

Campus

N° 109 juin-septembre 2012



NOS AMIES LES PLANTES

Mon cousin
le gorille

Enquête au pays
des «enfants sans larmes»



UNIVERSITÉ
DE GENÈVE

Diplômé-e de l'UNIGE?



Rejoignez **Alumni UNIGE**, l'association de tous les diplômés de l'Université de Genève.

Retrouvez vos anciens camarades,
créez votre propre réseau d'anciens,
bénéficiez de services étudiants et de privilèges alumni.

<http://alumni.unige.ch>



**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**

RECHERCHE

- 4 **Géographie**
Une étude a établi que les risques de mortalité liés aux ouragans tropicaux vont augmenter. En cause: l'accroissement de la population et les changements climatiques. Les progrès accomplis pour diminuer la vulnérabilité des personnes exposées ne suffiront pas à contrer cette tendance
- 6 **Génétique**
Contre toute attente, une partie du génome de l'homme est plus proche de celui du gorille que de celui du chimpanzé. Cette découverte démontre que la formation de nouvelles espèces est un processus progressif et complexe
- 8 **Histoire**
Basées pendant des décennies sur l'idée qu'il fallait séparer les enfants à risque de leur famille, les politiques de protection de la jeunesse ont connu, à Genève, une véritable révolution copernicienne à partir de la fin des années 1950, suite à la création de la Fondation officielle de la jeunesse. Récit

10 – 27 DOSSIER NOS AMIES LES PLANTES



Suivie par une quarantaine de pays, la première «Journée internationale de célébration des plantes» s'est tenue le 18 mai dernier

L'importance de la recherche sur les plantes est considérable pour la vie quotidienne et pour l'histoire des sciences

Les chercheurs de l'UNIGE traitent de sujets aussi divers que la pharmacologie, la génétique et la physiologie des plantes, la synthèse des vitamines, la germination ou encore la systématique

RENDEZ-VOUS

- 28 **L'invité**
Juge à la Cour internationale de justice, Abdulqawi Ahmed Yusuf milite pour la création d'un institut de droit international sur le sol africain. Entretien
- 30 **Extra-Muros**
Déjà réalisée dans une dizaine de pays d'Europe et d'Amérique latine, l'enquête CEVI sur la perception des changements au cours de la vie vient d'être conduite à Pékin et un nouveau volet est en cours dans les bidonvilles de la ville indienne de Bombay
- 32 **Tête chercheuse**
Charles Bonnet (1720-1793) était l'un des plus grands naturalistes de son temps, auteur de la découverte de la parthénogenèse chez le puceron. On venait de loin pour le consulter. Mais la célébrité du savant genevois n'a pas survécu au temps qui passe
- 34 **A lire**
«Sexologie, naissance d'une science de la vie», par Francesco Bianchi-Demicheli, Stephanie Ortigue et Georges Abraham
«Étapes de vie, étapes de soins», par Giuliana Galli Carminati et Alfonso Méndez
«Surveiller et prévenir», par Marco Cicchini
- 35 **Actus**

PHOTO DE COUVERTURE: ISTOCK

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@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@unige.ch – Web: www.unige.ch/campus

L'avenir redoutable des cyclones

Une étude a établi que les risques de mortalité liés aux ouragans tropicaux vont augmenter. En cause: l'accroissement de la population et les changements climatiques. Les progrès accomplis pour diminuer la vulnérabilité des personnes exposées ne suffiront pas à contrer cette tendance

Le risque de destruction et de mortalité face à un cyclone tropical dépend de l'intensité de celui-ci, du degré d'exposition de la population, de la pauvreté et de la qualité de la gouvernance. Il faut par conséquent s'attendre à ce que, dans les vingt prochaines années, ce risque augmente de manière significative. En effet, d'une part, les prévisions des spécialistes tablent sur une accentuation constante de la pression démographique dans les régions concernées. D'autre part, les changements climatiques actuellement en cours auront certes pour résultat de diminuer sensiblement le nombre total de cyclones mais, surtout, d'augmenter leur intensité et plus particulièrement celle des plus violents d'entre eux. L'amélioration potentielle des conditions économiques et de gouvernance ne sera pas à même de contrebalancer totalement les effets de ces deux premières tendances.

4000 TEMPÊTES TROPICALES

Ces affirmations sont le résultat d'une étude parue dans la revue *Nature Climate Change* du mois d'avril et portant sur des milliers de cyclones survenus ces dernières décennies. Le papier est signé par des chercheurs de l'Unité Changements climatiques et vulnérabilité du Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE), une unité soutenue par l'Université de Genève (lire encadré).

«Selon la base de données (EM-DAT), la référence en la matière qui est gérée par le Centre de recherche sur l'épidémiologie des désastres de l'Université catholique de Louvain, le nombre de désastres causés par des cyclones a presque triplé en quarante ans, explique Pascal Peduzzi, responsable de l'Unité Changements climatiques et vulnérabilité. On ignorait toutefois quelle part de cette hausse vertigineuse était due à une amélioration de la récolte

d'informations ou à une réelle évolution du risque lui-même. C'est justement pour y voir plus clair que nous avons entrepris cette étude dont le matériel de base est composé des mesures prises par satellites sur 4000 tempêtes tropicales répertoriées entre 1970 et 2009.»

L'un des facteurs susceptibles d'avoir exercé une influence sur la fréquence des cyclones est le réchauffement global. Lié à l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre, ce phénomène fournit en effet de l'énergie thermique supplémentaire à l'atmosphère et aux océans, ce qui revient à donner davantage de combustible aux ouragans. En réalité, l'effet de serre réchauffe la couche atmosphérique inférieure (la troposphère) mais rafraîchit celle qui est située au-dessus (la stratosphère). Ce déséquilibre a pour résultat paradoxal d'entraver la formation de ces gigantesques tourbillons. En d'autres termes, il y a plus d'énergie à disposition mais moins de tempêtes pour l'évacuer. Par conséquent, théoriquement du moins, les cyclones devraient être dans l'ensemble moins nombreux bien que les plus violents d'entre eux risquent de se multiplier.

FRÉQUENCE STABLE

Il ressort toutefois de l'analyse des 4000 cyclones que leur fréquence annuelle, toutes catégories confondues, est restée stable en 40 ans. Le nombre des plus puissants d'entre eux n'a pas changé non plus de manière significative. Ce n'est donc pas leur multiplication qui est responsable de l'augmentation du risque.

«Dans les années 1970, les images avaient une résolution de 9 kilomètres, souligne toutefois Pascal Peduzzi. Aujourd'hui, elle s'est améliorée, passant à 250 mètres. Ce changement modifie la mesure de la vitesse des vents, beaucoup moins précise dans le premier cas que dans le second, et rend difficiles les comparaisons entre les époques. Cela dit, la ten-

dance prédite par les changements climatiques sera plus notable dans quelques décennies. On commence d'ailleurs déjà à entrevoir des changements mais ils sont encore noyés dans la variabilité saisonnière et masqués par les améliorations technologiques.»

PERTES HUMAINES

Sur les 4000 cyclones recensés par les satellites, les chercheurs ont ensuite extrait ceux (environ 1700) pour lesquels il existe des informations sur EM-DAT concernant les pertes humaines. Ils ont ensuite superposé les cartes de ces cyclones à des cartes établissant le degré d'exposition de la population, c'est-à-dire la distribution de cette dernière sur le lieu et à la date où s'est déroulé l'événement.

Pascal Peduzzi et ses collègues ont également construit une énorme base de données comportant les paramètres censés définir la vulnérabilité (à ne pas confondre avec l'exposition) des populations concernées. Pour chaque lieu et date correspondant aux 1700 cyclones, ils ont défini pas moins de 43 indicateurs économiques, démographiques, environnementaux, sanitaires, développementaux, de gouvernance ou encore d'éducation.

Malgré un certain nombre de biais inévitables (imprécision sur les vitesses des vents, sur la comptabilité des morts, etc.), cette montagne de données a été enfournée dans un ordinateur très rapide. Et après des heures de calculs, l'analyse statistique a révélé les paramètres les plus à même de définir le risque de mortalité lié aux cyclones: l'intensité de l'événement, le degré d'exposition de la population, la pauvreté, l'isolement et la qualité de la gouvernance. Du coup, étant donné les conséquences des changements climatiques et l'importante croissance démographique qui est prévue dans les régions concernées, il est dès lors probable



Le cyclone «Sidr», qui a atteint la catégorie 4 sur 5, a touché le Bangladesh en novembre 2007. PHOTO: DR

Un ambassadeur de l'UNIGE dans la Genève internationale

L'Unité Changements climatiques et vulnérabilité appartient au groupe GRID-Genève, lui-même intégré au Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE). Grâce à un accord tripartite, le GRID-Genève est soutenu par l'Office fédéral de l'environnement et l'Université de Genève. Cette dernière met notamment à disposition deux chercheurs à mi-temps. De ce fait, le GRID joue le rôle d'ambassadeur de l'Université au sein des organisations internationales et répond ainsi à deux priorités de l'alma mater: renforcer le domaine des sciences de l'environnement et se rapprocher de la Genève internationale.

que la part du risque liée à l'intensité des événements et à l'exposition de la population aux cyclones augmentera dans l'avenir.

«Certains des paramètres que nous avons mis en exergue n'ont surpris personne, admet Pascal Peduzzi. D'autres comme la gouvernance et l'isolement étaient moins attendus. Cependant, c'est une chose de s'y attendre et une autre de le montrer statistiquement.»

Le Bangladesh illustre bien le rôle joué par un paramètre comme la gouvernance. Depuis les années 1970, ce pays, particulièrement exposé, a déployé d'énormes efforts dans la prévention de ce genre de catastrophes. Plus de 5000 abris ont été construits, même pour le bétail, un système d'alerte précoce a été mis au point, comprenant 200 centres relais dans le pays et reposant sur 10 000 volontaires. Il existe des plans d'évacuation et la population est entraînée à ce genre d'événement. Résultat, quand le cyclone *Sidr* a frappé la côte en novembre

2007, il n'a tué «que» 4500 personnes, un bilan qui aurait pu être pire quand on sait que les vents ont atteint 250 kilomètres/heure.

Le contre-exemple est *Nargis* qui a touché la Birmanie en mai 2008. Moins puissant que *Sidr* et s'abattant sur une région moins peuplée, *Nargis* a tué 138 000 personnes. Mal préparée – le bulletin d'alerte n'est même pas passé sur les radios et n'a été publié que dans les pages intérieures d'un quotidien – la population a été totalement prise au dépourvu.

Autre comparaison: Cuba déplore très peu de morts liés à ces événements climatiques extrêmes, alors que le pays est situé dans le couloir des ouragans. Il faut dire qu'à chaque fois, toute la population située sur le trajet du cyclone est évacuée, de force s'il le faut. Ce sont des manières peu démocratiques mais le résultat, en l'occurrence, est plutôt positif.

Les Etats-Unis, moins exposés que la grande île des Antilles et où la population

est libre de rester ou de fuir devant le danger, enregistrent quant à eux régulièrement des décès, notamment en Floride. Pire: lors du passage de l'ouragan *Katrina* sur la Nouvelle-Orléans en août 2005, le gouvernement n'avait même pas les moyens pour organiser une évacuation efficace. Pourtant, la tempête n'était que de force 3, sur une échelle allant de 1 à 5. Mais une digue s'est rompue causant une inondation désastreuse. Et la mangrove, détruite depuis longtemps, n'a pas pu jouer son rôle protecteur contre la vague qui accompagne les cyclones.

«C'est la vulnérabilité d'une population, beaucoup plus que son exposition à l'événement, qui joue un rôle important dans les cas de cyclones de relativement faible intensité, note Pascal Peduzzi. En revanche, quand on a affaire à des cyclones de classe 5, le simple fait d'être exposé constitue la plus grande partie du risque.» ■

Anton Vos



Mon cousin le gorille

Contre toute attente, une partie du génome de l'homme est plus proche de celui du gorille que de celui du chimpanzé. Cette découverte démontre que la formation de nouvelles espèces est un processus progressif et complexe

Kamilah raconte une histoire surprenante. Cette gorille femelle de la sous-espèce dite «des plaines de l'ouest» (*Gorilla gorilla gorilla*) est la première de ses congénères à voir son génome entièrement décrypté, un travail sur cinq ans effectué par un consortium international de chercheurs auquel ont participé Emmanouil Dermitzakis et Tuuli Lappalai-

nen, respectivement professeur Louis-Jeantet et chercheuse au Département de médecine génétique et développement de la Faculté de médecine. Cette étude, dirigée par le Wellcome Trust Sanger Institute au Royaume-Uni et publiée dans la revue *Nature* du 8 mars, montre qu'une partie de l'ADN humain (15%) est plus proche de celui du gorille que du

chimpanzé. Une proportion équivalente du génome du chimpanzé offre lui aussi plus de similarités avec celui du gorille qu'avec celui de l'homme.

Ceux qui n'ont jamais cru que le plus proche cousin de l'être humain est le chimpanzé ont donc partiellement raison. Pour certaines séquences du génome, il s'agit en fait du gorille.

La branche des gorilles s'est détachée de celle des chimpanzés et des êtres humains il y a entre six et dix millions d'années.

Ce résultat met en tout cas en lumière la complexité des mécanismes qui ont œuvré dans l'émergence des trois espèces d'hominidés que l'on connaît aujourd'hui. Un récit long de dix millions d'années dont les scientifiques n'ont encore qu'une idée très lacunaire même s'ils en connaissent désormais les grandes lignes.

On ignore à quoi ressemblait exactement le «dernier ancêtre» commun des gorilles, des chimpanzés et des êtres humains. Ce qui est sûr, c'est qu'il a vécu quelque part en Afrique il y a entre six et dix millions d'années. *«Il est très difficile de s'accorder sur une date plus précise que cela, explique Emmanouil Dermitzakis. Quelle que soit la manière de la déterminer, elle sera toujours entachée de grande incertitude dans la mesure où de nombreux paramètres ne sont que des estimations.»*

ANCÊTRE DES GORILLES

Les fossiles et leur interprétation, par exemple, plaident pour une date plus éloignée. Une série de dents appartenant à des membres d'une espèce de primates ayant vécu il y a entre 10 et 10,5 millions d'années, le *Chororapithecus abyssinicus*, ont notamment été trouvées en Éthiopie. Les paléontologues pensent qu'il s'agit d'ancêtres directs du gorille actuel qui se seraient déjà différenciés de la branche des futurs chimpanzés et des futurs êtres humains. Mais cette thèse ne fait pas l'unanimité parmi les spécialistes.

La biologie moléculaire, elle, parvient à un résultat plus récent. Elle admet toutefois que le génome des primates subit un taux de mutation constant, dont la valeur a été évaluée par les scientifiques sur la base de la comparaison de séquences génétiques de différentes espèces. L'équipe de chercheurs dont fait partie Emmanouil Dermitzakis a ainsi déduit que les gorilles et les humains-chimpanzés se seraient séparés il y a 5,95 millions d'années. Ce résultat est cohérent avec de nombreuses autres études moléculaires mais certains auteurs suggèrent que le taux de mutation utilisé par les biologistes n'est pas correct.

«La vérité, c'est que l'on ne sait pas (encore) qui a raison, admet Emmanouil Dermitzakis. Mais, au fond, cela ne change pas grand-chose. Et, de toute façon, la séparation entre les deux branches s'est probablement déroulée de manière progressive.»

En général, une nouvelle espèce apparaît quand une population se sépare géographiquement d'une autre et commence à évoluer de manière indépendante. Les mutations

génétiques (du moins celles aux effets neutres ou procurant un avantage adaptatif) s'accroissent régulièrement jusqu'au moment où les individus des deux groupes ne sont plus capables de se reproduire entre eux. Cette incompatibilité peut d'ailleurs être génétique ou simplement comportementale.

Cette phase intermédiaire peut prendre du temps, une période au cours de laquelle les transfuges ne sont pas exclus. En d'autres termes, quand le dernier groupe d'ancêtres communs du gorille et de l'humain s'est séparé en deux, des gènes ont malgré tout continué à s'échanger de temps en temps.

