

Repères

Colloques et documents : comptes rendus

« Darwin a deux cents ans »
(Colloque, Paris, 15-16 octobre 2009)

Célébrer le bicentenaire de la naissance de Darwin et le cent cinquantième anniversaire de la parution de *L'Origine des espèces*, c'est, bien sûr, évoquer l'homme et sa pensée, mais aussi s'intéresser à la postérité de celle-ci. Le colloque « Darwin a deux cents ans » organisé à cette occasion par le Collège de France les 15 et 16 octobre 2009 a rassemblé des intervenants issus de disciplines variées mais dont les objets et les méthodes ont été affectés par le changement de paradigme qu'a constitué la théorie de la sélection naturelle. La résonance rencontrée par l'œuvre de Darwin ne s'est en effet pas limitée à la société savante de l'époque : elle a également touché les champs de la morale et des conventions sociales. Comme l'a exposé l'historien de la littérature Antoine Compagnon (Collège de France) en conclusion du colloque, cette théorie s'inscrit dans le mouvement de sécularisation et de démocratisation en cours à la fin du XIX^e siècle, et Darwin avait anticipé la violence des réactions que ne manqueraient pas de susciter ses écrits, au point de retarder la rédaction de

Ce que le colloque a mis en avant, c'est la volonté qu'a manifestée Charles Darwin d'intégrer l'homme à son système, non seulement comme être biologique, mais aussi comme être social et pensant. Les dix-huit présentations¹, en offrant à parts égales le point de vue des sciences du vivant et celui des sciences humaines, soulignent la vivacité de cette articulation complexe entre humanisation et humanisation.

Si Darwin n'est pas le premier à avoir pensé en termes d'évolution, son grand mérite est d'avoir su rassembler et analyser des éléments tangibles qui affranchissent le monde vivant d'une conception fixiste. Mais si la réalité historique de l'évolution est admise assez rapidement, notamment par la paléontologie et l'embryologie, la mise en évidence des mécanismes sous-jacents est très disputée, avec plusieurs alternatives qui entrent en concurrence

dès la fin du XIX^e siècle. Armand de Ricqlès, historien des sciences du vivant (Collège de France), a rappelé que les sciences de l'époque étaient très friandes de lois naturelles calquées sur les modèles de la physique classique. Or, Darwin introduit dans la science une dimension contingente, à savoir les variations aléatoires triées par la sélection. Comment peut-il y avoir une connaissance stable de ce qui change tout le temps ? Telle a été la question soulevée par la philosophe Anne Fagot-Largeault (Collège de France). L'évolutionnisme est une curiosité épistémologique : même s'il s'appuie sur des liens stricts de causalité, il ne peut que tenter d'expliquer le passé, pas de prédire l'avenir. Cent cinquante ans plus tard, le développement de disciplines connexes a confirmé les deux idées fortes de Darwin. La théorie synthétique de l'évolution, à la croisée de la théorie darwinienne, de la génétique des populations et de la théorie chromosomique de l'hérédité, retient l'origine commune des espèces et le principe de la sélection naturelle. Mais elle laisse aussi plusieurs champs ouverts au débat.

L'évolutionnisme en évolution

Première pierre d'achoppement, le gradualisme proposé par Darwin. La biologiste Isabelle Olivieri (Université Montpellier 2, Institut universitaire de France) a analysé les arguments des tenants du saltationisme qui, sans contester l'évolution en tant que telle, pensent que celle-ci se fait par sauts. Aujourd'hui encore, le débat n'est pas clos, comme le montre la controverse qui entoure par exemple le modèle des équilibres ponctués proposé par le paléontologue Stephen Jay Gould, selon lequel les espèces connaissent des paliers durables sans changement significatif, ponctués par des épisodes de brusques modifications qui amènent à de nouvelles espèces. Avec les avancées dans le domaine de la génétique, on sait maintenant que de petites mutations peuvent avoir de grands effets et mener à la spéciation, mais il est toujours difficile de savoir ce qui, de l'accumulation dans le temps de ces mutations ou des macromutations subites, est le moteur principal de l'évolution et de la spéciation.

¹ Les vidéos des interventions sont accessibles à l'adresse suivante : http://www.college-de-france.fr/default/EN/all/col_rent09/audio_video.jsp

Cette question renvoie à un autre point de controverse, entre les conceptions neutralistes et adaptationnistes. Pour les premières, l'évolution procède par dérive génétique, c'est-à-dire par fixation aléatoire de mutations menant à la spéciation. Pour les secondes, elle se fait sous la pression de l'environnement et des mécanismes de reproduction qui sélectionnent des mutations avantageuses. Au crédit des vues adaptationnistes, on cite les phénomènes observés de convergence évolutive qui amènent des espèces différentes à développer des caractéristiques similaires en réponse à un même problème. Du point de vue neutraliste, cette position est suspecte car elle équivaut à donner une finalité à toute mutation. Or, beaucoup de mutations présentent un caractère a priori neutre, et parfois même désavantageux. L'exposé du généticien Luis Quintana-Murci (Institut Pasteur et CNRS), relatif à l'influence des pathogènes sur le génome humain, est allé dans le sens d'un arbitrage entre les deux conceptions, proposant un modèle selon lequel la sélection naturelle tend à s'exprimer dans le cas d'une mutation avantageuse (celle-ci étant alors conservée), mais aussi d'une mutation délétère (celle-ci étant éliminée si elle atteint une fréquence critique), tandis que la dérive génétique gouverne les mutations neutres.

On peut alors se demander, et c'est là le troisième cliché abordé dans ce colloque, si les caractères développés par une génération d'individus sont transmis à la descendance. Darwin avait soutenu l'idée de l'hérédité de ces caractères acquis, mais la théorie synthétique de l'évolution a ensuite érigé en principe l'idée selon laquelle le génome présidait à leur expression. Or, à partir de la seconde moitié du XX^e siècle, des expériences sont venues mettre en lumière des phénomènes de transmission de l'adaptation individuelle. L'épigénétique, dans son acception actuelle, est l'étude des changements de l'expression des gènes sans modification de la séquence ADN. Les présentations du biologiste Chris Bowler (École normale supérieure) et du généticien Vincent Colot (École normale supérieure) en ont offert une lecture récente. Le premier a montré que chez les diatomées, des populations génétiquement identiques mais soumises à des conditions environnementales différentes vont développer des caractères phénotypiques répondant à ces conditions. Le second s'est intéressé plus particulièrement au rôle que la structure de la chromatine, c'est-à-dire la structure d'empaquetage de l'ADN dans le noyau, joue sur l'expression des gènes eux-mêmes, en inhibant certains et en activant d'autres. L'épigénétique, en reconnaissant l'influence de l'environnement non pas sur le génotype, mais sur l'expression de celui-ci, ouvre un nouveau champ de compréhension de la variabilité phénotypique, tout en laissant à la dérive génétique et à la sélection naturelle un rôle prépondérant dans le processus de l'évolution.

Définir l'humain après Darwin

Loin de mettre à mal la pensée de Darwin, ces trois questionnements soulignent le caractère évolutif de sa théorie, en perpétuelle redéfinition. Il en va de même pour l'homme, que Darwin osa, quoique tardivement, inclure dans son système. Penser l'évolution, c'est aussi penser la place de l'homme dans la dynamique du vivant, et la tâche est loin d'être aisée.

La prédiction de Darwin et Wallace, selon laquelle l'être le plus proche de l'homme est le chimpanzé, a été confirmée par la génétique qui a réuni ces deux tribus dans la sous-famille des *Hominini*. Mais alors, comment caractériser ce qui fait l'homme ? Peut-on même dater les débuts de l'hominisation ? L'exposé du paléanthropologue Michel Brunet (Collège de France) a insisté sur le flou qui entoure cette question. Si les ossements très anciens (entre quatre et sept millions d'années) découverts ces dernières décennies attestent d'une bipédie plus ou moins exclusive, l'existence d'un orteil opposable chez plusieurs d'entre eux rend délicate l'appréciation de leur degré d'hominisation. Peut-être faut-il envisager, comme le fait M. Brunet, que ces restes appartiennent à un autre grade évolutif de la famille humaine, qui compte déjà *Homo* et *Australopithecus*. On le voit, la seule caractérisation anatomique ne permet pas d'identifier l'homme.

