

science Le Monde & médecine

Art et science, le choc des imaginaires



Le spectacle « Secret (Temps 2) » fait partie du projet « Attraction », de Johann Le Guillerm : une recherche tous azimuts sur l'équilibre, les points de vue, le mouvement, la matière et le temps. Ici, à Calais, en 2012. PHILIPPE CIBILLE

Un nombre croissant de projets associent artistes et scientifiques. Pourquoi cet attrait réciproque ? Les chercheurs disent y gagner en recul sur leurs pratiques, tandis que les artistes trouvent des sujets nouveaux. Enquête

CATHERINE MARY

Comment reprendre la main sur l'action ? dans un monde où « on n'agit plus, où avant on agissait, mais plus maintenant (...), où des choses agissent mais sans nous, en dépit de nous ». Pour explorer cette question, sur scène, trois comédiens s'amuse à composer des phrases à partir de mots piochés au hasard dans un dictionnaire. « Agir, c'est activer le levier du monde et prendre une photo du résultat », s'aventure l'un d'eux. Puis la scène se transforme en un chantier mouvant où apparaissent de surprenantes machines.

Les comédiens débattent alors du principe de Newton – « s'allonger sous un arbre et attendre » –, de la sélection naturelle – « essayer plein de trucs aléatoirement et sélectionner ce qui marche »...

Rien à voir avec la science ? Si, pourtant. *Nil Actum*, le dernier spectacle du groupe des n + 1 de la compagnie Les Ateliers du spectacle est le résultat d'un projet de recherche inédit mené par les comédiens au cours de résidences d'artistes dans les laboratoires de différentes institutions scientifiques incluant l'Inria, le CNRS, l'université Paris-Saclay, l'université d'Evry, le laboratoire de mathématiques J. Leray de l'université de Nantes, l'Institut des neurosciences de Grenoble et le CEA. Ils ont

conçu un protocole de recherche, sous la forme d'un jeu de cartes intitulé « Changer le monde », auquel les chercheurs ont joué au cours d'une expédition sur le plateau du Vercors.

« Là où les n+1 sont très forts, c'est qu'ils nous remettent en perspective les raisons pour lesquelles on fait de la recherche. Ils nous poussent à comprendre pourquoi on est curieux. Ça suscite de nouvelles questions scientifiques », s'enthousiasme la neuroscientifique Hélène Løevenbrück, du Laboratoire de psychologie et neurocognition de Grenoble, qui a participé à l'expédition sur le plateau du Vercors. « Avec eux, je me suis rendu compte que l'introspection, c'était un outil exceptionnel, et qu'il ne fallait surtout pas s'empêcher d'en faire en tant que scientifique. Et pousser ceux qui participent à nos recherches à en faire », ajoute-t-elle. « On s'est retrouvés avec une toile tissée d'informations et nos réflexions se sont mises à converger, se souvient son collègue de l'Institut de neurosciences de Grenoble, Antoine Depaulis. Travailler sur la peur était, par exemple, un élément central de cette réflexion, poursuit-il.

Ça m'a fait me rendre compte que je voulais mettre plus d'humain dans ce que je faisais », ajoute Tristan Caroff, du CEA de Grenoble. « On s'est mis dans des carcans sans s'en rendre compte et, eux, ils les font exploser », ajoute Grégory Cwicklinski, du CEA de Grenoble.

Cursus universitaires, colloques et résidences alliant art et sciences foisonnent au sein des institutions scientifiques. En témoignent le partenariat récemment mis en place entre l'Atelier Art-Sciences de Grenoble et l'Akademie Schloss Solitude à Munich, une fondation publique accueillant des résidences interdisciplinaires d'artistes, ou la création, en 2017, d'une chaire arts-sciences par l'Ecole polytechnique, l'Ecole nationale supérieure des arts décoratifs et la Fondation Daniel et Nina Carasso. L'ambition ? Mieux penser la complexité des questions posées par les mutations contemporaines, grâce à une approche pluridisciplinaire faisant dialoguer les sciences dites « dures », l'art et les sciences humaines.

→ LIRE LA SUITE PAGES 6-7

Cent réfugiés scientifiques trouvent asile en France

Le Programme national d'aide à l'accueil en urgence des scientifiques en exil livre son premier bilan. Son financement sur le long terme reste épineux.

PAGE 4



Portrait Un astronome en première ligne

Le Belge Michaël Gillon, soldat pendant sept ans avant de bifurquer vers la science, va recevoir le prix Balzan pour ses travaux sur la détection des planètes extrasolaires.

PAGE 10



Climat : menace pour la santé mentale

Les cyclones ne ravagent pas que les biens et les corps, ils abîment les cerveaux à travers le stress post-traumatique. D'autres bouleversements liés au réchauffement vont avoir des impacts psychologiques majeurs.

PAGE 2

Le réchauffement climatique affecte notre santé mentale

PSYCHIATRIE - Montée des eaux, migrations climatiques, cyclones... Les conséquences du réchauffement engendrent des désordres psychologiques, de la dépression au syndrome de stress post-traumatique. Et de plus en plus de personnes vont y être exposées

Brandon Wagner pensait avoir survécu à l'ouragan Katrina. Après avoir vu sa maison détruite, ainsi qu'une grande partie de son quartier, elle estimait faire partie des « chanceux », ceux qui n'avaient subi que des dégâts matériels. Ce n'est que quelques mois plus tard, alors qu'elle reconstruisait sa maison, qu'elle s'est effondrée. « Je me suis mise à pleurer sans arrêt, j'étais accablée par des crises d'angoisses alors que le danger était passé, explique-t-elle. J'ai mis du temps avant de faire le lien avec Katrina. » Aujourd'hui, cette Américaine est reconnue handicapée. Son anxiété et sa dépression l'empêchent de travailler et elle est suivie pour dépendance à l'alcool et aux opioïdes.

Mais à La Nouvelle-Orléans, Brandon Wagner n'est pas un cas isolé. « Quand les gens pensent au changement climatique, ils pensent d'abord à ses effets sur l'environnement et sur la santé physique, explique Susan Clayton, professeure de psychologie et coauteure du rapport « Santé mentale et changement climatique », publié en mars par l'Association américaine de psychologie et l'ONG EcoAmerica. Mais les effets sur la santé mentale, bien que peu reconnus, affectent également un nombre considérable de personnes. »

Taux de suicide triplé

Au lendemain de Katrina ou plus récemment lors des cyclones – dont les modèles prédisent que l'intensité devrait être encore renforcée par le réchauffement climatique – comme Harvey, Irma ou Maria, parmi les plus violents, de nombreux survivants ont ressenti des effets psychologiques de la catastrophe. Les problèmes de perte de mémoire, les troubles cognitifs se sont multipliés. Ce syndrome, surnommé « cerveau de Katrina » par Ken Sakauye, professeur de psychiatrie à l'université de Louisiane, avait touché une grande partie de la région sinistrée. « Même si plus de la moitié de la population de La Nouvelle-Orléans a été évacuée, les appels d'assistance psychiatrique ont augmenté de 61 % dans les mois après l'ouragan », explique le chercheur dans une étude publiée en 2014, qui précisait que le taux de suicide de la ville avait également triplé dans les deux ans qui ont suivi la catastrophe.

Selon les individus, les effets psychologiques sont variables, du stress passer à la dépression ou au syndrome de stress post-traumatique (SSPT). Ce même syndrome qui affecte certaines victimes d'attentats ou de guerre. Les symptômes se traduisent généralement par des flash-back de l'événement, une augmentation de l'anxiété, « certaines personnes cherchent également à échapper à tout souvenir de la catastrophe soit en déménageant, soit en se confinant chez elles les



Après l'ouragan Irma, à Immokalee, en Floride, le 12 septembre. STEPHEN YANG/REUTERS

jours de mauvaise météo », explique Susan Clayton. Certains groupes de population sont particulièrement vulnérables. C'est le cas notamment des enfants, des personnes âgées, des intervenants d'urgence. Les personnes avec les revenus les plus bas sont également plus affectées : elles vivent dans des zones plus vulnérables et ont moins de ressources pour se remettre des effets des catastrophes. « En général, après une catastrophe, les survivants ressentent de la gratitude, de la joie d'avoir échappé au pire, poursuit la chercheuse. Ce n'est que plus tard que commence à apparaître le stress lié aux difficultés à surmonter. Pour les enfants cela peut survenir à l'âge adulte. »

Mais les catastrophes ponctuelles ne sont pas les seuls effets du bouleversement climatique. Selon les chercheurs en psychiatrie, en matière de santé mentale les changements climatiques peuvent être divisés en trois catégories : les catastro-

phes naturelles telles que les inondations et les ouragans, les changements plus lents, comme l'augmentation de la température ou du niveau des mers, et enfin la perte de réseaux sociaux ou de capital social, liée aux migrations climatiques ou à la dégradation des terres agricoles. Selon le rapport « Santé mentale et changement climatique », les températures élevées entraînent par exemple des comportements plus violents, les migrations, des effets d'isolement et de dépression, et les sécheresses impliquent des pertes économiques qui, à terme, jouent sur la santé mentale des agriculteurs. « Les événements ponctuels comme Katrina sont plus dramatiques et plus susceptibles d'être traumatisants. Cependant ce sont également ceux qui sont les plus courts et dont nous pouvons nous relever, continue la scientifique américaine. Les changements à long terme affectent plus de personnes, entraînent plus de

bouleversements irréversibles, comme l'exposition aux maladies, l'insécurité alimentaire. »

Il est difficile pour les chercheurs d'estimer le nombre de personnes affectées mentalement par ces différents effets climatiques. Selon les catastrophes étudiées, le taux de personnes souffrant de problème de santé mentale comme le SSPT peut monter à 40 % ou 50 %. Pour ce qui est des effets à long terme, comme les migrations, les personnes touchées se comptent en millions. Selon le Haut-Commissaire de l'ONU pour les réfugiés, près de 250 millions de personnes seront déplacées d'ici à 2050 à cause des conditions météorologiques extrêmes, de la baisse des réserves d'eau et de la dégradation des terres agricoles. Autant de personnes susceptibles de présenter des troubles psychologiques.

Mais nul besoin d'être touché directement pour ressentir des effets sur la santé mentale. Selon un rapport européen sur la perception du changement climatique, 41 % des Français se disent très inquiets ou extrêmement inquiets face au changement climatique. « Au total, on estime entre 20 % et 40 % le taux de la population mondiale inquiète face au changement climatique, ce qui est déjà un effet psychologique léger », explique Susan Clayton. En effet, à terme, les gens affectés sont plus susceptibles de présenter des comportements à risque, comme l'alcoolisme et la toxicomanie, ou d'avoir des difficultés au travail. « Si les gens vont mal psychologiquement, cela a un impact direct sur la société », avertit la chercheuse.