«Une fois de plus, on ignore combien de temps cette porte est restée ouverte, note Emmanouil Dermitzakis. Cela dépend de paramètres comme la taille des populations respectives, la pression de la sélection naturelle, etc.» Quoi qu'il en soit, il est vraisemblable que des échanges aient encore été possibles lorsque les ancêtres des chimpanzés et des humains se sont séparés à leur tour, ce qui est intervenu, selon la biologie moléculaire, il y a 3,7 millions d'années.

quelques petits souvenirs dans le génome de l'homme moderne.

L'étude du génome de *Kamilah* a également mis en évidence que des centaines de gènes ont connu une évolution accélérée chez les trois espèces d'hominidés dès le moment de leur isolement. Cela signifie que certaines mutations, qui se sont avérées avantageuses pour l'adaptation de l'espèce, se sont disséminées dans toute la population de manière particulièrement rapide. L'étude plus approfondie de ces gènes est susceptible de permettre aux évolutionnistes de mieux comprendre comment gorilles, chimpanzés et humains ont acquis leurs propres caractéristiques morphologiques et comportementales.

L'histoire naturelle des gorilles ne s'arrête pas là. Le génome de *Kamilah* a aussi été comparé avec des données obtenues sur deux autres gorilles des plaines de l'ouest et d'un autre des plaines de l'est, une espèce proche mais néanmoins distincte. Les premiers sont répartis sur une demi-douzaine de pays, principalement au Gabon, les seconds, beaucoup moins nom-

Des mutations avantageuses se sont disséminées dans toute la population de manière rapide

Cela signifie que les premiers représentants de la branche aboutissant à l'humain étaient encore capables de se reproduire avec les ancêtres des gorilles. Cela implique aussi que les deux groupes n'avaient pas encore une apparence très différenciée.

UN TIERS DU GÉNOME CONCERNÉ

Ce mécanisme de flux génétique pourrait contribuer à expliquer le fait que l'on trouve des séquences génétiques plus proches entre l'homme et le gorille qu'entre l'homme et le chimpanzé. Le séquençage du génome du gorille a établi que 30% de son ADN était concerné par cette particularité.

*«Ce genre d'échanges génétiques entre l'homme de Neandertal et l'*Homo sapiens* a été établi, précise Emmanouil Dermitzakis. Les premiers ont clairement disparu au profit des seconds. Mais il y a eu une longue période de cohabitation.»* Les neandertaliens en ont profité pour laisser

beaucoup, se trouvent en République démocratique du Congo, au Rwanda et en Ouganda. Les deux populations vivent maintenant à plus de 1000 kilomètres l'une de l'autre. L'étude a établi que les espèces se sont séparées il y a environ 1,75 million d'années, mais, là encore, des échanges plus récents seraient intervenus.

L'analyse génétique comparée a également permis de déduire que la taille des populations du gorille de l'est est passée autrefois par un goulet. Il se trouve que cette espèce est aujourd'hui encore dix fois moins nombreuse par rapport à ses cousins occidentaux (200 000 têtes). Étant donné qu'elle est enregistrée dans les gènes, cette faiblesse dans les effectifs dure probablement depuis des millénaires. Elle n'est donc pas seulement (mais aussi) due aux activités humaine (braconnage, déforestation) ou aux récentes épidémies du virus Ebola. ■

Anton Vos

Enquête au pays des «enfants sans larmes»

Basées pendant des décennies sur l'idée qu'il fallait séparer les enfants à risque de leur famille, les politiques de protection de la jeunesse ont connu, à Genève, une véritable révolution copernicienne à partir de la fin des années 1950, suite à la création de la Fondation officielle de la jeunesse. Récit

Octobre 2003. Sur la place de la Palud à Lausanne, Louise Bucharth, 70 ans, entame une grève de la faim qui va durer vingt jours. Son but: obtenir la garantie que des crédits soient alloués au financement d'une recherche sur le parcours de ces milliers d'«enfants sans larmes» qui, comme elle, ont été placés en institution ou dans des familles d'accueil entre la fin du XIX^e siècle et les années 1960. Malgré son décès l'année suivante, le geste de Louise Bucharth ne sera pas resté vain.

Depuis, en effet, un important travail mémoriel a été accompli. Les médias, surtout allemands, ont fait entendre la voix des victimes. De leur côté, certains cantons (Berne, Vaud, Lucerne, Thurgovie) ont présenté leurs excuses officielles, tandis que les historiens s'efforçaient de reconstituer le puzzle qui a servi de cadre à ces événements. C'est dans cette veine que s'inscrit l'ouvrage cosigné par Joëlle Droux et Martine Ruchat*, respectivement collaboratrice scientifique et professeure associée au sein de la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation. Edité par la Fondation officielle de la jeunesse (FOJ), il retrace la genèse et le développement des politiques de protection de l'enfance à Genève, de l'adoption de la première loi sur l'enfance abandonnée à nos jours.

LA HANTISE DE LA DÉGÉNÉRESCENCE

A Genève, comme dans le reste de l'Europe, les premières politiques publiques de protection de l'enfance se mettent en place dans les dernières années du XIX^e siècle. Elles s'inscrivent dans une nouvelle vision du rôle de l'Etat qui fait de la sauvegarde des ressources démographiques nationales une priorité. Industrialisation oblige, il faut en effet protéger et éduquer ce qui constitue la main-d'œuvre de demain. Quitte pour cela à pénétrer de force dans l'intimité des familles.

«La hantise des élites de l'époque, c'est la dégénérescence nationale, explique Joëlle Droux. Et les enfants abandonnés à leur sort, battus ou maltraités en sont le symbole. Contre ce mal, qui mine les forces vives de la patrie, l'Etat commence par limiter le travail des enfants, mais il ne va pas s'en tenir là.»

De l'avis des milieux philanthropiques comme de la communauté scientifique, le meilleur traitement pour remettre sur le droit

bambins qui traînent dans la cage d'escalier, une moralité jugée indécente ou un penchant trop marqué pour la bouteille peuvent suffire à entraîner l'ouverture d'une enquête. Sur cette base, c'est à une commission de surveillance dépendant de l'Etat qu'il revient de décider s'il convient de retirer la garde de l'enfant à ses parents et d'organiser son placement. L'administration délègue ensuite à un mandataire la responsabilité du suivi du dossier, qui

«Dès ce moment, tous les mineurs et donc toutes les familles sont sous l'œil de l'Etat»

chemin les enfants en danger physique ou moral consiste alors à les éloigner du mauvais exemple que représentent leurs parents en les plaçant dans un milieu plus «hygiénique»: orphelinat, maison de correction ou famille d'accueil. Le problème, c'est que cette mesure se heurte souvent au refus des parents, aucun enfant ne pouvant être soustrait au milieu familial en l'absence de délit avéré. Afin de briser la toute-puissance du «pater familias», la loi adoptée à Genève en mai 1891 confère donc aux autorités le droit de dérocher un parent de sa puissance paternelle. L'année suivante, la loi sur l'enfance abandonnée fixe les règles qui président aux placements. «Ce que signifient ces mesures, résume Joëlle Droux, c'est que dès ce moment tous les mineurs et donc toutes les familles sont sous l'œil de l'Etat et de ses services.»

Dès lors, mieux vaut ne pas trop sortir de la norme. Outre la maltraitance physique à proprement parler, un ménage mal tenu, des

se réduit le plus souvent au strict minimum. Parqués dans des orphelinats, livrés au bon vouloir de leur famille d'accueil ou utilisés comme valets de ferme, la plupart des enfants placés perdent rapidement tout lien avec leurs parents ou leurs frères et sœurs. Ballottés d'une institution à l'autre jusqu'à leur majorité, certains, comme Louise Bucharth, subiront un vrai calvaire.

«Tout n'est pas noir dans le système, nuance Joëlle Droux. Cette conception très paternaliste a effectivement causé beaucoup de dégâts en particulier dans les milieux les plus pauvres. Mais dans un certain nombre de cas, qu'il est difficile de quantifier compte tenu du manque d'archives disponibles, le calcul qui a été fait par les autorités s'est avéré efficace.»

Ce fort degré d'arbitraire, qui va caractériser la protection de la jeunesse jusqu'aux années 1960, doit beaucoup au fait que si l'Etat s'est donné les moyens de forcer la porte des familles, il n'a ni la volonté ni la capacité de gérer



A l'image des protagonistes du film «Les Choristes» (France, 2004), près de 100 000 enfants suisses ont été séparés de leur famille entre la fin du XIX^e et la première moitié du XX^e siècle.

le placement de ses pupilles. «L'idée que le social, c'est avant tout l'affaire de quelques dames charitables a longtemps perduré dans la tête des réformistes sociaux, complète Joëlle Droux. Du coup, ce bricolage entre une force publique se limitant à délivrer des mandats et un secteur privé proliférant, mal contrôlé et souvent mal organisé s'est maintenu pendant des décennies.»

Plusieurs facteurs contribuent à faire bouger les lignes à partir des années 1930: l'amélioration du niveau de vie, qui conduit à une baisse sensible du nombre d'orphelins, l'émergence des droits de l'enfant, qui font l'objet d'une première déclaration internationale en 1924, le développement des connaissances scientifiques, qui mettent en lumière l'importance du maintien du lien mère-enfant pour assurer un bon développement psychologique de la personnalité, ainsi que l'engorgement chronique dont souffrent les structures de placement.

Cette évolution se traduit en 1937 par la création de la Fondation officielle de l'enfance (FOE) qui contribue à une meilleure répartition des tâches en plaçant l'ensemble des services chargés d'apporter aide matérielle, assistance médicale et protection juridique à l'enfance sous la responsabilité du seul Département de l'instruction publique.

Outre cette réorganisation institutionnelle, la création de la FOE marque un renversement

quasi copernicien des objectifs poursuivis. Désormais, en théorie du moins, il s'agit en effet de favoriser le développement de l'enfant non plus en l'éloignant de sa famille, mais en épaulant et en conseillant cette dernière. Dans cette nouvelle optique, le placement n'est plus une fin en soi, mais une étape transitoire sur la voie de la reconstruction familiale. Il n'y a donc plus de raison pour que les pupilles admis dans ces structures y soient strictement cloîtrés.

TRAGIQUE RÉVEIL DES CONSCIENCES

Cependant, là encore, il faudra du temps pour changer les mentalités. Et, comme souvent, c'est un fait divers tragique qui va provoquer un réveil des consciences. Le 30 janvier 1950, Lucile T., cadette d'une fratrie de trois enfants, meurt sous les coups de sa belle-mère, alors que sa famille est suivie depuis près d'une décennie par les services de protection de l'enfance et que c'est précisément pour récupérer la garde de ses enfants que le père de la victime s'était remarié quelques mois auparavant.

L'affaire secoue autant l'opinion que la classe politique, désormais convaincue de la nécessité d'une réforme en profondeur du système. Celle-ci se concrétise en 1958 avec l'adoption de deux textes de lois qui donnent enfin au dispositif de protection de l'enfance genevois un statut juridique clair et durable. Permettant de pré-

ciser ses fonctions, d'augmenter son efficacité et son professionnalisme, ces réformes introduisent également la possibilité de prendre des mesures provisionnelles en cas de suspicion de mauvais traitements. La nouvelle Fondation officielle de la jeunesse est, quant à elle, chargée de la refonte des foyers d'accueil, les grands centres fonctionnant selon une logique caritative cédant le pas à des petites structures spécialisées à l'intérieur desquelles il est possible d'élaborer un projet de réinsertion.

«Ces mesures permettent une meilleure collaboration entre le secteur privé et le secteur public, note Joëlle Droux. Et elles sont accompagnées par des initiatives visant à mettre sur pied des centres de loisirs et des maisons de jeunes aux quatre coins du canton. Mais elles ne règlent pas tout. Le dispositif reste le plus souvent saturé. Par ailleurs, le manque de cohésion demeurera pour longtemps encore une des plaies propres à un secteur de l'éducation spécialisée continuellement contraint de composer tout à la fois avec l'enthousiasme créatif du milieu associatif, les besoins sociaux émergents et une certaine langueur d'un Etat prompt à se décharger sur l'initiative privée quand des économies sont à la clé.»

Vincent Monnet

* «Enfances en difficultés. De l'enfance abandonnée à l'action éducative (Genève, 1892-2012)», par Joëlle Droux et Martine Ruchat, Fondation officielle de la jeunesse (Ed.), 119 p.

NOS AMIES LES PLAN



TES

ISTOCK

Suivie par une quarantaine de pays, la première «Journée internationale de célébration des plantes» s'est tenue le 18 mai dernier

L'importance de la recherche sur les plantes est considérable pour la vie quotidienne et pour l'histoire des sciences

Les chercheurs de l'UNIGE traitent de sujets aussi divers que la pharmacologie, la génétique et la physiologie des plantes, la synthèse des vitamines, la germination ou encore la systématique

Dossier réalisé par Vincent Monnet et Anton Vos

«LES PLANTES, C'EST LA VIE»

Les biocarburants ou les organismes génétiquement modifiés peuvent contribuer à une société plus durable. A condition toutefois d'être judicieusement utilisés. C'est le message que s'est efforcé de transmettre Jean-David Rochaix, professeur au Département de botanique et biologie végétale de la Faculté des sciences lors de la première «Journée internationale de célébration des plantes»

Vous avez donné une conférence dans le cadre de la première Journée internationale consacrée à la recherche sur les plantes, qui s'est tenue à Genève le 18 mai dernier. Quel était l'objectif de cet événement?

JEAN-DAVID ROCHAIX: L'idée de cette «Journée internationale de célébration des plantes» a été lancée par l'European Plant Science Organisation (EPSO). Suivie par une quarantaine de pays, elle vise à instituer un rendez-vous annuel permettant de regrouper toutes les personnes qui s'intéressent aux plantes, notamment dans les milieux académiques. C'est aussi un moyen de mieux faire comprendre au grand public l'importance que revêtent les plantes non seulement dans notre vie quotidienne, mais également dans l'histoire des sciences.

Pouvez-vous préciser?

Les plantes nous fournissent de l'oxygène, elles nous guérissent, elles nous nourrissent et nourrissent les animaux qui nous nourrissent. Bref, les plantes, c'est la vie. Et leur utilisation a eu des retombées pratiques considérables au cours de l'histoire. Le long processus qui a permis de transformer par sélections successives une plante appelée téosinte, dont les épis portaient entre 5 et 12 graines enfermées dans une coque très dure, en maïs actuel est, à cet égard, tout à fait exemplaire. Sans parler des plantes médicinales qui sont à l'origine de la plupart des médicaments que nous utilisons aujourd'hui.

Qu'en est-il de l'apport de la biologie végétale au développement de la science en général?

Il suffit d'un regard sur l'histoire des sciences pour s'apercevoir que les plantes y ont joué un rôle essentiel. C'est, par exemple, à partir d'ob-

«Il suffit d'un regard sur l'histoire des sciences pour s'apercevoir que les plantes y ont joué un rôle essentiel»

servations faites sur du liège que Robert Hooke (1635-1703) a réalisé la première description d'une cellule biologique sur un organisme vivant. Au XIX^e siècle, c'est avec ses expériences sur les petits pois que Gregor Mendel a posé les fondements de la génétique moderne. Dans les années 1930, l'existence d'éléments génétiques mobiles qui se baladent entre différents chromosomes (les transposons) a été découverte par Barbara McClintock (Prix Nobel de médecine en 1983) lors de ses recherches sur la pigmentation des grains de maïs. Enfin, les fameux micro-ARN, dont on parle beaucoup aujourd'hui car ils jouent un rôle important dans l'expression des gènes, ont, eux aussi, été découverts sur des plantes.

Quels sont les principaux défis qui se posent aujourd'hui aux spécialistes de la biologie végétale?

Ils sont très nombreux. Beaucoup d'équipes dans le monde travaillent sur les problématiques liées à la sécheresse par exemple. La question est en effet cruciale dans la mesure où, alors que la population ne cesse de croître, le réchauffement climatique va entraîner une réduction des ressources en eau et donc une baisse de rendement des plantes cultivées. On sait cependant aujourd'hui qu'en modifiant un seul gène, il est possible de produire des plantes dotées d'une bien meilleure résistance à la sécheresse. Le problème, c'est que pour tout ce qui touche à l'utilisation des OGM en agriculture, les choses stagnent en Europe et elles sont au point mort en Suisse.

Entré en vigueur en 2005, le moratoire sur les OGM devrait justement être renégocié en 2013. Redoutez-vous qu'il soit à nouveau prolongé?

