



Écologies et promesses du tournant microbien

Ecologies and promises of the microbial turn

Ecologías y promesas del giro microbiano

Charlotte Brives et Alexis Zimmer



Édition électronique

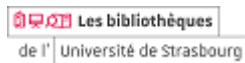
URL : <https://journals.openedition.org/rac/24895>

ISSN : 1760-5393

Éditeur

Société d'Anthropologie des Connaissances

Ce document vous est offert par Université de Strasbourg



Référence électronique

Charlotte Brives et Alexis Zimmer, « Écologies et promesses du tournant microbien », *Revue d'anthropologie des connaissances* [En ligne], 15-3 | 2021, mis en ligne le 01 septembre 2021, consulté le 27 décembre 2021. URL : <http://journals.openedition.org/rac/24895>

Ce document a été généré automatiquement le 27 décembre 2021.



Les contenus de la *Revue d'anthropologie des connaissances* sont mis à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.

Écologies et promesses du tournant microbien

Ecologies and promises of the microbial turn

Ecologías y promesas del giro microbiano

Charlotte Brives et Alexis Zimmer

Dans leur constitution même, les micro-organismes peuvent nous éclairer sur le caractère situé de la biologie, c'est-à-dire sur la manière dont les humains transforment le monde biologique dans lequel ils vivent et, ce faisant, modifient leur propre constitution biologique.

(Lock & Nguyen, 2018, p. 335)

- 1 En novembre 2019, lorsque nous soumettions le projet d'un numéro spécial de la revue consacré aux microbes, nous avons l'intention d'interroger la survenue d'un « tournant microbien » (Paxson & Helmreich, 2014) à l'œuvre dans les sciences naturelles et biomédicales et dont des travaux en sciences sociales tentaient de rendre compte. Nous étions interpellé·es par une actualité de recherches et de publications, destinées aussi bien à des publics de non spécialistes (Selosse, 2019 ; Sonnenburg & Sonnenburg, 2017 ; Yong, 2017) que plus strictement scientifiques, et relative à la manière dont les « microbes » jouent un rôle essentiel dans le fonctionnement des écosystèmes et sont des architectes bénéfiques des santés humaines et animales. En première approximation, ces recherches semblent conduire à une réévaluation positive des rôles et de la nature des micro-organismes. D'ennemis, favorisant l'émergence de pathologies, les microbes deviendraient de potentiels alliés aussi bien dans la restauration d'écosystèmes perturbés, que dans la lutte contre certaines pathologies chroniques ou infectieuses, portant ainsi les promesses de développement de nouvelles thérapies et de pratiques de restauration écosystémique (Paxson & Helmreich, 2014 ; 2017). Avec le « tournant microbien », d'autres expressions, comme celles de « cultures post-pasteuriennes » (Paxson, 2008), ou de « tournant probiotique » (Lorimer, 2020), ont été proposées pour saisir et nommer un moment de renouvellement supposé de

nombre de pratiques et de savoirs, scientifiques et profanes, impliquant les microbes, que l'on définira en première analyse comme un ensemble d'entités vivantes dont la caractéristique commune serait leur invisibilité à l'œil nu¹. Mais ces notions de « tournant microbien », de « tournant probiotique » ou « post-pasteurien » sont-elles pertinentes pour caractériser des relations nouvelles que certains humains entretiennent avec une très grande diversité de microbes ? Et si oui, lesquelles et avec quels « microbes » ? La catégorie « microbes » renferme en effet une variété prodigieuse de microorganismes : bactéries, virus, levures, protistes, amibes, planaires, archées, ou encore certaines algues et champignons², pour chacun desquels nous disposons qui plus est de classifications multiples³. De quoi parle-t-on alors lorsque l'on parle de microbes ?

- 2 Puis la pandémie de Covid-19 est survenue. Elle rappelle violemment que certains microbes, dans certaines conditions, ont la capacité de mettre sérieusement en branle le fonctionnement routinier de nos sociétés et d'interrompre brutalement la vie de nombre d'entre nous. Elle rappelle aussi – un point maintenant fermement établi par une vaste littérature de sciences humaines et sociales – que les humain·e·s ne sont pas les seule·s à faire société (Latour, 1984 ; Harper, 2019 ; Snowden, 2020). Une multitude d'être vivants et de phénomènes variés participent de la fabrique des mondes dans lesquels nous vivons. Et, comme le SARS-CoV-2 nous le démontre, les microbes y ont toute leur place. Réciproquement, cette pandémie rend saillant l'impact de choix politiques et économiques sur la génération, la circulation et la transformation des microbes (par exemple, Hinchliffe *et al.*, 2021). Mais la pandémie est-elle un bon analyseur des relations, éventuellement nouvelles, qui lient humains et microbes ? Probablement est-il trop tôt pour le dire. Cependant, elle a mis en exergue la persistance de dimensions profondément conflictuelles et belliqueuses de certains de nos rapports aux microbes et la façon dont celles-ci continuent d'orienter les politiques de santé publique et plus généralement le gouvernement des pandémies (Bensaude-Vincent, 2020 ; Brives, 2020). La Covid-19 continue en effet d'être essentiellement assimilée au virus et les modes de gouvernement de la pandémie cherchent principalement à interrompre sa trajectoire, soit par le confinement des populations, la prescription de « gestes barrières » et l'usage massif de produits d'hygiène et d'entretien, soit en transformant, par la vaccination, l'immunité des populations. Tout ceci tend fortement à relativiser la portée et la teneur d'un « tournant microbien », ou tout du moins conduit d'emblée à préciser qu'il ne paraît pas s'appliquer, de manière indifférenciée, à l'ensemble des relations liant des humains à des microbes.
- 3 Si ces expressions nous paraissent stimulantes, ne devons-nous donc pas nous interroger et relativiser la rupture et la nouveauté qu'elles tentent de saisir ? Si certaines contributions à ce numéro discutent directement de leur pertinence (de Guglielmo, dans ce numéro ; Demeulenaere & Lagrola, dans ce numéro), toutes viennent nous rappeler la pluralité et l'ambivalence des relations qu'entretiennent, parfois sur la longue durée, humains et microbes. Ainsi, plutôt que de reprendre à notre compte ces expressions, cette introduction et ce numéro de la *Revue d'Anthropologie des Connaissances* cherchent à les discuter, à en saisir ce qui nous y paraît pertinent, mais aussi, en montrant les apports et les limites, à les rouvrir à des aspects qu'elles tendent à négliger. Pour ce faire, nous présenterons tout d'abord et de manière plus précise ce que désigne, pour les auteur·trice·s qui les ont forgées, cette notion de tournant microbien et celles qui lui sont associées. Ces précisions apportées,

il conviendra de les discuter et de les relativiser en les resituant au sein d'une plus vaste littérature de sciences sociales sur les microbes. Ceci nous permettra d'une part de remobiliser une variété de récits et d'approches des relations humains/microbes qui précède ce prétendu tournant, d'autre part de marquer des points de vigilance quant aux promesses qui l'accompagnent. Ce faisant, nous présenterons les diverses contributions à ce numéro et la manière dont elles participent de cette discussion.

Contextualiser le tournant microbien (et ses expressions associées)