Celui-ci se singularise aussi par l'architecture de son cerveau et ses aptitudes cognitives. Ainsi que l'a rappelé l'anthropologue Allan Young (Mc Gill University, Montréal), le cerveau humain a développé la capacité d'expérimenter ses activités-miroirs, ce qui consiste pour un individu à décomposer les faits et gestes de ses congénères pour les analyser et apprendre d'eux. Si cette faculté est observée chez les singes, elle est sans commune mesure avec celle de l'homme, qui est en outre capable d'autoréflexivité. Comme l'a souligné le neurobiologiste Jean-Pierre Changeux (Collège de France), la complexité du cerveau humain ne peut se comprendre par la seule variabilité du génome : de la structure linéaire des chaînes de nucléotides à la tridimensionnalité du cerveau, il y a un pas que seuls d'autres types de variabilité peuvent expliquer. Tout d'abord, une variabilité épigénétique qui, comme on l'a vu, intéresse l'expression phénotypique du génome et se traduit notamment par une plasticité connexionnelle extraordinairement riche. Ensuite, une variabilité interactionnelle établie entre le cerveau d'un individu et son environnement non seulement naturel mais aussi culturel. L'homme est constamment en train d'apprendre, et ce d'autant plus qu'il a désormais à sa disposition des mémoires extracérébrales, comme les livres ou Internet, dans lesquelles il peut puiser en permanence. Cette plasticité est au cœur des travaux expérimentaux des neuroscientifiques Miguel Nicolelis (Duke University, Durham, États-Unis) et Stanislas Dehaene (Collège de France), le premier soulignant la variabilité connexionnelle des groupements de

neurones, le second s'intéressant au recyclage des circuits neuronaux pour expliquer l'aptitude de l'homme à s'approprier des facultés cognitives trop récentes pour pouvoir être l'expression d'une architecture cérébrale spécifique, comme par exemple l'habillement, les mathématiques ou la lecture.

Des tensions entre hominisation et humanisation

Avec *La Filiation de l'homme*, en 1871, Darwin développe l'idée de l'homme comme produit de l'évolution, et postule que ses facultés mentales et morales sont soumises à la sélection naturelle, allant jusqu'à proposer une théorie du sens moral comme l'a rappelé l'historien Jean Gayon (Université Paris 1). La différence observée entre les facultés humaines et celles des autres espèces serait une question de degré, ce que bien des scientifiques, à commencer par Thomas Huxley, qui fut pourtant l'un des plus ardents défenseurs de Darwin, ont fermement combattu en situant l'éthique en opposition à l'ordre naturel. Pourtant, ce que Darwin veut montrer avec *La Filiation de l'homme*, c'est que les espèces sociales – et l'homme en particulier – renversent l'ordre de la sélection naturelle en privilégiant les capacités de solidarité et d'empathie. Et chez l'homme, ces dispositions morales tendraient à s'affranchir de l'évolution biologique en devenant des choix de société, donc en s'humanisant de plus.

Ainsi, pour la philosophe Catherine Malabou (Université Paris 10 et University at Buffalo, États-Unis), les forces en jeu dans les sociétés humaines concourent à la promotion des meilleurs éléments, ce qui procède d'une volonté favorisant la conformité au détriment de la singularité. Il s'agit alors moins d'une sélection que d'une volonté de sélection, fonctionnant non pas par diversification mais par élimination. Mais l'homme se définit-il exclusivement par son affranchissement de l'ordre naturel ? Rien de moins sûr, selon l'historienne des sciences Lorraine Daston (Institut Max-Planck d'histoire des sciences, Berlin) : il suffit de voir combien, aujourd'hui encore, on brandit la menace d'une nature punissant les transgressions à son encontre pour comprendre que cet ordre conserve une autorité morale au pouvoir structurant toujours fort, même dans les sociétés postmodernes.

Depuis les controverses bioéthiques des années 1990, la définition de l'humain, de l'inhumain et du non-humain est devenue la pierre angulaire de tout un pan du droit moderne. L'immixtion de la technologie dans les processus de sélection et de reproduction fait craindre pour l'hominisation naturelle. Comme l'a précisé la juriste Mireille Delmas-Marty (Collège de France), le droit est désormais tenu de composer avec le respect de la dignité individuelle, d'une part, avec la survie de l'espèce

humaine, d'autre part. Dichotomie d'autant plus inconfortable que, selon le philosophe Philippe Descamps (Université Paris 4), la qualification d'espèce humaine en objet de droit repose sur un postulat qui ne fait pas consensus au sein des sciences du vivant. De même, est-il raisonnable de penser l'homme sans la technologie ? Les craintes que soulève la perspective d'une technologie devenue dynamique de sélection, associée à l'angoisse d'une perte de contrôle, embrassent des représentations prégnantes dans nos sociétés, quoique de façon non homogène puisqu'elles ouvrent aussi bien à l'élargissement de l'humanité (cyborgs, robots, animaux) qu'à la réduction des possibilités de muter, et donc de se diversifier. Et dans ce tumulte, il nous est difficile de penser l'avenir de l'humanité autrement que sur le mode de la rupture, selon les mots du philosophe Jean-Michel Besnier (École polytechnique). Mais la plasticité et la variabilité, qui sont au cœur de l'évolution, ne devraient-elles pas au contraire mettre en lumière les potentialités qui s'ouvrent au vivant et à l'humain ?

Comme le montrent les interrogations soulevées par l'ensemble des intervenants, la définition de l'humain, qu'elle soit génétique, anatomique, mentale ou morale, est loin d'être arrêtée. Ce qui ne signifie pas pour autant que le colloque ait manqué son objectif. Nous retiendrons de l'articulation entre hominisation et humanisation un ensemble de questions laissées ouvertes et faisant écho à la nature évolutive et multiple de la théorie de la sélection naturelle. Le choix de cette articulation comme fil conducteur du colloque permet et exige un va-et-vient entre plusieurs domaines des sciences sociales et du vivant. Grâce à ce regard croisé sur l'héritage de la pensée de Darwin, le colloque de rentrée du Collège de France évite l'écueil qui aurait consisté à dresser un simple inventaire des avancées permises par ce glissement paradigmatique.

Peut-être aurait-il fallu consacrer plus de temps à l'examen des conceptions fixistes et créationnistes qui, bien que fondamentalement non scientifiques, affichent aujourd'hui une scientificité de façade qui les rend particulièrement pernicieuses. Heureusement, le colloque montre bien à quel point les problèmes soulevés par l'auteur de *L'Origine des espèces* sont transversaux, complexes et mouvants, et c'est précisément ce qui fait la force de cette pensée. Darwin a deux cents ans et, malgré la persistance des créationnismes de tout bord, gageons qu'il a encore un bel avenir devant lui.

Émeric Billard

(MNHN, UMR7206 *Éco-anthropologie et Ethnobiologie*, Paris, France)
ebillard@mnhn.fr

“Biodiversity and society: understanding connections, adapting to change”
(Colloque, Le Cap, Afrique du Sud, 13-16 octobre 2009)

Au Cap, en Afrique du Sud, plus de 700 scientifiques ont participé du 13 au 16 octobre 2009 à la deuxième conférence scientifique de DIVERSITAS, intitulée “Biodiversity and society: understanding connections, adapting to change”². La conférence avait pour objectifs de présenter des résultats de recherches récentes sur la biodiversité, d’informer sur les liens entre la biodiversité, le bien-être humain et le développement durable, ainsi que de renforcer les réseaux autour de DIVERSITAS.

DIVERSITAS

DIVERSITAS, “an international programme of biodiversity science”³, est une structure nongouvernementale créée en 1991 dont la mission est (1) de promouvoir une vision intégrée des sciences de la biodiversité en faisant le lien entre les disciplines biologiques, écologiques et sociales afin de produire de nouvelles connaissances ayant une pertinence sociale et (2) de fournir une base scientifique à la protection et l’utilisation durable de la biodiversité.

DIVERSITAS, dont le siège est au Muséum national d’histoire naturelle à Paris, fonctionne avec des projets fédérateurs (comme bioGenesis, bioDiscovery, ecoServices et bioSustainability) et des réseaux transversaux (comme agroBiodiversity ou freshwaterBiodiversity) et travaille avec un réseau de scientifiques internationaux, trois comités régionaux et des comités nationaux dans une trentaine de pays. L’un des enjeux importants de DIVERSITAS est le rapprochement entre la science et les politiques publiques afin de fournir aux pouvoirs publics et aux décideurs des éléments de décision sur les questions de biodiversité. Le comité scientifique de DIVERSITAS est présidé par Harold Mooney (Stanford University, États-Unis).

En 2005, DIVERSITAS a organisé à Oaxaca (Mexique) une première Open Science Conference réunissant 600 scientifiques. La manifestation a donné une large place aux services des écosystèmes et aux conséquences socioéconomiques de la diminution de la biodiversité, thèmes centraux du Millenium Ecosystem Assessment (MA)⁴ dont les résultats avaient été publiés la même année. La déclaration d’Oaxaca a fait état de la volonté de la communauté scientifique d’établir un mécanisme international d’expertise sur la biodiversité dans la lignée du groupe existant sur le changement climatique (Groupe d’experts intergouvernemental sur l’évolution du climat [GIEC], en anglais, Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]). À la suite de cette conférence, une consultation internationale a été lancée avec le soutien de

la France et la participation active de DIVERSITAS (International Mechanism of Scientific Expertise on Biodiversity [IMoSEB])⁵.