Difficile diagnostic

Mais le lien avec les catastrophes naturelles est parfois difficile à détecter. « Les médecins ne sont pas formés au psychotraumatisme », explique Louis Jehel, professeur de psychiatrie et responsable d'une cellule d'urgence médico-psychologique dans les Antilles françaises. Lors de l'évaluation psychologique, les cliniciens ne posent pas forcément les questions qui permettent de voir la connexion avec le changement climatique. « Une importante partie de la population exposée risque donc de ne pas être diagnostiquée et donc pas prise en charge. »

Pour modérer les effets psychologiques, les chercheurs insistent sur la nécessité d'un accompagnement postcatastrophe, de mise en place de cellules psychologiques ainsi que de réseaux associatifs. « Il est indispensable de favoriser les connexions sociales, pour que les gens puissent s'appuyer sur d'autres personnes et s'entraider », explique Thomas Doherty, psychologue spécialisé dans les catastrophes climatiques. Encourager les populations à s'impliquer dans la reconstruction permet également de donner un sentiment d'efficacité. « Il est important de promouvoir une perspective positive, continue-t-il. Il faut que les autorités insistent sur les moyens de répondre à ces défis. » Les chercheurs sont unanimes, avec les effets du changement climatique qui s'intensifient, il est impératif de mieux préparer les populations aux dangers physiques et psychologiques. ■

C. TH.

CLÉMENTINE THIBERGE

DÉLICATE PRISE EN CHARGE À SAINT-MARTIN

A l'hôpital Marigot de Saint-Martin, les patients continuent d'affluer, deux mois après le passage de l'ouragan Irma. L'unité médico-psychologique, qui s'est installée dans l'hôpital faute de locaux, ne désemplit pas. Au total, plus de 1800 personnes ont été prises en charge dans le mois qui a suivi l'ouragan. « Et les consultations sont toujours en augmentation, explique Arlène Jeffry, psychologue clinicienne à Saint-Martin. Au début on avait 100 personnes par semaine, puis c'est passé à 500. »

Alors que les premiers temps ont été occupés à reconstruire les locaux, à assurer les nécessités premières et à rétablir les communications, aujourd'hui les besoins sont psychologiques. Certaines associations, comme France Victimes, s'occupent spécifiquement de cet aspect. « Dans l'urgence absolue, on ne fait pas beaucoup de psy, explique Olivia Mons, porte-parole de l'association. Mais au bout de deux mois, les besoins immédiats sont à peu près comblés et les problématiques juridiques et psychologiques commencent alors à apparaître. »

Certains habitants de l'île se présentent alors spontanément aux urgences ou dans les cellules de soutien. Mais pour la plupart, cette démarche n'est pas naturelle. « Il y a peu de verbalisation spontanée, commente Arlène Jeffry. Alors qu'il est nécessaire de mettre

des mots sur ce qui fait mal. A nous, donc, de repérer les personnes sensibles pour les amener à consulter. »

Et pour être sûr de n'oublier personne, les professionnels vont directement au contact des populations. Un travail qui nécessite un important déploiement de médecins et beaucoup de temps. « Dans le jargon des associations, on appelle ça des maraudes, explique Olivia Mons. Les psychologues, les professionnels se baladent dans la rue pour rencontrer les gens. Certains ne viennent pas forcément nous voir car ils pensent aller bien, puis, au détour d'une conversation, ils s'effondrent. »

Risque reconnu

Aujourd'hui, les dangers psychologiques des catastrophes naturelles de cette ampleur sont bien pris en compte en France. « Aussi bien au niveau politique que médical, c'est un risque qui est reconnu et plutôt bien géré, explique Louis Jehel, psychiatre et responsable de la cellule psychologique pour les Antilles. La direction générale de la santé prend la mesure de l'importance du problème, pour preuve, les dispositifs CUMP ont été déployés très rapidement. » Ces cellules d'urgence médico-psychologique (CUMP) sont une spécificité française. Créées en 1995 lors de la vague d'attentats terroristes en France, ces dispositifs régionaux accueillent les personnes en état de choc. Composés de psychiatres, de psychologues et

d'infirmiers spécialement formés à l'action d'urgence, ils permettent une prise en charge psychologique rapide afin d'enrayer un possible déclenchement de stress post-traumatique. « Contrairement aux pays anglo-saxons, qui déploient une aide sociale, la France déploie une aide médico-psychologique, poursuit le professeur. Les patients sont tout de suite pris en charge par des médecins spécialisés. »

Les CUMP venues de métropoles sont arrivées sur l'île le 14 septembre pour apporter un soutien logistique aux équipes locales. Au total, plus de 130 équipiers ont été déployés sur les Antilles françaises. Le caractère insulaire du territoire a rendu l'intervention des médecins particulièrement difficile. « Lors d'événement traumatique, le premier geste des secours est de mettre les gens à distance de l'événement, en sécurité, explique Louis Jehel. Ici, c'est impossible, toute l'île est dévastée. Ce sentiment d'insécurité ajoute du stress à un contexte déjà traumatique. »

Mais ces dispositifs n'ont pas vocation à suivre les patients sur le long terme. Un mois après l'ouragan, les CUMP ont été démobilisées. « Après, c'est aux dispositifs locaux d'apporter le soutien psychologique », explique Olivia Mons : les associations locales, France Victimes ou encore le service de psychiatrie de l'hôpital de Saint-Martin. « Nous avons eu un réel soutien

au niveau national, les équipes de métropole se sont mobilisées et ont su s'adapter aux particularités de l'île, se félicite Arlène Jeffry. Mais aujourd'hui, nous sommes en sous-effectif. »

Saint-Martin compte deux psychologues et deux psychiatres pour 35 000 habitants. La mise en place d'une unité de psychotraumatisme permanente que souhaite Arlène Jeffry nécessiterait un afflux de professionnels formés. « En attendant, nous réfléchissons à des dispositifs comme la mise en place d'une ligne téléphonique de soutien psychologique ou des téléconsultations », continue la psychologue.

Car le suivi à long terme est indispensable. Certaines personnes peuvent en effet ressentir des effets psychologiques différés. Les futurs événements climatiques seront également des moments difficiles pour les personnes les plus vulnérables. « Les alertes météo, qui sont nombreuses dans ces régions, vont être désormais plus douloureusement vécues par certaines personnes », explique Louis Jehel. Le travail d'accompagnement pourrait parfois durer plusieurs années.

Selon Olivia Mons, il est indispensable de s'occuper des besoins psychologiques de manière prioritaire car « on peut reconstruire les bâtiments autant qu'on veut, si on ne reconstruit pas les hommes qui font marcher l'île, ça ne sert à rien ». ■

LAURÉATS 2017
PRIX COUPS D'ÉLAN POUR LA RECHERCHE FRANÇAISE



VALÉRIE CASTELLANI

Comprendre la formation du système nerveux et ses altérations
dans les cancers pédiatriques
INSTITUT NEUROMYOGÈNE - LYON



AXEL INNIS

Contrôler le développement des bactéries et leur fonctionnement
pour lutter contre l'antibiorésistance
INSTITUT EUROPÉEN DE CHIMIE ET BIOLOGIE - BORDEAUX



MARCELO NOLLMANN

Étudier l'architecture des chromosomes
CENTRE DE BIOCHIMIE STRUCTURALE - MONTPELLIER



TERENCE STRICK

Explorer la réparation moléculaire de l'ADN
INSTITUT DE BIOLOGIE DE L'ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE - PARIS

théra • Photo : © C. ACKER pour CAPA

CES CHERCHEURS MISENT SUR LES FORCES DU VIVANT

LA FONDATION BETTENCOURT SCHUELLER CULTIVE LEURS TALENTS
POUR CONTRIBUER AU RAYONNEMENT DE LA RECHERCHE FRANÇAISE
ET À L'AMÉLIORATION DE LA SANTÉ HUMAINE.

Les Prix Coups d'élan pour la recherche française sont attribués chaque année, depuis 2000, à quatre laboratoires publics de recherche biomédicale (CNRS et Inserm).

Les dotations sont destinées à améliorer les infrastructures et les conditions de travail des chercheurs.

La Fondation Bettencourt Schueller accompagne les chercheurs en sciences du vivant aux moments clés de leur carrière à travers des prix scientifiques et des dons.

Depuis 1990, 391 prix ont été décernés et plus de 5 000 chercheurs encouragés. Son action se déploie également dans les arts et la solidarité.



FONDATION
BETTENCOURT
SCHUELLER

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE DEPUIS 1987

www.fondationbs.org

Cent chercheurs trouvent refuge en France

RECHERCHE - Le Programme national d'aide à l'accueil en urgence des scientifiques en exil vient de tirer son premier bilan. Turcs et Syriens en sont les principaux bénéficiaires

Sauver une vie, sauver des idées», tel est le slogan du Programme national d'aide à l'accueil en urgence des scientifiques en exil (Pause). Au Collège de France, qui pilote ce programme, son premier bilan a été livré jeudi 9 novembre, après moins d'un an d'existence. Pause est un dispositif de soutien aux chercheurs ou doctorants menacés dans un pays en guerre ou opprimés pour leurs opinions, religions, etc.

«Ce programme a ranimé mes projets scientifiques», a témoigné à la tribune Sami Youssef, agronome syrien, accueilli par l'université de Montpellier et qui a eu la possibilité de publier plusieurs articles sur la biodiversité de sa région. «A cause de la guerre en Syrie, mes déplacements sur le terrain en tant qu'archéologue devenaient dangereux. Des collègues sont même morts», a relaté Komait Abdallah, spécialiste des mosaïques anciennes. Grâce à Pause, je peux continuer mon œuvre de documentation du patrimoine syrien en préparant l'édition d'un livre.»

Chercheurs réprimés

Pause octroie une subvention d'environ 30 000 euros pendant un an à une université ou à un établissement de recherche accueillant le ou la bénéficiaire, ce qui représente environ 60% de l'investissement total. En plus du salaire, il faut ajouter des cours de langue, une aide au logement éventuelle, à la famille...

En trois vagues, quatre-vingt-dix-huit «lauréats» – sur cent soixante-quatorze demandes – ont été accueillis dans cinquante-six établissements et organismes de recherche. Créé à l'origine pour protéger des chercheurs syriens, le programme a vu affluer les demandes de Turquie, où le gouvernement réprime sévèrement les universitaires depuis 2016 et le coup d'Etat avorté. Résultat, Pause soutient cinquante-sept chercheurs de ce pays, dix-huit Syriens, trois Yéménites; les autres viennent d'Algérie, d'Irak, du Venezuela... La moitié sont des femmes. 10% sont professeurs, 33% doctorants et, les autres sont post-doctorants ou maîtres de conférences. La plupart sont arrivés légalement en France, même si cer-



GIULIA D'ANNA LUPO

tains cas ont nécessité l'appui zélé du ministère des affaires étrangères. Nombre des bénéficiaires ont profité de leur formation antérieure ou de relations en France.

Depuis la seconde guerre mondiale et l'initiative du biochimiste Louis Rapkine, notamment, pour organiser l'exil de chercheurs juifs, la France n'avait pas de dispositif national pour protéger ces intellectuels, contrairement aux Etats-Unis (Scholar Rescue Fund, depuis 1919), au Royaume-Uni (Council for At-Risk Academics, depuis 1933), l'Allemagne (Philipp Schwartz Initiative, depuis 2015). Ce «retard» français avait été relevé dans un rapport de Liora Israël, maître de conférences à l'Ecole des hautes études en sciences sociales (EHESS), en 2016, qui avait servi de base pour créer Pause. Celui-ci entretient désormais des liens avec les autres programmes pour augmenter les solutions proposées aux chercheurs menacés.

«Doit-on se contenter de dire bienvenue quand il conviendrait aussi de dire merci?», a souligné, lors de cette réunion, Patrick Boucheron, professeur d'histoire au

Collège de France. Car, au-delà des raisons humanitaires, «nous faisons cela aussi pour les valeurs communes de la science», a précisé Fabienne Blaise, présidente de l'université Lille-III. «Il faut tout faire pour que les carrières de ces scientifiques ne s'arrêtent pas. La continuité est primordiale dans nos métiers», a-t-elle ajouté.

Importance vitale

L'ancien secrétaire d'Etat à la recherche Thierry Mandon, à l'origine du programme lancé en janvier, a rappelé que «Pause est d'une importance vitale pour la science». Une chercheuse yéménite, Fatima Al-Zawiya, poursuit ainsi en France son travail sur le patrimoine oral de son pays, menacé par les intégristes locaux. «J'espère que les générations futures seront reconnaissantes à la France de cette préservation», dit-elle.

A la tribune, les difficultés n'ont pas été esquivées. «Ce qui me soucie concerne la sortie du programme: que se passera-t-il après un, voire deux ans, pour ces chercheurs?», se demande Alain Prochiantz, administrateur

du Collège de France. D'autant que les situations difficiles dans leurs pays d'origine persistent généralement longtemps.

Autre point d'interrogation: le financement. «Sécuriser l'assise financière du programme est crucial», a expliqué Laura Loheac, directrice exécutive de Pause. Du financement privé sera nécessaire. Pour 2017 et les cent premières subventions, 2 millions d'euros ont été apportés par le ministère de la recherche. L'entreprise Michelin, par sa fondation d'entreprise, s'est engagée sur deux ans pour 200 000 euros.

Pour 2018, le ministre de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation, Frédérique Vidal, a annoncé l'augmentation de 1 million d'euros de la participation de son ministère. Les ministères des affaires étrangères et de la culture aideront aussi à hauteur de 200 000 euros chacun. Une seule autre entreprise, Capital Fund Management, a rejoint le programme après l'appel aux dons de la Fondation de France. Pas de quoi doubler pour l'instant l'effort public. ■

DAVID LAROUSSIERE

TÉLESCOPE

GÉNÉTIQUE

Le prix Bower pour le Français Philippe Horvath

Le biochimiste français Philippe Horvath recevra, en avril prochain, le prestigieux prix Bower 2018. L'académie Franklyn, qui décerne, depuis 1824, ses médailles à des scientifiques de différents domaines et, depuis 1990, le prix Bower «pour l'avancée de la science», avait décidé cette année d'honorer un chercheur dans le domaine de l'édition du génome. Elle n'a pas choisi le duo phare inventeur en 2012 du système Crispr-Cas9, Jennifer Doudna et Emmanuelle Charpentier, ou encore le biologiste qui l'a adapté aux cellules végétales et animales, Feng Zhang, mais Philippe Horvath et ses «découvertes fondatrices». En 2007, l'équipe de ce chercheur employé de l'entreprise de fabrication de produits laitiers Danisco (rachetée depuis par DuPont) avait démontré que les séquences Crispr des bactéries constituaient la base d'un système immunitaire de lutte contre les virus.