Oui car l'Europe, qui était pourtant à l'origine de cette technologie, a déjà pris beaucoup de retard dans ce domaine sur les Etats-Unis ou l'Asie. Pour un biologiste, l'avantage des manipulations génétiques, c'est qu'elles permettent de gagner beaucoup de temps par rapport aux méthodes de croisements traditionnelles avec lesquelles il faut quinze ou trente ans pour introduire un nouveau caractère dans un végétal. Par ailleurs, contrairement à ce que l'on entend souvent, les OGM ne sont absolument pas incompatibles avec l'écologie. Il y a une vingtaine d'années, la Suisse avait d'ailleurs lancé un vaste programme de recherche sur l'utilisation des OGM en agriculture dont l'un des buts principaux était de faire baisser la consommation de pesticides dans notre pays.

Qu'en est-il advenu?



ISTOCK

Cinq mille ans de sélection et six mutations génétiques séparent le maïs actuel (ci-contre) de son ancêtre le téosinte mexicain (ci-dessous).



DR

Nous avons travaillé sur le blé et la pomme de terre pendant dix ans et, lorsque les plantes étaient prêtes à être testées sur le terrain, tout a été arrêté parce que l'opinion n'était plus favorable à ce type de recherches.

D'un point de vue scientifique, cette méfiance à l'encontre des OGM est-elle justifiée?

Ces organismes ont en effet parfois été utilisés sans prendre les précautions nécessaires et en accumulant les erreurs. Lorsque l'on rencontre des problèmes de résistance aux herbicides avec une culture, qu'elle soit OGM ou non, il ne sert à rien d'augmenter les doses de ce produit, comme cela a été fait en Argentine par exemple, avec à la clé d'importants problèmes de pollution ou d'intoxication. Ce qu'il faut, dans ce cas, c'est changer de plante en optant pour des polycultures qui seront par définition moins sensibles à un pathogène donné. La difficulté, c'est que sur ce sujet nous sommes

partis d'un mauvais pied et que les positions sont désormais très idéologiques. Pour pouvoir corriger le tir, il faudrait être en mesure d'organiser un débat serein et ouvert sur les OGM au cours duquel une information correcte pourrait être transmise au public sans se perdre dans des arguments passionnels.

Egalement très controversée, la question des biocarburants concerne elle aussi au premier chef les biologistes. Quel est votre point de vue sur ce sujet?

Dans ce domaine, il faut distinguer ce qu'on appelle les biocarburants de première génération de ceux de deuxième ou de troisième génération. Utiliser du maïs pour faire avancer des véhicules, comme cela a été fait aux Etats-Unis, est aberrant. D'une part, parce que le bilan énergétique de l'opération est pratiquement nul et, de l'autre, parce que les conséquences de cette décision ont été catastrophiques. Compte tenu de la demande accrue,

le prix du maïs s'est en effet mis à augmenter, ce qui a poussé certains cultivateurs de soja à se tourner vers ce marché, devenu plus rentable. Pour combler le manque de soja ainsi créé au niveau mondial, des pays comme le Brésil se sont lancés massivement dans cette culture. Pour ce faire, les éleveurs de bétail ont été repoussés vers la forêt amazonienne où ils ont commencé à couper des arbres pour faire paître leurs troupeaux. Et le pire est que tout cela était parfaitement prévisible.

Les biocarburants de deuxième génération permettent-ils d'éviter de tels écueils?

Oui, ils ne créent pas de concurrence avec les produits alimentaires puisqu'ils sont fabriqués à partir de déchets végétaux comme la cellulose, par exemple, qui sont d'ordinaire brûlés. Cependant, nous ne sommes pas encore capables de produire à de faibles coûts les enzymes capables de digérer ce type de substances. ►



Le biocarburant (ici une usine productrice d'éthanol) peut représenter une bonne solution de remplacement au carburant fossile. A condition de réduire les coûts et, surtout, de ne pas le produire à partir de maïs, utilisé dans l'alimentation, mais de déchets végétaux ou de micro-algues. PHOTO: ISTOCK

Et pour les biocarburants dits de «3^e génération»?

Là aussi, il y a encore des problèmes de rentabilité mais cela pourrait rapidement évoluer compte tenu de l'augmentation constante du prix du baril. L'idée, dans ce cas, est d'obtenir du carburant à partir de micro-algues. Ces organismes unicellulaires peuvent contenir des quantités de lipides allant jusqu'à 80% de leur poids sec. Et ces lipides peuvent être convertis facilement en biodiesel. Ces micro-algues, dont le rendement est très élevé, peuvent par ailleurs être cultivées sur des terrains propices à l'agriculture, comme les déserts ou en milieu salin, ce qui évite tout problème de compétition avec l'alimentation. Autre avantage: le CO₂ relâché par des centrales à base de combustibles fossiles peut servir à alimenter les algues. Un hectare d'algues pourrait ainsi produire de 30 à 120 fois plus d'huile qu'un hectare de colza ou de tournesol.

L'Académie suisse des sciences naturelles manifeste depuis plusieurs années son inquiétude quant à l'avenir de la systématique.

Cette science qui consiste à dénombrer et à classer les espèces est de moins en moins enseignée au niveau académique. Cette situation vous préoccupe-t-elle également?

Il y a effectivement un déficit de chercheurs en systématique qui est très préoccupant dans la mesure où nous risquons de perdre l'expertise dont nous disposons dans ce domaine. La plupart des universités suisses se sont désintéressées de la systématique au profit des approches moléculaires (lire en page 25). C'est vrai qu'il y a un énorme potentiel de découvertes du côté de la métabolomique par exemple. Cette nouvelle discipline, qui utilise des technologies très sophistiquées afin de mieux comprendre le métabolisme des plantes, peut permettre d'identifier de nouvelles substances thérapeutiques ou de mieux comprendre le fonctionnement des voies de signalisation responsable des modifications de l'expression des gènes (lire en page 18). Mais ce n'est pas une raison pour sacrifier la systématique qui reste la discipline de base de la botanique. Comment en effet pourrait-on protéger la biodiversité si on n'est plus capable de la répertorier? ■

«Un hectare d'algues pourrait produire de 30 à 120 fois plus de biocarburant qu'un hectare de colza ou de tournesol»

LES LÉGUMINEUSES, REINES DE LA SYMBIOSE

Les pois, le soja ou encore la luzerne vivent en symbiose avec des bactéries qui leur permettent de fixer l'azote de l'atmosphère sans passer par les nitrates du sol. Une cohabitation que certains aimeraient bien transférer à d'autres familles de plantes

Si toutes les plantes étaient capables de suivre la même stratégie que les légumineuses pour s'alimenter en nitrates, les engrais seraient moins chers et les sols moins pollués. Les pois, le soja, luzerne et autre ont en effet réussi, au cours de leur évolution, une symbiose précieuse avec des bactéries, les rhizobia, qui leur permet de fixer l'azote directement depuis l'atmosphère. Contrairement au reste du règne végétal, cette famille de plantes ne dépend donc plus de la teneur des sols en nitrates

Cette cohabitation fructueuse est au centre des recherches de Xavier Perret, maître d'enseignement et de recherche au Département de botanique et de biologie végétale. Lui et son équipe s'intéressent plus particulièrement à une souche de bactéries surprenante par sa polyvalence. A elle seule, *Sinorhizobium fredii* NGR234 est en effet capable de fixer l'azote en symbiose avec 135 espèces de légumineuses différentes alors que la plupart des rhizobia ne possèdent que quelques hôtes potentiels. L'objectif des recherches consiste, entre autres, à découvrir les bases génétiques à l'origine d'une telle souplesse.

ESSENTIELLES À LA SURVIE

Les ressources en nitrates sont essentielles à la survie et à la croissance des plantes. L'azote, tout comme le carbone, l'oxygène et l'hydrogène, fait partie des éléments de base de la chimie organique, donc de la vie. Cet élément se trouve en abondance dans l'atmosphère (78% de l'air est composé de N₂, la molécule d'azote) mais sous une forme chimiquement inerte qu'aucun organisme supérieur n'est capable d'assimiler. Seules des microorganismes sont capables de casser cette molécule. Ces bactéries réduisent – ou fixent – l'azote et produisent ainsi des nitrates (NO₃) qu'elles relâchent dans le sol au profit

essentiellement des plantes, suivies des animaux qui les mangent.

Il existe pourtant une exception à la règle: l'être humain. Aidé par sa science et son pouvoir industriel, il a commencé à fabriquer des nitrates en grandes quantités dès le début du XX^e siècle pour fertiliser les champs mais aussi pour fabriquer des explosifs. Le procédé, baptisé Haber-Bosch en l'honneur des chimistes allemands qui l'ont développé, est toutefois très gourmand en énergie et explique en bonne partie le coût actuel des engrais.

CHOIX IDÉAL

Le problème avec les engrais artificiels, c'est que les cultures ont été suralimentées. La majorité des nitrates étendus n'ont pas été assimilés par les plantes. Lessivés par les pluies, ils ont provoqué l'eutrophisation de quantités de lacs et de cours d'eau. Ces composés, toxiques au-delà d'une certaine concentration, ont aussi pollué les nappes phréatiques.

De ce point de vue, les légumineuses se présentent comme un choix de culture idéal, puisqu'il est inutile de les arroser de nitrates. En plus d'apporter une nourriture rassasiant et équilibrée, elles sont capables de fixer l'azote par elles-mêmes. Il suffit qu'elles soient plantées en compagnie de leur bactérie fixatrice d'azote et le tour est joué. Les champs de soja sont ainsi gérés de cette façon au Brésil, l'un des plus grands producteurs de cette plante.

La symbiose entre la bactérie et la plante commence par un processus infectieux. Si la plante laisse entrer ce visiteur particulier, elle doit veiller à ce que tous les autres microorganismes, dont beaucoup sont des agents pathogènes, restent dehors. Ce mode de sélection, aujourd'hui bien connu, met en jeu tout un mécanisme génétique et moléculaire subtil sur lequel Xavier Perret a beaucoup travaillé.

Le processus infectieux «choisi» conduit ensuite le rhizobia du sol jusqu'au cytoplasme de cellules situées au centre d'organes spécialisés appelés nodosités. Ces dernières se développent sur les racines ou, plus rarement, la tige des légumineuses.

Tout au long de ce cheminement, qui passe par la création d'un «cordon infectieux» reliant le point d'infection au centre des cellules de la nodosité, bactéries et plante s'échangent des signaux moléculaires. Une fois arrivés à destination, les rhizobia se différencient en bactéroïdes qui, grâce à une enzyme appelée nitrogénase, réduisent l'azote atmosphérique en ammonium (NH₄⁺). En échange, elles reçoivent de leur hôte de quoi produire l'énergie nécessaire pour fabriquer et alimenter la nitrogénase.

PLANTES PIONNIÈRES

«Grâce à cette symbiose, les légumineuses sont des plantes pionnières ou colonisatrices, précise Xavier Perret. Elles sont en effet capables de pousser partout, et en particulier sur des sols pauvres, impropres à l'agriculture, comme certains terrains en Afrique tropicale, où le cycle de l'azote est rapide et qui ont été longtemps surexploités.»

D'aucuns – dont la Fondation Bill et Melinda Gates – rêvent d'ailleurs de transférer un jour cette capacité d'entrer en symbiose avec les rhizobia à d'autres familles de plantes comme les céréales. Comprendre les spécificités génétiques qui rendent la souche *Sinorhizobium fredii* NGR234 si polyvalente pourrait sans doute contribuer à réaliser un jour cet objectif. Un objectif qui, aux yeux de Xavier Perret, est toutefois encore bien lointain: «Fruit de millions d'années d'évolution, la machinerie que j'étudie est tellement complexe et finement organisée qu'elle semble vraiment difficile à transposer. En tout cas, je souhaite bonne chance à ceux qui veulent essayer.» ■

UN MONDE SOUS-VITAMINÉ

Les carences en vitamines sont la cause de nombreuses maladies et décès dans le monde. La recherche sur les plantes peut apporter une aide à ces personnes, notamment grâce au génie génétique

Le monde manque de vitamines. Des milliards d'habitants de cette planète, à cause d'une alimentation déficiente, souffrent de carence d'une ou de plusieurs de ces molécules indispensables à la vie et développent par conséquent de nombreuses maladies, parfois mortelles. La recherche sur les plantes, principales sources naturelles de vitamines pour l'être humain, peut contribuer à améliorer cette situation dramatique, notamment grâce au génie génétique ou à l'exploitation des variations génétiques naturelles. C'est en tout cas le point de vue soutenu par Theresa Fitzpatrick, professeure associée au Département de botanique et de biologie végétale de la Faculté des sciences, dans un article collectif paru dans le numéro de *The Plant Cell* du mois de février.

«Pour une majorité de la population mondiale, le régime alimentaire est presque exclusivement composé d'une des cinq plantes les plus cultivées sur Terre: le blé, le riz, le maïs, la pomme de terre ou le manioc, explique Theresa Fitzpatrick. Il se trouve que la teneur de ces végétaux en vitamines est systématiquement en dessous des exigences minimales. La manière la plus évidente, à première vue, de pallier ce manque consiste à diversifier son alimentation avec des fruits et légumes. Malheureusement, les personnes concernées n'en ont généralement pas les moyens.»

700 000 ENFANTS MORTS PAR ANNÉE

Ainsi, selon l'Organisation mondiale de la santé, un tiers des enfants de moins de 5 ans dans le monde souffrent de carence en vitamine A. Environ 700 000 d'entre eux en meurent chaque année et 500 000 autres en deviennent aveugles. Le manque de vitamine B₁, lui, provoque une maladie appelée béribéri qui est caractérisée par une insuffisance cardiaque et des troubles neurologiques qui peuvent entraîner la mort. Les insuffisances en d'autres vitamines sont tour à tour associées à des affections aussi diverses que la démence, les dermatites, les désordres mentaux, les maladies cardiovasculaires, le



Le riz est le principal ingrédient de l'alimentation humaine. Une fois décortiqué, il ne contient pratiquement plus de vitamines.

diabète, les malformations dans le développement du fœtus, le scorbut, l'ostéoporose, etc. La liste est longue.

Les vitamines sont des micronutriments, c'est-à-dire qu'elles ne se rencontrent qu'en très petites quantités, ce qui rend leur étude biochimique relativement difficile. L'avantage, c'est que même une légère augmenta-

tion de leur teneur dans l'alimentation peut avoir rapidement d'importants effets positifs sur la santé.

«La recherche sur les plantes permet de mieux connaître le processus de synthèse de ces vitamines tel qu'il se déroule dans les plantes, explique Theresa Fitzpatrick. Au cours des dix dernières années, des progrès considérables ont été accomplis

dans ce domaine. Notre vision de ces mécanismes, impliquant plusieurs gènes et de nombreuses voies de réactions biochimiques, est aujourd'hui relativement complète.» La chercheuse genevoise a d'ailleurs contribué à cet effort notamment en découvrant la machinerie moléculaire à l'origine de la synthèse des vitamines B₁ et B₆.

L'étape suivante est le développement de cultures «survitaminées». L'une des straté-

de tomates, de fraises et de pommes. Cette approche est toutefois gourmande en temps et en argent.

Plus économe mais aussi plus controversée, la manipulation génétique permet d'aller droit au but. Au moins deux expériences sont déjà en cours, dont celle du riz doré qu'Ingo Potrykus, professeur honoraire à l'École polytechnique fédérale de Zurich, a développé en 2000. Cet organisme a été génétiquement modifié afin que les parties comestibles du riz contiennent un précurseur de la provitamine A. Cette céréale, qui arbore une couleur dorée n'est pas encore utilisée pour la consommation humaine.

L'article de Theresa Fitzpatrick et de ses collègues cite néanmoins une étude qui a évalué l'impact positif que pourrait avoir le riz doré sur la population indienne. Il en résulte que dans ce pays, la céréale génétiquement modifiée pourrait sauver, chaque année, l'équivalent de 1,38 million d'années perdues pour cause de maladie, d'invalidité ou de mort précoce. De plus, le coût de chacune de ces années sauvées serait de 3,1 dollars si l'on utilisait le riz doré, de 84 dollars si l'on passait par l'enrichissement industriel des aliments (à l'image du sel iodé et fluoré dans nos pays) et de 134 dollars avec la distribution de pilules vitaminées.

