie et philosophie »
- 9 mars 2009 : Jacques Lebraty et Jean-Luc Gaffard avec pour titre : « L'économie et la gestion sont-elles des Sciences ? »,
- il reste le 23 mars 2009 qui conviendrait pour Claude Allègre. Si celui-ci ne peut pas venir, on peut demander à F. Cuzin qui est d'accord à cette date. Son titre était : « Le métier de chercheur en biologie », ou à René Dars pour « Chercheur et trouveur en géologie ».

4- Disparition de notre confrère Jacques Wolgensinger.

Nous avons appris le décès survenu à Nice dans sa 79^{ème} année de notre confrère, auteur notamment de nombreux ouvrages d'histoire de l'automobile et président de l'association pour la défense de la langue française, « Le nénuphar ». Il fut responsable de la communication chez Citroën pendant de nombreuses années.

Ancien élève du lycée Masséna à Nice, Jacques Wolgensinger avait effectué ses études à Strasbourg et par la suite intégré la rédaction des « Dernières nouvelles d'Alsace ». Auteur d'une biographie d'André Citroën, il a écrit également plusieurs livres destinés aux jeunes lecteurs et s'est rendu célèbre avec « Le raid Afrique » couronné par un prix de l'Académie Française.

Notre ami participait fidèlement à nos réunions qu'il animait de son humour et par sa culture.

A sa veuve, Madame Marlène Wolgensinger, à ses enfants, petits-enfants et arrière-petits-enfants, nous présentons nos condoléances attristées.

5- Prochain débat.

A propos de la crise économique. Il sera animé par notre confrère Jacques Lebraty.

Là où croît le péril croît aussi ce qui sauve.
Hölderlin (1770 – 1843)

Compte-rendu de la séance du 18 décembre 2008 *(121^{ème} séance)*

Présents :

Jean Aubouin, René Blanchet, Patrice Crossa-Raynaud, Guy Darcourt, René Dars, Jean- Paul Goux, Yves Ignazi, Jacques Lebraty, Maurice Papo.

Excusés :

Richard Beaud, Alain Bernard, Sonia Chakhoff, Pierre Couillet, François Cuzin, Jean-Pierre Delmont, Michel Lazdunski.

6- Approbation du compte-rendu de la 120^{ème} séance.

Le compte-rendu est approuvé à l'unanimité des présents.

7- Débat : La crise économique.

Présentation du thème par Jacques Lebraty

Quelques définitions préalables :

→ L'étymologie (du grec "**krisis**" décision, jugement, croisée des chemins) renvoie à l'idée d'un moment clef, charnière, où, pourrait-on dire, "ça doit se décider". Le mot latin "**crisis**" signifiait "phase décisive d'une maladie".

→ L'image de l'**idéogramme japonais** qui, pour représenter le concept de **crise**, assemble deux **idéogrammes**, l'un désignant le danger l'autre exprimant la chance.

KIKI	=	KIKEN	+	KEIKI
CRISE	=	DANGER	+	OPPORTUNITE

→ Jacques Attali, à propos de la **crise** économique des pays postindustriels, dit qu'elle comporte trois éléments caractéristiques : la difficulté, la réécriture, et la transition.

I Fondamentaux

1° La crise : un moment récurrent du cycle économique

- Le médecin économiste Clément Juglar (1860) montre la régularité d'un cycle d'environ 8 à 10 ans. Il comporte plusieurs phases : l'expansion, le boom, la crise, la récession, la reprise. Effectivement du XIX^{ème} siècle à la fin de la Seconde Guerre mondiale ce cycle est régulier. Disparition durant les 30 glorieuses (45-74). Tendances au retour aujourd'hui : crise 75 (pétrole) ; Crise 87 (Krach boursier) ; crise 01 (bulle Internet) ; crise 07 (*subprime*).

-Le phénomène de crise se retrouve à l'international : crise 94 mexicaine (dévaluation du peso) ; crise 97 asiatique ; crise 98 financière russe ; crise argentine 98, crise japonaise 98 ; crise 02 turque (dévaluation lire turque).

-D'autres cycles mis en évidence : de durée inférieure à Juglar : 40 mois (Kitchin), ou supérieure : 50 ans (Kondratieff). Certains expliquent la gravité de la crise actuelle par le fait que la crise périodique Juglar coïncide avec un point bas du cycle Kondratieff.

-Dans tous les cas la phase de dépression peut prendre plusieurs aspects, le plus grave et le plus redouté étant la forme « déflation ». En effet, dans ce cas les politiques ont très peu de moyens d'action. Trois raisons l'expliquent ; puisque les prix baissent les agents économiques attendent qu'ils baissent encore plus pour passer à l'acte, comme en inflation le poids des dettes diminue en déflation il augmente (ce qu'on ne rappelle pas assez) enfin une fois que les taux des banques centrales sont à zéro, on ne peut aller plus loin (le Japon en sait quelque chose !).

Conclusion : si les économistes ont une gamme d'explication pour expliquer le cycle, la crise reste un moment d'ajustement inévitable (pouvant parfois devenir pathologique) du système capitaliste comme la maladie l'est pour le corps humain (ce n'est pas par hasard si le médecin Clément Juglar s'intéressait à l'économie).

2° L'économie : un monde physico-financier

-De la finance au service de l'économie à la finance à son propre service. Sortie de l'économie de troc, la sphère financière est le dual (reflet) de la sphère réelle de production et d'échange des biens et services. La possibilité de faire de l'argent avec de l'argent est une exception (pas toujours admise, notamment par les théologiens) mais dont la finalité reste le financement de l'économie. Tout a basculé quand, dans la sphère financière, l'exception est devenue la règle.

-L'autonomisation de la sphère financière s'est produite du fait de la mondialisation, des nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) et des innovations financières. Ces dernières résultent d'une reconsidération très justifiée de la théorie de la valeur (1954) par le mathématicien de génie (Nobel d'économie) Gérard DEBREU. Le prix d'un bien dépend de sa rareté, du lieu où il est disponible *et des événements aléatoires se produisant au moment de sa livraison*. L'idée de prix conditionnel, fondement des produits dérivés était née. Ces produits compliqués et complexes ont facilité l'autonomisation de la sphère financière. Au passage ils ont fait des financiers des demi dieux qui par un clic de souris ont le pouvoir quasi magique de gagner autant que la somme des revenus de milliers de travailleurs durant toutes leurs vies. Tant que cela restait « dans l'ordinateur » ça ne se voyait pas trop, le jour où certains dirigeants ont transmuté ces clics dans leurs propres rémunérations c'est devenu plus traumatisant !

A noter que ce statut d'extra-terrestre des financiers de marché s'est traduit jusque dans le monde académique prétendant transformer les spécialistes de cette discipline en vrais aristocrates du management (ce qui n'a pas été le cas pour la finance d'entreprise !!).

II La crise actuelle

1° Les six crises

Un chroniqueur du journal *Le Monde* attribue la gravité et la complexité de la situation actuelle à la conjonction de ce qu'il appelle les six crises : financière, monétaire, économique, alimentaire, énergétique, écologique. Pour nous le trait commun est la crise de confiance et donc ses soubassements moraux. Cette crise de confiance, la plus grave car à la base de nos relations

économiques, laisse planer une crainte majeure : celle de la déflation. A partir du moment où la désinflation se transforme en déflation, on ne sait plus trop quoi faire. Soulignons-le, ce fut le cas pendant 10 ans (les années 90) du Japon où toutes les mesures prises n'eurent aucun effet. Rappelons-le à nouveau : quand il y a déflation, tout le monde s'attend à de nouvelles baisses et dépense de moins en moins, d'autant plus qu'en même temps chacun constate l'alourdissement de son endettement réel, les pouvoirs publics ne pouvant plus jouer sur la baisse des taux du crédit.

2° Crise conjoncturelle ou crise du système

-Crise grave, certainement et donc faisant penser à 1929. En effet il y a des traits communs : l'idée, juste avant la crise, que l'avenir est radieux malgré une crise immobilière et une bulle de crédit due aux « *call loans* » (système permettant d'acheter des valeurs mobilières avec 10 % d'apport personnel et 90 % de crédit). Mais de grosses différences aussi : l'intervention de l'Etat et un contexte non comparable : système monétaire international, OMC, accords régionaux par exemple.

-Si la crise est grave on peut tout de même penser que le système y survivra car quelle autre solution à l'économie de marché ? Toutes les tentatives pour s'en passer ont échoué. N'oublions pas que l'économie libérale n'est pas la jungle et rappelons qu'Adam Smith, le père du libéralisme s'il est l'auteur de « *La richesse des nations* » a aussi écrit, ce qu'on omet généralement de dire, une « *Théorie des sentiments moraux* ».

Par contre la rapidité de sortie de crise de notre système reste suspendue à une condition : *il est nécessaire que la régulation parvienne à remettre la sphère financière dans sa fonction d'origine c'est-à-dire au service de la sphère réelle*. Cela ne signifie nullement abolir l'innovation financière qui comme toute innovation a ses mérites. N'a-t-elle pas permis en partie au moins une croissance mondiale historiquement très élevée (il y aurait beaucoup à dire sur le bon usage de la titrisation par exemple, pourtant exagérément accusée de tous les maux).

