

Campus

N° 95 juin-août 2009

DARWIN, LA (R)ÉVOLUTION CONTINUE

Jean Piaget, l'enfance
de l'intelligence

Découverte archéologique
en **pays Dogon**

1550
2009
450
ans

UNIVERSITÉ
DE GENÈVE

«Nous devrions détecter une «Terre» dans un an ou deux»



Didier Queloz, professeur adjoint à l'Observatoire de Genève, revient sur les découvertes réalisées par son groupe dans le domaine des planètes extrasolaires

Campus: En avril, votre groupe a annoncé la découverte de «Gliese 581 e», une planète extrasolaire dont la masse vaut 1,9 fois celle de la Terre. Était-ce une surprise de découvrir un compagnon aussi petit?

Didier Queloz: Ce n'est pas une surprise, mais une découverte qui s'inscrit dans une suite logique. Depuis que le professeur Michel Mayor et moi avons trouvé la première planète extrasolaire en 1995 (51 Pegasi b), les instruments de mesure n'ont cessé de se perfectionner. Au début, nous ne détectons que des géantes gazeuses proches de leur étoile. Petit à petit, les astronomes ont commencé à mesurer la présence de planètes un peu moins grosses, des «Saturne» et des «Jupiter» évoluant sur des orbites un peu plus éloignées ainsi que les premières «Neptune» (qui ont une masse entre 15 et 17 fois celle de la Terre), très proches de leur étoile. En 2003, nous avons mis en service un spectromètre ultra-précis conçu à l'Observatoire astronomique de l'Université: HARPS. Cet instrument, monté sur un télescope de 3,6 m de diamètre de l'ESO (*European Southern Observatory*) au Chili, est dix fois plus performant que ses concurrents dans la détection de planètes. Grâce à HARPS, nous avons déniché des «Neptune», des «super Terre» (entre 2 et 10 fois la masse de la Terre), puis finalement *Gliese 581 e*. Nous nous attendons à détecter une planète extrasolaire de la masse de la Terre dans un an ou deux.

Une «Terre» qui sera proche de son étoile?

Oui, car ce sont les plus faciles à détecter. Pour trouver une «Terre» éloignée de 150 millions de kilomètres de son astre (qui est la distance Terre-Soleil), il faudra franchir un nouveau pas technologique. HARPS est capable de mesurer des perturbations dans le mouvement

des étoiles (trahissant la présence d'un compagnon) de l'ordre d'un mètre par seconde. Pour trouver une sœur jumelle de la Terre, il faudra un appareil conçu pour détecter des vitesses inférieures à 10 centimètres par seconde.

Comment atteindre cette précision?

La première étape consistera à augmenter les performances de HARPS. Des projets en ce sens sont en cours afin que cet appareil atteigne, d'ici à quelques années, une précision de l'ordre de la dizaine de centimètres par seconde. Parallèlement, nous concevons le spectromètre de la génération suivante. Il s'agit d'ESPRESSO, un instrument qui devrait être capable de détecter la présence de «Terre» évoluant dans la zone habitable d'autres étoiles. Il sera installé en 2015 ou 2016 sur le VLT (*Very Large Telescope*). Cet instrument de l'ESO, construit dans le désert de l'Atacama au Chili, est formé de quatre télescopes de 8 mètres.

Quelle motivation scientifique se cache derrière la chasse aux planètes extrasolaires?

Le but est de savoir s'il existe d'autres systèmes solaires, comment ils se forment, à quoi ils ressemblent, si le nôtre est plutôt rare ou fréquent. Nous voulons aussi savoir si les conditions favorables à l'apparition de la vie existent ailleurs et si cette vie est réellement apparue sur une autre planète. En bref: nous cherchons à mieux comprendre notre propre système solaire en étudiant les autres.

Comment peut-on savoir si une planète abrite de la vie?

Il n'y a pas d'autre choix que de mesurer la composition de l'atmosphère de ces planètes. Mon collègue le professeur Stéphane Udry participe justement à la fabrication d'un

nouvel instrument, SPHERE, qui sera installé sur le VLT en 2011 environ. La mission de cet imageur est de photographier des planètes en orbite autour d'autres étoiles que le Soleil. Il commencera avec de très grosses planètes. Mais il est déjà prévu de fabriquer un successeur de SPHERE qui sera installé sur le futur ELT (*Extremely Large Telescope*), un télescope européen de 42 mètres de diamètre, dont la construction doit s'achever en 2020. Grâce à ce nouveau dispositif, on devrait commencer à réaliser des clichés de planètes de la taille de Jupiter ou de Saturne. Cependant, pour photographier une «Terre», il sera nécessaire de partir dans l'espace pour se soustraire aux limites imposées par l'atmosphère. L'idée consiste à envoyer en orbite plusieurs télescopes dont les lumières seraient ensuite combinées. Cette machinerie extraordinaire devrait être capable de photographier des planètes de la taille de la Terre et d'analyser leur atmosphère à la recherche de traces témoignant de la présence de vie, comme l'oxygène, par exemple.

Quatorze ans après la découverte de la première planète extrasolaire, l'Observatoire astronomique de l'Université semble être toujours à la pointe dans le domaine...

Notre groupe occupe une position de leader mondial en raison de son palmarès, mais aussi de son expérience et de sa taille (il compte 15 chercheurs). Nous sommes également les seuls à pouvoir développer un nouveau spectromètre pour remplacer HARPS. Nos anciens concurrents n'ont jamais investi dans cette technologie. Ils ont choisi une stratégie différente et butent maintenant sur des limites techniques qu'ils n'arrivent pas à franchir. ■

Propos recueillis par Anton Vos

RECHERCHE

4 Science politique

L'Union européenne est, depuis quelques années, un acteur incontournable sur la scène mondiale. Elle reste cependant un objet politique difficile à identifier, ce qui ne va pas sans soulever quelques ambiguïtés

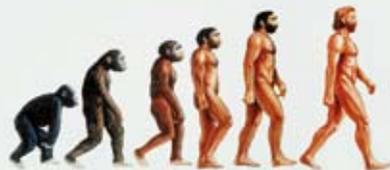
Histoire

Entre le XVI^e et le XVIII^e siècle, le regard porté par l'homme sur le pays des glaces éternelles s'est profondément modifié. Territoire autrefois redouté, le glacier devient un objet d'investigation scientifique avant de s'imposer comme un spectacle à la mode

7 Biologie

Les chercheurs pourraient bien avoir sous-estimé la contribution d'un des acteurs du système immunitaire, les anticorps, dans la lutte contre certains virus persistants dont fait partie celui du sida ou de l'hépatite C

8– 25 DOSSIER DARWIN, LA (R)ÉVOLU- TION CONTINUE



Il y a cent cinquante ans, Charles Darwin publiait sa théorie de l'évolution au moyen de la sélection naturelle sans connaître les lois de l'hérédité ni l'existence des gènes

L'application des thèses émises par le savant anglais aux sociétés humaines a donné naissance à une discipline, la psychologie évolutionniste, qui postule que la psychologie est soumise aux mécanismes de la sélection naturelle

En privant l'homme de sa position centrale dans la création, Darwin a provoqué une révolution morale. Dernière et redoutable trouvaille des créationnistes, le «dessein intelligent» est présenté comme une alternative à la théorie de l'évolution

PHOTO DE COUVERTURE: I-STOCK

RENDEZ-VOUS

26 L'invité

Alain Rey: «Toutes les langues sont des armes, en ce sens que la politique et la volonté de faire passer des messages se tapissent toujours non loin d'elles»

28 Extra-muros

Une sculpture en terre cuite découverte par une équipe d'archéologues genevois apporte un éclairage nouveau sur l'histoire des habitants du pays Dogon, au Mali

30 Tête chercheuse

Grâce à ses travaux sur le développement de l'intelligence chez l'enfant, son nom a fait le tour du monde. Pour Jean Piaget, la psychologie était pourtant plus un moyen qu'une fin. Portrait

32 A lire

La Neuroéthique, ce que les neurosciences font à nos conceptions morales, par Bernard Baertschi
Changements climatiques et impacts, de l'échelle globale à l'échelle locale, par Martin Beniston
De l'argent à soi. Les préoccupations sociales des femmes à travers leur rapport à l'argent, par Laurence Bachmann

33 Actus

34 Thèses

Abonnez-vous à «Campus»!

Découvrez les recherches genevoises, les dernières avancées scientifiques et des dossiers d'actualité sous un éclairage nouveau. Des rubriques variées vous attendent, sur l'activité des chercheurs dans et hors les murs de l'Académie. L'Université de Genève comme vous ne l'avez encore jamais lue!

Abonnez-vous par e-mail (campus@presse.unige.ch) ou en remplissant et en envoyant le coupon ci-dessous :

Je souhaite m'abonner gratuitement à «Campus»

Nom:

Prénom:

Adresse:

N° postal/localité:

Tél.:

E-mail:

Université de Genève – Presse Information Publications – 24, rue Général-Dufour – 1211 Genève 4
Fax: 022/379 77 29 – E-mail: campus@presse.unige.ch – Web: www.unige.ch/presse

Sécurité internationale, l'Europe affirme sa voix

Bien que divisée, l'Union européenne est aujourd'hui un acteur incontournable sur la scène mondiale. Elle reste cependant un objet politique difficile à identifier, ce qui ne va pas sans soulever quelques ambiguïtés

Première puissance économique au monde, l'Union européenne (UE) est souvent considérée comme un nain politique. C'est cependant de moins en moins vrai. Depuis la fin de la Guerre froide, en effet, cette entité sans équivalent dans le paysage international

fait preuve d'une ambition croissante dans les actions qu'elle conduit au-delà de ses frontières. Au point qu'elle est aujourd'hui devenue un acteur incontournable à l'échelle de la planète. Afin de mettre en lumière les mécanismes qui ont permis cette évolution, d'analyser sa portée, mais aussi ses limites tant sur le plan pratique qu'au niveau théorique, René Schwok a réuni dans un ouvrage collectif quelques-uns des meilleurs spécialistes francophones du sujet.

RENÉ SCHWOK
maître d'enseignement et de recherche au Département de science politique et titulaire de la chaire Jean Monnet «Politiques et institutions» à l'Institut européen de l'Université de Genève

tiendra d'abord la singularité de l'expérience européenne.

L'UE est en effet un des acteurs les plus particuliers du système international. Suite à l'échec, en 1954, du projet de Communauté européenne de la défense, qui devait créer une armée européenne et un ministère européen de la défense, l'intégration européenne s'est d'abord et surtout développée sous la forme d'une alliance économique. Pour les signataires du Traité de Rome, en 1957, il semblait en effet entendu que les questions de sécurité, symbole des prérogatives régaliennes de l'Etat nation, ne pouvaient faire partie du pot commun. Les choses ont commencé à changer à partir des années 1970, avec la mise en place de réunions instituant des contacts réguliers entre les ministres des Affaires étrangères des pays membres. Progressivement, des positions communes sont adoptées sur la question palestinienne ou à l'égard de l'Afrique du Sud, tandis que les représentants des Etats membres commencent à voter en bloc dans les instances onusiennes.

de sécurité. Face à la guerre qui gronde en ex-Yougoslavie, l'UE, même si elle reste divisée, multiplie les initiatives en vue de limiter les dégâts. Mais les moyens mis en œuvre ne sont cependant pas à la hauteur des ambitions affichées par Bruxelles. Ce baptême du feu manqué ne modifie cependant pas la tendance générale. Au contraire: en 2003, l'UE se dote de contingents militaires (7000 hommes seront envoyés en Bosnie en 2005), avant de créer, l'année suivante, une Agence européenne de la défense. Ses agents sont désormais présents sur la plupart des théâtres de crise. Et même si elle reste largement impuissante face à la guerre en Irak, l'Europe parvient à engranger quelques succès sur la scène internationale.

L'élargissement aux anciens pays du bloc communiste est ainsi considéré par les diplomates européens comme leur plus grande réussite en matière de politique extérieure, dans la mesure où cela a permis de stabiliser les régimes d'Europe de l'Est. Sur la question palestinienne, l'UE a réussi à imposer, en pre-

VIDE THÉORIQUE

«Depuis quelques années, les travaux portant sur le rôle de l'Union européenne en matière de sécurité internationale se sont multipliés, explique le politologue. Cependant, les ouvrages qui abordent la question d'un point de vue théorique restent rares, en particulier en français. Notre objectif était de combler cette lacune en présentant des approches venues des sciences politiques, mais aussi des relations internationales, de la sociologie ou du droit.»

De ce riche tour d'horizon, complété par une partie pratique regroupant des éclairages permettant de mieux comprendre les actions concrètes déployées par l'UE dans des régions du monde aussi diverses que les Balkans, le Maghreb ou l'Afrique subsaharienne, on re-

Pour les signataires du Traité de Rome, il semblait entendu que les questions de sécurité ne pouvaient pas faire partie du pot commun

BAPTÊME DU FEU MANQUÉ

Il faut cependant attendre la chute du mur de Berlin et la fin de la Guerre froide pour que le mouvement s'accélère. En 1992, la signature du Traité de Maastricht permet de poser les bases d'une politique commune en matière

mier lieu aux Etats-Unis, l'objectif d'une solution fondée sur deux Etats. Au Congo ou au Kosovo, sa présence a également eu des effets positifs.

Faut-il dès lors envisager que l'Union se dote un jour d'un ministre des Affaires étrangè-



Depuis la fin de la Guerre froide, l'Union européenne a multiplié les initiatives à l'extérieur de ses frontières, à l'image de l'opération menée au Congo, sous commandement allemand, entre avril et novembre 2006.

res faisant autorité ou qu'elle se pose en réel contrepoids politique face aux grandes puissances que sont les Etats-Unis, la Russie et la Chine? Le Traité de Lisbonne, dont le destin devrait être scellé cette année encore, est susceptible d'amener quelques raisons supplémentaires de le penser, mais il ne résoudra pas toutes les ambiguïtés qui caractérisent la politique étrangère de Bruxelles.

Aux yeux de certains auteurs, l'UE est la première puissance dans l'histoire dont la force ne reposerait pas sur la puissance militaire, mais sur l'influence et l'attraction qu'elle exerce, ainsi que sur son pouvoir normatif. Soit, mais la méthode a ses limites. «*Pour ce qui est des pays qui se trouvent à la périphérie de l'Union, c'est une politique qui n'est pas sans risque sur la durée, explique René Schwok. On ne peut demander éternellement à ces pays d'adopter les normes de l'UE tout en leur interdisant l'adhésion. C'est une forme de colonialisme qui pourrait à terme être mal ressentie. Les Turcs, par exemple, le vivent très mal.*

DES MOYENS LIMITÉS

La complexité et le manque de cohérence des structures dont s'est dotée l'UE pour la mise en œuvre de sa politique étrangère est une autre source de difficulté. Bruxelles n'a en effet pas vraiment les moyens de forcer les Etats membres à s'aligner sur une position

commune, alors même que ces derniers ont des cultures politiques et un rapport à la sécurité qui peuvent être très différents. Des pays comme la France et le Royaume-Uni sont plutôt interventionnistes, tandis que la Suède ou l'Autriche cultivent la neutralité et que l'Allemagne rechigne à s'engager hors de ses frontières. Et le problème est d'autant plus aigu que l'unanimité est la règle entre les Vingt-Sept. Par ailleurs, les institutions européennes se superposent aux institutions nationales existantes et à l'OTAN, dont la plupart des pays de l'UE sont également membres. La France, par exemple, peut ainsi agir soit en son nom propre, soit en tant que membre de l'OTAN, de l'UE ou du Conseil de sécurité de l'ONU, avec un discours qui peut varier selon le cadre.

«*Lorsqu'une crise survient dans un Etat dans lequel les pays membres n'ont pas de grands intérêts et que la marge de manœuvre est assez forte, il est possible qu'une certaine identité communautaire se forge en dépassant la somme des préférences de chaque Etat, commente René Schwok. Mais, en cas de vrai coup dur, on revient vite à une approche qui privilégie la défense des intérêts nationaux. Les Etats demeurent encore à bien des égards les maîtres du jeu et, dans la plupart des cas, sans l'accord des grandes puissances (France, Allemagne, Royaume-Uni), la politique étrangère de l'UE reste condamnée à l'impuissance.*

Le statut juridique de l'UE constitue un autre frein à son action internationale. Comme le montrent Nicolas Levrat, directeur de l'Institut européen de l'Université de Genève et Fatimata Niang, assistante au Département de droit international public et à l'Institut européen, la capacité de l'UE d'agir de manière autonome sur la scène internationale implique que l'UE ait une personnalité juridique reconnue. Or, les Etats membres ne reconnaissent pas cette prérogative à l'Union.

UN OBJET POLITIQUE NON IDENTIFIÉ

«*L'Union européenne demeure un objet politique non identifié, conclut René Schwok. C'est un animal d'une très grande complexité, mais cela ne veut pas forcément dire qu'elle est inefficace et qu'il ne vaut pas la peine d'étudier son fonctionnement. La politique étrangère et de sécurité commune est en effet une expérience, non seulement en termes pratiques et politiques, mais aussi en termes conceptuels, qui nous oblige à nous interroger également sur l'essence de cet objet politique et sur sa manière de conduire des politiques.*» ■

Vincent Monnet

«*L'Union européenne et la sécurité internationale*», par René Schwok et Frédéric Mérand, Academia – Bruylant, 266 p.

L'invention des glaciers

Entre le XVI^e et le XVIII^e siècle, le regard porté par l'homme sur le pays des glaces éternelles s'est profondément modifié. Territoire autrefois redouté, il devient un objet d'investigation scientifique avant de s'imposer comme un spectacle à la mode

Menacés par le réchauffement climatique, ils font désormais l'objet d'une surveillance de chaque instant, les scientifiques de tous bords se pressant à leur chevet pour tenter de limiter un recul qui semble inéluctable. Curieusement, les glaciers qui, depuis des dizaines de milliers d'années façonnent notre environnement, n'avaient pourtant que rarement retenu l'attention des historiens. Dans le sillage des

HÉLÈNE ZUMSTEIN, assistante au Département d'histoire générale, Faculté des lettres

travaux menés sur l'histoire du paysage par le professeur François Walter, responsable de l'Unité d'histoire nationale, Hélène Zumstein, assistante au sein de la même structure, publie aujourd'hui un ouvrage qui vise à combler ce vide. En s'appuyant sur des sources imprimées très variées (encyclopédies, cosmographies, dictionnaires, guides et récits de voyages, cartes et gravures), *Les Figures du glacier* montre comment, entre le XVI^e et le XVIII^e siècle, la perception du monde des neiges éternelles s'est lentement transformée.

DE L'ENFER AU PARADIS BLANC

«Beaucoup de choses ont déjà été écrites sur les glaciers, résume la jeune chercheuse. Mais ces travaux visaient surtout à décrire leur mouvement ou à expliquer leur nature physique. L'objectif de cet ouvrage est quelque peu différent, dans la mesure où il vise à comprendre, dans une perspective historique, comment un espace avec lequel l'homme entretient un rapport essentiellement utilitaire devient un objet de représentations culturelles.»

Au Moyen Âge, les glaciers, et la montagne en général, constituent un territoire méconnu et redouté. Certains cols sont certes fréquentés depuis longtemps, mais on ne s'y attarde pas. Et, pour les paysans qui vivent aux alentours, ces masses de pierres et de glace n'ont rien du «paradis blanc» vanté aujourd'hui par les dépliant touristiques. C'est un lieu maléfique où dorment démons, sorcières et autres créatures

monstrueuses. Ce regard empli de méfiance commence à évoluer avec l'époque moderne, qui coïncide avec le Petit âge glaciaire (1580-1860). La baisse des températures fait avancer les glaciers dans les vallées alpines, ce qui les rapproche de l'univers des hommes.

Le botaniste zurichois Konrad Gessner figure parmi les premiers à s'enthousiasmer pour la beauté et la majesté de ces espaces. Avec d'autres auteurs (Simler, Münster), ces premiers textes vont contribuer à préciser le vocabulaire s'y rapportant. Un lexique qui reste cependant flou jusqu'au XVIII^e siècle



Horace-Bénédict de Saussure et ses guides arrivant au glacier du Tacul en juillet 1788.

au moins. L'iconographie se développe également, avec des gravures ou des aquarelles qui vont durablement imprégner l'imaginaire populaire. Rousseau et les Lumières provoquent un double changement. Ils suscitent d'une part un intérêt croissant pour les choses de la nature. De l'autre, ils imposent une façon de voir le monde qui ne repose plus sur la croyance et la superstition, mais sur une pensée rationnelle.

«Entre le XVI^e et le XVIII^e siècle, le nombre de pages consacrées aux glaciers explose, commente Hélène Zumstein. Les références se limitent d'abord à de brèves descriptions dans les cosmographies. Mais, à partir de 1750, les premiers ouvra-

ges spécifiquement consacrés aux glaciers sortent de presse. Fortement marqués par la perspective naturaliste, ils vont largement contribuer à faire de la montagne un spectacle à la mode.»