La deuxième Open Science Conference, qui s’est tenue au Cap, a attiré 700 participants, dont 40 % étaient originaires de pays en développement. La déclaration publiée à l’issue de l’événement a réitéré à l’attention des gouvernements, et à la veille de l’année de la biodiversité (2010), le souhait de la communauté scientifique que soit établi rapidement un groupe d’experts intergouvernemental sur la biodiversité et les services des écosystèmes. La congruence entre la consultation IMoSEB et les suites du MA a jeté les bases d’une négociation internationale pour créer cette plateforme à l’interface entre science et politique (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services [ipBes])^{6,7}.

Les grands thèmes de la conférence

La conférence du Cap portait sur les liens entre les sciences de la biodiversité, la société et les politiques publiques. L’analyse de la fréquence de certains mots-clés⁸ dans les programmes des communications orales et des posters lors des deux conférences de DIVERSITAS en 2005 et 2009 montre les thèmes dominants et leur évolution (Fig.). De façon générale, les approches économiques, ou associant l’économie à l’écologie, ont augmenté depuis 2005, de même que celles traitant de gouvernance et de politiques. Au contraire, les approches centrées sur l’écologie sont en recul, par exemple les travaux sur la diversité génétique et spécifique (indicateurs d’abondance ou de richesse d’espèces, taxonomie, etc.). De même, les recherches sur les liens entre biodiversité et agriculture ou sécurité alimentaire ont diminué.

Le changement climatique est le thème qui a gagné le plus d’importance entre les deux conférences. À celle du Cap, des questions abordaient les interactions entre la biodiversité et le climat et concernaient plus l’adaptation que l’atténuation. Les thèmes relatifs à l’adaptation étaient la vulnérabilité des écosystèmes face au changement

⁵ Pour en savoir plus, consulter le compte rendu de la réunion finale du comité de pilotage d’IMoSEB (Montpellier, novembre 2007) sur le site Internet de l’IISD (International Institute for Sustainable Development) : <http://www.iisd.ca/ymb/sdms>.

⁶ <http://ipbes.net>.

⁷ Après plusieurs années de négociations, la troisième réunion intergouvernementale sur le sujet, qui s’est tenue à Busan en Corée du Sud en juin 2010, a appelé à la création de cette plateforme et a demandé à la 65^e session de l’Assemblée générale des Nations unies de septembre 2010 d’entreprendre les actions nécessaires à son établissement.

⁸ et ceux associés : par exemple, réchauffement climatique associé à changement climatique.

² <http://www.diversitas-osc.org>.

³ <http://www.diversitas-international.org>.

⁴ <http://www.millenniumassessment.org>.

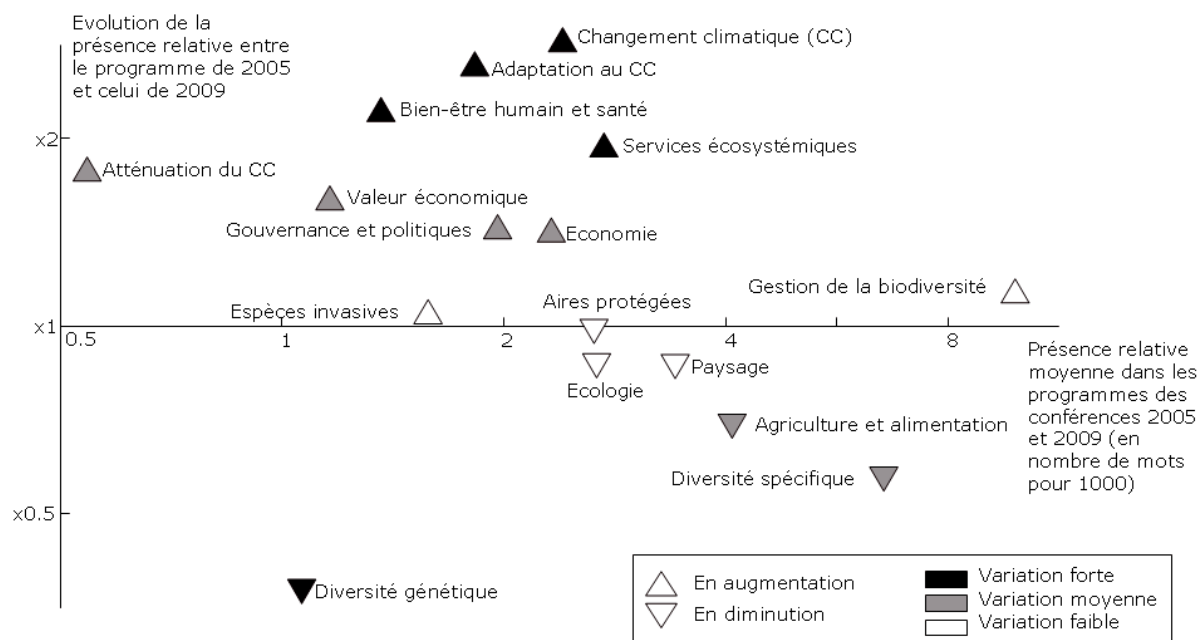


Fig. Présence relative de certains thèmes importants dans les programmes des conférences DIVERSITAS de 2005 et 2009.

climatique (par exemple, dans la session « Biodiversité et changement climatique » dirigée par Wolfgang Cramer) et les mesures d'adaptation à mettre en œuvre pour réduire les impacts (par exemple, dans la session « Changement climatique et biodiversité : gestion adaptative face à l'incertitude » présidée par Paul Leadley, Belinda Reyers et Sandy Andelman). À propos de l'atténuation du changement climatique, des analyses portaient sur les conflits ou synergies entre la conservation de la biodiversité et la séquestration du carbone (par exemple, les présentations de William Bond⁹ ou d'Oscar Venter, ce dernier abordant le mécanisme REDD, Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation¹⁰). D'autres recherches s'intéressaient aux impacts de la production de biocarburants sur la biodiversité (par exemple, dans la session « Biocarburants et biodiversité » organisée par Pieter Baas).

Un autre thème en forte croissance entre les deux conférences est celui des services écosystémiques. Des études écologiques ont abordé les liens entre le fonctionnement des écosystèmes et la production de ces services (par exemple, dans la session « Lier la biodiversité et la provision de services écosystémiques : le rôle de la diversité fonctionnelle et les échelles spatiales » dirigée par Sandra Diaz et Patricia Balvanera). D'autres recherches

portaient sur les services écosystémiques sous un angle pluridisciplinaire, associant des considérations écologiques et socioéconomiques, par exemple pour analyser le rôle de la biodiversité et des services des écosystèmes dans le bien-être humain (notamment, la session « Changement de la biodiversité et bien-être humain » présidée par Kamaljit Bawa et Lele Sharadchandra) et dans la santé (par exemple, la session « Changement environnemental global et santé » dirigée par James Mills). Les études abordant la valeur économique des écosystèmes et les mécanismes de paiements pour services écosystémiques (PSE) ont fait l'objet de nombreuses interventions. Par exemple, Sven Wunder a traité des PSE dans des paysages complexes et pour des services divers : un paiement peut être réalisé pour différents services conjointement (« *bundling* ») ou pour un seul service mais avec des bénéfices pour la provision d'autres services opportunistes (« *piggy-backing* »). D'où l'importance d'analyser les synergies et compromis entre services à l'échelle des paysages (par exemple, dans les présentations de Stephen Polasky ou de Pablo Imbach).

Outre son application aux services écosystémiques, l'approche paysage a été utilisée dans de nombreuses interventions lors des deux conférences DIVERSITAS (Fig.). L'importance de la prise en compte de l'hétérogénéité des paysages pour analyser des processus écologiques a été montrée dans plusieurs communications, par exemple à propos du fonctionnement des écosystèmes (Andrew Gonzalez), de la dynamique des insectes nuisibles (Jan Bengtsson) ou de la pollinisation (Markus Franzén). L'approche paysage est également fréquemment évoquée pour des objectifs de gestion, comme la

⁹ Les présentations sont référencées par le nom du premier auteur. La liste des présentations et des auteurs est disponible sur le site de DIVERSITAS : http://www.diversitas-international.org/?page=diversitas_osc2.

¹⁰ Voir la plateforme de partage d'informations sur REDD : http://unfccc.int/methods_science/redd/items/4531.php.

planification des stratégies de conservation (Nakul Chettri) ou la conservation de la biodiversité dans des paysages de production (Kerrie Wilson). Deux sessions portaient explicitement sur les paysages : paysages mosaïques (session « Recherche pour la gestion adaptative dans des paysages mosaïques tropicaux riches en biodiversité », dirigée par Jean-Laurent Pfund et Robert Nasi) et paysages multifonctionnels (« Créer des paysages multifonctionnels durables : leçons de programmes transdisciplinaires », dirigée par Patrick O'Farrell).