3° Les raisons d'optimisme

Pour terminer sur une note évitant le « catastrophisme » systématique, posture affective par certains journalistes émules de Cassandre et de l'effondrement du système (pour aller où ? ils n'en savent rien !), donnons quelques raisons conjoncturelles d'optimisme dues pourtant aussi à un journaliste mais de « l'autre bord » :

- Recul du pétrole. L'OPEP a baissé sa production sans que le prix augmente.
- Dégonflement de la bulle immobilière
- Faible inflation et taux d'intérêt bas
- Fin de l'euro fort
- Création de géants bancaires. Il n'y a plus qu'une banque d'affaires aux USA
- Opportunités en bourse
- Retour de l'industrie et fin du syndrome : « tout sur les services »

Moralisation du capitalisme. 50 % des établissements du CAC 40 ont des administrateurs indépendants

- Retour de l'Etat et du politique
- Les pays asiatiques sont toujours là pour tirer la croissance

J'en ajouterai personnellement une onzième : les Etats-Unis restent et de loin la première économie mondiale et je suis certain qu'ils n'ont pas fini de nous surprendre par leur pragmatisme.

Nous sommes à la veille d'un cycle d'innovations extraordinaires. On est loin de la croissance zéro. Il suffit pourtant de lire plus attentivement ces « Dix raisons d'optimisme » et même la onzième pour réaliser aussitôt que toutes comportent le revers de la médaille et que très vite elles pourraient tout aussi bien se transformer en raisons de pessimisme.

Aubouin : comment admettre le manque de contrôle dans cette affaire ? Les règles semblent avoir été complètement oubliées. Les « *subprime* » sont analogues à des crédits hypothécaires sur des biens à venir : tout le monde sait que cela a une fin. La titrisation, c'est comme de mélanger de la viande avariée à de la bonne pour faire des hamburgers et de les vendre : c'est une faute grave. Madoff a pratiqué une escroquerie connue depuis des décennies et les organismes de contrôle n'ont rien vu venir ? Tout ceci c'est soit de l'incompétence, soit de la complicité. Je pense que le capitalisme va survivre à tout cela mais le libéralisme me semble mal en point. Le socialisme renaît en France sous sa forme la plus extrême, avec des conséquences politiques qui peuvent être gravissimes, notamment le printemps prochain.

On a toujours dit que la crise de 1929 avait été réglée par le « *New Deal* » de Roosevelt, mais en fait, ce qui a résolu le problème, ce fut la guerre : il n'y a plus alors de chômage, de syndicats, de grands travaux !

Il faut effectivement revenir à une régulation que l'on aurait jamais dû quitter à ce point-là.

Blanchet : Le point important qui vient d'être souligné, c'est cette coupure entre économie réelle et économie virtuelle et nous sortons d'une gestion dans le virtuel pour constater les dégâts dans l'économie réelle.

Nous constatons beaucoup de légèreté voire d'incompétences et d'absence de prévisions sérieuses -par exemple, Jacques Attali, avant l'été, déclarait : « *La crise actuelle n'a rien à voir avec celle de 1929 et sera beaucoup moins grave* » !-, sans parler des malversations récemment dévoilées lors d'une émission à une heure de grande écoute cette semaine sur France 3, il ressortait qu'il y avait des malversations, du bluff, au delà des incompétences professionnelles.

Il y aura donc une perte de confiance dans le métier de banquier responsable. Que dire aussi de l'endettement croissant des villes (cas de St Etienne, Loire), abusées par des produits dérivés illisibles ? D'où une augmentation forte des impôts locaux. On a vu voir lors de cette émission un directeur général du Trésor hésitant, non maître de son dossier incapable de donner des chiffres.

Darcourt : la conférence à 20 de Washington, il y a quelques semaines, a-t-elle apporté quelque chose ?

Lebraty : les grands principes ! Mais il y a des états qui s'opposent à cela. Il faut pourtant moraliser et avoir des systèmes de régulation qui permettent une coordination internationale. Les libéraux comme Paulson n'hésitent pas à utiliser l'état sans une once d'idéologie.

Papo : je suis effrayé par l'utilisation politique et médiatique qui est faite du triptyque « transparence, contrôle, régulation » alors que ces mots ne sont même pas définis. Par exemple, la transparence n'est définie qu'après le problème, comme étant les informations que l'on aurait souhaitées avant pour l'éviter ! Il en est de même pour le contrôle et la régulation, avec la difficulté supplémentaire qu'ils exigent des autorités d'être plus compétentes que les organismes à contrôler ou réguler ... à défaut d'une situation optimiste -et irréaliste- dans laquelle acteurs et régulateurs seraient alliés pour de mêmes objectifs et non ennemis se livrant une guerre de harcèlement !

Darcourt : n'y a-t-il pas des pays –autres que les USA- qui peuvent imposer une modification des règles de fonctionnement à leur avantage ?

Lebraty : les Etats-Unis restent toujours la première puissance du monde. Par exemple, le pétrole est toujours traité en dollars et pas en euros.

Ignazy : ce qui me frappe dans cette crise, c'est la démesure. Les sommes manipulées et parfois perdues par les « *traders* » sont insultantes pour le citoyen moyen. Un délégué CGT disait récemment : « *On va injecter de l'argent dans les entreprises pour préserver la rentabilité de manière à ce que les actionnaires soient satisfaits* ».

Il ne faudrait plus que les dirigeants puissent toucher des « *stock options* » de leur entreprise car cela les encourage à prendre des risques démesurés et à négliger le développement durable. Comment admettre que l'on puisse, avec un simple clic, amasser des millions de dollars sans effort.

Lebraty : la cause principale de la crise c'est l'avidité de l'être humain.

Aubouin : l'une des causes de la crise actuelle n'est-elle pas dans la déconnection du monde financier, aux concepts de plus en plus virtuels, du monde économique réel ? Et dans cette déconnection, quel est le rôle joué par l'introduction (excessive ?) des mathématiques dans le raisonnement financier, créateur de concepts et de produits virtuels ? L'économie n'aurait-elle pas plutôt besoin de l'approche des sciences de la nature -au sens du XVIIIème siècle, c'est-à-dire toutes les sciences autres que les mathématiques- dont les bases sont l'observation, la mesure et l'expérience, la synthèse ne venant qu'après ; synthèse dans laquelle les mathématiques jouent alors le rôle d'outils et non de fin en soi. Il est en effet surprenant pour un scientifique -de la nature- de voir se reproduire des crises de plus en plus fréquentes, sans que l'observation, la mesure et l'expérience n'aient, semble-t-il, servi à rien.

Darcourt : le problème n'est-il pas aussi celui de la durée ? Jadis, il fallait un certain temps pour que l'ordre donné soit exécuté. Maintenant, c'est instantané. Comment empêcher les dérapages ?

Lebraty : les « *stock options* » ont été à l'origine une initiative remarquable pour aider une société qui lançait une « *start up* » à prendre un risque sur les résultats à venir. Ils ont été complètement dévoyés.

Suivant l'analyse de Debreu, le prix du pétrole varie en fonction de sa rareté, des besoins mais surtout d'événements aléatoires concomitants à sa livraison, par exemple, s'il y a ou non la guerre. La notion de « *prix conditionnel* » a conduit à celle de produits dérivés et avec la complicité des NTIC et de la mondialisation à la virtualisation progressivement totale de l'économie financière de marché. Effectivement sur ce point les notions de transparence et de contrôle sont moins évidentes qu'il n'y paraît. Notamment en ce qui concerne le contrôle il est exact que la compétence du contrôleur devient, face à l'innovation, problématique et que la loi d'Ashby, en matière de système, nous enseigne que le sous système de contrôle doit être au moins aussi riche en variété que ne l'est le système à contrôler. Mais dans la réalité, faut-il toujours être aussi savant que celui qui conçoit pour le contrôler ? On parvient bien à contrôler dans un Etat l'usage de la bombe atomique sans pour autant être un savant en matière nucléaire !

En ce qui concerne les banques tous ceux qui y ont travaillé ont pu constater de multiples contrôles : contrôle interne, commission bancaire, fisc, URSSAF et j'en passe ! C'est bien la preuve qu'aussi bon que soit le contrôle, il ne suffit pas et que des notions comme l'auto contrôle ne doivent pas être oubliées.

Goux : j'ai écouté, il y a plusieurs années, une conférence de M. le Professeur André Piatier, prix Nobel d'économie, qui concluait : « *J'ai un maître, M. Pinay, qui m'a appris qu'en économie, l'important c'est l'amour et le bon sens.* »

Lebraty : un des éléments qui a aggravé la crise est ce qu'on appelle : la gestion alternative. Il s'agit, par l'utilisation d'instruments financiers très sophistiqués, de garantir aux placements un rendement positif significatif quels que soient les cours de la bourse en hausse ou en baisse. Cela a amené les « *hedges funds* » qui pratiquent ce type de gestion à prendre des positions hasardeuses tenables en temps d'évolution normales des cours mais devenant intenable dans des scénarios catastrophes. Ces derniers signifient : disparition du *hedge fund* et en même temps des capitaux qu'il détenait avec effet domino garanti !

Dars : il me semble que tout ceci nous renvoie à une crise morale.

Lebraty : certainement mais il ne faudrait pas que la moralisation nécessaire de certains comportements financiers conduise à bannir l'innovation dans ce domaine car il faudra toujours plus d'imagination pour mobiliser des fonds aux fins d'investissement. Il ne faudrait surtout pas que la moralisation du capitalisme soit prétexte à la recherche de « l'Ordre moral » car ceci serait une toute autre histoire. Les périodes où quelque part dans le monde, une autorité s'est proclamée détentrice de « La » morale en voulant l'imposer aux autres, ont toujours connu des fins tragiques.

8-

Les lundis de la connaissance.

