

Les chercheurs aussi sont dans la rue

La communauté scientifique s'inquiète de la future loi de programmation pluriannuelle de la recherche, qui suscite une forte mobilisation

LIRE PAGE 2



Rassemblement de doctorants et de chercheurs lors de la manifestation contre le projet de réforme des retraites, à Paris, le 24 janvier. BENJAMIN GIRETTE POUR « LE MONDE »

Les « psychothérapies augmentées » relancées

Après une longue éclipse, des molécules « psychédéliques » suscitent l'intérêt de la recherche psychiatrique, notamment pour atténuer les souvenirs traumatiques

PAGE 3



Entretien Les avatars du rationalisme en France

Le sociologue Sylvain Laurens décrypte l'évolution des courants rationalistes depuis les années 1930

PAGE 8



L'Inde face au piège de l'antibiorésistance

Les bactéries résistantes aux antibiotiques menacent l'état sanitaire du pays. Les estimations évoquent des centaines de milliers de morts par an dans les hôpitaux. En cause? Une mauvaise gestion de l'hygiène et de la qualité de l'eau, mais aussi l'utilisation sans précaution des antibiotiques, encouragée par l'industrie

LISE BARNÉOUD
INDE - envoyé spéciale

Il était entré à l'hôpital pour un problème respiratoire. Il est mort quarante jours plus tard d'une infection à bactéries hautement résistantes. « Nous pensions qu'il était entre de bonnes mains. Nous avons dépensé plus de 25 000 euros pour le soigner. Mais nous sommes revenus sans mon père », retrace sobriement Shyamshis Bhattacharya, directeur d'une société de production audiovisuelle à Bombay. Durant l'été 2019, son père, un poète alors âgé de 77 ans, reçoit des antibiotiques dernière génération. Sans succès. Trois espèces différentes de « superbactéries », probablement introduites par le biais d'une sonde d'intubation, résistent à ces traitements.

Même scénario, quelque 1500 kilomètres plus au nord : une sonde trachéale est également suspectée d'avoir ouvert la route à une bactérie nommée *Klebsiella pneumoniae* chez un jeune homme de 19 ans, soigné pour une dengue, dans l'Etat de l'Haryana (nord de l'Inde). Cette bactérie échappe à tous les antibiotiques,

excepté un seul : la colistine, mise sur le marché en 1958 mais rapidement délaissée à cause de sa toxicité – en particulier sur les reins. Du fait de son utilisation limitée, rares sont les bactéries à avoir développé une résistance à son égard. C'est désormais l'un des antibiotiques de dernier recours. « Pour l'instant, la colistine semble fonctionner sur ce jeune homme », rassure le docteur Atul Gogia, du Sir Ganga Ram Hospital, à Delhi.

Dans cet hôpital privé caritatif, la colistine est utilisée en routine, témoigne ce spécialiste des maladies infectieuses. Mais le « dernier soldat antibactérien » ne remporte pas la bataille à tous les coups : une ou deux fois par mois, des patients succombent à ces infections, évalue le médecin. Sachant qu'il y a plus de 75 000 hôpitaux en Inde, le fardeau de l'antibiorésistance apparaît subitement incommensurable. « Il se chiffre en centaines de milliers de morts », prévient Ramanan Laxminarayan, spécialiste de l'antibiorésistance en Inde et directeur du Center for Disease Dynamics, Economics & Policy (CDDEP), un centre de recherche basé à Washington et New Delhi.

En Inde, difficile en réalité de connaître l'impact de la résistance aux antibiotiques. Et pour cause : aucun système de surveillance national n'existe, et « les trois quarts des hôpitaux ne tiennent aucune comptabilité de ces infections », raconte le docteur Singh, de l'hôpital Amrita, à Kochi, dans le Kerala (sud), un établissement caritatif fondé par Amma, la célèbre prêtresse indienne, fondatrice de l'ONG Embracing the World, qui enlace des milliers de personnes dans ses bras chaque année. Sanjeev Singh est aussi l'un des évaluateurs du système de certification nationale des hôpitaux, mis en place en 2005 et dont l'une des exigences est précisément de prévenir et de surveiller ces infections. Mais, pour l'heure, à peine 670 établissements sont accrédités, soit moins de 1 % des hôpitaux indiens. « Le problème, quand il n'y a pas de données, c'est que personne ne voit où est le problème », poursuit le spécialiste qui a largement œuvré pour que le Kerala devienne le premier Etat indien à se doter d'un plan d'action contre l'antibiorésistance, en 2018.

→ LIRE LA SUITE PAGES 4-5

Tribune Plus d'éthique dans le numérique

Dès leur conception, les algorithmes devraient intégrer des principes éthiques, plaident trois experts

PAGE 7

La recherche mobilisée contre la loi de programmation

RÉFORMES - La future loi de programmation pluriannuelle de la recherche et le dossier des retraites suscitent une inquiétude croissante dans la communauté scientifique, dont les membres grossissent dorénavant les rangs des manifestations interprofessionnelles

Un investissement très attendu, enfin « à la hauteur » pour la recherche française : c'est la promesse de la loi de programmation pluriannuelle de la recherche (LPPR), en cours de préparation. C'est pourtant contre ce texte que montent désormais des contestations dans une partie de la communauté universitaire.

Jusqu'à-là, le mouvement contre la réforme des retraites, dans laquelle les personnels de l'enseignement supérieur et de la recherche sont présentés comme des « perdants », au même titre que les enseignants du secondaire, n'avait eu que peu d'écho dans le monde universitaire et étudiant. Une série de mesures de « compensations » a été promise par le gouvernement pour assurer un niveau de pension équivalent.

Mais, depuis la rentrée de janvier, la tension augmente, face tant à la réforme de la retraite qu'à celle de la recherche. Cortège des labos et universités « en lutte » de plus en plus fourni lors des manifestations interprofessionnelles, à l'instar du 24 janvier ; multiplication des motions signées pour s'opposer à la réforme (au moins 400 recensées, le 28 janvier, par le comité de mobilisation des fachs et labos en lutte) ; et, fait inédit dans le milieu, 71 revues scientifiques, principalement en sciences humaines et sociales, se sont mises à l'arrêt ces dernières semaines... Autant de signaux avec un même objet d'inquiétude : cette loi de programmation pluriannuelle de la recherche.

Annoncé en février 2019 par le premier ministre, Edouard Philippe, le texte, qui doit donner de la visibilité sur les budgets et les ressources humaines du secteur sur plusieurs années à partir de 2021, et permettre d'atteindre l'objectif de 3 % du PIB investi dans la recherche, n'est pas encore connu. Il est attendu en conseil des ministres au printemps, mais de premières pistes se précisent, depuis les trois rapports préparatoires rendus en septembre, jusqu'aux dernières prises de parole du gouvernement et à ses échanges avec les syndicats.

Appel à des états généraux

Le 21 janvier, une poignée de chercheurs a tenté d'interrompre par un contre-discours les vœux de la ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche, Frédérique Vidal. « La communauté scientifique ne veut pas de cette énième soi-disant réforme dont nous ne savons que trop qu'elle porte le darwinisme, la concurrence toxique, la bureaucratie de l'évaluation permanente », ont-ils clamé.

Pour les revues de recherche en grève, cette loi promet de « saper les fondements de la triple économie financière, scientifique et humaine des revues ». Pour les quelque 200 responsables de laboratoire, qui ont signé, depuis le 16 janvier, un appel à un moratoire et à des états généraux de la recherche, il y a là « une déconstruction de l'enseignement supérieur et de la recherche » qui s'annonce, avec « plusieurs éléments (...) de nature à porter un préjudice irréversible au fonctionnement des activités de la recherche publique ». Même la Conférence des présidents du comité national, représentant les 46 disciplines du CNRS, a voté une motion affirmant que les premières orientations de la LPPR « ne lui paraissent pas de nature à répondre aux principales difficultés et fragilités de la recherche publique française, ni à permettre aux personnels scientifiques (...) d'exercer convenablement leur profession ».



Des membres de revues scientifiques manifestent contre le projet de réforme des retraites, à Paris, le 24 janvier.

BENJAMIN GIRETTE POUR « LE MONDE »

Une levée de boucliers rare, depuis les derniers mouvements d'enseignants-chercheurs de 2009 contre la réforme de l'autonomie des universités, et de 2004 contre des coupes budgétaires dans la recherche. Le signe d'un « ras-le-bol » plus profond, souffle-t-on dans le milieu, comparable à ceux constatés dans d'autres services publics, tels que l'éducation, la santé ou la police.

Deux innovations dans le domaine du recrutement dérogeraient dans la loi au statut actuel de la fonction publique et catalysent les oppositions : les contrats à durée indéterminée (CDI) de projet et les contrats de *tenure track*, « titularisation conditionnée ». Les premiers s'arrêtent par un licenciement à la fin d'un projet de plusieurs années et visent à mettre fin au bricolage administratif pour conserver des personnels. Les seconds sont des contrats à durée déterminée (CDD) débou-

chant sur un poste permanent après une durée de plusieurs années. « Cela permet de recruter plus jeune que les plus de 30 ans actuellement », souligne le député MoDem Philippe Berta, qui a participé aux groupes de travail en amont de la LPPR.

Un « système à deux vitesses » et de nouvelles formes de « précarité », dénoncent en revanche les opposants à la réforme. « Ce serait une période probatoire qui porte clairement atteinte aux libertés académiques », estime le sociologue François Sarfati. Pendant ce temps, le jeune chercheur serait en situation de dépendance vis-à-vis de la hiérarchie locale.

Cette nouveauté fâche surtout parce qu'elle apparaît comme la seule réponse à une demande qui fait, elle, l'unanimité : augmenter le nombre d'emplois permanents dans les établissements – en baisse depuis plusieurs années, avec plus de

3600 emplois « perdus » entre 2012 et 2018, selon l'un des groupes de travail en amont de la LPPR. « Le ministère nous a indiqué qu'il n'y aurait pas de diminution de l'emploi, mais nous regrettons que celui-ci n'augmente pas », indique Patrick Monfort, secrétaire général du SNCS-FSU.

« Il y a une très grande lassitude, reprend François Sarfati. On voit de plus en plus de jeunes docteurs, avec des dossiers de plus en plus gros, excellents, mais qui ne trouvent pas de poste. » « On tire sur la corde depuis très longtemps à l'université, abonde Mathias Millet, enseignant-chercheur à l'université de Tours. Avec un nombre d'étudiants qui a explosé ces dernières années, mais un nombre de titulaires qui ne bouge pas, on se retrouve dans des conditions de travail infernales. »

Les syndicats, reçus au ministère, ont aussi compris que des financements supplémentaires passeraient essentiellement par l'Agence nationale de la recherche (ANR), qui distribue les soutiens sur appels à projet. Le taux de succès des chercheurs lors de leur demande de financement à l'ANR, tombé trop bas, devrait être significativement rehaussé, comme le demandent les scientifiques. En revanche, son souhait de voir augmenter aussi fortement les crédits de fonctionnement des laboratoires semble loin d'être exaucé. Un mécanisme, lié aux appels à projets de l'ANR, est néanmoins prévu pour irriguer les établissements.