RIZ JAUNE

En plus des oppositions concernant la technologie des organismes génétiquement modifiés (OGM) et visant donc également le riz doré, ce dernier a le désavantage d'être jaune. Il n'est pas sûr que les gens auxquels il est adressé acceptent facilement que leur aliment de base change ainsi brusquement de couleur. Il se trouve cependant que le précurseur de la provitamine A est une exception. Les autres vitamines n'ont pas de couleur ni de goût spécial. Dans ces cas, les cultures génétiquement enrichies ne devraient pas heurter les préférences alimentaires des populations cibles.

«La stratégie génétique demande un investissement initial important, précise Theresa Fitzpatrick. En plus de la manipulation génétique elle-même, il faut notamment s'assurer que les vitamines ainsi produites par les plantes ne se dégradent pas, qu'elles résistent au stockage des céréales et à leur cuisson et qu'elles déploient leurs effets sur la population qui les consomme, etc. Mais une fois ces obstacles franchis, ces plantes génétiquement enrichies suivront les filières de distribution classiques et seront finalement produites par les paysans eux-mêmes.» ■



gies pour y parvenir consiste à exploiter, de manière plus ou moins classique, la variation naturelle des espèces de plantes. Il s'agit de produire (en provoquant des mutations) ou de sélectionner les variétés plus riches en vitamines, en s'aidant notamment de tout l'arsenal de la génétique, d'opérer des croisements, etc. Plusieurs essais ont déjà été réalisés, notamment sur des variétés de maïs, de manioc,

Treize molécules vitales

Le terme de vitamine regroupe un petit groupe de molécules organiques qui doivent absolument faire partie du régime alimentaire des êtres humains. La première d'entre elles, la vitamine B₁, a été découverte il y a un siècle exactement. Le biochimiste polonais Casimir Funk l'a en effet isolée en 1912 à partir du riz complet (elle est absente du riz blanc) et s'est rendu compte qu'elle était capable de diminuer les effets du bériberi, une maladie endémique en Asie et caractérisée par une insuffisance cardiaque et des troubles neurologiques.

Aujourd'hui, les chercheurs ont identifié 13 de ces micronutriments. Certains sont solubles dans les lipides (les vitamines A, D, E et K), d'autres dans l'eau (les vitamines B₁, B₂, B₃, B₅, B₆, B₇, B₉, B₁₂ et C). Les vitamines sont synthétisées par les bactéries, les champignons et les plantes. Les animaux, eux, ont perdu cette faculté et doivent donc s'en procurer par l'alimentation. Le rôle principal de ces substances, aussi bien dans les plantes que dans les animaux, est celui de cofacteur, ou coenzyme, impliqué dans diverses réactions métaboliques. Autrement dit, sans elles, de nombreuses enzymes ne pourraient pas fonctionner, paralysant ainsi le fonctionnement d'un organisme.

Certaines vitamines jouent des rôles supplémentaires, que ce soit comme antioxydant (vitamines C et E), comme élément essentiel à la vision (provitamine A) ou comme hormone impliquée dans la teneur sanguine en calcium et en phosphore (vitamine D). De plus, chez les plantes, les vitamines B₁ et B₆ sont également impliquées dans la réponse au stress (sécheresse, chaleur, attaque par un agent pathogène).

LE POUVOIR CACHÉ DES PLANTES STRESSÉES

En cas d'agression, les végétaux sont capables de produire des molécules qui ne sont pas présentes dans leur état physiologique normal. L'équipe du professeur Jean-Luc Wolfender a développé une méthode pour traquer ces composants dans le but de découvrir de nouveaux produits naturels bioactifs

Septembre 1990: le docteur Wouter Van Hoven, biologiste au Centre de gestion de la vie sauvage de l'Université de Pretoria, apporte la clé d'une énigme qui fait le désespoir des fermiers du Transvaal depuis une dizaine d'années. Après une enquête digne des meilleurs polars, ses résultats montrent que les quelque 3000 koudous retrouvés morts dans des enclos de la région sans cause apparente ont été décimés par les tanins produits par les acacias qui leur servaient de pâture. La nouvelle se répand comme une traînée de poudre: les plantes sont capables de se prévenir mutuellement en cas de danger et d'enclencher des systèmes de défense d'une efficacité insoupçonnée jusque-là.

Trente ans après cette découverte, les étonnantes propriétés chimiques des végétaux n'ont pas fini d'intriguer les scientifiques. A commencer par Jean-Luc Wolfender, professeur au laboratoire de phytochimie et produits naturels bioactifs de l'École de pharmacie Genève-Lausanne, dont les travaux visent à traquer des composants potentiellement utiles sur le plan thérapeutique à partir de plantes médicinales, de champignons, d'anciennes souches de fruits et légumes ou de plantes stressées.

«Nous savons depuis quelques années maintenant qu'une plante attaquée par un prédateur ou exposée à un rayonnement de type UVC, comme cela se fait en laboratoire, peut se mettre à produire en grande quantité un composant qui est déjà présent dans son métabolisme, explique Jean-Luc Wolfender. Mais ce qui nous intéresse surtout c'est qu'elle peut aussi fabriquer des molécules qui sont absentes dans une situation physiologique normale et qui peuvent être des principes actifs très puissants.»

Les substances traquées par Jean-Luc Wolfender et son équipe appartiennent à la grande famille des métabolites secondaires, qui compte aujourd'hui plus de 100 000 représentants. Elles servent aussi bien à la défense, à la reproduction ou à la communication et chaque végétal pourrait en produire des centaines de types différents. Les métabolites secondaires ont déjà largement prouvé leur intérêt pour la pharmacie puisque des alcaloïdes comme la morphine, la quinine ou la caféine en font partie. Les molécules connues pour leurs vertus thérapeutiques restent cependant peu nombreuses et elles rencontrent des problèmes de résistance de plus en plus importants. D'où l'idée d'enrichir le catalogue.

La difficulté, c'est que ces remarquables composants ne sont pas toujours faciles à re-

pérer, loin de là. D'une part, parce que même la plus simple des plantes contient des milliers de molécules différentes. De l'autre, parce que certaines hormones végétales, similaires à l'adrénaline chez l'homme, peuvent avoir un effet très puissant même lorsqu'elles sont exprimées à très bas niveau. Ce n'est donc pas toujours ce qui est le plus aisément détectable qui est le plus significatif.

PROFIL EXHAUSTIF

«Identifier la molécule responsable d'une activité biologique donnée revient à chercher une aiguille dans une botte de foin, confirme Jean-Luc Wolfender. De plus c'est un travail très spécifique que seuls quelques laboratoires en Europe sont capables de mener à bien. Pour y parvenir, il a donc d'abord fallu passer par un important travail d'adaptation technologique et méthodologique.»

En s'appuyant sur des appareils de chromatographie, de spectrométrie de masse et de résonance magnétique nucléaire adaptés à leurs besoins, les chercheurs genevois sont aujourd'hui capables d'obtenir le profil métabolomique le plus exhaustif possible de pratiquement n'importe quel végétal en une demi-heure environ, soit l'équivalent de son empreinte digitale. Il s'agit ensuite de comparer, à l'aide de modèles informatiques, les résultats obtenus pour le groupe de plantes stressées avec ceux du groupe de contrôle afin de mettre en évidence les métabolites induits par l'agression et de les isoler. Débutent alors toute une batterie de tests destinés à vérifier l'efficacité du principe actif ainsi mis en lumière.

Avec l'appui de la Station fédérale de recherches en production végétale de Changins, une des pistes suivies par le laboratoire

«Identifier la molécule responsable d'une activité biologique donnée revient à chercher une aiguille dans une botte de foin»

de phytochimie et produits naturels bioactifs consiste à revisiter la biodiversité locale, en se concentrant sur d'anciennes souches de fruits et légumes locaux. L'idée est de vérifier que les analyses traditionnelles ne soient pas passées à côté de quelque chose d'important comme des substances contribuant à améliorer la santé et à prévenir les maladies. Et en cas de découverte significative, il serait facile de remettre ces variétés en culture.

L'équipe de Jean-Luc Wolfender s'intéresse également de près aux champignons. Afin de trouver la parade contre certaines souches de mycoses pathogènes pour l'homme et de plus en plus résistantes aux traitements existants,

permis de mettre en évidence des réactions spectaculaires sur le plan morphologique.

GUERRE CHIMIQUE

«Dans certaines de nos boîtes de Petri, on assiste à une véritable guerre chimique, explique Jean-Luc Wolfender. Il y a de nombreuses substances induites dans les zones de confrontation fongiques, mais le problème, c'est qu'elles sont produites en faible quantité. Il faut donc d'abord parvenir à les mettre en évidence au milieu de tout le «bruit» créé par les métabolites normalement produits par les champignons. Ensuite, tout le défi consiste à repérer les composés qui ont réellement une activité biologique intéressante.»

fier de nouvelles molécules actives, mais également de tester leur efficacité *in vivo*, explique Jean-Luc Wolfender. L'utilisation de ce modèle animal nous permet aussi d'obtenir rapidement des indications sur la toxicité potentielle d'une molécule, par exemple pour le foie, et donc de pouvoir extrapoler son éventuelle dangerosité pour l'homme. Dans la longue chaîne qui précède le développement d'un médicament, cela peut conduire à gagner un temps précieux en repérant plus vite les pistes qui valent réellement la peine d'être exploitées.»

Enfin, l'équipe du laboratoire de phytochimie et produits naturels bioactifs entretient un certain nombre de collaborations de type Nord-Sud. Les pays en voie de développement



Une des pistes poursuivies par l'équipe de Jean-Luc Wolfender consiste à revisiter d'anciennes souches de fruits et légumes locaux afin de mettre en évidence des substances bioactives qui n'auraient pas été révélées par les méthodes d'analyse traditionnelles.

tants, deux voies sont actuellement explorées en collaboration avec Changins et le CHUV. La première consiste à exposer ces souches à différents extraits de plantes afin de repérer une éventuelle substance active. «Il y a là un important potentiel dans la mesure où l'expérience est relativement facile à réaliser», précise le professeur. Car si les champignons ne poussent pas, c'est qu'ils sont en présence d'une substance active.»

La seconde consiste à forcer plusieurs centaines de types de champignons à entrer en confrontation pour voir si des substances antifongiques sont induites par le stress généré par ces co-cultures. Soutenue par un subside Sinergia du Fonds national de la recherche scientifique depuis trois ans, cette étude a

Dans le cadre d'une collaboration avec l'Université de Leuven, en Belgique, les travaux des phytochimistes genevois ont également montré un potentiel intéressant pour les recherches sur des maladies du système nerveux central. Des tests concluants ont en effet été menés sur des modèles de zebrafish épileptiques auxquels on a administré des substances potentiellement actives. Ce qui pourrait conduire au développement de nouveaux médicaments anticonvulsifs.

«L'avantage de travailler avec ces poissons, c'est qu'alors que la recherche de produits naturels bioactifs nécessite classiquement de grandes quantités de matériel végétal, nous sommes capables à partir de quelques microgrammes non seulement d'identi-

font en effet très actifs dans le domaine de la chimie des produits naturels. Mais dans certaines régions, la technologie disponible est souvent sommaire. Jean-Luc Wolfender et ses collaborateurs reçoivent donc régulièrement des stagiaires étrangers qui viennent à Genève pour donner un coup d'accélérateur à leurs travaux.

En collaboration avec le groupe de la professeure Muriel Cuendet, ils effectuent également des recherches sur des plantes médicinales déjà connues afin d'en vérifier l'efficacité et l'inocuité, voire d'en augmenter la qualité comme c'est le cas pour une décoction prescrite au Mali pour soigner la malaria (lire en page 21). ■

Des raisins contre le cancer

En plus de son implication au Mali (lire ci-contre), le véritable domaine de prédilection de Muriel Cuendet, responsable du groupe de Pharmacognosie de l'École de pharmacie Genève-Lausanne, est la recherche de plantes capables de lutter contre le cancer. Entretien express

Sur quoi portent vos travaux?

La carcinogenèse, c'est-à-dire le développement d'une tumeur maligne à partir de cellules normales. Elle comporte trois étapes: l'initiation, la promotion et la progression. Ce processus se déroule sur plusieurs années. Notre objectif est d'identifier de nouveaux principes actifs naturels permettant d'agir à ces trois niveaux afin de ralentir la progression de certains cancers, voire d'éviter leur développement.

Comment procédez-vous?

Nous utilisons une technique dite de fractionnement bioguidé. Cela consiste à diviser les extraits de plantes étudiées en une série

de mélanges toujours moins complexes afin d'isoler la ou les molécules actives. Ensuite nous cherchons à déterminer par quels mécanismes ces composés inhibent la carcinogenèse.

Cette méthode a-t-elle déjà porté ses fruits?

Oui, le resvératrol, que l'on trouve dans la peau du raisin rouge, a une capacité avérée à inhiber les trois étapes impliquées dans le

développement des tumeurs. Une molécule qu'on retrouve dans la réglisse ou dans l'échalote (l'isoliquritigénine) a aussi montré une bonne activité pour la prévention du cancer grâce à son activité sur une enzyme de détoxification. Certaines de ces substances peuvent également avoir un intérêt au niveau cosmétique, dans la mesure où elles permettent une activation du système de détoxification de la peau.

Pourquoi privilégier des plantes comestibles?

La première condition lorsque l'on cherche de nouvelles pistes pour la prévention des maladies, c'est d'éviter toute toxicité, ce qui est par définition le cas des fruits et légumes. De nombreuses études ont par ailleurs mis en évidence l'intérêt du raisin ou de différentes baies comme les fraises ou les mûres. De notre côté, nous travaillons actuellement avec

Tahiti pour analyser une série de plantes utilisées en médecine traditionnelle et qui ont donné des premiers résultats intéressants. Un projet est également sur le point de démarrer avec le Brésil afin de tester un certain nombre de fruits et légumes venus des tropiques. ■

ISTOCK



La peau du raisin rouge contient une substance, le resvératrol, qui permet d'inhiber les trois étapes impliquées dans le développement des tumeurs.

MALARIA: LA PISTE MALIENNE

Optimiser un traitement à base de plantes utilisé contre la malaria au Mali: c'est l'objectif poursuivi par deux chercheurs de l'École de pharmacie Genève-Lausanne. Un projet dont la réussite est suspendue à un retour du pays au calme

Depuis le coup d'état survenu au Mali le 22 mars dernier, Philippe Christen et Muriel Cuendet guettent le moindre signe d'apaisement du côté de Bamako. Soucieux du sort de la population locale, les deux chercheurs du groupe de Pharmacognosie de l'École de pharmacie Genève-Lausanne sont également préoccupés par l'avenir d'un projet auquel ils ont consacré beaucoup d'énergie depuis un an. Leur objectif: évaluer et, si possible, optimiser un traitement traditionnel à base de plantes utilisé localement contre la malaria, tout en veillant à ce qu'il puisse continuer à être produit et distribué sur place.

«Un coup d'Etat est rarement bienvenu, mais celui-ci tombe au pire moment, explique Philippe Christen. Une série d'essais cliniques incluant des volontaires non porteurs de la maladie et des porteurs sains (qui ont le virus, mais chez qui la maladie n'est pas déclarée) avait en effet été programmée pour le début du mois d'avril. Après des mois de tractations, nous avons fini par obtenir l'accord de la Commission d'éthique du Mali. Et aujourd'hui, cette expérience qui aurait pu nous permettre de voir comment cette décoction est métabolisée par l'être humain est sérieusement remise en question.»

UNE ALTERNATIVE BIENVENUE

C'est d'autant plus dommage que le projet, lancé à l'initiative de l'ONG Medicine for Malaria Venture et soutenu par la Direction du développement et de la coopération (DDC), le Malaria Training Center de l'Université de Bamako et l'Association Mali-Genève, répond à un intérêt évident. Dans un pays comme le Mali, où la malaria représente la première cause de décès chez les enfants de moins de 5 ans, plus des trois quarts de la population recourent en effet à la médecine traditionnelle pour se soigner. Par ailleurs, compte tenu du prix des médicaments, la majorité des malades n'a pas accès aux produits pharmaceutiques. Enfin, compte tenu des problèmes de résistance qui commencent à apparaître avec certains traitements antipaludiques comme l'artémisinine, qui est l'un des médi-

caments actuels les plus efficaces contre le paludisme, toute nouvelle piste est évidemment la bienvenue.