Le dialogue science-politique

Même si une session était intitulée « Science de la biodiversité et politiques » (dirigée par David Cooper), l'interface science-politique ne constitue pas encore véritablement dans cette communauté un thème scientifique mais plutôt un thème d'actualité dans les discussions. Bien que l'objectif général de la conférence visait à renforcer le dialogue entre science et politique, les travaux présentés ont, le plus souvent, traité des connaissances scientifiques et très peu de la manière dont celles-ci sont prises en compte dans les politiques et processus de décisions. Par contre, les organisateurs ont favorisé les moments d'échange et de débat, lors de plusieurs tables rondes plénières dédiées à cette interface¹¹.

Une table ronde a permis de faire le point sur l'avancée de la négociation sur l'ipBes. En présence du directeur exécutif du Programme des Nations unies pour l'environnement qui est chargé de mener les négociations, plusieurs experts impliqués dans la seconde réunion intergouvernementale de Nairobi¹² la semaine précédant la conférence du Cap ont présenté un état de l'avancement et les questions encore délicates avant d'aboutir à la mise en place d'une telle plateforme. Par exemple, les participants de la réunion de Nairobi se sont mis d'accord sur la nécessité, à la fois, de séparer l'ipBes de tout processus politique pour garantir son indépendance et de mener des travaux répondant à une demande pour l'élaboration de politiques. Les points de désaccord portaient sur la structure de gouvernance, en particulier la participation des ONG, la formation de groupes de travail et la nécessaire création d'un groupe scientifique consultatif.

Les travaux et les premières conclusions de l'initiative TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity¹³) ont fait l'objet d'une autre table ronde en présence du lea-

der de l'étude, Pavan Sukhdev. Après le rapport intermédiaire de 2008¹⁴ qui a évalué un coût de la non-action politique en faveur de la biodiversité du même ordre que celui de la non-action en matière de changement climatique (rapport Stern¹⁵), l'initiative TEEB établit des rapports destinés à des publics ciblés (décideurs politiques internationaux et nationaux, administrations régionales, entreprises et citoyens) pour éclairer leurs choix de décisions et d'actions.

Une autre table ronde a abordé le thème des objectifs de conservation de la biodiversité. La communauté internationale s'était engagée à réduire de manière significative le taux d'érosion de biodiversité en 2010. Tout le monde semble d'accord pour constater que la cible n'est pas atteinte malgré les efforts entrepris et une prise de conscience de l'importance de cette préservation pour l'humanité. Quel pourrait être un nouvel objectif mobilisateur ? La table ronde consacrée à cette question a surtout insisté sur la nécessité d'établir et de renseigner des nouveaux indicateurs pour suivre l'évolution de la biodiversité, plutôt que discuter des processus de définition des objectifs.

Enfin, la table ronde finale, organisée le 16 octobre à l'occasion de la journée mondiale de l'alimentation, a cherché à voir comment garantir conjointement la sécurité alimentaire et la conservation de la biodiversité. Cette question est d'une actualité brûlante car les communautés scientifiques et politiques qui traitent de ces thématiques paraissent distantes et divergentes. Les débats ont rappelé qu'il est possible d'imaginer des scénarios dans lesquels la production alimentaire croît sans empiéter sur les écosystèmes naturels. La science a un rôle important à jouer pour développer des moyens de production écologique qui protègent la biodiversité et les services écosystémiques.

Conclusions

La conférence du Cap a confirmé que les connaissances sur la biodiversité et les services qu'elle fournit à l'homme progressent. Elle a montré l'importance de certaines thématiques directement liées à la biodiversité comme le changement climatique et les services écosystémiques. Elle a également permis de constater un réseautage international accru au sein de la communauté scientifique sur ces questions, et plus particulièrement l'émergence d'une forte composante de ce réseau sur le continent africain. Elle a insisté sur la nécessité d'interactions renforcées entre le monde scientifique et le monde

¹¹ Les résultats des tables rondes ont été publiés dans *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2, 1-2, 2010.

¹² Second Ad hoc Intergovernmental and Multi-stakeholder Meeting on an Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES), UNEP, Nairobi, Kenya, du 5 au 9 octobre 2009 (<http://www.ipbes.net/3rd-meeting-on-ipbes/previous-meetings/2nd-ipbes-meeting.html>).

¹³ <http://www.teebweb.org>.

¹⁴ disponible sur le site internet <http://www.teebweb.org> [Information Material ; TEEB Reports].

¹⁵ Stern, N., 2007. *The Economics of Climate Change: The Stern Review*, Cambridge, Cambridge University Press (disponible sur le site internet : http://www.hm-treasury.gov.uk/stern_review_climate_change.htm).

politique. Cependant, il est toujours difficile à l'issue de telles conférences d'établir avec précision leur sens et leur portée. Par exemple, elles font un point sur l'état de la connaissance mais en sélectionnant et orientant les thématiques.

La déclaration finale a mis en avant l'importance des changements en cours pour le bien-être de l'humanité et le rôle que les scientifiques peuvent jouer. Ils doivent se fixer trois objectifs : faciliter l'échange de connaissances sur la biodiversité et ses fonctions, aider au développement du suivi de la biodiversité de la planète et être prêts à répondre aux besoins de connaissances de la société par

une communication claire des résultats. Enfin, la déclaration a lancé un appel aux gouvernements et aux ONG pour établir avec la communauté scientifique la plateforme ipBes le plus vite possible.

Bruno Locatelli

Didier Babin

Emmanuel Torquebiau

(Cirad, UPR BSEF, Montpellier, France)

bruno.locatelli@cirad.fr

« Les OGM face aux nouveaux paradigmes de la biologie » (Colloque, Paris, 11-12 février 2009)

L'évaluation des organismes génétiquement modifiés et, singulièrement, l'évaluation des plantes transgéniques est un des objets de controverse favoris de nos sociétés postmodernes. D'un point de vue scientifique, ce peut aussi être un lieu d'apprentissage où se confrontent dogmes et paradigmes dans un cadre pluridisciplinaire. En février 2009, dans le contexte du projet ANR OGM-COBINA¹⁶, s'est déroulée à Paris une rencontre intitulée « Les OGM face aux nouveaux paradigmes de la biologie »¹⁷. Ces deux journées d'études, organisées à Paris par Christophe Bonneuil (historien des sciences, Centre Alexandre Koyré de recherche en histoire des sciences et des techniques, CNRS et IFRIS), Anne-Marie Chèvre (généticienne, Inra, UMR Amélioration des plantes et biotechnologies végétales, Rennes) et Pierre-Benoît Joly (économiste et sociologue, Inra, unité de recherche Sciences en société, et IFRIS), ont attiré un public de plus d'une centaine de personnes. La qualité et la diversité des 25 orateurs expliquent certainement ce succès : ils étaient issus du monde de la recherche fondamentale en biologie, en sciences humaines et sociales, mais comptaient aussi dans leurs rangs des personnes actives au niveau de la régulation des plantes transgéniques ou de leur mise en œuvre.

L'originalité de cette réflexion est la rencontre entre la dynamique, par définition hétérogène, de la recherche fondamentale et la nécessaire constance d'un cadre normatif. Si la science peut se nourrir du doute, la régulation

a besoin de stabilité et de certitude. La conciliation de ces deux dimensions est, de plus, sous une contrainte temporelle. À quel rythme adapter la régulation aux avancées de la recherche fondamentale ?

D'un point de vue épistémologique, le cadre temporel est particulièrement important. Par exemple, la notion de pureté en génétique a été instrumentalisée de façon très variable sur le long terme (C. Bonneuil). Si, à la fin du XIX^e siècle, l'accent était mis sur la variation dans la continuité de l'approche darwinienne, l'amélioration végétale du début du XX^e siècle s'est construite sur la notion de lignées pures et de variétés aux propriétés bien déterminées. Au cours des cinquante dernières années – en partant de l'événement-clé de la compréhension biochimique de la structure de l'ADN en 1953 –, le pouvoir explicatif de cette molécule a lui aussi été discuté, la biologie moléculaire donnant un sens chimique au concept de gène et, à l'instar du modèle fordiste, rêvant la cellule comme une usine bien organisée.

Depuis le fameux dogme « un gène – une enzyme » proposé par Beadle et Tatum en 1941, les travaux du séquençage, et surtout leur analyse bioinformatique, ont montré l'importance des interactions à l'intérieur du gène et du génome, avec deux conséquences majeures. D'une part, une même séquence peut être à la base de plusieurs réalisations différentes sous forme de protéines. D'autre part, un ensemble de gènes relativement modeste (de l'ordre de 25 000 chez l'homme) peut conduire à une grande complexité par le jeu des interactions entre éléments unitaires. La question du devenir de la redondance due à la duplication des gènes est alors majeure : disposer de plusieurs options similaires, d'une part, a des conséquences en termes de renforcement des voies métaboliques, et, d'autre part, ouvre sur un potentiel évolutif dans le long terme, certaines des copies d'un même gène pouvant se différencier (Éric Jenczewski, généticien, Inra, Versailles). La biologie devient alors plus systémique et puise une partie de son corpus dans le monde des

¹⁶ Le projet « Connaissances biologiques et normes d'action publique », financé par le programme OGM 2006 de l'Agence nationale de la recherche, aborde l'articulation entre science et politique autour du génie génétique via l'analyse des relations complexes entre, d'un côté, pratiques et concepts scientifiques, et, de l'autre, la mise en place de normes d'action publique mobilisant tout ou partie de ces concepts.