- 4 C'est en 2014 que les anthropologues Heather Paxson et Stefan Helmreich publient un article dans lequel ils font mention d'un « *microbial turn* ». Cette expression s'appuie sur les travaux antérieurs des deux chercheurs, dont l'une avait déjà tenté de caractériser par la notion de « cultures post-pasteuriennes » des transformations affectant les relations humains/microbes dans la production fromagère aux États-Unis (Paxson, 2008). Heather Paxson y insistait essentiellement sur le retournement d'une perception négative des microbes en une perception positive ainsi que sur le renouvellement conséquent des pratiques et des jeux d'alliances et de collaborations entre microbes et la diversité des acteurs humains impliqués dans la production fromagère. La proposition ultérieure d'un « tournant microbien » est quant à elle plus transversale. Elle vise à rendre compte, d'une part, de l'attention nouvelle dont font l'objet les microbes au sein de pans variés des sciences naturelles, des pratiques alimentaires et de la biomédecine, et, d'autre part, à insister sur la dimension écologique - dans leur milieu, en relations et en communautés - de leur appréhension. Cette expression est reprise très rapidement, d'abord dans la première thèse d'histoire consacrée au « corps microbien », soutenue par l'historienne des sciences Funke Iyabo Sangodeyi la même année (Sangodeyi, 2014), puis dans les travaux des géographes Jamie Lorimer (2016, 2017) et Beth Greenhough (2020), et de quelques autres (Warren *et al.*, 2020 ; O'Riordan *et al.*, 2017, etc.⁴). Reprenant cette notion, Jamie Lorimer en propose une autre, plus transversale encore et qui embrasse un champ de pratiques et d'interventions plus larges - de la santé à l'alimentation en passant par les politiques de conservation et de « réensauvagement » de territoire - et un bestiaire plus étoffé que celui des seuls microbes - composé notamment de loups et de nématodes parasites -, celle de « tournant probiotique ». Cette expression vise à « décrire des interventions humaines qui s'appuient sur la vie pour gouverner la vie, en travaillant avec les processus biologiques et géomorphiques pour produire des formes de santé humaine, environnementale et même planétaire » (2020, p. 2 - recension dans ce numéro). Comme celle de tournant microbien, elle s'oppose à des modes de gouvernement qualifiés d'antibiotiques et marque des formes de renoncement à des logiques de contrôle et de maîtrise des écologies.
- 5 Mais revenons plus précisément au « tournant microbien ». Heather Paxson et Stefan Helmreich le définissent ainsi : ce tournant,
- emprunté ces dernières années par la biologie (...) marque (...) l'avènement d'une nouvelle conception ascendante de la « nature ». Cette nature pullulerait d'opérations organiques se déployant à des échelles échappant à la perception humaine, et serait vis-à-vis des identités biologiques et des communautés humaines, animales, végétales et fongiques à la fois indépendante et étroitement imbriquée, indispensable et parfois destructrice. Les microbes ne sont plus

désormais associés, comme le faisait à la fin du XX^e siècle la conception réductionniste du génome avec ses promesses de clonage à l'identique, à « l'ère du contrôle biologique » (Franklin, 2007, Wilmut *et al.* 2001) : au contraire, ils tendent vers une biologie non déterminée et pleine de potentialités qui reste à explorer (Paxson et Helmreich, 2017, p. 250).

- 6 Deux caractéristiques associées à ce tournant peuvent ici être relevées. Premièrement, les microbes participeraient de l'émergence d'une nouvelle compréhension de la « nature », les échelles microbiennes devenant des échelles pertinentes pour en saisir de nombreux phénomènes. Ce point pourrait se rapprocher, par exemple, de la manière dont la biologiste Lynn Margulis, durant les années 1980, a considéré les microbes comme les êtres vivants par excellence. Elle démontrait, dans ces travaux et ceux partagés avec le chimiste de l'atmosphère James Lovelock, leur rôle fondamental aussi bien dans les processus métaboliques et de régulation de la biosphère, que dans ceux qui gouvernent l'évolution du vivant (Margulis & Sagan, 2002, voir aussi Sapp, 2009). Deuxièmement, ils signeraient l'avènement d'une biologie non réductionniste et non déterminée, déglagée d'une volonté de maîtrise et de contrôle.
- 7 Comme le rappellent cependant ces auteurs, ce ne sont pas les microbes « à eux seuls » qui ont ouvert ces nouvelles perspectives. Mais plutôt un ensemble de « pratiques culturelles, sociales, politiques et scientifiques que les microbes ont tendance à recadrer et à reconfigurer (...) sous des formes inattendues » (Paxson & Helmreich, 2017, p. 251). Ni bons, ni mauvais, les microbes sont à la fois indispensables et potentiellement dangereux. Une ambivalence particulièrement visible dans les pratiques alimentaires de fermentation, desquelles dépend une large part de la subsistance de nombreuses populations, et pour lesquelles existe un intérêt renouvelé, dans les contextes occidentalisés du moins : réinvention de pratiques centenaires visant à réintroduire une diversité de relations, de goûts, de saveurs et d'autonomie dans la production, préalablement réduite en raison de l'homogénéisation de l'alimentation et des écologies par l'industrialisation moderne (Tancoigne, ce numéro ; Demeulenaere & Lagrola, ce numéro ; Jasarevic, 2015 ; Chartier, 2021 ; Davidson & Ransom-Jones, 2021 ; Rest *et al.*, 2021). Il n'est ainsi pas anodin que le terme de « microbiopolitique », forgé par Heather Paxson pour rendre compte des réglementations sur la sécurité alimentaire et l'hygiène, de la gouvernance dans les actions quotidiennes mais également des valeurs morales qui les sous-tendent, l'ait été dans un travail portant sur la production fromagère (Paxson, 2008). Cette ambivalence se traduit par des choix politiques, par l'établissement de normes spécifiques visant à gérer les risques inhérents à nos relations avec les microbes (par exemple l'instauration du nombre de germes totaux/ml comme indicateur de la qualité du lait pour la production des fromages, dont les conséquences sont étudiées dans ce numéro dans les articles de Demeulenaere & Lagrola et de Tancoigne), mais aussi par un déplacement dans les valeurs attribuées à la saleté ou aux déchets (Hird, 2012).
- 8 Un changement majeur intervient avec le développement, au début des années 2000, de la métagénomique, c'est-à-dire de nouvelles méthodes et technologies ouvrant la possibilité de séquencer le contenu génétique d'échantillons prélevés directement dans des environnements donnés. Cet ensemble de techniques a permis de renouveler l'appréciation de l'importance des micro-organismes dans la composition des milieux. Pour la première fois certainement, les scientifiques ont en effet réussi à produire des données sur des microorganismes qui n'étaient pas isolables et cultivables, rendant observable une diversité jusque-là uniquement soupçonnée.

- 9 Ce faisant, ces techniques ont contribué à repenser les différents critères classificatoires des microbes ainsi que leur articulation, ranimant les débats autour de la notion d'espèce⁵. Elles ont aussi rouvert des champs de questions relatives aux dynamiques interindividuelles, intercommunautaires et interspécifiques, notamment (mais pas uniquement) pour la compréhension des mécanismes d'évolution (O'Malley, 2014). La rigidité des barrières entre espèces avait déjà été remise en question entre autres par la microbiologiste Lynn Margulis qui a fait de l'endosymbiose, c'est-à-dire de l'ingestion/fusion/internalisation d'un organisme par un autre, un des moteurs de l'évolution du vivant (Margulis & Sagan, 2002). Cette hypothèse a depuis été renforcée par la découverte de l'origine virale de glycoprotéines comme les syncytines, nécessaires à la placentation (Dupressoir & Heidmann, 2011). Les mammifères devraient leur existence à l'infection par des virus de plusieurs de leurs ancêtres.
- 10 Les notions de microbiome (l'ensemble du génome des populations microbiennes d'un milieu) et de microbiote (l'écosystème complexe de ces micro-organismes) font depuis florès, désignant la nature profondément relationnelle et systémique des modes d'existence des entités vivantes (Douglas, 2018). Acteurs cruciaux des écosystèmes, ils paraissent également indispensables au développement et au maintien des macro-organismes. Ces derniers ne sont dès lors plus tant considérés comme des entités discrètes et individuelles que comme des complexes multispécifiques et symbiotiques : des assemblages sans cesse renouvelés d'interactions et d'associations plus ou moins durables entre plusieurs espèces et où les microbes jouent des rôles à différents niveaux, génétique, physiologique, immunologique ou développemental par exemple (Gilbert, Sapp & Tauber, 2012). Des biologistes ont proposé le terme d'holobionte (du grec *holo* : « entier » ou « tout » et de *bios* : « vie ») pour nommer ces entités chimériques (Gilbert & Tauber, 2016 ; Skillings, 2016). Cette redéfinition des écosystèmes, des organismes et de ce qui les compose s'accompagne en effet d'une reconsidération des écologies, des états de santé et des étiologies de nombreuses pathologies, désormais envisagés sous l'angle de l'équilibre ou de la perturbation écologique, sans pour autant que les mécanismes à l'œuvre soient élucidés (Blaser, 2014 ; Lorimer, 2020).
- 11 Ces changements ont rapidement été embrassés par certaines chercheuseuses en sciences sociales qui en ont dès lors appelé à la nécessité d'approches interdisciplinaires pour comprendre comment cette « irruption » des microbes imposait de repenser l'ensemble des questions classiques de l'anthropologie (Benezra, De Stefano & Gordon, 2012), la notion de 'self' (Rees, Bosch & Douglas, 2018), au point de proposer de rebaptiser *Homo sapiens* en *Homo microbis* (Helmreich, 2015). Dans une revue récente de la littérature en ethnobiologie, Andrew Flachs et Joseph D. Orkin rappellent que « les cuisines et les jardins influencent l'écologie microbienne de manière spectaculaire et complexe parce que l'humain gère les systèmes agroalimentaires : il domestique les espèces, modifie les habitats et transforme les aliments d'une manière qui a des effets distincts sur les communautés microbiennes de nos maisons, de nos aliments à nos intestins » (Flachs & Orkin, 2019, p. 35 ou encore Greenhough *et al.*, 2018).
- 12 Un nouveau marqué pour des pratiques de fermentation et un certain intérêt des sciences sociales à leur égard, de nouvelles technologies de la métagénomique permettant la production d'une profusion de données inédites, et des sciences humaines et sociales qui redéfinissent leur agenda en conséquence, force est de

constater que ce « tournant microbien » concerne essentiellement les pays du Nord. Une limitation que ne manquent pas de remarquer Paxson & Helmreich, notamment lorsqu'ils soulignent que l'histoire microbienne qu'ils décrivent, y compris dans ses changements, est avant tout inscrite dans l'histoire idéologique et institutionnelle de l'Amérique (2017), ou encore Jamie Lorimer lorsqu'il associe le « tournant probiotique » au monde « WEIRD » (*Western, Educated, Industrialized, Rich and Democratic*) (Lorimer, 2020, p. 1). Mais ainsi contextualisés, ces éléments demeurent-ils suffisants pour qualifier un quelconque tournant ?

