

cyborgs éveille des craintes manifestes. Que se passera-t-il si l'interface homme-machine se révèle instable? La transformation de l'identité humaine sera peut-être *de facto* limitée, moins radicale qu'annoncée. À l'inverse, n'y a-t-il pas un risque que ce système homme-machine se déshumanise entièrement, si les technologies composant les cyborgs sont manipulables de l'extérieur?

Des questions semblables sont soulevées par la découverte de *Chosmo sapiens*, avec une nuance de taille. *Chosmo sapiens* n'est pas un cyborg, ce n'est pas un posthumain. *Homo sapiens* a toujours été *Chosmo sapiens*, simplement il ne le savait pas. S'il doit être qualifié de façon technique, *Chosmo sapiens* est un métahumain. Il est coconstruit depuis ses origines par des éléments du monde microbien avec lequel il est indéfectiblement lié. Autrement dit, nous sommes fondamentalement pluriels.

La part des microbes dans l'évolution humaine

Pourquoi cela affecte-t-il notre identité? En chacun d'entre nous, il y a autant de cellules humaines (hybrides, donc) que de cellules microbiennes, 100 à 150 fois plus de familles de gènes microbiens que de familles de gènes humains. Le lien entre corps humain et identité est donc plus ténu que nous ne le pensions.

La part de l'interface humain-microbes, encore à établir, est aussi probablement non négligeable. Le microbiome humain – l'ensemble des microbes et de leurs gènes qui interagissent avec notre organisme – affecte ainsi à tout le moins la formation des os, la vascularisation des intestins, le métabolisme, le développement du système immunitaire et, en psychotrope naturel, joue peut-être aussi un rôle dans notre comportement (nous rendant plus ou moins anxieux, plus ou moins sensibles à la douleur). Résidents intérieurs, pilotes, copilotes – le rôle de nos microbes fait l'objet de profonds débats, mais manifestement influe sur des propriétés parmi les plus intimes de notre espèce.

Notre identité métahumaine est cependant dynamique à court terme, et peut-être à long terme. L'interface homme-microbiome

L'évolution de *Chosmo sapiens* passera par celle de ses résidents intérieurs

et l'importance de son impact fluctuent au cours de nos vies parce que nos populations microbiennes changent. Un nouveau-né dépourvu de microbes serait incapable de s'alimenter dans les premiers jours de sa vie: est-il moins humain pour autant?

Les gènes du microbiome de *Chosmo sapiens* ont en principe une bien meilleure capacité d'évolution que nos propres gènes. En effet, les microbes s'échangent des gènes par transfert latéral et disposent d'un temps de renouvellement beaucoup plus court que le nôtre: des centaines de milliers de générations de microbes se succèdent pendant une génération humaine. Dans ce cas, si notre propre génétique ne contraint pas, en la sélectionnant, la diversité de nos microbes, l'évolution de *Chosmo sapiens* passera largement par celle de ses résidents intérieurs! L'avenir de l'humanité sera peut-être tributaire de causes extrahumaines.

De *Chosmo sapiens* à *Chaosmo sapiens*

Pour cette raison, les considérations sur la posthumanité et la métahumanité vont probablement être amenées à se croiser de plus en plus fréquemment. Puisque l'humanité dépend des microbes de manière encore plus contingente qu'on ne l'avait anticipé, certains voudront très probablement modifier nos microbiomes par des approches biotechnologiques pour augmenter *Chosmo sapiens*: façonner des cyborgs microbiologiques. Si ces approches déstabilisent *Chosmo sapiens* ou si des modifications à grandes échelles du microbiome en résultent, nous serons effectivement déshumanisés.

Avant d'inventer un « postmétahumain » et de chercher à explorer de nouvelles identités, il paraît donc judicieux de comprendre, dans le cadre d'études scientifiques contrôlées, comment humains et microbes maintiennent leur équilibre, ce qui orchestre nos affinités mutuelles, et de savoir comment les microbiomes se transmettent au cours des générations. Et si l'on doit se risquer à une prévision: parce qu'*Homo sapiens* a désormais découvert *Chosmo sapiens*, nul doute qu'il inventera aussi *Chaosmo sapiens* en explorant les multiples facettes de sa métahumanité. ■

■ L'AUTEUR



ÉRIC BAPTESTE est chargé de recherche du CNRS à l'institut de biologie Paris-Seine, au sein de l'unité Évolution (UMR 7138 CNRS/université Pierre-et-Marie-Curie).

■ BIBLIOGRAPHIE

É. Bapteste, *Conflits intérieurs: Fable scientifique*, Éditions Matériologiques, 2015.