¹⁷ Le programme détaillé est disponible sur le site internet <https://colloque2.inra.fr/paradigmesbiologie>.

mathématiques au risque de susciter des incompréhensions entre biochimistes et experts des chiffres et des modèles (Charles Auffray, généticien, CNRS, Villejuif). Des notions comme celles d'arbres phylogénétiques sont débattues pour laisser de l'espace à des concepts où les réseaux et les flux qui les traversent sont privilégiés (Pierre Cappy, généticien, Université Paris Sud). Les gènes perdent alors leur statut d'interlocuteur privilégié de l'évolution car les génomes dans leur globalité et les réseaux qui les parcourent et les construisent sont, eux aussi, le fruit de l'évolution. Comme dans tout bouleversement épistémologique, le risque existe d'un passage trop facile du « tout ADN » au « tout réseau » en dénaturant quelque part le concept même de biologie intégrative (François Képès, biologiste, CNRS, Génopole Évry). L'apparition de l'épigénétique au cours de la dernière décennie a encore compliqué l'équation et a fragilisé certains dogmes. Dans un modèle épigénétique, une partie de l'information n'est pas issue de l'ADN mais du contexte biochimique dans lequel cet ADN se trouve. La tentation est grande de considérer cette dimension nouvelle comme un second niveau de codage. C'est le point de vue de la majorité des scientifiques, mais certains en appellent à une vision nouvelle qui dépasse cette question du code (Andras Paldi, généticien, Généthon d'Évry, École pratique des hautes études). L'intégration de ces débats assez pointus dans le cadre réglementaire a été peu évoquée. Elle est difficile, même s'il semble improbable que la régulation des plantes transgéniques puisse continuer longtemps à s'appuyer sur des théories qui ne font plus consensus au sein de la communauté des biologistes moléculaires.

Une approche scientométrique (Jean-Philippe Cointet, Institut des systèmes complexes Paris Île-de-France, Inra-SenS ; Jean-Paul Gaudillière, historien des sciences, Inserm ; C. Bonneuil) distingue plusieurs temps dans l'évolution récente de la biologie : l'accent sur les interactions et l'expression génétique (1999-2003), la molécularisation de l'immunologie et, en conséquence à partir de 2004, l'importance des explications basées sur le réseau dans l'étude du cancer. Au fil de ce cheminement, la biologie moléculaire est peut-être en train de sortir d'une crise d'adolescence en intégrant le fait que le génome n'est pas, à lui seul, le programme qui définit le vivant. Les nouveaux outils qui apparaissent à un rythme de plus en plus rapide devront toujours considérer différents niveaux organisationnels et les trois temps biologiques que constituent l'évolution, le développement et la physiologie (Michel Morange, biologiste, École normale supérieure, Paris).

À une autre échelle, celle du paysage et de l'écosystème, les modèles ont évolué vers une approche plus systémique : intégration des notions de matrice paysagère et de métapopulations, par exemple (Denis Couvet, écologue, Muséum national d'histoire naturelle et Jane Lecomte, écologue, Université Paris Sud).

Ce cadre théorique et expérimental nouveau a démontré l'interaction possible des populations de plantes transgéniques avec d'autres parcelles de plantes cultivées et, dans certains cas, avec des populations de plantes sauvages apparentées, même si la légitimation de la notion de flux de gènes au niveau réglementaire a suivi avec beaucoup de retard sa démonstration d'un point de vue scientifique. Ces nouveaux éléments ont affecté les discussions sur la coexistence entre parcelles semées de plantes transgéniques et parcelles conventionnelles ou en agriculture biologique. Dans le cadre de la mise en place de nouveaux décrets dans différents pays de l'Union européenne, la question de la coexistence s'étire le long d'une chaîne qui, partant du flux de gènes, doit en déterminer les impacts pour établir de nouveaux modes de gestion (Yves Bertheau, biologiste, Inra, Versailles ; Antoine Messéan, agronome, Inra, Grignon). Différents principes entrent alors en compte : principe de subsidiarité, principe de proportionnalité et, plus récemment, principe de responsabilité. La mise en place de cette coexistence est un choix de politique publique où se rencontrent les échelles du champ, de la gestion de l'exploitation pour l'agriculteur, mais aussi l'échelle de la filière, chaque agriculteur devant pouvoir choisir le mode de production qu'il souhaite : conventionnel, biologique ou biotechnologique. Et, dans ce contexte où les niveaux s'enchevêtrent, l'exemple canadien, où il n'est plus possible de cultiver du colza non OGM, montre que celui qui contrôle l'utilisation de la semence contrôle, de fait, le territoire.

La question du contrôle éclaire aussi le problème des brevets. Le gène est-il un objet vivant ou une substance chimique (P.-B. Joly) ? Considérer que le gène est un composé chimique complexe favorise sa brevetabilité et, donc, l'appropriation de l'innovation. Étrangement, les scientifiques sont très peu intervenus dans ce débat et, par ailleurs, les faits semblent contredire les attentes du droit et de l'économie puisque, de facto, une certaine sanctuarisation du génome humain semble être devenue la règle.

Dans le même registre, la question de l'équivalence en substance – c'est-à-dire la démonstration que les caractéristiques de l'organisme génétiquement modifié, ou de ses produits dérivés, sont équivalentes aux mêmes caractéristiques chez un organisme comparable non transgénique – est basée sur une hypothèse de neutralité métabolique de la construction transgénique introduite dans la plante. La démonstration de cette neutralité suppose des progrès techniques que permettent l'évolution de la métabolomique¹⁸ (Alain Paris, toxicologue, Inra, Toulouse) et la sophistication des approches statistiques (Marc Lavielle, statisticien, Université Paris Sud) qui l'accompagne. L'interprétation des différences observées

¹⁸ La métabolomique étudie l'ensemble des métabolites (sucres, acides aminés, acides gras, etc.) présents dans une cellule, un organe, un organisme.

entre les variétés transgéniques et la base de comparaison conventionnelle se heurte à deux obstacles : d'une part, le métabolisme n'est pas un tout univoque et, d'autre part, peu d'éléments sont disponibles pour comprendre comment le consommateur final, animal ou humain, intègre ces modifications métaboliques.

Si la statistique peut aider à déterminer de bonnes règles de décisions, établir une absence de risque est une gageure, notamment en matière de toxicité (Joël Guillemain, toxicologue, comité Biotechnologies, Afssa). L'utilisation de protocoles classiques comme la DL 50¹⁹ est amenée à évoluer vers des approches plus globales basées sur la balance de différents éléments (*weight of evidences*), sans qu'un consensus ne semble émerger pour le moment, les éléments théoriques mis en œuvre étant sous-déterminés par les faits, et les débats sur les dimensions statistiques étant loin d'être résolus (Gilles-Éric Séralini, biochimiste, Université de Caen).

Devant une telle abondance d'éléments parfois contradictoires, la seule option pratique est peut-être de n'intégrer dans l'évaluation qu'une partie des faits ou

¹⁹ La dose létale 50, ou DL50, est la masse de substance nécessaire pour tuer 50 % des animaux dans un lot ; elle est donc un indicateur quantitatif de la toxicité d'une substance.

des théories ; cela impliquerait de co-construire une méthode pour apprendre à réviser ce partage entre essentiel et accessoire, en considérant l'avancée des connaissances, mais également les éléments épistémologiques qui biaisent ces avancées, et les logiques sociales et juridiques qui modifient les questions. Dogmes et paradigmes s'entrechoquent – on a même parlé de « paradogmes » – et sont âprement discutés. Cela a ravi les scientifiques présents sans toujours rassurer les régulateurs. La complexité du vivant a certainement été sous-estimée, au moins en partie volontairement, dans la vision qui a servi de base aux régulations OGM. Y faire droit aujourd'hui, implique une compréhension plus fine des outils de la biologie moléculaire, mais aussi statistique et systémique, dans une perspective qu'éclaire une réflexion historique, sociale et épistémologique. Cette rencontre, très dense, a entamé cette réflexion dans un esprit d'ouverture.