En l'occurrence, le chemin suivi par les deux chercheurs a été ouvert par une thèse réalisée en 2009 au sein de leur laboratoire. Ce travail visait à identifier les molécules responsables de l'activité d'une plante – dont le nom est jalousement gardé secret afin d'éviter toute récupération commerciale – utilisée en décoction par les populations maliennes afin de traiter les cas de malaria simple, c'est-à-dire qui impliquent des fièvres et des tremblements, mais pas de pertes de connaissance.

«Ce travail a permis non seulement de montrer l'efficacité de ce traitement d'un point de vue clinique, avec une baisse de la parasitémie similaire à ce que l'on peut obtenir avec un traitement par médicament, mais également d'identifier trois molécules ayant une activité *in vitro* avérée, pré-

cise Muriel Cuendet. *Ce qui reste notamment à comprendre, c'est si ces trois molécules sont indispensables à l'activité contre la malaria, si elles agissent en combinaison et si un autre élément présent dans la plante contribue à leur absorption.»*

Dans un premier temps, l'équipe genevoise a pu établir que si les molécules responsables de l'activité antipaludique passent effectivement dans le sang, l'absorption est supérieure lorsque c'est le mélange qui est utilisé. A partir de là, Philippe Christen et Muriel Cuendet ont cherché à vérifier si la décoction se comporte de la même manière chez des individus sains que sur des individus porteurs de la malaria. Une interrogation que les essais prévus en avril auraient dû permettre de lever. Ce qui aurait pu ouvrir la porte à des essais sur les malades à proprement parler.

DÉVELOPPER UNE POSOLOGIE

A défaut, les deux chercheurs genevois n'entendent pas rester les bras ballants. «Sur place, les guérisseurs n'utilisent pas de recette précise qu'il serait possible de traduire en grammes ou en millilitres, explique Philippe Christen. La proportion d'eau ou de plante présente dans la décoction peut donc varier d'un cas à l'autre, ce qui est susceptible de causer des problèmes de dosage. Afin d'y remédier, nous entendons travailler au développement d'une posologie grâce à laquelle les malades disposeraient toujours de la même quantité de principe actif.»

Le breuvage utilisé pas les Maliens étant en outre très amer et donc assez désagréable à ingurgiter – d'autant qu'il est en général prescrit à raison d'un litre par jour pendant deux semaines –, l'équipe genevoise envisage également de mettre au point des comprimés. «Nous avons déjà fait quelques tests préliminaires qui semblent concluants, explique Philippe Christen. En compressant des extraits de plantes, on peut arriver assez facilement à produire des comprimés de 15 millimètres de diamètre. Il suffirait ensuite de les enrober pour faire disparaître toute sensation d'amertume.» Histoire à suivre, donc. ■

«Ce qu'il reste à comprendre, c'est si ces trois molécules sont indispensables à l'activité contre la malaria»

GERMER, C'

Même si toutes les conditions semblent réunies pour lancer la germination, une graine, qui n'a pas le droit à une seconde chance, retarde souvent ce moment fatidique. Ce contrôle est dévolu à une couche mono-cellulaire qui entoure l'embryon de la plante et qui capte les signaux venus de l'environnement



Quand les conditions sont bonnes, les hormones inhibant la germination d'une graine sont submergées par celles qui l'encouragent. L'embryon peut alors percer son enveloppe et commencer sa vie végétative.

Ce sont les organismes qui vivent ce qui s'approche probablement le plus d'une «expérience de mort imminente». Cette proximité intime avec la grande faucheuse, qui survient à chacun de leurs cycles de vie, ne les empêche pourtant pas de connaître un franc succès évolutif puisqu'ils couvrent littéralement toutes les terres émergées. Eux ce sont les plantes qui produisent des graines (les angiospermes, ou plantes à fleurs, et les gymnospermes, dont font partie les conifères). Ces organismes ont développé l'une des solutions les plus radicales pour s'adapter à la vie hors de l'eau. La graine possède en effet la particularité de renfermer un embryon placé dans un état de quasi-mort biologique. Ce qui lui permet, paradoxalement, de survivre longtemps. Si elle reste au sec, la graine peut ainsi traverser les millénaires sans encombre et germer ensuite comme si de rien n'était. En témoigne

l'expérience menée sur une graine de palmier dattier vieille de 2000 ans et trouvée sur le site israélien de la forteresse de Massada (revue *Science* du 13 juin 2008).

SORTIR DU BUNKER

«*Cette forme de vie remarquable pose au moins deux questions fondamentales au biologiste, explique Luis Lopez Molina, professeur associé au Département de botanique et de biologie végétale. Comment les plantes fabriquent-elles ces vies en capsule et comment ces dernières parviennent-elles à se sortir de ce qui ressemble à un mini-bunker lyophilisé. Dans notre laboratoire, nous nous intéressons surtout au contrôle de la germination, c'est-à-dire à la façon dont cette sortie du bunker est orchestrée en fonction de l'environnement.*»

Pour la plante, le passage d'un milieu protégé et stable à un environnement incertain

voire hostile est hautement stratégique. L'embryon émergeant de la coquille fraîchement rompue est pour le moins vulnérable. En très peu de temps, un ou deux jours au maximum, il doit mettre en route toute sa machinerie moléculaire et cellulaire afin de fabriquer tous les éléments indispensables à son entrée dans la phase autotrophe de sa vie, dont le début est marqué par le démarrage de la photosynthèse. Durant ce court laps de temps, elle ne dépend que des réserves d'énergie contenues dans la graine. Le moment de sortir de sa coquille doit donc être choisi avec soin afin d'augmenter les probabilités de réussite. Car il n'y a pas de seconde chance.

«*Au moment de sa naissance, une graine se trouve par défaut dans un état qualifié de dormant, précise Luis Lopez Molina. Une graine qui se trouve dans ce cas de figure ne germe pas, même si elle est imbibée d'eau et exposée à la lumière. Deux*

EST SAVOIR LÂCHER PRISE

facteurs peuvent casser cette dormance: le temps et le passage par une période de froid (il peut s'agir de l'hiver ou d'un séjour au frigo). Dans les deux cas, la graine obtient un délai de plusieurs mois qui lui permet de ne pas donner naissance à une nouvelle pousse à un mauvais moment de l'année et qui augmente ses chances d'être transportée loin de la plante mère par un animal.»

FREIN À MAIN

Les choses deviennent délicates avec la fin de la dormance et le retour de la belle saison, quand la température se radoucit et la lumière s'intensifie. Même si son apparence demeure inchangée, l'activité à l'intérieur de la graine, elle, se modifie: des gènes s'expriment, des signaux biochimiques sont échangés entre les différentes parties de l'organisme encapsulé, etc. Tant que toutes les conditions favorables ne sont pas réunies, la graine tire le frein à main. *«La raison de cette retenue peut être le fait qu'elle se trouve sous la canopée, par exemple, explique Luis Lopez Molina. Comme la graine est sensible à la qualité particulière de cette lumière, insuffisante pour le développement de l'embryon, elle bloque la germination. Et ce, durant des semaines s'il le faut.»*

La substance responsable du maintien de la graine dans cet état est une hormone végétale, l'acide abscissique (ABA). Mais, comme l'a découvert le chercheur genevois, le contrôle de cette molécule et donc de la germination est en réalité assuré par un tissu particulier, l'endosperme. Ce dernier se présente comme une couche monocellulaire entourant tout l'embryon et située juste en dessous de l'enveloppe rigide de la graine, appelée testa. Elle est munie de photorécepteurs et de toutes les «antennes» nécessaires pour se faire une idée des conditions physico-chimiques régnant à l'extérieur: température, salinité, qualité de la lumière, etc.

Une cascade de réactions biochimiques, aujourd'hui relativement bien connues des scientifiques, assure la transmission de l'information entre les stimuli environnementaux, la production de l'ABA et le blocage de la germination. Les travaux de Luis Lopez Molina ont permis, entre autres, d'identifier

un des maillons de cette chaîne, le facteur de transcription ABI5, et d'en déterminer le rôle essentiel dans l'inhibition du développement de l'embryon (*Proceedings of the National Academy of Sciences* du 10 avril 2001).

«Tout l'outillage génétique, moléculaire et cellulaire que nous étudions dans le cadre du contrôle de la germination concerne une plante bien précise et bien connue des laboratoires: Arabidopsis thaliana, ou arabette des dames, souligne Luis Lopez Molina. Il reste encore un très grand travail à effectuer afin de vérifier si nos résultats sont valables chez les autres plantes à graines.»

Le biologiste genevois a également remarqué que le démarrage de la germination est

dû à un jeu subtil entre deux hormones aux effets opposés. D'un côté, l'ABA qui joue le rôle de frein, et de l'autre, l'hormone de croissance appelée l'acide gibbérellique, qui fait office d'accélérateur. Dès que la seconde commence à dominer la première, la gaine se met à germer.

«Ce moment finit forcément par intervenir, précise Luis Lopez Molina. En effet, une fois que la graine, sortie de sa dormance, est imbibée d'eau, elle ne peut plus revenir en arrière. L'ABA, en bloquant la germination, peut retarder le moment fatidique de quelques semaines, parfois de quelques mois. Mais la graine doit finir par se développer.»

PLUS LE CHOIX

Contenir la germination est aussi un processus actif qui demande de l'énergie à la graine et ne peut donc pas s'éterniser. Luis Lopez Molina émet l'hypothèse que la graine a en réalité délégué le contrôle de la germination à l'endosperme et que ce dernier dispose de ses propres stocks de nourriture pour accomplir sa mission. De cette façon, les ressources énergétiques destinées aux premières phases du développement de l'embryon et qui forment l'essentiel de la masse de la graine, ne sont pas entamées. Une fois que les réserves de l'endosperme sont épuisées, alors la graine ne peut pas faire autre chose que germer, quelles que soient les conditions.

Quand l'ABA perd de sa force et que l'acide gibbérellique prend le dessus, le programme de germination démarre enfin. Dès ce moment, ce sont d'autres gènes et d'autres protéines qui entrent en jeu. Les cellules sont gonflées d'eau, les vacuoles se remplissent, l'embryon pousse et provoque la rupture de la testa et de l'endosperme. Une radicule se développe et des poils absorbant apparaissent pour récolter de l'eau. L'appareillage – complexe – de la photosynthèse se met en place, provoquant un début de verdissement, le cotylédon s'ouvre et, en moins de deux jours, une pousse est née. La testa et le mince endosperme ne ressemblent déjà plus qu'à une petite coquille vide. La vie végétative a commencé. ■

«Comment les plantes parviennent-elles à se sortir de ce qui ressemble à un mini-bunker lyophilisé?»

ÉCRAN TOTAL POUR VÉGÉTAL

Un photorécepteur sensible aux ultraviolets B permet aux végétaux de mettre en place une machinerie moléculaire qui les protège contre ce rayonnement nocif

Comme les êtres humains, les plantes n'aiment pas les coups de soleil. Le problème, c'est que leur survie dépend de leur exposition à la lumière visible pour leur photosynthèse et qu'elles ne peuvent pas se déplacer pour se mettre quelque temps à l'ombre ni s'enduire d'écran total. Elles se sont donc débrouillées à leur façon pour se prémunir contre les rayons ultraviolets (UVB notamment) qui leur sont nocifs. La solution? Elle consiste en un système de protection solaire interne, comme l'explique Roman Ulm, professeur au Département de botanique et de biologie végétale, dans un article de synthèse paru dans la revue *Trends in Plant Science* du mois d'avril. Et cette machinerie moléculaire, qui semble être présente sous la même forme chez toutes les plantes, dépend en grande partie d'un photorécepteur que le chercheur genevois a identifié l'année dernière.

DOTÉS DE PHOTORÉCEPTEURS

«De manière générale, pour détecter la lumière, les plantes sont dotées de toute une série de photorécepteurs, explique Roman Ulm. Ces protéines captent les photons (ou grains de lumière) en fonction de leur longueur d'onde et sont capables, grâce à une chaîne de réactions biochimiques, d'optimiser les réponses physiologiques.»

C'est ainsi que la chlorophylle absorbe la lumière bleue et rouge dans le but de réaliser

la photosynthèse qui consiste à fabriquer du sucre et de l'oxygène à partir de gaz carbonique et d'eau. De plus, certains récepteurs sont sensibles à des nuances de couleur différentes et permettent aux plantes de détecter l'intensité, la durée ou encore la direction de la lumière. De cette manière, les végétaux, beaucoup moins passifs que l'on ne pensait un temps, régulent, par exemple, la germination des graines, le phototropisme (le fait que les plantes s'orientent vis-à-vis du soleil) ou encore la floraison.

Pendant, toutes les longueurs d'onde ne sont pas bonnes à prendre. Les UVB, dont la longueur d'onde se situe entre 280 et 315 nanomètres, sont les ultraviolets les plus énergétiques capables de traverser la couche d'ozone stratosphérique. Ils font partie du rayonnement solaire naturel et, même s'ils ne comptent que pour 0,5% de l'énergie lumineuse totale parvenant à la surface terrestre, ils sont susceptibles d'entraîner des effets biologiques importants, notamment en causant des dommages à l'ADN des cellules, siège du patrimoine génétique des organismes.

Les photorécepteurs conventionnels des végétaux ne sont pas sensibles aux UVB et ne peuvent donc pas prévenir les plantes de la présence du rayonnement dangereux. Cela fait quarante ans que les chercheurs ont suggéré l'existence d'un photorécepteur spécifique à cette gamme de longueurs d'onde sans

jamais pouvoir mettre la main dessus. C'est finalement Roman Ulm et son équipe qui l'ont découvert comme ils le rapportent dans un article paru dans la revue *Science* du 1^{er} avril 2011. Leurs travaux ont permis d'élucider en grande partie le mécanisme moléculaire qui déclenche le système de protection solaire intégré.

S'ACCLIMATER ET SURVIVRE

Présents dans le cytoplasme et le noyau des cellules, le photorécepteur des UVB est formé de deux molécules appelées UVR8 (pour UV Resistance Locus 8). L'absorption de la lumière ultraviolette sépare le composé en deux et déclenche une cascade de réactions biochimiques. Celles-ci induisent à leur tour une réponse physiologique qui permet à la plante de s'acclimater et de survivre. L'une de ces réponses consiste à produire des composés, tels que des flavonoïdes, filtrant les UVB tout en laissant passer la lumière visible. Une autre est d'agir sur les mécanismes de réparation de l'ADN.

«Nos expériences ont été réalisées sur une plante appelée *Arabidopsis thaliana*, qui est une arabette très appréciée des laboratoires, explique Roman Ulm. Mais nous avons retrouvé les mêmes gènes codant pour l'ensemble des molécules impliquées dans le processus dans toutes les autres plantes supérieures dont nous connaissons le génome. Cela permet de supposer que le mécanisme UVR8 a été inventé une fois, au moment où les plantes sont sorties de l'eau pour coloniser la terre ferme et qu'il s'est ensuite transmis sans trop de changements à toutes les espèces que l'on connaît aujourd'hui.»

Ce passage de l'eau à la terre s'est déroulé il y a des centaines de millions d'années. A cette époque, la couche d'ozone était inexistante et le rayonnement ultraviolet était beaucoup plus violent qu'aujourd'hui, rendant la présence d'un filtre à UVB intégré dans les plantes d'autant plus indispensable à leur survie. Grâce à la production d'oxygène en masse par la photosynthèse, la menace du rayonnement solaire a ensuite progressivement diminué, sans disparaître entièrement toutefois. ■



Les plantes dépendent de la lumière solaire pour vivre. Elles doivent aussi en prévenir les effets nocifs.



«*Combretum nusbaumeri*», décrite pour la première fois à Madagascar en 2011. PHOTO: JONGKIND & L. GAUT

LA SYSTÉMATIQUE, L'ART DE LA «SLOW SCIENCE»

Les règles de la systématique sont à l'opposé de celles de la science dite de pointe. Elle a notamment besoin de temps, ce qui la défavorise en matière d'octroi de fonds. Entretien avec Daniel Jeanmonod, professeur au Département de botanique et de biologie végétale et conservateur aux Conservatoire et jardin botaniques de la Ville de Genève

D'où vient votre fascination pour les plantes?