« Se focaliser sur certaines mesures fait rater la nature profonde de la LPPR, estime pour sa part Julien Gossa, enseignant-chercheur en informatique à l'université de Strasbourg. C'est une loi de transformation de la fonction publique, contraire à ses valeurs et aux intérêts de la population, et qui vient achever ce qui a été commencé depuis une dizaine d'années, en donnant toujours plus de pouvoirs aux présidents d'université et d'organismes de recherche. »

Comme une provocation

Une tribune d'Antoine Petit, patron du CNRS, n'a pas manqué d'alimenter les craintes. Dans son texte aux *Echos* du 26 novembre, le président du grand organisme de recherche souhaitait une LPPR « ambitieuse, inégalitaire – ou différenciante s'il faut faire dans le politiquement correct –, une loi vertueuse et darwinienne, qui encourage les scientifiques, équipes, laboratoires, établissements les plus performants à l'échelle internationale ». Les mots ont été reçus comme une provocation par nombre de chercheurs, et Antoine Petit, depuis, n'a eu de cesse d'essayer de désamorcer sa sortie en précisant qu'il n'a fait que rappeler une évidence : « Le système de recherche est inégalitaire. »

Or, pour beaucoup, la question n'est pas celle du constat mais de l'aggravation éventuelle de cette compétition, qui désigne dans le milieu la course aux financements, aux postes, aux publications, et qui peut conduire à une baisse de qualité des travaux. « Il y a une vraie appréhension dans notre communauté que la compétition, déjà forte, soit exacerbée », estime Stéphane Seuret, président de la Société mathématique de France.

Une autre évolution vient concentrer les griefs des opposants, celle d'un « pilotage par la performance » renforcé. Le Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (Hcéres) pourrait ainsi changer de nature : lors des 80 ans du CNRS, le 26 novembre, Emmanuel Macron a plaidé pour une évaluation « dure » qui récompense, plutôt que l'évaluation « molle » sans conséquence. Thierry Coulhon, conseiller pour la recherche à l'Élysée et probable futur président du Hcéres, s'est déclaré favorable à un retour de la notation lors de ces évaluations, abandonnée dans les années 2010.

« Le Hcéres est la clé de voûte des futures réformes. Nous craignons une gestion toujours plus autoritaire et hiérarchique de notre activité, par une caste de managers de la recherche de plus en plus éloignée de la pratique des laboratoires », estime Laurence Giavarini, membre de Sauvons l'université ! Le 21 janvier, comme une centaine de chercheurs, elle a déposé une candidature symbolique au Hcéres. Ils étaient plus de 1200 à avoir fait de même en ligne, et 5000 à soutenir l'initiative destinée à faire « dérailler la machine bureaucratique » et à « défendre l'autonomie de la recherche ».

Pour apaiser le climat, Frédérique Vidal a cependant annoncé, lors de ses vœux, le 21 janvier, une revalorisation substantielle des salaires d'embauche des chercheurs et enseignants-chercheurs. Elle a garanti que, « dès 2021, tout chargé de recherche et tout maître de conférences soit désormais recruté à hauteur d'au moins 2 smic, contre 1,3 à 1,4 smic aujourd'hui ». Un effort de 26 millions d'euros, auquel doivent s'ajouter 92 millions, sous forme de primes pour l'ensemble des personnels. « Ces mesures sont positives, mais nous attendons la suite. Ce n'est pour l'instant pas énorme », estime le syndicaliste Patrick Monfort. ■

DAVID LAROUSSIERE ET CAMILLE STROMBONI

LA RETRAITE, L'AUTRE SUJET QUI FÂCHE

La future loi de programmation pluriannuelle de la recherche (LPPR) et celle réformant les retraites ne sont pas indépendantes. « On sait compter ! », ironise un chercheur en mathématiques croisé dans une manifestation le 16 janvier. Un calcul simple, diffusé par les syndicats, conduit à des baisses de pension d'environ 30 % par rapport au système actuel. Mais il ne tient pas compte de l'évolution, sur toute la carrière, des valeurs d'achat et de service des points.

Pour autant, une simulation, publiée le 24 janvier dans l'étude d'impact accompagnant le projet de loi, confirme que les chercheurs seront effectivement perdants. Dans toutes les générations étudiées (1975, 1980, 1990, 2003), un chargé de recherche ou un directeur de recherche gagnera moins dans le nouveau sys-

tème que dans l'ancien. Environ 200 euros de moins à 65 ans (l'âge moyen actuel de départ de cette profession) sur 3000 euros net mensuels pour un chargé de recherche qui serait né en 1990.

Peu de primes

La baisse s'explique par le fait que, comme le reste de la fonction publique, les personnels de recherche permanents verront leur mode de calcul de pension modifié : du salaire des six derniers mois, cela passerait graduellement à une formule prenant en compte la totalité de leur carrière. Le gouvernement, conscient de la différence, a prévu d'élargir l'assiette du calcul à la partie indemnitaire du salaire (les primes), sur laquelle s'appliquent aujourd'hui peu de droits à la retraite. Mais ces personnels touchent peu de primes, de 10 % à 15 % de

la rémunération, quand d'autres corps de la fonction publique comparables dépassent les 30 %, selon l'un des rapports des groupes de travail remis en amont de la LPPR.

Le compte n'y est donc pas. Si bien que le gouvernement prévoit dans la loi sur la réforme des retraites de négocier, par la LPPR, une trajectoire de revalorisation des salaires afin de compenser les écarts prévisibles par rapport au système actuel. Un premier pas a été franchi avec l'annonce, pour 2021, de 118 millions d'euros supplémentaires pour cette revalorisation. Les experts d'un des groupes de travail en amont de la LPPR estiment à 1,85 milliard d'euros par an l'effort global à fournir pour le rattrapage.

« Durant cette période, il faut tenir compte de changements tant économiques que politiques, et personne ne peut jurer de quoi que ce soit. Et cela

quel que soit le système de retraite », rappelle Françoise Lambert, secrétaire nationale chargée de l'enseignement supérieur du SGEN-CFDT, syndicat favorable au système à points.

Un autre risque a été pointé par le Conseil d'Etat dans son avis du vendredi 24 janvier portant sur cette loi, qui considère « contraire à la Constitution » l'idée de renvoyer « à une loi de programmation la définition de mécanismes permettant de garantir aux personnels enseignants et chercheurs (...) une revalorisation de leur rémunération ».

Beaucoup, pour cette revalorisation, lorgnent les marges de manœuvre dégagées par la baisse du taux de cotisation de l'Etat employeur qui passerait d'environ 75 % à 17 %, selon le projet de loi sur la réforme des retraites, mais qui devrait être compensée. ■

D. L.

Le pari des « psychothérapies augmentées »

NEUROPSYCHIATRIE - Une approche audacieuse vise à renforcer l'effet des psychothérapies en leur associant une drogue psychédélique ou un médicament

Un air de Woodstock souffle à l'hôpital. « Certains de nos collègues s'étonnent : "Vous voulez mettre vos patients sous ecstasy?" », témoigne Alexandre Salvador, psychiatre au centre hospitalier Sainte-Anne, à Paris. Il appelle de ses vœux une alliance thérapeutique inédite, celle de la chimie et de l'empathie. Une approche qui scelle, au fond, un pacte entre des prises en charge psychologiques et des drogues psychédéliques ou des médicaments – ces derniers étant administrés au patient avant, pendant ou après les séances de psychothérapie. Ce pari pourrait permettre de traiter des dépressions rebelles aux traitements classiques, des états de stress post-traumatique (ESPT)...

Cette approche, c'est celle des « psychothérapies augmentées ». Un terme proposé par Roland Jouvent, ancien chef du service psychiatrie de la Pitié-Salpêtrière, à Paris. Il s'agit donc de renforcer l'effet des « thérapies de l'âme » par une molécule pharmacologiquement active : LSD, MDMA (le principe actif de l'ecstasy), psilocybine (le principe actif de certains champignons hallucinogènes), ou encore un bêta-bloquant. Avec cet espoir : que cette molécule remodèle les réseaux neuronaux, de façon non pas à suppléer le déficit supposé d'un neuromédiateur, mais à faciliter l'impact des psychothérapies.

« Accès étendu »

L'approche inspire un nombre croissant d'essais thérapeutiques. Autres signes récents de l'intérêt grandissant à son égard : une session lui était consacrée, le 22 janvier, à Paris, lors du 18^e congrès de l'Encéphale. Et le 21 janvier, la puissante agence du médicament américaine, la Food and Drug Administration, autorisait un « accès étendu » à la MDMA, associée à une psychothérapie, pour traiter l'état de stress post-traumatique.

Cette décision fait suite aux résultats favorables d'études préliminaires randomisées et contrôlées (de phase 2) menées aux Etats-Unis. En



mai 2019, une revue de six d'entre elles a été publiée (Mithoefer et al., *Psychopharmacology*). Au total, 72 patients souffrant d'un ESPT ont reçu de la MDMA (75 mg à 125 mg), durant 2 ou 3 séances de psychothérapie augmentée de huit heures. Ces séances étaient précédées et suivies de 3 ou 4 séances de psychothérapie simple. Verdict : 54 % des patients du groupe MDMA n'avaient plus d'ESPT, contre 22 % de ceux du groupe placebo. Un essai de phase 3 est en cours aux Etats-Unis, au Canada et en Israël. En 2019, une autre étude a montré qu'une telle psychothérapie augmentée avait un effet deux ou trois fois plus important que la paroxétine ou la sertraline, deux antidépresseurs classiquement proposés contre l'ESPT (Feduccia et al., *Front Psychiatry*).

Le concept, en réalité, n'est pas neuf. Ainsi, dès les années 1950, le LSD a été utilisé pour favoriser la parole des patients face à leur psychiatre ou à leur psychothérapeute. Dans les années 1960, à mesure que les interdictions sur les psychédéliques se sont multipliées, ces recherches ont été progressivement abandonnées.

Retour sur l'époque actuelle. Dès les années 2000, l'équipe d'Alain Brunet, de l'université McGill à Montréal (Canada), a conçu et validé un protocole contre l'état de stress post-traumatique. La méthode associe une psychothérapie sur six semaines à l'administration de propranolol, un bêta-bloquant (médicament prescrit en cardiologie). Le patient prend un comprimé de propranolol avant chaque séance de psychothérapie. Lors de la première séance, il écrit le récit

de son traumatisme, qu'il lira au thérapeute à chaque séance ultérieure. Au terme du traitement, le texte ne doit plus correspondre à son ressenti. En France, l'équipe de Bruno Millet, de la Pitié-Salpêtrière, évalue à son tour l'effet d'un protocole analogue, sur 400 patients souffrant d'ESPT après les attentats du 13 novembre 2015.

« Le propranolol diminue spécifiquement le rappel des souvenirs émotionnellement chargés, mais non celui des souvenirs neutres », raconte Alexandre Salvador. Mais cette molécule ne fonctionne pas seule : elle doit être couplée à une procédure de remémoration du traumatisme. D'où les séances de psychothérapie.

« Résédimentation du souvenir »

« L'oubli n'est pas la solution du psychotraumatisme », a expliqué Roland Jouvent, au congrès de l'encéphale. Pour guérir, « le patient doit parvenir à accepter sémantiquement ce qu'il a vécu tout en changeant de point de vue. Le bêta-bloquant permet sans doute la résédimentation du souvenir traumatique, avec un passage du mode "acteur" au mode "spectateur". Les neurosciences ont rendu possibles ces nouvelles approches en démontrant les synergies entre ce type de molécules et les psychothérapies ».

Autre champ prometteur pour cette approche : les dépressions résistantes aux traitements standards et les troubles anxieux et dépressifs chez les patients atteints d'un cancer engageant le pronostic vital.

Quid des effets indésirables ? Contrairement à la morphine, les psychédéliques ne créent pas de dépendance immédiate. « Le problème vient surtout de leur utilisation dans des contextes festifs, qui favorisent les complications, estime Alexandre Salvador. Dans une psychothérapie augmentée, ces produits sont utilisés sous supervision constante, dans un environnement calme, avec un nombre de séances très limité et sans possibilité d'abus ou de surdosage intentionnel. » A Sainte-Anne, le pôle de Raphaël Gaillard étudie l'apport de la kétamine dans le traitement de la dépression. Et réfléchit aux moyens d'explorer le potentiel thérapeutique des psychédéliques.