Relativiser la portée du « tournant microbien »

- 13 Il y a en effet un risque à évoquer trop rapidement un « tournant » sans documenter en même temps et de façon détaillée l'ambivalence des microbes et des pratiques qui les précèdent ou leur sont associées. Les notions de « tournant microbien », comme celle de « cultures post-pasteuriennes », ont ceci de problématique, outre qu'elles puissent paraître totalisantes, qu'elles introduisent un basculement entre deux périodes. Schématiquement : un avant caractérisé par une appréhension essentiellement négative (le microbe pathogène) et discrète (ou unitaire, hors relations) de microbes annonceurs de périls, et un après, caractérisé par une vision positive (les microbes bénéfiques pour la santé des humains, des animaux, des végétaux ; les microbes essentiels dans les différents écosystèmes) et écologique (études des relations intra et interspécifique, et avec le milieu) de microbes désormais porteurs de promesses.
- 14 Paradoxalement, c'est un mouvement similaire que désigne une expression très discutée (et discutée) et qui indique précisément cet « avant » auquel succéderait le « tournant microbien », celle de « révolution bactériologique » ou de « révolution microbienne ». Cette révolution qui aurait abouti à la découverte de ces êtres microscopiques dont le génie de quelques hommes aurait permis de dompter le pouvoir pathogène. Dans un texte consacré aux microbes et aux humains, l'historienne des sciences Ilana Löwy paraphrase l'historien des sciences Steven Shapin (Shapin, 1996) et affirme que « la révolution microbienne n'a pas eu lieu » (Löwy, 2015). Plutôt que de voir, dans le moment historique que qualifie cette expression, un mouvement uniforme et totalisant (produit par des grands hommes), elle démontre qu'il s'agit plutôt d'y considérer une série de modifications et de déplacements affectant une diversité de pratiques distinctes, reposant pour une part sur des savoirs, savoir-faire et recommandations antérieures. Mais le « tournant microbien » n'est précisément pas une « révolution bactériologique ». Cette notion a ceci d'intéressant qu'elle indique moins la centralité d'une discipline, qui plus est d'une discipline essentiellement centrée sur le contrôle des maladies infectieuses, que celle des microbes, indiquant par là un mouvement qui touche une plus grande transversalité de pratiques et de savoirs liés aux microbes et une sortie de la tutelle de la microbiologie infectieuse.
- 15 Dans son travail consacré à l'invention du « corps microbien », Funke Iyabo Sangodeyi cherchait précisément à réinscrire le moment microbien actuel dans une plus longue durée de pratiques mineures : de la microbiologie buccale aux mouvements plus larges de critique des produits d'hygiène chimiques. L'enjeu est double. Il s'agit d'une part de ne pas reconduire une relative invisibilisation de pratiques antérieures, mineures et/ou minorisées, sans lesquelles pourtant un renouvellement des relations humains/microbes n'aurait pas eu lieu. Et, d'autre part, de se doter d'une attention critique face

à l'engouement microbien contemporain et d'en saisir les raisons. Comment et pourquoi certains savoirs ont-ils reçu plus d'écho ou produit plus d'effets que d'autres, dans les sciences ou plus globalement dans la société ? Quelles sont les forces qui rendent les configurations actuelles possibles ? Quelles opportunités, quels dangers indiquent-elles ? Il ne s'agit pas pour nous de répondre entièrement à ces questions. Nous en serions bien incapables. Simplement est-il utile de les laisser ouvertes, de manière qu'elles demeurent comme des points de vigilance pour celles et ceux travaillant sur ces questions.

Relativiser la nouveauté : des microbes et des écologies avant le XXI^e siècle

- 16 Il n'est pas anodin que les récits de la découverte/invention des microbes au XIX^e soient fréquemment associés à cette prétendue « révolution bactériologique »⁶. Bruno Latour nous a appris à la reconsidérer non pas du point de vue de certains grands hommes, mais plutôt de celui des microbes, envisagés comme des objets sociotechniques liant tout un réseau d'objets et d'acteurs progressivement assemblés et liant les cultures pures de laboratoire au monde plus vaste des sociétés européennes, américaines et coloniales (Latour, 1984). Tant les pratiques et les modes de production des produits fermentés que la conception médicale des maladies se sont progressivement trouvées transformées par les pratiques de la bactériologie. Concernant la fermentation, la sélection et l'optimisation de souches ou « mélanges » de souches bactériennes a abouti dans les contextes industrialisés à une standardisation et une homogénéisation des microbes utilisés, en même temps qu'elles visaient à éviter certaines souches délétères tant pour les processus de production que pour la sécurité des consommateurs. Quant aux maladies,

L'évolution vers des théories bactériologiques (...) marque un changement important (...). Au départ, ceux qui ont adopté la théorie des germes ont fusionné ces nouvelles idées avec leurs croyances environnementales passées ; les conceptions écologiques des corps et celles, modernes [associées à la bactériologie], ont coexisté ouvertement et sans difficulté pendant un certain temps. Les médecins du XIX^e siècle étaient susceptibles de voir des germes partout et capables de pénétrer le corps de nombreuses façons. Cependant, la domination croissante de la bactériologie a encouragé les médecins à restreindre leurs définitions de la santé et à se limiter aux agents pathogènes spécifiques qui étaient révélés au microscope (Nash, 2006, p. 12).

- 17 La bactériologie de Koch a consacré la production de cultures jugées pures, représentant les agents de la maladie. Les savoirs microbiologiques ont ainsi longtemps reposé sur la possibilité d'isoler et de cultiver les microbes en laboratoire : un apprentissage long, requérant des savoir-faire spécifiques, allant de la préparation puis de la standardisation des milieux de culture à la possibilité d'échanger, de conserver et de stocker les microorganismes. Par l'épuration et la simplification du milieu, le laboratoire de microbiologie a ainsi permis la systématisation de taxonomies et la répartition du monde microbien en espèces distinctes (Gradmann, 2009 ; Grote, 2018). Dans ce numéro, l'article de Mathilde Gallay-Keller décrit par le détail l'émergence de la première collection de microbes de l'institut Pasteur, une collection qui s'appuie sur une distinction entre microbes pathogènes et microbes industriels et qui en exclut ces derniers (voir également Strasser, 2019). Par-là, elle nous montre aussi les fonctions multiples qu'ont pu remplir ces collections, notamment dans la production et

l'entretien d'une culture « pasteurienne » exposant la « maîtrise » nouvelle dont elle était porteuse et instaurant d'un même mouvement la légitimité de ces acteurs et la proposition d'un nouvel ordre microbien. Progressivement, les microbes devinrent ainsi le standard de compréhension et de contrôle des épidémies (Lock & NGuyen, 2010), et les maladies infectieuses le seul produit de l'action de pathogènes microbiens.

