

quilibre. Toutes les sociétés humaines aussi. Et les interactions entre une société humaine et son milieu changent sans cesse, de sorte que vouloir figer les choses est illusoire. Face à un milieu en interaction avec l'homme, il faut comprendre la dynamique en jeu, quelles sont les tendances, à quel degré de la dynamique on se situe. Dans ce contexte, protéger un milieu sous-entend que ce milieu se trouve dans une situation de fort déséquilibre qui risque, avec une probabilité élevée, de le mener à sa perte ou à sa dégradation. La protection consiste alors à intervenir pour limiter les facteurs de sa dégradation (intrants agricoles, activités humaines, etc.). Mais une mise sous cloche n'a pas de sens, tout le monde aujourd'hui s'accorde là-dessus. Il faut « gérer » le milieu, ce qui se fait partout sur la planète – mal ou bien d'ailleurs.

## PLS

**Pour préserver des milieux naturels ou semi-naturels intéressants, on a créé au fil des décennies différents types d'espaces protégés : réserves intégrales, parcs nationaux, etc. Quel bilan global peut-on tirer de ces actions ?**

**J.-D. V. :** On a pu constater un tassement dans le nombre d'extinctions d'espèces depuis 1945, que l'on a interprété, du moins pour les vertébrés, comme la conséquence des divers dispositifs mis en place pour protéger les espèces menacées. En revanche, le nombre d'espèces que l'on considère comme menacées augmente toujours ; de même, les invasions d'espèces continuent à se multiplier. Par conséquent, sur le long terme, il est possible que la courbe des extinctions reprenne son cours...

## PLS

**On insiste aujourd'hui sur l'idée que les populations doivent être associées à la protection des milieux où elles vivent. Cette démarche est-elle largement appliquée ? Conduit-elle aux résultats espérés ?**

**J.-D. V. :** Oui et non. Il y a eu beaucoup d'expérience accumulée au cours des années, ne serait-ce que dans les parcs naturels régionaux,

## Extinctions et raréfactions

**Selon un bilan récent (R. Dirzo et al., *Science* du 25 juillet 2014) :**

- **Au moins 322 espèces de vertébrés ont disparu depuis 1500.**
- **16 à 33 % des espèces de vertébrés sont menacées ou en danger d'extinction.**
- **En quatre décennies, les effectifs des populations de vertébrés ont diminué de 28 % en moyenne.**
- **Environ 40 % des espèces d'invertébrés ayant fait l'objet d'études sont considérées comme menacées.**
- **Le rythme actuel des extinctions est estimé entre 11 000 et 58 000 espèces animales par an, sur un total de l'ordre de 5 à 9 millions d'espèces.**

## ■ BIBLIOGRAPHIE

E. Casetta et J. Delord (dir.), *La biodiversité en question - Enjeux philosophiques, éthiques et scientifiques*, Éditions Matériologiques, 2014.

L. Barnéoud, *La biodiversité ?*, Belin/Cité des Sciences et de l'Industrie, 2013.

M. Pascal, O. Lorvelec et J.-D. Vigne, *Invasions biologiques et extinctions*, Belin/Quæ, 2006.

nationaux et autres en France. Il est clair que l'information auprès des populations n'a pas toujours autant d'effet que souhaité. Les populations rurales ont généralement des préoccupations professionnelles, liées par exemple au métier d'agriculteur, et considèrent souvent qu'elles savent déjà gérer leur environnement. La communication est difficile entre elles et les décideurs, du fait de conflits d'intérêts. Elle est plus facile avec les scientifiques, mais beaucoup reste à faire au niveau de l'information sur les intrants, les pratiques agricoles moins vulnérantes, etc. Je suis cependant optimiste : de nombreux agriculteurs ont une réelle conscience de leur action sur l'environnement et sont demandeurs.

## PLS

**Une croissance démographique continue est-elle selon vous compatible avec la préservation de la biodiversité ?**

**J.-D. V. :** À long terme, probablement pas. Mais on n'en est pas à prédire ce que sera la démographie à long terme. Ce qui est sûr, c'est que les aspects démographiques doivent être pris en compte dans les études relatives à la biodiversité, et c'est de plus en plus le cas. Par exemple, en archéozoologie, nous poussons beaucoup pour introduire la démographie dans nos modèles, puisqu'elle a évidemment joué un rôle dans la domestication des animaux, par exemple.