Un bémol toutefois : « Ces protocoles posent un problème en termes d'organisation des soins », admet Alexandre Salvador. Comment affecter, par exemple, un ou deux thérapeutes, durant quatre à huit heures, pour la séance de psychothérapie sous psychotrope ? Un vrai défi, dans le contexte actuel. ■

LA FAUSSE COUCHE PRÉCOCE, UN TRAUMATISME SOUS-ÉVALUÉ

Encore taboue, souvent minimisée par la société, la perte d'un fœtus, même à un stade précoce de la grossesse, peut engendrer chez de nombreux parents une souffrance d'une profonde intensité. Difficulté à se remettre de la mort d'un petit être qui n'a pas existé aux yeux des autres, remarques blessantes de l'entourage, sentiment de culpabilité, annonce communiquée de manière parfois brutale... Ces différents aspects peuvent faire du deuil périnatal une épreuve particulièrement difficile à surmonter.

Selon les résultats d'une étude réalisée auprès de 650 femmes par l'Imperial College de Londres, et publiée le 14 janvier dans *l'American Journal of Obstetrics and Gynecology*, près d'une femme sur trois ayant vécu une fausse couche avant douze semaines de grossesse, ou ayant subi une grossesse extra-utérine, se trouverait dans un état de stress post-traumatique pouvant perdurer, pour une femme sur six, jusqu'à neuf mois. Des symptômes d'anxiété modérée à sévère seraient par ailleurs rencontrés par 25 % des personnes interrogées et perdureraient après neuf mois chez 17 % d'entre elles. De même, 10 % et 6 % des femmes souffriraient de dépression modérée à sévère après respectivement un mois et neuf mois.

« Notre société peine à reconnaître cet événement comme pouvant être particulièrement traumatisant », décrit Tom Bourne, professeur en gynécologie à l'Imperial College et principal auteur de l'étude. Il en résulte un manque de compréhension et de soutien pour de nombreuses femmes. L'accompagnement des personnes ayant vécu des fausses couches devrait être adapté afin de répondre à leur réel impact psychologique, tout comme il faudrait encourager les gens à en parler davantage. »

Sentiment d'isolement

Relativement fréquentes, les fausses couches concerneraient entre 15 % à 20 % des grossesses confirmées par prise de sang. Elles sont cependant encore régulièrement vécues dans la solitude. « Le secret entourant les trois premiers mois de la grossesse, puis la perte du bébé, rend plus difficile pour le couple de pouvoir partager son deuil, explique Antje Horsch, psychologue et directrice du Lausanne Perinatal Research Group à l'université de Lausanne. Le couple peut alors se sentir isolé et insuffisamment entendu dans sa souffrance, y compris par l'entourage. »

« Il est important d'être conscient que certains parents développent un attachement prénatal même en tout début de grossesse et se projet-

tent très tôt dans une vie de famille. Tout cela s'interrompt de manière extrêmement violente avec la perte du bébé », souligne Antje Horsch.

Pour Tom Bourne, il est fondamental de mettre en place des outils permettant d'identifier, dans les trois mois suivant l'arrêt de la grossesse, la présence d'une éventuelle pathologie psychologique : « Les personnes présentant des critères d'anxiété ou de dépression importants se verront probablement proposer une thérapie comportementale cognitive et, si nécessaire, une prise en charge médicamenteuse. Nous prévoyons actuellement un essai afin de déterminer le traitement optimal du stress post-traumatique spécifiquement associé aux fausses couches ou aux grossesses extra-utérines. »

Les deux parents peuvent également vivre le deuil à des rythmes différents, un phénomène venant compliquer une situation par ailleurs déjà difficile. Raison pour laquelle Antje Horsch plaide pour une intégration du père dans la prise en charge consécutive à la perte d'un bébé. « Des enquêtes réalisées au CHUV, à Lausanne, nous ont permis de constater que ces derniers pouvaient également souffrir d'anxiété, de dépression et de stress post-traumatique. » ■

SYLVIE LOGEAN
(« LE TEMPS », LAUSANNE)

TÉLESCOPE

RECHERCHE

Le Royaume-Uni crée un visa accéléré pour attirer les scientifiques

Le gouvernement de Boris Johnson a annoncé, dimanche 26 janvier, la création d'un visa accéléré pour faciliter l'entrée au Royaume-Uni des meilleurs chercheurs et scientifiques dans l'espoir de créer une « superpuissance » scientifique mondiale. Le premier ministre a associé cette annonce à une promesse de 300 millions de livres (356 millions d'euros) pour la recherche en mathématiques avancées, notamment dans le domaine de l'intelligence artificielle. Après le Brexit, qui doit entrer en vigueur officiellement vendredi 31 janvier, le Royaume-Uni veut mettre en place un système d'immigration à points – avec prise d'effet au 1^{er} janvier 2021, après la période de transition – pour restreindre particulièrement les entrées de migrants non qualifiés.

PALÉONTOLOGIE

Du nouveau chez les allosaures nord-américains

L'analyse de deux squelettes de dinosaures trouvés dans les années 1990 dans l'Utah et le Wyoming a conduit une équipe de paléontologues américains à proposer une nouvelle espèce d'allosaures, *Allosaurus jimmdenseni*. Ce carnivore bipède de 9 mètres de long et pesant près de 2 tonnes, datant de la fin du jurassique, entre 157 millions et 152 millions d'années av. J.-C., devient le plus ancien allosauridé d'Amérique du Nord, précédant de 5 millions d'années son cousin *Allosaurus fragilis*. *A. jimmdenseni* a été ainsi baptisé en mémoire du paléontologue James Madsen (représenté ci-dessous, alors qu'il reconstitue un squelette d'allosaure). L'animal, avec ses



mâchoires puissantes dotées de 80 dents aiguisées et de pattes avant griffues, était le plus redoutable prédateur de son temps.

(PHOTO: WILLARD MARRIOT LIBRARY AT THE UNIVERSITY OF UTAH)
> Chure & Loewen, « PeerJ » du 24 janvier.

ÉDITION

La recherche française s'ouvre de plus en plus

Parmi les quelque 155 000 articles scientifiques publiés avec une affiliation française en 2018, 49 % sont accessibles gratuitement, selon le dernier « baromètre de la science ouverte », fourni par le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche. Autre constat, de plus en plus d'articles anciens sont mis à disposition gratuitement : fin 2019, 51 % des publications de 2017 étaient accessibles, contre 41 % lorsque ce taux avait été mesuré en 2018. Les mathématiques sont la discipline la plus ouverte (71 % des articles de 2018 sont gratuits), et les sciences de l'ingénieur la plus fermée (37 %).

> Note du service des Systèmes d'Information et des études statistiques (SIES), le 28 janvier.

16

C'est, en pétaflops (millions de milliards d'opérations par seconde), la puissance de « Jean Zay », l'un des supercalculateurs les plus puissants d'Europe, qui vient d'être installé à l'Institut du développement et des ressources en informatique scientifique (Idris) du CNRS, sur le plateau de Saclay, en région parisienne. Ayant coûté 25 millions d'euros, cette machine conçue par Hewlett Packard combine les capacités cumulées de 40 000 ordinateurs personnels pour faire « converger les mondes du calcul intensif et de l'intelligence artificielle », indique le CNRS. Ses capacités seront notamment mises à profit pour simuler l'évolution du climat, pour les prévisions météorologiques, l'astrophysique ou encore la biologie et la santé. Elle a été baptisée « Jean Zay » en hommage au ministre de l'éducation nationale et des beaux-arts (1936-1939), cofondateur du CNRS en 1939. Cet acteur du Front populaire a été assassiné par la milice en 1944.

FLORENCE ROSIER



En Inde, le spectre des bactéries résistantes

► SUITE DE LA PREMIÈRE PAGE

Et les rares hôpitaux qui surveillent ces superbactéries et acceptent de jouer la transparence, comme Amrita ou Sir Ganga Ram, sont également ceux qui ont mis en place un système de prévention des infections nosocomiales, avec des mesures d'hygiène, d'isolement et de bon usage des antibiotiques. On peut donc imaginer que les dégâts soient moindres dans leurs établissements, et qu'en s'appuyant sur leurs seules données on sous-évalue la réalité du terrain.

Après avoir sillonné le pays, visité une dizaine d'hôpitaux, interrogé de nombreux médecins, experts et victimes, un constat s'impose : la montée de l'antibiorésistance menace dangereusement l'état sanitaire de l'Inde. Outre les exemples individuels dramatiques d'impasse thérapeutique, les hôpitaux font également face à d'impressionnantes épidémies d'infections à bactéries multirésistantes (on parle de multirésistance dès lors qu'une bactérie résiste à au moins trois classes d'antibiotiques).

Les bactéries ne sont pas seules en cause : le phénomène s'observe aussi avec certains champignons pathogènes, rapporte le professeur Arunaloque Chakrabarti, directeur du laboratoire de microbiologie d'un hôpital de Chandigarh, le Postgraduate Institute of Medical Education and Research (PGIMER). En l'espace de quatre jours, les neuf patients d'un service de traumatologie se sont retrouvés colonisés par un champignon résistant à plusieurs antifongiques : *Candida auris*, surnommé « le champignon tueur ». « Selon les recommandations internationales, il faut isoler tous les patients porteurs. Mais c'est tout à fait impossible ici ! La majorité de nos patients sont colonisés au bout de quelques jours d'hospitalisation », explique le spécialiste lors de la conférence annuelle de l'Association indienne des microbiologistes médicaux, organisée à Bombay, fin novembre 2019. Heureusement, le laboratoire d'Arunaloque Chakrabarti est le centre

de référence des champignons en Inde : le diagnostic fut donc rapide, et les équipes sont parvenues à décoloniser les patients avant que l'infection ne se développe. Toutefois, « seule la moitié des laboratoires hospitaliers indiens sont capables de détecter ces champignons unicellulaires », remarque le microbiologiste. Son collègue du King George's Medical University, un hôpital de Lucknow, dans l'Uttar Pradesh (nord), peut en témoigner : trois patients sont récemment décédés des suites d'une infection à

**CES INFECTIONS
SE RÉVÈLENT DÉSORMAIS
PLUS MORTELLES
POUR LES PATIENTS
QUE LEUR PROPRE CANCER**

de référence des champignons en Inde : le diagnostic fut donc rapide, et les équipes sont parvenues à décoloniser les patients avant que l'infection ne se développe.

Toutefois, « seule la moitié des laboratoires hospitaliers indiens sont capables de détecter ces champignons unicellulaires », remarque le microbiologiste. Son collègue du King George's Medical University, un hôpital de Lucknow, dans l'Uttar Pradesh (nord), peut en témoigner : trois patients sont récemment décédés des suites d'une infection à

Candida auris contractée à l'hôpital. Pour ce professeur, l'une des raisons principales de ces épidémies réside dans la surpopulation à l'hôpital.

La plupart des grands hôpitaux publics affichent en effet des taux d'occupation supérieurs à 100 %. Il n'est pas rare d'avoir plusieurs patients par lit, ou bien des matelas ajoutés sur le sol. Même dans certaines unités de soins intensifs. « Il faudrait laisser au moins trois mètres entre chaque patient, mais c'est impossible ici », confirme le docteur Sunil Gupta, ex-directeur du Safdarjung Hospital, à Delhi, qui estime à 50 % le nombre de patients qui pourraient être traités en dehors de l'hôpital, mais qui viennent parfois de loin pour bénéficier de soins gratuits, supposés de qualité. « Nous n'avons pas le droit de les refuser mais nous tentons actuellement de négocier avec le gouvernement un contrôle des admissions en fonction de la disponibilité des lits », indique le médecin.