UNE ÉTAPE INCONTOURNABLE

C'est si vrai qu'à la fin du XVIII^e, on ne compte plus les récits de voyage dans lesquels la visite au glacier fait figure d'étape incontournable. Destinée à encadrer un nombre de visiteurs toujours croissant, la création de la Compagnie des guides de Savoie, en 1821, achève d'institutionnaliser le processus. L'excursion en montagne est désormais un loisir, qui, dès le siècle suivant, va attirer les foules en masse.

Qu'on ne s'y trompe pas: il y a glacier et glacier. «Il est très frappant de constater le petit nombre de lieux visités, explique Hélène Zumstein. Certains glaciers, comme celui d'Aletsch par exemple, restent longtemps préservés. A l'inverse, le glacier du Rhône, voisin des cols de la Furka et du Gothard, est un des premiers mentionnés. Il est toutefois progressivement éclipsé par le glacier inférieur de Grindelwald, qui a le double avan-

tage d'être proche de Berne et de Thoune, tout en se trouvant inséré dans un paysage agréable et pastoral. En Savoie, la Mer de glace et le glacier des Bossons sont également extrêmement réputés. Contrairement à celui de Grindelwald qui se prête plus difficilement à l'excursion, ce sont des glaciers qui peuvent être parcourus sans trop de difficultés. En outre, les voies d'accès sont bien entretenues et il existe quelques possibilités d'hébergement. C'est un avantage certain et qui va rester longtemps décisif.» ■

Vincent Monnet

«Les Figures du glacier. Histoire culturelle des neiges éternelles au XVIII^e siècle», par Hélène Zumstein, Presses d'histoire suisse, Genève 2009, 221 p.

Vers une nouvelle piste pour contrer les virus persistants

Les chercheurs pourraient bien avoir sous-estimé la contribution d'un des acteurs du système immunitaire, les anticorps, dans la lutte contre certains virus persistants dont fait partie celui du sida ou de l'hépatite C

La plupart des virus qui infectent l'être humain ne sont que de passage. Dans l'écrasante majorité des cas, le corps arrive à s'en débarrasser tout seul (moyennant quelque fièvre, toux et autre nez qui coule) tout en bénéficiant d'une mise à jour de son système immunitaire. Quelques-uns de ces hôtes indésirables, pourtant, sont persistants. Autrement dit, une proportion variable des personnes contaminées le reste jusqu'à la fin de ses jours. C'est le cas notamment pour le virus du sida (persistant chez 100% des patients), celui de l'hépatite C (60-80% des patients) et celui de l'hépatite B (10% des patients). Mais d'où viennent ces différences? Dans un article paru le 6 avril 2009 dans la revue *PLoS Biology*, l'équipe de Daniel Pinschewer apporte un élément permettant de mieux comprendre le phénomène. Cette étude montre que la contribution d'un des acteurs du système immunitaire, le lymphocyte B, a été jusqu'ici sous-estimée. Cet élément nouveau pourrait rediriger la recherche de nouveaux vaccins qui, dans les cas du VIH (virus de l'immunodéficience humaine) et de l'hépatite C, est toujours infructueuse.

RECONNAÎTRE ET ÉLIMINER

Dans son arsenal, le système immunitaire humain possède, entre autres, deux bras armés pour combattre les virus lorsque ceux-ci entrent dans l'organisme. Le premier est composé de lymphocytes T. Ces globules blancs sont capables de reconnaître et d'éliminer directement les cellules infectées. Le second est formé de lymphocytes B. Il s'agit de cellules dont la tâche principale est de produire des anticorps, c'est-à-dire des molécules qui se lient à des particules virales (circulant librement) ou à des structures virales disposées à la surface des cellules infectées. Cette action peut soit neutraliser ces

DANIEL PINSCHEWER
professeur adjoint au Département de pathologie et immunologie, Faculté de médecine

«corps étrangers», soit simplement les «marquer» de façon qu'ils puissent être reconnus et dégradés par d'autres mécanismes immunitaires.

Les lymphocytes B fournissent à l'organisme une défense capable de s'adapter à quasiment n'importe quel intrus. Chacune de ces cellules produit un seul type d'anticorps qui est quasiment à chaque fois différent de celui de sa voisine. Comme les lymphocytes B se comptent par milliards, cette

gigantesque variété permet au corps humain de produire potentiellement des anticorps spécifiques à chaque virus existant dans la nature. Ainsi, lorsqu'un nouveau pathogène infecte l'organisme, l'anticorps qui lui correspond est sélectionné, provoquant la multiplication à grande vitesse du lymphocyte qui le produit. La plupart du temps, le système immunitaire mémorise l'identité du virus en cas d'attaque ultérieure.

«On sait depuis longtemps que les infections virales persistantes provoquent une réponse immunitaire dite cellulaire, caractérisée par la mobilisation des lymphocytes T, explique Daniel Pinschewer. En fait, l'hypothèse qui a prévalu au cours des dernières décennies, étayée par de nombreuses études, c'est que cette réponse était essentielle et suffisante, les anticorps, eux, ne jouant qu'un rôle mineur, voire négligeable.» Un des éléments étayant cette affirmation est que certains virus persistants, surtout celui du sida, ont un pouvoir de mutation important qui leur permet d'échapper aux anticorps.

Cette manière de voir les choses semble toutefois de moins en moins capable d'expliquer toutes les observations cliniques. Par exemple, l'essai clinique de phase II d'un candidat vaccin antisida (STEP) a dû être abandonné en septembre 2007. Ce vaccin était basé sur la seule réponse de lymphocytes T appelés CD8+

Il avait donné de bons résultats en laboratoire, mais, une fois inoculé à des volontaires faisant partie de catégories dites à risques, sa protection contre l'infection s'est avérée nulle. Ce qui démontre que la stimulation de la réponse immunitaire T contre les infections persistantes est certes nécessaire, mais clairement insuffisante.

SOURIS TRANSGÉNIQUES

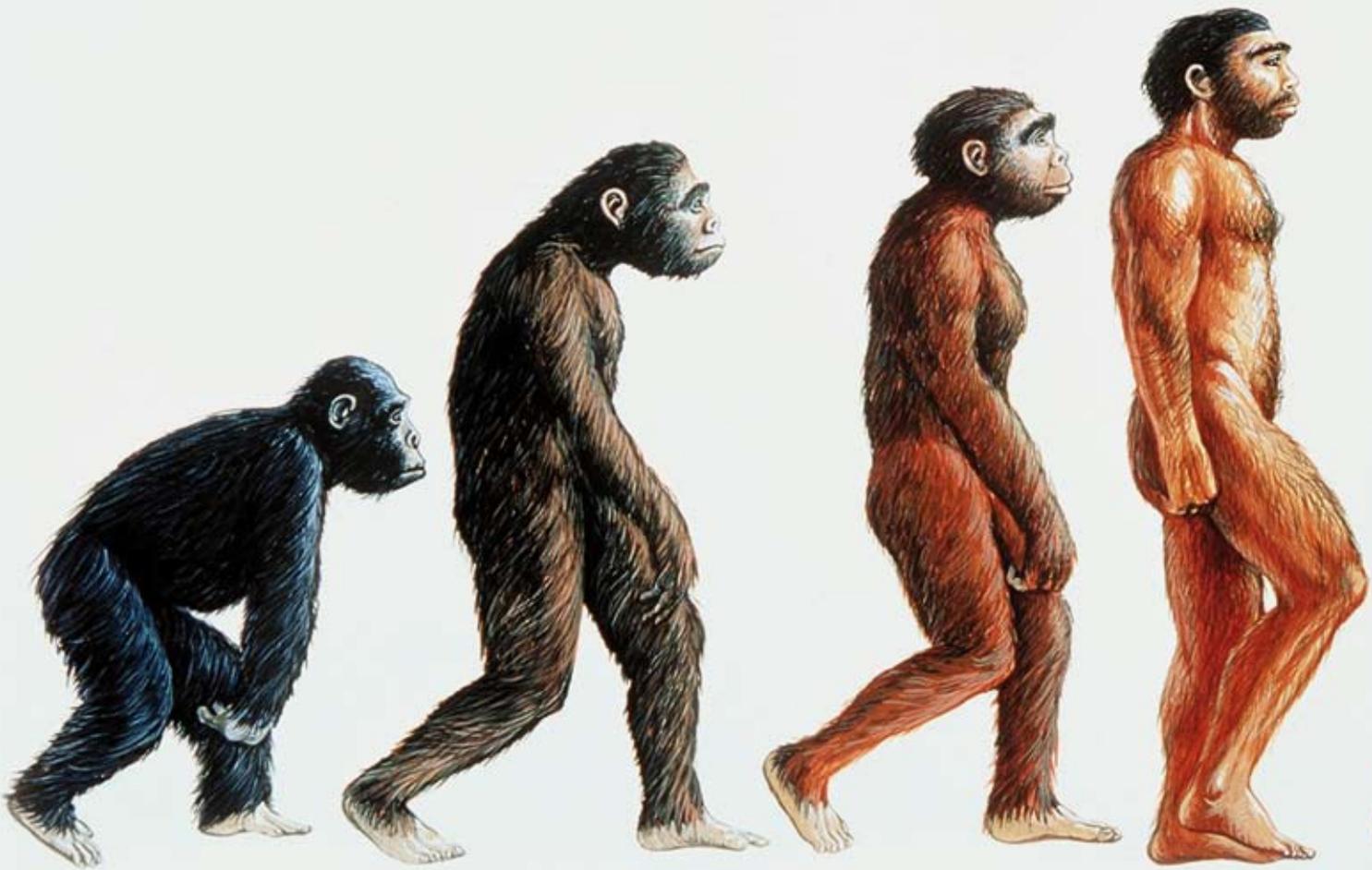
Pour tenter d'en savoir plus, les chercheurs genevois ont commencé une étude avec des souris transgéniques et un virus appelé LCMV. «Il n'existe pas d'équivalent du virus du sida ou de l'hépatite C chez les rongeurs, précise Daniel Pinschewer. Mais le LCMV joue parfaitement le rôle de modèle. Depuis presque un siècle, l'étude de son mode de fonctionnement chez la souris a en effet permis de réaliser de nombreuses découvertes au sujet des infections persistantes chez l'homme.»

Les chercheurs ont alors administré le virus à différents types de souris. Certains rongeurs fabriquent des anticorps, mais justement pas ceux qui sont spécifiques au LCMV. D'autres ont été transformés génétiquement de façon à être incapables de produire les phases initiales ou tardives de la réponse immunitaire impliquant les anticorps. Des souris «normales» ont servi de comparaison.

Les expériences ont montré que la présence d'anticorps spécifiques et une réponse immunitaire initiale correcte sont essentielles pour la réduction de la charge virale et son élimination totale. «Cela peut sembler une conclusion simple, mais c'est la première fois que l'on a pu le démontrer, précise Daniel Pinschewer. Si nos résultats sont transposables à l'être humain, cela signifie que pour fabriquer un vaccin efficace contre des infections virales persistantes, il faudra développer des produits qui induisent à la fois une réponse immunitaire T et B.» ■

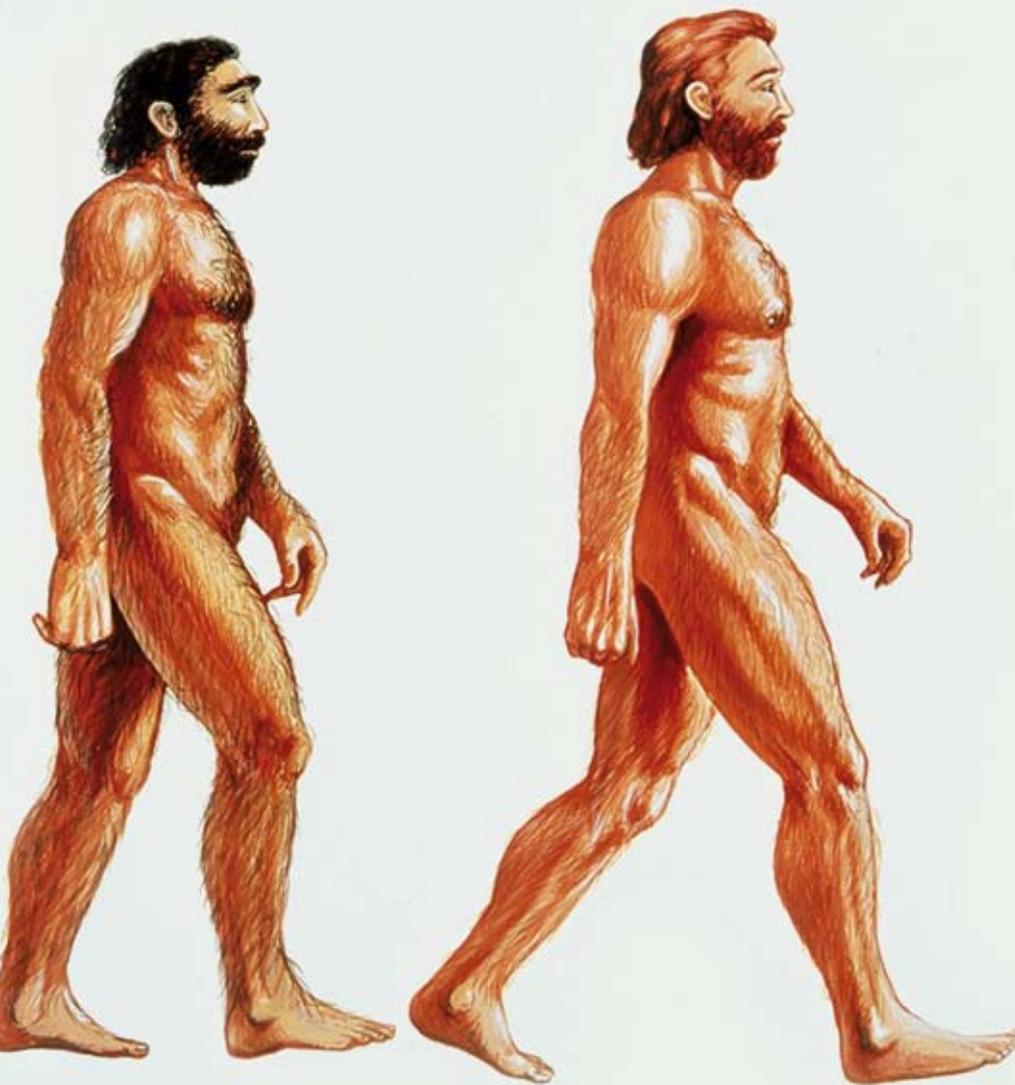
Anton Vos

DARWIN, LA (R)ÉVOLUT



ION CONTINUE

KEYSTONE



Il y a cent cinquante ans, Charles Darwin publiait sa théorie de l'évolution au moyen de la sélection naturelle sans connaître les lois de l'hérédité ni l'existence des gènes

L'application des thèses émises par le savant anglais aux sociétés humaines a donné naissance ces dernières décennies à une discipline, la psychologie évolutionniste, qui postule que la psychologie est, elle aussi, soumise aux mécanismes de la sélection naturelle

En privant l'homme de sa position centrale dans la création, Darwin a provoqué une révolution morale. Dernière et redoutable trouvaille des créationnistes, le «dessein intelligent» est présenté comme une alternative à la théorie de l'évolution

Dossier réalisé par Anton Vos
et Vincent Monnet

«NOUS CHERCHONS DU SENS LÀ OÙ IL N'Y EN A PAS»

Cent cinquante ans après sa publication, l'œuvre de Darwin reste la seule théorie scientifique reconnue dans le domaine des sciences du vivant. Directeur du pôle de recherche national «Frontiers in Genetics», Denis Duboule revient sur la genèse et la postérité d'une thèse qui n'a pas fini de faire parler d'elle



FRANÇOIS SCHAEER
Denis Duboule

Campus: Dans quelle mesure les travaux de Darwin marquent-ils une rupture dans l'histoire des sciences?

Denis Duboule: Les travaux de Darwin représentent une contribution majeure à la science. Le savant anglais propose une théorie

qui explique l'ensemble des mécanismes qui guident l'organisation du vivant. Cela reste d'ailleurs la seule théorie scientifique reconnue dans le domaine des sciences du vivant. Darwin ne savait pas ce qu'était un gène. Il élabore sa théorie avant la redécouverte des lois de Mendel. Ses intuitions sont d'autant plus phénoménales que chaque point sur lequel il butait à l'époque s'est avéré être une question essentielle qu'il a fallu beaucoup de temps pour résoudre.

Que dit-il de nouveau?

En s'appuyant notamment sur l'exemple des pinsons des Galapagos, dont la forme du bec varie selon le milieu, Darwin constate que les animaux sont parfaitement adaptés à leur environnement. Pour expliquer ce résultat, il postule que seuls les individus étant le mieux adaptés aux ressources présentes sont parvenus à survivre dans un endroit donné. C'est à partir de ces éléments que naît l'idée de la sélection naturelle.

Darwin n'a pas élaboré sa théorie à partir du néant. Quels sont les auteurs qui ont influencé sa pensée?

Le plus important est sans nul doute Jean-Baptiste de Lamarck, auteur du plus grand traité sur les invertébrés de l'époque. Dès 1800, le naturaliste français impose le concept du transformisme. Son idée est que les animaux ne sont pas apparus par génération spontanée, mais qu'il existe une continuité entre les différentes espèces ayant survécu. Lamarck estime également que l'environnement a un effet directif sur l'évolution. Autrement dit, un animal qui va essayer toute sa vie d'attraper une feuille haut perchée va finir par voir son cou s'allonger. Darwin, qui n'est pas

biologiste de formation, reprendra une large partie de ces éléments pour construire sa théorie. Le problème est que l'héritage de Lamarck, qui est pourtant capital, a été totalement évacué par les successeurs de Darwin. Les Anglo-Saxons sont parvenus à réaliser une sorte de hold-up dans ce domaine parce qu'à mon sens, les travaux de Lamarck sont au moins aussi importants que ceux de Darwin. Je dirais même que c'est la contribution de Lamarck qui est aujourd'hui démontrée de la façon la plus rigoureuse et non celle de Darwin.

Biographie express

1809: Naissance de Charles Darwin à Shrewsbury en Angleterre

1831: Début du voyage autour du monde à bord du *Beagle* qui l'emmène au Brésil, Argentine, Terre de Feu, Chili, îles Galapagos, Nouvelle-Zélande, Australie, îles Cocos et Le Cap.

1836: Retour à Plymouth.

1839: Mariage avec sa cousine Emma Wedgwood

1859: Publication de «L'Origine des espèces au moyen de la sélection naturelle»

1882: Mort à Downe en Angleterre

Darwin s'est-il appuyé sur d'autres auteurs?

En 1798, Thomas Robert Malthus, un pasteur anglican, publie *Essai sur le principe de population*, ouvrage qui connaît un immense succès et déclenche de nombreuses polémiques. Sa thèse repose sur l'idée que la progression démographique est plus rapide que l'augmentation des ressources, d'où une paupérisation de la population. Les anciens régulateurs démographiques (les guerres et les épidémies) ne jouant plus leurs rôles, il imagine de nouveaux obstacles, comme la limitation de la taille des familles et le recul de l'âge du mariage. Darwin, qui a lu Malthus, n'a fait qu'appliquer ce raisonnement à la biologie et ce qu'on appelle le darwinisme social n'est en fait rien d'autre qu'une relecture des thèses de Malthus. Darwin le dit lui-même, d'ailleurs.

Concrètement, comment passe-t-on d'une espèce à une autre?

Pour qu'une mutation soit maintenue, il faut qu'elle se distribue dans une population donnée. Mais si le nombre d'individus est très im-

portant, la mutation est diluée et elle se perd. L'avantage évolutif qui résulte de ce changement doit donc être soit suffisamment massif pour s'imposer, soit apparaître dans un groupe relativement restreint et isolé, ce qui est le cas pour les pinsons des Galapagos, par exemple. A l'intérieur de ce cadre, différents scénarios sont toutefois envisageables.

Lesquels?

La sélection par le milieu, proposée par Darwin est incontestée. Mais là où les grands défenseurs de Darwin ont tort, à mon sens, c'est qu'ils ont introduit une vue essentiellement gradualiste de l'évolution qui veut que ses différentes étapes aient été franchies de manière très progressive, par petites différences et sur une durée s'étalant sur des centaines de millions d'années. Ce schéma gradualiste convient très bien à des organismes relativement simples comme les bactéries, mais plus on monte dans l'échelle de la complexité du vivant, plus cette explication rencontre quelques limites.

Quels sont les éléments en faveur du gradualisme?

Les défenseurs de la sélection naturelle pure et dure sont convaincus qu'il existe une continuité parfaite dans l'évolution. Ils estiment que les différences qui sont aujourd'hui perceptibles entre les espèces paraissent importantes parce que les espèces intermédiaires ont disparu. Dès lors, la question est de savoir où elles sont passées, puisqu'on ne retrouve pas de fossiles. On peut accepter l'idée, somme toute assez logique, que cette absence tient au fait que les fossiles restent des objets rares, même pour les espèces très répandues. Il n'est donc pas vraiment étonnant que l'on n'en trouve pas pour les organismes qui ont vécu moins longtemps et en moins grand nombre.

