
Géométrie, théorisation scientifique et philosophie de la nature

Luciano Boi



Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/annuaire-ehess/21643>

ISSN : 2431-8698

Éditeur

EHESS - École des hautes études en sciences sociales

Édition imprimée

Date de publication : 1 janvier 2013

Pagination : 85-87

ISSN : 0398-2025

Référence électronique

Luciano Boi, « Géométrie, théorisation scientifique et philosophie de la nature », *Annuaire de l'EHESS* [En ligne], | 2013, mis en ligne le 16 juillet 2015, consulté le 20 mai 2021. URL : <http://journals.openedition.org/annuaire-ehess/21643>

Ce document a été généré automatiquement le 20 mai 2021.

EHESS

Géométrie, théorisation scientifique et philosophie de la nature

Luciano Boi

Luciano Boi, *maître de conférences*

Interaction des sciences du vivant avec les sciences humaines. Modèles théoriques et concepts épistémologiques

- 1 Le séminaire de cette année a tourné autour des sciences du vivant et tout particulièrement des sciences biologiques. Les sciences du vivant sont actuellement confrontées à des changements conceptuels considérables, en particulier à la transition d'une conception gène-centrique à une conception plus ouverte et sensible aux modifications épigénétiques et aux influences importantes que les milieux naturels (écosystèmes, microenvironnements, biodiversité, etc.) exercent aussi bien sur les phénotypes que sur les génotypes. Il y a l'exigence impérieuse de développer une démarche théorique et empirique qui aille au-delà de l'approche centrée de manière exclusive sur le génome, et dominée par les métaphores réductionnistes du « code génétique » et du « programme génétique ». Cette approche, pour être effective, doit s'allier à une nouvelle pratique scientifique et à une philosophie de la vie profondément différente par rapport à celle qui sous-tend la conception moléculaire de la génétique moderne. Nous vivons déjà dans une ère où les principaux enjeux scientifiques et sociétaux ne concernent plus le génome et ses bases moléculaires isolées du reste, mais bien davantage, au sens large, les interactions complexes et variables entre les milieux biologiques, les milieux naturels et les milieux humains. Il est aujourd'hui force de reconnaître qu'il n'existe plus de barrière imperméable entre ces milieux, et que, de plus, leurs connexions doivent être repensées à partir d'un système multicausal d'actions et rétroactions non mécaniques et non linéaires, et dont les effets affectent en

même temps plusieurs échelles et plusieurs niveaux d'organisation des systèmes vivants.

- 2 Dans une approche post-génomique, systémique et intégrative des sciences biologiques (de la biologie moléculaire à l'écologie), l'importance de l'interface entre organisation des types cellulaires, processus épigénétiques et facteurs environnementaux est très probablement l'un des enjeux majeurs des recherches actuelles dans les sciences du vivant et de l'homme, et ses effets favorables sur la santé et la société peuvent être considérables. Cette intrication (et inséparabilité) entre les échelles des milieux microbiologiques et des milieux macro-naturels et culturels, ainsi qu'entre les niveaux d'organisation moléculaire, cellulaire, organismique et écosystémique, est au cœur du métabolisme et du fonctionnement globaux des organismes vivants. En effet, au vue de la mise en place de ses structures et de sa dynamique fonctionnelle, les génomes des organismes multicellulaires apparaissent comme des systèmes hautement complexes, dont la régulation se fait à au moins cinq niveaux organisés en réseaux multiboucles, qui sont : 1) le génome lui-même ; 2) les complexes ADN-protéines formant la chromatine ; 3) la dynamique et l'organisation de l'espace morphofonctionnel du chromosome dans le noyau de la cellule ; 4) le contexte de l'activité et de la communication cellulaires ; 5) les interactions entre les processus morphogénétiques (responsables de l'ontogenèse) et les conditions des écosystèmes (qui affectent la phylogenèse), Parmi les processus morphogénétiques, il faut notamment prendre en compte le développement embryonnaire (tissus et organes) et la formation des morphologies globales des organismes dont la fonctionnalité dépend de systèmes physiologiques spécifiques. Et parmi les écosystèmes, il convient de considérer surtout les styles de vie (de la qualité de l'alimentation à l'intégrité sensori-motrice), les divers stress physiques et psychiques liés notamment à l'organisation du travail et des milieux naturels (paysage rural) et humain (structures de la ville), les taux de pollution de l'air, des eaux et des chaînes alimentaires, ainsi que l'état de la biodiversité, et leurs possibles conséquences sur le métabolisme général et le fonctionnement physiologique des êtres vivants. Ce qui est clair aujourd'hui, c'est qu'une partie importante des maladies multifactorielles (non géniques ou multigéniques), comme certains types de diabète et de tumeurs et certaines pathologies neuro-dégénératives (Parkinson et Alzheimer), sont directement liées à des facteurs épigénétiques et environnementaux complexes.
- 3 C'est pourquoi, il est fondamental aujourd'hui d'approfondir l'étude de l'interface entre ces divers milieux et facteurs, en développant des outils de modélisation et une approche multi-échelle et intégrative inspirée notamment de la topologie, de la théorie de systèmes dynamiques et de la complexité. Le séminaire a été consacré pour l'essentiel à essayer de développer, sur le plan théorique et empirique, cette approche.
- 4 J'ai également proposé quelques réflexions sur le thème de la complexité des relations entre les niveaux génétique, épigénétique et environnemental et sur leur importance pour arriver à élaborer un modèle plus riche et satisfaisant des comportements des systèmes vivants. J'ai d'abord souligné pourquoi il est important aujourd'hui de développer une approche dynamique et systémique de ces problèmes. Puis, j'ai montré pourquoi la pensée de la complexité est de nos jours très importante pour être à même d'aborder les questions cruciales de la diversité biologique et culturelle et de l'équilibre des écosystèmes. J'ai en particulier insisté sur la nécessité d'intégrer les dimensions épigénétique et environnementale à l'étude biochimique des systèmes vivants.