Une enzyme de résistance aux traitements
Dans la maternité de ce grand hôpital public, les chambres communes sont bondées et l'on compte 70 naissances par jour, pour seulement... 10 tables d'accouchement. « Comment voulez-vous nettoyer correctement les lits entre chaque patiente ? », pointe un employé. En 2016, Ramanan Laxminarayan et ses coauteurs avaient évalué à plus de 56 000 par an le nombre de décès de nouveau-nés attribuables aux superbactéries en Inde... La situation est telle que, pour les plus vulnérables, la question se pose d'aller ou non se faire soigner à l'hôpital. En octobre 2018, une étude publiée dans le *Journal of Global Infectious Diseases* révélait que les infections résistantes étaient devenues la première cause de décès chez les personnes atteintes de cancers du sang en Inde. Autrement dit, ces infections se révèlent désormais plus mortelles pour ces patients que le cancer lui-même ! Dans cette étude, menée dans un grand hôpital public de Delhi, 73 % de ces patients étaient porteurs de bactéries résistantes à toute une famille d'antibiotiques de dernière génération, les carbapénèmes, utilisés en derniers recours en France (où l'on parle alors de « bactéries hautement résistantes émergentes »).

À l'hôpital de Sion, à Bombay, ce ne sont pas les patients porteurs de germes super-résistants que l'on isole, mais les malades non porteurs qui risquent le plus d'être infectés, notamment les personnes ayant subi des chimiothérapies ou sous immunosuppresseurs. « Si les globules blancs [les cellules de notre système immunitaire qui luttent contre les infections] sont trop peu nombreux, nous décourageons les malades de venir à l'hôpital, nous les soignons chez eux », expliquent de leur côté Sheila Nainan Myatra et Sanjay Biswas, du Tata Memorial Hospital à

LES TOURISTES, « PATIENTS À RISQUE »

Désormais en France, et indépendamment de l'épidémie due au coronavirus chinois, les voyageurs sont considérés comme des « patients à risque », aux côtés des rapatriés sanitaires et des personnes ayant été hospitalisées à l'étranger. Depuis le 16 janvier 2020, le Haut Conseil de la santé publique (HCSP) incite en effet les hôpitaux à dépister d'éventuelles antibiorésistances chez les patients ayant séjourné à l'étranger depuis moins de trois mois « sur des critères d'analyse de risque : durée de séjour, pays, prise d'antibiotiques, modalités de voyage... », peut-on lire dans les nouvelles recommandations. « Nous allons faire passer ce message : le dépistage est important dès lors que les conditions d'hygiène du voyage laissent penser qu'une exposition à des bactéries hautement résistantes est possible », appuie le professeur Didier Lepelletier, vice-président de la commission système de santé et sécurité des patients du HCSP. Aucun pays n'est visé, mais l'Inde est dans

tous les esprits, assure ce chef du service de bactériologie et hygiène hospitalière du CHU de Nantes.

Et pour cause : selon les études, entre 70 % et 90 % des touristes reviennent d'Inde colonisés par des germes multirésistants, alors qu'ils n'étaient pas porteurs avant leur départ, n'ont pas fréquenté d'hôpitaux ni pris d'antibiotiques. Pas de quoi paniquer pour autant : en général, ce portage ne dure que quelques semaines.

Portage ne signifie pas infection

Selon une étude française menée sur 824 voyageurs, moins de 5 % des personnes contaminées hébergent encore ces bactéries résistantes trois mois après leur retour de voyage. En outre, portage ne signifie pas infection : la majorité du temps, ces colonisations digestives passent inaperçues. Elles ne posent de problèmes aux porteurs qu'à l'occasion d'une maladie, lorsque le microbiote est perturbé, ou lors d'une opération, lorsqu'un geste invasif leur per-

met d'accéder à la circulation sanguine par exemple.

C'est donc bien souvent à l'hôpital que le problème apparaît. Ce qui pose un autre risque : celui de la propagation de ces bactéries à d'autres patients vulnérables. En 2018, une personne de retour d'Inde était admise en réanimation chirurgicale dans un hôpital du nord de la France. Sans surprise, elle était porteuse d'une bactérie hautement résistante. Malgré les procédures d'isolement et de personnel spécifique, cinq autres cas seront comptabilisés dans l'unité les mois suivants. Ces bactéries avaient trouvé refuge dans les siphons des lavabos !

À l'hôpital Bichat (Paris), environ 75 % des patients porteurs de bactéries hautement résistantes ont un lien direct avec l'étranger, surtout le Maghreb et l'Afrique subsaharienne où ces bactéries sont très présentes et d'où proviennent la majorité des patients. « Dans 10 % des cas seulement, ces porteurs conduisent à au moins un cas secondaire » par contamination, note Jean-Christophe Lucet, qui dirige

le service de prévention et contrôle de l'infection de l'établissement. Chaque année, l'hôpital dépiste une cinquantaine de bactéries hautement résistantes, et une dizaine de patients développent une infection. En 2018, deux patients ne répondant à aucun antibiotique sont décédés, « mais il est difficile de savoir quel rôle a joué la résistance aux antibiotiques tant ces patients étaient gravement malades par ailleurs », indique le spécialiste.

Autre source d'inquiétude : le refus de certains établissements de prendre en charge ces patients. Selon une étude française, un porteur de bactérie hautement résistante reste hospitalisé en moyenne vingt-trois jours de plus que les autres, faute de services de soins de suite et de réadaptation acceptant de les recevoir. Ces patients nécessitent en effet des procédures d'isolement, parfois du personnel spécifique, donc un surcoût pour les établissements. Seules certaines agences régionales de santé attribuent des aides pour ces situations. ■

L. BA.



A gauche : un service dans un hôpital d'Ernakulam, dans le Kerala, le 25 novembre 2019.

Ci-contre : hall central du Tata Memorial Hospital, à Bombay, le 28 novembre 2019.

Ci-contre en bas : cours de prévention des infections dans un hôpital de Kochi, le 25 novembre 2019.
PHOTOS MANSI THAPLIYAL



CES SUPERBACTÉRIES NE SE CONTENTENT PAS D'ATTAQUER À L'INTÉRIEUR DES HÔPITAUX : ON LES TROUVE DANS LES SOLS, LES RIVIÈRES, LES ANIMAUX, LE LAIT, LA NOURRITURE...

Bombay. Dans ce centre consacré aux cancers, environ un patient sur deux en soins intensifs est sous colistine. Idem à l'hôpital d'Amrita, à Kochi : là, les patients traités pour des cancers sont accueillis non plus dans l'hôpital, mais dans un logement extérieur.

« A cause de leur système immunitaire affaibli, le risque de contracter une infection nosocomiale est trop élevé », confirme un microbiologiste qui souhaite garder l'anonymat et qui n'hésite pas à comparer les chambres communes de son hôpital aux « champs de bataille de l'Afghanistan ». « C'est de plus en plus inquiétant », poursuit ce chercheur, coauteur en 2010 d'un article qui fit polémique, décrivant l'émergence en Inde d'une nouvelle enzyme, appelée NDM-1 pour « New Delhi métallobéta-lactamase 1 », qui confère aux bactéries qui en sont dotées une résistance à quasiment toutes les familles d'antibiotiques : les pénicillines, les céphalosporines, les aminosides, les quinolones, les carbapénèmes...

A l'époque, les autorités indiennes avaient dénoncé le caractère stigmatisant du nom NDM. Certains responsables avaient même crié au complot, car l'article pointait le tourisme médical en Inde comme la principale cause d'une chaîne pandémique mondiale de résistance. « Nous

savons que NDM allait devenir un énorme problème », commente simplement ce microbiologiste. Dix ans après sa détection, ce nouveau mécanisme de résistance s'est répandu comme une traînée de poudre, particulièrement chez les bactéries *Klebsiella pneumoniae* : jusqu'à 65 % des souches isolées dans certains hôpitaux possèdent cette enzyme.

Mais ce n'est pas tout. Ces superbactéries ne se contentent pas d'attaquer à l'intérieur des hôpitaux : on les trouve désormais dans les sols, les rivières, les animaux, le lait, la nourriture... Partout où l'on trouve des antibiotiques, des résistances émergent. Or, les antibiotiques sont omniprésents dans l'environnement indien : ils proviennent des élevages – l'Inde vient tout juste d'interdire la colistine en médecine vétérinaire –, des rejets hospitaliers, des eaux usées urbaines ou encore des effluents des industries pharmaceutiques qui les produisent, sachant que l'Inde est le plus gros producteur mondial d'antibiotiques avec la Chine. En outre, les bactéries sont capables d'échanger leurs gènes de résistance entre elles par simple contact, même entre espèces différentes. D'où cette fulgurante propagation des résistances.

De la colistine pour « une simple toux »

Des études ont par exemple retrouvé NDM-1 dans les eaux du Gange, particulièrement durant la saison de pèlerinage, ou pire : dans l'eau du robinet de Delhi ! « Il n'y a plus besoin d'avoir pris des antibiotiques ou d'être allé à l'hôpital pour être porteur de ces bactéries multirésistantes », poursuit le chercheur. Un article publié dans *Scientific Reports* en 2019 portant sur 125 enfants dans une zone rurale du Madhya Pradesh (centre) révèle que 124 d'entre eux sont porteurs de bactéries munies d'une enzyme appelée BLSE (pour bêta-lactamases à

spectre élargi), qui découpe en morceaux la plupart des pénicillines et des céphalosporines. En France, une étude similaire menée dans 25 crèches des Alpes-Maritimes en 2012 révélait un taux de portage de 6,7 %.

Si ces porteurs subissent ensuite une opération ou si leur système immunitaire s'affaiblit, ces bactéries silencieuses peuvent en profiter pour les infecter. On parle alors d'infection endogène. Et si ces porteurs se rendent à l'hôpital, leurs bactéries peuvent se propager à d'autres patients, notamment par les mains ou les instruments médicaux, véritables « aimants » à bactéries. « Se focaliser sur la prévention des infections à l'intérieur de l'hôpital sans discuter de l'hygiène et de l'assainissement au sein des communautés ne servira à rien », prévient Abdul Ghafur, l'un des principaux artisans de la déclaration de Chennai de 2012, qui appelait les responsables politiques à prendre des mesures face à ce fléau grandissant.

« Le problème en Inde, ce ne sont pas les lois, c'est leur application », commente le docteur Ramasubramanian, de la clinique privée Apollo, à Chennai, l'un des rares hôpitaux indiens à être accrédité par la Joint Commission International (JCI), un gage de qualité recherché par les patients américains et européens. Un seul exemple : la vente libre d'antibiotiques. Depuis 2014, plusieurs lois successives l'interdisent, mais cela n'empêche nullement la grande majorité des pharmacies visitées de nous en délivrer sans aucune ordonnance. A Bombay, une pharmacie nous propose même une boîte de Faropenem, un antibiotique récent à spectre large, non approuvé en Europe et aux Etats-Unis, et dont les ventes ont déjà explosé en Inde et en Chine.

Une autre pharmacie nous délivre de la colistine en sirop. « Les enfants en prennent parfois pour une simple toux », signale un médecin. Ces deux produits figurent sur la liste des antibiotiques dits de réserve de l'OMS, ceux censés être utilisés en dernier recours. Entre 2007 et 2012, la vente de cette catégorie d'antibiotiques (une vingtaine au total) a augmenté de 174 % en Inde, contre 26 % pour l'ensemble des antibactériens dans ce pays...

Un surcoût astronomique

La recrudescence des bactéries multirésistantes n'explique pas à elle seule l'envolée de ces produits. Selon plusieurs experts, les industriels pharmaceutiques poussent fortement leurs antibiotiques de dernière génération sur le marché, car ils sont plus lucratifs. « L'industrie pharmaceutique ne voit aucun profit à produire les antibiotiques de base, relativement peu coûteux », écrit Leena Menghaney, juriste pour Médecins sans frontières (MSF), qui pointe du doigt des pénuries répétées de ces antibiotiques « tandis que ceux qui garantissent des gains plus élevés sont assurés d'un approvisionnement fiable ». Pour inciter à prescrire leurs antibiotiques, les industriels n'hésitent pas à offrir de nombreux cadeaux (des télévisions, des voyages ou même de l'argent) aux professionnels de la santé comme aux « charlatans » sans aucune qualification et faisant office de médecins dans les nombreux déserts médicaux, révélait, au cours de l'été 2019, une enquête du Bureau of Investigative Journalism. Cette pression est particulièrement forte dans le secteur privé, témoignent la plupart des acteurs rencontrés.