Cette explication n'est toutefois pas partagée par l'ensemble de la communauté scientifique...

En effet, certains auteurs défendent plutôt l'idée que ces fameux «chaînon manquant» sont introuvables, tout simplement parce

qu'ils n'ont jamais existé. Cela voudrait dire que certaines transitions se sont faites de manière plus globale et plus abrupte que les puristes de la sélection naturelle ne le pensent. Cela ressemble à ce que Stephen Jay Gould a appelé les équilibres ponctués. Selon lui, la vitesse de l'évolution varie dans la durée: il y a des périodes de stabilité qui peuvent durer des millions d'années, puis des phases d'accélération durant lesquelles les choses changent beaucoup plus rapidement.

Quels sont les apports de la biologie moléculaire à ce débat?

Pour ce qui est des animaux complexes en tout cas, il est très difficile de concilier ce que l'on sait aujourd'hui de l'ADN et des mécanismes de régulation des gènes avec une théorie purement gradualiste. Depuis la fin des années 1980, il est en effet établi qu'aucune partie du corps ne dépend d'un gène spécifique. L'apparition d'une trompe chez l'éléphant ou l'allongement du cou de la girafe ne sont pas causés par un gène en particulier, mais dépendent d'une série d'éléments qui font partie d'un ensemble. Cela signifie que l'on ne peut pas changer drastiquement une partie du corps d'un être vivant sans modifier radicalement l'organisme concerné. De ce point de vue, le fait que nos gènes soient redondants constitue une sorte de bombe à retardement.

Dans quelle mesure?

Certaines mutations restent longtemps invisibles car il existe des solutions de rechange dans l'appareil génétique. Puis, lorsque celles-ci sont épuisées, il se produit un changement qui peut être radical. Autrement dit, il est possible qu'au sein d'une population de nombreux individus accumulent des mutations qui vont la rendre globalement instable sur le plan génétique. A un moment donné, le dernier verrou peut sauter chez plusieurs individus, ce qui pourrait aboutir à la création d'une nouvelle espèce, pour autant bien sûr que le milieu le permette.

Quelle est l'ampleur des changements que peut provoquer l'évolution? ▶

De Darwin au génome

1865: Le moine autrichien Gregor Mendel découvre les lois de l'hérédité en étudiant des pois comestibles. Il établit que les «facteurs» déterminant chaque caractère héréditaire se trouvent en deux versions chez tous les individus, mais qu'une seule d'entre elles est transmise à la descendance.

1869: Le biologiste suisse Friedrich Miescher isole une substance riche en phosphore dans le noyau des cellules, qu'il nomme nucléine. Elle sera identifiée plus tard comme étant l'ADN.

1882: Le biologiste allemand Walther Flemming décrit la division cellulaire (mitose) et découvre par la même occasion les chromosomes qui se sont condensés dans le noyau. Aucun lien n'est fait entre ces structures et l'hérédité.

1900: Les botanistes néerlandais Hugo de Vries, allemand Carl Correns et autrichien Erich von Tschermak-Seysenegg redécouvrent de façon indépendante les lois de Mendel.

1909: Le botaniste danois Wilhelm Johannsen invente le terme de gène. Il est également le premier à parler de génotype et de phénotype.

1911: Le généticien américain Thomas Morgan démontre l'existence des mutations grâce à une mouche drosophile aux yeux blancs. Il montre que les chromosomes sont les supports des gènes.

1943: A l'aide de la diffraction au rayon X, le physicien anglais William Astbury découvre que l'ADN possède une structure régulière et périodique.

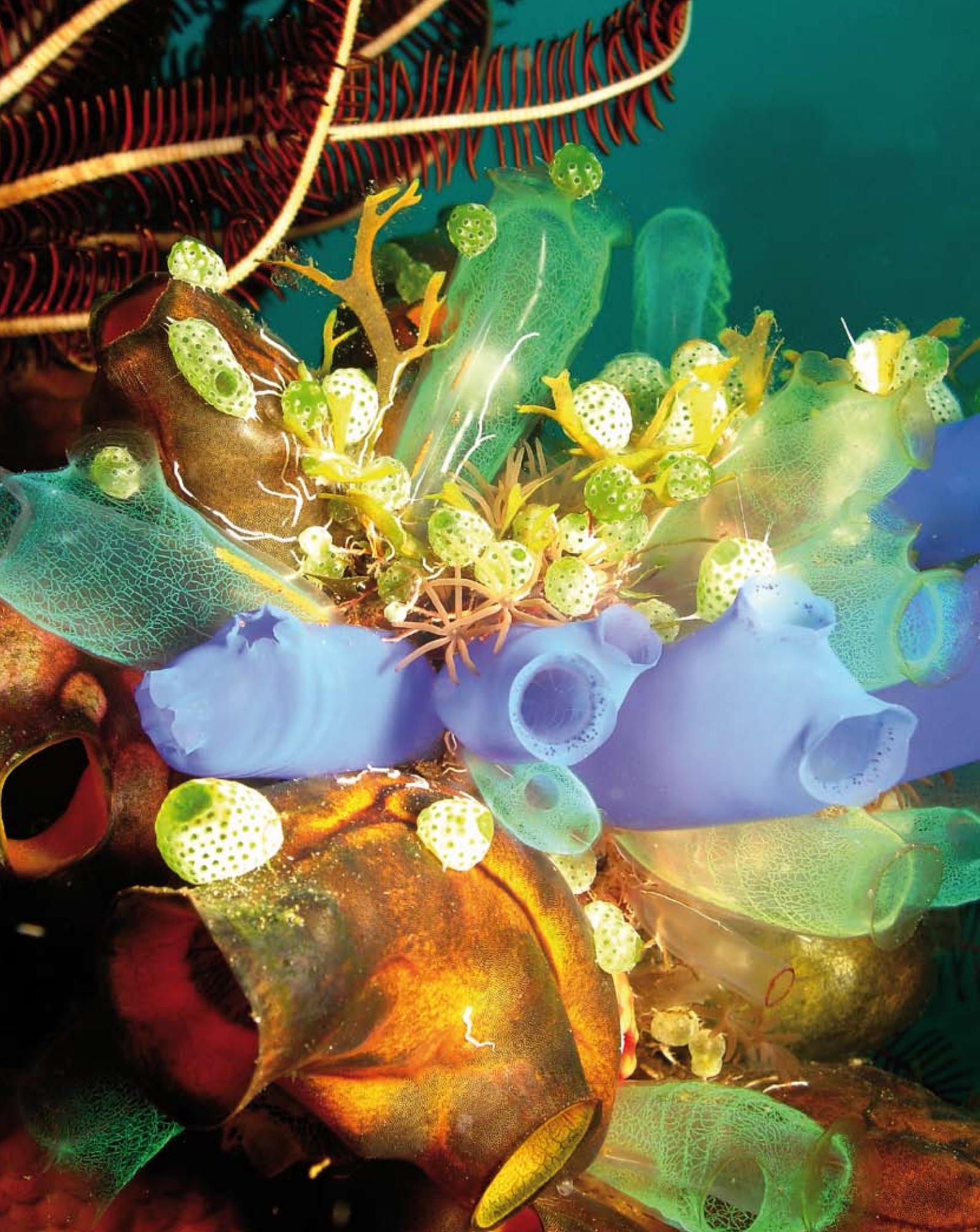
1944: Les généticiens américains Oswald Avery, Colin MacLeod et Maclyn McCarty démontrent que l'ADN est le matériel dont sont fabriqués les gènes et les chromosomes et que cette molécule est le support de l'hérédité. Jusque-là, la plupart des scientifiques pensaient encore que l'hérédité était portée par les protéines.

1953: Grâce à des images de diffraction aux rayons X prises par la biophysicienne anglaise Rosalind Franklin, les biologistes américains James Watson et britannique Francis Crick découvrent que l'ADN possède une structure en forme de double hélice.

1961: Crick et des collègues démontrent que les acides aminés (dont sont composées les protéines) sont codés par des groupes de trois bases d'ADN (un codon).

1961: Le généticien américain Marshall Nirenberg déchiffre le premier codon qui correspond à l'acide aminé phénylalanine.

2003: Le génome humain est entièrement séquencé.



Les tuniciers, ou urocordés, sont des animaux qui se résument, au stade adulte, à un sac rempli d'eau ancré à une roche. L'organisme, muni de deux siphons, contient un tube digestif et des organes de reproduction. On reconnaît leur apparentement aux vertébrés lorsqu'ils sont encore au stade larvaire. Ils ressemblent alors à des têtards qui se meuvent librement. A un certain moment de son développement, la larve de tunicier fixe sa tête sur un support, perd sa queue et la plus grande partie de son système nerveux, et demeure ainsi jusqu'à la fin de sa vie.

Une des règles de base du vivant est que la nature ne peut pas produire n'importe quoi. Si l'on s'en tient à l'homme, le nombre de monstruosité est, par exemple, relativement restreint. On retombe toujours sur les mêmes: un pied ne pousse jamais à la place d'une main et inversement. Cela signifie que le schéma de construction d'un organisme vivant est tel que les possibilités sont limitées. Or cette notion de contrainte, venue non pas de l'environnement extérieur, mais de l'intérieur de nous-même, du plan de construction inscrit dans nos gènes, est quelque peu absente des textes de Darwin.

A-t-on donné une importance excessive aux écrits de Darwin?

C'est surtout la façon dont cette théorie a été utilisée qui est sujette à discussion. Il ne faut pas se tromper de cible. Darwin (et son collègue Wallace oublié) a eu le génie de voir juste. Cependant, aujourd'hui, énormément de choses sont considérées comme des adaptations, alors qu'elles n'en sont pas nécessairement. Les faux yeux qui se trouvent sur les ailes des papillons, par exemple, sont souvent situés aux extrémités des ailes. Il existe toute une mythologie pour expliquer leur utilité pour attirer les femelles ou pour éloigner les prédateurs. Mais dans les faits, ces explications sont très difficiles à démontrer.

Comment expliquez alors la présence de ces faux yeux?

Leur apparition pourrait très bien être le résultat d'un processus aléatoire. On peut tout à fait imaginer que l'aile du papillon soit construite de telle sorte qu'à un moment donné, il y ait un effet collatéral: dans le but d'avoir une bonne aile, on est obligé d'y mettre des yeux parce que telle voie de signalisation a un promoteur qui répond à telle protéine. C'est une idée qui n'est pas facile à accepter parce que l'on est convaincu que toute évolution doit posséder une valeur adaptative. Or ce n'est pas le cas. Et si notre main possède cinq doigts, ce n'est pas parce que c'est la meilleure solution, mais parce que c'est celle qui a été retenue. Notre erreur tient au fait que nous cherchons du sens là où il n'y en a pas.

«Une des règles de base du vivant est que la nature ne peut pas produire n'importe quoi. Un pied ne pousse jamais à la place d'une main et inversement»

L'évolution n'est donc pas un chemin linéaire conduisant du plus simple au plus compliqué?

Pas forcément. Certains organismes marins qui nous sont très proches, tels que les urocordés ont une vie larvaire qui ressemble beaucoup à celle d'un poisson, mais en se développant, cet organisme ne cesse de se simplifier pour aboutir à un individu adulte qui n'est plus qu'un tube accroché à un rocher. L'évolution peut aussi aller vers le plus simple.

Un des arguments souvent avancés par les créationnistes pour démontrer que l'évolution n'est pas une science est que la théorie de Darwin n'est pas démontrable. Est-ce exact?

Oui, car pour prouver formellement cette théorie, il faudrait être en mesure de remonter jusqu'à l'animal ancestral qui serait au début de la chaîne. Or cet animal n'existe plus. Toutes les espèces qui existent actuellement ont en effet évolué en même temps que nous, c'est pourquoi les singes ne sont pas nos ancêtres, mais nos cousins. En outre, même si on admettait que cet être ancestral existe et qu'on parvienne à le transformer en être humain, cela ne suffirait pas à démontrer que c'est comme cela que les choses se sont passées, mais uniquement qu'il est possible qu'elles se soient passées comme cela. Cela dit des faits innombrables démontrent la véracité de la théorie de l'évolution, ce qui en fait une science et non pas une religion. On peut toujours discuter de la manière dont cela s'est passé exactement, mais on sait que cela s'est passé, et sans l'aide de quiconque. ■

LIRE L'ÉVOLUTION DANS LES GÈNES

Charles Darwin a développé sa théorie de l'évolution au moyen de la sélection naturelle sans connaître les lois de l'hérédité et encore moins l'existence des gènes. Les découvertes réalisées en biologie moléculaire ont pour l'essentiel confirmé l'intuition du savant anglais

Vers la fin de sa vie, Charles Darwin a imaginé une théorie qui peut sembler aujourd'hui bien curieuse: Les organismes des êtres vivants seraient, selon lui, remplis de «gemules». Ces dernières, présentes dans tous les organes, se rassembleraient dans les parties génitales au moment de la reproduction pour transmettre les caractéristiques de l'individu à sa descendance. Il s'agit là, de la part du naturaliste britannique, d'une tentative – manquée – d'expliquer le phénomène de l'hérédité, une des pierres angulaires de sa théorie de l'évolution. Malgré ses efforts d'imagination, la transmission des caractères physiques d'une génération à l'autre est restée pour lui un mystère jusqu'à la fin de sa vie. Cela dit, on ne peut guère le lui reprocher: La génétique n'existait pas encore en ce temps-là et les lois de l'hérédité de Gregor Mendel, bien que découvertes en 1865, n'étaient encore connues de personne.

TOUR DE FORCE

Ce «raté» scientifique ne donne que plus de prestige à sa grande réussite, l'explication de l'évolution des espèces au moyen de la sélection naturelle. Sans rien connaître des gènes ni de l'ADN, Darwin a en effet réussi le tour de force d'élaborer une théorie qui demeure valable aujourd'hui, moyennant quelques légers remaniements. Mieux: les découvertes réalisées en biologie moléculaire n'ont fait que confirmer l'intuition du savant anglais. A tel point que l'on peut, aujourd'hui, «lire l'évolution dans les gènes», comme l'affirme le biologiste Jean-Michel Gibert.

Bien que sceptique au début de sa vie, Darwin a fini par être convaincu par le

«transformisme». Cette théorie, proposée bien avant lui par le naturaliste français Jean-Baptiste de Lamarck, affirme que les espèces ne sont pas immuables, mais issues d'autres espèces et peuvent elles-mêmes donner naissance à de nouvelles. Si ce raisonnement est

correct, en remontant mentalement le temps – ce que le savant anglais n'a pas manqué de faire –, on devrait rencontrer les ancêtres communs à de plus en plus d'animaux, de plantes, etc., jusqu'à finalement tomber sur l'aïeul ultime, père (ou mère) de toutes les formes de vie. Autrement dit, tous les organismes de la Terre sont apparentés.

Cette intuition a été confirmée par la découverte de la molécule d'ADN

et du code génétique, que se partagent tous les organismes vivants que l'on connaisse. L'hypothèse d'une origine commune a été renforcée par le fait que certains gènes se retrouvent presque à l'identique dans des espèces très éloignées les unes des autres.

«C'est le cas notamment d'un gène appelé «engrailed» dont une des fonctions est d'indiquer aux cellules où elles se trouvent et ce qu'elles doivent faire, précise Jean-Michel Gibert. Ce gène a été identifié initialement chez la mouche, mais on retrouve des homologues chez de nombreuses espèces de vertébrés. Suivant les espèces, les gènes de la famille engrailed sont utilisés pour construire des structures différentes. Certains animaux en possèdent même deux, voire quatre exemplaires, mais la séquence des protéines codées par ces gènes est presque identique sur certaines portions.»

Les différentes versions d'«engrailed» sont même en partie interchangeables. Les chercheurs ont ainsi remplacé celui d'une souris, par son homologue de la mouche,



Les corneilles d'Europe ont été séparées en deux populations lors de la dernière glaciation. Deux espèces distinctes ont émergé, la corneille noire vivant à l'ouest (à gauche) et la corneille mantelée vivant à l'est (à droite). Avec la disparition des glaces il y a 10 000 ans, les deux espèces se sont rencontrées de nouveau le long d'une frontière – mouvante – qui traverse l'Europe du nord au sud et passe actuellement par la ville de Vienne. Des hybrides naissent régulièrement, mais semblent moins adaptés à la reproduction et ne donnent que peu de descendance.

deux animaux qui sont pourtant séparés par plus de 500 millions d'années d'évolution. Le rongeur transgénique issu de cette manipulation s'est développé bien mieux qu'un

JEAN-MICHEL GIBERT, assistant au Département de zoologie et de biologie animale, Faculté des sciences

animal dont le gène a été rendu carrément inopérant, ce qui montre que la fonction moléculaire du produit du gène est remarquablement conservée.

Darwin constate aussi que les individus d'une même population présentent de légères variations morphologiques. Cette observation possède, elle aussi, un fondement moléculaire. Les génomes que l'on rencontre au sein d'une même espèce ne sont en effet jamais identiques. Ils comportent de petites variations dues

vrons jaunes présentent en fait une mutation touchant un gène particulier dont le produit est requis pour synthétiser des pigments rouges à partir de pigments jaunes.»

Quand les mutations touchent un gène dit régulateur, elles peuvent exercer une influence sur le programme de développement d'un organisme. «En principe, une fleur se compose, en partant de l'extérieur, de sépales, de pétales, d'étamines puis de carpelles, poursuit Jean-Michel Gibert. Lorsque le fon-

ctionnement de certains gènes est altéré, le plan de construction de la fleur peut se modifier et donner une séquence de type: sépales, pétales, pétales et de nouveau sépales. De telles mutations ont été sélectionnées (sans le savoir) par les jardiniers car elles produisent des fleurs possédant plus de pétales, donc plus de couleurs.»

Les variations sur ce thème sont innombrables, comme le montre la diversité de formes et de couleurs qui se rencontrent parfois au sein d'une même espèce (l'être humain ne faisant pas exception). «Concrètement, toutes les différences moléculaires que l'on observe entre les espèces étaient au départ de simples variations naturelles au sein d'une même population, poursuit Jean-Michel Gibert. Au fil du temps, certaines de ces

mutations peuvent augmenter en fréquence parmi l'ensemble des individus jusqu'à se «fixer» et devenir ainsi la caractéristique d'une nouvelle espèce.»

SÉLECTION NATURELLE

Le processus de fixation dépend beaucoup de la démographie, c'est-à-dire de la taille des populations, de leur structure, de leur possible isolation, des mouvements de migration ou encore de la dérive génétique (certaines mutations peuvent se fixer dans une population, mais pas dans une autre, par le simple fait ►



JEAN-MICHEL GIBERT

à des mutations qui surviennent de temps en temps dans l'ADN et qui se transmettent à la descendance.

La plupart du temps, ces mutations n'entraînent pas de conséquences visibles. C'est quand elles touchent, par hasard, une partie importante d'un gène qu'elles peuvent être traduites par des changements perceptibles, certains plus spectaculaires que d'autres.

«La couleur naturelle d'un poivron est rouge, mais il en existe aussi des jaunes dans les étals des supermarchés, note Jean-Michel Gibert. Les poi-

L'évolution selon Darwin

La théorie de l'évolution des espèces au moyen de la sélection naturelle peut se résumer ainsi: il existe des variations entre individus d'une même espèce et ces variations sont, au moins en partie, transmissibles de génération en génération. Cependant, les ressources (l'espace ou la quantité de nourriture, par exemple) du milieu où habite cette espèce sont limitées. Seule une fraction des individus d'une génération contribueront donc à la création d'une nouvelle. Ceux qui possèdent des caractéristiques avantageuses en fonction de l'environnement dans lequel ils vivent contribueront plus à la reproduction que les autres. La variation qui leur octroie cet avantage deviendra donc plus fréquente dans la population de la génération suivante.

du hasard). Une nouveauté évolutive se répandra et s'imposera en effet plus facilement et rapidement si elle survient dans une population de petite taille et génétiquement isolée.

A cela s'ajoute le mécanisme que Darwin a introduit, et qui fait office de loi en biologie: la sélection naturelle. Le plus apte aura davantage de chances qu'un autre de se reproduire et de transmettre ses gènes à la descendance. Ainsi, la pression du milieu choisit, génération après génération, les plus adaptés, et les caractéristiques qu'ils véhiculent détermineront l'avenir de l'espèce.

«Il existe une protéine qui a été très étudiée, note Jean-Michel Gibert. Il s'agit du récepteur de la mélanocortine 1, qui est impliqué dans la pigmentation. Si ce récepteur reçoit un certain signal,

individus naissent roux et d'autres noirs. Des chercheurs ont identifié deux populations de ce rongeur vivant chacune sur un substrat rocheux différent, le premier étant foncé, le second clair. Comme les principaux prédateurs sont des oiseaux de proie, la sélection a vite effectué son travail. Sur la roche noire n'ont survécu que les rongeurs de la même couleur. Idem sur la roche claire.