DANIEL JEANMONOD: Elle vient essentiellement de Pierre Hainard, mon professeur de botanique à l'Université de Genève. Auparavant, j'étais déjà naturaliste dans l'âme mais je m'intéressais davantage aux animaux. Quand il s'est agi, concrètement, de disséquer

les bêtes lors des cours de zoologie et d'aller sur le terrain à la découverte des plantes, j'ai rapidement préféré la seconde voie. J'ai alors découvert un monde dont je ne connaissais strictement rien. Etant né au Maroc, je ne savais rien de la flore locale. C'était à peine si je pouvais faire la différence entre un chêne

et un charme. Tout cela a changé grâce aux cours et aux excursions de Pierre Hainard.

Observez-vous une même fascination chez les nouveaux étudiants?

De nombreux étudiants, bercés par la biologie moléculaire, ne sont pas très intéressés ►

par les plantes ou les animaux, c'est-à-dire par les organismes en tant que tel. Chaque année, j'en trouve néanmoins quelques-uns qui ont manifestement un attrait, voire une fascination pour la botanique.

Est-ce que l'université parvient à capter et à faire fructifier cet intérêt?

Le nombre d'étudiants choisissant la maîtrise universitaire en «biologie, orientation biodiversité et systématique» est relativement élevé si on le compare à la place modeste que tient la systématique dans la Section de biologie. Cette discipline, qui se consacre à dénombrer, à classer et à étudier les espèces, séduit donc pas mal d'étudiants malgré le fait qu'elle représente un petit créneau et que les débouchés ne sont pas des plus nombreux, comparés à ceux offerts par la biologie moléculaire.

Quels sont ces débouchés?

Il y a essentiellement les musées, qui ont besoin de systématiciens pour gérer les collections et poursuivre la recherche dans ce domaine, et les bureaux d'étude en écologie, qui ont besoin de personnes connaissant bien les organismes afin de pouvoir remplir leurs mandats.

Quelle est l'importance de la systématique pour la science?

La systématique est à la base de la biologie. La biologie moléculaire, qui se taille actuellement la part du lion dans la recherche et l'enseignement, ne serait rien sans elle. Les connaissances générales et contextuelles sur les organismes sont indispensables pour la compréhension du fonctionnement d'un gène, par exemple, mais aussi pour la biodiversité, pour la phyto-pharmacologie, etc. Le problème, c'est que l'on constate une perte globale de ce savoir. Je ne parle pas des archives, notamment des nombreux herbiers que nous conservons, mais bien de l'expérience personnelle et irremplaçable des spécialistes qui se font de moins en moins nombreux.

Les systématiciens se font rares?

Même si la maîtrise universitaire en systématique rencontre un certain succès, le stade suivant, celui des chercheurs professionnels, est nettement plus dégarni. Il est en effet de plus en plus difficile de trouver des spécialistes

dans certains groupes d'organismes. En ce qui concerne les plantes, nous sommes encore relativement nombreux. Mais la situation est beaucoup plus difficile pour les lichens, par exemple, ou certaines familles d'insectes. Les effectifs sont très mal répartis.

Pourquoi ce nombre diminue-t-il?

La principale raison, c'est que les moteurs actuels qui font avancer une université sont totalement absents de la systématique. Pour percer dans la recherche scientifique, il faut être rapide, publier à un rythme soutenu, exploiter des publications récentes, suivre la tendance générale tout en essayant d'être original dans ses travaux, utiliser de nouvelles technologies... Le systématicien, lui, va sur le terrain, accumule des données sur des années, s'appuie sur des publications qui datent parfois de plus d'un siècle, utilise certes des données moléculaires mais aussi d'autres fournies par l'observation, qui est une technique aussi ancienne que l'être humain lui-même, etc. Sans parler des facteurs d'impact

des publications de systématique qui sont insignifiants vis-à-vis de ceux des grandes revues comme *Nature*, *Cell* ou *Science*. Bref, il est très difficile pour nous de boucler une recherche dans les trois ans, qui est l'échéance que nous imposent aujourd'hui les organes publics de financement de la recherche. Résultat: le Fonds national suisse pour la recherche scientifique nous octroie de moins en moins d'argent car nous ne répondons pas aux bons critères. Du coup, nous engageons moins de doctorants et avons de la peine à faire vivre notre discipline.

Vous n'avez pas le droit à un régime d'exception?

Non, mais c'est ce qui devrait exister. L'idéal serait de convaincre les autorités de l'importance de notre discipline afin qu'elles mettent à disposition des fonds spéciaux qui seraient octroyés sur la base de critères différents. Notre type de recherche, de terrain et s'intéressant à l'organisme dans son ensemble, ne peut pas entrer en concurrence avec la biolo-



«*Ophiocolea darainensis*», décrite pour la première fois à Madagascar en 2011.

gie moléculaire qui est de type expérimental. En réalité, il n'y a même pas de concurrence entre chercheurs à l'intérieur de notre discipline. Il y a tellement à faire que tout le monde travaille ensemble.

La biodiversité est pourtant une préoccupation très actuelle. Elle mobilise beaucoup de moyens et concerne en premier lieu la systématique...

La biodiversité des plantes, il y a vingt ou trente ans, cela s'appelait la floristique. Cette dernière fait partie de notre activité depuis toujours. Lorsque nous réalisons une flore, comme celle que je viens d'achever en Corse, nous n'établissons rien d'autre que la biodiversité d'une région, c'est-à-dire la liste des espèces présentes, leur répartition, etc. Mais à Genève, notre travail est complété par la systématique proprement dite, qui est l'étude détaillée des organismes en tant que groupe. Ce n'est pas exactement la même chose. Cela dit, nous surfons en effet un peu sur la vague de la biodiversité. Mais cela ne suffit pas.

La biologie moléculaire représente un rival dans le partage de l'argent de la recherche mais n'a-t-elle pas aussi fourni des outils utiles pour votre travail?

Oui. Par exemple, l'un des champs de recherche de la systématique qui redémarre fort est l'évolution des plantes. Et ce renouveau on le doit à la génétique qui remet de temps en temps en question des liens entre espèces établis auparavant grâce à la morphologie, la cytologie (l'étude des cellules et de leurs organites) et d'autres techniques. Cette voie de recherche permet non seulement de dessiner les arbres phylogénétiques des plantes mais aussi de retracer l'histoire de la colonisation des terres par les différentes espèces depuis des millions d'années. Ces connaissances pourraient s'avérer utiles pour prédire les migrations futures des végétaux, notamment sous l'effet des changements climatiques.

Genève est-elle «à la pointe» de la systématique?

Nous avons de la chance d'avoir aujourd'hui deux musées très importants, les plus importants de Suisse, qui sont le Muséum d'histoire naturelle et les Conservatoire et jardin botaniques de la Ville de Genève. Ils contiennent des collections de plantes, de champignons et d'animaux de référence au niveau mondial et dont certaines remontent au XVIII^e siècle. Nous avons également développé une structure, le Système d'informations botaniques de Genève, grâce auquel une grande partie des collections de plantes sont désormais en ligne et à la disposition des chercheurs du monde entier. Nous possédons environ 8 millions d'échantillons et les informations concernant 250 000 d'entre eux sont consultables sur Internet. Nous proposons également 80 000 images, essentiellement des «échantillons types» (ou de référence). Les images sont d'une précision telle qu'il n'est pas forcément nécessaire de se déplacer pour venir voir la plante. Ce travail de scannage et de mise en ligne se poursuit. Une dizaine de personnes s'occupent uniquement de cela, payées par la fondation privée américaine Andrew W. Mellon Foundation.

Le lien avec l'Université de Genève contribue-t-il à faire vivre la systématique?

Les deux musées, qui comptent de nombreux chercheurs, sont en effet liés à l'Université à travers une convention. Celle-ci est primordiale car elle permet de faire venir des étudiants et d'utiliser ainsi les collections

«La biodiversité des plantes, il y a trente ans, cela s'appelait la floristique. Cette dernière fait partie de notre activité depuis toujours»

qui menacent sinon de dépérir dans leurs armoires. Cette interaction fonctionne bien mais il faut la défendre en permanence.

Ne connaît-on pas déjà toutes les plantes en Suisse?

On pourrait le croire. Parfois on connaît le nom et l'aspect d'une plante mais pas précisément sa répartition ni son écologie. Et si l'on a besoin de ce végétal, pour une raison ou une autre, il faut savoir où le trouver. Ce ne sont pas les gènes qui vont apporter ce renseignement. Cela dit, nous nous intéressons aussi beaucoup aux espèces d'ailleurs. En 2011, notre laboratoire a décrit 29 espèces nouvelles pour la science dont la plupart viennent de Madagascar et d'Amérique du Sud.

Quelle est la situation de la systématique ailleurs dans le monde?

Cela dépend des pays. Dans les universités françaises, elle a quasiment disparu. Il n'existe plus aucune chaire de systématique et les herbiers sont souvent dans des états déplorables. On sent néanmoins une timide renaissance de la discipline, venant des rangs de la biologie moléculaire. Aux Etats-Unis, qui sont souvent en avance sur ce genre de questions, le renouveau est bien amorcé. Il y a maintenant de l'argent et des chercheurs en suffisance. Ils ont également intégré avec succès la recherche moléculaire et classique. Avec un peu de chance, cette tendance viendra en Europe. En attendant, nous entretenons la flamme qui brille encore à Genève. ■



CALM, PHILLIPSON & NUISB.

«La notion de souveraineté nationale est aujourd'hui dépassée»

Mettre sur pied un institut de droit international sur le sol africain, c'est l'objectif que s'est fixé Abdulqawi Ahmed Yusuf. Juge à la Cour internationale de justice et ancien enseignant de la Faculté de droit, il était de passage à Genève dans le cadre du Master in International Dispute Settlement. Entretien

Vous êtes le premier juge somalien à siéger au sein de la Cour internationale de justice. Comment s'est construit votre parcours?

ABDULQAWI AHMED YUSUF: Par accident. Je voulais en fait étudier la médecine, mais il n'existait pas de Faculté dédiée à cette discipline en Somalie, ma patrie d'origine. Il existait par contre une Faculté de droit. Je travaillais alors à la Caisse de sécurité sociale de Mogadiscio, une ville dans laquelle je me sentais bien et où je comptais rester. J'ai choisi le droit international à une époque où personne, en Somalie, ne s'y intéressait. Pourtant, mon pays était impliqué dans plusieurs conflits territoriaux avec ses voisins, le Kenya et l'Éthiopie. Deux conflits armés ont même éclaté entre la Somalie et l'Éthiopie. Je trouvais intéressant de voir comment des pays frères pouvaient résoudre ce type de conflits de manière pacifique. C'est ainsi que j'ai fait mes premiers pas dans le domaine du droit international, en consacrant ma thèse au travail du comité de l'Organisation de l'Union africaine sur la médiation, conciliation et arbitrage. Après quelques années en Somalie, je suis venu à Genève, car il n'y avait pour moi pas d'endroit plus approprié que l'Institut de hautes études internationales pour approfondir mes connaissances.

Et une fois votre diplôme en poche?

Je suis un touche-à-tout. J'ai commencé dans le domaine du droit international économique. Ma thèse était consacrée à l'utilisation des préférences tarifaires comme instrument d'intégration dans le commerce international des pays en voie de développement, le tout dans le cadre du GATT, l'instance qui a précédé l'OMC. En tant que juriste à la Conférence des Nations

Unies sur le commerce et le développement (CNUCED), j'ai aussi conseillé des pays en voie de développement dans le cadre du l'Uruguay Round, à Genève. J'ai vécu ensuite en Namibie, pour comprendre le travail des Nations unies pour le maintien de la paix sur le terrain, et à New York, en tant que représentant de la CNUCED. J'ai aussi séjourné à Vienne, comme conseiller juridique de l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel. Et puis, après un passage à l'Unesco, j'ai été élu à la Cour internationale de justice en 2008.

fondaient avant tout sur le droit pour rendre leurs décisions, au-delà de toute considération partisane. Les règles fondamentales du droit international sont aujourd'hui pleinement acceptées, en amont du règlement judiciaire proprement dit. Entre les années 1950 et les années 1980, les pays en voie de développement ont suivi le même chemin. C'est la raison pour laquelle les nations latino-américaines et africaines constituent, de nos jours, la majeure partie des clients recourant aux instances judiciaires internationales.

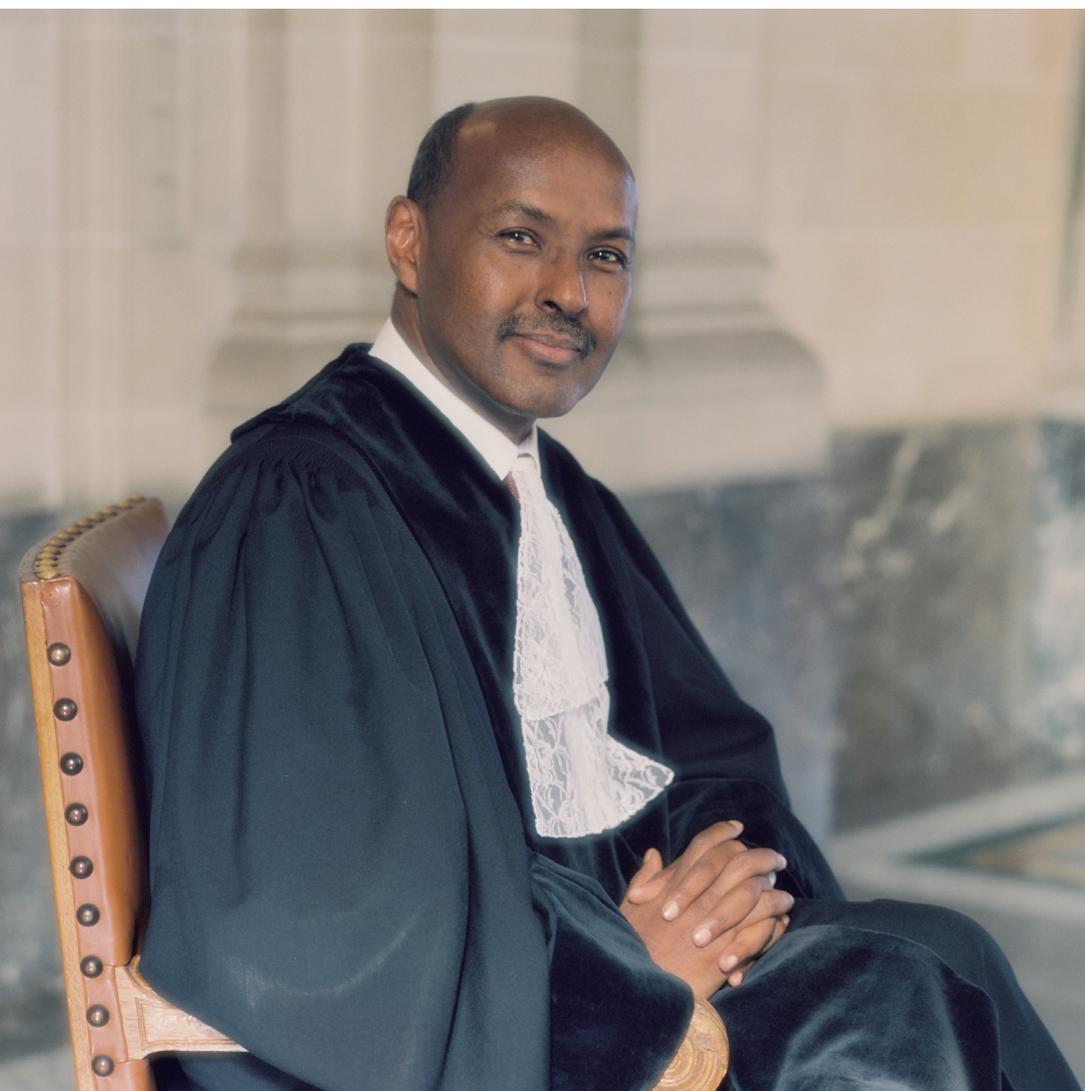
«L'impossibilité pour les étudiants africains de se former sur le continent provoque un déséquilibre socioéconomique, voire même politique»

Quel regard portez-vous sur l'évolution de cette institution créée au lendemain de la Deuxième Guerre mondiale?

