Enquêter sur l'imitation du vivant. Remarques méthodologiques

Fabien Provost, Lauren Kamili, Perig Pitrou

► To cite this version:

Fabien Provost, Lauren Kamili, Perig Pitrou. Enquêter sur l'imitation du vivant. Remarques méthodologiques. Techniques et culture, 2020, 73, pp.208 - 221. 10.4000/tc.13726 . hal-03093284

HAL Id: hal-03093284

<https://hal.science/hal-03093284>

Submitted on 31 Jan 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ENQUÊTER SUR L'IMITATION DU VIVANT

Remarques méthodologiques

Fabien Provost, Lauren Kamili, Perig Pitrou

Éditions de l'EHESS | « Techniques & Culture »

2020/1 n° 73 | pages 208 à 221

ISSN 0248-6016

ISBN 9782713228391

Article disponible en ligne à l'adresse :

<https://www.cairn.info/revue-techniques-et-culture-2020-1-page-208.htm>

Distribution électronique Cairn.info pour Éditions de l'EHESS.

© Éditions de l'EHESS. Tous droits réservés pour tous pays.

La reproduction ou représentation de cet article, notamment par photocopie, n'est autorisée que dans les limites des conditions générales d'utilisation du site ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Toute autre reproduction ou représentation, en tout ou partie, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit, est interdite sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France. Il est précisé que son stockage dans une base de données est également interdit.

Enquêter sur l'imitation du vivant

Remarques méthodologiques

Fabien Provost, Lauren Kamili et Perig Pitrou

Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/tc/13726>

DOI : 10.4000/tc.13726

ISSN : 1952-420X

Éditeur

Éditions de l'EHESS

Édition imprimée

Date de publication : 30 juin 2020

Pagination : 208-221

ISBN : 978-2-7132-2839-1

ISSN : 0248-6016

Distribution électronique Cairn

CHERCHER, REPÉRER, AVANCER.

Référence électronique

Fabien Provost, Lauren Kamili et Perig Pitrou, « Enquêter sur l'imitation du vivant », *Techniques & Culture* [En ligne], 73 | 2020, mis en ligne le 01 janvier 2023, consulté le 06 juillet 2020. URL : <http://journals.openedition.org/tc/13726> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/tc.13726>

Tous droits réservés

Enquêter sur l'imitation du vivant

Remarques méthodologiques

Lors des rencontres de Marseille qui ont servi à la préparation de ce numéro de *Techniques&Culture*, nous avons entendu à plusieurs reprises des scientifiques ou des ingénieurs, cherchant à imiter la nature et les systèmes vivants pour construire des objets et des procédés, déclarer avoir fait du biomimétisme spontanément, « sans le savoir », prenant conscience d'avoir adopté une telle approche « après-coup ». Ce discours n'a rien d'exceptionnel, il se rencontre fréquemment dans les témoignages recueillis chez celles et ceux qui se réclament d'une approche biomimétique. Quel statut donner à une démarche de ce type, dont on ne prendrait conscience qu'*a posteriori* ? N'y a-t-il pas une tension entre ériger le biomimétisme en nouvelle méthode d'investigation et de production d'objets, voire en nouveau paradigme, et constater que le biomimétisme s'appuie sur des procédés dont le déroulement et les opérations ne sont pas totalement explicités ?

Des tentatives ont lieu pour expliquer les « principes » du biomimétisme et de la bio-inspiration (Benyus 2017 [1997]) et exposer des méthodologies qui devraient, en droit, guider les recherches ultérieures¹. Selon l'étymologie, la « méthode » (*meta odos*) se formule une fois le chemin parcouru, quand, après la découverte de connaissances, un retour réflexif explicite comment ces découvertes ont été faites et comment d'autres pourraient être réalisées en réitérant des procédures d'investigation. Puisque le biomimétisme entend modifier des manières de faire et de penser, ses promoteurs – ce n'est pas étonnant – s'attachent à fixer une méthodologie, c'est-à-dire à exposer une formalisation susceptible de rationaliser le travail des scientifiques et des ingénieurs. Mais on prendra garde à ne pas confondre la formalisation d'un processus visant à organiser les étapes de la production d'un objet avec une méthodologie proprement scientifique. Une méthodologie scientifique se caractérise par sa capacité à identifier des ordres de faits et à construire les conditions pour que des expériences cruciales soient menées pour confirmer ou infirmer des théories, conduisant éventuellement à reformuler ces dernières. Or,

la standardisation de l'approche biomimétique semble davantage manifester un effort pour fixer des procédés que la volonté de construire des protocoles d'expérimentation.