ARCHÉOLOGIE

Découverte d'un cimetière médiéval au Mont-Saint-Michel

Un cimetière datant du Moyen Age a été découvert au Mont-Saint-Michel, lors de travaux de réfection de canalisations sous la rue principale, a annoncé l'Institut national de recherches archéologiques préventives (Inrap), vendredi 10 novembre. «La fouille, en janvier, du cimetière nous a permis de mettre au jour une quarantaine de sépultures dans des états de conservation variés (peu sont complètes)», a indiqué à l'AFP Elen Esnault, responsable de l'opération à l'Inrap. Ce cimetière a été «en partie abandonné» au milieu du XIII^e siècle au moment de la construction d'une enceinte fortifiée, a précisé Elen Esnault. Ces recherches ont permis de mettre en évidence que le village du Mont-Saint-Michel s'était «resserré au XIII^e siècle», alors



qu'il était «plus étendu à l'origine», peut-être en raison d'une attaque des Bretons en 1204, a précisé la chercheuse. Des analyses au carbone 14 sont en cours afin de déterminer la date de création du cimetière. Les résultats devraient être connus début 2018, selon l'Inrap. (PHOTO: E. COLLADO/INRAP) – (AFP)

RECHERCHE

Une usine à neurones

Des chercheurs ont réussi à fabriquer des neurones à partir de cellules souches (embryonnaires ou pluripotentes) en éteignant seulement un gène grâce à une technique d'édition par Crispr. Cette technique est plus rapide que la différenciation naturelle des cellules souches en cellules nerveuses, souligne le chercheur David Vilchez (Cologne), principal auteur de l'étude. Si ces résultats prometteurs se confirment, cette approche pourrait être utile pour générer des populations de neurones en laboratoire, afin d'étudier des pathologies neurodégénératives (comme la maladie d'Alzheimer, de Parkinson ou encore d'Huntington) et de tester des médicaments.

> Vilchez et al., «Nature Communications», 13 novembre.

La mouche, reine des algorithmes ?

BIOMIMÉTISME - L'odorat de la drosophile montre des analogies avec des moteurs de recherche

Distinguer des images et reconnaître des odeurs, que l'on soit un ordinateur ou une mouche, ce n'est pas si différent. C'est ce que viennent de montrer des chercheurs californiens dans un article publié dans la revue *Science*, jetant un pont inattendu entre biologie et informatique. Saket Navlakha (Salk Institute, La Jolla) et ses collègues ont décortiqué le système olfactif de la drosophile et en ont tiré un algorithme qu'ils ont mis à l'épreuve dans un problème fondamental en informatique, la recherche de similarités. Ils ont constaté qu'il s'en tirait mieux que certaines fonctions utilisées dans des moteurs de recherche.

Le point de départ, c'est donc le système olfactif du diptère, qui engendre l'équivalent d'«étiquettes» neurales pour chaque odeur, à travers une cascade d'impulsions nerveuses. Dans le nez de la mouche – en fait ses antennes – rési-

dent cinquante neurones récepteurs des odeurs, réagissant de façon distincte au type et à l'intensité des molécules présentes dans l'environnement. Ils sont reliés à des neurones intermédiaires, qui eux-mêmes sont connectés de façon aléatoire à une poignée de neurones parmi deux mille. Ces interconnexions amplifient la finesse de l'analyse des odeurs et permettent une meilleure discrimination. Dans cette architecture, deux odeurs assez semblables porteront alors la même étiquette. L'intérêt évolutif? Engendrer un même comportement approprié – se diriger vers de la nourriture, un partenaire...

Quel rapport avec l'informatique? Cette structure neuronale présente des correspondances frappantes avec des fonctions dites «LSH» (locality-sensitive hash). Celles-ci servent à résoudre de nombreux problèmes de recherche de similarités, essentielle

dans les requêtes d'informations, la compression de données ou encore l'apprentissage machine. Le circuit olfactif de la mouche fonctionne exactement comme une variante subtile de LSH. Testé sur des jeux de données de petite taille (10 000 items) afin de trouver des similitudes entre des images ou des mots, un algorithme «diptero-inspiré» s'est montré jusqu'à trois fois plus efficace que des fonctions LSH classiques.

Petit corpus

«C'est vraiment intéressant d'avoir dressé ce parallèle entre biologie et ordinateur», commente Laurent Amsaleg, spécialiste de ces algorithmes au laboratoire Irisa de Rennes. C'est rigolo de retrouver des similitudes sur l'utilisation de l'aléa, de la parcimonie, des seuils. Mais cela ne révolutionnera pas la façon dont les moteurs de recherche d'images similaires fonctionnent. Les algorithmes

LSH sont certes très fonctionnels, mais pas aux très grandes échelles désormais mises en jeu dans le monde numérique. «Je travaille par exemple sur un corpus de 100 millions d'images, et de près de 50 milliards de caractéristiques visuelles qui en sont extraites», note Laurent Amsaleg. Pour trouver des similitudes dans cette jungle, qui fait pourtant figure de jardiné par rapport aux exaotets (10¹⁸ octets) de données avec lesquelles jonglent les géants du Web, l'olfaction de la mouche n'est pas le modèle optimal – une critique partagée par Hervé Jégou, du laboratoire d'intelligence artificielle FAIR de Facebook.

Saket Navlakha n'en disconvient pas: «Le but n'était pas de construire un système commercial, mais plutôt de comparer deux approches conceptuelles différentes du problème de recherche de similarités.» ■

HERVÉ MORIN

2,1%

C'est l'augmentation annuelle moyenne de la prévalence du diabète en France entre 2010 et 2015, selon une enquête publiée le 14 novembre dans le *Bulletin épidémiologique hebdomadaire*, à l'occasion de la Journée mondiale du diabète. L'étude a été réalisée à partir des bases de données de l'Assurance-maladie. Elle estime à 3,3 millions le nombre de personnes traitées en 2015 dans notre pays pour une forme de diabète, soit 5% de la population. Les Hauts-de-France, le Grand-Est, le département de la Seine-Saint-Denis et des départements ultramarins (Réunion, Guadeloupe, Guyane, Martinique) sont les plus touchés.

LAURÉATE 2017
PRIX LILIANE BETTENCOURT POUR LES SCIENCES DU VIVANT



DÉBORAH BOURC'HIS

Décrypter les mécanismes de contrôle épigénétique de la reproduction
INSTITUT CURIE - PARIS

théra • Photo : © C. ACKER pour CAPA

CETTE CHERCHEUSE MISE SUR LES FORCES DU VIVANT

LA FONDATION BETTENCOURT SCHUELLER CULTIVE SON TALENT
POUR CONTRIBUER AU RAYONNEMENT DE LA RECHERCHE FRANÇAISE
ET À L'AMÉLIORATION DE LA SANTÉ HUMAINE.

Le Prix Liliane Bettencourt pour les sciences du vivant est décerné chaque année, depuis 1997, à un chercheur européen de moins de 45 ans reconnu par la communauté scientifique pour la qualité de ses publications internationales, les perspectives prometteuses de son projet et ses qualités humaines lui permettant de mobiliser une équipe complète.

La Fondation Bettencourt Schueller accompagne les chercheurs en sciences du vivant aux moments clés de leur carrière à travers des prix scientifiques et des dons.

Depuis 1990, 391 prix ont été décernés et plus de 5 000 chercheurs encouragés. Son action se déploie également dans les arts et la solidarité.

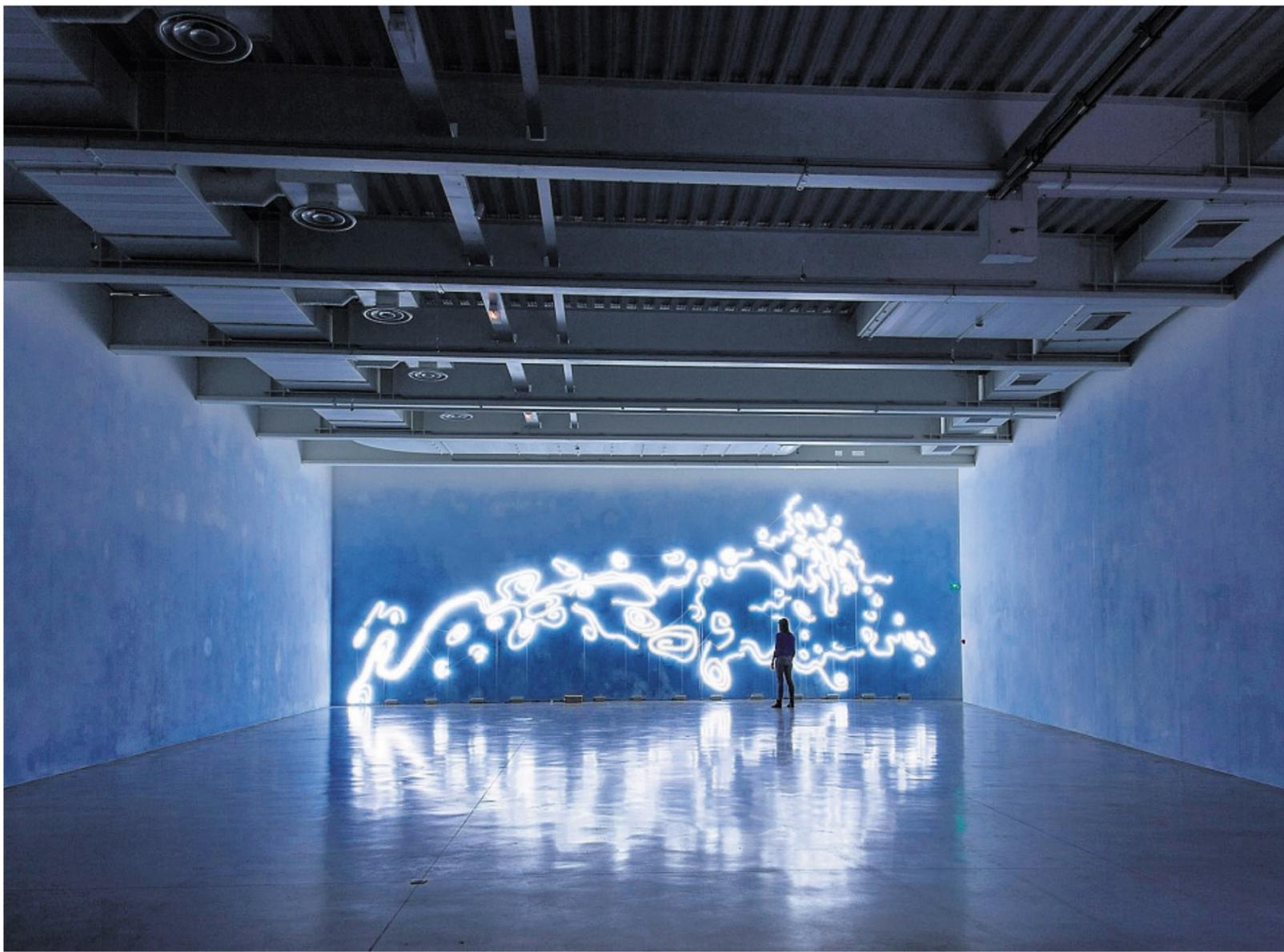


FONDATION
BETTENCOURT
SCHUELLER

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE DEPUIS 1987

www.fondationbs.org

Nicolas Floc'h
déploie au FRAC
Bretagne, à Rennes,
et jusqu'au
26 novembre,
« Glaz », un parcours
étonnant conçu
autour et dans
l'élément marin,
à travers des
photographies,
des sculptures et
des performances.
NICOLAS FLOCH



Science et art, un mariage plus que de raison

► SUITE DE LA PREMIÈRE PAGE

« Depuis une quinzaine d'années, il y a une montée en puissance de la thématique arts et sciences qui repose sur l'idée qu'il y a une dimension créative dans la recherche scientifique et que les artistes puisent dans la science et dans la technologie des matériaux de création », commente Étienne Anheim, vice-président de la Fondation des sciences du patrimoine. « Nous sommes dans une époque où des questions de genre, de relation de l'homme à l'animal ou encore de vie et de non-vie se posent avec acuité. Ces questions sont bien trop complexes pour être posées par une seule discipline. Les artistes, par exemple, questionnent depuis longtemps le genre, et c'est aux institutions de mettre en relation l'univers des artistes avec celui de la science, afin de leur permettre de dialoguer », précise Jean-Baptiste Joly, directeur de l'Académie Schloss Solitude en Allemagne.