UN ENVIRONNEMENT SUBTIL

Le lien n'est cependant pas toujours aussi direct entre le gène et l'apparence de l'individu. L'environnement non seulement sélectionne les gènes, mais parfois influence aussi leur rôle. Le chat siamois en est une célèbre illustration. Ces animaux devraient être tout

Un gène peut être impliqué dans plusieurs processus et un processus particulier implique en général plusieurs gènes

de notre régime alimentaire. Le lièvre variable, dont le pelage change de couleur en hiver, ne change pas de génome à l'intersaison. C'est en fait la lumière qui influence, indirectement, l'expression de certains gènes. Ce sont aussi des stimuli venus de l'environnement qui agissent sur les hormones impliquées dans la reproduction et qui rythment les cycles biologiques annuels par exemple. Certaines plantes produisent plus ou moins de graines selon les conditions climatiques, etc.»

De manière subtile, l'environnement en arrive donc à sélectionner des caractères qui sont plus ou moins sensibles aux variations de ce même environnement. De plus, des changements de l'environnement peuvent rendre beaucoup plus visible l'effet de certaines mutations. Les possibilités d'évolution décuplent, ce que Darwin n'avait pas vraiment prévu.

LES LIMITES DE LA SÉLECTION

Cependant, malgré la riche diversité qu'elle a réussi à engendrer, la sélection naturelle ne peut pas tout. Les gènes ne fonctionnent pas tout seuls, mais en réseau. Un gène peut être impliqué dans plusieurs processus et un processus particulier implique en général plusieurs gènes. Le moindre changement peut donc avoir des conséquences multiples et c'est pourquoi certaines spécificités ne semblent plus pouvoir changer. C'est le cas par exemple du nombre de vertèbres cervicales chez les mammifères. Elles sont au nombre de sept, que ce soit chez la baleine ou la girafe. Ce nombre n'a pas changé depuis des dizaines de millions d'années d'évolution. Et lorsqu'il est différent (cela a été observé sur des fœtus et des enfants humains mort-nés), il est toujours associé à de nombreux et graves effets secondaires. C'est pourquoi une telle variation n'est plus sélectionnée. ■



Ce poisson, appartenant au genre «Astyanax», fait partie d'une population qui s'est retrouvée à un moment de son histoire isolée dans des grottes privées de lumière. Afin de pouvoir s'orienter et se nourrir, ces animaux ont alors développé leur odorat et leur goût. Il se trouve que certains gènes impliqués dans ces sens le sont aussi dans la fabrication des yeux. En favorisant l'odorat et le goût, ces mêmes gènes ont tendance à inhiber le développement des organes de la vision. C'est pour cette raison, à laquelle il faut ajouter le relâchement de la sélection naturelle sur le bon fonctionnement de la vision devenue inutile, que les yeux ont fini par disparaître complètement.

il transmet à la cellule l'ordre de synthétiser de la mélanine noire. S'il n'est pas activé ou non fonctionnel, la cellule fabrique, par défaut, de la mélanine rousse. Les variations de couleurs au sein de plusieurs espèces dépendent de ce gène.»

Des variants de ce récepteur jouent un rôle essentiel dans l'adaptation d'un petit rongeur habitant dans le sud des Etats-Unis. Chez cette sorte de souris, le gène existe sous plusieurs versions avec comme résultat que certains

noir, mais une enzyme impliquée dans la synthèse du pigment noir porte une mutation qui la rend sensible à la température. Résultat: elle fonctionne bien dans les extrémités plus froides, qui sont noires, mais pas dans les parties chaudes du corps, qui se colorent en beige.

«Cette interaction de l'environnement avec le fonctionnement des gènes existe partout, précise Jean-Michel Gibert. Notre taille, poids et forme du corps dépendent de nos gènes, mais également

JEAN-MICHEL GIBERT

«LE CRÉATIONNISME A DÉBARQUÉ EN EUROPE»

Dernière et redoutable trouvaille des créationnistes, le «dessein intelligent» est présenté comme une alternative à la théorie de l'évolution. Arrivé en 2008 à Genève, le professeur Michel Milinkovitch a récemment donné une conférence sur le sujet



Michel Milinkovitch

Campus: Qu'est-ce que le «dessein intelligent»?

Michel Milinkovitch: Il s'agit d'un habillage moderne du créationnisme classique. Le discours traditionnel, qui consiste à dire que la Terre et le reste de l'univers

ont été créés il y a 6000 ans, que l'être humain et toutes les espèces vivantes sont immuables et que l'évolution n'existe pas, est de moins en moins tenable aux yeux du public. Les créationnistes ne peuvent pas continuer à prétendre que ces grands reptiles ont disparu parce qu'ils étaient trop gros pour entrer dans l'Arche de Noé (je n'invente rien, cette explication a été avancée par certains créationnistes américains). Face à l'érosion de leur mouvement, certains créationnistes ont donc tenté de draper leur croyance dans un manteau scientifique. Ainsi, les partisans du «dessein intelligent» acceptent l'idée d'une forme d'évolution, mais prétendent que celle-ci est dirigée par un être surnaturel car, selon eux, des causes naturelles ne peuvent expliquer la complexité du vivant. Un créateur serait donc nécessaire pour donner à la nature le coup de pouce indispensable pour fabriquer un œil ou un flagelle. Le «dessein intelligent» est présenté comme une hypothèse scientifique alternative à la «théorie synthétique de l'évolution» (qui intègre, en gros, les lois de Mendel, la théorie de Darwin

et un siècle de biologie moléculaire). C'est là que réside l'imposture: le «dessein intelligent» ne peut en aucun cas être considéré comme une hypothèse scientifique.

Pourquoi?

La science s'évertue à expliquer les phénomènes que l'on observe à l'aide de mécanismes naturels. En faisant appel à un être surnaturel, le «dessein intelligent» sort de facto du cadre de la science. En effet, une hypothèse est dite scientifique seulement si elle est prédictive et falsifiable, c'est-à-dire que l'on peut imaginer une expérience dont le résultat pourrait démontrer qu'elle est fautive. Il arrive d'ailleurs souvent que des expériences ou observations scientifiques contredisent les théories du moment, celles-ci devant alors être modifiées, corrigées ou parfois, mais c'est plus rare, complètement abandonnées. Aucune hypothèse basée sur l'exis-

tence d'un être surnaturel ne répond à ces exigences. On ne peut pas imaginer une expérience potentiellement capable de démontrer qu'un tel être surnaturel n'existe pas. Tout débat sur la question de savoir si le dessin intelligent est une hypothèse scientifique devrait en principe s'arrêter à ce stade.

Est-ce que la théorie de l'évolution des espèces est falsifiable?

Oui, bien sûr. On peut sans problème imaginer une expérience dont le résultat est capable de mettre en défaut cette théorie. Les biologistes passent d'ailleurs leur temps à essayer de trouver ce qui est incomplet dans

la théorie synthétique de l'évolution. Si un paléontologue découvrait, par exemple, un fossile de dinosaure (qui ont tous disparu il y a 65 millions d'années) dans les mêmes strates géologiques qu'un fossile d'australopitèque (qui n'est apparu que 60 millions d'années plus tard), il démontrerait que l'évolution des espèces telle qu'on la conçoit aujourd'hui est complètement fautive. Mais, bien entendu, personne n'en a trouvé. C'est plutôt le contraire qui arrive car la théorie de l'évolution a une valeur prédictive. On sait ►

«Le «dessein intelligent» ne peut en aucun cas être considéré comme une hypothèse scientifique»

«Aucun biologiste ne prétend que l'évolution ne dépend que du hasard»

par exemple depuis longtemps que des couches géologiques d'un certain âge ne renferment que des fossiles de poisson tandis que, dans des strates plus jeunes, on trouve les premiers animaux avec des pattes. Récemment, le biologiste américain Neil Shubin s'est dit qu'une couche située entre les deux âges devait logiquement contenir des fossiles d'une forme de vie intermédiaire qui manquaient encore aux paléontologues. Ils ont cherché un affleurement raisonnablement accessible (dans le Grand Nord canadien) et s'y sont rendus en 2004 pour fouiller. Et ils ont trouvé le Tiktaalik roseae, un organisme intermédiaire entre les poissons et les vertébrés terrestres ayant vécu il y a 375 millions d'années.

Contrairement à ce que croient les créationnistes, les dinosaures ont disparu il y a 65 millions d'années, probablement des suites d'une chute d'une météorite géante dans le golfe du Mexique. Ils n'ont donc jamais pu côtoyer l'être humain. Les seuls représentants de la lignée des dinosaures encore vivants aujourd'hui sont les oiseaux dont les plumes sont apparues au départ pour résoudre des problèmes de régulation thermique. Ce n'est que bien après qu'elles ont servi pour le vol.

Le principal argument du «dessein intelligent» est celui de l'irréductible complexité. De quoi s'agit-il?

Quelle que soit la manière dont les tenants du «dessein intelligent» présentent les choses, leur discours se résume en effet toujours à cet ancien argument que le philosophe britannique William Paley a énoncé en 1802: tout comme il existe un horloger pour la montre, il existe un Grand Horloger pour la vie. En d'autres termes, il est impossible d'imaginer qu'un œil, qu'une aile d'oiseau ou même qu'un flagelle de bactérie soient apparus par hasard. Ce sont des structures beaucoup trop complexes, aux yeux des créationnistes. En enlevant une seule de leurs composantes, l'ensemble (comme la montre) perd sa fonction, ajoutent-ils. Il n'y a donc pas d'intermédiaires possibles, ce qui implique que l'évolution est fautive, etc. En fait, il s'agit là d'une manipulation du discours scientifique. Aucun biologiste ne prétend que l'évolution ne dépend que du hasard. S'il n'y avait que lui, ce serait comme si je vous demandais de trouver, par déplacement aléatoire, une étoile précise dans l'univers. Etant donné le nombre gigantesque d'étoiles, il vous faudra un temps infini avant d'éventuellement tomber dessus.

Ce qui revient à dire que c'est impossible.

En effet. Mais si j'introduis dans l'exercice un mécanisme de sélection, le jeu se modifie grandement. Admettons qu'à chaque étoile que vous proposez, je précise si vous vous rapprochez de la cible ou non, vous allez trouver le bon astre beaucoup plus vite. Car à chaque étape, vous ne recommencez pas de zéro,

mais vous partez du niveau de connaissance acquis au stade précédent. Des simulations par ordinateur ont permis d'obtenir des résultats étonnants. Rien qu'avec deux mécanismes, le hasard et la sélection, l'informatique américain Karl Sims a réussi à générer très vite une complexité fascinante. Son logiciel, développé dans les années 1990 déjà, crée des créatures virtuelles aléatoires à partir de plots articulés dont certains peuvent être animés d'un mouvement. Des mutations au hasard engendrent des changements simples. Elles ajoutent un plot ici ou là, modifient leur taille ou leur mouvement. Le programme informatique accorde ensuite une probabilité de survie plus élevée aux créatures qui, par exemple, se déplacent le plus vite, augmentant ainsi leurs chances de donner une descendance qui subira à son tour des mutations aléatoires. Au départ, les performances des organismes virtuels sont mauvaises. Mais, très rapidement (après quelques centaines de générations), des formes extrêmement diverses et très performantes sont générées, dont certaines ressemblent à s'y méprendre à des êtres existants sur Terre (www.karlsims.com).



Les formes que l'on rencontre dans la nature apparaissent donc graduellement, par petites touches successives...

Bien entendu. Il s'agit d'un mécanisme majeur de l'évolution, même si des transformations plus drastiques – des sauts évolutifs – se sont aussi produites. Les créationnis-

tes affirment que l'œil de vertébré est d'une complexité irréductible. Mais c'est ignorer que l'on trouve dans le règne animal de nombreuses étapes intermédiaires possibles, depuis la surface plane tapissée de cellules photosensibles (une rétine en quelque sorte), en passant par la cupule photosensible

informant sur la direction de la lumière, jusqu'à l'œil plus complexe des vertébrés ou des céphalopodes comportant aussi une lentille (le cristallin). La complexité irréductible est une chimère issue du refus, sur des bases idéologiques, d'admettre l'émergence progressive, sur des millions ►

UN LABORATOIRE DÉD

Le Laboratoire d'évolution artificielle et naturelle (LANE) s'est installé à l'Université de Genève en 2008. Petit tour de ses principaux axes de recherche

d'années, de l'incroyable diversité – et complexité – des formes de vie peuplant notre planète.

Pensez-vous qu'il soit judicieux de débattre publiquement avec les créationnistes?

Je fais la différence entre un créationniste pur et dur et un tenant du «dessein intelligent». Le premier se place d'emblée en dehors de la science et parle de foi. A la fin de l'échange, il aura tendance à me bénir en regrettant de me voir emprunter la voie que j'ai choisie (la science). Même si un tel créationniste est dangereux, car il rejette la validité de la science au nom d'une idéologie, il n'est pas fondamentalement malhonnête. En revanche, à partir du moment où quelqu'un prétend que le «dessein intelligent» est une science, il est important d'être présent et de dénoncer l'imposture. Il est fondamental de réaliser cette séparation entre la foi et la science. Ce sont deux domaines de pensée séparés. C'est pour cette raison que l'on peut évidemment être un scientifique de haut niveau et croyant.

Le «dessein intelligent» vient des Etats-Unis où le débat entre la science et la religion est un classique. Est-ce que cette théorie s'implante aussi en Europe?

Oui, et elle représente une menace importante. Une enquête a été menée récemment dans des écoles bruxelloises et le résultat est catastrophique. En gros, un tiers des élèves (de 17 et 18 ans) interrogés considèrent que la théorie de l'évolution est en conflit partiel ou total avec leurs croyances. Ce chiffre monte à deux tiers si on ne considère que les élèves musulmans et protestants. Le résultat est le même concernant l'origine de l'homme: un tiers des élèves interrogés considèrent que l'être humain a été créé par Dieu, comme l'expliquent les textes sacrés. Le problème n'est donc pas confiné aux Etats-Unis. Il a clairement débarqué en Europe. ■

JESSIE COHEN



Le tenrec est un mammifère insectivore originaire de Madagascar. Il ressemble au hérisson de nos contrées, mais il en est séparé d'au moins 80 millions d'années d'évolution. Le tenrec est plus proche de l'éléphant que de son sosie européen. Malgré cela, l'évolution a choisi le même chemin et a transformé chez les deux animaux, de façon indépendante, les poils du dos en piquants. L'étude comparée des génomes et du développement embryonnaire de ces deux espèces est susceptible d'élucider les mécanismes sous-jacents.

L'arbre généalogique des êtres vivants. Ce volet des activités du LANE consiste à reconstruire l'arbre phylogénétique du vivant et à accrocher les branches aux bons endroits. En d'autres termes, il s'agit de déterminer le degré d'apparenté de toutes les espèces. L'analyse de l'ADN a permis d'avancer à grands pas dans ce domaine. C'est dans ce contexte que l'équipe de Michel Milinkovitch a découvert il y a quelques années, en collaboration avec des équipes japonaises et américaines, que les cétacés font partie des artiodactyles, c'est-à-dire les ruminants, les cochons, les lamas, etc. (lire la légende de la photo de la baleine ci-dessus). D'autres études ont notamment permis de

reconstruire l'histoire évolutive de différents caractères morphologiques et physiologiques dans des groupes aussi divers que des insectes et des amphibiens.

Génétique des populations et de la conservation. Les changements environnementaux, y compris ceux liés aux activités humaines, ont un impact majeur sur la biodiversité des écosystèmes. Le Laboratoire d'évolution artificielle et naturelle (LANE) étudie les mécanismes (mutations, sélection, migration...) et les contraintes historiques qui influencent l'évolution de la biodiversité. Par exemple, combien faut-il d'échanges d'individus entre

LIÉ À L'ÉVOLUTION



I-STOCK

Les plus proches parents des hippopotames encore en vie aujourd'hui sont les cétacés, c'est-à-dire les baleines, les dauphins ou encore les marsouins. Le porc, qui est un artiodactyle comme l'hippopotame, est un cousin plus éloigné, malgré les apparences. Cette découverte a pu être réalisée grâce aux données moléculaires, c'est-à-dire à l'analyse des génomes des différentes espèces. Pourtant une des premières théories, que Charles Darwin lui-même estimait plausible, rangeait les baleines comme des cousins de l'ours, avant de s'approcher des artiodactyles puis finalement d'y être carrément intégrés.

deux populations pour qu'elles deviennent génétiquement homogènes ou, au contraire, se différencient l'une de l'autre pour donner naissance à deux espèces différentes? Des analyses génétiques ont ainsi montré qu'une espèce de dauphins vivant sur les côtes pacifiques et atlantiques de l'Amérique du Sud est en réalité divisée en deux populations totalement isolées génétiquement. Contre toute attente, les dauphins péruviens vivent séparés de tous les autres, malgré une continuité géographique indéniable (la nature de la barrière qui les isole demeure non identifiée). Comme les cétacés péruviens souffrent d'une pêche excessive, ces résultats peuvent contribuer

de manière significative à la gestion de ces populations.

Le LANE a réalisé d'autres études qui ont notamment permis de caractériser la diversité et la structure génétique de populations de boas de la Jamaïque et de guider des programmes de gestion et de repeuplement de populations de tortues géantes et d'iguanes terrestres aux îles Galapagos.

Evolution-développement. Grâce aux mécanismes de mutation et de sélection, les chercheurs comprennent comment, par exemple, une population de papillons peut passer d'une majorité d'individus noirs à une majorité d'in-

Combien faut-il d'échanges d'individus entre deux populations pour qu'elles deviennent génétiquement homogènes ou, au contraire, pour donner naissance à deux espèces différentes?

dividus blancs. Il est plus ardu, en revanche, de saisir comment sont apparues des nouveautés évolutives comme les poils, les plumes, l'homéothermie, etc. Il est encore plus difficile de comprendre comment certains caractères peuvent se développer de manière répétée et indépendante dans des lignées évolutives différentes. Cette question peut s'étudier en faisant le lien entre l'évolution des caractères morphologiques et physiologiques des individus, de leur génome et de leur développement embryonnaire (lire la légende de la photo du tenrec ci-dessus). ■

www.lanevol.org

LE «DARWINISME SOCIAL» EST UNE CONTRADICTION

L'application de la théorie de l'évolution aux sociétés humaines a fait place ces dernières décennies à une discipline, la psychologie évolutionniste, qui postule que la psychologie est, comme la physiologie, soumise aux mécanismes de la sélection naturelle

«Le terme de darwinisme social est une étiquette donnée a posteriori à des idées parfois contradictoires et dont certaines sont antérieures à Charles Darwin.» Alexandre Mauron, professeur à l'Institut d'éthique biomédicale, rappelle que la notion de darwinisme social, bien que déjà mentionnée auparavant, n'a été popularisée qu'en 1944 par le livre de l'historien américain Richard Hofstadter, *Social Darwinism in American Thought*. Elle est présentée aujourd'hui comme une application de la théorie de l'évolution de Charles Darwin aux sociétés humaines. Mais en réalité, elle regroupe des théories assez diverses, n'ayant pas forcément de liens entre elles, élaborées par d'autres auteurs et qui ont souvent précédé la théorie de la sélection naturelle. Ce sont elles, et non pas la théorie de Darwin proprement dite, qui ont servi de justification scientifique aux programmes d'amélioration de la race (eugénisme) repris par les nazis.

Parmi ces idées, on peut noter celle du philosophe français Auguste Comte (1798-1857), pour qui il existe une loi générale régissant le progrès social que la science doit encore découvrir. On peut ajouter celle du révérend anglais Thomas Robert Malthus (1766-1834), qui a mis en garde contre les dangers de la démographie galopante et a milité pour la nécessité d'un contrôle de la croissance de la population.

On peut poursuivre avec le philosophe anglais Herbert Spencer (1820-1903), contemporain de Darwin, pour qui le progrès social est porté par des personnes dont le succès s'explique par le fait qu'ils sont mieux adaptés à leur cadre social que les autres. C'est ce qu'il ap-

pelle la sélection des plus aptes. Une vision que l'on pourrait aujourd'hui qualifier d'ultra-libérale et qui, entre autres, range la charité envers les plus pauvres dans la catégorie des comportements inutiles, voire nuisibles.

On peut finalement signaler le propre cousin de Darwin, Francis Galton (1822-1911), qui, avant même la parution de *L'Origine des espèces*, était préoccupé par l'amélioration de l'espèce humaine. Le chef-d'œuvre de son illustre parent ne fait que le renforcer dans ses convictions et Galton forge dans la foulée le terme d'eugénisme qu'il considère comme la «science de l'amélioration des lignées».