Darcourt : il semble que les choses se mettent en place peu à peu. Il faut pourtant que soit mieux précisée l'articulation entre nous et l'Université (M. J.-L. Beaumont). M. Beaumont devrait prendre en charge l'intendance et nous nous limiterions à lui proposer des sujets de conférence avec le conférencier approprié.

On ne peut jamais prévoir le nouveau à partir de ce qui le précède. Il faut s'attendre à l'inattendu.

Edgar Morin (2008)

Compte-rendu de la séance du 22 janvier 2009 ***(122^{ème} séance)***

Présents :

Jean Aubouin, Richard Beaud, René Blanchet, Sonia Chakhoff, Patrice Crossa-Raynaud, Guy Darcourt, René Dars, Jean- Paul Goux, Jacques Lebraty, Maurice Papo.

Excusés :

François Cuzin, Jean-Pierre Delmont, Yves Ignazi, Jean-François Mattéi.

9- Approbation du compte-rendu de la 121^{ème} séance.

Le compte-rendu est approuvé à l'unanimité des présents.

10- Débat : La crise (suite).

Présentation du thème par Maurice Papo

Crossa-Raynaud : la crise boursière concerne, me semble-t-il, particulièrement ceux qui sont assez riches ou naïfs pour prendre des risques, de jouer à la Bourse. C'est le cas des *hedge fund* et de M. Madoff qui affichaient des valorisations annuelles miraculeuses. En revanche, beaucoup de gens ont placé leurs économies en Bourse pour que leurs capitaux conservent leur valeur face à l'inflation. Jusqu'en 1914, on pouvait thésauriser chez soi sans inquiétude car la monnaie restait stable.

Lebraty : les premières dévaluations ont consisté à rogner les pièces de monnaie qui étaient émises par les seigneurs. Je suis donc tout à fait d'accord sur tout ce qui a été dit, mais il y a un autre aspect fondamental : c'est le « taux d'intérêt » qui, au cours de l'Histoire, a déclenché des controverses inouïes. A-t-on le droit de faire de l'argent avec de l'argent ? La doctrine de l'Eglise l'interdisait. Et puis, on s'est aperçu que c'était un moyen de développer l'économie en se basant sur la confiance.

Papo : ceci rejoint très exactement le virtuel à partir du moment où la monnaie est virtuelle. Pour avoir de plus en plus de liquidité, on fait dans le virtuel ; on fait un emprunt sur le futur. La confiance instantanée n'est pas une confiance à long terme. Si on dévalue de n % par an dans le virtuel, est-ce qu'il est honnête de mettre un taux d'intérêt, en général inférieur, puis d'expliquer aux gens qu'ils peuvent avoir confiance alors qu'ils perdent vraiment un peu chaque année.

Beaud : on a donc constamment trompé les gens, mis à part quelques intellectuels. La société doit pouvoir continuer de fonctionner au niveau de la confiance telle que vous l'avez définie. N'y a-t-il pas là un énorme mensonge ? L'« être citoyen » a essayé d'imaginer un autre type de société que celui qui est exprimé par la confiance.

Papo : il y a une recrudescence de la foi, pas seulement chrétienne, au moment des crises. C'est à ce moment que l'on a besoin de se raccrocher à quelque chose à laquelle on croit et qui peut être simplement la confiance dans le gouvernement. Ce fut particulièrement sensible lors de l'intronisation de Barack Obama.

Darcourt : pourquoi les gens ont-ils confiance ? L'enfant acquiert trois formes de confiance : la confiance en soi, dans les autres, dans l'avenir. Dans les sociétés traditionnelles, les gens ont confiance dans les autres parce que le clan ne les laissera jamais tomber. Dans nos sociétés, on demande à chacun d'être autonome et on ne garantit pas la sécurité. Les sondages montrent qu'une forte proportion n'a pas confiance dans l'avenir et craint la précarité.

Un autre mécanisme vient compenser ce manque de confiance. Puisque la culture ne garantit pas la sécurité, l'être humain la cherche au-delà de la réalité et toutes les religions ont cette fonction. Elles garantissent à l'homme l'immortalité et le bonheur éternel.

Il y a ainsi une double composante : un manque de confiance dans la réalité et une confiance en une sécurité surnaturelle.

Lebraty : les Etats-Unis restent toujours la première puissance du monde. Par exemple, le pétrole est toujours traité en dollars et pas en euros.

Papo : j'ai connu, dans ma vie, des personnes qui avaient subi des épreuves terribles et certaines étaient proches du désespoir, mais elles se sont aussitôt projetées vers une source de sécurité. La famille, par exemple, ou le travail, qui leur permettait de surmonter l'épreuve. Lorsqu'il y a une crise, l'homme a le besoin exacerbé de trouver un endroit où il puisse retrouver confiance, espoir, sécurité. Il s'y jette sans qu'il soit besoin qu'on le lui prouve.

Darcourt : dans le suicide, il y a aussi une aspiration à une forme de sécurité, d'éternité. Le suicide n'est pas toujours un désespoir.

Aubouin : le système économique fonctionne tant qu'il y a confiance ; lorsqu'il est en crise, celle-ci ne peut être relayée que par l'espérance laquelle, comme l'on sait, est souvent déçue. Lebraty nous a expliqué le découplage entre le réel et le virtuel : les 50 milliards de Madoff n'existent pas. Pendant longtemps l'économie s'est basée sur le réel : la valeur des matières premières, des produits agricoles et industriels ; sur ce que l'on appelait les secteurs économiques primaire et secondaire.

Mais aujourd'hui nous serions entrés dans une société dite postindustrielle après avoir été dite postagricole, bref, dans la « société de services », dite tertiaire. Mais celle-ci est-elle créatrice de richesses réelles ? La société de services n'est-elle pas en elle-même le point de départ –et d'arrivée– de l'économie virtuelle ? A laquelle nous participons tous. Cela peut-il toujours continuer ? Y aura-t-il une société « postservices » quaternaire en somme ?

Papo : si nous étions dans une économie réelle et que la valeur en Bourse soit bien représentative de la valeur des entreprises, comment pourrait-on expliquer que ces valeurs varient d'un jour à l'autre ? En fait, cela fluctue en fonction d'espérances du reste de l'économie, d'incidents divers, de projets de fusion, etc. La valeur varie avec tout ce que l'on peut imaginer en fonction de modèles. De ce fait, on ne joue plus à la Bourse en fonction des connaissances que l'on peut avoir de l'entreprise, mais avec des modèles mathématiques dont on pense qu'ils sont les meilleurs. Or tous les modèles mathématiques sont basés sur une connaissance parfaite du passé dont on postule qu'ils marcheront de même dans l'avenir. En fait, celui qui gagne est celui qui saisit les opportunités pour transformer le virtuel au bon moment en réel.

Lebraty : le virtuel s'est déconnecté du réel à partir du moment où l'on a inventé les produits dérivés, vers les années 70. Ces produits sont des sortes de paris sur l'avenir, basés sur des modèles mathématiques très complexes s'appuyant sur la théorie des catastrophes. On a abouti à une phase où la finance tourne sur elle-même, inventant des produits nouveaux pour le plaisir d'en inventer et pas du tout pour répondre aux désirs des clients.

Blanchet : parmi les mots-clés que vous avez donnés, il y en a un qui dépasse les autres en nombre de citations : c'est « confiance », suivi de très près par « foi » et « virtuel ». Confiance, foi, espoir en quelque chose. On a ensuite trois niveaux d'application :

- confiance (ou non) dans des systèmes : ordinateur, produits dérivés, système Madoff,
- foi, plutôt dans les personnes : un banquier, un ministre, un entrepreneur,
- espoir en l'avenir : très sensible au moment de l'intronisation du Président Obama.

Mais ce dernier essaie tous les moyens pour que les choses ne se dégradent pas davantage ; et notamment par une communication très réussie : on va jusqu'à utiliser la foi religieuse (conforme au système des Etats-Unis) pour donner une certaine valorisation au mensonge « institutionnel » sur la finance.

Papo : la communication dans le domaine du mensonge consiste toujours, à partir du réel, d'y ajouter quelque chose. Un gros mensonge ne passe jamais ; en revanche si l'on se rattache à la foi, à l'ordinateur, etc. auxquels les gens croient déjà, cela peut fonctionner.

Blanchet : en aucun cas la communication telle qu'on la vit en ce moment, en Europe, ne suffira à ramener la confiance. En revanche, la communication d'Obama s'applique à ce que sont les Etats-Unis, dans leurs démarches, leur histoire, leurs fondements et cela peut peut-être fonctionner.

Darcourt : les actions d'une société devraient correspondre à sa valeur réelle.

Lebraty : le problème de la valeur est un des problèmes fondamentaux de l'économie. Il y a deux façons d'évaluer un bien :

- la première, c'est le marché qui dépend de la loi de l'offre et de la demande,
- la seconde, c'est la planification : on fixe le prix de tel bien sur la valeur travail. Mais cela ne tient pas car comment fixer, par exemple, le prix d'une œuvre d'art sur le travail ?

Dans le premier cas, il arrive que le marché tombe en panne. Actuellement, si l'Etat déclare qu'il va acheter des créances pourries, à quel prix peut-il les vendre ?

Quant à la seconde voie, elle a conduit à l'anarchie et n'est pas tenable au plan international.

La solution est donc de trouver une voie moyenne, un marché régulé.