Au début du XX^e siècle, les États étaient réticents à confier le règlement de leurs différends à des organes judiciaires indépendants. Ils acceptaient la forme de l'arbitrage du bout des lèvres, car ils avaient la possibilité de nommer les arbitres et, ainsi, de ne pas perdre le contrôle sur le processus. La notion de souveraineté nationale était alors extrêmement forte. C'est totalement dépassé aujourd'hui. Les cours internationales ont acquis la confiance des États. Ces derniers se sont rendu compte que les instances judiciaires se

Quelles sont les relations entre la Cour pénale internationale et la Cour européenne de justice?

La Cour européenne, basée au Luxembourg, traite essentiellement des questions liées à l'intégration européenne. Pour des différends antérieurs à la création de la Cour européenne, c'est la Cour internationale de justice qui est mise à contribution. C'est ainsi que cette dernière traite toujours des litiges liés à la Deuxième Guerre mondiale, par exemple la spoliation de particuliers ou des cas de travail forcé. Elle a tout récemment rendu un arrêt sur un différend opposant l'Italie et l'Allemagne depuis plus de soixante ans.



DR

Vous souhaitez mettre sur pied un institut de droit international sur le continent africain. Dans quel but?

L'Afrique participe de manière très active à l'élaboration du droit et des règles qui sont aujourd'hui appliqués au niveau international et régional. Dans le cadre de l'Union africaine par exemple, les nations du continent produisent de nombreuses conventions, protocoles et accords multilatéraux qui s'appliquent entre pays africains. Des institutions très complexes et placées sous le régime du droit international sont en train de voir le jour. Le problème, c'est que la majorité des juristes internationalistes, dont les compétences sont cruciales pour la conduite de ces actions, ne sont pas d'origine africaine, mais viennent de l'Occident. C'est pour combler cette carence que la Fondation africaine pour le droit international, une entité créée en 2003, s'est engagée pour le lancement d'un institut de formation et de recherche en droit international sur le sol africain.

Les étudiants africains ne pourraient-ils pas continuer à se former à l'étranger, à Genève par exemple?

L'impossibilité pour les étudiants de se former sur le continent provoque un réel déséquilibre socioéconomique, voire même politique. Aujourd'hui encore, les seules universités formant des juristes en droit international sont sud-africaines. Les étudiants qui souhaitent se diriger vers cette discipline s'expatrient en Occident par nécessité et, par la suite, ne reviennent pas ensuite au pays. A l'issue de leur formation, ils sont engagés par des organisations gouvernementales ou des multinationales.

Comment comptez-vous structurer l'institut?

Nous aimerions débiter par la mise sur pied de cours spécialisés, sous la forme de modules d'une durée de quatre ou cinq semaines, focalisés sur certaines thématiques du droit international, puis passer d'ici deux à quatre ans à des programmes postgradués. La collaboration que nous aimerions établir avec l'Institut de hautes études internationales et du développement et la Faculté de droit de l'Université de Genève est à ce titre très précieuse, car nous pourrions alors compter sur deux institutions reconnues dans le domaine du droit international et qui ont une expertise acquise de longue date dans l'établissement de programmes de formation.

Nous voulons commencer nos activités le plus tôt possible, en 2013 déjà.

Quelles thématiques allez-vous aborder?

Des problématiques qui concernent tout particulièrement les nations africaines. La palette est large: intégration économique, droit de l'Union africaine, droits de l'homme, règlement judiciaire des conflits internationaux... L'idée est de proposer des cours spécialisés pour de petits groupes de juristes qui participeront ensuite au développement économique et politique de leur pays.

Pourquoi avoir choisi de baser cet institut panafricain en Tanzanie?

Arusha, la capitale du pays, accueille déjà le Tribunal pénal international pour le Rwanda, la Cour africaine pour les droits de l'homme et des peuples et la Cour de justice de l'Afrique de l'Est. Ce sera bientôt le cas aussi pour la Cour de justice africaine, encore en devenir. Sans exagérer, on peut affirmer qu'Arusha est en train de devenir la capitale du droit africain. Le choix s'est imposé naturellement. En outre, c'est sur la proposition des autorités tanzaniennes que l'Assemblée des chefs d'Etat de l'Union africaine a accepté, tout récemment, la création et la mission de l'Institut.

Genève n'accueillera-t-elle donc bientôt plus les juristes internationalistes en provenance d'Afrique?

L'objectif est de former les professionnels qui travailleront dans les institutions judiciaires africaines, en particulier des avocats. C'est donc avant tout pour couvrir des besoins essentiels dans le fonctionnement ordinaire de la machine judiciaire que nous avons besoin de pouvoir former des étudiants sur place. Pour des enseignements spécialisés et touchant le fonctionnement des instances judiciaires internationales ou des organisations gouvernementales, Genève conserve son statut de haut lieu de formation. ■

Propos recueillis par Pascal Vermot

CEVI met le cap sur l'Asie

Déjà réalisée dans une dizaine de pays d'Europe et d'Amérique latine, l'enquête CEVI sur la perception des changements au cours de la vie vient d'être conduite à Pékin et un nouveau volet est en cours dans les bidonvilles de la ville indienne de Bombay

En 2003, lorsque Stefano Cavalli, maître assistant au Centre interfacultaire de gérontologie, présente pour la première fois l'enquête CEVI (pour Changements et événements au cours de la vie) à ses étudiants, ces derniers ont du mal à cacher leur surprise. Comment peut-on faire de la science à partir d'un questionnaire se réduisant à trois requêtes en apparence anodines?

Près de dix ans plus tard, CEVI a largement prouvé son intérêt. Conduite deux fois en Suisse, en Argentine et au Mexique, ainsi qu'en Belgique, en France, en Italie, au Chili, au Brésil, en Uruguay et au Canada, l'enquête élaborée par Stefano Cavalli et Christian Lalive d'Épinay a permis de mieux cerner la perception que les individus ont de leur parcours de vie et de l'évolution de la société dans le monde occidental. Sous la direction du professeur Michel Oris, directeur du Centre interfacultaire de gérontologie et codirecteur du Pôle national de recherche LIVES, elle franchit aujourd'hui une nouvelle étape avec un volet réalisé ce printemps à Pékin et un autre en cours dans les bidonvilles de la ville indienne de Bombay.

QUESTIONS OUVERTES

«A Genève, où nous disposons d'une longue expertise en la matière, le parcours de vie est souvent étudié dans ses dimensions objectives, comme le font la plupart des autres universités, explique Michel Oris. De nombreuses études ont ainsi été menées sur les transitions fondamentales de la vie, sur les différentes étapes qui jalonnent la trajectoire d'un individu (mariage, divorce, emploi, retraite, etc.). La particularité de CEVI, c'est qu'elle s'intéresse à l'appréciation subjective que chacun a de sa propre existence.»

Concrètement, l'enquête se présente sous la forme d'un questionnaire écrit standardisé qui est adressé aux membres de cinq classes d'âge (20-24, 35-39, 50-54, 65-69, et 80-84 ans). Il est demandé aux participants de mentionner les événements qui ont été importants à leurs yeux l'année précédente, les principaux tournants de leur existence, ainsi que les moments historiques qui les ont marqués. Les réponses sont ouvertes et l'ensemble a été conçu pour être auto-administré. «Dans la mesure où il s'agit de capturer la subjectivité, il est important que les personnes interrogées apportent leurs propres réponses en subissant le moins d'influence possible, poursuit le professeur. En principe, il faut donc qu'elles soient capables de lire et d'écrire, ce qui est sans doute la principale limite de l'exercice.»

«La particularité de l'enquête CEVI, c'est qu'elle s'intéresse à l'appréciation subjective que chacun a de sa propre existence»

Chargée de l'étude de terrain menée cette année en Chine, Sandra Constantin, doctorante au sein de l'Institut de socioéconomie de la Faculté des sciences économiques et sociales, en a fait l'expérience à ses dépens lorsqu'elle a testé CEVI en milieu rural, où une large fraction de la population demeure analphabète. Devant la difficulté de la tâche, elle s'est rapidement rabattue sur la capitale. Avec l'appui du Département de sociologie et d'anthropologie de l'Université de Pékin,

la jeune chercheuse s'est d'abord attelée au recrutement d'une quinzaine d'étudiants mobilisés pour faire passer le questionnaire, dûment traduit, et encadrer les entretiens. «Au départ, certains enseignants du Département de sociologie et d'anthropologie étaient assez sceptiques, explique Sandra Constantin. Ce type de questionnaire ne leur semblait en effet pas du tout adapté à la mentalité chinoise, essentiellement à cause des questions ouvertes qui nécessitent un engagement et une réflexion personnels.»

Moyennant une modeste récompense, comme c'est l'usage en Chine, l'équipe conduite par Sandra Constantin est cependant arrivée à ses fins sans rencontrer trop de difficultés. Au final près de 630 questionnaires ont été complétés. Les premières





Plutôt discrets sur leur vie privée, les Chinois interrogés dans le cadre de CEVI se sont montrés en revanche très diserts sur la partie historique de l'étude.

est moins marqué chez les générations suivantes qui ont grandi dans un système éducatif mettant davantage l'accent sur la réflexion et plus uniquement sur l'apprentissage par cœur.»

DE LA LUNE AU TIBET

Relativement discrets sur leur vie privée, les participants chinois se sont en revanche montrés diserts sur la partie mémoire historique de l'étude. Extrêmement diverses, les réponses apportées concernent aussi bien des événements à portée universelle comme les premiers pas de l'homme sur la lune ou le 11 septembre, que des épisodes propres à l'histoire nationale (création de la République populaire, Grand bond en avant, Révolution culturelle, mort de Mao Zedong, entrée de la Chine aux Nations unies ou à l'OMC, etc.). Du côté des catastrophes naturelles, le tsunami de 2004 ou l'éruption du volcan islandais Eyjafjöll reviennent fréquemment, de même que des grands événements sportifs comme les Jeux olympiques ou la Coupe du monde de football. Certains éléments éludés par l'histoire officielle tels que les famines des années 1960, la répression de Tiananmen, le Falung Gong, le Tibet, sont également cités, ce qui est plutôt encourageant sur le plan de la liberté d'expression.

«Contrairement à ce qui s'est passé dans les autres pays, les résultats des questions portant sur les tournants marquants et sur les changements socio-historiques se confondent souvent en Chine, note Sandra Constantin. D'une part, parce que la notion de tournant est un concept qui n'est pas facile à traduire en chinois. De l'autre, parce que c'est un pays où la grande histoire a manifestement eu un impact plus fort sur la trajectoire personnelle des individus qu'ailleurs.»

A 5000 kilomètres de la capitale chinoise, c'est dans un tout autre contexte qu'a été lancé, au début du mois d'avril, le volet indien de CEVI, puisque c'est dans les bidonvilles de Bombay que les chercheurs genevois ont cette fois posé leurs valises. Ce choix a largement été dicté par les contacts noués depuis plusieurs années par les membres du Centre interfacultaire de gérontologie de l'Université avec, d'une part, l'organisation non gouvernementale Win Mumbai (qui gère notamment un réseau de cliniques de premiers soins dans les quartiers les plus pauvres de la ville) et, d'autre part, l'International Institute for Population Studies.

«L'avantage de cette formule, c'est que nous disposons déjà d'un certain nombre d'informations sur les familles qui vont participer à l'enquête, explique Michel Oris. Par ailleurs, à Bombay, nous pouvons également nous appuyer sur un réseau d'enquêteurs organisé.»

La tâche ne s'annonce pas pour autant aisée. L'immense majorité de la population des bidonvilles étant analphabète, l'auto-administration du questionnaire est, dans le cas présent, impossible. Pour contourner l'écueil, l'enquête sera donc menée de manière orale par des assistantes sociales rattachées à l'ONG Win qui récolteront les réponses lors des fréquentes visites qu'elles mènent dans les familles. Remplis en marathi (une langue parlée par environ 70 millions de locuteurs

dans l'ouest et au centre de l'Inde), les questionnaires seront ensuite saisis sur ordinateur et traduits en anglais avant d'être renvoyés à Genève pour analyse.

ET MAINTENANT L'ORIENT?

«Outre les imprécisions qui entourent la datation de certains événements, la principale difficulté de l'exercice consiste à former suffisamment bien les personnes chargées de faire passer l'enquête, de

sorte qu'elles n'influencent pas les réponses des participants, explique Aude Martenot, attachée de recherche au Centre interfacultaire de gérontologie qui a été chargée du lancement du projet à Bombay. Sur place, notre collègue Anouk Piraud y a consacré beaucoup de temps et d'énergie et il semble qu'aujourd'hui les choses soient sur la bonne voie.»



Quant à l'avenir de CEVI, il pourrait bien pencher du côté de l'Orient. *«Dans l'immédiat, un colloque est prévu au mois de juin pour faire un premier point général sur les connaissances acquises, explique Stefano Cavalli. Il réunira pour la première fois tous les chercheurs (une vingtaine) qui ont participé à l'étude. A moyen terme, il est clair que nous serions intéressés par la réalisation d'un volet de CEVI dans les pays du Maghreb, surtout après ce qui vient de se passer lors du Printemps arabe.»* ■

Vincent Monnet

<http://cig.unige.ch/recherches/cevi.html>

Charles Bonnet, géant de la nature

Charles Bonnet (1720-1793) était l'un des plus grands naturalistes de son temps, auteur de livres à succès et de la découverte de la parthénogenèse chez le puceron. On venait de loin pour le consulter. Mais la célébrité du savant genevois n'a pas survécu au temps qui passe

Au XVIII^e siècle, si un voyageur féru de lumières et de sciences fait étape à Genève, c'est avant tout pour rendre visite à deux figures: le philosophe de Ferney et le naturaliste de Genthod. La notoriété du premier, Voltaire, traversera les siècles en grandissant. Celle du second, Charles Bonnet, s'estompera fortement. On retiendra de lui qu'il a découvert la parthénogenèse chez le puceron. C'est un peu court pour celui qui est considéré en son temps comme un géant de sa discipline, auteur entre autres des premiers véritables manuels d'histoire naturelle.

Né en 1720, Charles Bonnet ne se destine pas immédiatement à l'étude de la nature. Sous la pression familiale, il entreprend sans enthousiasme des études de droit à l'Académie de Genève. A 16 ans, cependant, il tombe par hasard sur un exemplaire du *Spectacle de la nature* de l'abbé Noël-Antoine Pluche (1688-1761). Cet ouvrage de vulgarisation de 10 tomes paru une première fois en 1732 connaît alors un succès fulgurant. Sa lecture est une révélation pour le jeune homme.

NOUVELLES OBSERVATIONS

Particulièrement frappé par la description du fourmilion, insectes dont les larves creusent des entonnoirs dans le sable pour piéger leurs proies, le naturaliste en herbe consacre désormais toute son énergie à obtenir de tels insectes et à les étudier. Son approche est la bonne. Il rectifie d'emblée certaines informations imparfaites concernant cette espèce et ajoute même de nouvelles observations.

Les insectes occupent alors le devant de la scène scientifique européenne. René-Antoine Ferchault de Réaumur, directeur de l'Académie des sciences à Paris, au savoir et au prestige immenses, vient en effet de publier les premiers tomes de ses majestueux *Mémoires*

pour servir à l'histoire des insectes, mettant le monde des naturalistes en émoi.

Le jeune Bonnet découvre un exemplaire du précieux ouvrage, superbement illustré, laissé ouvert sur le bureau du pasteur de la Rive, son professeur de logique. Il rêve de le lire mais son maître refuse de le lui prêter arguant que cette littérature savante n'est pas destinée au jeune homme. Obstiné, Charles Bonnet fait la même demande à la bibliothèque de la ville où il essuie un refus identique.

Nullement découragé par ces contrariétés, il continue ses expériences, notamment sur des chenilles nommées Livrées, dont il remarque qu'elles tissent un fil de soie au cours de leur cheminement servant à les

d'ailleurs sur la suggestion du savant parisien que vers 1739-1740, Charles Bonnet commence une étude sur les pucerons. En réalité, il perfectionne une expérience que Réaumur n'a jamais réussi à mener à bien. Il s'agit de placer l'insecte sous cloche et d'étudier sa reproduction. Bonnet utilise du sable pour améliorer l'isolation du bocal renversé et, surtout, laisse l'insecte sur une branche de fusain ou de rosier qui lui apporte la nourriture nécessaire à sa survie.