Notre intention n'est pas de participer à ces tentatives de standardisation mais de montrer comment les sciences humaines et sociales aident à appréhender un phénomène tel que le biomimétisme. Dans notre introduction, nous expliquons que la réunion d'articles portant sur des contextes sociotechniques variés vise à mener une expérimentation épistémologique, en intégrant dans un modèle d'analyse des ordres de faits auxquels on ne songe pas toujours lorsqu'on parle du biomimétisme. L'objectif est la constitution d'un concept anthropologique de biomimétisme plus large que celui véhiculé par les discours occidentaux récents, et plus apte à étudier les variations, dans le temps et dans l'espace, des relations techniques à la nature. Il est trop tôt pour tirer les conclusions d'une telle entreprise. Pour le moment, nous nous contenterons de formuler quelques remarques de méthode susceptibles de guider des investigations en sciences humaines et sociales sur le biomimétisme.

À partir d'enquêtes menées en France, au Japon, en Sibérie, au Mexique, aux États-Unis, en Papouasie-Nouvelle-Guinée et en Éthiopie, les textes rassemblés éclairent ce que font les humains lorsqu'ils imitent. Leur lecture croisée fait apparaître des traits communs dans des situations très dissemblables, au laboratoire et en dehors, dans les sociétés traditionnelles comme dans le monde occidental. Quatre dimensions des pratiques d'imitation des êtres vivants et de modélisation de la vie sont apparues importantes : la sélection de traits caractéristiques pertinents dans les relations entre les organismes (et les objets) et les milieux ; le recours à des analogies entre vivant et technique ; les processus d'apprentissage qui rendent manifeste la circularité entre le regard techniciste porté sur la nature et la fabrication d'artefacts biomimétiques ; et le rôle de l'imitation dans la construction des collectifs.

L'imitation comme objectivation des organismes et des milieux

Au laboratoire comme dans les sociétés traditionnelles, imiter un être vivant ne revient jamais à le dupliquer. Tout acte d'imitation repose sur un prélèvement : l'identification d'une caractéristique estimée pertinente dans un organisme ou un système vivant, perçu ou modélisé en vue de son intégration dans des objets ou dans des techniques du corps. Même si ces opérations isolent des fonctions biologiques pour les reproduire dans des objets, cette ponction s'effectue le plus souvent en prenant en compte le milieu au sein duquel vit un organisme.

Les expérimentations en robotique offrent de bons exemples de la double opération à l'œuvre dans la construction de systèmes bio-inspirés : l'objectivation d'une fonction et la connexion à un milieu. Elizabeth Johnson étudie le cas du robot homard construit à l'initiative du ministère de la Défense des États-Unis. Même si la morphologie du robot reprend celle du homard, la complexité matérielle, physiologique et sensorielle de l'arthropode marin est reléguée au second plan par rapport à sa neurologie. Ce choix est orienté par l'objectif poursuivi par ses

concepteurs : explorer des zones océaniques inaccessibles afin d'y désactiver des mines. En encodant des traits neurologiques dans le langage de programmation du robot, ils fabriquent une machine capable d'arpenter les fonds marins à la manière des homards.

Cette double opération se rencontre également dans le texte de Stéphane Viollet, Julien Dupeyroux et Julien Serres, de l'Institut des sciences du mouvement Étienne-Jules Marey (ISM). Les roboticiens se focalisent sur les organes perceptifs de la fourmi du désert *Cataglyphis*, afin de concevoir la « stratégie de navigation » de leur robot AntBot. *Cataglyphis* est connue des biologistes pour sa capacité à explorer l'environnement sans disperser de phéromones comme le font les autres fourmis, et à revenir à son point de départ en ligne droite. *Cataglyphis* est capable de percevoir la polarité de la lumière, au moyen d'organes situés au niveau de son aire dorsale marginale. Le tour de force des chercheurs de l'ISM est de transposer cette spécificité physiologique en une « boussole céleste », un outil basé sur des capteurs de polarité et un ensemble d'équations, embarqué dans AntBot qui peut se mouvoir au moyen de pattes articulées. Par conséquent, l'imitation d'un organisme porte sur deux niveaux complémentaires : la morphologie de certains organes et les systèmes de coordination.