LIEN TÊNU

«Le lien entre Darwin et l'eugénisme ou le nazisme est très ténu, voire inexistant dans les faits, poursuit Alexandre Mauron. Si le naturaliste anglais a effectivement réfléchi à l'implication de la sélection naturelle dans la détermination de la nature humaine, il est parvenu à des conclusions totalement opposées. Pour lui, la sélection favoriserait plutôt les sentiments moraux et ce qu'il appelle la «sympathie». Une société dans laquelle les individus collaboreraient posséderait un avantage adaptatif évident sur une société ultra-compétitive.»

Charles Darwin était un personnage lucide et sceptique. Il ne voyait dans l'évolution aucune notion de progrès nécessaire. Il reprochait d'ailleurs à ceux de ses disciples les plus enthousiastes, trop empreints d'optimisme victorien, de voir dans ses travaux une théorisation du «progrès de la vie». Pour lui, la sélection naturelle est opportuniste et ne poursuit aucun but à long terme, ce qui est en contradiction avec le darwinisme social.

Sans véritable surprise, les seuls qui accusent la théorie de Charles Darwin d'être directement à l'origine de l'eugénisme et de ses horreurs sont les cercles créationnistes. «Il ne s'agit là que d'une manœuvre de la part de ces extrémistes religieux visant à décrédibiliser le fondateur d'une théorie qu'ils abhorrent car elle entre en contradiction avec leurs croyances», estime Alexandre Mauron.

Il n'en reste pas moins que la sélection naturelle a connu des interprétations erronées donnant lieu à de véritables dérives. Le biologiste et philosophe allemand Ernst Haeckel (1834-1919) a ainsi beaucoup contribué à diffuser la théorie de l'évolution dont il était un fervent défenseur. En se prévalant des idées de Darwin, il a également construit la notion d'«hygiène raciale» que les théoriciens du III^e Reich se sont ensuite appropriée.

PSYCHOLOGIE ÉVOLUTIONNISTE

Malgré ces faux pas, les tentatives d'appliquer la théorie de l'évolution aux sciences sociales se sont poursuivies. En 1975, le biologiste américain Edward Osborne Wilson publie un ouvrage, *Sociobiology: the New Synthesis*, qui relance une discipline scientifique, bel et bien darwinienne, visant à analyser le comportement humain à travers le prisme de la théorie de l'évolution. La sociobiologie crée rapidement une polémique aux États-Unis, puis plus tard en Europe. Certains chercheurs craignaient en effet que les tenants de cette discipline n'en viennent à considérer que certaines caractéristiques cognitives, le quotient intellectuel par exemple, soient héréditaires. Et que l'on traduise cela en décisions politiques, comme l'idée de séparer les élèves des classes primaires en fonction de leur QI.



De manière indépendante de l'être humain, et bien avant lui, les fourmis ont inventé la ville. La population d'un nid de certaines espèces peut en effet dépasser celle du grand Londres. La vie sociale des fourmis a beaucoup influencé Edward Osborne Wilson dans la création de la sociobiologie, qui est l'étude des bases biologiques des comportements des espèces animales. L'application de cette discipline à l'être humain a néanmoins provoqué une importante controverse scientifique.

«Aujourd'hui, on ne parle plus guère de sociobiologie, qui est une discipline mort-née, mais de psychologie évolutionniste, note Alexandre Mauron. De toute façon, l'idée d'appliquer la théorie de l'évolution au comportement humain, plutôt que de restreindre son champ d'action à l'anatomie, est une évidence. On ne peut pas accepter que le comportement d'une mouche soit influencé par la sélection naturelle et, en même temps, refuser cette conclusion pour la seule espèce humaine.»

Née à la fin des années 1980, la psychologie évolutionniste partage donc avec l'approche sociobiologique, dont elle est l'héritière, le postulat selon lequel la psychologie est, comme la physiologie, soumise aux mécanismes de l'évolution. Les tenants de cette discipline insistent toutefois sur le fait que de nombreuses conditions qui ont forgé les caractéristiques de l'être humain n'existent plus. C'est ainsi

que notre préférence pour le sucré a probablement été sélectionnée pour répondre au souci de se nourrir quand cela représentait un défi quotidien. Aujourd'hui, cette caractéristique pose un problème puisque notre penchant pour les douceurs – et les graisses – a entraîné l'apparition de l'obésité.

«Cet exemple illustre bien l'erreur conceptuelle fondamentale que commettent beaucoup de gens, notamment ceux qui ont autrefois utilisé la théorie de Darwin pour justifier l'eugénisme, estime Alexandre Mauron. Ce n'est pas parce qu'un caractère a été sélectionné par la nature qu'il est forcément «bon» ou «meilleur». Il est simplement mieux adapté que d'autres dans des conditions environnementales précises. Il ne l'est plus quand ces conditions changent.» ■

«On ne peut pas accepter que le comportement d'une mouche soit influencé par la sélection naturelle et, en même temps, refuser cette conclusion pour la seule espèce humaine»

RIEN DE TEL QU'UNE EXTINCTION POUR DOPER LA BIODIVERSITÉ

L'être humain prépare une catastrophe écologique d'une ampleur encore inconnue, mais dont il pourrait bien être aussi victime. En cause: son génome, particulièrement pauvre en diversité, qui le rend vulnérable à des changements brusques de son environnement

L'être humain ne doit pas tenter de sauver la biodiversité pour préserver la vie sur Terre. Il doit le faire pour sauver sa propre peau. *Homo sapiens* est en effet une des espèces les plus en danger d'extinction face à la catastrophe naturelle qu'il prépare lui-même depuis plus d'un siècle. La biodiversité, elle, ne se portera que mieux après une crise dont elle a l'habitude depuis les temps géologiques.

Juan Montoya, chef du Laboratoire de phylogénie et d'évolution des vertébrés au Département de zoologie et biologie animale, n'y va pas par quatre chemins. Selon lui, l'espèce humaine se classe parmi les plus vulnérables. En cause: son génome, particulièrement pauvre en diversité, malgré le nombre élevé d'êtres humains vivant actuellement (plus de six milliards). «*Nous sommes une espèce à «faible effectif efficace»*», précise le biologiste. *Nous sommes tous issus d'une population estimée au plus à 10 000 individus qui vivait il y a 100 000 ans environ et dont nous partageons toujours les gènes à peu de chose près. Nous sommes donc particulièrement mal armés pour survivre en cas d'extinction de masse causée par un changement brusque de notre environnement, comme le bouleversement climatique qui s'amorce.*»

CROISSANCE CONTINUE

Cette constatation découle d'une réflexion sur les mécanismes qui sont à l'origine des fluctuations de la biodiversité de la planète.

RAPHAËL COVAIN



«*Pseudancistrus brevispinis*» est un petit poisson-chat muni d'une bouche en forme de ventouse qui vit dans les fleuves côtiers des Guyanes (Guyane française, Guyana et Suriname). Dans la revue «*Molecular Ecology*» du mois de mars 2009, Juan Montoya et ses collègues ont montré que cet animal a colonisé les Guyanes à partir de l'Amazone à la faveur d'une rivière qui a changé de bassin versant dans le passé. Ensuite, ce sont les baisses du niveau de la mer qui ont connecté les différents fleuves entre eux et permis la dispersion progressive du poisson-chat. En remontant, le niveau de la mer a de nouveau séparé les cours d'eau et donc les populations. Ce phénomène d'isolation géographique a donné naissance à au moins sept espèces différentes.

Les archives géologiques indiquent que cette dernière n'a fait qu'augmenter au cours du temps, depuis l'apparition de la vie il y a 3,8 milliards d'années jusqu'à aujourd'hui. Cette croissance continue est ponctuée d'épisodes d'extinction plus ou moins réguliers et sévères, mais qui ne changent rien à la tendance générale.

Deux théories se sont longtemps opposées concernant la vitesse de cette augmentation et sa tendance future. Certains chercheurs pensent qu'elle est exponentielle et qu'elle

possède encore le potentiel pour se développer davantage. D'autres, comme Charles Darwin, estiment que la biodiversité sur Terre possède une limite et que cette dernière est presque atteinte. Autrement dit, toutes les niches écologiques seraient utilisées et il serait impossible d'ajouter de nouvelles espèces sans en éliminer des anciennes.

En 2002, un chercheur russe, Alexander Markov, propose une nouvelle hypothèse qui change la perspective de la problématique. Selon lui, les lignées d'organismes vivants (re-

DE MASSE

JUAN MONTROYA, chef du Laboratoire de phylogénie et d'évolution des vertébrés au Département de zoologie et biologie animale

groupant plusieurs espèces apparentées) qui peuplent la Terre deviennent de plus en plus robustes avec le temps. Au début, elles disparaissent assez fréquemment car elles sont relativement vulnérables. Mais, extinction après extinction, les plus robustes d'entre elles sont sélectionnées et, profitant du fait que nombre de niches écologiques se sont libérées après les crises, donnent naissance à de nouvelles lignées, elles aussi plus résistantes aux changements environnementaux.

De plus, après chaque extinction de masse, les archives géologiques révèlent des explosions de la biodiversité, souvent liées à des innovations évolutives. Il peut s'agir de l'apparition des mâchoires chez les vertébrés, par exemple, qui introduit les mangeurs dans la faune de filtreurs, suceurs ou encore pinceurs et marque l'avènement des superprédateurs. Il peut s'agir également de l'apparition des mammifères avec leur technique de régulation de la température ou d'allaitement, qui permet à la mère de transmettre un apprentissage à sa descendance. La liste est très longue.

QUI SURVIVRA?

«Si l'on poursuit ce raisonnement, la crise qui se prépare sera forcément bénéfique, à long terme, pour la biodiversité globale, note Juan Montoya. La Terre a connu cinq extinctions massives (sans compter les autres de moindre ampleur). Nous entamons la sixième. Les activités humaines sont en effet responsables de la destruction de plus en plus de milieux naturels et elles commencent également à bouleverser le climat. Ce dernier phénomène, selon les spécialistes, devrait d'ailleurs devenir la première cause de la chute de la biodiversité dans le monde.»

Vient alors la question lancinante: quelles sont les espèces qui vont disparaître? Et quelles sont les plus robustes qui survivront et généreront la prochaine explosion de la biodiversité? Les plus vulnérables aux changements rapides (destruction de l'habitat et changements climatiques) sont les espèces les plus spécialisées, celles qui dépendent de la plus

des caractéristiques spécifiques de leur environnement. Mais il existe une autre catégorie d'espèces qui ne survivent généralement pas aux extinctions: celles qui comptent des individus de grande taille.

«En 1971 déjà, les biologistes japonais Tomoko Ohta et Motoo Kimura ont développé la «théorie presque neutre de l'évolution», précise Juan Montoya. Elle stipule, entre autres, que les espèces dont l'effectif est modeste et qui possèdent une faible

diversité génétique vont accumuler dans leur génome des mutations légèrement délétères qui, dans des populations nombreuses, sont éliminées par la sélection naturelle. L'accumulation de ces caractéristiques sensiblement négatives diminue les capacités biologiques de ces espèces qui se dégradent peu à peu. Il se trouve que les espèces de grande taille sont souvent celles qui répondent à ce signal.» Les exemples les plus marquants sont probablement les placodermes, de gigantesques poissons qui ont disparu lors de l'extinction du dévonien, il y a 364 millions d'années et les dinosaures, qui ont tiré leur révérence lors de l'extinction de la fin du Crétacé, il y a 65 millions d'années.

SIGNES PRÉOCCUPANTS

«Tout comme le mammouth ou le tigre à dents de sabre avant lui et les éléphants, les baleines et les autres grands singes aujourd'hui, l'être humain fait partie des espèces de grande taille dont le génome se dégrade, insiste Juan Montoya. Notre population est passée par un goulot d'étranglement trop récent pour que nous ayons pu acquérir une diversité génétique suffisante. Si nous attendons encore 500 000 ans, il est possible que nous corrigions le tir. Mais il semble que la crise que nous préparons est bien plus imminente que cela.»

C'est un fait, les signes avant-coureurs sont préoccupants. Le taux de stérilité augmente dans la population humaine, ce qui est dû en partie à des problèmes génétiques. *Homo sapiens* se distingue aussi par une très forte compétition à l'intérieur de l'espèce. La diminution des ressources en eau, en nourriture et autres matières premières va entraîner une augmentation des tensions et des guerres entre nations. Et nous sommes toujours à la merci d'un nombre croissant de pandémies virales comme la grippe aviaire, le H1N1, la fièvre d'Ebola, le sida, le SRAS... Si nous persistons à bouleverser notre environnement, il y a donc peu de chances pour que nous échappions aux lois de la nature. ■

«L'espèce humaine est passée par un goulot d'étranglement trop récent pour que nous ayons pu acquérir une diversité génétique suffisante»

ET DIEU CRÉA DARWIN

En privant l'homme de sa position centrale dans la création, Darwin a provoqué un séisme dont l'onde de choc a été ressentie loin au-delà du cercle des biologistes. Une révolution philosophique dont nous n'avons pas encore pris la pleine mesure aujourd'hui

Oxford, juin 1860. Sept mois après la publication de *L'Origine des espèces*, l'évêque Samuel Wilberforce apostrophe Thomas Huxley, darwiniste convaincu, lors d'un débat public. Le premier demande au second si c'est du côté de son grand-père ou de sa grand-mère qu'il descend du singe. La réponse fuse: *«Je préfère avoir pour grand-père un singe plutôt qu'une personne qui profite de sa position prestigieuse pour ridiculiser une sérieuse discussion scientifique.»*

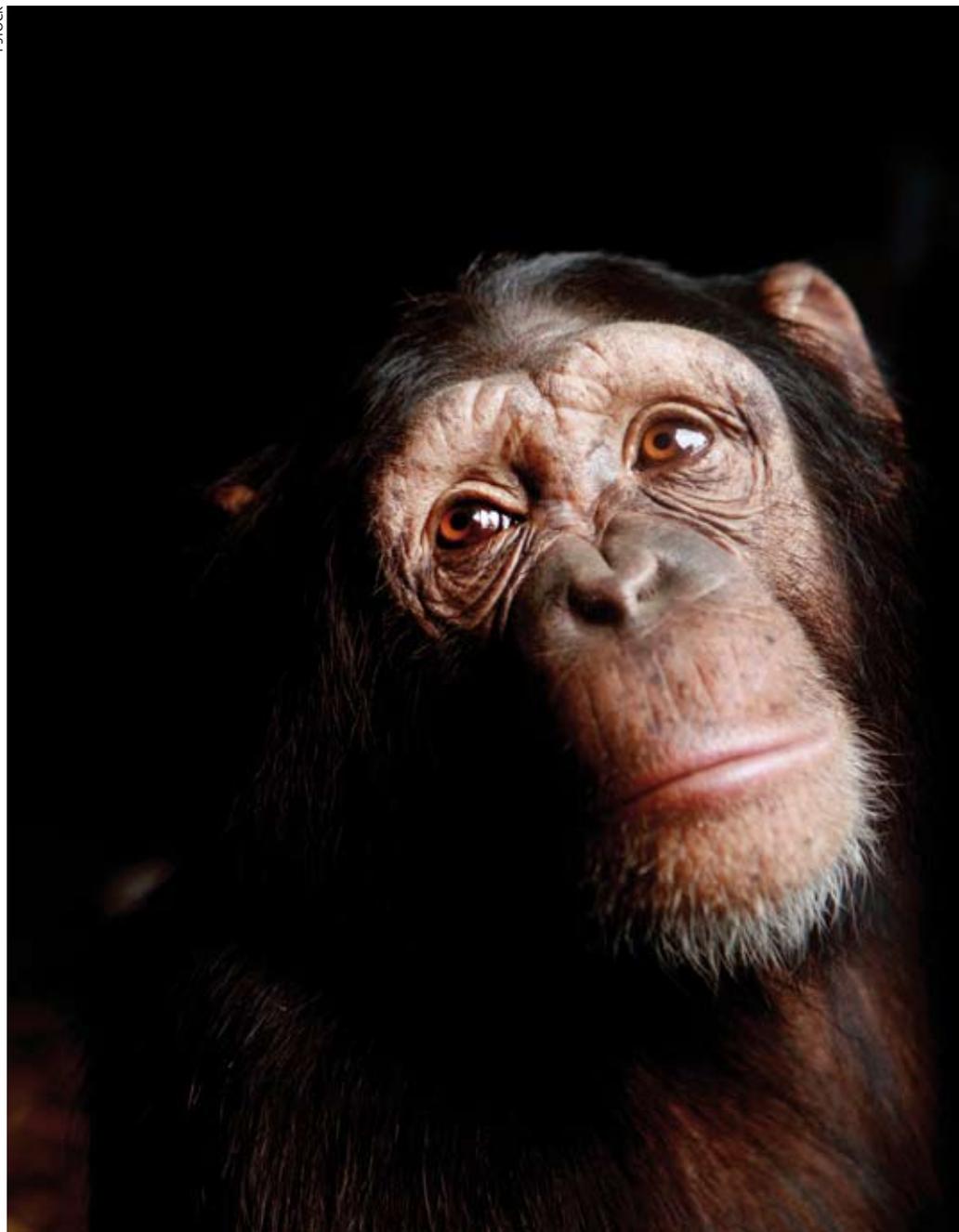
Passé à la postérité, ce dialogue emblématique constitue une très bonne illustration des discussions engendrées par les travaux de Darwin depuis la publication de son œuvre maîtresse en 1859: un dialogue souvent tendu, mais pas toujours fécond entre deux parties qui défendent une conception du monde impossible à réconcilier. Explications avec Pascal Engel, directeur du Département de philosophie et traducteur de l'ouvrage de Daniel Dennett, *Darwin est-il dangereux?*

«La théorie de Darwin a d'emblée suscité de très vives réactions bien au-delà du cercle des biologistes, explique le philosophe. Admettre que Darwin a raison, c'est non seulement admettre que l'homme n'est pas le centre de la création, mais aussi que la création n'est pas ordonnée selon un plan rationnel et que le monde pourrait n'être que le produit de phénomènes causaux et de hasards répétés. Et cela a naturellement un impact théologique et philosophique énorme.»

Darwin n'est pourtant ni le premier ni le seul à s'être aventuré sur ce terrain. Cinquante ans avant lui, le naturaliste français Jean-Bap-

Le plus proche cousin du chimpanzé et du bonobo est l'être humain. L'ancêtre commun à ces trois espèces vivait il y a moins de 6,3 millions d'années, en Afrique. La séparation entre l'embranchement qui aboutira à «Homo sapiens» et celui qui donnera naissance aux chimpanzés et bonobos ne s'est pas forcément faite de manière brutale. A la lumière d'une analyse comparative entre les génomes, il semblerait qu'il y ait eu des ré-hybridations durant quelques millions d'années avant une séparation totale.

ISTOCK



tiste de Lamarck propose ce qui est considéré comme la première théorie matérialiste et mécaniste de l'évolution des êtres vivants.

Figurant parmi les plus grands philosophes et écrivains de langue anglaise, David Hume (1711-1776), expose pour sa part dans ses *Dialogues sur la religion naturelle* l'idée qu'on pourrait très bien voir le monde comme produit d'un chaos, plutôt que d'une harmonie divine. Dans une tout autre perspective, Marx et Engels fondent leur raisonnement sur une conception matérialiste de l'histoire dans laquelle Dieu n'a aucun rôle à jouer. «*L'idée qu'une bonne partie du monde vivant pouvait être né du hasard et non de la volonté divine est dans l'air du temps dès la seconde moitié du XIX^e siècle*», commente Pascal Engel. *Ce qui fait du darwinisme une pensée révolutionnaire, c'est qu'elle concentre ces problématiques de façon particulièrement nette en s'appuyant sur un raisonnement de nature scientifique.*»

La théorie de la sélection naturelle est globalement acceptée à partir des années 1930-1940 par l'ensemble de la communauté scientifique. De nombreux penseurs comme Bergson, Popper ou Peirce y trouvent d'ailleurs une source d'inspiration majeure.

LE «PROCÈS DU SINGE»

Elle mettra plus de temps à s'imposer dans l'opinion publique de la chrétienté. L'Eglise catholique va en effet longtemps camper sur les positions énoncées dès 1802 par William Paley. La thèse du théologien, qui est à l'origine du créationnisme et de la théorie du «dessein intelligent» (lire en pages 17-20), repose sur l'idée que, de la même façon qu'on ne peut imaginer une montre sans l'intervention d'un horloger, on ne peut concevoir la création sans l'intervention d'une puissance divine.

Il faut attendre 1950 pour que le pape Pie XII admette que «*l'évolution est une hypothèse sérieuse, digne d'une investigation et d'une réflexion approfondie*». En 1996, Jean Paul II franchit un pas supplémentaire en affirmant que la théorie de l'évolution est «*plus qu'une hypothèse*». Signe des temps – et du crédit récent accordé aux défenseurs du «dessein intelligent» –, Benoît XVI revient un pas en arrière en 2005 en déclarant que «*la science seule n'est pas en mesure d'expliquer les origines de la vie*».