Philippe Baret

(Université de Louvain, Earth and Life Institute,
Louvain-la-Neuve, Belgique)
philippe.baret@uclouvain.be

« Les mathématiques dans la société : rôle et place dans la formation et la pratique de l'ingénieur » (Colloque, Lyon, 12-13 mars 2009)

Le groupe de travail euro-latino-américain « Mathématiques du monde réel » M²Real²⁰ est une association créée en 2008, à l'initiative d'un groupe international de réflexion qui s'est constitué autour d'un projet de recherche sur les « Mathématiques pour l'ingénieur », piloté par l'Insa (Institut national des sciences appliquées) de Lyon, en partenariat avec des pays d'Amérique latine (Mexique, Argentine, Brésil, Venezuela). L'initiative en revient à des enseignants de la filière Amerinsa, alertés par la disparité entre les différents types de difficultés éprouvées par les élèves ingénieurs en mathématiques, selon leurs origines géographiques et culturelles. Pour tenter d'y remédier, M²Real envisage une étude plus globale des relations entre les mathématiques, leur enseignement et les demandes du monde industriel, où soient impliquées les sciences humaines et sociales. Leurs recherches se veulent rythmées par l'organisation de journées d'études, dont celles-ci étaient les premières, et de congrès internationaux, dont le premier a été organisé à Curitiba au Brésil en octobre 2009²¹.

Ces premières journées, délibérément interdisciplinaires, ont réuni enseignants de mathématiques, didacti-

ciens, historiens et philosophes des sciences, sociologues et psychologues, en contact par vidéoconférences avec leurs collègues d'Amérique latine, afin d'interroger la signification des mathématiques pour l'ingénieur depuis sa formation initiale – y compris pré-universitaire – jusqu'à son activité professionnelle. Cette signification est-elle unique ? Comment concerne-t-elle le « monde réel » ? L'enseignant et l'étudiant sont-ils les seuls acteurs de leur transmission ? Comment surmonter la difficulté des étudiants à saisir la relation entre le savoir enseigné et ses modes d'intervention dans les sociétés techniciennes ? Ces interrogations, issues d'horizons et de pratiques différentes, ont débouché sur la question anthropologique du sens, question récurrente quant au mode d'inscription de l'humain dans la société et dans le monde, et qui s'avère tout à fait pertinente en mathématiques (Christiane Dujet-Sayyed, mathématicienne, Insa Lyon).

Que la convergence de ces interrogations soit si prégnante dans la formation des ingénieurs n'a au fond rien d'étonnant. À l'évidence, cette formation s'est vue historiquement structurée autour des mathématiques, au moins depuis le développement d'écoles d'ingénieurs pour lesquelles l'École polytechnique, créée en 1794 à Paris, a servi de modèle jusqu'au-delà de l'Atlantique

²⁰ <http://www.m2real.org>.

²¹ <http://www.icmes2009.pucpr.br>.

(Pierre Lamandé, historien des mathématiques, Université de Nantes). La dichotomie souvent constatée entre la représentation que l'élève et l'enseignant se font des mathématiques est devenue particulièrement marquée avec l'importance accordée aux technicités opératoires – qu'elles soient algébriques ou informatiques – où la coupure entre calcul et signification est constamment réaffirmée. Au contraire, le savoir de l'ingénieur, dans sa pratique professionnelle, fait face quotidiennement à une multiplicité de significations issues des contraintes physiques, matérielles, voire économiques et politiques, dont les enjeux peuvent d'ailleurs se révéler contradictoires.

De fait, cette coupure entre logique du calcul et signification des opérations, historiquement construite, s'enracine dans une représentation de ces connaissances bien antérieure à l'axiomatisation des mathématiques et au courant bourbakiste qui a tant inspiré la réforme dite des « mathématiques modernes » en France (Bernard Beauzamy, mathématicien, Société de calcul mathématique, Paris). Elle est présente dans le processus de symbolisation de l'algèbre dès le XVII^e siècle, qui sépare le symbole mathématique de ce qu'il représente. Mais surtout, elle s'articule sur une conception générale du langage très clairement exprimée par Descartes, et reprise par bon nombre d'algébristes – notamment Babbage et Boole au XIX^e siècle – selon laquelle il y aurait, d'un côté, une grammaire, porteuse de la logique du langage, et, de l'autre, un dictionnaire, donnant la signification des mots. Cette conception du langage a d'ailleurs nourri l'espoir d'un langage mathématique purifié des « corruptions de l'usage », dont la perfection garantirait une représentation du monde universelle parce que transparente. Or, notre XXI^e siècle commençant nous offre des représentations renouvelées du langage, qui permettent de l'envisager comme représentation de notre expérience du monde et de réinvestir le jeu de ses acteurs dans son élaboration. La polysémie n'est alors plus pensée comme une imperfection qu'il faudrait éliminer, mais comme l'expression de la multiplicité de nos expérimentations. L'unicité de signification se trouve alors socialement construite dans un contexte spécifique qu'il s'agit donc de prendre en compte ; et le transfert des connaissances implique des transferts de signification qui ne sauraient être négligés (Marie-José Durand-Richard, historienne des mathématiques, laboratoire Sciences, philosophie, histoire, enseignement, recherche [SPHERE], Paris). Les mathématiques n'échappent d'ailleurs ni à cette polysémie (Enrique Sánchez Albarracín, hispanisant, Insa Lyon), ni aux transferts de signification, offrant au langage des représentations nouvelles jusque dans le domaine poétique (Belén Hernandez Marzal, hispanisante, Insa Lyon).

L'intérêt majeur de ces journées M²REAL est précisément d'avoir vu converger les différentes interventions vers une identification de cette diversité des significa-

tions en mathématiques. L'analyse des difficultés des élèves, menée aussi bien par le biais d'enquêtes (Vinicio de Macedo Santos, chercheur sur l'enseignement des mathématiques, Université de Sao Paulo, et Patrick Trabal, sociologue, École des hautes études en sciences sociales, Paris) que par un examen critique des manuels (Fernand Malonga, didacticien de mathématiques, Université Paris 7), met en évidence, au-delà du hiatus existant entre l'élève et le professeur dans l'appréhension du discours mathématique, le rôle des représentations dont les investissent des institutions comme la famille, l'école ou l'université et, plus tard, l'entreprise ou l'État pour l'ingénieur. Partant de cette analyse, les cas d'échec en mathématiques ne sont plus envisagés comme des écarts par rapport à une norme, mais comme des manifestations de singularités vis-à-vis de cette norme, qui mérite alors d'être interrogée à son tour (Christian Pellois, psychologue, IUFM de Basse-Normandie).

À l'universalité présupposée des mathématiques peut alors se substituer la recherche des conditions d'élaboration d'un discours commun qui prenne en compte l'ensemble des paramètres caractérisant une situation donnée. L'acte de modélisation (Éric Laguerre, didacticien de mathématiques, IUFM de Cergy-Pontoise) apparaît ainsi non plus comme simple application des mathématiques, mais comme recherche de cette « fiction » commune où les mathématiques sont mobilisées pour coordonner les paramètres préalablement identifiés, au rang desquels peuvent figurer jusqu'à l'éthique et la philosophie. Cette conception de la modélisation comme processus situé dans le temps et dans l'espace social induit une meilleure vigilance quant à la validité des formalisations et à leur adéquation aux conditions de stabilité et de rupture de ces interprétations partagées (Anne-Françoise Schmid, philosophe, Insa Lyon).

Affirmer les mathématiques comme langage commun à plusieurs groupes d'acteurs suppose que leur parole soit entendue. Cette perspective replace l'élève au centre d'un processus d'apprentissage collaboratif, où le professeur guide plutôt qu'il ne conduit et où l'ordinateur reste un recours technique qui ne prétend pas se substituer à la pensée. Des chercheurs en sciences de l'éducation au Venezuela et au Mexique, qui travaillent sur l'articulation de l'enseignement secondaire et universitaire, se réfèrent ainsi à l'approche contextuelle que Patricia Camarena Gallardo (didacticienne des mathématiques, Instituto Politécnico Nacional, México) développe depuis 1982 et qu'elle a publié dans l'article « La matemática en el contexto de las ciencias en los retos educativos del siglo XXI » (*Científica*, 2006, 10, 4, 167-173). Cette approche, constitutive de l'apprentissage du lien social, participe d'une recherche de démocratisation de l'enseignement des mathématiques.

À l'heure où les pressions politiques s'accroissent pour renforcer les relations entre recherche et industrie,

et où le concept de « modélisation » tend à se substituer à celui de « vérité », cette conception de l'apprentissage et de la modélisation comme recherches d'une médiation fictionnelle socialement construite pourrait permettre de tenir à distance un certain nombre de dangers potentiels. Sur le plan intellectuel, les mathématiques ne peuvent intervenir comme paramètre indépendant qu'à la condition de maintenir l'exigence d'une recherche fondamentale en mathématiques, bien distincte du travail de modélisation, même s'il est urgent de renoncer à les considérer comme « pures ». Sur le plan socioculturel, considérer le contexte ne saurait signifier un quelconque

enfermement dans la recherche de réponses strictement techniques ou locales. La réification des connaissances mathématiques ne pourra être évitée qu'au prix d'une interrogation constante sur les enjeux des lieux de savoirs et des conditions de leur élaboration.