Des établissements cotés peuvent se retirer de la Bourse pour éviter que leurs actions baissent et soient soumises à des OPA (Offre Publique d'Achat: Clarins par exemple). S'ils ont besoin de crédits, ils peuvent faire des augmentations de capital.

11- Les lundis de la connaissance.

Annances

Notre Collègue de Nice, Antoine FRATINI nous fait par de la parution de son ouvrage :
« La Psychanalyse au bûcher ».



La Psychanalyse au bûcher

De nouveaux sorciers pour de nouveaux inquisiteurs

(Ed. Le Manuscrit, Paris, 2009)

L'ouvrage met à nu la signification politique des représailles contre la psychanalyse libre et propose des réflexions originales suggérées par une affaire judiciaire qui a duré plus de 6 ans. La seconde partie se compose d'une série d'articles et de conférences sur la nature et les finalités de la psychanalyse aptes à apporter des éclaircissements précis en une période historique où celle-ci risque de perdre sa spécificité en tombant dans le chaudron des psychothérapies. En appendice, le texte de la loi Ossicini réglementant les professions de psychologue et psychothérapeute en Italie a été pour la première fois publié intégralement en français.

Un ouvrage fondamental pour tous ceux, opérateurs du champ "psy", législateurs, critiques et usagers, qui ont à coeur l'avenir de la psychanalyse.

Antoine Fratini est Président de l'Association Européenne de Psychanalyse (AEP) et Membre de l'Académie Européenne Interdisciplinaire des Sciences (AEIS). Parmi ses publications, les essais *Vivere di fumo* (Book Ed., Bologne 1991) et *Parola e Psiche* (Armando, Rome 1999).

Antoine Fratini

La psychanalyse au bûcher

De nouvelles sorcières pour de
nouveaux inquisiteurs

Inspiré d'une affaire judiciaire qui a duré plus de six ans, cet ouvrage propose des réflexions approfondies sur la nature et les finalités de la psychanalyse en une période historique où celle-ci risque de perdre sa spécificité en tombant dans le chaudron des psychothérapies. En appendice, le texte de la «loi Discicini» réglementant les professions de psychologue et psychothérapeute en Italie a été pour la première fois publié intégralement en français.

Un ouvrage fondamental pour tous ceux, opérateurs du champ «psy», législateurs, critiques et usagers, qui ont à cœur l'avenir de la psychanalyse.

Antoine Fratini

Antoine Fratini

La psychanalyse au bûcher

De nouvelles sorcières pour de
nouveaux inquisiteurs



Essais et Documents

La psychanalyse au bûcher

17,90 €

ISBN : 978-2-804-02590-3

ISBN E : 9782304025903



Livre disponible sur
www.manuscrit.com

péJ Le Manuscrit



Essais et Documents

Le Manuscrit

www.manuscrit.com

Par ailleurs : les prochains rendez-vous des lundis de la connaissances :

Le prochain rendez-vous des Lundis de la Connaissance :

<http://www.leslundisdelaconnaissance.fr/>

et la video de la conférence du 23 mars :

professeur Jean-Pierre Delmont "Quand la Médecine est-elle devenue une science ?"

<http://leslundisdelaconnaissance.wordpress.com/2009/03/30/conference-jean-pierre-delmont/>

Merci de diffuser au plus grand nombre...

Les Lundis de la Connaissance, Pôle universitaire Saint-Jean d'Angély Université Nice-Sophia Antipolis

Documents

En vue de l'intervention de Vincent FLEURY, nous vous proposons un résumé de sa théorie :
p. 27 : Résumé de « Interprétation physique de l'évolution » de Vincent FLEURY (2008)

Par ailleurs nous vous proposons :

- Un article de Ron AMUNDSON paru dans Les Dossiers de la Recherche N)33 page 78 spécial :

p.32 : le retour de l'embryologie

Nous rappelons également que le compte rendu de l'Académie section Nice-Côte d'Azur en date du 20/11/2008 qui est reporté en page n° 6 de ce bulletin traite également du Darwinisme...(débat entre sélection naturelle et domestication)

RESUME DE « INTERPRETATION PHYSIQUE DE L'EVOLUTION

Par Vincent FLEURY (début 2008)

Chargé de Recherches au CNRS Université Diderot -ParisVII

On peut discuter tous les points, mais je n'ai pas le temps de répondre à toutes les questions.

L'ensemble de ce qui est résumé ici crée un schéma parfaitement "physique" et naturel de ce qu'est un animal, me semble-t-il. Avec ce type de concept, on perçoit très simplement ce qu'est un animal, et pourquoi il y a des humains.

Tout d'abord, il faut relever que la théorie de Darwin est incomplète. Nulle-part n'est précisé par quels mécanismes se forment les animaux. Par conséquent, la sélection naturelle est une théorie "universelle" "totale" s'appliquant par essence à tous les phénomènes qui produisent des animaux. Elle ne peut donc en réalité expliquer aucun animal particulier, puisqu'elle ignore le mécanisme-même, au sens de la physique des matériaux, qui provoque l'accroissement d'un morceau de matière qui acquiert sa forme.

Plus précisément, Darwin reconnaît l'existence de tout au plus 4 "archétypes" d'animaux, dont l'archétype qui serait celui des vertébrés tétrapodes. Tous les tétrapodes sont obtenus, à partir de l'archétype, par des extensions des parties. Mais il admet qu'il n'a aucune idée de l'origine des archétypes. Dans le livre de Darwin, les transformations des parties de l'archétype, qui vont former tous les animaux observables, sont présentées comme uniquement affines (Darwin explique que les membres peuvent s'allonger ou s'aplatir. Aucun autre mode de déformation n'est invoqué : les modes possibles, dans l'esprit de Darwin, sont donc très limités).

Selon moi, Darwin commet deux erreurs. La première est de n'invoquer que des transformations affines des parties (l'aile de la chauve souris s'obtient, dans son raisonnement, très simplement par une extension de la patte de souris). Or il n'y a aucune raison a priori que les transformations des membres ou autres parties d'un corps, soient affines. Là où il a raison, c'est que certaines parties, sont bloquées dans des transformations affines, mais pas toutes. Il faut un modèle global de morphogenèse pour comprendre pourquoi certaines parties ont des extensions affines au cours de l'évolution, et d'autres pas. Surtout : comment apparaît l'archétype, si ce n'est par des transformations affines?

Seconde erreur de Darwin : lorsque des transformations affines sont observées, comme les allongements des pattes, il attribue la conservation du plan des os, au cours de l'allongement, non pas à des contraintes physiques ou chimiques, mais au fait que l'évolution est graduelle. Or, même les systèmes linéaires ont des "écarts aux conditions initiales" qui peuvent croître indéfiniment (même si la croissance n'est pas exponentielle), et traverser toutes sortes de bifurcations physiques.

Il n'y a donc aucune raison pour qu'un accroissement incrémental se fasse en conservant le plan des membres, comme s'il existait un plan "adimensionné", indépendant des paramètres génétiques sous-jacents. Strictement aucune, sauf s'il existe une contrainte physique, qui contraint les déformations à n'être qu'affines. Le caractère "affine" des transformations des membres n'a rien à voir avec les mécanismes de sélection naturelle : c'est une propriété du caractère bi-axial, voire uniaxial, des champs de biopolymères dans les régions des cartilages.

La formation des animaux est donc la combinaison de deux phénomènes : une déformation d'un rond (l'ovocyte, la blastula) qui n'est pas affine, et produit un archétype d'animal, puis une extension des parties de l'archétype, dans des directions fixées par la physique de la phase de biopolymères. La nature de ces phénomènes est profondément physique, et liée au couplage entre les champs de déformation et les motifs de biopolymères (champs d'alignement de cellules et de fibres).

Pour comprendre la formation et les possibles évolutions des animaux, il faut donc comprendre en profondeur le "film" de la formation d'un animal, comme un vertébré tétrapode.

*L'ovocyte, la chose "informe" avec laquelle tout commence, est rond. Au moment de la fécondation, il subit un phénomène de bascule appelé rotation corticale. Puis, il se divise, et peu à peu forme une boule ou une crêpe. Il existe une asymétrie due à la croissance : les cellules sont plus petites dans la région caudale.

*Des cellules motiles même agglutinées, finissent par se mettre en branle, donc par mettre en branle la boule (ou disque) par effet de rhéofluidification d'un fluide à seuil (voir cours de mécanique des fluides non newtoniens). Dit autrement, des mouvements apparaissent, dans une masse de cellules qui a un comportement de fluide visqueux

La cause profonde de ce comportement est physique : d'une part les cellules exercent des forces physiques, d'autre part un animal est un objet matériel, une masse continue de matière, et le déplacement d'une cellule crée une force d'interaction avec toutes les autres (qu'on appelle dipôle). Une cellule ne peut pas fixer arbitrairement son mouvement. Tout mouvement doit être compatible avec les déformations subies aux alentours (champs dipolaire décroissant en $1/r^2$). L'écriture de la compatibilité de ces mouvements et des déformations, se ramène à l'écriture des lois physiques de conservation (masse) et d'équilibre (forces).

*Au moment de la mise en branle le mouvement est un peu flou ("polonaise" d'après les biologistes), mais il existe une orientation macroscopique (champ moyen) qui cale le mouvement d'une certaine façon et "fait sortir" du bruit un mouvement parfait, (NB: ce genre d'amélioration à partir d'une situation floue est observée nettement dans le sac vitellin - voir *The textural aspects of vessel formation during embryo development, and their relation to gastrulation movements* Vincent Fleury⁺, Mathieu Unbekandt⁺, Alia Al-Kilani⁺, ou Thi-Hanh Nguyen^{*}, *Organogenesis* 2006 -). Cette orientation est héritée des divisions qui ont amené les cellules à ce stade. Elle contient une part de gradient chimique, mais surtout une organisation matérielle (texture) des parois cellulaires déjà orientées "dans ce sens".