C'est cependant aux Etats-Unis que la résistance est la plus âpre. En juillet 1925, lors d'un épisode entré dans l'histoire sous le nom de «procès du singe», un professeur d'école du Tennessee est condamné à une amende de 100 dollars pour avoir enseigné la théorie de

l'évolution à ses élèves. Ce jugement ne sera désavoué qu'en 1987, lorsque la Cour suprême interdit l'enseignement des thèses créationnistes dans les écoles publiques. Dans un pays où, selon un sondage de l'institut Gallup réalisé en 2008, 44% de la population croit que l'homme a été créé il y a moins de 10 000 ans, cela n'a pas suffi à empêcher des institutions comme le Musée de la Création du Kentucky de continuer à prétendre qu'hommes et dinosaures ont pu se côtoyer.

«*Cette différence de perception entre l'Europe et les Etats-Unis s'explique en partie par le rapport plus littéral aux Ecritures qu'entretienement les Américains*, explique Pascal Engel. *En Europe, nous avons tendance à considérer la foi religieuse sur un mode individualiste et privé. De l'autre côté de l'Atlantique, comme dans le monde musulman d'ailleurs, pour un croyant, les articles de la foi sont littéralement vrais et il ne peut y avoir de demi-mesure. Comme il en va de même pour le rapport à la science, qui jouit d'un crédit nettement plus grand que chez nous, le choc est forcément violent.*»

L'HOMME RÉDUIT À SES GÈNES

Il est vrai que, de leur côté, les émules de Darwin, n'ont pas toujours fait preuve de la même retenue que l'auteur de *L'Origine des espèces*. Contemporain et compatriote de Darwin, Herbert Spencer compte parmi les principaux défenseurs de la théorie de l'évolution au XIX^e siècle. Mais c'est aussi le père du «darwinisme social», une théorie fondée sur la sélection des plus aptes qui fera le lit des pires idéologies totalitaires du XX^e siècle et dont la sociobiologie et la psychologie évolutive sont les avatars les plus récents (lire en pages 22-23).

Plus près de nous, et avec des conséquences tout autre, des auteurs comme Richard Dawkins ou Daniel Dennett défendent l'idée que l'homme se réduirait à ses gènes et qu'il ne serait rien de plus que le résultat de leur assemblage. En d'autres termes, la morale et la conscience seraient, elles aussi, le produit des forces aveugles de la sélection. «*Même si l'idée selon laquelle les croyances et les idées religieuses sont le résultat de l'évolution expliquerait pourquoi on a tant de mal à s'en passer, il faut considérer ce type de théories avec une certaine prudence*, commente Pascal Engel. *L'explication est certes séduisante sur le plan intellectuel, mais ces théories sont étayées par très peu d'éléments factuels. Par ailleurs, on peut tout à fait soutenir, sans trahir Darwin, que nos comportements sont dans une très large mesure pré-cablés et que nous sommes, comme*

Selon un sondage réalisé en 2008, 44% de la population américaine croit que l'homme a été créé il y a moins de 10 000 ans

tous les animaux, le produit de l'évolution tout en affirmant que notre comportement, en particulier sur le plan social, dispose d'un certain degré de plasticité.»

Sur le plan philosophique, l'essentiel n'est d'ailleurs pas là. Darwin, qui était parfaitement conscient des difficultés qu'il y avait à rendre compte de la morale par le biais de la théorie de l'évolution, a en effet soulevé un certain nombre d'autres questions dont on n'a peut-être pas encore pris la pleine mesure.

«*Ce qu'il y a de radicalement nouveau dans le darwinisme, c'est l'idée que nous sommes le produit d'une histoire évolutionnaire, mais cette histoire aurait pu prendre à tout moment un autre cours*, explique Pascal Engel. *Le darwinisme nous oblige également à cesser de penser le monde en termes individuels, au profit d'une vision en termes de population dans laquelle les statistiques, les masses et les probabilités deviennent des facteurs de compréhension essentiels. Et dans ces domaines-là, il me semble que les philosophes ne sont pas allés au bout de toutes les implications de la révolution opérée par la pensée de Darwin.*» ■

POUR EN SAVOIR PLUS:

Daniel Dennett: «*Darwin est-il dangereux?*» (trad. de Pascal Engel), Odile Jacob, 2000.

Richard Dawkins: «*Pour en finir avec Dieu*», Robert Laffont, 2008.

Thomas Lepeltier: «*Darwin l'hérétique. L'éternel retour du créationnisme*», Le Seuil, 2007.

Marcel Weber*: «*Philosophy of Experimental Biology*», Cambridge University Press, 2005.

* Professeur suppléant en histoire et philosophie des sciences à la Faculté des lettres de l'UNIGE.

La langue, une arme de séduction massive

Alain Rey dirige la rédaction du «Grand Robert». Auteur de nombreux livres et articles, chroniqueur de la vie des mots, il était invité en avril à donner une conférence à l'Université dans le cadre du 450^e anniversaire de l'institution

Campus: On évoque souvent le pouvoir des mots. Le langage peut-il être considéré comme une arme guerre?

Alain Rey: Toutes les langues sont des armes, en ce sens que la politique et la volonté de faire passer des messages se tapissent toujours non loin d'elles. Mais, plus qu'aux armes conventionnelles ou à celles de destruction massive, les idiomes ont trait, selon moi, à la séduction.

Comment le français est-il parvenu à s'imposer au sortir de l'époque romaine ?

Le français n'apparaît pas soudainement. Comme toutes les langues, il naît, au contraire, par mouvements, par poussées successives, et, en l'occurrence, partout où le latin écrit va céder du terrain. Cette naissance a cours au XVII^e siècle, alors que toute la France méridionale parle en langue d'oc. C'est en Touraine qu'un premier noyau du français commence à se définir, sous l'impulsion de François I^{er}. Le souverain officialise la langue française et en

Tourangeaux; en cette entreprise, le Père et Restaurateur des Lettres s'inspirait du projet conduit par Dante Alighieri pour «inventer» l'italien officiel à partir de la langue parlée en Toscane.

Ce mouvement est-il confiné aux frontières géographiques de la France actuelle?

Non, à Genève, le français connaît un essor important dès le XVI^e siècle, sous l'impulsion de Calvin qui veut publier son *Institution de la religion chrétienne* dans cette langue. La ville sera du reste francisée avant les Etats de Savoie, où cohabitaient des locuteurs s'exprimant en franco-provençal, toscan et piémontais... Il est également surprenant de songer qu'Amsterdam et Rotterdam furent, à cette époque, des foyers de la francophonie écrite, par la présence des protestants français qui, fuyant la répression, s'étaient réfugiés dans ces villes du nord de l'Europe. On le voit, dès le début, à partir d'une base normande de latin germanisé, le français n'éclôt pas

Pourquoi la langue relève-t-elle si fortement de l'affectivité?

La langue relève du symbolique. Elle véhicule toujours des contenus affectifs collectifs. L'étudier, c'est donc faire recours à la psychologie sociale ou à la sociologie psychologique. Par exemple, étudier le créole en Haïti, une langue dont la vitalité force l'admiration, équivaut à se pencher sur un drame: celui de la colonisation.

Le français exerce-t-il toujours un pouvoir de séduction sur les écrivains étrangers?

La littérature met en lumière ce lien intime de l'individu locuteur à la langue. Il est en effet intéressant de constater que, parmi les écrivains qui travaillent dans une langue qui n'est pas la leur, nombreux sont ceux qui choisissent aujourd'hui encore le français. Bien sûr, l'anglais, langue internationale, reste, en littérature aussi, l'idiome de prédilection de la majorité des auteurs. Mais le français, tout comme le russe, le portugais ou l'espagnol – la colonisation expliquant ceci –, reste très prisé. Même certains écrivains qui n'apprécient pas la France ni sa politique ou son histoire, choisissent, malgré cela, de migrer en langue française. D'autres facteurs, plus personnels ou d'ordre esthétique, président sans doute à ce choix.

Le slam, le rap, tous les «styles libres» que pratiquent des catégories souvent jeunes de la population, affaiblissent-ils les langues?

Je pense qu'ils compromettent l'homogénéité des systèmes linguistiques; du même coup, ils les enrichissent plutôt que de les affaiblir. Bien que peu aisé à faire, l'exercice d'un bilan permettrait de faire la part des apports et celle

Des villes protestantes comme Genève, Amsterdam ou Rotterdam furent, à l'époque, des foyers de la francophonie écrite

courage le développement de sa forme écrite en invitant des poètes et des écrivains sur les bords de la Loire. Ainsi Joachim Du Bellay ou Pierre de Ronsard vont-ils fixer, en s'en inspirant pour écrire, les modalités du français des

en un lieu précisément circonscrit, mais en plusieurs endroits, dont certains s'inscrivent au cœur du berceau historico-géographique de la France, et d'autres bien au-delà de ce territoire.



des pertes: d'un côté, par le déficit effectif que le style libre creuse au niveau du respect des règles majoritaires d'expression, celui-ci va provoquer des à-coups sur le plan de la communication. Mais de l'autre, par les nouvelles formes d'expression qu'il encourage, et qui bien souvent sont des fautes, il induit du changement, donc une évolution et un certain renouvellement.

Le bilan est donc nul ?

Pour affiner une analyse de ces phénomènes, il faudrait commencer par distinguer ce qui relève de l'oralité de ce qui a trait à l'écrit: le langage des textos, c'est de l'oral transposé. Il ne saurait menacer l'écrit, qui reste soumis aux règles en vigueur. Lorsque, au XVI^e siècle, on a réglementé le français pour le faire accéder au statut de langue écrite apte à concurrencer, puis à remplacer le latin, ce sont des lames de fond qui ont secoué la langue et les formes auxquelles on avait jusqu'alors recouru pour l'écrire.

C'est-à-dire ?

L'introduction d'une syntaxe, qui se devait de caractériser une forme neuve et de marquer de

passage du français «moyen» à ce qui devait devenir le français «classique», a métamorphosé, avec un rigorisme sans précédent, l'ordre des mots dans la phrase. Notez bien qu'en fait d'ordre, l'ancienne syntaxe n'en était pas une: une phrase formulée en français moyen se calquait vaguement sur les usages en cours dans le latin de l'époque, un latin fortement «dégradé», au sens où il n'avait plus rien à voir avec celui des textes antiques. Petit à petit, on ne comprenait plus des textes écrits en ancien français et celui-ci s'en trouva relégué au rang de langue étrangère. Or aujourd'hui où tout s'accélère, Racine, Marivaux et Molière sont toujours joués et transmis via la radio et la télévision. Pourtant, on oublie le déficit communicationnel que ces textes engendrent! Car personne ne peut plus comprendre complètement les fables de Lafontaine ou les fantastiques créations de Rabelais: ces textes-là demandent traduction. Toutes les œuvres littéraires du XVII^e siècle sont très complexes à décoder, mais on les lit encore, parce que leur attrait esthétique perdure et parce que rien de si puissant n'a jamais été écrit en français. Il n'empêche que la difficulté de lecture existe et qu'on s'en aperçoit par comparaison de

l'histoire du français avec celle des autres langues européennes. Un italoophone moyennement cultivé saisira peut-être 80% des écrits de Dante Alighieri, tandis qu'un francophone du même niveau culturel, à peine quelque 20% d'un poème de Ronsard.

Imaginez-vous que les langues puissent avoir un sexe?

Oui, au plan de la symbolique affective. D'où le relativisme complet se rattachant à cette question: l'italien sera féminin pour un-e Allemand-e, mais je ne pense pas qu'il le sera pour un-e Espagnol-e. Quant à l'espagnol, personne ne l'imaginerait féminin. Cela pour des raisons d'accumulation de références historiques, folkloriques, imaginaires... L'Espagne, c'est bien connu, est le terreau premier du machisme moderne...

Quel est votre mot préféré?

J'apprécie l'adjectif «luciférienne», par sa double nature, étymologique et historique. La première donne au terme son sens de «porteuse de lumière», la seconde celui de «voie terrible», qui réfère à Satan.

Et celui que vous aimez le moins?

Il y en a plusieurs! Tous ces mots-valises fabriqués avec des éléments anglo-saxons dépourvus de sens me semblent mal fichus. Prenez le «handisport»: Je trouve le terme extravagant. Quant à «bureautique»... Je le hais! En premier lieu, parce que je n'aime pas le bureau. Et puis, ce «-tique» me paraît avoisiner le comble du ridicule! ■

Propos recueillis par Sylvie Délèze

Le serpent qui avalait une vache

Une sculpture en terre cuite découverte sur le site de fouille d'une équipe d'archéologues genevois apporte un éclairage nouveau sur l'histoire des habitants du pays Dogon, au Mali, une région qui a joué le rôle de refuge depuis des millénaires

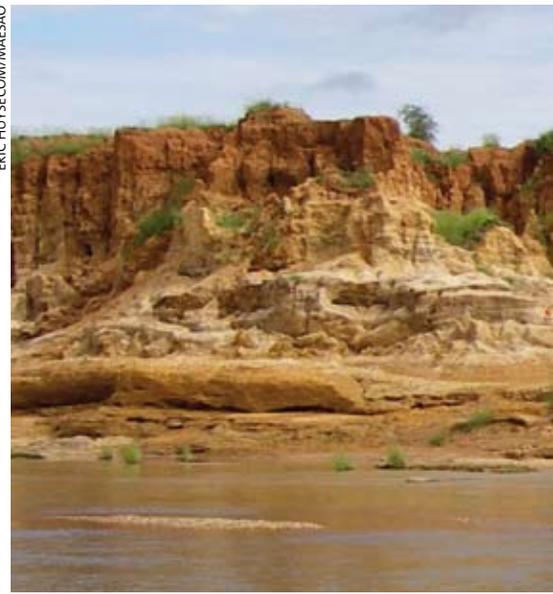
Février 2009, dans la plaine du Séno, au cœur du pays Dogon, Mali. Des villageois se dirigent vers l'un des sites archéologiques fouillés par les équipes d'Eric Huysecom. Ils s'approchent de Caroline Robion-Brunner, une collaboratrice du chercheur genevois, et lui remettent une sculpture en terre cuite: elle représente un serpent avalant une vache. La trouvaille fait sensation. De telles pièces figuratives dites de «Djenné» appartiennent à une culture qui a fleuri dans la région il y a plus de six siècles. Il en existe des centaines sur le marché de l'art, mais elles proviennent toutes de pillages clandestins. Celle-ci est la deuxième à être mise au jour au cours

ÉRIC HUYSECOM, professeur au Département d'anthropologie et d'écologie, Faculté des sciences

«L'autre sculpture a été exhumée en 1979 par une équipe américaine à Djenné-Jeno, à plus de 100 kilomètres de là, dans le Delta intérieur du Niger, explique Eric Huysecom. Elle a pu être datée entre les XI^e et XIV^e siècles de notre ère. Celle qui vient d'être découverte présente notamment la particularité d'avoir été entièrement peinte en rouge, ce qu'a révélé une restauration effectuée par le laboratoire des Musées d'art et d'histoire de Genève. Nous attendons les résultats de sa datation que réalisent actuellement nos partenaires de l'Université de Bordeaux, ce qui va prendre encore quelques mois.»

Une mission est d'ores et déjà prévue cet été pour fouiller méthodiquement l'endroit où la sculpture a été déterrée en 2008 par les villageois, et enquêter sur sa signification. Elle représente en

ERIC HUYSECOM/MAESAO



effet peut-être le «Lébé», le serpent mythique, consommant une vache sacrifiée, comme le racontent les récits oraux à propos du premier rituel accompli par les Dogons à leur arrivée dans la région. La seule indication dont disposent pour l'instant les archéologues, c'est que la pièce était déposée sous une grande jarre retournée, enfouie au sommet d'une légère éminence, un site qui compte aussi des tessons de céramiques et des traces de métallurgie.

PAYS REFUGE

«Cela fait plus de 100 000 ans que le pays Dogon joue le rôle de zone refuge, explique Eric Huysecom. La région est rocheuse, difficile d'accès et a souvent constitué une zone tampon entre les grands empires qui se sont développés en Afrique de l'Ouest. Elle compte des points d'eau permanents, des zones arborées et une terre relativement fertile. On s'y rend pour fuir l'esclavage, les retournements politiques des puissants voisins, les changements climatiques... En bref, c'est le lieu d'un intense brassage culturel.»

Les Dogons, qui constituent aujourd'hui l'une des ethnies minoritaires du Mali, sont à l'origine un groupement de populations désireuses de se fédérer plutôt que de s'affronter. On retrouve aujourd'hui encore cette diversité initiale: sur un territoire grand comme la Suisse, on parle pas moins de 24 langues différentes.

Les Dogons ne sont toutefois pas les premiers habitants de ce pays, et de loin. On y trouve en effet des traces d'occupation depuis plus d'un million d'années, depuis des outils en pierre taillée du Paléolithique jusqu'à des «tells» (buttes constituées au fil des siècles



Cette sculpture en terre cuite représente un serpent avalant une vache. Elle a été découverte au pays Dogon au Mali en 2008.



Ravin de la Mouche, au pays Dogon, d'où furent exhumées les céramiques datées d'il y a 12 000 ans, les plus anciennes actuellement connues sur le continent africain.

par la dégradation des maisons en terre crue abandonnées) datant de quelques siècles.

«*Nous menons depuis 1997 un programme de recherche qui étudie toute l'histoire du peuplement du pays Dogon, souligne Eric Huysecom. Pour la période du Paléolithique moyen (entre 150 000 et 20 000 ans), les sites que nous étudions ont d'ailleurs révélé l'une des plus importantes séquences actuellement connues.*»

Les archéologues genevois ont également mis au jour une des plus anciennes céramiques jamais découvertes. Datant de 10 000 avant J.-C., ce récipient a dû servir à récolter et à cuire les graines des graminées qui ont recouvert la région à la faveur d'une hausse temporaire de la pluviométrie. Très complet et ambitieux, le programme de recherche couvre aussi de nombreuses autres disciplines telles que l'archéobotanique, la géomorphologie, la sédimentologie, l'ethnohistoire, l'ethnoarchéologie, l'ethnologie, la paléoméallurgie ou la linguistique...

«*Deux mois par an, une trentaine de chercheurs issus d'une douzaine d'universités se rendent en même temps au pays Dogon, poursuit Eric Huysecom. Nous sommes répartis dans trois bases installées dans différents villages. Chacun évite d'empiéter sur la spécialité de l'autre, des liens se tissent au-delà des barrières culturelles, linguistiques, générationnelles ou hiérarchiques. Résultat: l'ambiance est excellente.*»



La meilleure illustration en est peut-être la bière fraîche du soir, rituel décontracté qui scelle la fin d'une journée de travail souvent harassante, par 40° à l'ombre dans la terre ocre africaine. La plus grande des trois bases, située dans le village de Dimmbal, est dotée d'eau, grâce à un forage, et d'électricité produite par des panneaux solaires. La fraîcheur de la mousse, elle, est assurée par un réfrigérateur à gaz.

«*Nous faisons venir quelques vivres de Bamako, la capitale, précise Eric Huysecom. Mais j'ai organisé sur place un petit potager et un verger qui nous procurent des légumes et des fruits: carottes, tomates, citrons, papayes, etc. Un jardinier s'en occupe et prépare la récolte pour notre arrivée.*»

«*Les Dogons nous fournissent aussi en poulets et en viande de mouton.*» Plusieurs cuisinières soucieuses de flatter les goûts des travailleurs, tant africains qu'européens, s'affairent aux fourneaux, alternant des menus à la sauce locale et occidentale.

RETOUR AU MUSÉE

La sculpture en terre cuite, ramenée en Europe à des fins d'analyse, retournera bientôt chez elle. Eric Huysecom en a fait la promesse aux villageois. «*Au début, les découvreurs ont demandé plusieurs milliers d'euros contre la pièce, raconte-t-il. Je leur ai proposé un dédommagement nettement plus modeste, mais l'assurance que*

la sculpture leur sera retournée et sera exposée au musée local, à Dimmbal. Ils ont accepté.»

L'une des préoccupations de l'archéologue genevois est que la région bénéficie le plus possible des retombées de ses activités scientifiques, que ce soit sur le plan économique, sanitaire, culturel ou éducatif. Entre autres choses, les jeunes du village participent chaque année aux fouilles et entrent ainsi en contact avec des étudiants maliens, formés à la toute neuve Université de Bamako, où Eric Huysecom est aussi professeur associé.

D'autres projets sont menés parallèlement au travail scientifique, notamment celui d'une banque culturelle, également à Dimmbal. Construite pour contrer le problème croissant du commerce illicite des biens culturels, cette institution, dont le projet a été mis sur pied et suivi par Anne Mayor, chercheuse elle aussi au Département d'anthropologie et d'écologie, permet aux villageois de déposer des objets culturels documentés contre un prêt en argent. Ils récupèrent leur bien après remboursement. En attendant, il est exposé au musée local.