« Dans le public, nous bénéficions de médicaments gratuitement, nous les intéressons moins », explique Nitin Karnik, de l'hôpital public de Sion, à Bombay. Résultat : la consommation d'antibiotiques de dernière génération est plus importante dans le privé, ce qui se traduirait également par un plus fort taux de résistance. « Entre 70 % et 75 % des patients qui viennent du privé nécessitent des antibiotiques de seconde génération à leur admission contre 20 % à 25 % des patients qui ne sont pas passés par le privé », estime ce médecin en charge du contrôle des infections dans son établissement. Autre source d'inquiétude pour certains : depuis trois ans, Pfizer s'affiche comme le premier sponsor du programme balbutiant de surveillance de l'antibiorésistance mené par le Conseil indien pour la recherche médicale (ICMR), avec une subvention de plus de 860 000 euros. « Ils ne font pas cela par charité », commentent plusieurs spécialistes en off.

On touche là un autre problème, rarement abordé, de l'antibiorésistance en Inde : le surcoût astronomique de ces infections. Entre le prix des dernières générations d'antibiotiques, bien plus

chers que les premières, le coût des tests de diagnostic, les complications, les séjours hospitaliers qui se prolongent, « au final, ces infections multirésistantes coûtent plus de dix fois plus cher que les infections sensibles », calcule le docteur Ramasubramanian. D'où certains hôpitaux publics qui ne parviennent pas à se procurer ces médicaments ou ces tests. D'où aussi des factures exorbitantes pour les Indiens qui fréquentent les cliniques privés. « Si les patients qui contractent ces infections à l'hôpital refusaient de payer les surcoûts inhérents, l'ensemble du système de soins indien s'effondrerait », commente un spécialiste qui demande à rester anonyme.

Pour l'heure, les compensations financières restent extrêmement rares, « mais de plus en plus de victimes se tournent vers la justice », affirme Kunal Saha, qui a reçu pour sa part plus de 1,7 million d'euros en 2009 après le décès de sa femme pour négligence médicale et infection nosocomiale contractée dans un hôpital de Calcutta. « A cette époque, les médecins étaient intouchables et le corporatisme est très fort au sein de cette profession. J'ai reçu et reçois encore beaucoup de menaces à cause de ma plainte. Mais je crois à un cercle vertueux où les poursuites judiciaires peuvent mener à plus de responsabilité, plus de sensibilisation au sujet des infections nosocomiales », poursuit ce médecin indien installé aux Etats-Unis.

Un début de réaction

La situation indienne s'apparente à la fable de la grenouille dans la marmite, suggère le docteur Balaji Veeraraghavan, du Christian Medical College, à Vellore, dans le Tamil Nadu (sud). La marmite s'échauffe à feu doux, la grenouille s'adapte tant bien que mal, sans vraiment se rendre compte qu'elle court à sa perte, jusqu'à ce qu'il soit trop tard. « C'est la meilleure analogie que je puisse trouver. Les choses empirent doucement depuis des années, comme un lent tsunami », illustre ce microbiologiste, qui insiste sur un point : le grand nombre de victimes reste encore dissimulé par une faible surveillance.

Sanjeev Singh, de l'hôpital Amrita, est plus optimiste. « Nous assistons à un mouvement fantastique », ose ce médecin. Depuis 2014, un système de préqualification des hôpitaux a été introduit, une sorte de première étape avant l'accréditation, un premier pas accessible à un plus grand nombre d'établissements. Deux ans plus tard, l'assurance-maladie indienne rendait cette préqualification obligatoire pour obtenir un remboursement des frais hospitaliers. « Depuis, nous avons reçu plus de 9 000 demandes de préqualification ! C'est un bon début pour lancer un mouvement », enthousiasme Sanjeev Singh. Il faut bien démarrer quelque part... »

Dans son hôpital, à Kochi, ce médecin a quant à lui entamé dès 2004 la lutte contre les infections résistantes dans l'un des départements « les plus réticents à changer ses pratiques » : le département de chirurgie cardiaque, thoracique et vasculaire. « Connaissez-vous la hiérarchie hospitalière ? Tout en haut, vous avez les chirurgiens cardio-thoraciques, puis les cardiologues, puis Dieu, et le reste dessous », plaisante-t-il. Pourtant, son équipe a su modifier les manières de faire, avec des formations et la constitution d'équipes pluridisciplinaires attachées à la prévention et à la surveillance des infections. « Nous avons pu démontrer que, pour chaque dollar dépensé en formation, le retour sur investissement était de 236 dollars grâce aux coûts évités dans les infections associées aux soins. » C'est avec cet argument-là qu'il essaye désormais de convaincre d'autres hôpitaux, au-delà du Kerala et même au-delà des frontières indiennes. Après avoir réussi à convertir « les intouchables » chirurgiens, Sanjeev Singh espère ainsi convaincre les responsables administratifs. « Nous devons apprendre à parler le langage de chacun, prêche ce quinquagénaire dynamique. C'est le seul moyen d'engager tout le monde dans cette lutte. » Au-dessus de son bureau, on peut lire : « Entrez si vous avez une solution ». ■

LISE BARNÉOUD
(INDE, ENVOYÉE SPÉCIALE)

Ce reportage a été financé par le Centre européen de journalisme (EJC) grâce à son programme de bourse consacrée à la santé mondiale « Global Health Journalism Grants Programme for France » (Health-fr.journalismgrants.org)

L'action « faible » des laboratoires pharmaceutiques

En avril 2019, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) estimait que les résistances microbiennes causaient 700 000 morts par an dans le monde, et en prévoyait 10 millions par an en 2050, si rien n'était fait pour trouver de nouveaux médicaments. L'OMS précise, dans deux rapports rendus publics le 17 janvier, que la soixantaine de produits en développement n'apportent que peu de bénéfices par rapport à ceux déjà sur le marché, et que très peu ciblent les bactéries multirésistantes les plus critiques. Le rapport bisannuel publié le 21 janvier par l'Access to Medicine Foundation, basée au Pays-Bas, évalue comment 30 laboratoires pharmaceutiques représentant près de 40 % des antibiotiques en cours de développement répondent à ce problème. Il estime qu'il y a eu, depuis 2018, « des progrès dans la lutte contre les superbactéries, mais pas encore à l'échelle nécessaire ». Seulement 51 produits candidats se trouvent actuellement au dernier stade de développement clinique, ce qui « reste faible », souligne le rapport. « Etant donné l'indisponibilité d'antibiotiques plus anciens dans les pays à revenus faible et moyen, il est peu probable que les nouveaux parviennent aux personnes qui en ont besoin », indique-t-il aussi.

LE LIVRE

L'archéologie,
science politique

Jean-Paul Demoule rappelle le rôle de sa discipline dans la société, et alerte sur les risques de récupération dont elle fait l'objet

Jean-Paul Demoule est un bretteur redoutable. Ses piques touchent d'autant plus qu'il les porte avec une ironie – et des faits – imparable. L'archéologue (professeur émérite à Paris-I Panthéon-Sorbonne) en apporte une nouvelle illustration avec un recueil de textes publiés sur son blog depuis 2011. Il y distille ses convictions sur le rôle de sa discipline dans la constitution d'un savoir partagé, et sur les risques de récupération dont elle fait l'objet de la part des obsédés de l'identité nationale. Ancien président de l'Institut national de recherches archéologiques préventives, depuis sa création en 2001 jusqu'en 2008, il documente la façon dont celui-ci tente de se construire face à « l'introduction forcée de la concurrence commerciale ».

La mise en recueil de textes parfois anciens a pour inconvénient d'exposer le lecteur à des redites, mais l'ensemble est au fond parfaitement cohérent, et constitue une défense sans concession d'un bien commun face à la logique marchande néolibérale.

L'archéologie est une invention ancienne, qui toujours a façonné les imaginaires et les visions politiques : Nabonide, le dernier roi de Babylone, n'avait-il pas, au VII^e siècle avant J.-C., redécouvert et restauré un temple de la ville de Larsa construit mille cinq cents ans auparavant ?, rappelle Jean-Paul Demoule. Le souverain avait-il un dessein idéologique ?

« Faire la part des mythes »

Pour le chercheur, les politiques qui chercheraient à travers cette science à définir une identité ou des origines feraient fausse route : « Il y a un processus continu et permanent de mélanges, d'assimilations, de recompositions de populations sur un territoire donné, sous des formes sociales en constantes transformations. » Quelle origine donner à l'identité française, concernant un territoire parcouru par des humains depuis 1,2 million d'années au moins ? Les archéologues et historiens ont pour « devoir scientifique, éthique et citoyen de faire la part des mythes, de les décrire et les expliquer, mais en aucun cas de les alimenter ni de les justifier », estime Jean-Paul Demoule.

L'autre préoccupation du chercheur est d'éviter que le passé ne soit considéré comme une marchandise, et son étude laissée au marché. L'archéologie préventive a précisément pour fonction d'éviter que les vestiges ne soient sacrifiés sans être étudiés lors d'aménagements. Il retrace les péripéties législatives qui ont ponctué son encadrement en France. La représentation nationale, l'Etat et ses grands corps, tout comme l'exécutif, n'en sortent pas grandis. Un de ses sujets d'indignation ? Les entreprises privées qui peuvent réaliser des travaux de fouilles bénéficiant de crédits d'impôts – « l'argent des citoyens » –, ce qui leur permet de proposer aux aménageurs des tarifs imbattables, « mettant en péril la survie économique et scientifique d'un institut de recherche publique ». L'auteur se console avec le goût inextinguible du public pour les découvertes de sa discipline. ■

HERVÉ MORIN

« Aux origines, l'archéologie », de Jean-Paul Demoule (La Découverte, 338 p., 19,90 €).

LIVRAISON

CHRONOLOGIE

« L'Histoire des sciences. Des origines à nos jours »

Dernier-né d'une collection d'ouvrages chronologiques, ce Bescherelle s'attaque à cinq mille ans d'histoire des sciences, à travers 144 dates emblématiques, remises dans leur contexte scientifique et historique. Richement illustré, doté d'une frise chronologique et d'encadrés éclairants, l'ensemble invite à picorer les connaissances, bien loin de la réputation d'austérité parfois accolée à ce grand nom de la chose scolaire.

> Hatier, collection « Chronologie », 384 p., 19,90 €.

SPITZER TIRE
SA RÉVÉRENCE

Lancé en 2003, le satellite Spitzer sera « débranché » par la NASA le 30 janvier. Pesant moins de 1 tonne, cet observatoire spatial n'aura pas moins dévoilé des pans de l'Univers qui restaient invisibles jusqu'alors : en opérant dans certaines franges du spectre infrarouge, il a pu voir des objets « tièdes » n'émettant pas de lumière visible par l'œil humain. Il devait pour ce faire être maintenu à une température très basse (-268 °C), afin que son propre rayonnement ne « pollue » pas ses observations. Il a pu fonctionner ainsi pendant cinq ans, avant, en 2009, de passer en mode plus chaud. Son temps d'observation a été prolongé à cinq reprises, notamment en raison du retard dans la construction du futur James-Webb Telescope, qui, lui aussi, aura une composante infrarouge. Parmi les percées soulignées par la NASA figurent la découverte du dernier anneau de Saturne, celle de la recette de la « soupe cométaire ». Il a aussi étudié des petits astéroïdes peu lumineux, mis au jour certaines portions de la Voie lactée masquées par des poussières, assisté à la mort d'étoiles (comme la nébuleuse de l'Écluse, NGC 7293, ci-contre) et scruté des galaxies parmi les plus anciennes jamais observées.