PUCERON SOUS CLOCHE

Le naturaliste observe tout particulièrement le moment de la ponte et s'empare immédiatement de la larve afin d'éviter une éventuelle fécondation entre la mère et l'enfant.

Frappé par la description du fourmilion, le naturaliste consacre désormais toute son énergie à obtenir de tels insectes et à les étudier

guider pour leur retour au nid. Un détail que personne n'a encore observé. Il rédige un mémoire sur le sujet et l'envoie sans autre forme de cérémonie à Réaumur.

«Pour un jeune homme protestant de 17 ans, écrire à un savant parisien de renommée internationale et de confession catholique, c'est pour le moins une démarche audacieuse», souligne Marc Rattcliff, maître d'enseignement et de recherche à la Section de psychologie et l'auteur de différents articles sur le naturaliste genevois.

Son initiative s'avère payante car une correspondance s'engage aussitôt avec Réaumur, épaté par la précocité du jeune chercheur. C'est

Le petit puceron est ensuite placé à son tour sous une cloche. L'expérience dure des mois. A la fin, il conclut que la femelle du puceron est capable de se reproduire sans fécondation par un mâle. C'est la découverte, finalement démontrée, de la parthénogenèse.

Réaumur fait la lecture de l'expérience devant l'Académie des sciences et propose dans la foulée à Bonnet d'en devenir le correspondant, ce qu'il accepte. Son nouveau titre en main, l'une des premières choses que Bonnet entreprend, c'est de retourner à la bibliothèque et de le mettre sous le nez du bibliothécaire rétif. Même s'il a déjà pu quelque temps

avant se plonger dans la lecture des mémoires de Réaumur sur les insectes. Le maître de Paris les lui avait fait parvenir, dédicacées, en témoignage de son estime.

Il envoie également un article à la *Royal Society* de Londres en 1741 mais celui-ci ne sera publié qu'en 1743, en même temps qu'un papier rédigé par un autre Genevois, Abraham Trembley, l'oncle de Charles, installé aux Pays-Bas. Ce deuxième travail concerne également un mode de reproduction inédit, plus précisément la régénération des hydres d'eau douce. Trembley a en effet remarqué que si l'on coupe cet animal en deux, chaque moitié se reforme et redevient un individu entier (lire *Campus* n° 91 juin-août 2008).

«Dans le monde de cette époque, la représentation que l'on se fait de la reproduction animale se borne au constat qu'il faut être deux pour en faire un troisième, explique Marc Ratcliff. Et voilà que deux Genevois remettent cette vision profondément en cause en montrant qu'il existe dans la

nature des espèces où un seul individu peut donner naissance à un deuxième ou se scinder en deux individus différents.»

Malheureusement, Bonnet doit mettre fin à ses expérimentations à partir de 1743 car, à force d'employer le microscope, sa vue baisse et il devient quasiment aveugle. Il poursuit néanmoins ses lectures et ses réflexions au point de devenir l'un des plus grands spécialistes dans son domaine. Il tire de ses connaissances deux ouvrages, *Les Considérations sur les corps organisés* en 1762 et la *Contemplation de la nature* en 1764, qui deviennent aussitôt des best-sellers. Il y présente tout le savoir acquis en sciences naturelles à l'époque, des minéraux jusqu'à l'être humain en passant par les végétaux et les animaux. Ses livres sont traduits en allemand et en italien et sont utilisés, au moins en Italie, comme manuel par les étudiants. L'opération lui assure la célébrité et la visite de nombreux collègues et précepteurs venus de l'Europe entière.

Toutefois, Charles Bonnet n'a pas tous les atouts pour devenir une figure à l'épreuve du temps. D'abord, lors des révolutions de 1737 et de 1782 à Genève, il prend clairement le parti du patriciat, auquel il appartient. Il fait partie des personnalités qui, en 1782, font appel à la France et à Berne pour venir rétablir l'ordre. Cette position ne servira pas sa postérité même si elle n'empêche pas qu'après sa mort, en 1793, Genève le célébrera comme une gloire nationale.

Ensuite, au XIX^e, l'importance de ses découvertes est diminuée avec la normalisation des représentations biologiques dans la société. De plus, en 1840, avec les débuts de l'histoire des sciences et notamment les écrits du zoologiste français Georges Cuvier, Charles Bonnet est rangé dans une case très connotée: il a découvert la parthénogenèse, certes, mais il était préformationniste.

ÉCHELLE DE VALEUR

«Bonnet défend en effet toute sa vie une théorie selon laquelle il existe dans les êtres vivants des «germes» qui sont préformés, ou programmés pour se développer dans une forme spécifique sans aucune interaction extérieure, c'est-à-dire sans fécondation, précise Marc Ratcliff. Cette vision exclut cependant toute idée d'évolution alors que l'on connaît déjà des fossiles d'espèces disparues ou de formes différentes de celles d'aujourd'hui. Bonnet reconnaît ce fait mais demeure intimement persuadé que Dieu a déposé sur Terre toutes les formes de vie telles qu'on les connaît et selon une échelle de valeur au sommet de laquelle se trouve l'homme. Cette tension est caractéristique d'une époque où les savants doivent concilier des découvertes scientifiques et des représentations religieuses qui entrent en conflit.»

Finalement, une historiographie très anticléricale est ravivée dans les années 1960, incarnée par l'historien des sciences français Jacques Roger. On oppose alors, pour les diminuer, les savants chrétiens de cette époque (Charles Bonnet, Lazzaro Spallanzani, Albrecht von Haller...) à d'autres penseurs tels que Maupertuis, Diderot ou encore Buffon, qui sont érigés en héros de la Révolution et des Lumières.

«Pourtant, les premiers, même si leurs écrits sont parfois imbibés de religiosité et d'admiration devant la nature, sont de vrais savants, déplore Marc Ratcliff. Ils ont travaillé dans des laboratoires, expérimenté avec leurs mains et publié dans des journaux scientifiques de référence. Les seconds ne sont pas des naturalistes de formation mais des mathématiciens, des philosophes, des littéraires. Ces gens-là – novateurs sur le plan politique et anticléricaux – écrivent sur la biologie et développent des idées matérialistes qui sont, en gros, dans la lignée de Démocrite et de ce qui s'écrivait dans l'Antiquité.» ■

Anton Vos



Portrait de Charles Bonnet, gravure 1779.

La science du sexe



Le sexe, cela se passe dans le cerveau. C'est pourquoi les mécanismes à la base du désir sexuel font actuellement l'objet d'études par imagerie cérébrale. La neuro-imagerie représente en effet un axe de recherche prometteur et en plein développement en sexologie. Elle permet en tout cas de suivre, au centième de seconde près, la propagation de la réponse sexuelle dans les différentes aires du système nerveux central. Les avancées dans ce domaine sont l'un des thèmes présentés dans un ouvrage collectif intitulé *Sexologie, naissance d'une science de la vie* et écrit par Francesco Bianchi-Demicheli, responsable de l'Unité de gynécologie psychosomatique et sexologie aux Hôpitaux universitaires de Genève et chargé de cours à la Faculté de médecine, Stephanie Ortigue, professeure assistante

au Département de neurosciences fondamentales, et Georges Abraham, ancien professeur à la Faculté de médecine. Les auteurs y présentent la sexologie comme une science de la vie, au même titre que n'importe quelle autre discipline scientifique basée sur les preuves. Ils passent en revue les pionniers des recherches comportementales, psychologiques et physiologiques, depuis Sigmund Freud et Auguste Forel jusqu'aux Américains Alfred Kinsey, William Masters et Virginia Johnson. Mais la sexologie, aujourd'hui, est profondément transdisciplinaire et a tissé des liens avec la biochimie, la génétique, l'endocrinologie, la psychologie, la psychiatrie, l'anthropologie, et, *last but not least*, les neurosciences. **A. VS**

«SEXOLOGIE, NAISSANCE D'UNE SCIENCE DE LA VIE», PAR FRANCESCO BIANCHI-DEMICHELI, STEPHANIE ORTIGUE ET GEORGES ABRAHAM, PRESSES POLYTECHNIQUES ET UNIVERSITAIRES ROMANDES, COLL. LE SAVOIR SUISSE, 2012, 115 P.

Parcours de vie autour du retard mental



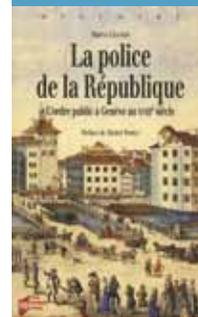
Le thème est le parcours de vie. Le personnage central, ou du moins celui qui relie tous les auteurs de cet ouvrage, est la personne avec retard mental. *Étapes de vie, étapes de soins* regroupe des témoignages d'une quarantaine de professionnels, rassemblés par Giuliana Galli Garminati, responsable de l'Unité de psychiatrie du développement mental au Département de santé mentale et de psychiatrie des Hôpitaux universitaires de Genève et chargée de cours à la Faculté des sciences, et Alfonso Méndez, psychologue au sein de la même unité. Médecins, professeurs, infirmières, éducateurs, responsables administratifs et autres spécialistes travaillant avec de tels patients regardent, réfléchissent et racontent leur parcours de vie et de soin.

Sont évoqués non seulement les parcours professionnels de chacun ou ceux de leurs patients mais aussi l'évolution des structures de soins et d'accueil et les changements politiques et administratifs dont les auteurs ont été témoins. De provenance, culture et religion diverses, les auteurs plongent le lecteur dans autant d'histoires singulières qui résistent à la tentation de normalisation qui est l'une des caractéristiques de la société actuelle. Même dans la prise en charge psychiatrique de patients souffrant de retard mental. **A. VS**

«ÉTAPES DE VIE, ÉTAPES DE SOINS», TEXTES RASSEMBLÉS PAR GIULIANA GALLI CARMINATI ET ALFONSO MÉNDEZ, ÉD. MÉDECINE ET HYGIÈNE, 2012, 334 P.

Surveiller et prévenir

Mais que fait la police ou – plus exactement – que faisait-elle au temps des Lumières? Au travers du cas genevois, c'est la question à laquelle s'attache Marco Cicchini, maître assistant au Département d'histoire moderne (Faculté des lettres) dans cet ouvrage. Avec pour objectif de redonner au sujet «sa complexité et son épaisseur», l'auteur dresse le portrait d'un corps qui, jusqu'à la fin du XVIII^e siècle n'est pas l'affaire de policiers – le terme n'existant pas



encore – mais d'une multitude d'intervenants. Chapeauté par le Tribunal du lieutenant, l'institution s'appuie non seulement sur la garnison lorsqu'il s'agit de prêter «main-forte» aux autorités, mais aussi sur divers

auxiliaires (auditeurs, huissiers, consignateurs, dizeniers ou «mouches») qui dressent des ponts entre la rue et le pouvoir. C'est que cette police d'Ancien Régime, qui aspire «à socialiser les individus aux usages urbains et aux valeurs républicaines», se veut plus préventive que répressive. Chargée de régler les mille détails indispensables à l'ordre public, elle contrôle les flux migratoires, règle les différends liés aux subsistances, surveille les déambulations nocturnes des citoyens... Fruit d'une négociation constante entre des acteurs aux exigences souvent divergentes, le système n'est pas pour autant figé. Sous l'influence de la rationalisation des normes écrites, de l'essor du personnel subalterne, du recours croissant à la force militaire et du développement de nouvelles techniques policières, il ne va d'ailleurs cesser d'évoluer jusqu'à son entrée dans la modernité, consacrée par la Constitution de 1794. **VM**

«LA POLICE DE LA RÉPUBLIQUE. L'ORDRE PUBLIC À GENÈVE AU XVIII^e SIÈCLE», PAR MARCO CICHINI, PRESSES UNIVERSITAIRES DE RENNES, 409 P.

DENIS DUBOULE ÉLU À LA ROYAL SOCIETY

Denis Duboule, professeur de génétique à l'Université de Genève et à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne et directeur du pôle de recherche national Frontiers in Genetics, vient d'être élu membre de la prestigieuse Royal Society britannique. Cette nomination salue ses travaux scientifiques d'excellence notamment sur les gènes architectes. A partir du 13 juillet, le professeur Duboule rejoindra donc officiellement les quelque 1500 membres de la Royal Society parmi lesquels on a compté Isaac Newton, Charles Darwin ou encore Albert Einstein.

L'UNIGE SIGNE UNE CONVENTION AVEC L'ASSOCIATION SAVOIR PATIENT

L'Université de Genève et l'Association Savoir Patient (ASAP) ont signé en mai dernier une convention qui définit les modalités de leur collaboration en termes d'expertise, d'enseignement et de recherche. L'ASAP a pour objectif principal d'aider les personnes confrontées à un problème de santé. La majorité de ses activités concerne les patientes touchées par le cancer du sein. L'une de ses activités vise à favoriser la synergie entre ces dernières et les professionnels, l'un des objectifs étant de valoriser leur savoir en matière d'effets adverses des traitements. Active depuis bientôt dix ans, l'association collabore étroitement depuis longtemps avec le Registre genevois des tumeurs de la Faculté de médecine.

LE FNS LANCE SA DEUXIÈME CAMPAGNE «AGORA»

La deuxième mise au concours pour le subsidé «Agora» du Fonds national de la recherche scientifique est lancée depuis le 15 mai dernier. Dans ce cadre, des subsides variant entre 5000 et 200000 francs seront accordés pour une durée maximale de trois ans à des projets destinés à promouvoir le dialogue avec le grand public, autour de la recherche scientifique et de ses implications pour la société. Les projets présentés peuvent prendre différentes formes mais tous doivent proposer une participation active du public: exposition, événement,

débat, plateforme internet, jeu ou encore production artistique. Les requêtes peuvent être déposées jusqu'au 15 août. Dès la phase de conception des projets, les requérants sont invités à prendre contact avec les services de communication de leur institution, de manière à ce que le projet puisse être intégré dans la stratégie de communication globale de l'établissement. Un préavis institutionnel, donné par les commissions de recherche, est également nécessaire, de la même manière que pour les autres requêtes FNS. (www.snf.ch/agora, agora@snf.ch)

DOMINIK MÜLLER NOMMÉ PRÉSIDENT DU JURY FÉDÉRAL DE LITTÉRATURE

Le Département fédéral de l'intérieur a nommé le premier jury fédéral de la littérature avec à sa tête, comme président, Dominik Müller, maître d'enseignement et de recherche au Département de langue et littérature allemandes de la Faculté des lettres.

MICHELINE CALMY-REY, PROFESSEURE INVITÉE À L'UNIGE

L'Université de Genève accueille une nouvelle professeure au parcours qui sort de l'ordinaire. L'ancienne présidente de la Confédération Micheline Calmy-Rey a en effet rejoint le 1^{er} mai dernier l'alma mater en tant que professeure invitée bénévole. Par son expérience et sa connaissance de nombreux acteurs des relations internationales, elle contribuera significativement au rayonnement de l'UNIGE dans ce domaine.

Impressum

CAMPUS

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

SECRÉTARIAT, ABONNEMENTS

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

RESPONSABLE DE LA PUBLICATION

Didier Raboud

RÉDACTION

Vincent Monnet, Anton Vos,
Pascal Vermot

CORRECTRICE

Samira Payot
www.lepetitcorrecteur.com

DIRECTION ARTISTIQUE ET GRAPHISME

adb Atelier Dominique Broillet
Chatty Ecoffey

IMPRESSION

Atar Roto Presse SA, Vernier

PUBLICITÉ

Go! Uni-Publicité SA
Rosenheimstrasse 12
CH-9008 St-Gall/Suisse
T 071/544 44 80
F 071/244 14 14
printmedia@go-uni.com

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

ARCHIVE OUVERTE

Une partie des articles scientifiques, ouvrages ou thèses cités dans ce magazine peuvent être consultés sur le site: <http://archive-ouverte.unige.ch>
ISSN: 1664-9958

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

Besoin de bouger?

Le Bureau des sports propose une cinquantaine d'activités physiques et sportives

**UNE PRESTATION
«ÉTUDIANT+»**



www.unige.ch/etudiantplus

⇒ Sports



UNIVERSITÉ
DE GENÈVE