*Il n'existe pas beaucoup de façons de faire remuer une sphère ou un disque avec un champ de vecteurs (pb de topologie des lignes) de type nématode (voir par exemple Minh Binh Nguyen, Vincent Fleury and Jean-Francois Gouyet, *Epidermal ridges : positional information coded in an orientational field*, *Fractals and complex systems*, 2004, World scientific.).

Il existe des animaux au mouvement "radié" comme les étoiles de mer; mais dans le cas particulier des vertébrés tétrapodes, le mouvement est associé à un attracteur hyperbolique, centré sur un point neutre de mouvement, qui est le futur nombril.

Le mouvement est constitué de deux écoulements en forme d'"aimants" tête bêche. C'est la solution dipolaire la plus simple qui respecte la symétrie bilatérale (c'est donc un quadrupole, formellement).

*Dans cette situation-là, une fois les cellules lancées, elles perçoivent le champ moyen, s'alignent et ça renforce le mouvement. On peut calculer de façon approchée ce type de mouvement (Vincent Fleury, *An elasto-plastic model of avian gastrulation*, *Organogenesis*, Vol 2, 1, 2005).

*Au bout de quelques dizaines de minutes un champ de vecteurs très net est produit, il se produit un tourbillon (voir www.gastrulation.org, movie15.1). Il ne reste rien ou peu de chose de l'information initiale.

*Le mouvement allonge l'animal, comprime le milieu, plie le dos, enrôle les bourgeons qui seront les pattes. (Vincent Fleury « *de l'oeuf à l'éternité, le sens de l'évolution* », Flammarion 2006)

*Le processus s'arrête quand les plis amènent des feuillettes au contact et quand les lamellipodes (plus les molécules d'adhésion) s'emmêlent entre eux au lieu de continuer à tirer sur le substrat (voir exemple de plis à la rubrique "images couleur de mon livre")

*Pendant tout ce temps, un mécanisme (pour une large part physique, d'ailleurs) segmente l'animal (somites, gènes Hox, etc.).

*Résultat : avec le même mécanisme de segmentation, certaines régions font des vertèbres, d'autres des clavicules, d'autres un bassin, à cause du mouvement (sans mouvement, y a que des bandes genre syncytium ou Dickinsonia) . Il n'y a pas de gène d'une côte, il n'y a pas de gène du bassin, il n'y a pas de gène du coude etc. etc.

*Le plan d'ensemble de l'animal est le résultat d'un mouvement unique qui n'a pas "d'étapes", bien qu'il semble y en avoir un en apparence ; c'est un écoulement visco-élastique flambé.

* Les cellules, alignées de façon différentes par l'écoulement dans les parties du corps (queue, bras tête, dos etc.) produisent des parties différentes d'elles-mêmes, sans instruction particulière, sauf le fait qu'elles sont positionnées dans une situation de fuite en avant différente dans chaque région de même pour les vaisseaux du sac vitellin, les nerfs etc. Les trajets serviront aussi à faire mouvoir l'animal (vu autrement : les cellules qui bougeaient, pendant la morphogenèse, se contractent sur l'animal adulte –je schématise –) ; il s'en suit que le mouvement qui amène les cellules (re)produit en quelque sorte le mouvement que l'animal aura plus tard. Les entortillements hyperboliques produisent un animal qui fait de la brasse.

Ainsi, il est très naturel, dans cette explication, que des doigts ne puissent que s'allonger ou raccourcir, mais que des nuances plus compliquées apparaissent dans la région des bras et des poignets, qui démarrent le long des flancs dans des régions de forte vorticité. De même, il est complètement naturel que des cous s'allongent ou rétrécissent. De même, on ne s'attendra pas à voir un mutant produire une boîte crânienne à la place des mains, même si c'était utile : ce n'est pas topologiquement possible.

*Les cellules n'ont pas le choix du sens d'orientation, il est fixé par le caractère n mato ide du "gel de matière vivante" (très connu, voir par exemple travaux de Yves Bouligand ou de moi-même, cf supra). En quelque sorte, la trame du tissu conserve la mémoire des mouvements.

*Des modifications aléatoires du gel-vivant changent les paramètres du problème, et non le fait qu'il existe une orientation.

*L'évolution des animaux consiste donc à aller plus avant ou moins avant "dans le sens des champs déjà gravés dans l'embryon" ex: le cou ne peut que s'allonger ou rétrécir, la queue ne peut que s'allonger ou rétrécir, les condensations chondrog niques de la peau sortent des poils ou des plumes (voir Vincent Fleury and Tomoko Watanabe, *About the equilibrium shape of fibred structures and biological shapes*, C. R. Acad. Sci. série biologies, 327, 663-677 (2004), pour comprendre comment change une forme d'orientation fixée, quand on change la nature des molécules).

Cette notion d'allongement possible recouvre les déformations affines perçues par Darwin, mais il existe également des déformations non-affines (perçues par d'Arcy Thomson), qui sont les écoulements dipolaires ou en tourbillon.

Un point extraordinaire est que, développé au voisinage du nombril, le mouvement tourbillonnaire est hyperbolique, c'est-à-dire , affine dans sa version lagrangienne. De ce fait, les animaux subissent un allongement purement élongationnel le long du dos, de part et d'autre du nombril. Le passage d'un lézard à un serpent est du même genre que l'allongement d'un cou,

commandé par la physique. Mais la correction qui n'est pas purement affine induit les enroulements qui forment les bras et les jambes.

*Dans le cas de la tête, il existe un enroulement dipolaire entre la base du cou et le sommet du crâne. La tête est condamnée à s'enrouler en gonflant (voir animations de ce site ou Vincent Fleury montre que « *la mathématisation complète d'un vertébré s'avère possible* », revue des questions scientifiques, Facultés Notre Dame de Namur, sous la direction de Guy Demortier). Entre deux animaux dont les détails osseux sont identiques (topologiquement), l'explication des différences (ex. vertèbres du cou de l'éléphant ou du cou de la girafe plus allongées, mais même nombre de vertèbres) réside essentiellement dans l'allongement dans le sens de l'ordre existant.

*Par conséquent, l'espace des animaux possibles est extrêmement limité. Les caractéristiques tels que : allongé, avec une queue derrière, une tête à l'avant, un tube creux à l'intérieur, des nageoires ou pattes qui battent comme il faut pour que l'animal avance (brisure de symétrie induite par l'enroulement) sont une conséquence physique du phénomène. Evidemment, il faut des molécules pour faire tout ça, mais le résultat est automatique "de même" que la plupart des troncs d'arbres sont cylindriques malgré les différences génétiques.

* Conclusion: Je suis d'accord avec le Darwinisme, mais il a très peu d'intérêt, il est bourré d'erreurs présentées sur 500 pages avec un ton doucereux qui endort l'esprit critique. Pour moi, l'espace de tous les animaux possibles est indépendant des biotopes (sous réserve de quelques effets épigénétiques très marginaux et pas encore admis), et pour une large part déterminé. L'espace des animaux qui existent est un sous-ensemble des animaux possibles, lequel est sans rapport avec les biotopes. Les animaux observés sont "conçus" sans rapport avec le biotope (conclusion logique). Il se trouve que pour être là, il faut bien qu'ils aient survécu. Ainsi, on ne voit pas de méduses sur la terre ferme. Mais évidemment, le fait qu'il n'y ait pas de méduse sur la terre ferme ne vous explique pas comment est faite une méduse. Les capacités des animaux ne sont pas spécialement "bonnes", les animaux qui sont là sont juste, "faits comme ça". Il est fréquent que des animaux semblables, "si ça marche", occupent des biotopes très différentes (ex. arthropodes marins et terrestres, escargots marins et terrestres, anguilles et serpents, etc.) Les animaux sont pleins de caractéristiques complètement absurdes du point de vue de la fonctionnalité. Ils sont juste "faits comme ça". Des poissons peuvent avoir, au cas par cas, des nageoires absurdement longues (et donc très belles), ce sont des étirements dans le sens des "arêtes" de la nageoire, d'un modèle de nageoire de base (archétype) obtenu par flambage d'une plaque latérale ou par extension d'un pli parce que les cellules sur le bord des plis s'alignent comme ça (nageoire anale, dorsale etc.).

*Je n'étudie pas les problèmes de sélection, le problème de compétition dans les biotopes est très difficile (voir papier récents dans *Nature*). Cependant, le changement de la dynamique sous l'effet d'une durée plus grande des phénomènes, ou d'un déplacement du centre hyperbolique, ou d'un agrandissement de la blastula, constitue *une évolution* de l'animal. Les animaux évolueraient même sans aucune sélection. Dans l'espace abstrait de tous les animaux possibles, la dimension temporelle (mutations) fait changer les animaux, indépendamment de l'existence des biotopes. (C'est l'espace abstrait que mes contradicteurs ne parviennent pas à percevoir. Il faut éliminer de sa pensée le biotope, pour percevoir la formation des animaux). La théorie que je présente explique donc, pour partie, l'évolution, puisqu'elle montre sur certains exemples, dans quel ordre est constituée l'échelle successive des animaux. Cependant, elle confirme l'intuition de Darwin concernant les "lois mystérieuses de la corrélation". Darwin insiste beaucoup dans son opus sur des évolutions de parties, qui ne sont pas indépendantes, et qu'il attribue même, à un endroit dans son livre, à la pression physique exercée par les organes les uns sur les autres (si vous voulez en agrandir un par l'évolution dit-il, ça risque d'en écraser un autre, voisin, physiquement!). Je montre, avec mes calculs, comment fonctionnent ces corrélations internes dues à la contrainte. Etant internes, ces corrélations sont indépendantes des biotopes, et donc certaines.