L'épigénétique peut être défini, comme cette activité complexe des génomes qui ne dépend pas des séquences linéaires de la molécule d'ADN, mais qui, en revanche, peut dans certains cas altérer l'intégrité du génome. L'épigénétique permettrait plusieurs lectures d'une matrice fixe (le livre ou le code génétique, c'est le niveau syntaxique) donnant lieu à diverses interprétations (c'est le niveau sémantique) dans lesquelles on interroge cette matrice. Nous commençons aujourd'hui à nous rendre compte que les théories du développement et de l'évolution centrées sur les gènes ont une portée limitée. Le passage de l'ère génomique à l'ère protéinomique illustre bien cette situation de changement de méthodes et de paradigmes dans les sciences du vivant. Le maître plan génétique reste inanimé sans un assortiment de cellules et leurs épigénotypes pour l'interpréter. La science lève aujourd'hui le voile sur la manière dont se joue notre partition génétique, l'interprétation et la signification étant apparemment radicalement différentes d'une génération à l'autre – et, au sein d'une même génération, d'un milieu écosystémique à un autre – et sans que la séquence d'ADN n'ait subi de changement. Le domaine de l'épigénétique cherche à déterminer comment les mécanismes régulant la maturation moléculaire des gènes influent sur la fonction génomique. Parmi les facteurs épigénétiques, on compte à la fois l'organisation spatiale, tel l'enroulement de l'ADN autour de protéines nommées histones (complexe qui forment la chromatine) et le marquage ou étiquetage biochimique (la méthylation). Les fonctions épigénétiques gouvernent l'interprétation de l'ADN à l'intérieur de chaque cellule. La compréhension de ces facteurs pourrait révolutionner la biologie du développement et de l'évolution, et influencer ainsi sur des pratiques allant de la santé à l'agriculture et à l'écologie. Il s'agit là d'une interface essentielle entre sciences du vivant et sciences sociales qui reste encore, en grande partie, à explorer.

Publications

- Avec Claudio Bartocci et Corrado Sinigaglia, *New trends in geometry. Their interactions with the natural and life sciences*, Imperial College Press, Londres, 2011, 313 p.
- « Geometry of dynamical systems and topological stability : from bifurcations, chaos and fractals to dynamics in the natural and life sciences », *international Journal of Bifurcations and Chaos*, n° 21, 2011, p. 815-867.
- « When topology meets biology for “Life”. The Interaction between topological form and biological function », dans *New trends in geometry. Their interactions with the natural and life sciences, op. cit.*, 2011, p. 241-302.
- « Plasticity and complexity In biology : Topological organization, regulatory protein networks and mechanisms of gene expression », dans *Information and living systems. Scientific and philosophical perspectives*, sous la dir. de George Terzis et Robert Arp, The MIT Press, Cambridge, Mass., 2011, p. 287-338.
- « Looking the world from Inside : Intrinsic geometry of living systems », dans *Science : Image in action, science and culture – Astrophysics series*, sous la dir. de Bertrand Zavidovique et Giosue Lo Bosco, World Scientific, Singapour, 2011, p. 169-192.
- « Forme fluens : notes sur la plasticité et la complexité des formations vivantes », *Plastir, revue transdisciplinaire sur la plasticité humaine*, n° 25, 2011, p. 1-24.
- « Remarks on the geometry of complex systems and self-organization », dans *Complessità e riduzionismo*, sous la dir. de Pierluigi Graziani, Vincenzo Fano, Enrico Giannetto et Giulia Gianini, Isonomia – Epistemologica, Urbino, n° 2, 2012, p. 21-36.

INDEX

Thèmes : Méthodes et techniques des sciences sociales