É. Bapteste, *Les gènes voyageurs: L'odyssée de l'évolution*, Belin, 2013.

F. Sommer et F. Bäckhed, *The gut microbiota – masters of host development and physiology*, *Nat. Rev. Microbiol.*, vol. 11(4), pp. 227-238, 2013.



39€

Jusqu'à
-77%
de remise

PLS16

☐ **autre** (30 € par abonnement supplémentaire), soit----- abonnements → total ----- €

Abonnez-vous encore plus vite sur rueidesetudiants.com



« Plus du tiers des microorganismes planctoniques repérés par *Tara Oceans* sont inconnus »

Pendant plus de quatre ans, le voilier *Tara* a fait le tour des océans en prélevant des échantillons de plancton. Grâce à cette moisson sans précédent, nos connaissances sur les microorganismes marins et leur écologie vont faire un pas de géant.



Éric KARSENTI, biologiste et directeur de recherche émérite au CNRS, a assuré la direction scientifique de l'expédition *Tara Oceans* (2009-2013).

Entretien avec **Éric Karsenti**

De 2009 à 2013, dans le cadre de la mission *Tara Oceans*, la goélette *Tara* a effectué un immense périple au cours duquel près de 35 000 échantillons de plancton ont été récoltés, puis envoyés pour analyse à différents laboratoires. Les premiers résultats ont été publiés en 2015. Éric Karsenti, chercheur en biologie cellulaire au Laboratoire européen de biologie moléculaire (EMBL), à Heidelberg, et lauréat 2015 de la médaille d'or du CNRS, a assuré la direction scientifique de l'expédition. Il nous explique en quoi celle-ci a consisté et pourquoi ses résultats renouvellent profondément la science du plancton et de son rôle dans les écosystèmes.

POUR LA SCIENCE

L'étude du plancton océanique et de son rôle écologique était le principal objectif de l'expédition *Tara Oceans*. Pouvez-vous nous rappeler ce que recouvre le terme de plancton ?

ÉRIC KARSENTI : Le plancton (marin) est constitué de tous les organismes vivants qui se laissent dériver à grande distance dans l'océan, même si beaucoup d'entre eux, comme les méduses, peuvent se déplacer

activement sur de courtes distances. Cela inclut donc les virus, les bactéries et archées, les protistes (c'est-à-dire les eucaryotes unicellulaires tels que les protozoaires et les microalgues), le zooplancton, constitué d'animaux pluricellulaires dont la taille va d'environ 0,1 millimètre à plusieurs centimètres, et le phytoplancton (le plancton végétal).

PLS

Pour quelles raisons l'expédition *Tara Oceans* a-t-elle été mise en place ?

É. K. : L'idée initiale était de monter une expédition médiatique, dans un objectif de vulgarisation scientifique, pour parler au grand public d'évolution, de biologie marine... Mais le coût d'une telle opération s'est révélé prohibitif. Par ailleurs, en discutant avec Christian Sardet et Gaby Gorsky, de l'observatoire océanologique de Villefranche-sur-Mer, ainsi qu'avec d'autres chercheurs, je me suis aperçu qu'on ne savait presque rien sur le plancton à l'échelle globale – alors même que les microorganismes marins ont joué un rôle de premier plan dans l'évolution de la vie sur Terre, par exemple en enrichissant l'atmosphère terrestre en oxygène. Ainsi a émergé, notamment au travers de

discussions avec Gaby Gorsky, Colombar de Vargas et d'autres, l'idée de caractériser de façon exhaustive l'écosystème planctonique, des virus jusqu'aux larves de poissons. C'est cette vision que nous avons réussi à faire financer en partie par des organismes publics (CNRS, CEA, EMBL...). Nous avons recruté des spécialistes de diverses disciplines, sollicité la fondation Tara et sa goélette du même nom, et, ce qui était une partie essentielle de l'entreprise, nous avons défini les procédures d'échantillonnage, en fonction des classes d'organismes et des objectifs scientifiques que nous nous sommes fixés.

PLS

Y a-t-il eu dans le passé d'autres missions analogues d'exploration du plancton ?

É. K. : Depuis Darwin et son grand voyage autour du monde à bord du *Beagle*, et surtout l'expédition du *Challenger* (1872-1876) qui est à l'origine de l'océanographie moderne, il y a eu peu d'expéditions à long terme en circumnavigation avec un programme intégré. Mais il y a une dizaine d'années, le biologiste et homme d'affaires américain Craig Venter a monté une expédition d'échantillonnage de la diversité génétique