- 18 La microbiologie, particulièrement en milieu colonial, a qui plus est joué un rôle central dans le développement de l'idée d'une pratique médicale sous-tendue par un paradigme scientifique universel (Moulin, 1996). L'idée se renforçait alors qu'il était possible de se passer de la compréhension fine des milieux, des territoires, des climats, des spécificités biosociales et des corps et de ne se contenter d'en appréhender l'impact que sur la seule circulation des microbes. En d'autres termes, l'invention des microbes par la bactériologie fournit des moyens technoscientifiques puissants de contrôle et de stabilisation des conséquences des échanges microbiens engendrés par l'urbanisation croissante, la colonisation et la mondialisation des échanges marchands. Ce faisant, elle entretenait l'idée d'une équivalence biologique des corps (d'une biologie universelle) et la foi en la possibilité d'une éradication des microbes pathogènes par l'invention de technologies biomédicales que furent le vaccin et, au sortir de la seconde guerre mondiale, les antibiotiques. Parallèlement, des analyses critiques des mises en récit des épidémies (Larson *et al.*, 2005 ; Wald, 2008) et de l'immunité (Martin, 1995) ont permis de mettre en évidence le caractère construit, partiel et problématique de ces récits d'éradication et la caractérisation des microbes en tant qu'ennemis de la santé publique.
- 19 Une anthropologie plus récente, mobilisant les termes de biosécurité et de préparation (Collier, Lakoff & Rabinow, 2004 ; Lakoff & Collier, 2008) pour qualifier une nouvelle rationalité du risque dans la gestion du vivant, a cherché quant à elle à analyser les spécificités récentes des modes de gouvernement des épidémies à l'échelle globale et l'invention de dispositifs de surveillance, de traçage, et de construction de scénario associée (Caduff, 2015, voir aussi la recension de Farmer, 2020 dans ce numéro, et pour une relativisation de la prétendue nouveauté de ces dispositifs, voir notamment Fortané & Keck, 2015). Cette littérature, rendant compte de la centralité des notions d'« émergence », de « réservoir animal » ou encore de « franchissement de barrières d'espèce », confirme la persistance d'une perspective centrée sur les microbes (et non sur les écologies plus vastes que leur pathogénicité potentielle suppose) au sein de ces rationalités du risque. Ce que nous en retiendrons aussi, c'est que les microbes ne cessent de défier les dispositifs mis en place pour tenter de les contrôler. Et il n'a pas fallu attendre le début du XXI^e siècle pour que des savoirs documentent l'ambivalence des microbes et la nécessité d'emprunter des perspectives plus écologiques pour les appréhender.
- 20 Cette histoire de microbes ennemis, consistant en espèces distinctes et dont les savoirs et les techniques produits à leur égard ont permis de faire « comme si » il était possible de s'émanciper des milieux et de participer au développement d'une biologie universelle peut donc aussi se raconter autrement. Une importante littérature insiste sur le fait que le succès de la bactériologie, même ramenée aux réseaux auxquels elle doit sa force et son existence (Latour, 1984), n'a rien eu d'immédiat ou d'homogène. Son « application » à la clinique n'eut rien d'évident (Mendelsohn, 1996), la production d'agent thérapeutique issu de ses recherches fut parsemée d'échecs et de tâtonnements (Worboys, 1992), tout comme la caractérisation précise des agents

pathogènes et de tests de dépistage le fut de controverses (Fleck, 2006). L'article de Frédéric Vagneron dans ce numéro fait le point sur ces questions et vient montrer comment, à la fin du XIX^e siècle, dans le cas de la pandémie de grippe « russe » (1889-1890) l'attribution d'un agent spécifique à une pathologie a tout bonnement échoué. Des débats vifs, concernant des spécialités médicales différentes et questionnant tout autant l'identité et la variabilité de la maladie que la légitimité de ces spécialités, vinrent remettre en question jusqu'à l'existence même de la maladie. Et ceci n'est pas le résultat d'un défaut de savoirs, mais bien le signe de l'existence de conceptions différentes de la maladie, se refusant à la réduire à un agent pathogène et considérant la multiplicité des causes – association de microbes, terrain corporel, environnements plus larges – susceptibles de l'expliquer. Dans sa contribution, Marine de Guglielmo discutant la notion de « cultures post-pasteurienne », revient quant à elle sur la figure de Pasteur et montre comment ses travaux sont loin de pouvoir attester l'idée d'une science essentiellement hygiéniste et antimicrobienne. Au contraire, outre leur utilité dans les processus industriels, Pasteur et certains de ces collaborateurs développèrent des conceptions fortes de l'utilité plus large des microbes au sein des mondes biologiques jusqu'à développer une conception que l'auteure n'hésite pas à qualifier de « probiotique » de leur usage en médecine humaine. Elle insiste également sur la variété des objets et des êtres micro-organiques qu'invente ou auxquels a affaire Pasteur, nous obligeant à considérer de façon plus complexe cette multiplicité d'êtres et d'objets que nous contenons aujourd'hui sous la catégorie de microbes. De même, la question de la fixité des espèces bactériennes, ainsi que du contrôle et de la compréhension de la variation dans le monde microbien demeurait ouverte (Mendelsohn, 1996). L'historien Warwick Anderson a démontré quant à lui qu'une « vision écologique », caractérisée par la prise en compte des relations entre maladie, environnement, et processus évolutifs, est demeurée persistante dans les travaux de scientifiques comme Theobald Smith, Francis MacFarlane Burnett, René Dubos ou Frank Fenner. Cette vision écologique est restée minoritaire jusqu'aux début des années 1980, où elle s'est alors trouvée mobilisée pour expliquer l'émergence des maladies et la résistance aux antibiotiques (Anderson, 2004). Lorsque l'antibiorésistance, mais plus généralement l'appauvrissement de certains écosystèmes a commencé à devenir un problème majeur, les mécanismes écologiques et évolutifs pouvant l'expliquer ont connu un regain d'intérêt.

- 21 Enfin, certains anthropologues décrivent les façons dont, en marge d'une santé globale à visée universaliste, se négocient très concrètement au sein d'environnements locaux spécifiques, des rapports aux microbes beaucoup plus riches et variés que ceux liés à une science biomédicale du contrôle et de la maîtrise (Kelly & Beisel, 2011 ; Nading, 2014 – et pour une critique des stratégies de la santé globale, voir Farmer, 2020 et sa recension dans ce numéro). Dialoguant et s'appuyant ouvertement sur *les more-than-human ethnographies*, *les multispecies ethnographies* (Kirksey, 2015 ; Kirksey, 2019 ; Kirksey & Helmreich 2010 ; Helmreich, 2009), ou encore sur la notion de *companion species* (Haraway, 2018) ces études nous offrent autant de perspectives permettant d'appréhender en partie, aussi bien à l'échelle biologique que politique, le façonnement réciproque des humains et des non-humains et la variété des formes de négociations qu'elles impliquent.
- 22 Dans tous ces cas, du laboratoire aux terrains de la santé globale, ce qui a rendu et rend impossible la maîtrise et le contrôle des microbes, c'est la persistance des milieux : le façonnement réciproque des milieux, des humains et des microbes, l'entrelacement de

relations mêlant inextricablement des dimensions sociales et biologiques ou, pour reprendre les termes de l'historienne Linda Nash, des écologies inéluctables (Nash, 2014).

- 23 Si l'on sort de la seule perspective biomédicale, comme nous y invite la notion de « tournant microbien », la construction et la persistance de traditions d'écologies microbiennes dans les domaines de la microbiologie marine et des sols deviennent d'autant plus visibles (O'Malley, 2014 ; Grote, 2018, Pessis, 2020). Ce sont de ces domaines d'étude que les questions relatives à la pertinence des catégories d'espèces et à la pluralité des modes de relations avec et entre les microorganismes ont été largement explorées tout au long du XX^e siècle.
- 24 L'ensemble de ces éléments, que nous ne prétendons pas exhaustifs, démontre la nécessité de ne pas évoquer sans nuances un « tournant microbien ». S'il y a « tournant », dans certaines pratiques, il s'agit davantage de le concevoir comme la levée relative d'une cécité ou d'une oblitération partielle de certains types de savoirs qui ne s'articulaient que difficilement avec des perspectives de globalisation, de standardisation et d'éradication.