Ces expériences conduisent à dépasser une approche dichotomique qui envisagerait l'imitation comme le simple décalque d'un être vivant dans un objet technique. Un schéma plus complexe demande à être exploré, où la prise en compte du milieu et des relations qui s'y établissent constitue un troisième terme à partir duquel s'établit le rapport entre les êtres vivants et les artefacts. Le milieu n'est pas un ensemble uniforme de contraintes mais un système au sein duquel de multiples relations peuvent s'établir. C'est vrai pour un organisme puisque « vivre, c'est rayonner, c'est organiser le milieu à partir d'un centre de référence » (Canguilhem 1964 [1952] : 147). De même, les objets techniques ne peuvent être conçus ni fabriqués, sans prendre en compte les relations qu'ils instaurent avec les « milieux associés » (Simondon 1958 ; sur cette question, voir par exemple les excellentes analyses de Carlos Sautchuk 2018 sur la capacité du harpon à « ouvrir » des milieux aux pêcheurs). La forme et le fonctionnement d'un objet qui imite un organisme sont déterminés par une double relation. D'une part, l'imitation doit mettre en

1. Miro robot fish

Commercialisés par l'entreprise coréenne Airo, ces poissons artificiels peuvent évoluer de manière autonome dans un aquarium, ou être télécommandés.

relief les relations de cet organisme avec son milieu. D'autre part, la construction doit tenir compte des contraintes matérielles qui s'imposent à l'objet.

Dans le projet Chemfit étudié par Cyrille Jeancolas, les gouttelettes d'eau produites par les chimistes de l'École supérieure de physique et de chimie industrielles de la ville de Paris (ESPCI) mettent aussi en lumière le rôle du milieu. Ces expérimentations en microfluidique reproduisent le comportement des cellules vivantes pour réfléchir aux conditions d'apparition des premières cellules dans le monde vivant. Les gouttelettes ne sauraient être qualifiées de « biologiques » : elles sont produites dans un milieu si acide qu'aucun être vivant connu ne pourrait y survivre. Pourtant, ces expériences font plus qu'imiter le fonctionnement d'éléments d'êtres vivants : elles modélisent la vie. De même qu'un organisme ou ses parties ne peuvent être détachés d'un milieu, la puce microfluidique construit les conditions environnementales pour que les gouttes puissent « vivre » et évoluer. Même si le dispositif technique ne comporte aucun élément biologique, le fait qu'il construise une relation entre un élément et son milieu aide à réfléchir aux mécanismes évolutifs qui pourraient être à l'œuvre lors de la transition entre des systèmes inertes et des systèmes vivants.

Dans le même ordre d'idées, l'enquête de Lauren Kamili autour d'un projet de fabrication d'une lampe montre que les relations entre un organisme et un milieu doivent être prises en compte, même lorsque ce n'est pas le projet initial. Elle met en évidence comment la tentative de reproduction d'une fonction biologique isolée, ici la bioluminescence d'un champignon, aboutit à l'exploration d'un univers entre espèces, univers relationnel qui se réalise conjointement à l'élaboration d'un objet. Ce dernier, qui prend la forme d'une lampe bocal, n'est pas simplement un objet utilitaire : c'est un milieu artificiel qui rend possible le fonctionnement d'un système symbiotique. Après les premières expérimentations, Helena Amalric, la designer, et ses clients constatent qu'il y a sous le globe protégeant les champignons des moucheron perçus au départ comme des éléments intrusifs et perturbateurs. D'abord envisagée comme le signe d'un dysfonctionnement, cette invasion intempestive est à l'origine d'une enquête au terme de laquelle Helena et Didier Blaha, un mycologue, font une découverte : la symbiose entre insectes, champignons et arbres. La lumière des champignons attire les moucheron, qui pondent dans le morceau de bois ; ce faisant, ils en facilitent la décomposition, ce qui « alimente » plus facilement le champignon qui produit davantage de lumière. L'investigation progresse à mesure que la compréhension du fonctionnement des organismes biologiques prend en compte les relations qu'ils entretiennent entre eux : alors que le projet initial est de reproduire une fonction, c'est un écosystème qu'on finit par reconstituer. À nouveau, le processus imitatif repose sur un questionnement croisé portant, d'une part, sur les relations entre les êtres vivants et leur milieu et, d'autre part, sur les artefacts envisagés comme des outils et comme des milieux ou des éléments des milieux.

Qu'est-ce qui est imité finalement dans les projets biomimétiques ? S'agit-il d'un organisme entier ou de l'une de ses fonctions biologiques ? D'un processus vital unique ou d'un écosystème dans son ensemble ? De quelle façon le milieu du modèle vivant est-il pris en compte dans le projet d'imitation ? Et comment l'artefact biomimétique est-il connecté à ce milieu ? Au lieu de simplement affirmer que des objets imitent des êtres naturels, il faut préciser comment l'identification d'une fonction

dans un organisme implique la prise en compte de ses relations avec un milieu. Symétriquement, un assemblage artefactuel qui s'inspire d'un système vivant ne peut être conçu sans réfléchir à son insertion dans un milieu, naturel ou artificiel. Penser le milieu impose donc de se montrer attentif à ce qui se passe après la construction de l'objet, et pas seulement avant et pendant.