Pour finir une parabole : un ivrogne s'apprête à monter sur un toit. Il trouve une échelle bien calée contre le mur. Il monte sur l'échelle et commence, en titubant, à monter, il monte un barreau, en descend un etc. Après beaucoup de faux pas il arrive en haut. J'étudie l'échelle, et montre qu'elle existe. Les darwinistes étudient la façon dont l'ivrogne monte. A la question, comment cela se fait-il que l'ivrogne ait réussi à monter, on peut répondre : parce qu'il y a une échelle. Ou bien : par ce qu'on lui a laissé le temps. Ou bien, parce qu'il n'y avait personne pour le faire tomber.

La controverse darwinistes contre créationnistes est doublement sans objet : les animaux n'apparaissent pas par sélection, au sein d'un gaz de formes aléatoires, donc imprévisibles, comme l'affirment les Darwiniens : les formes préexistent essentiellement. Les animaux ne sont pas davantage d'une complexité irréductible aux forces de la nature, comme le disent les créationnistes.

LE RETOUR DE L'EMBRYOLOGIE

Les dossiers « La Recherche » n°33 Novembre 2008

Par Ron AMUNDSON, professeur de philosophie à l'université de Hawaï, à Hilo.

Les gènes régulant le développement des organismes sont communs à de nombreuses espèces. Cette découverte conduit aujourd'hui à une compréhension de l'évolution essentiellement centrée sur les premières étapes de la vie.

En 2000, la Société de biologie intégrative et comparative, l'une des plus importantes associations de biologistes aux États-Unis, créa un nouveau département: la division de biologie évolutionniste du développement. Certains biologistes considèrent cette date comme l'acte de naissance officiel d'une discipline qui a émergé dans la deuxième moitié du XX^e siècle, l'évo-dévo.

De quoi s'agit-il? L'évo-dévo se présente comme la synthèse de deux champs, la biologie évolutionniste et la biologie du développement. La première étudie la phylogénèse, c'est-à-dire les liens de descendance entre les espèces actuelles et les espèces ancestrales. La seconde s'intéresse à l'ontogénèse, le développement de l'organisme depuis la première cellule jusqu'à l'âge adulte. En unifiant ces deux disciplines, l'évo-dévo nous procure une vision nouvelle et surprenante de l'unité de la vie.

Sa thèse centrale est simple: l'espèce ne peut évoluer que si elle modifie son mode de développement embryonnaire. Si, aujourd'hui, nous nous développons de la même manière que nos ancêtres les poissons, nous ressemblerions toujours à des poissons. Mais certains d'entre eux ont transformé leur ontogénèse de poissons en ontogénèse d'amphibiens, puis en ontogénèse de reptiles, etc. Ainsi, nos processus de développement et de maturation résultent de la transformation des ontogénèses de nos ancêtres. Dans cette perspective, l'évolution ne correspond pas à des changements dans les organismes, ni même dans les populations d'organismes, mais à des modifications de l'ontogénèse.

Contrairement à la théorie synthétique, qui a dominé la biologie évolutionniste au XX^e siècle, l'évo-dévo intègre donc l'embryologie. C'est précisément ce qui la rend nouvelle et excitante, et justifie son appellation de « seconde synthèse ». La popularité récente de l'évo-dévo a cependant de quoi surprendre. Car sa thèse centrale - l'évolution doit être comprise comme des changements dans l'ontogénèse - n'est pas nouvelle: c'était la perspective dominante à la fin du XIX^e siècle. Elle fut, en outre, rejetée comme non scientifique pendant presque tout le XX^e siècle.

Différenciation progressive

Tout commença avec Darwin, qui introduisit en biologie deux idées capitales. La première est « l'arbre de la vie »: les espèces existantes sont liées entre elles par une parenté commune avec des espèces plus anciennes, et ces liens de descendance peuvent être représentés sous la forme d'un arbre. La seconde est la sélection naturelle: la cause première de l'évolution est la « lutte pour l'existence » (*struggle for existence*) que mènent les organismes au sein de populations d'individus interféconds. Les individus qui remportent le plus de succès dans cette lutte vont se reproduire plus que les autres dans leur génération, et leurs traits seront donc hérités par une progéniture plus nombreuse.

Le concept d'« arbre de la vie » fut rapidement accepté par la communauté scientifique. Personne ne doutait que les espèces liées taxonomiquement (tous les oiseaux par exemple) descendaient d'une unique espèce (l'oiseau ancestral). En revanche, le concept de sélection naturelle, aujourd'hui bien établi, fut l'objet de controverses tout au long du XIX^e siècle. Il ne semblait pas compatible avec la notion d'hé-

rédié telle qu'elle ééait comprise alors ¹. De plus, tout le monde n'ééait pas d'accord pour faire de la sélection naturelle la principale force guidant l'évolution. D'autres forces évolutives semblaient pouvoir jouer ce rôle: une force directionnelle interne (théorie de l'orthogénèse, lire dans dossier « La Recherche » n°33 « L'évolution vue de l'intérieur », p. 34), la spéciation spontanée, ou encore l'hérédité des caractères acquis.

Comment Darwin parvint-il à convaincre le monde avec son arbre de la vie? Parmi ses meilleurs arguments figuraient les faits alors bien connus de l'embryogénèse, découverts au début du XIX^e siècle. Les premières formes embryonnaires d'espèces taxonomiquement proches sont similaires les unes aux autres: des corps simples à l'allure de vers, avec peu de parties distinctes. Lorsque les embryons se développent, ils se différencient progressivement, mais les organismes proches conservent leurs similarités plus longtemps que les organismes éloignés. Par exemple, les formes embryonnaires précoces des poissons ressemblent beaucoup à celles des reptiles et des mammifères. Ensuite les poissons deviennent distincts, mais les reptiles et les mammifères restent similaires. Plus tard, les reptiles et les mammifères se différencient, mais les diverses espèces de mammifères restent semblables. Jusque très tard au cours du développement, les embryons humains ressemblent beaucoup aux embryons de singes.

Modes de développement

En 1839 le médecin écossais Martin Barry illustra ces découvertes de l'embryologie par un diagramme en forme d'arbre, dans un article que lut Darwin. Le schéma de Barry avait pour seul but de montrer les divers modes de développement des embryons, mais Darwin s'aperçut qu'il avait exactement la même forme que ceux dont il se servait pour représenter l'évolution. Il fit immédiatement le lien. En 1859, dans *L'Origine des espèces*, il affirma que les similarités entre les divers modes de développement embryonnaire constituaient les preuves d'une évolution ramifiée: l'arbre de l'embryologie reflétait l'arbre de la vie. L'embryogénèse n'ééait pas la seule preuve de l'évolution pour Darwin, mais c'ééait sa préférée.

Le premier programme de recherche évolutionniste, la « morphologie évolutionniste » , porta précisément sur le développement de l'embryon. On peut le considérer, à ce titre, comme une première version de l'évo-dévo. La plupart des évolutionnistes de l'époque ééaient en effet des embryologistes. Avec des méthodes très limitées, ils observèrent et comparèrent les modes de développement des différentes espèces, sans toutefois s'intéresser aux causes de l'embryogénèse. En 1866, dans son ouvrage *Morphologie générale des organismes*, le biologiste allemand Ernst Haeckel² résuma leurs résultats par sa « loi biogénétique »: l'ontogénèse récapitule la phylogénèse. Autrement dit, le développement embryonnaire d'un organisme reproduit les étapes de l'évolution de son espèce.

La morphologie évolutionniste mourut au tournant du siècle. On accuse souvent la loi biogénétique d'avoir entraîné sa chute: certains embryons des stades précoces, de toute évidence, ne ressemblaient à aucun ancêtre. Haeckel s'ééait donc trompé. Pourtant cette loi n'est pas seule en cause. Si la morphologie évolutionniste a échoué, c'est avant tout parce que ses données ééaient trop limitées. Elle avait besoin d'un autre type de données, en plus des changements observables chez les embryons. Pour étre complète, elle devait en effet étudier les causes de ces changements. Ces dernières ééaient cependant inaccessibles aux embryologistes de l'époque et il fallut attendre presque un siècle pour qu'elles soient comprises.

Lois de l'hérédité

¹ J. Gayon, Darwin et l'après Darwin, Éditions Kimé, 1992.

² Ernst HAECKEL (1834-1919), biologiste allemand, a largement contribué à la diffusion des idées de Darwin.

Entre-temps, une nouvelle théorie de l'évolution, très différente, arriva sur le devant de la scène: la théorie synthétique, qui combinait la théorie darwinienne et la génétique classique. Au début du XX^e siècle, le généticien américain Thomas Hunt Morgan et ses collègues redécouvrirent les lois de l'hérédité de Mendel (lire dans dossier La Recherche n°33 « L'alliance des gènes et des statistiques », p. 46). Ils étudièrent alors la génétique au moyen des croisements hybrides, sans s'interroger sur la nature des gènes, ni sur ce qui leur arrivait pendant l'ontogenèse. Grâce à cette méthode, ils prouvèrent que la sélection naturelle agissait comme une cause du changement des espèces à long terme: le concept de sélection naturelle, contesté au XIX^e siècle, gagnait enfin ses lettres de noblesses. La génétique classique fut ensuite appliquée aux populations d'organismes, donnant naissance à la théorie synthétique, qui domina la biologie évolutionniste au XX^e siècle.