Relativiser la promesse : infrastructure de pratiques et de savoirs

- 25 On l'aura compris, cette discussion concernant la pertinence de la notion de « tournant microbien » ne se résume pas à une exégèse plus ou moins savante d'un corpus de textes et d'ambitions théoriques. Définir un « tournant » ou une « révolution » est un geste (scientifique et politique) fort. Comme nous l'avons vu, en même temps qu'il décrit, il prescrit. Il fait voir et laisse dans l'ombre. Il inclut tout autant qu'il exclut. Et en même temps qu'il indique un présent, il ouvre à certains futurs et engage inévitablement une économie de la promesse (Audetat, 2015). Ainsi, toujours au sujet de la « révolution microbienne », Ilana Löwy indiquait qu'« au début du XX^e siècle, la perception d'un (...) changement repose bien plus sur les espoirs soulevés par le développement de la microbiologie que sur ses acquis » (Löwy, 2015, p. 238).
- 26 Ne pourrions-nous pas dire la même chose du « tournant microbien » ? Car, en même temps que ces auteurs *décrivent* ce « tournant », ils en *espèrent* l'avènement ou, du moins, en reconduisent certaines espérances. Heather Paxson et Stefan Helmreich l'évoquent explicitement. Ainsi écrivent-ils
- Les écologies modèles [liées aux microbes] sont des outils contemporains que les scientifiques et leurs interlocuteurs (dont nous, les auteurs, faisons partie) utilisent pour décrire les formes que prend leur désir de modalités exemplaires pour penser l'imbrication entre l'humain et une agentivité non-humaine (Paxson & Helmreich, 2017, p. 278)⁷.
- 27 Et en même temps, « de tels écosystèmes offrent aux scientifiques, comme au grand public l'espoir nouveau d'une nature non encore domestiquée ou connue : une nature future » (*ibid.* p. 252). Une « nature » qui, ainsi décrite, pourrait également en venir à prescrire ce que « *pourraient* ou *devraient* être les relations écologiques entre les humains et les autres organismes » (*ibid.*). La théoricienne Melinda Cooper en appelait déjà à notre vigilance concernant la manière dont, dans les travaux de Lynn Margulis et James Lovelock, le développement d'une théorie microbienne puissante a pu contribuer à minimiser les impacts des pollutions industrielles, incapables de « stopper l'évolution de la *vie elle-même* » (Cooper, 2008, p. 36). Les travaux actuels sur les microbiotes et leur insistance sur les aspects bénéfiques de certaines pratiques (par exemple concernant

l'accouchement par voie basse et l'allaitement), peuvent également conduire à leur naturalisation, avec les conséquences délétères que cela peut avoir surtout s'ils s'accompagnent d'injonctions. D'une toute autre manière, les recherches actuelles sur un prétendu microbiote ancestral participent d'une racialisation renouvelée des communautés humaines (Benezra, 2020 ; Zimmer, à venir).

- 28 La traduction inédite de l'article que l'historienne des sciences Hannah Landecker consacre à l'antibiorésistance nous offre un exemple frappant de la manière dont les savoirs et les promesses qui leur sont associés peuvent radicalement transformer non seulement les sociétés, mais aussi les biologies. L'auteurice décrit comment l'invention, la production industrielle, l'usage massif des antibiotiques et les savoirs qui leur sont associés permirent précisément de faire « comme si » les milieux dans lesquels les microbes évoluent pouvaient être négligés. Les antibiotiques facilitèrent ainsi la production de nombreuses
- choses à grande échelle : une meilleure santé, plus de viande, plus de fruits, plus d'opérations chirurgicales, moins de morts, plus de fertilité dans tous les domaines, depuis les embryons cultivés *in vitro* en milieu antibiotique jusqu'à la pisciculture (Landecker, dans ce numéro, § 3)
- 29 Et, ce faisant, transformèrent profondément et de manière irréversible la biologie même des microbes. Par l'analyse des échantillons cliniques et de sol, stockés sur plusieurs périodes, se donne alors à lire une « biologie de l'histoire » : les traces physiques laissées par l'histoire humaine sur la vie bactérienne (Landecker, dans ce numéro).
- 30 Les collections, éléments récurrents du numéro (Brives & Froissart, Gallay-Keller, Tancoigne, Demeulenaere & Lagrola), témoignent de la centralité de ces institutions dans la production de savoirs et l'entretien de pratiques liées aux mondes microbiens. Elles cristallisent un certain état des savoirs ainsi que des « microgéohistoires » : les histoires des transformations conjointes des pratiques, des territoires et des biologies (Brives, 2021).
- 31 Le risque est cependant toujours patent d'une oblitération des conditions et des logiques qui ont sous-tendu leur production lorsqu'elles en viennent à être mobilisées et utilisées pour pallier les conséquences de savoirs et pratiques modernes. Comme l'ont montré Bowker et Star à propos des classifications comme infrastructures de connaissances, la façon dont on classe, trie, discrimine, ordonne de façon systématique, a des conséquences épistémologiques, politiques et éthiques (Bowker & Star, 1999). Dans la mesure où elles opèrent un tri dans le réel et servent de guides pour l'action, les classifications microbiennes, les savoirs produits sur ces derniers et les ontologies qui les sous-tendent ont des conséquences réelles, incluent et excluent, créent de nouveaux possibles, ouvrent des champs de recherche, mais peuvent également générer des angles morts et rigidifier des pans entiers des savoirs, notamment lorsqu'elles sont articulées à un projet, propre à l'industrialisation tardive, d'uniformisation et de standardisation pour répondre aux injonctions de la production de masse.
- 32 C'est bien dans ce milieu particulier, situé, au sein de structures réglementaires, économiques et politiques, qui les contraignent et qu'elles peuvent contribuer à transformer, que cherchent à se développer des alternatives dont certaines sont documentées dans ce numéro (Demeulenaere & Lagrola, Brives & Froissart). Explorer ces alternatives, ces manières de répondre aux conséquences de l'application des états

antérieurs des savoirs microbiologiques, oblige alors à penser doublement le milieu, au risque sinon de reconduire les mêmes errements, erreurs, et impasses.

- 33 Les contributions portant sur la fermentation nous rendent précisément attentifs à ce point. Tout un mouvement de réinvention de pratiques, d'attention aux microbes, s'oppose à l'uniformisation conséquente de la modernisation agricole, et alerte sur la perte de la biodiversité microbienne. Ces tensions entre des productions industrialisées et standardisées d'un côté et des pratiques plus idiosyncratiques, locales et artisanales de l'autre sont redoublées par l'ambivalence même des relations entre humains et microbes : nécessité de laisser s'épanouir les flores nécessaires à la transformation des substances tout en garantissant la sécurité des consommateurs. Élise Demeulenaere et Mathilde Lagrola reviennent dans ce numéro sur cette tension : pour faire face à l'appauvrissement et à la simplification des flores microbiennes des laits dans la production fromagère au lait cru en raison de transformations techniques et réglementaires, concernant notamment la qualité du lait, les autrices analysent comment un groupe de chercheur·euse·s et de praticien·ne·s réinventent des pratiques d'« écologie microbienne dirigée » et des indicateurs venant concurrencer les normes existantes (Demeulenaere & Lagrola, dans ce numéro).
- 34 Mais les pratiques de fermentation, même quand elles souhaitent rompre avec des modes de production fondés sur la standardisation et réinventent pour cela des pratiques, reposant sur l'exploration des relations multiples qu'humains, microbes et milieux peuvent entretenir, sur des savoir-faire parfois centenaires réactualisés et réinventés, n'échappent que difficilement aux cadres réglementaires et aux modèles économiques en place.
- 35 C'est ce poids des infrastructures sur le développement de pratiques alternatives que proposent d'étudier Charlotte Brives et Rémy Froissart dans ce numéro à propos de la thérapie phagique, l'utilisation de virus bactériophages pour traiter les infections bactériennes antibiorésistantes. Ils montrent notamment comment la possibilité même d'une thérapie prenant véritablement en compte les capacités évolutives et involutives des vivants implique de repenser conjointement le modèle dominant de développement des médicaments et le statut ontologique accordé aux microorganismes, au risque sinon de reproduire les mêmes erreurs qu'avec les antibiotiques. C'est l'argument que l'on peut tirer aussi de la lecture de la contribution d'Élise Tancoigne, laquelle, décrivant trois régimes de sélection microbiens dans la production de fromage au lait cru - moderniste, environnemental et régional - montre comment les deux derniers s'inscrivent finalement dans la filiation du régime moderniste, peinant à s'en démarquer.

Conclusion

- 36 Ce numéro de la *Revue d'Anthropologie des Connaissances* est aussi une photographie incomplète de l'état des recherches actuelles des sciences sociales des microbes. Si les travaux sur les fermentations semblent prendre une place importante, nombre d'aspects actuels des microbes en sont absents. Une sous-représentation qui trouve une explication dans les temporalités et les spécificités de la recherche ethnographique, qui nécessite une longue immersion et la nécessité de comprendre et de s'appropriier les pratiques étudiées. Ainsi, des recherches sont en cours, rendues visibles par des articles programmatiques (Greenhough *et al.* 2020 ; Benezra, DeStefano & Gordon, 2012), ainsi

que par la tenue de colloques ou de journées d'études⁸. Une autre difficulté de ces études tient précisément à leur dimension fortement interdisciplinaire : une compréhension des dimensions d'emblée sociale et biologique exige le partage de méthodes et d'approches onto-épistémologiques propres à chaque discipline, demandant souvent un long travail de traduction, d'articulation et de diplomatie (Stengers, 2006).