L'imitation comme recherche d'analogies

L'iconographie accompagnant les discours standards sur le biomimétisme place généralement en miroir l'image d'un être vivant et celle d'une réalisation technique qui en serait « directement » inspirée, comme si l'imitation était une juxtaposition terme à terme des éléments biologiques et des éléments techniques. Les contributions réunies dans ce numéro mettent en évidence des processus techniques et mentaux plus complexes, qui impliquent de penser des situations de circularité. À l'instar de la notion de milieu qui sert de troisième terme pour penser les relations entre être vivant et artefact, la médiation entre systèmes vivants et systèmes techniques se réalise par le biais des « analogies » (Pitrou 2017). Sous cet angle, le biomimétisme est également un « technomimétisme » (Loeve, ce numéro) – en tout cas, il implique des moments où la nature est perçue à travers une grille d'analyse technique.

Si l'analogie forme un chiasme entre les organismes et les artefacts, il convient d'envisager ce croisement comme une dynamique, en faisant apparaître la circularité des relations établies avec des systèmes naturels. Certes, les savoirs biologiques président à la construction des systèmes techniques biomimétiques mais, dans le même temps, les analogies techniques sont des outils pour penser et percevoir le vivant – chronologiquement, mais aussi logiquement – ; la construction technique précède donc l'imitation de la nature. Isoler une fonction ou chercher à résoudre un problème pratique émane d'un regard sur la nature et les systèmes vivants orienté par un projet technique sous-jacent, qu'il soit explicite ou potentiel. L'imitation ne consiste donc jamais en une simple opération : c'est un processus réitératif qui confronte et compare les différents systèmes.

Sacha Loeve démontre ainsi comment les membres de l'équipe de Jean-Pierre Sauvage posent un regard techniciste sur la nature et les êtres vivants. Dans leur unité consacrée à la chimie de synthèse, ces scientifiques fabriquent des molécules désignées comme des « machines moléculaires » pour relever des défis d'ordre topochemique. Les entités du monde vivant constituent un répertoire autorisant, par analogie formelle, la requalification de ces « machines » *a priori* sans utilité. Sacha Loeve parle d'« analogues naturels ». Par exemple, les chimistes ont identifié un analogue naturel du « tétramère [...] de pseudo-rotaxane » dans la capsid du bactériophage HK97 – résultant de tentatives de fabrication ratées d'une cote de mailles moléculaires – et un analogue naturel de leur « presse moléculaire » dans la protéine connue sous le nom de chaperonine. Nous pouvons en tirer deux idées. Les analogies identifiées par les chimistes reposent sur un mode biologique de description des objets qui fonctionne, pour reprendre les termes de l'auteur, « toujours déjà par analogie avec les techniques ». D'autre part, ces actions instaurent un régime particulier de relations entre technique et biologie : il implique une proximité formelle et cinétique entre entités qui n'est jamais une identité. Ainsi les ressemblances requalifient-elles l'objet technique et l'objet biologique dans un même mouvement.

2. À Biomim'expo : dispositif réducteur d'évaporation exposé à côté de sa source d'inspiration : des lentilles d'eau.

La contribution de Mathilde Gallay-Keller révèle ce prisme techniciste dans la mise en banque des êtres vivants dans le Muséum national d'histoire naturelle. Alors que, naguère, l'objectif était de recenser les êtres vivants dans la nature afin d'en analyser systématiquement les caractéristiques et les évolutions, le projet examiné « teste » des êtres vivants en fonction des services qu'ils pourraient rendre aux technologies humaines. Mathilde Gallay-Keller étudie le cas d'un groupe agro-industriel combattant la fusariose, une maladie qui affecte les rendements du blé. Contactés pour collaborer à cette initiative, les scientifiques du Muséum proposent une solution fondée sur un processus issu du monde vivant : la symbiose, un mode d'interaction dans lequel deux organismes coexistent en s'apportant des bénéfices mutuels. En réalisant une série de prélèvements dans des champs de blé, les experts constituent une base de données d'espèces en vue d'identifier celles qui peuvent éradiquer les microchampignons *Fusarium* tout en vivant en relation symbiotique avec le blé. Les espèces ne sont pas observées pour

ce qu'elles sont, mais pour les potentialités, déjà identifiées, qu'elles renferment, voire celles que l'on pourrait découvrir.