Plus généralement, l'écologie devrait intégrer pleinement les facteurs humains et sociaux (la démographie entre autres), dans la mesure où les milieux « naturels » sont en constante interaction avec les sociétés humaines. Cette prise en compte de la dimension humaine est encore trop faible dans la plupart des travaux actuels. Il y avait jusqu'ici une tendance de l'écologie à se suffire à elle-même, un manque de prise de conscience des phénomènes humains et sociaux en général. Or on ne peut pas traiter les systèmes anthropisés uniquement avec les outils et concepts de la biologie et de l'écologie des milieux naturels. La convergence avec les sciences humaines et sociales est indispensable au futur de l'écologie en tant que science. ■

*Propos recueillis par Maurice MASHAAL*

## Ordem e progresso

par Alexandre Moatti, sur Alterscience



Le drapeau du Brésil, beaucoup vu récemment à l'occasion de la coupe du monde de football, porte le texte *Ordem e progresso* (Ordre et progrès), une devise inspirée du positivisme. Le fronton du temple positiviste de Porto Alegre, au Brésil (à droite), arbore la



devise *O amor por principio, e a ordem por base, o progresso por fim*. C'est l'exacte version brésilienne de la devise *L'amour pour principe et l'ordre pour base, le progrès pour but* visible sur la façade de la chapelle de l'Humanité, au 5 rue Payenne à Paris.

**A**vez-vous remarqué que le drapeau brésilien est l'un des seuls à comporter un texte ? C'est, pourrait-on dire, un drapeau intellectuel. Mais savez-vous que cette devise *Ordem e progresso* (Ordre et progrès) vient de France, inspirée du philosophe Auguste Comte [1798-1857], fondateur du positivisme ?

C'est dans les années 1860 que des Brésiliens, ayant fait des études en France et en Belgique, amènent les idées positivistes dans le Brésil naissant. Le site Internet de la Maison d'Auguste Comte, à Paris, rapporte que « l'École militaire de Rio s'avère avoir été un lieu fort de pénétration des idées positivistes au Brésil. » Cette école s'appelle à présent École polytechnique de Rio : ce n'est pas sans rapport avec le fait que le positivisme, qui est aussi une philosophie de la méthode scientifique, a attiré des « hommes de science » (ingénieurs et médecins, plus que savants) – Comte lui-même était issu de l'École polytechnique.

Mais on oublie que la doctrine positiviste n'est pas seulement une philosophie : elle a aussi été une religion. Dans la dernière décennie de sa vie, après la mort de son amie Clotilde de Vaux, Comte bâtit une religion de

l'Humanité (il écrit en 1852 un *Catéchisme positiviste*), fondée notamment sur le culte des grands hommes disparus, savants ou hommes de lettres. Cette religion a une chapelle à Paris (rue Payenne, dans le III<sup>e</sup> arrondissement – on appréciera le nom de la rue comme un clin d'œil du hasard) et s'est aussi implantée, assez logiquement, au Brésil.

Lors d'une visite de la chapelle positiviste parisienne en septembre 2009, le guide nous avait précisé que des « fidèles » venaient encore assister à des offices à Paris dans les années 1950, et qu'au Brésil il y a encore des fidèles actifs de la religion positiviste (ce que confirme le site de la Maison Auguste Comte).

Par ailleurs, si le positivisme est allé de France vers le Brésil (dans sa composante philosophique et dans sa composante religieuse), il y a aussi eu un échange dans l'autre sens : c'est l'église positiviste du Brésil qui rachète en 1903 la chapelle parisienne de la rue Payenne, et c'est le positiviste brésilien Paulo Carneiro qui, de 1927 à 1950, ne ménage pas ses efforts pour réhabiliter et conserver en l'état la maison d'Auguste Comte, rue Monsieur-Le-Prince. Ce qui nous permet de voir encore de nos jours ces deux

bâtiments, qui, sinon, auraient sans doute été victimes de la spéculation immobilière.

Telles sont les traces physiques, rive droite et rive gauche, de la doctrine positiviste. Cette philosophie n'a pas eu que des conséquences heureuses sur le développement de la physique en France à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle (les physiciens français, trop imprégnés de positivisme suivant lequel la primauté est donnée aux faits, n'ont pas toujours su imaginer les théories qui seront si fructueuses au début du XX<sup>e</sup> siècle). Mais elle a été associée à l'idée « d'éducation et de progrès individuel et collectif par la science », une des doctrines fondatrices de la République à partir de 1870. ■



Alexandre MOATTI  
est historien des sciences  
à l'Université Paris-VII  
et auteur du blog  
Alterscience  
(<http://www.scilogs.fr/alterscience>).