- 37 La métagénomique et la profusion de données désormais disponibles a en effet contribué au développement d'études interdisciplinaires dans lesquelles les sciences sociales sont fortement mobilisées. Ainsi en va-t-il par exemple du projet « Heirloom Microbes », sur les pratiques laitières, qui combine archéologie, microbiologie et anthropologie⁹. Ainsi en est-il également des recherches sur les microbiotes humains et de la manière dont elles reconfigurent les pratiques alimentaires et de soin, dont elles diagnostiquent une altération historiquement inouïe des flores et des tentatives de remédiations qui s'en dégagent (Zimmer, 2019). De même, le développement de la phylogénie moléculaire apparaît comme une source de données nouvelles et supplémentaires pour les sciences sociales : désormais, cette histoire inscrite dans les microbes permet de relire les épidémies et d'en offrir de nouveaux récits (Lachenal, 2011 ; Pépin, 2019).
- 38 Pour des approches complémentaires, nous souhaitons cependant mentionner deux ouvrages collectifs à paraître en 2021 : *The Arts of the Microbial World*, sur la fermentation dans le Japon du XX^e siècle (Lee, 2021), ainsi que *With Microbes*, qui regroupe douze ethnographies de relations entre humains et microbes (Brives, Rest & Sariola, 2021). Pour une appréciation des rôles des microbes dans les environnements, nous renvoyons également à l'introduction du numéro spécial de *La Revue d'Anthropologie des Connaissances* dirigé par Germain Meulemans et Céline Granjou : *Les sols, nouvelle frontière pour les savoirs et les politiques de l'environnement* (2020). Ce numéro spécial ne prétend donc à aucune exhaustivité, surtout au vu des développements précédents. Les sciences sociales sur les microbes ont vocation à embrasser plus largement dans les prochaines années ces nombreuses pratiques.
- 39 L'état des lieux de la littérature sur les microbes et les articles présentés dans ce numéro démontrent tous, pour des périodes historiques, des pratiques, et des microorganismes différents, le caractère situé tant des interactions entre vivants que de la production des connaissances, enjoignant ainsi à rappeler l'importance des milieux socio-environnementaux et biologiques dans lesquels ces savoirs sont produits et s'appliquent. En même temps, s'en dégage une tendance des pratiques scientifiques à prétendre pouvoir faire « comme si » les milieux où s'appliquent ces savoirs étaient secondaires, avec pour conséquences, comme cela a été évoqué, l'appauvrissement des écosystèmes et les phénomènes de résistances microbiennes.
- 40 Les alternatives ne peuvent cependant que composer dans le monde de savoirs, de réglementations, d'infrastructures économiques et d'écologies qui ont été produites et portent en eux ces tendances qui se sont développées tout au long du XX^e siècle, contraignant drastiquement le champ des possibles. Et être particulièrement attentives à ne pas réifier symétriquement des catégories dont sciences du vivant et sciences humaines connaissent le caractère construit : tant la catégorie d'« humains » que celle de « microbes » recèlent une diversité et des modes d'existence très différents, qui requièrent une attention particulière. Et le risque est grand, à chaque fois, dans chaque

situation, de reconduire des logiques auxquelles les acteurs prétendent et souhaitent échapper, et de faire violence aux différents êtres qui y prennent part.

- 41 Ainsi, il n'y aura de « tournant microbien », de renouvellement radical d'un nombre toujours plus grand de relations, prenant en compte les écologies, l'indétermination des biologies et les puissances de transformations conjointes des milieux, des microbes et des humains qu'en prenant sérieusement en considération ces milieux où les savoirs sont produits et dans lesquels ils circulent et sont mobilisés. Ceci nous rappelle qu'il n'y a pas d'enquête sans politiques (Collectifs d'enquêtes politiques, 2016) et qu'à négliger les politiques de l'enquête, il est possible de reconduire, malgré soi, les logiques participant de l'altération nocive des écologies humaines et plus qu'humaines.

Ce travail a bénéficié d'un financement dans le cadre de l'Idex de l'université de Strasbourg, ainsi que du soutien de l'Agence Nationale de la Recherche (ANR-18-CE36-0001) et de la Région Nouvelle-Aquitaine (2018-1R40218).

Nous tenons à remercier les membres du comité de rédaction de la Revue d'Anthropologie des Connaissances, et plus particulièrement Élise Demeulenaere et Dominique Vinck pour leur accompagnement. Nous tenons également à remercier Celia Miralles et Frédéric Vagneron auprès desquels l'un de nous a beaucoup appris sur les épidémies et leurs milieux.

BIBLIOGRAPHIE

Anderson, W. (2004). Natural histories of infectious disease: ecological vision in Twentieth-Century biomedical science. *Osiris*, 19, 39-61.

Audétat, M. (Dir.) (2015). *Sciences et technologies émergentes : pourquoi tant de promesses ?* Paris : Hermann.

Benezra, A. (2020). Race in the Microbiome. *Science, Technology & Human Values*, 45(5), 877-902. <https://doi.org/10.1177/0162243920911998>

Benezra, A., DeStefano, J., Gordon, J. (2012). Anthropology of microbes. *PNAS*, 109(17), 6378-6381. <https://doi.org/10.1073/pnas.1200515109>

Bensaude-Vincent, B. (2020). Guerre et Paix avec le coronavirus. *Terrestres*, 13. <https://www.terrestres.org/2020/04/30/guerre-et-paix-avec-le-coronavirus/>

Blaser, M. (2014). *Missing Microbes, how the overuse of antibiotics is fueling our modern plagues*. London: Henry Holt & Co.

Bowker, G. & Star, S.L. (1999). *Sorting Things Out: Classification and Its Consequences*. Cambridge, Mass.: MIT Press.

Brives, C. (2020). Pluribiose. Vivre avec les virus, mais comment ? *Terrestres*, 14. <https://www.terrestres.org/2020/06/01/pluribiose-vivre-avec-les-virus-mais-comment/>

Brives, C. (2021). Pluribiosis and the never-ending microgeohistories. In C. Brives, M. Rest & S. Sariola (eds.), *With Microbes*. London: Mattering Press.

Brives, C., Rest, M. & Sariola, S. (eds.) (2021). *With Microbes*. London: Mattering Press.

- Caduff, C. (2015). *The pandemic perhaps, Dramatic events in a Public Culture of Danger*. Oakland: University of California Press.
- Chartier, D. (2021). The deplantationocene: listening to yeasts and rejecting the worldview of the plantation. In C. Brives, M. Rest & S. Sariola (eds.), *With Microbes*. London: Mattering Press.
- Collectif enquêtes politiques. (2016). *Cahiers d'enquêtes politiques : Vivre, expérimenter, raconter*. Vaux-en-Velin : Les éditions des mondes à faire.
- Collier, S. J., Lakoff, A. & Rabinow, P. (2004). Biosecurity: Towards an Anthropology of the Contemporary. *Anthropology Today*, 20(5), 3-7.
- Cooper, M. (2008). *Life as surplus, biotechnology and capitalism in the neoliberal era*. Seattle and London: University of Washington Press.
- Davidson, A.C. & Ransom-Jones, E. (2021). Micro-geographies of kombucha as methodology: a cross-cultural conversation. In C. Brives, M. Rest & S. Sariola (eds.), *With Microbes*. London: Mattering Press.
- Douglas, A. (2018). *Fundamentals of microbiome science, how microbes shape animal biology*. Princeton: Princeton University Press.
- Dupressoir, A. & Heidmann, T. (2011). Les syncytines, des protéines d'enveloppe rétrovirales capturées au profit du développement placentaire. *Médecine/Sciences*, 27(2), 163-169.
- Farmer, P. (2020). *Fevers, feuds and diamonds, Ebola and the ravages and history*. New York: Farar, Strauss and Giroux.
- Flachs, A. & Orkin, J. (2019). Fermentation and the ethnology of microbial entanglement. *Ethnobiology Letters*, 10(1), 35-39. <https://doi.org/10.14237/ebl.10.1.2019.1481>
- Fleck, L. (2005). *Genèse et développement d'un fait scientifique*. Paris : Les Belles Lettres.
- Fortané, N. & Keck, F. (2015). Ce que fait la biosécurité à la surveillance des animaux. *Revue d'anthropologie des connaissances*, 9(2). <https://journals.openedition.org/rac/3139>
- Franklin, S. (2007). *Dolly mixtures: the remaking of genealogy*. Durham: Duke University Press.
- Gilbert, S. & Tauber, A. (2016). Rethinking individuality: the dialectics of the holobiont. *Biology and Philosophy*. <https://doi.org/10.1007/s10539-016-9541-3>
- Gilbert, S., Sapp, J. & Tauber, A. (2012). A Symbiotic View of Life: We Have Never Been Individuals. *The Quarterly Review of Biology*, 87, 325-341. <https://doi.org/10.1086/668166>
- Gradmann, C. (2009). *Laboratory Disease: Robert Koch's Medical Bacteriology*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Greenhough, B. et al. (2020). Unsettling antibiosis: how might interdisciplinarity researchers generate a feeling for the microbiome and to what effect? *Palgrave Communications*, 4, 149. <https://www.nature.com/articles/s41599-020-0388-5>
- Grote, M. (2018). Petri dish versus Winogradsky column: a longue durée perspective on purity and diversity in microbiology, 1880s-1980s. *History and Philosophy of the Life Sciences*, 40(11). <https://doi.org/10.1007/s40656-017-0175-9>
- Haraway, D. (2018). *Manifeste des espèces compagnes*. Paris : Flammarion.
- Harper, K. (2019). *Comment l'empire romain s'est effondré. Le climat, les maladies et la chute de Rome*. Paris : La Découverte.