Car ce rapprochement entre l'art et la science succède à une longue période d'isolement de la science. Jusqu'au XVII^e siècle, la science et l'art étaient englobés dans la culture humaniste de la Renaissance et les personnalités de l'époque, comme Galilée ou Descartes, étaient formées aux arts et à la philosophie, sans compter Léonard de Vinci. Galilée, par exemple, pratiquait le dessin, ce qui contribua à faire de lui un fin observateur du ciel.

La séparation entre les disciplines s'amorça au XVII^e siècle, avec la création des académies, menant à l'institutionnalisation des disciplines et à la spécialisation. Ce qui n'empêche pas une considération mutuelle entre les différents spécialistes, comme en témoigne la rédaction de l'*Encyclopédie* par Diderot, le philosophe, et d'Alembert, le mathématicien. Mais la divergence s'accroît au XIX^e siècle, et la science s'auto-nomise du reste de la culture. « Au XIX^e siècle, la science est arraisonnée par le pouvoir. Elle devient

un élément constitutif de la révolution industrielle et du développement politico-économique qui l'accompagne – le capitalisme, pour l'appeler par son nom », souligne le physicien Jean-Marc Lévy-Leblond, de l'université de Nice, par ailleurs amateur d'art contemporain et auteur de plusieurs essais critiques sur les rapports entre science et culture, dont *La science n'est pas l'art* (éditions Hermann, 2010).

Retrouver un supplément d'âme

Au XX^e siècle, les sciences « dures » surplombent les autres disciplines considérées comme mineures, et écartées des cursus scientifiques. « Un physicien ou un biologiste n'a le plus souvent jamais lu une page de Galilée ou Darwin, alors qu'il est impossible pour un artiste ou un philosophe de ne pas se référer à l'histoire de sa discipline », poursuit Jean-Marc Lévy-Leblond. « Les scientifiques, ébranlés par une sérieuse crise de confiance, cherchent par ce rapprochement entre

arts et sciences à retrouver un supplément d'âme. Symétriquement, les artistes, qui se sentent souvent isolés, espèrent y trouver une plus forte légitimation sociale. On peut être tenté d'y voir une version moderne de la fable L'Aveugle et le Paralytique », conclut-il. « Dans la pratique, ce que j'observe, c'est plutôt l'utilisation des artistes comme testeurs des innovations technologiques », confirme Jacques-Emile Bertrand, directeur de l'École supérieure d'art de Cergy-Pontoise.

Au cours des dernières années, les technologies du numérique ont ainsi révolutionné l'art de la mise en scène par la création de décors virtuels permettant aux comédiens ou aux danseurs d'explorer de nouvelles configurations de l'espace. L'Atelier Art-Sciences de Grenoble ou le Centre des arts d'Enghien-les-Bains ont ainsi favorisé l'émergence de nombreux artistes qui ont fait des technologies du numérique leur instrument de création. Dans leur spectacle *Pixel*, créé en 2014 avec le chorégraphe Mourad Merzouki,

« L'ART EST TRÈS UTILE POUR PENSER L'AVENIR DU CLIMAT »

Gilles Ramstein est directeur de recherches au Laboratoire de sciences du climat et de l'environnement (LSCE). Il est l'auteur de *Voyage à travers les climats de la Terre* (Odile Jacob, 2015) et est à l'origine, avec Yves Renard, de l'École supérieure de journalisme, du master « Appréhender les changements climatiques, environnementaux et sociétaux », formation en ligne destinée aux journalistes des pays francophones.

Le changement climatique pose avec acuité la nécessité d'une approche pluridisciplinaire. Pourquoi ?

Quand on aborde cette question, en tant que chercheur face à un public, on se retrouve face à des

gens qui ont leur propre représentation du réchauffement climatique. Ils ont intériorisé des notions et ont leur avis sur la question. Le scientifique peut faire un constat à partir des données dont il dispose, mais il n'a pas toutes les compétences pour répondre à la question : « Que faire ? ». Pour pouvoir penser l'avenir du réchauffement climatique, il faut également tenir compte de l'imaginaire et c'est là que l'art et la fiction peuvent être très utiles, et donc qu'une approche pluridisciplinaire est essentielle. D'autant que les projections des modèles climatiques sont associées à une prophétie de mauvais augure. La manière dont nous réagissons à ce problème aujourd'hui détermine ce que nous allons léguer aux généra-

tions futures. Ce problème, comme d'autres, pose des questions profondes sur la manière dont nous gérons notre planète, qui sont le creuset de travaux de scientifiques, de sociologues, de philosophes, d'artistes et cela me paraît tout à fait naturel qu'ils se rejoignent à cet endroit-là.

Comment se sont déroulées vos expériences avec des artistes ? Que vous ont-ils apporté ?

J'ai proposé à l'artiste Frédéric Ferrer d'intervenir pour faire une de ses conférences à l'occasion des 50 ans du Centre des faibles radioactivités (CFR), un ancêtre du LSCE. Il y avait plus d'une centaine de personnes, essentiellement des scientifiques et je me demandais comment ils allaient réagir.

Ils ont été très réceptifs à l'humour de Frédéric et au détournement du discours scientifique.

J'ai aussi proposé à l'écrivain Laurent Contamin d'intervenir au cours d'une résidence car j'avais repéré son travail. C'était fin 2015, au moment de la conférence de Paris sur le changement climatique, la COP21. Il a fait le choix de la forme simple et sobre du haïku, ce poème minimaliste japonais en trois vers et 17 pieds. C'était une manière de se positionner face à la profusion des discours et des commentaires. Le résultat est un recueil de haïkus intitulé *Cent haïkus pour le climat* (Editions du Cygne, 72 pages, 12 euros). Ce que je trouve vraiment intéressant dans cette collaboration, c'est la capacité d'un artiste de s'emparer

d'une question et de lui donner une forme entrant en résonance avec les questions du public.

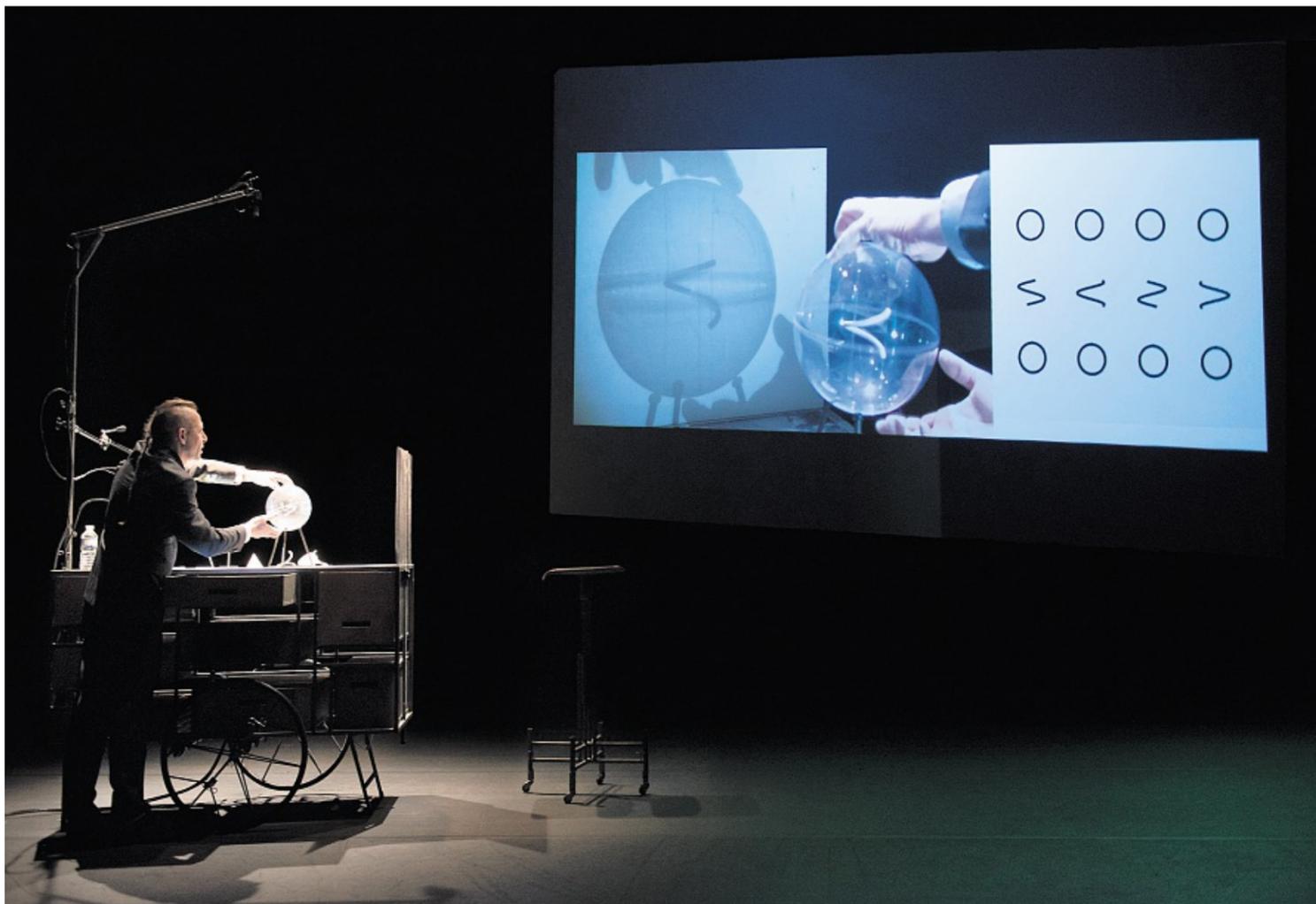
En quoi le changement climatique ébranle-t-il notre culture ?

Il oblige à réfléchir à la place de l'être humain dans son environnement. S'agit-il de continuer à dilapider les ressources ou de prendre conscience qu'il va falloir gérer une planète sur laquelle vivront bientôt 9 milliards d'êtres humains ? Depuis des siècles, nous utilisons la nature en puisant dans ses ressources comme si elles étaient infinies et, en quelques décennies, l'homme s'est hissé au rang de facteur majeur du changement climatique et environnemental. Son pouvoir de dérégulation porte maintenant atteinte à

son propre développement. Dans ce contexte, l'enjeu pour les cinquante prochaines années est de comprendre le fonctionnement de notre planète. Les scientifiques aident à appréhender les processus à l'œuvre dans le changement climatique. Mais pendant longtemps, on a cru que la science pouvait ainsi nous gouverner.

Malgré les extraordinaires progrès scientifiques, l'être humain n'est pas le maître de son environnement. Il en fait partie intégrante, et de cette interaction découlent des actions. Nous devons choisir entre intervenir aujourd'hui pour ralentir le changement climatique ou considérer qu'on interviendra plus tard, tout en sachant que ce sera trop tard. ■

PROPOS RECUEILLIS PAR C. MY



Avec sa conférence sur « Le Pas Grand Chose », Johann Le Guillerm avance dans son questionnement : comment recréer le monde à partir d'un point minimal ? Ici, au Cirque-Théâtre d'Elbeuf, en mars.
ELIZABETH CARECCHIO



Peinture de Daniel Kohn composée à partir d'une banque d'images analogiques et digitales.

DANIEL KOHN

les artistes numériques Adrien Mondot et Claire Bardainne les ont notamment utilisées pour animer un décor fictif et mouvant, structurant la chorégraphie. Les danseurs évoluent sur la scène autour d'un abîme ou d'objets virtuels, animés de manière à simuler la lourdeur ou la légèreté.