(PHOTO : NASA/JPL-CALTECH/J. HORA
(HARVARD-SMITHSONIAN CFA))



DIX MILLE PAS ET PLUS

UN PLAIDOYER POUR BOUGER PLUS

Par PASCALE SANTI

La ville a une place de choix pour promouvoir les pratiques d'activité physique et sportive, qui sont, pour beaucoup, un enjeu de santé publique. Alexandre Feltz, adjoint au maire de Strasbourg chargé de la santé depuis 2008, est de ceux-là : il alerte depuis des années sur les méfaits de la sédentarité. Ce médecin généraliste, engagé depuis le début 2019 dans le mouvement Place publique, et inscrit sur la liste « écologiste et citoyenne » de Jeanne Barseghian (EELV) pour les prochaines municipales dans la capitale alsacienne, vient de publier le livre *Sport Santé sur ordonnance. Manifeste pour le mouvement*, préfacé par Michel Cymes (Equateurs, 176 p., 17 €).

Le sport-santé s'invitera-t-il dans la campagne pour les municipales ? Ce thème est peu présent dans le débat politique, constate Alexandre Feltz, « c'est un sujet consensuel, qui n'est pas clivant ». La pratique sportive figure aussi dans le programme du candidat LRM Alain Fontanel. Ce dernier copilote d'ailleurs avec Alexandre Feltz le projet d'aile médicale des Bains municipaux de la Victoire, qui doivent ouvrir à l'automne 2021. Le lieu abritera, entre autres, le site consacré au sport-santé sur ordonnance.

Alexandre Feltz en est l'un des pionniers. Son message ? « Les malades et les personnes fragilisées ont un médicament à portée de main. » C'est sur ce postulat, validé par des études scientifiques, qu'il a mis en place, depuis 2012, à Strasbourg, le sport sur ordonnance. Un dispositif désormais inscrit dans la loi française depuis janvier 2016 : les médecins peuvent prescrire de l'activité physique à leurs patients souffrant d'une affection de longue durée (ALD), soit près de 11 millions de Français. Mais le financement n'est pas au rendez-vous, déplore-t-il. Or, pour Alexandre Feltz, il ne fait aucun doute que « financer des séances d'activité physique n'est pas une dépense, c'est un gain pour le patient et la Sécurité sociale ». Pour rappel, le ministère des sports a récemment chiffré le coût de la sédentarité à 17 milliards d'euros par an pour la France, dont 14 milliards pour les dépenses de santé.

Dans son livre, le médecin cite plusieurs exemples, tel Pierre, diabétique, qui voit sa glycémie s'équilibrer et même baisser après avoir monté les escaliers ou fait du vélo d'appartement ; ou encore Marie-Rose qui, alors qu'elle souffrait d'hypertension et de surpoids, a arrêté son traitement pour l'hypertension grâce à l'activité. « L'activité physique et sportive est un médicament de prévention et de soin », écrit-il.

Pour lui, en France, « on va dans le mur ». Seulement

25 % de la population pratique une activité physique conforme aux recommandations de l'OMS (au moins trente minutes par jour, cinq jours sur sept). Pis, 87 % des adolescents de 11 à 17 ans n'exercent pas une activité suffisamment bonne pour la santé (au minimum une heure par jour). La faute à un mode de vie délétère, avec beaucoup de temps passé sur les écrans et un recul progressif des déplacements actifs. « On fabrique des générations de sédentaires inactifs. Non seulement, ils ne bougent plus, mais ils sont couchés », déplore Alexandre Feltz, qui constate « des inégalités sociales fortes, et des inégalités de genre, les filles bougeant encore moins que les garçons ». Jusqu'à lancer un cri d'alarme : « Médecins, élus, éducateurs, parents, on doit tous avoir conscience qu'il faut remettre la société en mouvement. »

Le développement du sport-santé est aussi, pour lui, un enjeu politique, social, environnemental... Sous l'égide des Villes-Santé de l'OMS, un réseau national des « villes sport-santé sur ordonnance » a été lancé à Strasbourg avec une cinquantaine de municipalités, dont Marseille, Besançon, Biarritz, Douai... qui promeuvent le sport comme outil pour la santé. D'autres équipes en lice pour les municipales en feront-elles un élément de leur programme lors des prochaines échéances électorales ? ■

AFFAIRE DE LOGIQUE - N° 1130

Les cases se suivent... et se colorient

Une ligne formée d'un certain nombre de cases blanches identiques est écrite sur une feuille de papier.

Alice joue en premier : elle colorie en rouge une case de son choix.

Bob joue ensuite : il doit colorier en bleu deux cases blanches consécutives de son choix.

C'est au tour d'Alice de colorier en rouge trois cases blanches consécutives de son choix. Et ainsi de suite...

Chaque joueur, à son tour, colorie des cases blanches consécutives en nombre plus élevé d'une unité que le joueur précédent. Le premier à ne plus pouvoir le faire a perdu.

1. Qui gagnera si la ligne était formée au départ de 29 cases ?

2. Qui gagnera si elle comptait 36 cases ?

LES NOTES DE JACOB BERNOULLI

LE 12/02 À 18 H À BÂLE

La soirée à thème de la bibliothèque de l'université de Bâle évoquera les *Meditationes*, ces notes que Jacob Bernoulli (1654-1705), mathématicien et physicien suisse, a consigné dans son carnet toute sa vie, et qui viennent d'être ordonnées et éditées au Bernoulli-Euler-Zentrum de Bâle. Martin Mattmüller, rédacteur en chef de l'édition numérique, présentera la vaste panoplie des préoccupations du savant : de la forme de la Terre à la théorie de la navigation, des mathématiques du tennis aux intérêts composés ou aux coups bas en politique. Information sur www.ub.unibas.ch

L'ACADÉMIE DES SCIENCES

LES 12 ET 13/02 À LYON

Pour la deuxième édition de « L'Académie en région », l'Académie des sciences se transportera à Lyon pour deux journées de rencontres, échanges et réflexion. Des ateliers et exposés pour les scolaires sont prévus, ainsi que des conférences, des visites de musée et une table ronde posant la question « Qu'en est-il de la culture scientifique pour un exercice informé de la démocratie ? ». Les mathématiques figurent au programme le 13/02 à 16 h 30 avec une conférence de Christophe Garban sur « l'attrait des points fixes en probabilités ». Inscriptions sur Asaly.sciencesconf.org

EXPOSITION BERNAR VENET

DU 12/02 AU 14/03 À BRUXELLES

L'artiste Bernar Venet, figure majeure du minimalisme, a acquis une renommée tant par ses sculptures monumentales que par ses nombreuses expositions à travers le monde. « L'hypothèse de la ligne droite », à la Fondation CAB, a le même titre qu'un livre de Venet paru en 2010. L'expo présentera des œuvres variées de cet artiste hanté par les mathématiques, qui a su tirer parti de leurs formules et leurs formes géométriques dans des œuvres dont les noms en disent long : « Arcs en désordre », « Vecteurs égaux, vecteurs opposés », « Commutative operation ». Informations sur Fondationcab.com

CARTE
BLANCHELes femmes face
à l'intelligence
artificielle

Par NOZHA BOUJEMAA

On m'a posé la question récemment : « Comment encourager les femmes à aller vers les métiers de l'intelligence artificielle [IA] ? » Je n'avais pas la réponse ! Je ne pense pas que les vocations se déclenchent ainsi. En général, un métier, c'est un choix de vie, un engagement dans une filière. C'est avant tout une conviction, et ceci est valable pour les hommes comme pour les femmes. Alors, la question la plus adéquate serait : comment les métiers de l'IA peuvent-ils convaincre les femmes de s'y engager ? Et quel est le degré d'attractivité de ces métiers pour les femmes ? En l'occurrence, la question se pose pour tous : quelle est l'attractivité des métiers de l'IA, et plus largement du numérique ?

Il est nécessaire de redorer le mérite et l'impact social des métiers technologiques. La formation des formateurs dans les disciplines qui mènent à l'IA (mathématiques et informatique) est un sujet crucial, comme la valorisation de leurs salaires, car tout est lié de manière systémique. Donner envie et susciter des vocations démarre très tôt. Il est nécessaire de ne pas se contenter de livrer un programme scolaire sans avoir un recul suffisant sur le pourquoi de son contenu, l'utilité des théorèmes mathématiques ou d'une algorithmie dénuée de sens pratique. L'histoire des sciences regorge d'exemples brillants. Cette dimension intégrative temporelle permet aux jeunes générations de donner du sens à des cours parfois abstraits. Le sujet n'est pas tant une question de compétences liées au genre, car des femmes brillantes en mathématiques sont nombreuses, elles sont beaucoup plus rares dans les filières informatiques. L'éducation genrée dès le plus bas âge garde un impact fort. Anticiper l'enseignement de l'informatique dès l'enfance participera à réduire cet écart et ce biais d'éducation.

Une IA plus humaine

J'ai rencontré beaucoup de femmes qui ont l'appétence pour suivre l'impact qu'auront les technologies de l'IA sur la société et y sont engagées. Comment ces technologies peuvent-elles être inclusives et non discriminantes ? Personnellement – et c'est sans doute subjectif –, ces préoccupations me semblent majoritairement très féminines. L'implication accrue des femmes permettra le développement d'une IA plus humaine. Une IA qui sera développée par des femmes et des hommes sera plus représentative des particularités du genre. La diversité des parties prenantes dans le développement de l'IA permettra un déploiement commercial plus important, car il sera adapté à l'ensemble de la société et pas seulement à sa moitié.

Il a été proposé, au moment de l'élaboration du rapport Villani (mars 2018) lors d'une session pour les femmes, de développer des données d'apprentissage destinées aux algorithmes qui soient représentatives des femmes, pour éviter les biais genrés de l'IA. Certains moteurs de recherche retrouvent ainsi des photos d'hommes en cravate pour des requêtes de « management », et des femmes lorsqu'on leur demande des illustrations des métiers de secrétariat ou de ménage. On se retrouve dans la situation médiatisée des algorithmes de reconnaissance faciale qui, faute de s'entraîner sur des jeux d'images comprenant des visages de personnes de couleur, les confondent parfois avec certaines espèces animales. Il en va de même pour la représentativité ethnique dans les données d'apprentissage, quand le contrôle de qualité automatique d'un algorithme de reconnaissance faciale bloque les personnes de type asiatique ayant les yeux bridés, au motif qu'elles auraient « les yeux fermés ».

La représentativité de la diversité est essentielle, pas seulement dans les données d'apprentissage, mais aussi pour les concepteurs et développeurs, plus généralement les acteurs de ces technologies. C'est aussi une bonne raison pour que les femmes s'engagent dans les métiers de l'IA. ■

Nozha Boujemaa

Directrice science et innovation
chez Median TechnologiesL'Europe doit se doter d'un référentiel
de l'éthique du numérique

TRIBUNE - Des règles strictes doivent encadrer la création d'algorithmes. Il faut associer sciences exactes et sciences humaines et sociales, plaident trois experts du numérique

En inventant le code binaire, en 1847 (algèbre de Boole), l'être humain n'avait certainement pas envisagé qu'il deviendrait lui-même une suite de 0 et de 1. Aujourd'hui, les algorithmes sont omniprésents, intrusifs, et n'ont aucun scrupule à entrer dans l'intimité des personnes. Cette transformation digitale introduit alors un changement de repères contextuels et de perspectives axés sur l'information et sur son potentiel de valorisation financière. Dès lors, ces innovations technologiques entraînent irrémédiablement des questionnements éthiques et moraux relatifs au bien-fondé, à la sécurité, à la non-discrimination, au libre arbitre, à la confidentialité, aux biais et à l'autonomie de celles-ci par rapport à l'être humain. Dans ces conditions, nous avons la conviction que, pour appréhender et accompagner cette révolution digitale, il faut raisonner en transversalité – en continuum – et non en silo, car tout s'articule et s'entremêle au sein d'un système socio-technologique. C'est à ce moment-là qu'une approche éthique prend tout son sens !