«*Travailler en bonne entente avec les populations est de la plus haute importance, note l'archéologue. Le Mali est aujourd'hui une démocratie. Les autorisations du gouvernement central ne suffisent plus pour commencer des fouilles. Il faut aussi l'accord des communes et du propriétaire du terrain, sinon rien ne se fait. Comme nous nous impliquons beaucoup dans la vie locale, les portes s'ouvrent facilement.*» ■

Anton Vos

www.ounjouougou.org
www.dimmbal.ch

Jean Piaget, l'enfance de l'intelligence

Grâce à ses travaux sur le développement de l'intelligence, son nom a fait le tour du monde. Pour le professeur genevois, la psychologie était pourtant plus un moyen qu'une fin. Portrait d'un penseur complexe, à la veille de l'exposition qui lui est consacrée à Uni Mail

On peut être célèbre tout en restant mal connu. C'est le cas de Jean Piaget, savant de réputation mondiale, mais dont la pensée demeure pour beaucoup difficile à pénétrer. D'abord, parce que le temps et la complexité de ses écrits font qu'il est aujourd'hui moins lu qu'auparavant. Ensuite, parce que la trajectoire intellectuelle du Genevois d'adoption reste difficile à résumer en quelques traits. Pionnier en matière de psychologie, Piaget se veut en effet également biologiste et épistémologue, voire philosophe. Il ne dédaigne par ailleurs ni les questions de théologie ni les mathématiques. Car, au-delà des travaux fameux sur le développement de l'intelligence chez l'enfant, Piaget poursuit un projet à la fois plus vaste et plus ambitieux : comprendre d'où viennent et comment s'accroissent les connaissances.

«*Qu'est-ce qui fait que l'esprit humain, dans le monde qui est le nôtre, construit ce type de connaissances-là et pas un autre?* interroge Pierre Barrouillet, professeur à la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation et directeur des Archives Piaget. *D'où vient la logique, comment*

se fait-il que les hommes construisent des nombres pour décrire le réel, comment et pourquoi structure-t-on le monde avec des catégories telles que l'espace, le temps? C'est à ce type de questions que Piaget va s'efforcer de répondre tout au long de sa carrière scientifique. Dans son esprit, l'étude du développement psychologique de l'enfant n'est qu'un moyen de s'approcher de la réponse.»

C'est d'ailleurs la biologie qui retient d'abord son attention. Enfant pour le moins précoce, il consigne, à 11 ans, ses premières observations sur un moineau albinos qui a fait escale dans un parc neuchâtelois. Au moment de soutenir sa thèse de doctorat, consacrée à l'adaptation des mollusques, il a déjà publié plus de 30 articles scientifiques et il est en contact avec une cinquantaine de chercheurs confirmés, avec lesquels il traite d'égal à égal.

À HAUTEUR D'ENFANT

Le déclenchement de la Première Guerre mondiale, la lecture du philosophe français Henri Bergson, qui le trouble profondément – et la sensation de se trouver dans une forme

d'impasse intellectuelle –, plongent le jeune biologiste dans une profonde crise morale. Après quelques errements mystiques, il part à Zurich, probablement avec l'idée de suivre les enseignements de Carl Gustav Jung en psychanalyse.

C'est l'échec, ce qui le pousse vers Paris et le laboratoire d'Alfred Binet, pionnier de la psychologie infantile. Mais les tests auxquels il participe, qui impliquent des réponses binaires, ne le satisfont pas pleinement. Il cherche donc à aller plus loin en instaurant un dialogue avec les enfants. «*Ce qui intéresse Piaget, c'est de comprendre ce qui se passe dans la tête de l'enfant lorsqu'il est confronté à une tâche*, explique Marc Ratcliff, collaborateur scientifique aux Archives Piaget et à la Section de psychologie. *Sa force, c'est de ne pas considérer une erreur comme étant forcément synonyme d'échec, mais de se mettre à la hauteur de son sujet afin d'évaluer sa réponse sur un plan purement cognitif, pour ensuite tenter de l'interpréter en la reliant à d'autres phénomènes. C'est ce qu'il appelle la «décentration», un exercice d'abstraction pour lequel il dispose de fa-*

L'autre visage du «savant à la pipe»

Faire découvrir une autre facette du «savant à la pipe», telle est l'ambition de *Bonjour Monsieur Piaget*. Proposée par les Archives Jean Piaget, la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation et le Musée d'histoire des sciences dans le cadre du 450^e anniversaire de l'Université, cette exposition ouvrira ses portes le 14 septembre à Uni Mail.

«*Notre propos n'est pas tant de revenir sur le parcours scientifique de Piaget, que de faire découvrir l'homme qui était derrière le savant*, explique Marc Ratcliff, collaborateur scientifique aux Archives Jean Piaget et à la Section de psychologie. *Grâce au soutien de la famille, nous allons pouvoir présenter de nombreux documents qui n'ont*

jamais été vus par le public et qui montrent qu'une partie de ses préoccupations n'étaient pas très différentes de celles de n'importe quel parent.»

Au fil des vitrines, le visiteur pourra ainsi découvrir un carnet de dessins réalisés par Piaget alors qu'il était encore enfant, mais aussi des images de ses nombreux collaborateurs, de son mariage ou montrant le célèbre psychologue en famille, lors de vacances à la mer

ou à la montagne. Piaget n'étant malgré tout pas un père de famille tout à fait comme les autres, une partie de l'exposition revient sur les quelque 36 titres de docteur *honoris causa* glanés par le professeur genevois au cours de sa carrière. VM

«*Bonjour Monsieur Piaget*»: exposition aux Archives Jean Piaget, Uni Mail, 40, bd du Pont-d'Arve, du 14 septembre au 18 décembre. Entrée libre.



Jean Piaget, ici en Valais en 1973, a poursuivi toute sa vie le même objectif : comprendre d'où viennent et comment s'accroissent les connaissances.

cultés exceptionnelles et dont il va tirer un immense profit dans les années suivantes.»

En 1921, Piaget rejoint l'Institut des sciences de l'éducation fondé neuf ans plus tôt par Edouard Claparède (lire *Campus* n°90) et dont il prendra la direction à partir de 1940. L'Institut lui offre la logistique et le personnel de recherche qui lui permettront de donner une impulsion décisive à ses travaux. De son côté, il apporte une méthodologie sur laquelle il va bâtir l'essentiel de son œuvre, soit une soixantaine de livres et près de 300 articles. A peu près dans le même temps, il devient père de trois enfants grâce auxquels il découvre notamment que certaines opérations mentales sont présentes avant l'apparition du langage. En 1936, il expose pour la première fois sa théorie basée sur les six stades de la naissance de l'intelligence.

«Les travaux de Piaget sont très vite reconnus, explique Pierre Barouillet. Il est vrai qu'à l'époque, l'idée que le bébé dispose d'une intelligence avant le langage, que celle-ci est à la base de l'intelligence ultérieure et que c'est au travers des activités apparemment rudimentaires des bébés que se construit le réel, est assez révolutionnaire.»

C'est aussi ce que pense Jean-Paul Bronkard, également professeur à la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation, qui a été durant six ans l'assistant (et parfois le chauffeur)

de Piaget : *«Sa pensée a nourri les réflexions et la pratique de milliers d'enseignants, d'éducateurs et de psychologues de l'enfant. Avec Freud, c'est sans doute l'un des plus grands noms de la psychologie au XX^e siècle. Et ce qui est particulièrement prodigieux, c'est que dès ses premiers livres importants («La Naissance de l'intelligence chez l'enfant» et «La Construction du réel»), il va directement à l'essentiel : présenter une théorie pratiquement universelle du développement de l'intelligence qui, à quelques nuances près, reste aujourd'hui encore incontestable.»*

APPÉTIT INSATIABLE

Piaget aurait pu s'en tenir là, mais ce n'est pas dans sa nature. Nommé directeur du Bureau international de l'éducation dès 1929, il ne néglige pas pour autant son laboratoire. Dans les années 1940, il lance un grand programme de recherche avec deux de ses plus proches collaboratrices, Alina Szeminska et Bärbel Inhelder. Leurs travaux, qui vont s'étaler sur presque trente ans, utilisent notamment ce qu'on appelle depuis la «méthode clinique piagétienne». Cela ne suffit toujours pas à combler son appétit de connaissance.

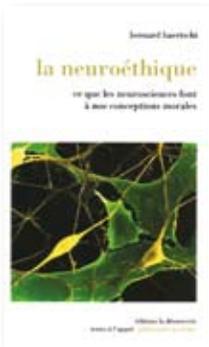
«A partir des années 1960, Piaget revient à la biologie avec une série d'ouvrages qui à eux seuls suffiraient à faire une œuvre, explique Marc Ratcliff. Il s'y frotte à nouveau vers la fin de sa

carrière, pour s'attaquer à la biologie moléculaire qui est en train de s'ériger en dogme. Et même si en tant que biologiste, Piaget n'est qu'un savant parmi les autres, une partie de ses textes conservent une certaine actualité et sont relus aujourd'hui par les philosophes de la biologie.»

En parallèle, reprenant un programme annoncé en 1916 déjà, dans *La Mission de l'idée*, Piaget lance un autre grand chantier en 1955, avec la création du Centre international d'épistémologie génétique. Basé sur l'idée que l'on peut étudier le développement des connaissances dans l'histoire de la pensée occidentale en utilisant des méthodes comparables à celles qu'il a développées pour la psychologie de l'enfant, le projet va mobiliser, durant près de trente ans, un nombre considérable de biologistes, physiciens, logiciens, philosophes, psychologues et autres historiens des sciences. *«Du point de vue de l'histoire des sciences, le projet de Piaget date un peu et il ne lui survivra d'ailleurs pas longtemps, commente Marc Ratcliff. En revanche, cela reste une expérience unique au XX^e siècle, de par son ampleur et sa durée, pour ce qui est de la tentative de trouver un langage commun entre des scientifiques venus d'horizons très divers et encore peu habitués à ce genre d'exercice.»* ■

Vincent Monnet

L'éthique du cerveau réfléchissant sur lui-même



Les neurologues en savent de plus en plus sur le cerveau. Non seulement ils comprennent mieux son fonctionnement, mais, en plus, ils entrevoient des moyens pour agir sur lui, dans le but de le guérir en cas de lésion ou de maladie. Mais agir sur notre système nerveux central, c'est agir sur notre identité, l'un et l'autre étant, selon certaines doctrines du moins, parfaitement identiques. Ainsi, effacer physiquement un souvenir traumatique de la tête d'un patient incapable de trouver la sérénité est une perspective réjouissante. Mais la personne dont la mémoire est ainsi modifiée, est-elle encore la même que celle qui a subi le traumatisme? Jusqu'où faut-il aller? *La Neuroéthique*, rédigé par Bernard Baertschi, maître d'enseignement et de recherche au Département de philosophie, se penche sur des questions philosophiques fondamentales que les neurosciences modernes renouvellent en profondeur, notamment grâce aux progrès réalisés dans l'imagerie cérébrale.

L'ouvrage ouvre la réflexion sur le rôle des émotions dans les décisions morales, la place de la responsabilité et de la liberté individuelle face au déterminisme cérébral, l'observation des états mentaux à travers la neuro-imagerie qui réactive un vieux rêve, lire dans l'esprit, et l'amélioration des capacités humaines que promettent les médicaments du cerveau. **A. VS**

LA NEUROÉTHIQUE, CE QUE LES NEUROSCIENCES FONT À NOS CONCEPTIONS MORALES,
PAR BERNARD BAERTSCHI, ÉDITIONS LA DÉCOUVERTE, 2009, 160 P.



Tout sur le climat et ses changements

Les changements climatiques, comment ça marche? Et que nous préparent-ils dans un futur pas si lointain? Le dernier ouvrage de Martin Beniston, professeur et directeur de l'Institut des sciences de l'environnement, expose les principes scientifiques du phénomène et passe ensuite en revue ses conséquences sur le climat du monde, de l'Europe et, plus particulièrement, de la Suisse. Les Alpes ont en

effet cette particularité de représenter un lieu d'étude privilégié en raison de sa topographie complexe, mais aussi du fait que l'on dispose pour elles de très nombreuses et anciennes données climatologiques. Les processus météorologiques y sont en général amplifiés et c'est souvent dans les montagnes que l'on détecte les premiers signes de changements. Elles représentent pour cette raison le lieu idéal pour la validation de modèles de simulation capables de fournir un aperçu du climat du futur. Un futur qui n'est pas rose, quoi que l'on fasse, mais qui pourrait bien être très noir si l'on ne fait rien. Professeurs, chercheurs et ingénieurs impliqués dans les solutions technologiques, économiques et politiques de la question climatique trouveront dans ce livre tous les renseignements nécessaires. **A.VS**

CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET IMPACTS, DE L'ÉCHELLE GLOBALE À L'ÉCHELLE LOCALE,
PAR MARTIN BENISTON, PRESSES POLYTECHNIQUES ET UNIVERSITAIRES ROMANDES, 2009, 250 P.

L'argent se donne un genre

Du point de vue du genre, l'argent n'est pas neutre. Selon qu'on est un homme ou une femme, certains gestes quotidiens liés à la gestion du porte-monnaie peuvent en effet paraître tout à fait insignifiants ou au contraire revêtir une grande importance. Comme le rappelle Laurence Bachmann,

docteure en sociologie de l'Université de Genève et collaboratrice scientifique au sein de la Faculté des sciences économiques et sociales, historique-ment, l'argent est longtemps resté une prérogative masculine. Or, les



femmes ne tolèrent plus cette forme de mainmise économique. Conscientes de leur droit à l'autonomie, elles le revendiquent d'autant plus fortement qu'il est loin d'être acquis dans les faits. Fruit d'une thèse de doctorat, *De l'argent à soi* montre que le rapport à l'argent reste souvent, au sein des couples, une question de rapport de force. Pour les femmes, des gestes qui pourraient sembler banals et qui sont parfois mal compris par le partenaire – séparer scrupuleusement dans son porte-monnaie son argent personnel de l'argent du couple, acheter une maison familiale avec deux hypothèques séparées – constituent un moyen de questionner la position privilégiée des hommes. Ces pratiques, explique Laurence Bachmann, «marquent ainsi un souci de soi, de non-dépendance envers le partenaire, d'égalité des tâches, d'autonomie morale, de prévoyance, d'accomplissement, de responsabilité envers les autres.» **VM**

DE L'ARGENT À SOI. LES PRÉOCCUPATIONS SOCIALES DES FEMMES À TRAVERS LEUR RAPPORT À L'ARGENT, PAR LAURENCE BACHMANN, PRESSES UNIVERSITAIRES DE RENNES, 242 P.

LELIO ORCI, À L'AMERICAN ACADEMY OF ARTS AND SCIENCES

Le 10 octobre prochain, le professeur de médecine Lelio Orci rejoindra les rangs de l'American Academy of Arts and Sciences, en même temps que plusieurs célébrités, tels Dustin Hoffman, Nelson Mandela, Bono. La cérémonie d'investiture aura lieu à Cambridge, Massachusetts. L'American Academy of Arts and Sciences est l'une des plus vénérables institutions américaines. Fondée en 1780, elle compte parmi ses membres actuels plus de 250 lauréats du Prix Nobel et plus de 60 vainqueurs du Prix Pulitzer. Attiré par la microscopie de pointe développée en Suisse, Lelio Orci, aujourd'hui professeur honoraire à la Faculté de médecine, a rejoint l'UNIGE en 1966, deux ans après avoir obtenu son doctorat en médecine de l'Université de Rome. Six ans plus tard, il a été nommé professeur ordinaire, puis, en 1976, directeur du Département de morphologie. Ses travaux, axés sur les aspects structuraux et fonctionnels des cellules sécrétrices d'insuline et sur le pancréas endocrine, ont contribué à des avancées décisives dans le domaine de la biologie cellulaire.

NOUVEAU FONDS POUR LA RECHERCHE

Le fonds UNIGAP, destiné aux chercheurs de l'Université de Genève, vient d'être créé. Il a été élaboré pour soutenir financièrement des projets en phase de preuve de concept ou prototype. Des projets collaboratifs avec d'autres groupes de recherche genevois (HES, HUG) sont particulièrement encouragés (www.unige.ch/unitec/informations-1/Unigap.html).

NOUVELLE FORMATION EN MUSÉOLOGIE ET EN CONSERVATION DU PATRIMOINE

Fruit d'une collaboration entre les Universités de Genève, Neuchâtel, Lausanne et Fribourg, une nouvelle maîtrise d'études avancées en muséologie des beaux-arts et en conservation du patrimoine ouvrira ses portes à la rentrée. Destinée à faciliter l'insertion professionnelle des étudiants, cette formation s'adresse aux étudiants désireux de travailler dans un musée

ou à des postes qui touchent à la conservation du patrimoine architectural urbain. Le nombre de places est limité à 25. Les inscriptions sont ouvertes jusqu'au 30 juin pour les Romands. Les cours se tiendront dans une des villes du «Triangle Azur plus»: Genève, Lausanne, Neuchâtel ou Fribourg (informations: Vincent.Chenal@unige.ch).

ANTOINE BALLY, DOCTEUR «HONORIS CAUSA» DE L'UNIVERSITÉ DE LISBONNE

Professeur honoraire au Département de géographie, Antoine Bailly a reçu le 1^{er} juin dernier le titre de docteur *honoris causa* de l'Université de Lisbonne. Cette distinction lui a été décernée à l'occasion de l'inauguration de la Faculté de géographie et d'aménagement de l'Université de Lisbonne, en présence des autorités ministérielles portugaises et de nombreux recteurs portugais. Auteur de plus de 30 livres et 300 articles, cofondateur de la médicométrie régionale, Antoine Bailly a aussi dirigé de nombreuses recherches en Suisse, France, Canada, aux Etats-Unis et avec l'Union européenne. En 2008, il a reçu la plus haute distinction en «sciences régionales», la Founder's Medal, décernée tous les quatre ans par la Regional Science Association International (RSAI).

ALUMNI UNIGE EST SUR LES RAILS

La plate-forme informatique de socialisation d'Alumni UNIGE, association de l'ensemble des diplômé(e)s de l'Université de Genève est ouverte. Tout(e) diplômé(e) ex-matriculé(e) qui a suivi au moins deux semestres de cours à Genève peut s'inscrire sur le site <http://alumni.unige.ch/inscription.html>. Après vérification des données, les membres pourront s'aventurer sur la plate-forme pour y retrouver leurs compagnes et compagnons d'Uni, renouer le contact ou créer leur propre réseau. Le site permet également d'accéder aux services auxquels les alumni ont droit, tout comme à certains privilèges qui leur sont réservés. Le site est enfin un moyen de se tenir informé(e) sur les manifestations que l'association mettra sur pied ainsi que sur tous les faits marquants de la vie de l'Université de Genève.

Impressum

CAMPUS

Université de Genève
Presse Information Publications
Rue Général-Dufour 24 – 1211 Genève 4
campus@presse.unige.ch
www.unige.ch/presse/

SECRÉTARIAT, ABONNEMENTS

T 022/379 77 17
F 022/379 77 29

RESPONSABLE DE LA PUBLICATION

Didier Raboud

RÉDACTION

Vincent Monnet / Anton Vos

CORRECTRICE

Samira Payot

DIRECTION ARTISTIQUE ET GRAPHISME

adb Atelier Dominique Broillet
Chatty Ecoffey

PHOTOGRAPHE

Olivier Vogelsang

IMPRESSION

Atar Roto Presse, Vernier

PUBLICITÉ

Go! Uni-Publicité SA
Rosenheimstrasse 12
CH-9008 St-Gall/Suisse
T 071/244 10 10
F 071/244 14 14
info@go-uni.com

Campus est membre du Swiss Science Pool – www.swiss-science-pool.com

Reprise du contenu des articles autorisée avec mention de la source. Les droits des images sont réservés.

