



Société Française d'Exobiologie

7 – 10 novembre 2023, Grenoble, France

Comment commence l'évolution ?

S. CHARLAT*¹, D. KUPERBERG², E. RAJON¹ & N. LARTILLOT¹

¹Laboratoire de Biométrie & Biologie Evolutive - Villeurbanne - sylvain.charlat@univ-lyon1.fr

²Laboratoire de l'Informatique du Parallélisme, Lyon.

En expliquant la complexité et l'apparente finalité des propriétés du vivant, le principe d'évolution par sélection naturelle offre au raisonnement biologique sa pierre angulaire. Toutefois, ce principe reste à ce jour inopérant pour expliquer l'émergence même du vivant, dans la mesure où sa formulation repose sur des propriétés minimales biologiques et non physicochimiques: individualité et héritabilité [1,2]. Pour expliquer l'émergence de l'évolution, deux hypothèses s'offrent alors à nous. La première, que nous jugeons improbable, a minima insatisfaisante, implique de supposer une apparition purement “fortuite”, c'est-à-dire strictement non darwinienne, de ces propriétés minimales. La seconde, notre hypothèse de travail, est d'envisager la possibilité d'une re-formalisation, vers plus de généralité, du principe d'évolution par sélection naturelle. Nous chercherons dans cet exposé à présenter d'abord une analyse conceptuelle et épistémique de ce problème, pour évoquer ensuite les travaux de modélisation entrepris pour tenter de le résoudre, c'est à dire de rendre compte de cette nécessaire articulation, de ce passage, du physique au Darwinien, et peut-être au biologique. Reposant sur un minimalisme n'obéissant qu'aux lois élémentaires de la thermodynamique, ces modèles visent plus spécifiquement à saisir les conditions d'une émergence, vraisemblablement graduelle, de proto-individus porteurs de variance héritable. Les cycles autocatalytiques constituent dans ce cadre des objets d'un grand intérêt [3–5], dont la complexification pourrait générer des systèmes appréhendables à la fois, et de façons également pertinentes, dans un cadre physique et dans un cadre Darwinien. La détection systématique de ces objets dans des “soupes physiques” complexes constitue un premier défi computationnel, que nos récents développements algorithmiques permettent de relever.

Références

- [1] Charlat, S.; Ariew, A.; Bourrat, P.; Ferreira Ruiz, M.; Heams, T.; Huneman, P.; Krishna, S.; Lachmann, M.; Lartillot, N.; Le Sergeant d'Hendecourt, L.; et al. Natural Selection beyond Life? A Workshop Report. *Life* **2021**, *11*, 1051, doi:10.3390/life11101051.
- [2] Charlat, S.; Heams, T.; Rivoire, O. Is Natural Selection Physical? In *Evolutionary Thinking Across Disciplines*; Du Crest, A., Valković, M., Ariew, A., Desmond, H., Huneman, P., Reydon, T.A.C., Eds.; Synthese Library; Springer International Publishing: Cham, 2023; Vol. 478, pp. 287–296 ISBN 978-3-031-33357-6.
- [3] Liu, Y.; Sumpter, D.J.T. Mathematical Modeling Reveals Spontaneous Emergence of Self-Replication in Chemical Reaction Systems. *Journal of Biological Chemistry* **2018**, *293*, 18854–18863, doi:10.1074/jbc.RA118.003795.
- [4] Blokhuis, A.; Lacoste, D.; Nghe, P. Universal Motifs and the Diversity of Autocatalytic Systems. *Proc Natl Acad Sci USA* **2020**, *117*, 25230–25236, doi:10.1073/pnas.2013527117.
- [5] Sarkar, S.; England, J.L. Design of Conditions for Self-Replication. *Phys. Rev. E* **2019**, *100*, 022414, doi:10.1103/PhysRevE.100.022414.