Perig Pitrou montre comment les pratiques rituelles associées à l'agriculture chez les Mixe, un groupe amérindien de l'État de Oaxaca au Mexique, sont une autre occasion de suivre le caractère poreux des limites entre systèmes techniques et systèmes vivants (Pitrou, ce numéro). Les dépôts cérémoniels confectionnés pour solliciter l'action d'une entité appelée « Celui qui fait vivre » modélisent en effet un écosystème. Les gestes rituels de distribution effectués depuis une position de surplomb sur une surface délimitée peuvent s'interpréter comme un analogon d'un processus qui favorise la croissance du maïs grâce à la répartition d'eau de pluie dans le champ. Mais cette traduction biomimétique d'un système écologique dépend elle-même étroitement du projet agricole humain qui s'interroge sur le rôle de l'eau de pluie à partir d'une technique de semailles. Dans un régime de « co-activité » (Pitrou 2012), l'imitation de la nature n'est qu'un moment d'une opération, conceptuelle et pragmatique, plus vaste dans laquelle une analogie devient une matrice pour penser des phénomènes à première vue incommensurables : les semailles et la pluie comme des actions de distribution.

Parallèlement à l'axe d'investigation visant à décrire les milieux naturels et artificiels associés à des entreprises biomimétiques, il est donc pertinent d'en développer un autre pour suivre dans le détail la circularité des séquences au cours desquelles les humains regardent les systèmes vivants en techniciens ou s'inspirent de ces derniers pour fabriquer des systèmes artificiels. Le rôle central des analogies, plus ou moins explicitées par les acteurs, gagne à être analysé pour éclairer leurs ressorts intellectuels : comment traduisent-elles un système dans l'autre ? Quels sont les éléments jugés pertinents pour cette opération ? Selon les moments d'un processus biomimétique, quel est le système de référence ? Dans quelle mesure une analogie fait-elle apparaître des représentations intermédiaires entre deux systèmes de référence ? Dans la mesure où les analogies sont aussi des moyens de réaliser des actions techniques et d'instituer une coordination entre des agentivités très diverses, il convient par ailleurs d'inventorier les formes de collaborations et de transferts de compétences instituées par le biais du biomimétisme.

L'imitation comme apprentissage actif

Selon la logique de la démarche bio-inspirée promue par l'organisation cofondée par Janine Benyus, le Biomimicry Institute, ou, en France, par le Centre européen d'excellence en biomimétisme de Senlis (Ceebios), l'observation, conçue comme une étape délimitée, précède l'intervention technique sur ou avec le vivant. Mais cet idéal type ne décrit pas les pratiques effectives. Les exemples examinés manifestent une démarche itérative où les savoirs biologiques informent la construction de systèmes techniques, laquelle engendre à son tour la production de connaissances nouvelles sur les êtres vivants imités. L'élaboration d'un artefact biomimétique n'est pas un processus linéaire qui transposerait les données des systèmes biologiques dans des

systèmes techniques : c'est une situation de co-construction où les connaissances techniques orientent le regard et isolent des fonctions tandis qu'une meilleure observation des entités naturelles conduit à affiner les objets construits. Il importe donc d'envisager la circularité de cette relation, en examinant comment se bouclent, au sein des processus itératifs d'apprentissage, des cycles d'observation et d'expérimentation techniques. Mais l'apprentissage, tel qu'il est suggéré dans les discours du biomimétisme, ne renvoie pas toujours à la part active du vivant. Or de nombreuses contributions soulignent que l'imitation est aussi une expérience de cohabitation qui laisse la place à une altérité non humaine et permet aux humains de tirer des leçons.

Les enquêtes de Florence Brunoï-Pasina parmi les Kasua de Papouasie-Nouvelle-Guinée mettent en évidence une forme de partage de savoirs entre humains et non-humains. Leurs pratiques d'imitation s'enracinent dans une cosmologie où chaque être humain existe simultanément dans le monde visible et dans le monde invisible des esprits. La forêt où ils vivent est saturée d'une multitude d'êtres possédant chacun leur propre point de vue. Très tôt, les enfants kasua apprennent à adopter ces perspectives non humaines en même temps qu'ils développent une éthologie fine. Cette « empathie interspécifique » ouvre la voie à des formes d'imitation variées, comprenant des techniques du corps (danses) et des artefacts (costumes rituels), mais aussi des pratiques telles que la chasse, l'horticulture ou la construction d'habitat, qu'ils reconnaissent avoir empruntées ou apprises de leurs voisins animaux. Au lieu d'imaginer que les humains s'inspireraient de la nature pour développer des techniques, Florence Brunoï-Pasina fournit des exemples où les animaux sont déjà envisagés comme détenteurs d'un savoir technique – capables d'éplucher des fruits, de construire des habitats ou de se soigner en sélectionnant dans leurs milieux les aliments possédant des vertus médicinales. On peut donc penser que les non-humains enseignent aux humains comment procéder, sans pour autant adopter la position du Biomimicry Institute qui prend la nature comme un « professeur ».