La biologie moléculaire a identifié de nombreux gènes partagés par tous les animaux

La génétique classique fut une bonne nouvelle pour la sélection naturelle, mais pas pour l'évo-dévo. Car elle excluait, dans sa définition même, l'ontogenèse. Pas plus que l'embryologie descriptive, elle ne s'intéressait aux causes des changements embryonnaires. Les gènes étaient certes définis comme les causes invisibles des similarités observables entre les parents et leur progéniture, mais ils restaient cachés dans une boîte noire. La question « comment les gènes produisent-ils le développement? » ne concernait pas la génétique et donc pas l'évolution. Sous l'influence de la génétique classique, les théoriciens de la synthèse moderne élaborèrent une conception de l'évolution très différente de celle de l'évo-dévo. Ils virent l'évolution comme des changements dans les caractéristiques génétiques de populations interfécondes, plutôt que comme des modifications de l'ontogenèse. Au lieu d'étudier l'embryologie, ils étudièrent la génétique des populations.

Ainsi, ils ne comprirent pas que l'étude du développement embryonnaire pouvait concerner l'évolution. Ils pensaient uniquement en termes de populations et accusaient les biologistes de l'évo-dévo de raisonner de manière « typologique », un mode de pensée, selon eux, dépassé et non scientifique. L'évo-dévo se concentrait en effet sur l'« unité de type », l'unité des espèces fondée sur des modalités identiques du développement embryonnaire. Pour les partisans de la théorie synthétique, cette approche était incompatible avec la sélection naturelle. Ils considéraient les « types » comme des superstitions métaphysiques rappelant trop l'idéalisme, voire le créationnisme, pour avoir leur place dans la pensée évolutionniste. Plutôt que l'unité sous-jacente, ils soulignaient la diversité, fruit de la sélection naturelle. Unité ou diversité? Cette problématique fut une part du conflit entre la théorie synthétique et l'évo-dévo.

Le fait que la théorie synthétique s'intéressait peu à l'ontogenèse est visible dans son attitude envers l'idée de « gènes partagés ». Pour Ernst Mayr et Theodosius Dobzhansky³, deux des fondateurs de la théorie synthétique, il était improbable que des gènes importants puissent être partagés par plusieurs espèces. À l'origine de ce scepticisme, les concepts de radiation adaptative et de stérilité interspécifique. Suivant ces concepts, après qu'une espèce s'était divisée en deux, rien ne pouvait empêcher les deux ensembles de gènes de devenir de plus en plus différents. Et chaque fois qu'une espèce rencontrait un problème, la sélection naturelle trouvait une nouvelle solution. Elle avait ainsi résolu quarante fois le problème de la vision.

Séquences moléculaires

Pendant la plus grande partie du XX^e siècle, davantage de connaissances furent disponibles sur la sélection naturelle que sur le développement embryonnaire. Les auteurs de la théorie synthétique avaient donc un avantage rhétorique.

³ Théodosius Dobzhansky [1900-1975]. généticien américain d'origine russe, fut l'un des fondateurs de la théorie synthétique de l'évolution.

Les premiers coups d'oeil dans la boîte noire de l'ontogenèse datent de 1960 avec les travaux de François Jacob et de Jacques Monod. Mais ils concernaient uniquement les organismes unicellulaires, et il fallut attendre les années 1990 pour que la biologie moléculaire montre, grâce à l'identification des séquences moléculaires, que des gènes étaient partagés par plusieurs espèces.

Les premiers gènes découverts furent ceux qui contrôlent les événements très précoces dans l'embryon. Ensuite la biologie moléculaire permit d'identifier un grand nombre de gènes partagés non seulement par plusieurs espèces, mais par tous les animaux. On mit au point des techniques moléculaires pour étudier les interactions entre les gènes et les protéines lors du développement embryonnaire. Les biologistes pouvaient enfin étudier les causes de l'embryogenèse, et l'évo-dévo retrouva son prestige d'antan.

La première grande découverte de l'évo-dévo fut celle de gènes partagés par les mammifères et les insectes. On découvrit en effet qu'un gène appelé « Pax6 » jouait le rôle d'« interrupteur général » pour le développement des yeux chez les humains et chez la mouche drosophile. Pax6 est aujourd'hui considéré comme le gène régulateur « maître » du développement des yeux chez tous les organismes qui en possèdent.

Ce résultat surprenant fut le premier d'une longue série. Plus tard, on découvrit qu'un ensemble de gènes appelés « gènes homéotiques » (ou « gènes homéobox »), responsables de la segmentation du corps chez les insectes, jouait un rôle semblable chez les mammifères, déterminant, par exemple, les limites entre les vertèbres cervicales, thoraciques et lombaires. Les membres d'animaux éloignés, comme les insectes et les vertébrés, avaient toujours été considérés comme des innovations indépendantes, des solutions distinctes au problème de la locomotion. La découverte d'un gène partagé spécifiant le lieu de développement des membres de tous les animaux, y compris les ailes des oiseaux et les bras des humains, mit fin à cette idée. Et l'importance qu'accordait l'évo-clévo à l'unité de type fut confirmée au-delà de toute attente.

Langage et chant

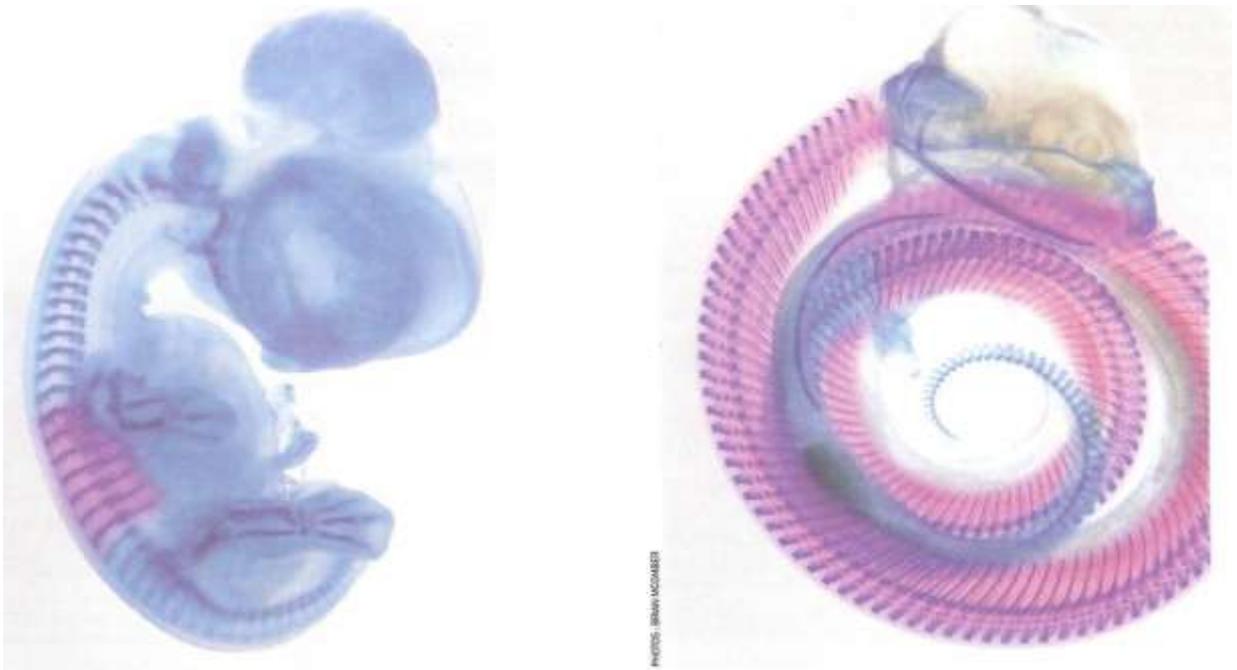
Il est aujourd'hui commun de lire des articles scientifiques sur des gènes partagés par des espèces éloignées. Certains d'entre eux remplissent les mêmes fonctions, mais différemment. Ainsi, en 2007, Sebastian Haesler, de l'Institut Max Planck de Berlin, et ses collègues ont montré que le gène « FoxP2 » influençait à la fois l'acquisition du langage chez l'homme et l'apprentissage des chants propres à chaque espèce chez les oiseaux.

D'autres gènes remplissent des fonctions très différentes selon les espèces. C'est le cas d'un ensemble de gènes codant les cadhérines et les tyrosines kinases, des protéines qui assurent la communication entre les cellules des animaux pluricellulaires et jouent donc un rôle déterminant dans leur développement et leur fonctionnement. Une équipe internationale a récemment découvert que les gènes codant ces protéines existaient déjà chez les choanoflagellés, les ancêtres unicellulaires les plus proches des métazoaires. De quelle manière ces organismes unicellulaires utilisaient-ils des gènes régulant la communication entre cellules? Nous ne le savons pas encore; ils leur servaient peut-être à détecter la présence d'autres organismes unicellulaires. Nous savons, en revanche, que les descendants des choanoflagellés ont dû modifier leur ontogenèse de telle sorte que ces gènes puissent être utilisés par tous les métazoaires pour la cohésion et la communication intercellulaires. Les prédécesseurs de l'évo-dévo avaient fait des découvertes similaires au XIX^e siècle. Elles ne concernaient pas les gènes, mais le squelette. Ils avaient ainsi découvert que les os de l'oreille interne des mammifères avaient évolué à partir des mâchoires des amphibiens. Le précurseur embryonnaire qui se développe dans les mâchoires de grenouille a migré vers l'oreille interne chez les mammifères, donnant forme aux osselets. L'évolution était donc déjà comprise comme la modification de l'ontogenèse. Aujourd'hui, nous voyons la vérité de ce principe dans l'activation des gènes. Il y a un siècle, nous le voyions dans le développement du

squelette.

