

À propos du texte « Complexité du vivant, sélection naturelle et évolution », A. Lesne, NSS 16, 150-153.

Une discussion avec un collègue physicien, Jacques Treiner, m'amène à rectifier et préciser la dernière phrase de ce texte, à savoir:

Il est intéressant, pour conclure, de remarquer que cette importance de l'histoire, autrement dit l'impact sur les observations actuelles de la trajectoire particulière suivie par le système parmi l'ensemble des possibles, se rencontre aussi en physique lorsqu'on se place à l'échelle de l'univers dans son ensemble: la répartition de la matière, la formation des planètes (dont la nôtre), la valeur même de ce qu'on appelle en physique les constantes fondamentales (par exemple la constante de la gravitation universelle ou la constante de Planck) sont elles aussi le résultat d'une évolution adaptative.

La mention de l'évolution de la valeur des constantes fondamentales est en effet à mettre au conditionnel: il ne s'agit pour l'instant que d'une hypothèse de travail, débattue, et les preuves expérimentales sont à ce jour insuffisantes pour conclure (Uzan & Lehoucq 2005). L'idée sous-jacente, reliée au propos de l'article, est que ces valeurs seraient des propriétés émergentes établies lors de la formation de l'Univers dans l'état (encore en évolution) qu'on observe aujourd'hui et venant d'interactions à des instants primordiaux et à des échelles plus élémentaires.

Parler d'évolution en physique, au sens où ce terme est employé en biologie, demande de plus à être précisé et illustré pour éviter toute ambiguïté. La phrase ci-dessus souligne deux aspects remarquables par lesquels la notion d'évolution peut s'introduire: le premier est la sélection dynamique des structures les plus robustes; le second est l'influence des conditions initiales et de l'histoire. De nombreux mécanismes d'auto-organisation illustrent ces deux aspects. Citons un exemple plus proche de nous que ceux mentionnés ci-dessus et pouvant être appréhendé dans le cadre de la physique classique: le relief côtier. Les structures observées (péninsules, bancs de sable, lagunes, sont sculptées par les courants et les vagues; mais elle modifient en retour ces courants et le relief actuel est ainsi le résultat d'une co-évolution (Werner 1999). Avec d'autres conditions initiales ou sous l'influence d'autres événements extérieurs, un relief radicalement différent aurait été sélectionné par la dynamique globale du système. De façon similaire, les dunes sont des formes dynamiquement stables de tas de sable, mais cette stabilité est en fait complexe car la présence de la dune va modifier le vent de surface qu'elle subit; là aussi, on voit à l'oeuvre une évolution adaptative de l'ensemble vent/grains de sable (Hersen & Douady 2006). La mention d'une évolution adaptative souligne ici la présence d'une causalité circulaire, et de ce fait dynamique jusqu'à ce qu'un état stationnaire cohérent soit (éventuellement) atteint.

Aux échelles de temps géologiques voire cosmologiques s'ajoute un autre point de rencontre, épistémologique, avec l'évolution biologique: le fait que des expériences reproductibles soient impossibles à réaliser et que le scientifique ne dispose que d'une seule réalisation historique. Par exemple, un relief conserve une trace difficilement expérimentable des conditions initiales et de la succession d'événements extérieurs qu'il a subi. Mais les situations physiques illustrent également, *a contrario*, une spécificité du vivant: on observe comme dans le domaine physique une sélection dynamique des structures et processus biologiques les plus résistants aux perturbations, qui vont de fait persister là où les structures et processus alternatifs vont disparaître. Mais dans les systèmes vivants, la possibilité d'une reproduction avec multiplication et transmission d'un patrimoine génétique conduit à une sélection naturelle fondée sur le différentiel de vitesse de reproduction. Ce sont ainsi d'autres critères, fonctionnels, qui vont expliquer l'évolution et l'adaptation observée *a posteriori* dans les organismes vivants (Lesne 2008).

Hersen P. & Douady S., 2006, Les dunes: un comportement collectif du vent et du sable ou: les dunes sont-elles vivantes? pp. 124-135 in *Morphogenèse*, édité par A. Lesne et P. Bourguine, Belin.

Lesne, A., 2008, Robustness: confronting lessons from physics and biology, *Biological Reviews*, 83, 509-532.

Uzan, J.P. & Lehoucq, R., 2005, *Les constantes fondamentales*, Belin, Paris.

Werner, B.T., 1999, Complexity in natural landform patterns, *Science*, 284, 102-104.