Depuis le siècle des Lumières et l'émergence de l'Encyclopédie, les civilisations humaines ont eu tendance à séparer, et à isoler – pour ne pas dire à confronter – les sciences exactes (mathématiques, physique, chimie, etc.) des sciences humaines et sociales (SHS, philosophie, sociologie, anthropologie, etc.). Aujourd'hui, quand les spécialistes des SHS réfléchissent et parlent d'un monde numérique qui leur échappe, les experts scientifiques, eux, élaborent des innovations techniques sans pren-

dre réellement conscience de leurs impacts et leurs conséquences sur la société. A notre sens, la principale faiblesse relative au digital se situe bien là !

En conséquence, sans contribution décisive et moderne de la communauté scientifique, cela revient à laisser la question du sens, de la légitimité et de la responsabilité des systèmes numériques uniquement à quelques acteurs prédominants du marché qui n'ont ni pour vocation ni qualité de penser au bien de l'humanité. Les grands penseurs d'un autre temps comme Platon, Pascal, Aristote ou Descartes, qui étaient à la fois de grands scientifiques et philosophes, n'existent plus ! Dorénavant, le philosophe scientifique est devenu une espèce en voie de disparition, voire déjà éteinte. Dans cette période qui renonce à penser globalement et simultanément l'innovation, la technologie et le sens, il nous paraît donc essentiel de (ré-)instruire, de former et d'orienter, d'une part, les scientifiques vers les SHS afin de les ouvrir à des réflexions fondamentales pour le bien-être de notre société contemporaine et, d'autre part, les philosophes vers les sciences exactes pour améliorer leurs connaissances relatives à une humanité digitale.

A bien y réfléchir, pour avoir un raisonnement éthique bien structuré, il faut être cartésien et rigoureux d'un point de vue de la méthode et de l'architecture ! Un demi-millénaire après les derniers grands intellectuels pluridisciplinaires qu'étaient François Rabelais (« Science sans conscience n'est que ruine de l'âme ») et Léonard de

LE PHILOSOPHE
SCIENTIFIQUE
EST DEvenu UNE
ESPÈCE EN VOIE
DE DISPARITION

Vinci (« Faire pour penser et penser pour faire »), nous pouvons constater que leurs maximes sont plus que jamais d'actualité ! Il semble donc clair qu'il faut s'efforcer de revenir à une perception transversale et holistique pour répondre à la question suivante : comment aborder le monde actuel et à venir ? La pluridisciplinarité et la coordination doivent de nouveau s'imposer face à l'hyperspécialisation due en grande partie à la mondialisation et à la concurrence internationale afin d'accompagner et de renforcer cette humanité digitale qui se profile à l'horizon.

Il faut donc réussir le mariage entre le numérique et l'éthique, en instaurant un pont entre les deux jusqu'à ne plus les distinguer. Le « et » se transforme en « est ». Cette approche centrée sur l'*ethics by design* (conception numérique responsable) dès la conception permettra ainsi d'encadrer de manière positive et sans peur irrationnelle l'innovation technologique. Dans ce contexte, il paraît essentiel de mettre en place un référentiel européen de l'éthique du numérique afin de constituer un socle commun de responsabilités, de prises de conscience et d'actions simples relatives à l'impact social et écologique du digital. Ce référentiel

partagé se composerait alors de principes, de règles, de préconisations éthiques dont l'objectif serait d'apporter de la confiance aux citoyens face à l'expansion du digital.

Finalement, quelques siècles après le mouvement culturel européen aboutissant à l'émergence du siècle des Lumières qui proposait de dépasser l'obscurantisme et de promouvoir les connaissances, l'Europe pourrait de nouveau être l'initiatrice d'une nouvelle vision plus transversale et de normalisation relative à la transformation numérique, dont le mot d'ordre serait – en ce 500^e anniversaire – « numérique sans éthique n'est que ruine de l'humanité ». Cette révolution digitale entrerait alors dans un siècle que l'on pourrait nommer le siècle « des intelligences ». D'ailleurs, quand on y pense, « être une lumière » signifie bien « être intelligent » ! ■

¶ Jérôme Béranger, fondateur du label éthique pour l'exploitation des big data ADEL, chercheur associé à l'Inserm 1027, équipe Bioethics, université Toulouse-III, auteur notamment du *Code éthique algorithmique* (ISTE éditions, 2018) ; Dominique Pon, directeur de la clinique Pasteur à Toulouse, responsable du chantier numérique gouvernemental du plan Ma santé 2022 ; Stéphane Oustric, médecin et professeur des universités, président du conseil départemental de la Haute-Garonne de l'ordre des médecins, délégué national des données de santé et aux numériques pour le Conseil national de l'ordre des médecins.

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

COLLECTION « VOYAGE DANS LE COSMOS »

Les exoplanètes, ces multiples mondes
découverts au-delà du Système solaire

Le sixième volume de notre collection s'intéresse à la découverte de ces quelque 4 000 planètes qui bouleversent les connaissances sur l'organisation du cosmos

Elle est un peu plus grosse que la Terre. Orbite autour de son petit soleil en 37 jours. Et en est juste assez éloignée pour qu'en principe de l'eau puisse se maintenir à l'état liquide à sa surface. « TOI 700 d », dont la découverte a été annoncée le 6 janvier au cours d'une conférence de presse, est l'une des exoplanètes les plus spectaculaires mises au jour par le satellite TESS de la NASA. De ce monde, un peu trop hâtivement qualifié sur la blogosphère de « potentiellement habitable », les astronomes ne savent presque rien. Sinon qu'étant associé à une étoile naine, calme, brillante et proche, il est propice aux observations. Celles-ci permettraient d'en déduire sa masse, sa nature rocheuse ou gazeuse, voire une partie de la composition de son éventuelle atmosphère.

Tout comme la mission Cheops de l'Agence spatiale européenne (ESA) partie le 18 décembre 2019 depuis la base de Kourou (Guyane), TESS marque une étape dans la recherche sur les exoplanètes. Depuis 1995 et la découverte par les Prix Nobel de physique 2019 Michel Mayor et Didier Queloz, de « 51 Peg », la première d'entre elles, plus de 4 000 de ces planètes tournent autour d'autres étoiles que le Soleil, ont été répertoriées, bouleversant les connaissances sur la manière dont se forment et s'organisent les systèmes solaires.

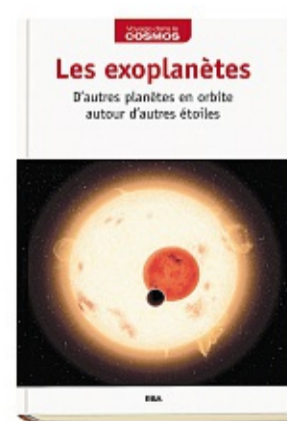
Notamment, les astronomes s'interrogent sur la nature de certains astres repérés par centaines : les « super-Terre » et les « mini-Neptune », des corps céles-

tes d'une taille ou d'une masse intermédiaires entre celles de la Terre et de Neptune. Sont-ils constitués de roches, de gaz ou de glaces ? Disposent-ils d'une atmosphère ? Pourraient-ils être entièrement recouverts d'océans ? Impossible de le savoir, faute d'avoir eu, au cours des missions spatiales précédentes – CoRot (CNES-ESA et partenaires) et Kepler (NASA) – accès à la fois au rayon et à la masse de ces objets et donc à leur densité.

TESS prétend corriger le tir. Ce petit satellite lancé en avril 2018 a pour tâche de rechercher des planètes suffisamment proches de la Terre pour être étudiées en détail par les télescopes de la prochaine génération, qu'il s'agisse du James-Webb (NASA-ESA-Agence spatiale canadienne), dont la mise en service dans l'espace est prévue en 2021, ou du E-ELT (European Southern Observatory), dont la construction au Chili sera achevée en 2025.

Un corpus de 200 000 astres

A l'instar de Cheops dont les observations commenceront en avril, TESS a été conçu pour scruter les étoiles et détecter des baisses de luminosité provoquées par le « transit » ou passage de planètes sur la ligne de visée. Mais à la différence de l'instrument européen, il ne le fait pas de façon ciblée mais de manière systématique sur un corpus prédéfini de 200 000 astres, tous situés à moins de 200 années-lumière de la Terre. « TESS peut ainsi mesurer le rayon des exoplanètes tournant autour de leurs étoiles en moins de dix jours, voire

9,99 €. En vente en kiosque
le 29 janvier.

plus si ces dernières sont placées dans la zone dite de « visibilité en continu » du satellite », indique Alexandre Santerne, astronome au Laboratoire d'astrophysique de Marseille. C'est dans cette région du ciel que le système solaire « TOI 700 » a été repéré.

Il compte au moins trois planètes, dont la plus excentrée reçoit, pour une taille presque semblable à la Terre, une quantité d'énergie presque équivalente à celle que cette dernière reçoit du Soleil. De quoi faire de cet objet une cible prioritaire pour les astronomes qui vont continuer au cours des prochains mois à l'observer depuis le sol dans l'espoir d'en déterminer la masse, cette fois par des méthodes de « vitesses radiales » faisant appel à des spectromètres.

Il ne sera pas le seul à être scruté. En une année, TESS a repéré 1500 exoplanètes potentielles, dont une quarantaine seulement ont pour l'instant pu être confirmées. Or, il y aurait urgence à terminer ce travail de validation. « Le lancement du télescope spatial James Webb, dont la durée de vie est limitée, est prévu pour 2021. Il serait dommage que, faute d'être prêts à temps, nous ne profitions pas de ses extraordinaires capacités d'observations », estime Thierry Forveille, astronome à l'observatoire de Grenoble. ■

VAHÉ TER MINASSIAN

Pour accompagner la collection « Voyage dans le cosmos », chaque semaine, état des lieux d'une thématique de recherche.

« Il est dommage qu'on ne pose plus la question : qu'est-ce que la science ? »

ENTRETIEN - Le sociologue Sylvain Laurens évoque l'évolution du mouvement rationaliste, soulignant l'inflexion de certains courants vers la défense de l'innovation industrielle

Sylvain Laurens est maître de conférences à l'École des hautes études en sciences sociales (EHESS). Son livre *Militer pour la science* (Ed. de l'EHESS, 2019) retrace soixante-dix ans du mouvement rationaliste en France, dont l'évolution est aussi le miroir des transformations du monde de la recherche.

L'un des intérêts de votre livre est d'exposer qu'il y a eu plusieurs manières de défendre la science. Quelles ont été les grandes étapes ?

Dans les années 1930, avec la création de l'Union rationaliste [UR], défendre la science ne consiste plus seulement à se définir par rapport aux Églises ou aux croyances, comme antérieurement avec le mouvement de la libre-pensée. Un groupe de savants mène un combat pour que la science gagne son autonomie vis-à-vis du pouvoir économique et militaire, la science ayant été souvent associée aux horreurs de la première guerre mondiale (armes chimiques, sonars...). Les chercheurs estiment alors nécessaire de réfléchir à la manière de faire de la science et à leur position dans la société.

Comment définiriez-vous cela plus précisément ?