- Helmreich, S. (2009). *Alien Oceans: Anthropological Voyages in Microbial Seas*. Berkeley: University of California Press.
- Helmreich, S. (2014). *Homo microbis: the human microbiome, figural, literal, political*. *Thresholds*, 42, 52-59.
- Hinchliffe, S., Manderson, L. & Moore, M. (2021). Planetary healthy publics after Covid-19. *Lancet Planet Health*, 5(4), e230-e236. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00050-4](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00050-4)
- Hird, M. (2012). Knowing Waste. Towards an Inhuman Epistemology. *Social Epistemology*, 16(3-4), 453-69.
- Jasarevic, L. (2015). The Thing in a Jar: Mushrooms and Ontological Speculations in Post-Yugoslavia. *Cultural Anthropology*, 30(1), 36-64. <https://doi.org/10.14506/ca30.1.04>
- Kelly, A.H. & Beisel, U. (2011). Neglected Malaria: the frontlines and back alleys of global health. *Biosocieties*, 6(1), 71-87.
- Kirksey, E. (2015). *Emergent Ecologies*. Durham, NC: Duke University Press.
- Kirksey, E. (2019). Queer Love, Gender Bending Bacteria, and Life after the Anthropocene. *Theory, Culture & Society*, 36, 197-219. <https://doi.org/10.1177/0263276418769995>
- Kirksey, E., & Helmreich, S. (2010). The Emergence of Multispecies Ethnography. *Cultural Anthropology*, 25, 545-576.
- Landecker, H. (2021). Résistance aux antibiotiques et biologie de l'Histoire. *Revue d'anthropologie des connaissances*, 15(3). URL : <http://journals.openedition.org/rac/22123>
- Larson, B. et al., (2005). Metaphors and Biorisks: The War on Infectious Diseases and Invasive Species. *Science Communication*, 26(3), 243-268
- Lakoff A. & Collier S.J. (2008). *Biosecurity Interventions, Global health and security in question*. New York: Columbia University Press.
- Latour, B. (1984). *Pasteur, Guerre et Paix des microbes*. Paris : La Découverte.
- Lock, M. & Nguyen, V.K. (2018). *An anthropology of biomedicine, Second Edition*. Hoboken: Wiley-Blackwell.
- Lorimer, J. (2017). Probiotic Environmentalities: Rewilding with Wolves and Worms. *Theory, Culture & Society*, 34, 27-48. <https://doi.org/10.1177/0263276417695866>
- Lorimer, J. (2020). *The Probiotic Planet: Using Life to Manage Life*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Löwy, I. (2015). Dans K. Raj & O. Sibum (Dir.), *Histoire des sciences et des savoirs, tome 2 : Modernité et Globalisation*. Paris : Seuil.
- Margulis, L. & Sagan, D. (2002). *L'univers bactériel*. Paris : Seuil.
- Martin, E. (1995). *Flexible bodies*. Boston: Beacon Press.
- Mendelsohn, J.A. (1996). *Cultures of Bacteriology: Formation and Transformation of a Science in France and Germany, 1870-1914*. Princeton: Princeton University Press.
- Meulemans, G. & Granjou, C. (2020). Les Sols, nouvelle frontière pour les savoirs et les politiques de l'environnement. *Revue d'Anthropologie des Connaissances*, 14(4). <https://journals.openedition.org/rac/6224>
- Moulin, A.-M. (1996). Tropical without the Tropics: The Turning-Point of Pastorian Medicine in North Africa. In D. Arnold (eds.), *Warm Climates and Western Medicine*. Amsterdam: Rodopi.

- Nading, A. (2014). *Mosquito trails: ecology, health, and the politics of entanglement*. Oakland: University of California Press.
- Nash, L. (2006). *Inescapable ecologies, A history of Environment, Disease and Knowledge*. Berkeley and Los Angeles, California: University of California Press.
- O'Malley, M. (2014). *Philosophy of microbiology*. Cambridge: Cambridge University Press
- O'Riordan, K., Parker, J., Harris, D. & Devereaux, E. (2017). Making Sense of Sensors. *Digital Culture and Society*, 3(1). <https://www.degruyter.com/document/doi/10.14361/dcs-2017-0110/html>
- Paxson, H. (2008). Post-pasteurian cultures: the microbiopolitics of raw-milk cheese in the United States. *Cultural Anthropology*, 23(1), 15-47.
- Paxson, H. (2012). *The life of cheese*. Berkeley and Los Angeles: University of California Press.
- Paxson, H. & Helmreich, S. (2014). The Perils and Promises of Microbial Abundance: Novel Natures and Model Ecosystems, from Artisanal Cheese to Alien Seas. *Social Studies of Science*, 44, 165-93.
- Paxson, H. & Helmreich, S. (2017). Périls et promesses de l'abondance microbienne, natures nouvelles et écosystèmes modèles, du fromage artisanal aux mers extraterrestres. *Techniques & Cultures*, 68, 248-285.
- Pessis, C. (2020). Histoire des « sols vivants » : genèse, projets et oublis d'une catégorie actuelle. *Revue d'Anthropologie des Connaissances*, 14(4). <https://journals.openedition.org/rac/12437>
- Rees, T., Bosch, T. & Douglas, A. (2018). How the microbiome challenges our concept of self. *PLOS Biology*, 16(2), e2005358. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2005358>
- Rest, M. et al. (eds.) (2021). Cultures of Fermentation. *Current Anthropology*, 62, (Supplement 24).
- Sangodeyi, F.Y. (2014). *The Making of the microbial body (1900-2012)*. Thèse de Doctorat. Harvard University, Cambridge Mass.
- Sapp, J. (2009). *The new foundations of evolution: on the tree of life*. Oxford: Oxford University Press.
- Shapin, S. (1996). *La révolution scientifique*. Paris : Flammarion.
- Skillings, D. (2016). Holobionts and the ecology of organisms – multi-species communities or integrated individuals. *Biology and Philosophy*, 31(6), 875-892.
- Snowden, F. (2020). *Epidemics and Society, From the black death to the present*. New Haven: Yale university Press.
- Sonnenburg, J. & Sonnenburg, E. (2017). L'incroyable pouvoir du microbiote. Paris : J'ai lu.
- Stengers, I. (2006). *La vierge et le neutrino, les scientifiques dans la tourmente*. Paris : Les Empêcheurs de Penser en Rond
- Strasser, B. (2019). *Collecting Experiment. Making Big Data Biology*, Chicago: Chicago University Press.
- Wald, P. (2008). *Contagious, cultures, carriers, and the outbreak narrative*. Durham and London: Duke University Press.
- Warren, B., Vossoughi, S., Rosebery, A.S., Bang, M., Taylor, V. (2020). Multiple Ways of Knowing. Re-Imagining Disciplinary Learning. In N.S. Nasir, C.D. Lee, R. Pea, M. McKinney de Royston (eds.). *Handbook of the Cultural Foundations of Learning* (pp. 277-294). New York: Routledge.
- Will, C. & Erickson, M. (2021). Scenes from the many lives of *Escherichia coli*: A play in three acts. In C. Brives, M. Rest & S. Sariola (Dir.), *With Microbes*. London: Mattering Press.