Mais, comme lors de la création du spectacle *Nil Actum*, le regard de l'artiste peut ébranler la posture du scientifique, dont la créativité est bridée autant par les injonctions de l'économie néolibérale à produire du « délivrable » que par la recherche chronophage de financements. « *La mise en abîme de sa propre pratique, comme peut le faire l'artiste, est quelque chose qui manque à la pratique scientifique* », observe Jean-Baptiste Joly. Il y a souvent un équilibre à trouver. Ces rencontres doivent casser la mythologie du scientifique et celle de l'artiste. C'est à partir de cette cassure que les paroles et les esprits fusionnent et que cela devient passionnant. L'objectif est bien d'établir un dialogue croisé et non de produire des objets qui font autorité », commente l'artiste plasticien Michel Paysant. Il est notamment à l'origine de « OnLAB, le musée des poussières », une exposition du Musée du Louvre en 2009 et 2010 impliquant la création d'œuvres d'art gravées sur des puces électroniques, en collaboration avec des physiciens du Laboratoire de photonique et des nanostructures du CNRS et du Laboratoire de spectrométrie physique de l'université Joseph-Fourier de Grenoble.

Territoires inconfortables

« Ces collaborations nous rappellent, à nous les scientifiques, que nous ne devrions pas avoir peur de nous aventurer sur des territoires inconfortables, et que les idées intéressantes viennent d'endroits inattendus. Cela nous rappelle aussi l'importance de la collaboration entre les disciplines quand nous tentons de régler un problème

« LA MISE EN ABÎME DE SA PROPRE PRATIQUE, COMME PEUT LE FAIRE L'ARTISTE, EST QUELQUE CHOSE QUI MANQUE AUX SCIENTIFIQUES »

JEAN-BAPTISTE JOLY

DIRECTEUR DE L'AKADEMIE SCHLOSS SOLITUDE EN ALLEMAGNE

ensemble et que nous ne devons pas être complaisants mais plutôt aller de l'avant et nous réinventer continuellement. Je pense que c'est ce que font les artistes. Ils s'interrogent continuellement », rapporte Todd Golub, directeur scientifique du Broad Institute (MIT, Harvard), consacré à l'étude de la génomique, dont il est un des membres fondateurs.

Depuis le début des années 2000, il propose à des artistes de résider au sein du Broad Institute en les laissant libres d'explorer les sujets de recherche et d'interagir avec les chercheurs. Le peintre Daniel Kohn fut le premier à expérimenter cette formule. Durant plusieurs années, il a assisté aux réunions hebdomadaires et s'est approprié les concepts qui y étaient discutés pour pouvoir les questionner. « *Les scientifiques ne sont pas formés à penser en termes de systèmes de représentation, et il est parfois utile de nous en souvenir*, précise-t-il ainsi. *Le système des axes horizontaux et verticaux auquel nous nous référons en le considérant comme universel est pourtant très contextuel, si on le place à l'échelle de l'évolution des êtres vivants. Il est lié à la manière dont la gravitation s'exerce sur nous, êtres humains qui*

marchons sur deux jambes. Mais, si l'on revient à l'origine, il y avait une mixture de molécules flottant dans du liquide, qui finalement se sont assemblées pour donner une cellule, puis des êtres pluricellulaires. Ce système de représentation est donc très subjectif. » Cette rencontre a permis la création d'un ensemble de peintures abstraites conservées au Broad Institute, dont les motifs font écho à ses discussions avec les généticiens.

Lorsque l'artiste sort la méthode scientifique du laboratoire pour l'intégrer à sa démarche artistique, il peut aussi la mettre en abîme et en révéler les failles. Dans sa série de conférences-spectacles mimant des conférences PowerPoint, l'artiste Frédéric Ferrer fait ainsi dérapier, d'argumentation en argumentation, le raisonnement logique jusqu'à l'absurde. « *Si une planète se situe dans la zone d'habitabilité de son étoile, mais que les conditions sont similaires à celles de Mars, il faudra alors adapter l'homme à cet environnement très dur. Cela demandera des modifications de l'être humain, on doit aller vers un être cyborgique, un cyborg* », raisonne le chercheur, dans sa conférence, *Wow*, sur la recherche de planètes habitables, commandée par l'Atelier Art-Sciences du Centre national d'études spatiales (CNES). En faisant surgir simultanément sur l'écran un photomontage de cyborg marchant sur Mars, l'artiste provoque le rire du spectateur.

A l'écart des institutions scientifiques, l'artiste Johann Le Guillerm assume, quant à lui, « *une science de l'idiot* », qu'il développe sous la forme d'un vaste projet lancé en 2001, *Attraction*, dont plusieurs créations sont présentées par la ville de Nantes jusqu'à l'été 2018. « *L'homme plie le monde à ses fantasmies pour lui faire dire n'importe quoi.* » Tel est le postulat qu'il énonce au début de sa conférence-spectacle, *Le Pas Grand Chose*. Dès lors, il est vain de se fier aux dogmes et la seule approche possible est, selon lui, de faire « *l'expérience du monde* ». Inspiré par sa pratique du cirque, il explore ce qu'il appelle « *le point* », qu'il s'agisse d'un chiffre ou d'une créature animée, née de son imagination. Visible à 360 degrés, le spectacle de cirque ne peut en effet rien cacher au spectateur, et son approche scientifique consiste à démultiplier les angles de vue sur le point. Sa méthode ? S'immerger dans la culture puis se placer à distance. « *Le problème de la science est ce regard frontal, qui ne rend visible que certains phénomènes pour en masquer d'autres, remarque-t-il. Je prends du recul face à cette nouvelle donne et l'intègre à une seconde lecture du monde dans mon quotidien. Je parle de seconde lecture parce que la première est celle partagée par la culture commune et que, pour rester en contact, je dois me plier à une longueur d'onde commune.* »

Du ton neutre de la démonstration scientifique, il élabore ainsi un système de correspondance entre les chiffres fondé non sur leur valeur mais sur leur forme. De ce déploiement émergent de nouveaux groupes de chiffres et de nouvelles disciplines aux noms à la fois étranges et familiers « *les circumambulatoires* », « *les mantines* » ou « *IAALU* » (« *l'alphabet à lettres uniques* »). « *Ce qui m'intéresse, en tant qu'artiste, c'est d'apporter de la perturbation pour remettre en question la connaissance* », confie-t-il. ■

CATHERINE MARY

RENCONTRES EN « ZONE CRITIQUE »

La zone critique, cette fine pellicule où se concentre la vie terrestre que les scientifiques localisent entre le sol et la basse atmosphère, est le terrain de collaborations inédites entre scientifiques, artistes et sociologues. Cette zone a la particularité d'être très hétérogène en fonction des écosystèmes et des endroits de la planète, et les chercheurs suivent son évolution grâce à des observatoires depuis de nombreuses années. Les gaz de l'atmosphère, les minéraux, l'eau et les êtres vivants y interagissent, y compris les êtres humains dont les activités telles que l'industrialisation, l'agriculture ou la chasse en modifient l'équilibre.

Pour représenter ce système d'interactions complexes, l'architecte paysagiste Alexandra Arènes et l'artiste Sonia Levy ont conçu une nouvelle cartographie, dans le cadre du Programme d'expérimentation en arts plastiques dirigé par le philosophe Bruno Latour et à la suite de la commande du Musée de la chasse et de la nature. Elles se sont pour cela intéressées à la forêt de Belval dans les Ardennes. « *Il s'agissait de retracer le mouvement des vivants, des animés – humains et non humains – qui habitent, se déplacent, façonnent le paysage de la zone critique, et dépendent de ce territoire rural fragile* », explique Alexandra Arènes.

Faire évoluer les pratiques

Les scientifiques ont certes fait évoluer leurs pratiques : « *Avant, les qualités de l'air et des sols étaient étudiées de manière disjointe. Mais si on s'intéresse, par exemple, à la contamination des eaux, on s'aperçoit qu'elle résulte de la contamination des sols, ce qui nécessite la collaboration entre hydrologues et géochimistes* », explique le géochimiste Jérôme Gaillardet, de l'Institut de physique du globe et directeur du projet d'investissements d'avenir Critex, sur l'étude de la zone critique.

Mais le Programme d'expérimentation en arts plastiques va plus loin et bouscule la cartographie traditionnelle d'un territoire visant à l'aménager selon les intérêts de l'homme, qui se situe comme un observateur extérieur. Dans cette nouvelle cartographie, l'homme fait partie intégrante de la zone critique dont il est l'un des composants animés, au même titre que les animaux et les végétaux. Pour la réaliser, les auteurs ont rassemblé des données issues tant du savoir scientifique que des savoirs traditionnels, grâce à une enquête impliquant ethnologues, géologues, forestiers, gestionnaire du parc de Belval, agriculteurs, apiculteurs ou encore ornithologues. Empreintes, tracés GPS des déplacements des animaux ou des chasseurs, relevés in situ, photos, vidéos, sons, font ainsi partie de ce corpus. ■

C. MY

LE LIVRE

Un amour de cachalot

Le plongeur et naturaliste François Sarano décrit la société complexe et menacée de cet animal à la douceur insoupçonnée

C'est un livre de science, un récit d'aventures, un long poème épique. Et plus encore une déclaration d'amour, à la nature en général, et à un de ses plus formidables habitants, le cachalot. Herman Melville a célébré jadis le géant de la mer – plus de 20 mètres et 50 tonnes –, véritable force de la nature, capable de rester une heure et demie sans respirer pour chasser le calamar à deux kilomètres de profondeur. Traqué sans relâche pendant les deux derniers siècles, son huile servant successivement à lubrifier les machines de la révolution industrielle puis à produire des explosifs militaires et civils, l'animal a bien failli disparaître. Le massacre a pris fin dans les années 1980.

Cette mythologie, François Sarano la connaît bien. Mais c'est une autre face de l'animal que l'ancien plongeur de la *Calypso* du commandant Cousteau a choisi de nous faire découvrir dans *Le Retour de Moby Dick* : un être à la sociabilité complexe, au langage évolué et, plus étonnant encore, à la douceur extrême. Sa rencontre, en mai 2015, avec le jeune Eliot, au large de l'île Maurice, donne le la. Enfin, façon de parler. Ce sont les clics d'écholocation qu'il perçoit d'abord. Légers, puis de plus en plus puissants et rapides, « comme une rafale de mitrailleuse que je ressens bientôt au niveau de la cage thoracique ». Et l'énorme bête apparaît, fonçant droit sur lui. Huit mètres, cinq tonnes. Pas le temps de l'éviter. « Surprise. Pas de choc violent. Tout l'inverse, une tendre et puissante poussée... un peu comme un énorme chat qui viendrait solliciter une caresse. »

François Sarano décrit aussi cette scène hallucinante du cétacé venant se coller un jour à la coque du bateau, tête émergée et gueule ouverte. Les chercheurs finiront par découvrir, planté dans sa mandibule, un hameçon, qu'ils parviendront à extraire. « L'opération terminée, Eliot nous a fait la fête pendant une demi-heure. » Pour le plongeur, il n'y a pas de hasard : c'est intentionnellement qu'Eliot est venu recevoir l'aide que ses propres congénères ne pouvaient lui apporter. La marque – il ose le mot – d'une véritable intelligence.

Difficile, du reste, de ne pas le suivre au fil de ses descriptions. Techniques collectives de pêche, de défense contre l'orque – son seul prédateur – ou de mises bas, méthodes d'apprentissage individuel du langage ou organisation sociale matriarcale particulièrement sophistiquée : on reste saisi par la finesse de l'animal.

Le grand mammifère demeure menacé. Après le rebond d'il y a trente ans, la population a repris sa décline. La baisse serait de 4,5% chaque année depuis 2010. La faute de la pollution des océans aux métaux lourds, des occlusions intestinales dues aux déchets plastiques ou encore aux éperonnages par des navires, assure François Sarano.

Aussi, le plongeur plaide pour une préservation des cachalots, bien sûr ; de l'océan, « notre dernier grand territoire sauvage ». Et, plus largement, pour la diversité, « indispensable à l'adaptabilité du vivant ». Faute de quoi, l'humain que nous plaçons au-dessus de tout pourrait bien n'être qu'« une fin de règne sur une voie de garage ». ■

NATHANIEL HERZBERG

Le Retour de Moby Dick, de François Sarano (Actes Sud, 208 p., 23 €).

L'AGENDA

RÉTROSPECTIVE
Une femme au Panthéon

Le monument national célèbre Marie Curie, deux fois Prix Nobel (physique et chimie). Le lieu où elle repose – avec son mari, Pierre – offre une rétrospective, cent cinquante ans après sa naissance, le 7 novembre 1867.