Les pratiques d'imitation des êtres vivants ouvrent la voie à des formes d'apprentissage diversifiées, qu'il s'agisse d'imiter le vivant en vue de mieux le connaître ou d'apprendre du vivant pour mieux l'imiter. Sans humaniser ou anthropiser les comportements des animaux et des systèmes naturels, l'imitation apparaît comme une forme de coordination et de collaboration entre des êtres humains et non humains au sein d'une communauté écologique interspécifique. Une idée similaire se rencontre dans les articles consacrés à deux projets écologiques qui placent la nature en position d'instance organisatrice, en « laissant faire » les systèmes naturels – modalité de l'action technique indirecte mise en relief par André-Georges Haudricourt (1962).

La contribution de Marie Lusson porte sur l'ingénierie écologique à l'œuvre dans la restauration d'une rivière, dans le sud de la France. Dans ce projet, l'action technique s'est révélée plus efficace quand elle accordait une agentivité plus importante à la rivière, dans une logique d'auto-organisation d'un milieu. Les équipes d'ingénieurs de l'Agence de l'eau s'efforcent de rétablir le fonctionnement « naturel » d'une rivière dont le cours a plusieurs fois été altéré à des fins agricoles. L'aménagement territorial découpe et réorganise l'environnement grâce à des opérations techniques : creuser des sillons, planter des arbres, réintroduire des espèces, etc. Cette anthropisation d'un milieu fait apparaître ce qui résiste au projet humain de fabriquer un

écosystème comme on assemble les éléments d'un jeu de construction. Un moment bio-inspiré émerge alors : les actions fondées sur la stratégie du « faire » cèdent la place à d'autres stratégies, axées autour d'une perspective de « laisser-faire ». L'imitation, qui implique souvent des actions particulières, prend ici la forme d'une décision de s'abstenir d'agir. À l'instar de ce qui se passe chez les Kasua, s'effectue une sorte de transfert de compétences : les humains ne dictent pas leurs lois à la nature, ils s'instruisent en l'observant. Cette connaissance pratique n'est toutefois obtenue que parce qu'un projet technique instaure cette observation au départ.

3. Danse des Tigres, Chilapa de Álvarez

Dans les fêtes de nombreuses communautés villageoises du Mexique, l'imitation des animaux peut-être associée à plusieurs finalités : mise en scène rituelle des conflits, initiation des jeunes gens, pétition de pluie.

Cette dynamique est au cœur des expérimentations de Yoann Moreau et Masumi Oyadomari qui explorent les relations entre le « faire » et le « laisser-faire » dans la *fermaculture* pratiquée au Japon par Masumi, un ancien ingénieur avec lequel l'anthropologue mène une enquête collaborative sur les relations entre les savoir-faire et les milieux. Ce mode d'agriculture s'inspire du fonctionnement des écosystèmes pour « faire pousser des plantes comestibles sans cultiver la terre ». Ceci implique de ne pas labourer, ne pas désherber, etc. – en somme, de ne pas s'appuyer sur les techniques agricoles courantes. L'observation des rythmes naturels conduit à « ralentir »

l'intervention humaine pour faire pousser les végétaux. Un jardin potager est ainsi conçu en équilibrant les temps de l'action humaine et celui de sa suspension. Sans traiter la nature comme un ingénieur à la recherche d'une rentabilité, se dessine l'image d'une nature qui « ne fait rien » mais qui « est ». Ici encore, on a affaire à des choix techniques qui émergent au sein d'un projet initial d'intervention dans une parcelle cultivée.

L'observation apparaît donc comme un processus temporel, impliquant aussi qu'un temps soit laissé au vivant pour expérimenter et pour que s'équilibrent les rythmes : celui de l'action humaine et celui de sa suspension. La description effective des conditions d'élaboration des projets biomimétiques et de leur réalisation amène à penser des processus distribués, longs – comme peut l'être le temps des processus naturels. Pour bien imiter, en somme, il faut coexister longtemps avec ce que l'on cherche à imiter : cette proximité, voire cette intimité, présente dans tous les savoir-faire, ouvre sur des voies d'expérimentations qu'un plan d'ingénieur, traçant toutes les étapes dès le départ, ne pourrait anticiper. Quelle est la temporalité de l'imitation ? Combien de boucles d'observation et d'expérimentation doivent être parcourues ? Qui enseigne à qui, et à quel moment ? En cherchant à apporter des réponses à ces interrogations, l'enjeu est d'appréhender, de manière détaillée, la construction d'un regard, d'un savoir et d'un savoir-faire au fil de cycles ininterrompus d'observations et d'expérimentations avec les écosystèmes. Si l'imitation des êtres vivants invite à apprendre de, elle implique aussi d'apprendre avec, et de former des collectifs.