Marie-José Durand-Richard

(Université Paris 8 et UMR7219 SPHERE,
Équipe REHSEIS, Paris, France)
mjdurand.richard@gmail.com

“Avian flu: social and anthropological perspectives” (Colloque, Hong Kong, 23-24 février 2009)

La conférence “Avian flu: social and anthropological perspectives”, associant virologie, épidémiologie et sciences sociales autour de l'influenza aviaire, a été organisée les 23 et 24 février 2009 à la Hong Kong University (HKU) dans le cadre d'un programme de recherche « Les hommes malades des animaux : anthropologie comparée de la grippe aviaire », coordonné par Frédéric Keck (CNRS), philosophe et anthropologue, et financé par la Fondation Fyssen²².

Le choix du lieu retenu reposait sur trois éléments : premièrement, le rôle particulier du sud de la Chine dans l'émergence de la panzootie actuelle et dans celle de plusieurs autres maladies virales ; deuxièmement, la présence de l'équipe de virologie animée par Malik Peiris et Yi Guan (Microbiology Department, HKU) ; troisièmement, le séjour de F. Keck au Centre d'études français sur la Chine contemporaine (CEFC), co-organisateur de la conférence avec la HKU, dans le but de mener un travail de terrain sur les sentinelles sanitaires.

Cette conférence est loin d'être un cas isolé pour les sciences sociales, puisque le phénomène pandémique a fait l'objet de plusieurs manifestations scientifiques en 2008 et 2009²³.

Surveillance animale : comment contrôler les oiseaux tout en protégeant l'environnement ?

Après avoir rappelé qu'au moment de la conférence, on dénombrait plus de 400 cas humains avec une létalité associée de plus de 50 %, Yi Guan a insisté dans sa communication sur le fait que tous les virus précurseurs dans les disséminations de 2004, 2005 et 2006 ont leur source

au sud de la Chine. Il a discuté le rôle des oiseaux migrateurs et de la vaccination vétérinaire des oiseaux domestiques dans la propagation des épizooties. Il a aussi rappelé que la Chine produisait 15 milliards de volailles par an. On connaît à ce jour le génome de près de 366 souches de virus H5N1. Le virus GS/GD/1/96-like isolé dans la province du Guangdong chez une oie, sans doute dérivé d'un virus H5 faiblement pathogénique, connaît de plus en plus de variants (44) et paraît être l'ancêtre des souches actuelles. Il a été rappelé que la surveillance régulière des souches virales d'influenza avait commencé localement dans les années 1970, mais avait été arrêtée pendant 20 ans, de 1980 à 2000, avant de reprendre depuis. Il semblerait que les souches évoluent plus en Chine qu'ailleurs – qu'en Indonésie, par exemple. Il n'y a pas encore d'explication mais cela semble important en termes de santé publique.

Dans la discussion, M. Peiris a reconnu qu'on ne peut apporter de réponse simple au rôle de la vaccination dans la propagation du virus. Dans le cas du Viêt Nam, par exemple, la vaccination vétérinaire a stoppé la progression des cas humains. Mais dans d'autres cas, il n'est pas inconcevable que les campagnes de vaccination aient pu

²² La Fondation Fyssen a été créée en 1979 par l'homme d'affaires H. Fyssen « dans le but de promouvoir sous toutes ses formes la recherche et l'étude scientifique des mécanismes logiques du comportement chez les êtres vivants ainsi que leur développement ontogénétique et phylogénétique » (www.fondation-fyssen.org).

²³ 1- Séminaire à l'Institut Pasteur (Paris) organisé par l'historienne de l'environnement Tamara Giles-Vernick les 20 et 21 mars 2008, “Influenza and Public Health: Histories and Dialogues for the Future” (http://www.espace-ethique.org/doc2008/Influenza_workshop_21032008.pdf).

2- Colloque « Regards croisés sur l'influenza aviaire » organisé par le Cirad, l'AIIRD et le ministère des Affaires étrangères du 15 au 19 décembre 2008 à Montpellier (<http://avian-influenza.cirad.fr/fr/content/view/full/1900>).

3- Journée d'études du 30 janvier 2009 « De la grippe aviaire à la pandémie grippale : modalités, usages et effets de différents plans de lutte ou de prévention en France, au Viêt Nam et en Égypte » (<http://www.esceurope.eu/uploads/media/JourneepandemieR2S30janv.pdf>), organisée à Paris par le Réseau Risques et Société (R2S).

faciliter la circulation du virus en créant une pression de sélection sur les souches virales et en accélérant éventuellement leur évolution. Une des difficultés pour répondre à cette question s'explique par le fait que si les volailles domestiques vaccinées peuvent porter le virus de manière asymptomatique, on observera alors rarement de mortalité, dans la mesure où elles seront abattues avant tout signe clinique. À ce jour, seules deux épizooties d'influenza aviaire ont duré plus de deux années, une aux États-Unis et celle-ci.

Par ailleurs, M. Peiris a fait remarquer qu'un seul cas de contamination humaine via un oiseau sauvage était documenté, en Turquie en 2006.

Vincent Martin (FAO, Pékin) est revenu sur les pratiques culturelles et les pratiques d'élevage qui peuvent être appréhendées comme des facteurs de risque dans l'émergence et la circulation de la grippe aviaire. Par pratiques culturelles, V. Martin fait référence aux contacts étroits des humains avec les oiseaux, aux combats de coqs qui supposent des déplacements de ces animaux et aux fêtes religieuses (comme le Nouvel An chinois ou la fête du Têt au Viêt Nam). On observe un synchronisme entre le moment de ces fêtes et les pics de cas d'influenza aviaire.

Mais c'est sur les systèmes d'élevage que V. Martin a davantage porté son attention. Au Viêt Nam, ces systèmes sont étroitement associés aux zones humides et à l'élevage de canards en plein air (*free-ranching*), ce qui permet des interactions entre les volailles et les oiseaux sauvages. Près du lac Poyang, une des principales zones humides de Chine, on peut observer la coexistence d'oiseaux sauvages et domestiques. La journée, les oiseaux domestiques partent pour le lac avant de revenir en soirée s'alimenter dans les rizières et passer la nuit sur l'élevage, ce qui favorise la circulation du virus entre oiseaux sauvages et domestiques. Enfin, V. Martin a insisté sur les contacts étroits entre volailles et porcs existant dans ces mêmes systèmes de production.

Dans sa communication, Vanessa Manceron (anthropologue, Muséum national d'histoire naturelle, Paris) a présenté un travail réalisé dans la Dombes (France) après l'épizootie de 2006 ; elle a pu mettre en évidence trois régimes argumentatifs déployés par les éleveurs, les groupes environnementalistes et les activistes militant pour les droits des animaux. Si les premiers ont surtout identifié la menace virale du côté des oiseaux sauvages migrateurs, le deuxième groupe a tendance à pointer du doigt l'industrialisation de l'élevage, là où les troisièmes pointent les souffrances faites aux animaux et voient dans l'épizootie et le risque de transmission aux hommes un événement salutaire afin de mettre fin à la domination des hommes sur les animaux. Ces trois registres se sont surtout déployés dans les rapports que ces trois groupes entretiennent avec les autorités sanitaires et publiques, les premiers dénonçant une stigmatisation et la ségrégation sanitaire, les deuxièmes la promotion de l'industrialisa-

tion de l'élevage et les troisièmes se réjouissant de ce que le mal fait aux bêtes se retourne contre les « bourreaux ».

Les pratiques rituelles ont à nouveau été évoquées à travers le cas des « lâchers d'oiseaux ». Entre 500 000 et 700 000 oiseaux de diverses espèces sont lâchés tous les ans sur le territoire de Hong Kong après avoir été importés, le plus souvent sans contrôle, de Chine continentale. Des associations religieuses locales, bouddhistes et taoïstes, encadrent ces pratiques et en retirent de substantiels bénéfices. Captain Wong (naturaliste à la Kadoorie Farm, Hong Kong) est ainsi revenu sur ces pratiques dans sa communication. À partir de rencontres et d'enquêtes téléphoniques auprès des usagers de ces lâchers d'oiseaux, le phénomène a pu être quantifié. Dans la discussion, M. Peiris a précisé que les oiseaux relâchés, parfois infectés, l'ont sans doute été auprès des volailles au cours de leur trajet de Chine à Hong Kong.

Lors de la discussion générale, les participants ont soulevé la question du commerce international des volailles, légal et illégal, et de son rôle dans la propagation de l'épizootie. Il a également été souligné que les canards domestiques représentaient des hôtes adéquats pour permettre l'amélioration de la diversité génétique du virus. Enfin, la présence des représentants d'une association environnementaliste à Hong Kong (Civic Exchange) a permis de discuter des rapports parfois conflictuels existant entre les environnementalistes et les autorités sanitaires locales, ainsi que de l'impact en termes de conservation de la biodiversité du commerce d'oiseaux sauvages.