Le Centre des monuments nationaux et le Musée Curie proposent un parcours autour de sa carrière scientifique et sa vie intime. A lire, le catalogue de l'exposition *Marie Curie, une femme dans son siècle* (Gründ). > Jusqu'au 4 mars 2018.
Renseignements : www.paris-pantheon.fr

UN MAGNIFIQUE
SCEAU GREC VIEUX
DE 3500 ANS

Après la *Vénus de Milo*, l'agate de Pylos pourrait devenir un nouveau symbole de l'art grec antique. Trouvé en 2015 dans la très riche tombe, vieille de 3500 ans, d'un guerrier de l'âge du bronze, ce petit sceau de seulement 3,6 cm de long était à l'origine recouvert d'une croûte de calcaire. Ce n'est qu'en retirant récemment cette dernière que les experts en conservation de l'université de Cincinnati, qui a financé la fouille, ont pu découvrir une scène de combat d'une finesse et d'une beauté incroyables. Il a fallu utiliser la photomicroscopie pour révéler les plus petits détails, qui mesurent un demi-millimètre. Le site archéologique de Pylos, dans le sud-ouest du Péloponnèse, abrite un palais de la civilisation mycénienne, dit « palais de Nestor », non loin duquel la tombe a été mise au jour.

(PHOTO: COURTESY OF THE DEPARTMENT OF CLASSICS UNIVERSITY OF CINCINNATI)



DIX MILLE PAS ET PLUS

UNE CHRONIQUE À LIRE DEBOUT

Par SANDRINE CABUT

Faut-il coller une étiquette « Nuit gravement à la santé » au dos des sièges de bureau, à l'instar du « Fumer tue » sur les paquets de cigarettes ? Banal objet de notre environnement, la chaise s'est muée en emblème de la sédentarité, tueuse en série du XXI^e siècle. « Rester assis est plus dangereux que fumer, tue plus que le VIH, est plus traître que le parachutisme. Nous mourons littéralement par le siège », résumait l'endocrinologue américain James Levine dans le *Los Angeles Times*, en 2014. Un brin provocateur peut-être, mais solide sur le plan scientifique. Voilà des décennies que ce spécialiste de l'obésité de la Mayo Clinic étudie les effets délétères de la sédentarité, définie comme le temps passé assis ou allongé pendant la période d'éveil. Le docteur Levine a en particulier montré le rôle fondamental du NEAT (Non Exercise Activity Thermogenesis), ces dépenses énergétiques non sportives correspondant à tous les petits gestes du quotidien, et leur chute libre dans nos sociétés modernes. Obsédé par la lutte contre l'addiction à la chaise, il a même inventé un bureau avec tapis roulant il y a une dizaine d'années.

C'est devenu une évidence, combattre la sédentarité est aussi indispensable qu'encourager l'activité physique. Car les bénéfiques de cette dernière peinent à compenser les méfaits de la position assise (prise de poids, diabète, maladies cardio-vasculaires, cancers...). « Il faut une heure et demie à deux heures d'activité physique pour contrebalancer dix à douze heures de sédentarité », précise le cardiologue François Carré. Selon une étude de cohorte australienne, être sédentaire huit à onze heures par jour augmente de 15% le risque de mortalité, et ce indépendamment du niveau d'activité physique. Le surrisque atteint 40% au-delà de onze heures quotidiennes (*Archives of Internal Medicine*, 2012).

Face à ce péril en la demeure et en milieu professionnel, des pays comme le Royaume-Uni ont mis en place une politique volontariste. Au Canada, l'Agence de la santé publique a lancé en mars l'initiative Antiankyloseur pour encourager les personnes qui travaillent dans des bureaux à réduire leurs habitudes sédentaires, à privilégier le travail debout ou du moins à se lever plus souvent. Les entreprises participantes reçoivent une trousse à outils avec des bureaux portables pour travailler debout, des supports d'information. Il y a aussi une application sur smartphone.

Se lever régulièrement pour faire quelques pas, aller voir ses collègues plutôt que leur envoyer un mail, téléphoner en marchant... Il existe 1001 astuces pour sortir de l'engrenage de la sédentarité. Faut-il aller jusqu'à vous acheter un bureau debout ? C'est peut-être excessif, si l'on en croit une étude canadienne publiée en août dans l'*American Journal of Epidemiology*. Après douze ans de suivi, les chercheurs ont en effet constaté un risque doublé d'accident cardiaque chez les individus travaillant essentiellement debout par rapport à ceux travaillant surtout assis.

Bonne nouvelle, la lutte contre la sédentarité en milieu professionnel peut en tout cas aider à prendre de bonnes habitudes dans la vie tout court. C'est ce qu'a constaté le médecin du sport Yannick Guillodo en testant son programme de coaching numérique (intitulé Bouge) auprès de 260 employés d'une vingtaine d'entreprises bretonnes. Après avoir été informés des dangers de la sédentarité, les volontaires ont été équipés pendant trois mois d'un podomètre et d'un coach numérique. « Pendant ces douze semaines, ils ont en moyenne augmenté de 30% leur nombre de pas quotidiens. Mais ce qui nous a le plus surpris, c'est la répartition harmonieuse de ce gain entre heures travaillées et de loisirs » se réjouit Yannick Guillodo. ■

AFFAIRE DE LOGIQUE – N° 1030

Who's who ?

Sept mathématiciens, désignés par l'initiale de leur nom, s'apprentent à participer à une table ronde. L, O, G, I, Q et U connaissent respectivement 6, 5, 4, 3, 2 et 1 des autres intervenants (cette connaissance est réciproque).

1. Combien E connaît-il de participants ?

Une fois installés, les mathématiciens constatent qu'aucun d'entre eux n'est placé derrière le chevalet portant son nom. Q, le plus jeune d'entre eux, demande au mathématicien (qu'il ne connaît pas) placé derrière le chevalet U s'il est I. La réponse : « Non. D'ailleurs je ne connais ni I ni l'orateur âgé placé derrière son chevalet. »

2. Qui sont les intervenants placés derrière le chevalet U et le chevalet I ?

Trois des mathématiciens, qui se connaissent bien, constatent ensuite que les trois chevalets placés devant eux correspondent bien à leurs trois noms, mais dans le désordre.

3. Reconstituez les étiquettes placées devant chacun des participants (plusieurs solutions).



Concours « Dans le 1000 » : le palmarès

Le palmarès des lecteurs : Bravo ! Vous avez été nombreux à participer (plus de 800 par semaine) et vous êtes 323 à avoir obtenu les 400 points sur 1000 nécessaires pour être primé. Sept d'entre vous ont même réalisé le score maximum de 1000 points, et vous auriez été probablement plus nombreux sans le règlement rigide du concours (obligatoire faute de personnel pour traiter les cas particuliers). Les heureux gagnants : Arnaud MORTIER, Daniel COLLIGNON, François GLINEUR, Joël BENOIST, Julien BOYER, Philippe FONDANAÏCHE, Rémy BOYER. Ils seront départagés par la question subsidiaire.

Le palmarès des problèmes : Nous vous avons demandé de voter pour les problèmes que vous avez préférés et de deviner leur classement. Le palmarès, dans l'ordre : n°1024, n°1017, n°1018, n°1012, n°1020, n°1013 et n°1005.

Le classement général des 500 premiers et celui des problèmes sont disponibles sur www.affairedelogique.com

REMISE DES PRIX LE 3 DÉCEMBRE

AU MUSÉE DES ARTS ET MÉTIERS

Le dimanche 3 décembre, vous êtes tous invités à l'anniversaire des 30 ans du magazine *Tangente*, qui sera fêté à Paris au Musée des arts et métiers, ouvert gratuitement au public de 10 heures à 18 heures autour de dizaines d'animations pour tous les âges en relation avec les mathématiques. Parmi les moments forts, à 14 heures, ne manquez pas la remise des prix du concours Affaire de Logique.
Info : tangente-mag.com/article.php?id=3467

LES PRIX ATTRIBUÉS

Comme indiqué plus haut, vous serez 323 à recevoir des prix, attribués par les partenaires du concours, que nous remercions. Il s'agit d'abord des calculatrices HP, qui soutiennent également l'ensemble de la journée des 30 ans. Le directeur européen sera présent pour remettre 5 calculatrices HP Prime (le nec plus ultra avec du calcul formel et un mode examen homologué) ainsi que 30 applis mobile ou tablette. Il s'agit ensuite d'éditeurs partenaires qui

offriront des livres autour des mathématiques (70 en tout) : Le Pommier, Cassini, Belin, Wartberg. *Last but not least*, les autres prix (plus de 200) seront offerts par les deux principaux acteurs du concours, *Le Monde* et *Tangente*, représentés par Hervé Morin et les auteurs de la rubrique. Si vous ne pouvez venir à la remise des prix, n'oubliez pas de renseigner votre adresse postale complète sur le site Affaire de logique pour recevoir votre prix.
Plus d'infos sur www.affairedelogique.com

Solution du problème 1028

• **Alice.** Non. Si n est compris entre 2 et 27, le produit de sa factorielle par 28 n'est jamais un carré.

Il faudrait en effet que $n!$ contienne une fois le facteur 17 (présent une fois dans 28 !) et deux fois (ou aucune) le facteur 13 (présent deux fois dans 28 !). Ce n'est possible que si n est égal à 26 ou 27. Mais alors, $n! \times 28!$ ne contiendra qu'un nombre impair de 7, d'où l'impossibilité.

• **Bob.** Oui. $10! \times 27! \times 28! = (10 \cdot 080 \times 27!)^2$

• **Charles.** 25. Le produit des factorielles de tous les nombres de 2 à 27 sauf 14 est un carré.

En revanche, $2! \times 3! \times \dots \times 27! \times 28!$ n'est pas un carré.

Solution du problème 1029

• **1. 2 264.** Si tout se passe mal, la salle d'attente devra pouvoir contenir 2 264 spectateurs.

Avant la première projection, le nombre A_n de spectateurs en attente est 600. Puis, pour tout $n \geq 1$, le nombre A_{n+1} de spectateurs en attente est A_n , diminué du nombre S_n de spectateurs du film n (au moins du quart, arrondi par excès, de A_n) et augmente de 600. Le cas exigeant la plus grande capacité de la salle est indiqué dans le tableau ci-dessous :

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A_n	600	1050	1387	1640	1830	1972	2079	2159	2219	2264
S_n	150	263	347	410	458	493	520	540	555	566

• 2. 1 619 places

Les cas exigeant les plus grandes capacités des salles de projection sont ceux où la salle d'attente augmente au maximum pendant les premiers films, puis où les demandes sont concentrées sur trois films, puis deux puis un seul. Voici le tableau décrivant le remplissage maximal.

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A_n	600	1050	1387	1640	1830	1972	2079	2159	2039	1619
Salle 1	150		347		458		520		1020	
Salle 2		263		410		493		720		1619

CARTE
BLANCHEL'argent fait
le bonheur...
quand on le partage

Par SYLVIE CHOKRON

Vous vous souvenez du slogan « *Travailler plus pour gagner plus* » ? Pourquoi pas, mais gagner davantage nous rend-il vraiment plus heureux ? Rien de moins sûr... Alors que le revenu moyen a considérablement augmenté ces dernières décennies dans les pays industrialisés, ce n'est pas le cas du sentiment de « bonheur », qui semble stagner. S'il est bien entendu crucial pour un individu de pouvoir subvenir à ses besoins, notre sentiment de bonheur ne semble pas être directement lié au prix des achats personnels que nous faisons. Si l'acquisition de biens onéreux n'entraîne pas le bonheur, que peut-on faire avec son argent pour être plus heureux ?

Elizabeth Dunn, de l'université de Colombie-Britannique, a demandé à des participants d'indiquer leur revenu annuel, la nature de leurs frais (factures, cadeaux personnels, cadeaux pour autrui, dons et actions de charités) ainsi que leur niveau de bonheur. Les résultats montrent clairement que, contrairement à ce que l'on pourrait imaginer, le sentiment de bonheur n'est pas lié au montant alloué aux charges personnelles. Bien au contraire, il semble être proportionnel au montant dépensé au profit d'autrui. De façon similaire, dans une seconde étude, les auteurs démontrent qu'une prime de 5000 dollars (4300 euros) rend des employés d'autant plus heureux qu'elle sera consacrée à des causes prosociales et non à eux-mêmes.

Enfin, lors de la dernière phase de l'expérience, des employés reçoivent 5 ou 20 dollars qu'ils doivent consacrer à eux-mêmes ou à autrui. Cette fois encore, le résultat est sans appel : le niveau de bonheur rapporté par les sujets n'est pas lié au montant reçu, mais bien à la nature des dépenses, le fait d'avoir consacré une partie de cette prime pour autrui entraînant la plus grande satisfaction.