L'imitation comme construction des collectifs

L'expérimentation scientifique ne consiste pas à prendre la nature comme modèle : elle construit les conditions pour l'observer et la questionner utilement. Cela vaut également pour les expériences vécues dans les interactions avec les êtres vivants qui peuplent les environnements naturels. Or, les relations qui s'établissent dans ce cadre mobilisent des motivations (ludique, rituelle, artistique) qui ne se réduisent pas à des critères utilitaires. Cela explique aussi que le biomimétisme participe à la construction de collectifs, selon des logiques qui ne se limitent nullement aux domaines de la science et de l'ingénierie.

Le jeu et le rite sont des pratiques intéressantes pour explorer les entreprises biomimétiques, comme le rappellent les analyses développées par Roberte Hamayon, dans *La chasse à l'âme* (1990), dans *Jouer* (2012) et dans ce numéro. Sa réflexion s'appuie sur des enquêtes ethnographiques menées parmi les Bouriates, une société vivant sur les bords du lac Baïkal, en Sibérie. Les jeux tels que la lutte, pratiquée par les jeunes bouriates, ou les danses liées à des cérémonies nuptiales instaurent des relations complexes, entre humains et non-humains. La lutte est une forme d'imitation des combats entre jeunes cerfs qui développe les qualités jugées essentielles chez les hommes et indispensables à leur mariage. Dans le même temps, la ritualisation de la lutte est une forme d'action sur le milieu naturel, comme lorsque des combats au sommet d'une montagne

cherchent à favoriser la pluie. L'imitation des animaux par les chamanes est un autre contexte pour suivre l'entrelacs d'interactions se déroulant dans la sphère non humaine, où le chamane interagit avec diverses entités animales, et dans la sphère humaine, où le chamane intervient pour traiter l'infortune. En mobilisant un large éventail de techniques (corps, chant, objets rituels), l'activité chamannique participe elle aussi à l'organisation du collectif. Alors que dans les luttes et les danses, les jeunes se comportent « comme » les animaux, des chamanes « font comme si » ils participaient à des interactions se situant dans un espace surnaturel et construit un cadre fictionnel qui ouvre sur de nouveaux régimes d'actions.

De façon semblable, l'imitation des bovins dans les danses des Mursi d'Éthiopie étudiés par Jean-Baptiste Eczet repose sur une double articulation : en sélectionnant des traits comportementaux à imiter dans des techniques du corps et des parures, les hommes et les femmes participent à la construction d'un ordre social. Les danseurs n'imitent pas complètement les bovins, par exemple en se positionnant à quatre pattes et en effectuant des mouvements de la tête. L'imitation, sélective, s'imprègne de qualités jugées essentielles selon l'âge et le genre : en mimant le meuglement des taureaux, les jeunes hommes représentent leur capacité à combattre, le sautillerment des femmes souligne l'importance d'une activité pastorale réussie et la passivité des anciens face aux danseurs, qui cristallise l'attitude attendue du pasteur vis-à-vis de son troupeau, donne à voir l'idéal politique mursi. L'imitation fait plus que rendre manifeste des relations interspécifiques : elle participe à la construction d'une hiérarchie sociale. L'observation

4. Théo Jansen est connu pour ses structures en bois, imitant des formes vivantes, qu'il fait se déplacer sur les plages de la mer du Nord. *Gryllotharpa* (1995) est une œuvre digitale qui met en scène des créatures virtuelles générées sur ordinateur, dont le code génétique est composé de zéros et de uns.

de l'imitation des êtres vivants constitue un outil précieux pour l'anthropologie sociale et pas uniquement pour l'anthropologie des techniques.

L'imitation ludique, rituelle et poétique n'est pas seulement observable en dehors du monde occidental. On en rencontre des cas dans l'art contemporain, dans le domaine du bioart par exemple. À l'interface entre art et science, le projet de Lia Giraud, TERENCE Meunier, Philippe Marmottant et Nathalie Henrich Bernardoni est d'imiter artificiellement le « chant des poissons ». Leur démarche illustre la pluralité des regards jetés sur le vivant selon les découpages disciplinaires. Dans leurs expériences, le physicien du groupe se concentre sur la fréquence de vibration de la vessie, la bioacousticienne s'intéresse aux « paysages sonores », le biologiste attire l'attention sur la morphologie du poisson, tandis que le bruiteur de cinéma reproduit ce chant des poissons en se focalisant sur sa composante sonore. Les stratégies d'imitation font apparaître diverses dimensions d'un organisme. L'effort pour imiter un phénomène vital s'inscrit dans des finalités très distinctes. Par-delà la diversité des potentiels découverts dans les organismes et des techniques employées pour mener cette investigation, cette recherche-crédation rappelle que l'art et la poésie sont de puissants moteurs pour explorer le réel. Socialement, cette démarche participe à la construction d'un espace au sein duquel les actions des participants et les objets qu'ils fabriquent ne s'expliquent ni par des raisons utilitaires ni par la seule recherche de fonctions et de solutions dans le vivant. Pour l'anthropologie, ces pratiques confirment qu'il existe une vaste palette d'usages sociaux de l'imitation du vivant.