Cet engagement passe par la croyance que la science est utile à la société, retrouvant les idées plus anciennes associant positivement la science et le progrès. Il implique de défendre les principes de la raison dans l'espace public, autrement que par la seule vulgarisation ou la transmission des découvertes au grand public. Ces militants veulent porter eux-mêmes le discours sur leur métier. Cela débouche sur la nécessité de construire un espace autonome pour la science, vis-à-vis de l'administration et de la politique, ce qui aboutira à la création d'une mutuelle pour chercheurs, d'un secrétariat à la recherche ou du CNRS, en 1939. Finalement, cette attitude ne sépare pas l'activité scientifique et l'envie de rendre service à la société. C'est donc aussi un humanisme politique. Il durera jusque dans les années 1950.

Comment évolue-t-il ?

Au départ, l'Union rationaliste, constituée de l'avant-garde de la science française, considérait que la science dépassait les clivages politiques. Elle rassemblait des savants d'origines variées, socialistes, communistes, librepenseurs... Après la seconde guerre mondiale, le Parti communiste français [PCF] structurera l'association, sans toutefois en faire totalement un satellite. Le combat rationaliste a déjà un peu changé de sens par rapport à l'avant-guerre, mais reste dans l'épistémologie engagée. On y discute du nucléaire, du pacifisme et surtout de la responsabilité du savant face à ses productions.

Mais le poids du PCF dans l'organisation crée désormais des tensions régulières, notamment lors de l'affaire Lyssenko [1948] ou du rapport Khrouchtchev [1956]. En 1970, ces tensions entre savants sont à leur comble et l'UR survit en élaborant un nouveau consensus.

Lequel ?

A l'Union rationaliste, certains défendent toujours l'épistémologie engagée des années 1930. D'autres assimilent la défense de la science à celle de la méthode expérimentale. Ils distinguent la science comme métier et la science comme engagement. Le métier apporterait rigueur et méthode, transposables dans la cité hors du laboratoire. Pour eux, par exemple, la bombe atomique n'est pas une création irrationnelle. C'est l'usage d'une création qui détermine sa rationalité. Les rationalistes plus proches du mouvement social rétorquent qu'une arme capable de détruire l'humanité est en soi irrationnelle.

Ces deux positions philosophiques sont irréciliables en théorie, mais la réconciliation se fera en pratique grâce à un combat tourné vers l'extérieur, qui s'attaque aux diverses pseudosciences, ovnis, maisons hantées, rumeurs, médecines alternatives... L'avantage est que cela permet à l'UR de retrouver une audience en se frottant aux succès populaires, comme le livre de Louis Pauwels [coécrit avec Jacques Bergier], *Le Matin des magiciens* [1960]. L'inconvénient est que les discussions autour de la responsabilité du savant passent au second plan. On perd de vue les discours analysant l'insertion de l'appareil scientifique dans l'appareil militaire ou de production.



Le 23 janvier, à Pantin (Seine-Saint-Denis).

BRUNO LEVY POUR « LE MONDE »

Cela se concrétise par deux initiatives que vous décrivez, l'Agence française d'information scientifique (AFIS) et la zététique. Quelles sont-elles ?

L'AFIS naît en 1968, sous l'impulsion du journaliste Michel Rouzé, qui vient du courant de l'épistémologie engagée et qui va développer, par l'intermédiaire des *Cahiers de l'AFIS*, un combat contre les pseudosciences.

Le courant zététique, ou art du doute, s'inscrit dans la même veine dans les années 1980, sous l'impulsion d'Henri Broch, qui défend l'idée que la méthode scientifique fournit une bonne hygiène mentale. Ce nouveau mouvement est aussi le reflet des mutations de la science. Henri Broch, communiste comme ses collègues physiciens plus âgés, entre dans la science par le financement sur projets [contrats avec le ministère de la défense] et par la « précarité » de ses contrats. Avec ce type de recherche sur commande, on s'éloigne de l'autonomie de la science souhaitée dans les années 1930. Mais Henri Broch retrouve une forme de liberté et du plaisir dans ce combat zététique. En somme, la zététique est un engagement qui permet de retrouver un lien avec la science de ses rêves et de compenser l'écart entre une formation où est transmis l'idéal scientifique et la réalité de son métier. Mais c'est aussi devenu entre-temps un rationalisme sans interrogation sur la responsabilité du savant.

Quel est le troisième tournant du rationalisme dans les années 1990 ?

C'est ce que j'appelle le triomphe de l'épistémologie de marché. Il s'inscrit aussi dans les évolutions de l'organisation de la recherche. Dès les années 1960, celle-ci s'est transformée, avec la création de grands organismes de recherche appliquée, comme l'INRA. Une partie de la science se fait au service du développement industriel, mais sous l'égide de l'État. On peut évoquer la filière de l'énergie nucléaire. Le chercheur se métamorphose aussi en entrepreneur, avec des incitations de ses propres institutions à breveter, à créer des entreprises...

Tous ces changements fabriquent des savants au plus près de l'innovation industrielle, à l'intersection des espaces économiques et scientifiques. La défense de la science devient aussi la défense de ses applications. Ce discours ne supporte plus d'entrave. Au point que ceux qui critiquent les centrales nucléaires sont considérés comme étant contre la science. Ceux qui contestent l'utilisation de certains pesticides sont assimilés à des partisans de l'ésotérisme.

L'AFIS capte cette évolution, car elle a en son sein beaucoup d'ingénieurs qui la défendent.

Le nombre d'articles qu'elle produit contre les pseudosciences baisse au profit de sujets plus technologiques.

Que pensez-vous de cette évolution des organisations rationalistes ?

Il est dommage qu'en chemin on ne s'interroge plus sur « qu'est-ce que la science ? », comme dans les années 1930. A l'époque, il était important que les scientifiques définissent leur propre questionnement. Mais le plus inquiétant aujourd'hui est le poids du mouvement libertarien d'inspiration états-unienne qui défend l'innovation industrielle au nom de la science. Resté confidentiel jusque dans les années 2000, il a maintenant le vent en poupe outre-Atlantique avec des acteurs importants comme la Fondation Koch, le Cato Institute ou les magazines *Spiked* et *Quillette*, dont certains articles sont relayés en France par *Le Point*. Ils sont financés par des industriels libertariens américains, et ils se définissent comme « honnêtement proscience », assumant une part de mauvaise foi dans la défense de la science. Dès lors qu'un article est publié dans une revue scientifique, quelle que soit l'origine du financement, pour eux, c'est de la science. Or, l'objectif d'une partie de ces articles est de défendre un produit plus que l'avancée des connaissances. Des études ont montré que les conclusions de ces articles ont des biais dus aux financements. En outre, beaucoup d'études – sur le glyphosate par exemple – sont transmises directement au régulateur, et l'accès aux données brutes est compliqué par l'industrie, rendant presque impossible la vérifiabilité de ces résultats.

Existe-t-il un climat antisience en France, si l'on pense aux controverses sur la vaccination, les pesticides ou certains médicaments ?

Bien sûr, ce climat antisience vient par en bas, avec certaines visions du monde opposées à certaines avancées techniques, mais cela vient aussi d'en haut, avec les réformes en cours par exemple ! Le vrai climat antisience, c'est quand on ne veut pas faire confiance aux savants pour définir leurs propres questionnements. Aujourd'hui, cette autonomie est menacée par des technostructures à qui est confié le soin de définir les finalités de la recherche. Nous devons retrouver une conception engagée et politique du métier de savant qui doit permettre de maintenir l'universalité de la science : cela passe par des postes, des salaires, mais aussi la reprise en main des outils administratifs sur lesquels notre autonomie était fondée. ■

PROPOS RECUEILLIS PAR DAVID LAROUSSERIE



ZOOLOGIE

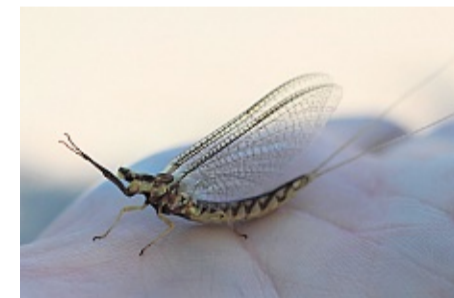
L'effondrement des éphémères, saison 2

Les uns s'émerveillaient du spectacle ; les autres pestaient contre ses retombées. Chaque année, à la fin du printemps, le passage quotidien de milliards d'éphémères du stade larvaire au stade imago, leur envol au-dessus des grands lacs américains ou des diverses rivières du bassin supérieur du Mississippi témoignaient de la richesse naturelle de cette région. Une bouleversante irruption de vie, un transfert massif d'énergie du milieu aquatique vers les milieux terrestre et aérien, une source considérable d'énergie pour les oisillons et jeunes amphibiens, mais aussi un afflux de soucis pour les autorités, obligées d'interrompre la navigation fluviale ou de ressortir les chasse-neige en juillet pour débayer les routes couvertes de cadavres d'insectes...

Ce phénomène pourrait bien entrer dans la malle à souvenirs. Dans une étude, publiée lundi 20 janvier dans les *Comptes-rendus de l'Académie des sciences américaines* (PNAS), une équipe de chercheurs a mesuré le déclin de populations dans ces deux régions, et il est considérable. Entre 2014 et 2019, l'abondance d'*Hexagenia* – la principale espèce de cet ordre qui en compte quelque 150 – a chuté de 84%. Sur le bassin supérieur du Mississippi, entre 2012 et 2019, la baisse est de 52%.

« Quand nous avons commencé cette étude, nous voulions juste quantifier le nombre d'éphémères qui s'envolaient », raconte Phillip Stepanian, maître de conférences à l'université de Notre-Dame, dans l'Indiana. Ce moment phare, à l'origine de son nom, quand après deux à trois années de vie larvaire, l'insecte quitte le fond des rivières, nage vers la surface, opère sa dernière mue, déploie ses ailes et prend l'air, marque aussi les ultimes jours de son existence. Deux jours, généralement, au cours desquels les éphémères s'accouplent, pondent... et meurent. Pour documenter à grande échelle l'ampleur du phénomène, les chercheurs ont utilisé la dernière technique développée à cet usage : l'interprétation des images nocturnes des satellites météo, sur lesquelles se détachent les nuages d'insectes. « Le déclin extrême que nous avons constaté nous a à la fois surpris et inquiétés », admet Phillip Stepanian.

Ce phénomène n'est pourtant pas une première. A partir de 1960, l'usage massif du DDT par les agriculteurs américains avait réduit à néant les populations d'éphémères. Son interdiction, dans les années 1970, a permis à l'insecte de refaire son apparition dans les années 1980, timidement d'abord, puis massi-



Un éphémère dans la région de Cleveland, Ohio, en 2018. PHILLIP STEPANIAN

vement. Jusqu'à ce qu'une nouvelle chute soit observée à partir de 2005. Dans leur article, les chercheurs ciblent les pratiques agricoles. Ils invoquent l'usage d'engrais nitrés, qui entraînent le développement d'algues vertes et de toxines mortelles pour les larves, mais aussi l'utilisation des néonicotinoïdes, dont la toxicité sur les insectes a été largement documentée. Or, c'est précisément au milieu des années 2000 que la consommation de cette nouvelle classe de pesticides a explosé.

« Ce n'est pas à proprement parler surprenant, souligne Vincent Bretagnolle, directeur de recherche CNRS au centre d'études biologique, de Chizé. Des effondrements sont également constatés sur les insectes agricoles et forestiers. Mais l'ampleur de la chute est impressionnante, d'autant qu'elle touche une source alimentaire essentielle pour les oiseaux, et un mode de transfert massif de biomasse et d'éléments minéraux. » La responsabilité des pesticides est-elle avérée ? Vincent Bretagnolle soupire : « Pour le prouver, il faudrait deux lacs Érié, l'un avec néonicotinoïdes, l'autre sans. C'est impossible. Mais c'est l'hypothèse la plus parcimonieuse, et elle est très robuste, compte tenu de la simultanéité entre l'usage des produits et la chute des populations. » Selon l'Union internationale de conservation de la nature, un tiers des espèces d'éphémères dans le monde est menacé. ■

NATHANIEL HERZBERG