Universalité du plaisir de donner

Dans le même laboratoire, Lara Aknin a confirmé l'universalité de cet effet auprès de participants issus de 136 pays plus ou moins riches, de milieux ruraux ou urbains, montrant ainsi que le plaisir suscité par le don est indépendant de la culture ou du niveau de ressources. Ce sentiment de bonheur est par ailleurs d'autant plus fort que le don est destiné à une cause auquel le sujet croit.

Alors que les résultats de ces études montrent clairement que partager ses biens avec autrui pourrait procurer une plus grande satisfaction que se gâter soi-même, la réalité est bien différente puisque les participants avouaient réserver chaque mois un montant dix fois plus élevé pour eux-mêmes que pour des actions prosociales... Ce qui correspond très probablement au comportement de la grande majorité d'entre nous.

Si donner nous rend au moins aussi heureux que recevoir, cela veut-il dire que les mêmes régions cérébrales s'activent dans ces deux situations ? C'est précisément ce que l'équipe de Jordan Grafman, du département de Neurosciences cognitives de Bethesda (Maryland), a pu mettre en évidence. Le système mésolimbique de la récompense serait activé de manière comparable lorsque l'on reçoit une récompense ou lorsque l'on fait un don. Enfin, aussi surprenant que cela puisse paraître, William Harbaugh, du département d'économie à l'université de l'Oregon, est allé plus loin en montrant que le caractère volontaire ou imposé du don, par le biais par exemple d'un impôt reversé à une cause charitable, induisait une activation cérébrale comparable.

Vous voyez où je veux en venir ? Recevoir, donner ou encore se voir imposer une donation constitueraient des actions propices à activer les aires impliquées dans le circuit de la récompense, et donc du plaisir. Alors, gagner plus pour donner davantage et être ainsi plus heureux ? Voilà peut-être une motivation supplémentaire, si besoin, pour nous lever le matin et pousser nos politiques à repenser la question de l'impôt sur la fortune... ■

Sylvie Chokron, directrice de recherches au CNRS, Laboratoire de psychologie de la perception, université Paris-Descartes et Fondation ophtalmologique Rothschild

Il faut restaurer une science
exigeante, intègre et transparente

TRIBUNE - La Confédération des jeunes chercheurs appelle à un sursaut pour regagner la confiance des citoyens en la recherche, indispensable à toute société démocratique moderne

La confiance de la société en la science est altérée. L'opacité de certaines sources et procédures de financement jette l'opprobre général sur les recherches. Les politiques publiques, poussant au court-termisme et à la publication à outrance, accentuent le problème. Nous appelons à un sursaut pour restaurer cette confiance, indispensable à toute société démocratique moderne.

Le monde de la recherche n'est pas épargné par des scandales, à l'image des « Monsanto Papers », venus rappeler une longue liste de controverses similaires (réchauffement climatique, tabac, amiante...). Ces controverses ont un point commun : des scientifiques de renom, ayant la plupart du temps de fortes collusions avec des agents économiques (institutions publiques, privées, caritatives...), publient articles et résultats biaisés par des enjeux et des influences externes à la communauté, en transigeant sur les exigences scientifiques de méthode, d'objectivité et de rigueur.

Il ne s'agit pas ici de condamner les liens entre intérêts privés (ou publics) et scientifiques, qui sont importants pour le tissu socio-économique et l'ensemble de la recherche. Toutefois, plus ces liens sont opaques, plus l'intégrité des chercheurs et chercheuses est mise en cause de façon générale. Cette méfiance peut toucher des travaux pourtant honnêtes et, dans certains cas, cacher des fraudes manifestes qui entachent le travail mené par les chercheurs et chercheuses du monde entier. L'opacité dans le monde de la recherche n'est pas

due aux seuls agents économiques – privés ou publics. Les cas de falsification de résultats par des scientifiques, afin de pouvoir publier dans les revues les plus prestigieuses, ne manquent malheureusement pas.

Il est pourtant de la responsabilité du personnel impliqué de veiller à l'intégrité de ses travaux, condition de leur validité et de leur crédibilité. Les initiatives de formation à l'éthique des acteurs et actrices de la science sont bienvenues mais ne suffiront pas à endiguer complètement ce phénomène, poussé par une compétition toujours accrue dans la recherche, dont on voit de plus en plus les effets délétères.

Nous, jeunes chercheuses et jeunes chercheurs, sommes aux premières loges de cette compétition et de la fièvre poussant à publier coûte que coûte. L'obtention d'un poste, ou de financements pour des recherches, est bien souvent conditionnée aux publications précédentes et aux journaux dans lesquels sont publiés ces articles. Bien que la rédaction d'articles soit primordiale pour le bon fonctionnement de la recherche, la course aux publications la dessert, poussant les chercheurs et chercheuses à publier, quitte à s'abstraire des règles déontologiques élémentaires.

Les financements sur projets contribuent à la maturation de technologies en devenir et permettent d'associer les industriels à la recherche publique. Cependant, le manque de moyens de l'Agence nationale de la recherche accentue toujours plus cette « course aux financements ». Par ailleurs, le

LE VACILLEMENT
DE L'INTÉGRITÉ
D'UNE PARTIE DE
LA RECHERCHE EST
PROBABLEMENT UN
DES EFFETS PERVERS
DU MANQUE
DE FINANCEMENTS

manque et la réduction des financements pérennes pour la recherche sont encore plus problématiques, car ils poussent les chercheurs et chercheuses à se tourner toujours plus vers des projets fléchés au risque de ne trouver que ce qu'on sait déjà ou bien des résultats insignifiants.

Le vacillement de l'intégrité d'une partie de la recherche, du fait même de ses acteurs et actrices, est probablement un des effets pervers du manque de financements criant de la recherche publique. Un de plus dans une situation insoutenable.

Ces scandales ne sont pas sans conséquence sur la confiance portée par le public au monde de la recherche. Les débats sociétaux sur la vaccination se sont nourris des différentes crises ayant touché la recherche médicale (Mediator, fraude d'Andrew Wakefield sur un prétendu lien entre vaccination et autisme...), aboutissant au rejet des vaccins par une frange significative de la population. En lien avec le phéno-

mène de désinformation révélé lors des élections américaines, la Marche pour les sciences du 22 avril est par ailleurs venue rappeler l'attachement des acteurs et actrices de la recherche à l'indépendance, l'intégrité et la transparence indispensables à nos travaux ainsi qu'un message essentiel : la science n'est pas une opinion.

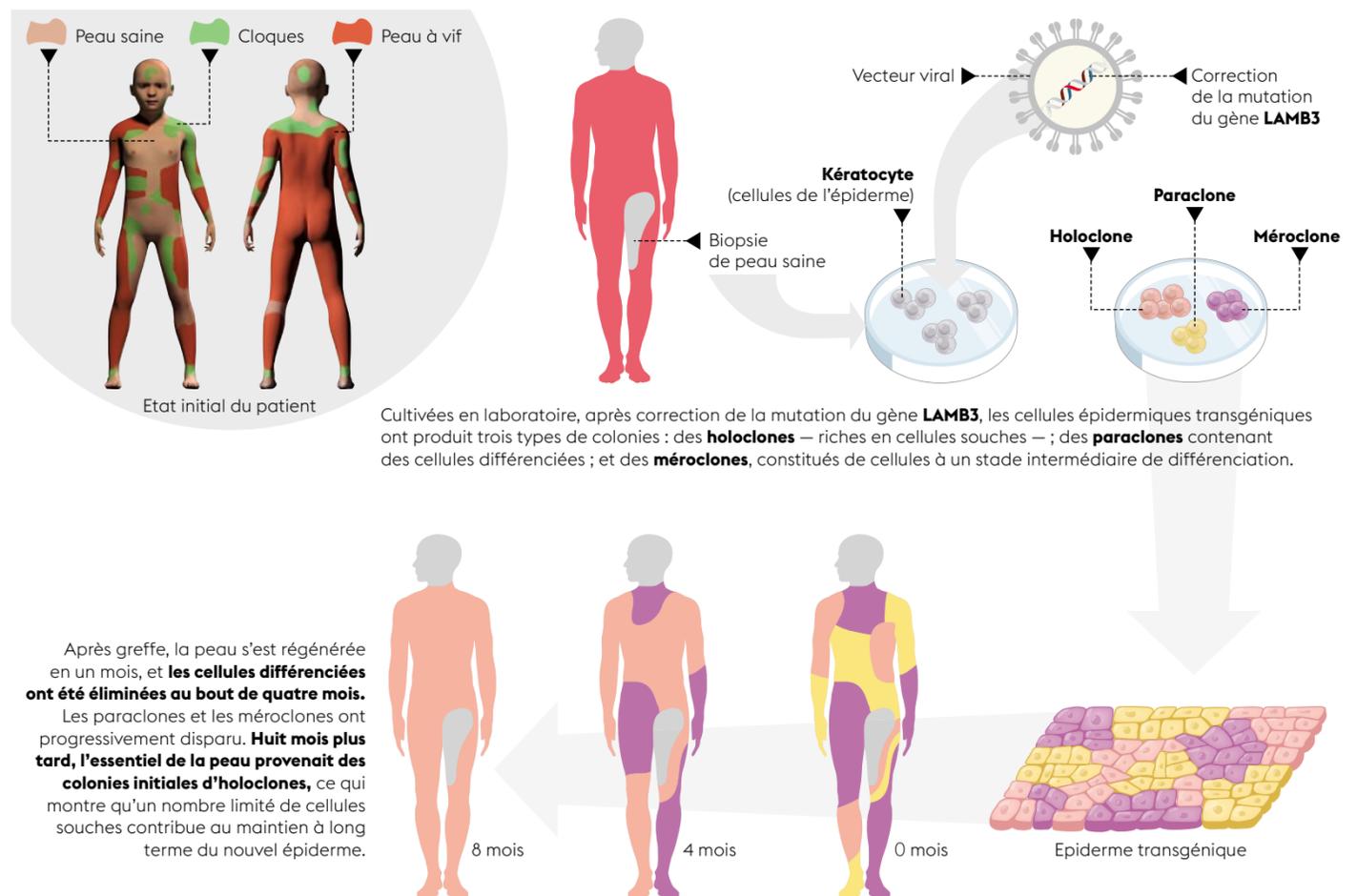
Nous voulons rappeler notre attachement à ces principes fondamentaux, indispensables au bon fonctionnement de la société et du monde économique. Nous invitons les milieux économiques, eux-mêmes acteurs de la recherche, à prendre conscience de ces problèmes qui entachent également la réputation de certaines entreprises. Nous appelons aussi les pouvoirs publics à accompagner ce mouvement et à apporter des moyens suffisants – aussi bien sur projets que pérennes – pour permettre aux personnels de recherche de réaliser leurs missions dans des conditions décentes, évitant ainsi que l'objectivité et la fiabilité des processus de production de la connaissance ne soient soumises à des considérations individuelles et économiques.

Alors que l'aversion pour la science n'est plus un risque mais déjà une réalité, il est de notre responsabilité de redonner confiance à la société envers la recherche, et que chacun de ses acteurs et actrices y participe. ■

La Confédération des jeunes chercheurs regroupe 40 associations de doctorants et de docteurs en emploi non permanents

Le supplément « Science & médecine » publie chaque semaine une tribune libre. Si vous souhaitez soumettre un texte, prière de l'adresser à sciences@lemonde.fr

UNE GREFFE DE CELLULES SOUCHES POUR FAIRE PEAU NEUVE



INFOGRAPHIE : PHILIPPE DA SILVA

SOURCE : NATURE

Des greffes de cellules génétiquement modifiées ont permis de reconstruire la peau d'un enfant de 7 ans dont l'épiderme était détruit à 80% par une épidermolyse bulleuse jonctionnelle. Cette affection héréditaire, qui peut résulter

de la mutation de plusieurs gènes, se caractérise par la formation de bulles (cloques) entre l'épiderme et le derme. Les décollements cutanés peuvent engager le pronostic vital, comme dans le cas de ce garçonnet. Les chercheurs

lui ont prélevé un morceau de peau saine et ont corrigé la mutation génétique dans les kératinocytes grâce à un vecteur viral. Après mise en culture, les greffons ont été déposés sur le corps du patient. Avec deux ans de recul, la peau

est bien cicatrisée et n'a pas refait de bulles, soulignent Tobias Hirsch (université de la Ruhr, Allemagne) et ses collègues autrichiens et italiens, dans leur article publié dans *Nature* du 9 novembre. ■ SANDRINE CABUT

Michaël Gillon, sniper d'exoplanètes

PORTRAIT - Cet astronome belge, qui a servi dans l'armée pendant sept ans avant de se lancer dans des études de sciences, est récompensé par le prestigieux prix Balzan pour ses travaux sur la détection des planètes hors de notre Système solaire

On ne voit qu'elle quand on entre dans le bureau de Michaël Gillon, à l'université de Liège: une réplique en Lego de Saturn-5, la fusée qui emporta les missions Apollo vers la Lune. Joignant le geste à la parole, l'astronome belge explique que «*les différents étages se détachent. On peut reconstruire le déroulement de la mission. Apollo, c'est la première exploration par l'homme d'un corps non terrestre...*» Dans cette dernière phrase se révèle le chasseur d'autres mondes qu'est Michaël Gillon. «*Le plus impressionnant chez lui, ce qui fonde sa motivation et l'obsède, c'est la réponse à la question "Y a-t-il une vie ailleurs dans l'Univers?"*», souligne sa consœur Valérie Van Grootel, elle aussi chercheuse à l'Institut d'astrophysique et de géophysique de l'université de Liège.