Wilmut, I., Campell, K. C. & Tudge C. (2001). *The Second Creation: Dolly and the Age of Biological Control*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Worboys, M. (1992). "Killing and Curing": Veterinarians, Medicine and Germs in Britain, 1860-1900. *Veterinary history*, 7(2), 53-71.

Zimmer, A. (2019). Collecter, conserver, cultiver des microbiotes intestinaux, une biologie du sauvetage. *Écologie & Politique*, 58, 135-150. <https://doi.org/10.3917/ecopo1.058.0135>

NOTES

1. Si ces expressions ne se superposent pas strictement - et nous prendrons le temps plus loin d'en marquer quelques spécificités - nous discuterons essentiellement la notion de tournant microbien.

2. Le critère de l'invisibilité à l'œil nu ne tient que très superficiellement, et repose sur une individualisation et une conception unicellulaire des microorganismes : beaucoup en effet sont, au cours de leur cycle de vie, organisés en communautés pouvant agir comme une entité unique, régies par une complexe division du travail. Les biofilms en constituent un exemple, pouvant recouvrir de très vastes surfaces comme celle d'un lac, et donc perceptibles sans recours à une quelconque instrumentation. Les virus font quant à eux l'objet d'intenses débats concernant leur appartenance ou non au monde vivant, renseignant ainsi sur la façon dont vie et virus sont conceptualisés en fonction des époques, des disciplines, ou même des questions qui leur sont adressées (Kostyrka, 2018). Voir également le numéro spécial de la revue *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* dirigé par Thomas Pradeu, Gladys Kostyrka et John Dupré (2016). Les contributions d'Elise Demeulenaere et Mathilde Lagrola, ainsi que celle de Marine de Guglielmo, la première à partir d'une analyse des pratiques de fermentation dans la production de fromage au lait cru, la seconde à partir d'une analyse sémantique du corpus de Pasteur, discutent du caractère trop englobant de la catégorie de microbes.

3. Si l'on prend les bactéries, celles-ci peuvent être classées en fonction de la séquence d'un gène particulier (comme l'ARN 16s), sur des particularités morphologiques (paroi cellulaire), ou encore sur des fonctions métaboliques pour ne citer que ces critères. Les virus peuvent quant à eux être classés selon la forme de leur capsid, la nature de leurs acides nucléiques (ARN, ADN, simple ou double brin par exemple), leur spectre d'hôtes, etc.

4. Notre recension des travaux mobilisant la notion de tournant microbien n'est pas exhaustive - elle se confond parfois avec post-pasteurien, probiotique. L'idée ici est de relever que ce spectre de notions a rapidement été saisi par la littérature.

5. La métagénomique a par exemple permis de relever des différences génétiques et écologiques importantes chez des organismes pourtant identiques phénotypiquement, et bien étudiés dans les laboratoires, comme pour la bactérie *Escherichia coli*. Pour un panorama de l'histoire des différentes caractérisations d'*Escherichia coli*, ses existences multiples et variées, voir Will & Erickson (2021).

6. Qu'Ilana Löwy, préfère quant à elle et de manière singulière, nommer « révolution microbienne ».

7. Les auteurs préfèrent la notion d'« écologies modèles » à celle d'« écosystèmes modèles », le terme écologie désignant également la description théorique des rapports organiques.

8. Voir par exemple la journée « Nos vies microbiennes, un forum contre l'éradication », organisée par Victoria Lee, le 27 mai 2021 (<https://www.paris-iea.fr/fr/evenements/nos-vies-microbiennes-un-forum-contre-l-eradication>), ou encore la journée « Microbes et microbiologie, vers de nouveaux récits ? », organisée par Matheus Alvares Duarte Da Silva et Mathilde Gally-Keller les 15 et 16 juin 2021.

9. <https://www.shh.mpg.de/349696/heirloom-microbes>

RÉSUMÉS

Ce numéro de la *Revue d'Anthropologie des Connaissances* interroge et met en perspective la notion, récemment apparue dans le champ des sciences sociales des microbes et plus largement dans les études multispécifiques, de « tournant microbien ». Après en avoir rappelé la définition, ainsi que celles de notions qui lui sont associées, cette introduction les discute en les resituant au sein de traditions négligées des sciences naturelles et d'une plus vaste littérature de sciences sociales. Ceci permet d'une part de remobiliser une variété de récits et d'approches des relations humains/microbes qui précède ce prétendu tournant, d'autre part de souligner des points de vigilance quant aux promesses qui l'accompagnent. Relativiser la nouveauté et les promesses de ce « tournant » ne vise pas à disqualifier cette notion, mais à la resituer au sein d'infrastructures de pratiques et de savoirs plus larges, afin d'en proposer une reprise attentive aux conditions et conséquences politiques de ce tournant.

This issue of the *Revue d'Anthropologie des Connaissances* questions and puts into perspective the notion of a "microbial turn," which has appeared recently in the microbial social sciences field and more broadly in multispecies studies. After reiterating their definition and the definition of some associated notions, this introduction discusses them by contextualizing them within certain neglected traditions of the natural sciences and of a broader literature in the social sciences. This allows the authors to reengage on the one hand with a variety of narratives and approaches regarding human/microbe relationships that preceded this so-called turn, and on the other hand to highlight focal points of attention in regard to the promises attached to them. This effort to relativize the novelty and the promises of this "turn" is not intended to disqualify this notion, but to relocate it within infrastructures of wider practices and knowledge, in order to propose that it be taken up whilst giving careful attention to the conditions and political consequences of this turn.

Este número de la *Revue d'Anthropologie des Connaissances* cuestiona y pone en perspectiva la noción de «giro microbiano», surgida recientemente en el ámbito de las ciencias sociales de los microbios y, a nivel más amplio, en los estudios multiespecíficos. Tras recordar su definición y las nociones asociadas, esta introducción las aborda en el contexto de tradiciones olvidadas en las ciencias naturales y de una literatura más amplia de las ciencias sociales. Esto permite, por un lado, movilizar de nuevo una variedad de narrativas y enfoques de las relaciones entre los seres humanos y los microbios que preceden a este llamado «giro» y, por otro lado, subrayar puntos de vigilancia respecto a las promesas que lo acompañan. Relativizar la novedad y las promesas de este «giro» no pretende descalificar este concepto, sino resituarlo dentro de infraestructuras más amplias de prácticas y conocimientos, para proponer una continuación atenta a las condiciones y consecuencias políticas de este giro.

INDEX

Keywords : microbial turn, bacteriological revolution, fermentation, microbe ecology, infrastructures of knowledge, medicine

Palabras claves : giro microbiano, revolución bacteriológica, fermentación, ecología microbiana, infraestructura de conocimientos, medicina

Mots-clés : tournant microbien, révolution bactériologique, fermentation, écologie des microbes, infrastructure de connaissances, médecine

AUTEURS

CHARLOTTE BRIVES

Anthropologue des sciences et de la biomédecine, Chargée de Recherche au CNRS. Elle travaille sur les relations humains/microbes depuis sa thèse, qui portait sur les relations entre les biologistes et les levures *Saccharomyces cerevisiae* dans un laboratoire. Elle a ensuite travaillé sur des essais cliniques contre le VIH en Afrique sub-saharienne. Depuis quatre ans, elle développe des projets interdisciplinaires avec des biologistes, des écologistes microbiens et des médecins pour travailler sur les potentialités des virus bactériophages
<https://orcid.org/0000-0001-7459-0646>

Adresse : Centre Émile Durkheim, UMR5116, Faculté de Sociologie, 3 ter place de la Victoire, FR-33000 Bordeaux (France)

Courriel : Charlotte.brives[at]u-bordeaux.fr

ALEXIS ZIMMER

Historien des sciences et de la biomédecine, Enseignant-chercheur à l'Université de Strasbourg. Ses précédents travaux ont porté sur les humanités médicales et à la place de l'enseignement des sciences humaines et sociales dans les facultés de médecine, ainsi que sur l'histoire des environnements toxiques, des catastrophes industrielles et de leurs effets sanitaires. Son terrain de recherche actuel porte sur les microbiotes intestinaux et la manière dont la biologie des microbiotes renouvelle l'appréhension des organismes et de leurs relations aux environnements et à l'histoire.

Adresse : SAGE (UMR 7363) - Sociétés, acteurs, gouvernement en Europe, 4 rue Kirschleger, Faculté de Médecine, FR-67085 Strasbourg Cedex (France)

Courriel : alexis.zimmer[at]unistra.fr