SCIENTES

Burkhardt, Nicole

The role of glutamate synthesis and release mechanisms in hormone secretion of pancreatic islet cells

Th. Univ. Genève, 2009;

Sc. 4057

Directeur de thèse: Professeur Claes B. Wollheim; codirecteur: Professeur Jean-Claude Martinou

Cotado-Sampayo, Marta

Characterization of α -actinin as a member of the spectrin superfamily of proteins in «Neurospora crassa»

Th. Univ. Genève, 2008;

Sc. 3976

Codirecteurs de thèse: Professeur Reto J. Strasser, Docteur François Barja

Daugherty, Ann L

Factors affecting the local, sustained delivery of a recombinant product of an endogenous protein: a rational development approach for the therapeutic delivery of vascular endothelial growth factor

Th. Univ. Genève, 2008;

Sc. 3915

Directeur de thèse: Professeur Robert Gurny

Förster, Heidi

Full counting statistics in interferometers: probe models and fluctuation relations

Th. Univ. Genève, 2008;

Sc. 3983

Directeur de thèse: Professeur Markus Büttiker

Forafonov, Fedor

p23/Sbap1p protects against Hsp90 inhibitors

Th. Univ. Genève, 2008; Sc. 4006

Directeur de thèse: Professeur Didier Picard

Frias, Miguel

The prostaglandin E2-Stat3 connection in hypertrophic and antiapoptotic responses in ventricular cardiomyocytes

Th. Univ. Genève, 2008; Sc. 4028

Directeur de thèse: Professeur Jacques Philippe; codirecteurs: Docteur Ursula Lang, privat-docent, Professeur Jean-Louis Bény

Fuchs, Michael

Integration of ground-penetrating radar, high-resolution seismic and stratigraphic methods in limnogeology: holocene examples from western Swiss lake deposits

Th. Univ. Genève, 2008; Sc. 3997

Directeur de thèse: Professeur Walter Wildi; codirecteurs: Professeur Georges Gorin, Docteur Milan Beres (Bundesamt für Landestopografie Swisstopo)

Ghila, Luiza Mihaela

Analysis of LNP-1 involvement in synaptic vesicle trafficking and neurotransmission

Th. Univ. Genève, 2008; Sc. 4015

Directeur de thèse: Professeur Denis Duboule; codirectrice: Docteur Maria-Isabel Gomez

Grata, Elia

Etude métabolomique de la réponse à la blessure chez «Arabidopsis thaliana» par chromatographie liquide à ultra-haute pression (UHPLC) couplée à la spectrométrie de masse à temps de vol (TOF-MS)

Th. Univ. Genève, 2009; Sc. 4059

Publicité

LE BON CHOIX POUR REUSSIR VOTRE CARRIERE



MASTER OF BUSINESS ADMINISTRATION (1 an)

BACHELORS (3 ans)
Business Administration, Communication
Marketing, Finance, Relations internationales,
International Business (new)

- ✓ formations accréditées et top professeurs
- ✓ un cadre international et moderne à Genève
- ✓ excellent équilibre entre théorie et pratique
- ✓ visites et présentations d'entreprises
- ✓ 2 entrées par an : octobre et janvier
- ✓ section francophone et anglophone



UNIVERSITE IFM
Institut de Finance et Management
Tel : 0041223222580
site : www.universiteifm.com
35 rue des Bains 1205 Genève, Suisse




**PLAY
YOUR PART
IN OUR SUCCESS**

Teamwork. Technical expertise. Diversity. That's what success sounds like at Dell. With our talented staff and industry-leading technology, we provide an exceptional experience for both our customers and our employees.

Join us, and you'll work in a dynamic environment with other talented, ambitious people. And you'll get everything you need to push your personal career goals even higher.

Like what you hear? Check out our career opportunities, and discover just how bright your future can be.

TO HEAR MORE, VISIT DELL.CH



Workforce diversity is an essential part of Dell's commitment to quality and to the future. We encourage you to apply, whatever your race, gender, color, religion, national origin, age, disability, marital status, sexual orientation, or veteran status. Dell and the Dell logo are trademarks of Dell Inc.

Directeur de thèse: Professeur
Jean-Luc Wolfender; codirecteur:
Docteur Serge Rudaz

Henninger, Thomas

Europäisches Privatrecht
une Methode: Entwurf einer
rechtsvergleichend gewonnenen
juristischen Methodenlehre
Th. Univ. Genève, 2008; D. 798
Directeur de thèse: Professeur
Thomas Kadner Graziano

Jaques, Fabienne

The role of homologous cell-cell
contacts in insulin secretion
Th. Univ. Genève, 2009; Sc. 4055
Directeur de thèse: Professeur
Philippe A. Halban; codirecteur:
Professeur Didier Picard

Klauser, Paul

Spine dynamics, a postsynaptic
point of view on synaptic
plasticity in hippocampal slice
cultures
Th. Univ. Genève-Lausanne,
2008; Neur. 32
Directeur de thèse: Professeur
Dominique Muller

Kraehenbuehl, Jean-Marc

Evaluation du potentiel des
analyses de médication en
pharmacie communautaire sur
la prévention des problèmes liés
à la prise en charge médicamenteuse
(drug related problems)
Th. Univ. Genève, 2009; Sc. 4011
Directeur de thèse: Professeur
Olivier Bugnon, professeur
adjoint-suppléant

Lezza, Paola

Effect of texturing and nano-
powder additives on the critical
current density of Fe/MgB₂
conductors
Th. Univ. Genève, 2008; Sc. 3994
Directeur de thèse: Professeur
René Fluckiger

Marchi, Ivano Cédric

Influence de la préparation
d'échantillons biologiques en
LC-API-MS
Th. Univ. Genève, 2008; Sc. 4047
Directeur de thèse: Professeur
Jean-Luc Veuthey; codirecteur:
Docteur Serge Rudaz

Matni, Adil

Etude par résonance paramagnétique
électronique de la formation et de la stabilisation
d'intermédiaires paramagnétiques
dérivés d'iminophosphoranes
Th. Univ. Genève, 2008; Sc. 4045
Directeur de thèse: Professeur
Michel Geoffroy

Miazza, Vincent

Structure-function analysis of
the Sendai virus Matrix protein
Th. Univ. Genève, 2009; Sc. 4063
Directeur de thèse: Professeur
Laurent Roux, professeur adjoint;
codirectrice: Professeure
Angela Krämer

Perrenoud, Marc

Banquiers et diplomates suisses
dans un monde en guerre
(1938-1946)
Th. Univ. Genève, 2008; L. 663
Directeur de thèse: Professeur
Antoine Fleury

Rihs, Tonja Anahi

Modulation of EEG-alpha
oscillations during visual spatial
attention
Th. Univ. Genève-Lausanne,
2008; Neur. 28
Codirecteurs de thèse: Professeur
Christoph Michel, Docteur Gregor
Thut (University of Glasgow)

Simon, Dana Florina

Biological and chemical effects of
cadmium on «Chlamydomonas
reinhardtii»
Th. Univ. Genève, 2008; Sc. 4037
Directeur de thèse: Professeur
Jacques Buffle; codirecteur: Docteur
Kevin J. Wilkinson

Soldi, Simona

Study of the high-energy emission
from AGN and its correlation to
the other wavelengths
Th. Univ. Genève, 2008; Sc. 4017
Directeur de thèse: Professeur
Thierry J.-L. Courvoisier

Suslova, Elena

Characterisation of the Oaf1p/
Pip2p yeast nuclear receptor
complex
Th. Univ. Genève, 2008; Sc. 4049
Directeur de thèse: Professeur
Didier Picard

Tbahriti, Imad

Modèles vectoriels et bibliométriques
pour la recherche d'information et la
détection de nouveauté appliqués à la
protéomique
Th. Univ. Genève, 2009; Sc. 4056
Directeur de thèse: Professeur
Patrick Ruch; codirecteur:
Professeur Ron D. Appel

Villán, Renato

Authentication of electronic
and printed text documents
Th. Univ. Genève, 2008;
Sc. 3977
Directeur de thèse: Professeur
Sviatoslav Voloshynovskiy
(professeur adjoint suppléant);
codirecteur: Professeur Thierry Pun

Vilmart, Gilles

Etude d'intégrateurs géométriques
pour des équations différentielles
Th. Univ. Genève, 2008; Sc. 4038
Th. Univ. Rennes 1, 2008; Sc. 3758
Thèse en cotutelle internationale
avec l'Université de Rennes 1
Codirecteurs de thèse:
Professeur Ernst Hairer,
Docteur Philippe Chartier
(Université de Rennes 1, France)

Vuilleumier, Christophe

Les élites politiques de Genève
aux XVI^e et XVII^e siècles
(1580-1652)
Th. Univ. Genève, 2008; L. 665
Directeur de thèse:
Professeur Olivier Fatio

Weiss, Michael

Calculabilité des pavages
Th. Univ. Genève, 2008; Sc. 4021
Directeur de thèse:
Professeur José Rolim;
codirecteur: Docteur Grégory Lafitte
(Université de Provence)

Wicht, Barbara

Ecology, epidemiology and
molecular identification of the
genus «Diphyllbothrium»
Cobbold, 1858 in the sub-alpine
lakes region
Th. Univ. Genève, 2008; Sc. 4046
Directeur de thèse:
Professeur Raffaele Peduzzi;
codirecteur: Professeur
William J. Broughton

Zacchetti, Giovanna

Related genetics mechanisms of
«Hox» function in mammalian
limb and gut development
Th. Univ. Genève, 2008; Sc. 4032
Directeur de thèse: Professeur
Denis Duboule; codirecteur:
Docteur Jozsef Zakany

Zeisser-Labouèbe, Magali

Photodetection and photodynamic
treatment of ovarian micro-
metastases: benefits of hypericin-
loaded polymeric nanocarriers
Th. Univ. Genève, 2008; Sc. 4041
Directeur de thèse: Professeur
Robert Gurny; codirecteurs:
Docteur Florence Delie-Salmon,
Docteur Norbert Lange

Zimmerli, Claudia

Roles of junctional adhesion molecule-C
in the immune response
Th. Univ. Genève, 2008; Sc. 4040
Directeur de thèse: Professeur
Beat A. Imhof; codirecteur:
Professeur Jean-Claude Martinou

MÉDECINE

Evans, Marc Stephen

Le rôle du Nefopam dans la
prévention de la douleur postopé-
ratoire: une revue systématique
Th. Univ. Genève, 2008;
Méd. 10550
Directeur de thèse: Professeur
Martin Tramèr

Hovaguimian, Frédérique

Répercussions osseuses
des anomalies vasculaires:
quelles options thérapeutiques
à ce jour?: une revue de
la littérature
Th. Univ. Genève, 2009;
Méd. 10568
Directeurs de thèse:
Professeur Robin Peter,
Professeur Daniel Rufenacht

Klee, Philippe

Différencier les effets des
connexines et de l'hormone
de croissance sur la croissance
des cellules bêta pancréatiques
Th. Univ. Genève, 2008;
Méd. 10565
Directeur de thèse:
Professeur Paolo Meda

MÉDECINE

Langenskiöld, Elisabeth Maria

Contrôle d'entourage de patients tuberculeux: étude rétrospective de dix ans d'activité du Centre antituberculeux, Service de pneumologie, Genève
Th. Univ. Genève, 2009;
Méd. 10570
Directeur de thèse: Docteur Jean-Paul Janssens, chargé de cours

Li, Ning

Un stress oxydatif transitoire endommage la machinerie mitochondriale induisant une dysfonction persistante de la cellule bêta pancréatique
Th. Univ. Genève, 2009;
Méd. 10566
Directeur de thèse: Professeur Pierre Mäechler

Mormile, Sabine

Comparaison de différents dosages d'auto-anticorps anti-chromatine dans le lupus érythémateux systémique
Th. Univ. Genève, 2008;
Méd. 10559
Directeur de thèse: Docteur Pascale Roux-Lombard, médecin adjointe, chargée de cours

Pournaras, Jean-Antoine

Occlusion veineuse expérimentale: modifications de l'oxygénation de la rétine hypoxique par l'hyperoxie, le carbogène et des inhibiteurs de l'anhydrase carbonique
Th. Univ. Genève, 2008;
Méd. 10563
Directeur de thèse: Professeur Constantin J. Pournaras

Rubovszky, Grégoire

Une comparaison de l'issue clinique et des coûts de santé chez les patients dépressifs, avec et sans trouble de la personnalité
Th. Univ. Genève, 2008;
Méd. 10560
Directeur de thèse: Professeur Antonio Andreoli

Steiner, Charles

PET/CT trois phases à la 18F-fluorocholine dans l'évaluation de la récurrence du cancer de la prostate
Th. Univ. Genève, 2009;
Méd. 10567
Directeurs de thèse: Professeur Osman Ratib, Docteur Franz Buchegger, privat-docent

Thorens, Gabriel Maurice

Attitudes vis-à-vis des médicaments: influence des facteurs ethnoculturels sur l'attitude de patients hospitalisés vis-à-vis des médicaments psychotropes
Th. Univ. Genève, 2008;
Méd. 10564
Directeur de thèse: Docteur Ariel Eytan, privat-docent

Vaglio, Giovanna

Analyse histo-morphométrique des vaisseaux sanguins du ligament parodontal bovin
Th. Univ. Genève, 2008;
Méd. dent. 669
Directeur de thèse: Docteur Anselm Wiskott, privat-docent

Gilbert, Frédéric

Libre arbitre, déterminisme neurologique, et responsabilité
Th. Univ. Genève, 2009; L. 669
Directeurs de thèse: Professeur Alexandre Mauron, Docteur Bernard Baertschi

Remigi, Gabriella

Una «splendida monotonia»: Cesare Pavese e la letteratura anglo-americana
Th. Univ. Genève, 2009; L. 667
Directeur de la thèse: Professeur Giovanni Bardazzi

Vaufrey Briegel, Françoise

Négociation la défense: les Épladoiries criminelles au siècle des Lumières à Genève
Th. Univ. Genève, 2008; L. 651
Directeur de thèse: Professeur Michel Porret

SES

Amiguet, Mauro

Les désintégrations scolaires/sociales: les déterminants de l'intégration sociale dans l'école obligatoire vaudoise à l'épreuve de la réalité
Th. Univ. Genève, 2008; SES 667
Directeur de thèse: Professeur Franz Schultheis

Conne, David

Goodness-of-fit for generalized linear latent variables models
Th. Univ. Genève, 2008; SES 681
Codirecteurs de thèse: Professeur Elvezio Ronchetti, Professeure Maria-Pia Victoria-Feser

Hagmann, Matthias

Essays in semiparametric econometrics and empirical macro finance = (Essais en économétrie semiparamétrique et macro finance empirique)
Th. Univ. Genève, 2008; SES 647
Codirecteurs de thèse: Professeur Olivier Scaillet, Professeur Olivier Linton (London School of Economics)

LETTRES

Bevan Zlatar, Antoinina

The polemical protestant dialogue in Elizabethan England
Th. Univ. Genève, 2003; L. 548
Directrice de thèse: Professeure Irena Backus

Giacomini, Giulia

Gli imprudenti limiti della ragione helmontiana
Th. Univ. Genève, 2009; L. 670
Codirecteurs de thèse: Professeure Maria Cristina Pitassi, Professeur Vincent Barras (UNIL)

Archive ouverte

Une partie des articles scientifiques, ouvrages ou thèses cités dans ce magazine peuvent être consultés sur le site des Archives ouvertes de l'UNIGE à l'adresse suivante:

<http://archive-ouverte.unige.ch>

Martel, Daniel

The Airbus programme: powered by the European Integration process or driven by the world aerospace market? (Le programme Airbus: fruit du processus d'intégration européenne ou du marché mondial de l'aéronautique?)

Th. Univ. Genève, 2008; SES 666
Directeur de thèse: Professeur Jan Erik Lane

Thénié, Julien

Décisions séquentielles dans l'incertain: nouvelles approches par la programmation stochastique et applications

Th. Univ. Genève, 2008;
SES 674
Directeur de thèse:
Professeur Jean-Philippe Vial

ETI**Estrella, Paula**

Evaluating machine translation in context: metrics and tools

Th. Univ. Genève, 2008; ETI 7
Directrice de thèse:
Professeure Margaret King

DROIT**Converset, Stéphanie**

Aide aux victimes d'infractions et réparation du dommage: de l'action civile jointe à l'indemnisation par l'Etat sous l'angle du nouveau droit

Th. Univ. Genève, 2008; D. 799
Codirecteurs de thèse:
Professeur Nicolas Jeandin,
Professeur Robert Roth

Weber, Anne

Les mécanismes de contrôle non contentieux du respect des droits de l'homme

Th. Univ. Strasbourg, 2006
Th. Univ. Genève, 2006; D. 775
Thèse en cotutelle avec l'Université Robert Schuman (Strasbourg)
Directeurs de thèse: Professeur Giorgio Malinverni, Professeur Patrick Wachsmann (Université Robert Schuman, Strasbourg)

FPSE**Bassal, Catherine**

Analyse structurale et éthologique des interactions entre le malade d'Alzheimer, le bénévole et son chien dans le cadre de la thérapie assistée par l'animal
Th. Univ. Genève, 2008; FPE 414
Directrice de thèse: Professeure Susanne Kaiser

Bocchi, Pier Carlo

Le fonctionnement didactique de l'entrée dans l'écrit: contribution à l'élaboration d'une théorie didactique des pratiques d'enseignement et d'apprentissage
Th. Univ. Genève, 2008; FPE 419
Directrices de thèse: Professeure Maria Luisa Schubauer-Leoni, Professeure Madelon Saada-Robert

Borghini, Ayala

Les effets de la prématurité sur la parentalité

Th. Univ. Genève, 2007; FPE 393
Directrice de thèse: Professeure Christiane Robert-Tissot

Cariou, Jean-Yves

Former l'esprit scientifique en privilégiant l'initiative des élèves dans une démarche s'appuyant sur l'épistémologie et l'histoire des sciences

Th. Univ. Genève, 2009; FPE 429
Codirecteurs de thèse: Professeur André Giordan, Professeur Jack Guichard Professeur des Universités, Paris

Gabarrot, Fabrice

Influence sociale, identité sociale, et discrimination: quand la similarité met un frein à l'égalité
Th. Univ. Genève, 2009; FPE 427
Directeurs de thèse: Juan Manuel Falomir, maître d'enseignement et de recherche, Professeur Gabriel Mugny

IHEID**Beauchamp, Sylvain**

Explosive remnants of war and the protection of human beings under public international law
Th. Univ. Genève, 2008;
IHEID 802
Directeur de thèse: Professeur Lucius Caflisch

Chen, Lurong

Production sharing and economic integration

Th. Univ. Genève, 2008;
IHEID 798
Directeur de thèse: Professeur Henryk Kierzkowski

Fouchard, Isabelle

Crime international: entre internationalisation du droit pénal et pénalisation du droit international

Th. Univ. Genève, 2008;
IHEID 799
Directeur de thèse: Professeur Andrew Clapham

Garcia, Beatriz

The international legal protection of the Amazon

Th. Univ. Genève, 2009;
IHEID 806
Directeurs de thèse: Professeure Laurence Boisson de Chazournes, Professeur Marcelo Kohen

Germond-Duret, Céline

Les interventions de développement et leur logique normalisatrice: pouvoir de transformation sur les peuples autochtones et émergence de conflits sociaux, réflexion à partir de projets de développement de la Banque mondiale

Th. Univ. Genève, 2009;
IHEID 809
Directeur de thèse: Professeur Keith Krause

Golay, Christophe

Droit à l'alimentation et accès à la justice

Th. Univ. Genève, 2009;
IHEID 808
Directeur de thèse: Professeur Andrew Clapham

Marques, Joseph

Foreign policy and the private sector in Brazil: from corporatism to business diplomacy

Th. Univ. Genève, 2009;
IHEID 805
Directeur de thèse: Professeur Cédric Dupont

Pauwels, Laurent

Stability tests for panels

Th. Univ. Genève, 2008;
IHEID 795
Directeur de thèse: Professeur Hans Genberg

Pansiot, Martine

Représentations de soi et du monde: approche de l'identité culturelle chinoise contemporaine, à travers l'analyse d'un corpus de photographies de famille: Yunnan, République Populaire de Chine, 1991

Th. Univ. Genève, 2008;
IUED 23
Directeur de thèse: Professeur Rolf Steppacher: codirecteur: Professeur Michael Lackner (Université de Erlangen, Allemagne)

Plagnat, Pauline

Le défi du développement soutenable en Corée du Sud: croissance rapide et globalisation

Th. Univ. Genève, 2008;
IUED 22
Directeurs de thèse: Professeur Christian Comelieu, professeur honoraire, Professeur Jean-Luc Maurer

Rocha, Nadia

New facts of international trade and firm location with firm heterogeneity

Th. Univ. Genève, 2008;
IHEID 803
Directeur de thèse: Professeur Richard Baldwin

450^e anniversaire de l'Université de Genève

Evénements

Samedi 13 juin



NUIT DE L'UNIGE

L'UNIVERSITÉ OUVRE SES PORTES AU PUBLIC, DÈS 15H

Jusqu'en octobre



GRANDES CONFÉRENCES

RENCONTRES AVEC DES ORATEURS D'EXCEPTION, À 18H30, UNI DUFOUR

Elizabeth Loftus et la mémoire humaine | 1^{er} septembre

Stephen Hawking et l'astrophysique | 15 septembre

Craig Venter et le génome humain | 13 octobre

Jusqu'en septembre



SAMEDIS DE L'UNIGE

ENIGMES, EXPÉRIENCES... POUR TOUT PUBLIC

Le climat au fil du temps | 27 juin, Uni Mail
dans le cadre du 3^e festival Science et Cité «Basecamp9»

A fleur de peau | 5-6 septembre, Conservatoire et Jardin botaniques
dans le cadre de l'exposition «Emotions de collections, collections d'émotions»

Expositions

Jusqu'au 30 septembre



FACES À FACES

MÉTAMORPHOSE D'UN BÂTIMENT

Jusqu'au 18 octobre



SAVANTS CITOYENS

(RE)DÉCOUVRIR GENÈVE: PROMENADE HISTORIQUE

Du 12 octobre au 10 janvier



GÉNOME

UNE PLONGÉE AU CŒUR DE LA CELLULE: INSTALLATION

Programme complet
www.unige.ch/450

1559
2009
450
ans
UNIVERSITÉ
DE GENÈVE