Retrouvez tous nos blogueurs sur  
[www.scilogs.fr](http://www.scilogs.fr) et suivez-les sur les réseaux sociaux.

**HOMO SAPIENS INFORMATICS** chronique de Gilles Dowek



## Sommes-nous des enfants de bohème ?

*L'imagination, la créativité, l'intuition ne suivraient pas de loi. Une hypothèse contestable... et contournable.*

**C**omme Carmen au premier acte de l'opéra de Bizet, nous disons souvent que l'amour, l'imagination, la pensée, la créativité, l'intuition, etc. ne « connaissent pas de loi », ou, dans un langage plus récent, qu'ils ne suivent aucun algorithme : ici, un philosophe nous exhorte à ne pas concevoir les normes éthiques sous une forme algorithmique, là, un savant nous explique que l'intérêt de son travail tient à sa dimension créative, qui n'est le résultat de l'exécution d'aucun algorithme, etc.

Cependant, postuler ainsi l'existence de processus mentaux non calculables, c'est-à-dire qui ne suivent aucun algorithme, soulève des difficultés. Notre cerveau est composé de quelque 100 milliards de neurones qui, individuellement, fonctionnent selon un algorithme simple. Comment pourrait-il alors être le siège de processus non calculables ?

Une première tentative d'explication est que cette non-calculabilité provient du nombre élevé de nos neurones. Hélas, cette tentative tourne court, car la non-calculabilité n'est pas une propriété émergente : en composant des processus calculables, on n'obtient que des processus calculables.

Une seconde tentative est que notre cerveau est le lieu de processus physico-chimiques autres que le fonctionnement des neurones. À nouveau, cette explication tourne court, car, par delà les neurones, les lois de la physique elles-mêmes sont calculables, si bien que l'on ne voit pas

comment un système physique, quel qu'il soit, pourrait être le lieu de processus non calculables.

En fait, il n'y a que deux explications possibles à l'existence de processus mentaux non calculables. La première s'appuie sur l'hypothèse spiritualiste que les lois de la physique ne s'appliquent pas à notre esprit, extérieur à la matière. La seconde repose sur l'hypothèse que ces lois sont fausses et qu'une nouvelle physique, qui reste à inventer, dépassera un jour la barrière de la calculabilité.

Ces deux hypothèses, pour respectables qu'elles soient, ne sont pas des exemples

**Ayant un nombre fini de neurones, notre cerveau peut exécuter certains algorithmes qu'il n'est pas capable d'expliciter.**

de parcimonie théorique, si bien que l'on en vient à se demander s'il ne vaudrait pas mieux essayer de s'abstenir de cette hypothèse, peut-être hardie, de l'existence de processus mentaux non calculables.

Mais alors, comment expliquer, par exemple, l'intuition : cette petite voix que nous avons déjà tous entendue, qui nous guide vers la solution d'un problème, sans que nous sachions comment ?

Une explication plus économe sur le plan théorique s'appuie sur la distinction entre appliquer et expliciter un algorithme. Dans une machine qui traite des données, on distingue, en général, les données traitées du

mécanisme qui effectue ce traitement. Dans la machine à calculer inventée par Pascal, par exemple, les données traitées sont les nombres représentés par la position des roues de la machine, et le mécanisme qui effectue ce traitement est l'algorithme de l'addition qui fait tourner ces roues. Dans d'autres machines, par exemple nos ordinateurs, l'algorithme de l'addition, comme les nombres à additionner, fait partie des données et le mécanisme se contente d'appliquer celui-là à celles-ci. On dit, dans ce cas, que l'algorithme de l'addition est explicite.

Mais voilà, expliciter l'algorithme de l'addition a un coût : cela demande une machine qui puisse représenter davantage de données, puisque, en plus des nombres à ajouter, il faut représenter l'algorithme lui-même. Ainsi, pour toute machine finie, il existe un algorithme si complexe que cette machine peut l'exécuter, mais non l'expliciter. Cela explique peut-être que notre cerveau, qui ne comporte qu'un nombre fini de neurones, puisse exécuter certains algorithmes qu'il n'est pas capable d'expliciter.

Ce qui caractérise l'amour, l'intuition, etc. n'est donc peut-être pas tant qu'ils n'ont jamais connu de loi, mais que ces lois sont si complexes que nous pouvons les appliquer, mais non les expliciter.

Il ne reste plus, aux disciples de Meilhac et Halévy, qu'à récrire le livret de *Carmen*. ■

*Gilles DOWEK est chercheur à l'Inria et membre du conseil scientifique de la Société informatique de France.*