Il faut procéder à un changement d'échelle pour suivre l'intégration de l'imitation dans des dynamiques plus vastes. Tout en analysant des séquences d'opérations techniques nécessaires pour assurer une médiation entre organisme et milieu, et entre système vivant et système technique, les opérations de synthèse doivent être scrutées. Quels attachements et quelle communication l'imitation favorise-t-elle entre les humains et les êtres imités ? Quel type de communauté instaure-t-elle ? Quels sont les systèmes normatifs et de valeurs qui déterminent les entreprises biomimétiques, et comment ces systèmes sont-ils renforcés par l'imitation ? En cherchant à répondre à ces interrogations, on favorise des investigations réalisées dans le domaine des sciences sociales qui apportent des éclairages inédits sur le biomimétisme. L'objectif n'est pas de comprendre comment construire des artefacts – ou de formaliser des procédés pour le faire. Il est d'explorer comment, individuellement et collectivement, l'identité humaine se construit dans une forme d'incorporation de l'altérité. Sous cet angle, on se défait d'une approche dichotomique qui envisage l'imitation du vivant par la technique à la manière d'une copie cherchant à reproduire un original. Imiter, c'est toujours aussi, établir un lien et une relation, raison pour laquelle, à plusieurs échelles, le biomimétisme peut être appréhendé comme un moyen, très particulier, de communiquer et de construire un monde commun.

Notes

1. Bien que le biomimétisme et la bio-inspiration soient distingués par certains acteurs qui estiment que le contenu de ces deux processus, leur méthode et leur finalité sont différents, rappelons que, dans la perspective anthropologique générale qui est la nôtre, l'inspiration est envisagée comme

une forme d'imitation. Voir notamment les normes ISO 18458:2015 Biomimétique – Terminologie, concepts et méthodologie, ISO 18459:2015 Biomimétique – Optimisation biomimétique et ISO 18457:2016 Biomimétisme – Matériaux, structures et composants biomimétiques.

Iconographie

Image d'ouverture. Cérémonie arunta du clan de l'émeu. La coiffe, confectionnée à partir de duvet d'oiseau, représente la tête et le cou de l'émeu. Spencer, B. & F. J. Gillen 1912 *Across Australia* vol. II. Londres: Macmillan. University of Toronto / Internet archive.

1. Salon Innorobo 2017 © Joffrey Becker.
2. Senlis 2017 © Lauren Kamili.
3. CC by SA Brian Carmona León, Chilapa de Álvarez, Guerrero 2018.
4. 1995 © Théo Jansen.

Références

Benyus, J. M. 2017 [1997] *Biomimétisme. Quand la nature inspire des innovations durables*. Paris: Rue de l'Échiquier.

Canguilhem, G. 1965 [1952] *La connaissance de la vie*. Paris: Vrin.

Hamayon, R. 1990 *La chasse à l'âme. Esquisse d'une théorie du chamanisme sibérien*. Nanterre: Société d'ethnologie.

Hamayon, R. 2012 *Jouer. Étude anthropologique à partir d'exemples sibériens*. Paris: La Découverte.

Haudricourt, A.-G. 1962 « Domestication des animaux, culture des plantes et traitement d'autrui », *L'Homme* 2 (1): 40-50.

Pitrou, P. 2012 « Figuration des processus vitaux et co-activité dans la Sierra Mixe de Oaxaca (Mexique) », *L'Homme* 202 (2): 77-112.

Pitrou, P. 2017 « Life as a making », *Natureculture* 4: 1-37.

Sautchuk, C. E. 2018 « The pirarucu net: Artefact, animism and the technical object », *Journal of Material Culture* 24 (2): 176-193.

Simondon, G. 1989 [1958] *Du mode d'existence des objets techniques*. Paris: Aubier.

Remerciements

Cette publication a obtenu le soutien du CNRS à travers les programmes de la Mission pour les initiatives transverses et interdisciplinaires (MITI).

Pour citer l'article

Provost, F., Kamili, L. & P. Pitrou 2020 « Enquêter sur l'imitation du vivant. Remarques méthodologiques », *Techniques&Culture* 73 « Biomimétismes. Imitation des êtres vivants et modélisation de la vie », p. 208-221.