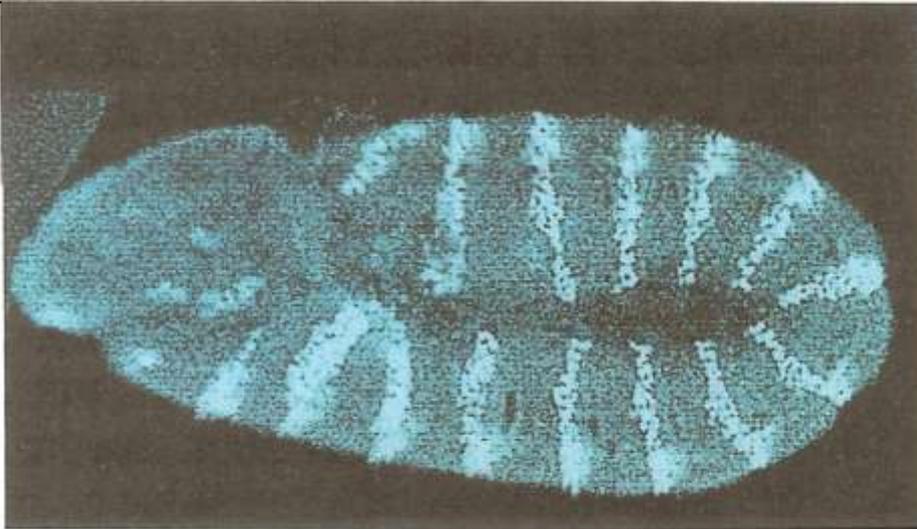
L'évolution correspond à des modifications au sein des modes de développement

Au milieu du XX^e siècle, les avocats de la théorie synthétique et ceux de l'évo-dévo s'affrontèrent sur le terrain de la méthodologie. Les premiers qualifièrent l'évo-dévo de « pensée typologique », les seconds accusèrent les penseurs de la synthèse de ne rendre compte de la radiation adaptative qu'avec des explications ad hoc. Ces débats semblent être tombés à l'arrière-plan. Dans le camp de l'évo-dévo, peu de biologistes remettent aujourd'hui en question la sélection naturelle, et la plupart des partisans de la théorie synthétique ont accepté la démonstration moléculaire des gènes partagés. Au final, l'arbre de la vie montre l'unité au sein de la diversité. Pourtant, j'ai le sentiment que ces débats ne sont pas complètement terminés, car l'évo-dévo et la génétique des populations ne sont toujours pas synthétisées. Nous devons encore trouver un moyen de concevoir la sélection naturelle comme une force opérant non seulement sur les populations d'organismes, mais aussi sur les ontogenèses. Une chose est sûre: l'embryon est à nouveau au centre de l'attention en biologie évolutionniste.

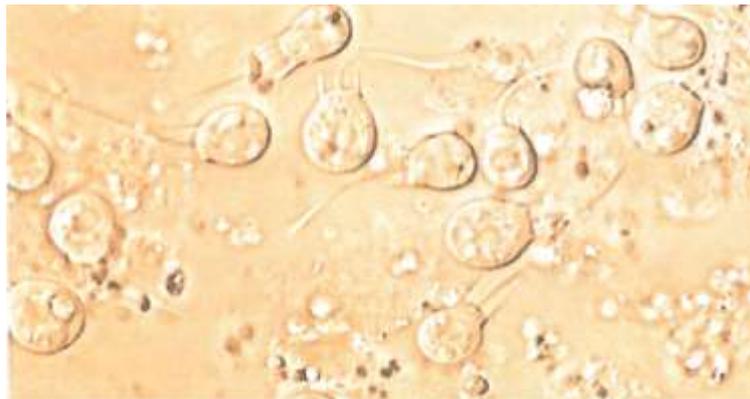


CHEZ L'EMBRYON DE POULET (à gauche), le gène Hoxc6 régule la formation des sept vertèbres thoraciques (en violet) sur lesquelles se développent les côtes. Chez la couleuvre (à droites), le même gène contrôle une région bien plus étendue (en violet) qui va de la tête jusqu'au cloaque.

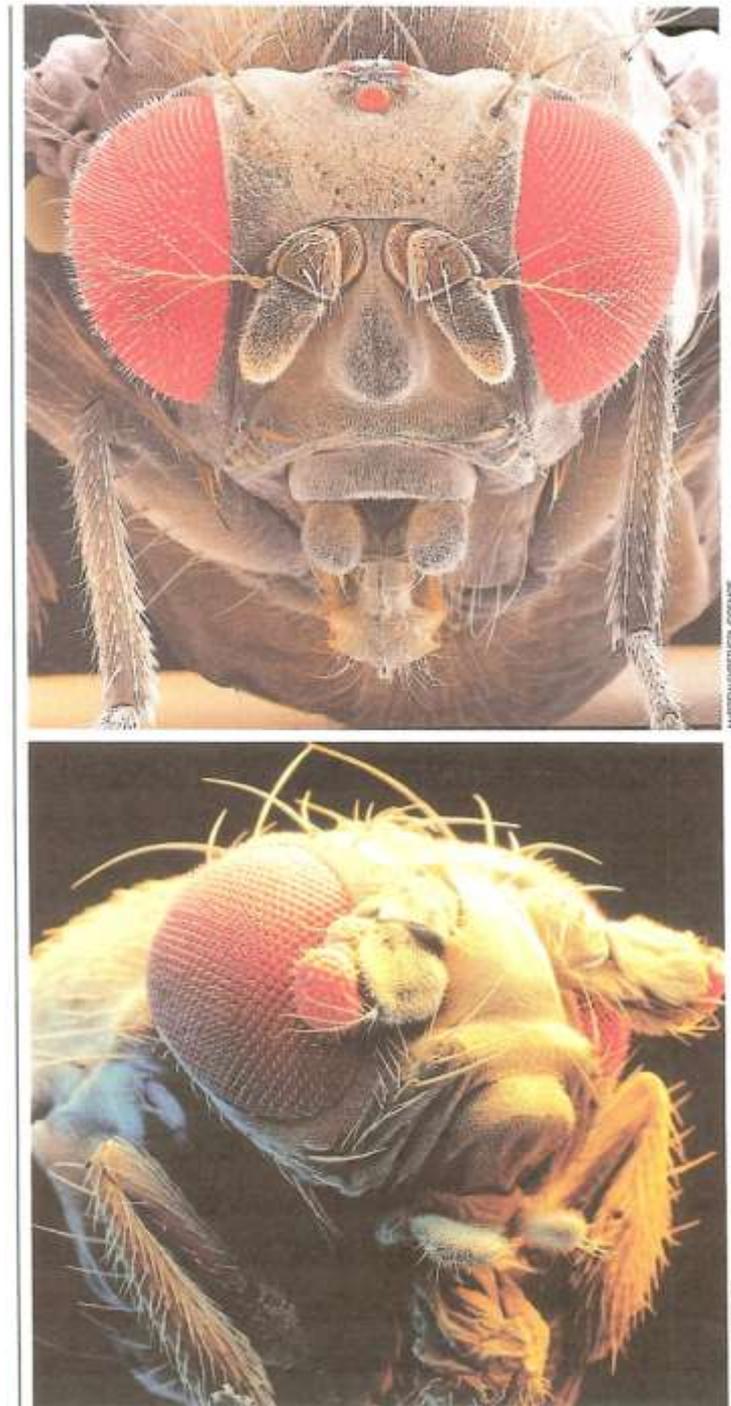
13-



DANS CET EMBRYON DE MOUCHE DROSOPHILE, les parties brillantes révèlent l'activité du gène Engrailed. Ce dernier joue un rôle capital dans la segmentation du corps des arthropodes, lors des premiers stades du développement.



LES CHOANOFLAGELLÉS, vus ici au microscope, sont les organismes unicellulaires les plus proches des animaux. Ils partagent avec ces derniers des gènes régulant la communication entre cellules.



S. Haesler *et al.*, *PLoS Biology*, 12, e321, 2007.
M.Abedin et N. King, *Science*, 319, 946, 2008.

LA MOUCHE DROSOPHILE (en haut, un spécimen sain est très utilisée pour étudier les gènes régulateurs, car elle se reproduit rapidement et son patrimoine génétique est bien connu. Chez cet insecte, en induisant l'expression du gène *Eyeless* à un stade précoce, on peut obtenir des yeux surnuméraires au niveau des antennes (en bas). *Eyeless* est l'homologue du gène *Pax6* qui contrôle le développement de l'œil chez la souris et l'homme.

Pour en savoir plus

Ron Amundson, *The Changing Role of the Embryo in Evolutionary Thought : Roots of Evo-Devo*, Cambridge University Press, 2005.

Sean Carroll, *Endless Forms Most Beautiful : the New Science of Evo-Devo*, Norton, 2005.

Michel Morange, *La Part des gènes*, Odile Jacob, 1998.