Santé publique : réseau d'experts et division du travail scientifique

Nyoman Kandun, ancien directeur général de la Santé en Indonésie, a inauguré cette session par un exposé sur les cas humains groupés (clusters) de grippe aviaire en Indonésie, dont l'interprétation apparaît essentielle au regard du risque d'infection d'humain à humain. Afin d'expliquer la multiplication des clusters, N. Kandun a présenté quelques aspects sociaux et anthropologiques pertinents d'après lui : les pratiques culturelles (fêtes religieuses), les rapports conflictuels entre le gouvernement et les populations locales marqués selon les endroits par une forte défiance, l'échec de la communication gouvernementale au début de l'épizootie et des premiers cas humains, le travail difficile entre le ministère de la Santé et le ministère de l'Agriculture en dépit de déclarations convenues.

Dans sa communication, Sirenda Vong, épidémiologiste à l'Institut Pasteur de Phnom Penh, est revenu sur la situation au Cambodge et sur l'organisation de la surveillance dans ce pays. S. Vong a notamment insisté sur le fait qu'une surveillance efficace devait forcément passer par le renforcement de l'administration sanitaire et scientifique (valorisation des chercheurs, construction de laboratoires). Il a rappelé la faible sensibilité du système de

détection actuel, l'absence de compensation financière pour les éleveurs et les difficultés du travail collaboratif entre les ministères de la Santé et de l'Agriculture. Ce pays manque encore à la fois d'un réel système de surveillance épidémiologique des maladies émergentes et d'une filière avicole organisée.

François Moutou (vétérinaire, Afssa, Maisons-Alfort) a présenté la démarche d'évaluation des risques adoptée à l'Afssa dans le contexte de l'influenza aviaire, avec la création d'un groupe d'expertise collective d'urgence (GECU) dès 2005. Ce GECU a rendu 46 avis sur la grippe aviaire depuis 2005. Un travail d'analyse des valeurs prédictives de ces avis est en cours. Concernant la mise en commun des diverses compétences nécessaires à l'expertise, François Moutou a souligné les particularités propres aux naturalistes, ici ornithologues, dont l'apport est parfois jugé secondaire dans les milieux académiques et experts.

Carlo Caduff (anthropologue des sciences à la Berkeley University, Californie) a détaillé une phase méconnue des plans de préparation à la pandémie aux États-Unis : la mise au point de procédures de participation du public dans la priorisation des actions de ces plans, en particulier, dans l'allocation prioritaire des vaccins. Dans un contexte fortement marqué à l'époque par l'impact politique du cyclone Katrina, ces procédures ont réorienté les plans : leur priorité est passée de la protection des groupes vulnérables à celle de la sécurité nationale.

Alimentation et hygiène : comment changer les habitudes dans une société de marché ?

Le psychologue Richard Fielding (School of Public Health, HKU) a présenté une étude comparative de perception des risques menée à Hong Kong, au Viêt Nam, en Thaïlande et à Guanzhou (Canton, province du Guangdong, Chine). Il en ressort que les individus connaissent les activités à risque (acheter ou élever des volailles) mais qu'ils jugent que le risque d'être malade est faible.

Constance Chan, inspecteur sanitaire au Centre for Food Safety (Hong Kong) a présenté le dispositif déployé à Hong Kong pour lutter contre la grippe aviaire depuis 1997. Ce dispositif s'est peu à peu étoffé suite aux vagues successives et aux contraintes rencontrées. L'impact sur l'élevage local est lourd puisque la politique de régulation de la production et de la consommation de volaille comporte les points suivants : préférence à l'importation en provenance de Chine dans le cadre d'une surveillance sanitaire accrue, renforcement de la biosécurité sur les marchés de volailles vivantes, aide à la reconversion des éleveurs et des commerçants de volailles, promotion de viandes réfrigérées.

Dans sa communication, Tik-Sang Liu (anthropologue, HKU) est revenu sur la culture locale et la consommation de volaille à Hong Kong. Son intervention visait à

alerter sur le risque de condamner des communautés, déjà marginales, par l'instauration de mesures de surveillance et par la modernisation de la filière (viande réfrigérée). Son intervention a notamment détaillé la ritualisation dont l'élevage et la consommation de volaille font l'objet dans la zone du Delta à Hong Kong : le poulet vivant comme don (mariage), le poulet qui soigne (rituels de naissance), l'ambivalence du coq (viande toxique versus purification).

Noélie Vialles (anthropologue, Collège de France, Paris) a comparé dans le cadre français la crise de la vache folle et la crise aviaire de 2006. À la différence de la maladie de la vache folle, la grippe aviaire n'est pas, en France, une question de sécurité alimentaire, mais une question de sécurité sanitaire. Autrement dit, le risque n'est pas perçu dans les aliments, mais projeté dans un avenir plus lointain (la pandémie).

Médias et communication : comment se préparer à une pandémie possible ?

Thomas Tsang, inspecteur sanitaire au Centre for Health Protection (Hong Kong), est venu présenter le schéma de communication adopté dans son institution. Ce schéma part de l'idée que la communication doit être dirigée vers des publics multiples à travers la diversification des médias utilisés et la segmentation des audiences (professionnels de la santé, institutions, hommes d'affaires, médias, travailleurs de la volaille, voyageurs, enfants et « communautés spéciales » – migrants des Philippines et de l'Indonésie). Ce plan de communication est construit sur les cinq « règles d'or » élaborées par l'OMS : construire la confiance, annoncer en avance, être transparent, respecter les inquiétudes du public, planifier en avance. T. Tsang a notamment relevé les transformations des plans locaux de communication depuis une dizaine d'années (Tab.).

Matthieu Fintz (sociologue, Afsset, Maisons-Alfort) a présenté une recherche menée en Égypte entre 2006 (arrivée de la grippe aviaire dans ce pays) et 2008 sur la manière dont la presse écrite a couvert l'épizootie et la prise en charge des cas humains. L'idée consiste à rapporter ces récits de crise à la configuration politique particulière de l'Égypte marquée par un régime politique autoritaire et par l'état d'urgence comme mode de gouvernement. Deux conclusions se dégagent :

- La prolifération de récits contradictoires doit être replacée dans le contexte des luttes politiques pour l'information entre les différents ministères et son analyse doit tenir compte de la manière dont les partis politiques et les administrations se sont saisis de l'influenza aviaire comme d'une pierre angulaire de leur lutte concurrentielle. Autrement dit, l'État apparaît comme son propre facteur de risque.

- Les risques sont des récits plutôt que des perceptions. Il faut dès lors étudier ces récits en considérant la façon

Tableau. Évolution des règles des plans locaux de communication à Hong Kong depuis 10 ans (T. Tsang, Centre for Health Protection).

Règles datant d'une dizaine d'années	Règles en 2008
Rassembler toute l'information avant de prendre position	Prendre position d'abord en dépit d'une information incomplète
Répugner à admettre l'ignorance et l'incertitude	Admettre l'ignorance et l'incertitude
« Aucune raison de s'alarmer »	« Par précaution »
Communiquer sur des événements de grande portée	Communiquer sur des événements de grande portée et pour éduquer le public
Éviter d'admettre les erreurs	Admettre les erreurs lorsqu'elles sont vraies
Processus d'évaluation plus long avant l'action	Agir promptement et évaluer tout au long du processus
Approche davantage autoritaire	Approche davantage collaborative
Accent mis sur le secret	Accent mis sur la transparence de l'information

dont les acteurs régulent leurs relations avec leurs partenaires.

L'historienne des sciences Annick Guénel (CNRS) a décrit la situation au Viêt Nam et, en particulier, le traitement médiatique organisé autour d'une rhétorique militaire de mobilisation de la société contre la menace virale. Elle a également insisté sur la manière dont la grippe aviaire a fourni un terreau idéal, comme en Égypte, aux projets de modernisation de la filière avec, en particulier, la vente de viande réfrigérée. À l'instar de l'Égypte, le projet de modernisation a fait face à de multiples contestations et résistances de la part des consommateurs.

Conclusion

Cette conférence et les autres manifestations scientifiques évoquées au début de ce texte témoignent de la

vitalité des recherches en sciences sociales dans le domaine des risques infectieux émergents. Un des apports de ces travaux est qu'ils s'effectuent dans une interaction constante avec les sciences biomédicales et vétérinaires où chaque discipline, tout en préservant l'autonomie de ses questionnements, enrichit ses approches. En conséquence, les sciences sociales se sont affranchies des seules enquêtes de perception des risques pour s'attacher désormais à travailler les modalités de construction des savoirs, experts et profanes, et leurs interactions dans des contextes sociopolitiques précis.

Matthieu Fintz
François Moutou
 (Anses, Maisons-Alfort, France)
 matthieu.fintz@anses.fr