A seulement 43 ans, Michaël Gillon est l'un des plus grands spécialistes mondiaux des planètes extrasolaires, et c'est à ce titre qu'il recevra, le 17 novembre à Berne, un des quatre prix Balzan 2017, doté de 750 000 francs suisses (près de 650 000 euros). Pourtant, au départ, il y avait peu de chances qu'il embrasse la carrière scientifique. «*Enfant, à travers la science-fiction, j'avais un intérêt pour la vie extraterrestre, pour l'espace, pour les étoiles... mais pas pour les maths*, reconnaît-il. *Je trouvais les cours de sciences rébarbatifs et je ne me sentais pas capable de me lancer dans des études...*»

Le jeune Liégeois veut son indépendance, un métier où s'exprimerait son amour du sport voire «*un désir d'aventures*» et, à 17 ans, il s'engage dans l'armée. Le fantassin Gillon y passera sept années au total et sera même, en 1992, casque bleu dans l'ex-Yougoslavie. Mais, après son retour, il tombe malade, victime d'une fibromyalgie qui l'épuise au point de ne plus pouvoir faire grand-chose de son corps qui le lâche. «*Aujourd'hui je vois ça positivement*, dit l'ancien soldat. *Cela m'a permis de me reconstruire, de découvrir ce qu'on pouvait faire avec un cerveau...*» Affecté à un bureau, il décide de prendre des cours du soir et y découvre «*la magie et l'aspect "fun" de la science*», que ses cours de lycée lui avaient cachés.

Des études au pas de charge

A 24 printemps, un âge où ses futurs collègues sont en plein doctorat, l'ancien bidasse commence ses études au pas de charge. Biochimie d'abord, physique ensuite où il mange «*beaucoup de maths*», cette fois avec appétit. La première planète extrasolaire a été découverte quelques années plus tôt, en 1995, par les Suisses Michel Mayor et Didier Queloz, mais, reconnaît Michaël Gillon, au début du troisième millénaire, «*dans ce domaine de recherche il n'y avait encore rien en Belgique. J'avais cependant l'intention d'obliquer vers les exoplanètes à la première occasion*».

Cela vient au moment de sa thèse, où il travaille sur les étoiles que doit observer le télescope spatial Corot dont le lancement est prévu pour 2006. En effet, une partie de la mission de ce satellite, principalement financé par la France, consiste à traquer des baisses de luminosité des étoiles, dues au passage devant leur disque de leurs éventuels compagnons planétaires. Cette méthode de détection des exoplanètes, dite du transit, est alors balbutiante: à l'époque domine la technique des vitesses radiales – où une planète se trahit par le léger mouvement que sa masse imprime à son soleil –, dont les champions sont Michel Mayor et Didier Queloz. Ce dernier propose d'ailleurs à Michaël Gillon, une fois qu'il a soutenu sa thèse en 2006, de venir faire un postdoctorat à Genève pour y développer la méthode des transits, qui sera désormais la marque de fabrique du chercheur belge. Les deux approches sont complémentaires: la vitesse radiale donne une idée de la masse de la planète, le transit livre son rayon; la combinaison des deux dit la densité de l'astre, ce qui permet d'imaginer sa composition.

C'est pendant ce postdoctorat que Michaël Gillon fait une entrée remarquée dans le monde des exoplanétologues: «*Avec un collègue*, raconte-t-il, *pour nous amuser, à l'aide d'un télescope amateur installé dans les Alpes suisses, nous cherchions des transits de planètes déjà détectées par les vitesses radiales. Nous avons visé l'étoile GJ 436 et, dès la première nuit, bingo, nous avons obtenu un signal, extrêmement bruyé, qui ressemblait à un transit.*» L'observation de l'étoile avec un instrument professionnel confirme: de la taille de Neptune, son compagnon est à l'époque la plus petite planète que l'on voit passer devant son soleil. «*C'est parti*



Michaël Gillon, à l'université de Liège, le 8 novembre.

OLIVIER PAPEGNIES/COLLECTIF HUMA POUR «LE MONDE»

d'un hobby de week-end et c'est devenu le plus gros résultat de mon postdoc, et de loin», conclut Michaël Gillon dans un sourire.

Quand il rentre à Liège en 2009, c'est avec l'objectif de développer en Belgique la méthode des transits. Michaël Gillon a des idées bien arrêtées sur la manière de procéder: «*Il nous fallait notre propre outil, pour ne pas dépendre de ceux des autres. Un instrument uniquement dédié à cet objectif, complètement automatique pour l'exploiter à distance et n'avoir que peu de frais.*»

Héritage du passé militaire

Valérie Van Grootel perçoit dans cet aspect très méthodique un héritage du passé militaire de son confrère: «*Il a une force de travail incroyable mais ne connaît pas le compromis. On doit avancer. Pour travailler avec lui, il faut savoir cela. Michaël va refuser certaines responsabilités, il ne va pas faire de lobbying, courir les conférences, avoir un maximum de postdoctorants. C'en est au point qu'un jour j'ai vu Didier Queloz le présenter à quelqu'un en disant: "Il existe en vrai, le voilà!" Il n'a pas besoin de se montrer, ses articles parlent pour lui, ils ont un gros impact sur la communauté.*»

Michaël Gillon va donc porter le projet de petit télescope Trappist (TRANSiting Planets and Planetesimals Small Telescope), ainsi nommé en hommage aux fameuses bières trappistes belges dont quelques cadavres de bouteille s'alignent dans son bureau. Un projet qui sera suivi par Speculoos (Search for Habitable Planets Eclipsing ULtra-coOL Stars), autre clin d'œil aux produits du plat pays et dont le pari est de cibler les plus petites étoiles connues, un millier de naines ultrafroides. Un

pari osé mais justifié par la détection, rendue publique en février, d'un incroyable système de sept planètes rocheuses – dont trois qui sont susceptibles de disposer d'eau liquide – autour de la naine Trappist-1.

Pour démêler l'écheveau des multiples transits enregistrés par Trappist, l'équipe belge a eu recours au télescope spatial Spitzer de la NASA, et c'est depuis le quartier général de l'agence spatiale américaine que Michaël Gillon annonce sa découverte au monde entier. Lui qui n'aime pas trop se montrer est servi. Les journalistes affluent. Dans la foulée, il est sélectionné par *Time* comme une des cent personnalités les plus influentes de 2017. Et il va donc recevoir ce prix Balzan dont une partie servira à engager un thésard et deux postdoctorants.

Dans ce domaine jeune qu'est l'exoplanétologie, les belles surprises se succèdent sur un rythme rapide. «*Il y a une croissance presque exponentielle du nombre de projets*», souligne Michaël Gillon. Speculoos en fait, bien sûr, partie, mais le chercheur belge égrène les noms des futures missions spatiales: Cheops, TESS, Plato, sans oublier le pharaonique James Webb Space Telescope, successeur de Hubble, qui aura la capacité d'étudier les éventuelles atmosphères des planètes entourant Trappist-1. «*Dans les années qui viennent, s'enthousiasme Michaël Gillon, on va apprendre énormément de choses sur l'habitabilité des exoplanètes, leur composition, leur physique. On s'approche à très grands pas de la possibilité d'avoir une réponse à la question de la vie extraterrestre.*» Quand il évoque ce jour à venir, il y a des étoiles dans ses yeux aussi. ■

PIERRE BARTHÉLÉMY



ZOOLOGIE

Le bonobo, altruiste envers les étrangers

Un inconnu laisse tomber ses clés ou son téléphone, que vous ramassez pour lui donner, sans même qu'il vous le demande. Ces actes désintéressés, voire la sympathie envers un individu qui nous est étranger, ne sont toutefois pas propres à l'être humain. Les bonobos (*Pan paniscus*), nos plus proches cousins déjà réputés pour leurs élans d'empathie et le rôle de régulateur social de leur sexualité décomplexée, n'hésitent pas à aider eux aussi un congénère étranger, sans même que ce dernier le sollicite.

C'est ce que révèle une étude américaine publiée, le 7 novembre, dans la revue *Scientific Reports*. Après avoir montré que les bonobos étaient enclins à partager leur nourriture avec des congénères étrangers, les chercheurs de l'université Duke en Caroline du Nord tentent de comprendre jusqu'à quel point ils peuvent se comporter de façon altruiste. Dans une nouvelle série d'expériences menées auprès de bonobos du sanctuaire forestier de Lola ya Bonobo en République démocratique du Congo, ils ont découvert que ces primates sociaux, des juvéniles aux



Bonobos en République démocratique du Congo.

ISSOUF SANOGO / AFP

jeunes adultes, n'hésitent pas à aider des congénères peu familiers à obtenir de la nourriture, même s'ils n'en tirent aucun avantage immédiat.

Voici comment ce comportement a été mis en évidence: chacun leur tour, seize bonobos sont conduits dans l'une des deux pièces adjacentes séparées par une clôture. A chaque essai, un morceau de pomme visible mais hors d'atteinte est accroché au bout d'une corde au-dessus de la pièce vide. En escaladant la clôture, les singes pouvaient atteindre le bâton de bois qui retient la corde au plafond et faire tomber le fruit à portée d'un congénère entrant dans la pièce. A la grande surprise des chercheurs, les bonobos ont libéré le fruit environ quatre fois plus souvent en présence d'un congénère étranger dans la pièce adjacente que lorsque cette pièce était vide. Et ce, sans le moindre signe de ce dernier.

«*Notre étude montre que leur motivation à aider est altruiste et proactive*, affirme Jingzhi Tan. *Ce comportement sert probablement à construire de nouvelles amitiés dans un groupe de bonobos. Les individus dominants étant d'anciens immigrants, c'est important d'être gentil avec les nouveaux arrivants qui pourraient devenir de futurs alliés.*» En présentant ensuite de brèves vidéos à une vingtaine de bonobos, dans lesquelles un membre familier ou inconnu de leur groupe est en train de bâiller ou non, les chercheurs ont même pu constater que des bâillements d'étrangers étaient tout aussi contagieux et involontaires que ceux des membres du groupe. Tout comme regarder une autre personne bâiller peut nous inciter à faire de même, ce bâillement contagieux chez les bonobos reflète une «*contagion émotionnelle*», une forme primitive d'empathie qui se manifeste lorsque l'humeur d'un individu déclenche les mêmes émotions autour de lui. «*Leur réponse est en partie automatique et impulsive, de la même façon leurs réactions de compassion ne sont pas entièrement contrôlées consciemment*», souligne le chercheur en anthropologie évolutionniste.

Malgré leur altruisme à l'égard d'individus familiers, les chimpanzés communs se montreraient en revanche plutôt xénophobes envers des congénères étrangers, souvent perçus comme des concurrents potentiels. Chez les oiseaux, seules les pies seraient altruistes.

De la «*contagion émotionnelle*» à l'aide envers son prochain, les bonobos, par ailleurs menacés de disparition, nous suggèrent que ces comportements ont pu évoluer en érigeant la tolérance comme norme sociale. Qui mieux que ces primates, qui privilégient le lien social et les faveurs sexuelles pour résoudre des conflits, pouvait témoigner de l'importance de tels réflexes de sympathie, voire d'altruisme à l'égard d'étrangers? ■

JÉRÔME GRENÈCHE