



# Hasard, Emergence et Evolution

Pierre Clément

► **To cite this version:**

Pierre Clément. Hasard, Emergence et Evolution. La Lettre SVT du SNES, 2009, 7, pp.4 - 5.  
<hal-01025487>

**HAL Id: hal-01025487**

**<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01025487>**

Submitted on 23 Jul 2014

**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.

## Hasard, Emergence et Evolution

Pierre Clément<sup>1</sup>

Malika est une étudiante brillante de troisième année de licence de Biologie à l'Université. Elle a gardé de bons contacts avec ses professeurs de Terminale Scientifique (en particulier ceux de SVT et de philo). Elle se prête volontiers à un entretien<sup>2</sup>, au cours duquel elle s'avère très compétente en génétique et biologie moléculaire, et montre qu'elle a compris et accepté les processus de l'Evolution tout en restant très croyante et pratiquante. Un seul point d'achoppement, cependant, au cours de cet entretien : le rôle du hasard. Quand il y a apparition de nouvelles espèces, elle considère que c'est trop complexe pour que ce soit un hasard non planifié ! Les processus aléatoires seraient finalisés, œuvre d'un Créateur ... Nous avons eu le même type de discussion avec des formateurs d'enseignants SVT dans différents pays africains.

J'ai coordonné, avec Marie Pierre Quessada<sup>3</sup>, dans le contexte d'une recherche internationale financée par la Communauté Européenne<sup>4</sup>, le thème Evolution. Prenons ici l'exemple des réponses de 5700 enseignants de 14 pays aux deux questions suivantes.

**Quelle est, selon vous, l'importance des facteurs suivants dans l'évolution des espèces?**  
(Cocher une seule case par ligne.)

|                            | Très important | Moyennement important | Peu important | Pas important du tout |
|----------------------------|----------------|-----------------------|---------------|-----------------------|
| B42 Le hasard              |                |                       |               |                       |
| B43 La sélection naturelle |                |                       |               |                       |

---

<sup>1</sup> *Laboratoire Interdisciplinaire de Recherche en Didactique et en Histoire des Sciences et des Techniques (LIRDHIST)*

<sup>2</sup> Entretien réalisé en novembre 2008 par P.Clément, F. Estèves et J.P.Dramisino

<sup>3</sup> Le rapport le plus complet de ces recherches peut être consulté dans la thèse de Marie Pierre Quessada (2008) : *L'enseignement des origines d'Homo sapiens, hier et aujourd'hui*, en France et ailleurs : programmes, manuels scolaires, conceptions des enseignants. Université de Montpellier II, 430 pages. <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00353971/fr/> Voir aussi : Clément P. & Quessada M.P., 2008 - Les convictions créationnistes et/ou évolutionnistes d'enseignants de biologie : une étude comparative dans 19 pays. *Natures Sciences Sociétés*, 16, p. 154-158.

<sup>4</sup> BIOHEAD-CITIZEN : Biology, Health and Environmental Education for better Citizenship, CIT2-CT-2004-506015 (2004-2008). Projet coordonné par G.Carvalho, P.Clément & F.Bogner.

En France, seulement 70% des 319 enseignants biologistes et 40% des 413 autres enseignants interrogés<sup>5</sup> pensent que le hasard est très important dans l'évolution des espèces, alors que ces pourcentages sont respectivement de 93% et 73% pour le rôle très important de la sélection naturelle. Dans les 13 autres pays, on observe toujours une moindre acceptation du rôle du hasard que celui de la sélection naturelle : quand la majorité des enseignants interrogés sont plutôt évolutionnistes (France, Estonie, Portugal, ...) comme quand ils sont majoritairement créationnistes (Algérie, Maroc, Liban, ...). Par exemple au Portugal, 82% des 111 enseignants biologistes et 46% des 239 non biologistes, reconnaissent le rôle très important de la sélection naturelle, ces pourcentages étant seulement de 36% et 11% pour celui du hasard.

Le rôle du hasard dans les processus évolutifs est donc plus difficilement admis que celui de la sélection naturelle, y compris par des enseignants qui ont une formation de biologie. Ce qui fait le lit du créationnisme. En effet, pour les créationnistes fondamentalistes, les adaptations étonnantes observées chez les êtres vivants ne peuvent pas être le résultat du seul "hasard aveugle", et ne peuvent "donc" être expliquées que par l'intervention d'un grand horloger, "le Créateur". Ils nous piègent dans l'alternative "ou le hasard aveugle", "ou le Créateur"<sup>6</sup>. Or les biologistes n'affirment jamais que les nouvelles espèces sont le produit du seul hasard, car ils connaissent le rôle essentiel de la sélection naturelle, concept que Darwin a placé au cœur des processus évolutifs. Mais les créationnistes passent totalement sous silence la sélection naturelle pour piéger leurs interlocuteurs. Quant à l'association entre hasard et aveugle, c'est suggérer qu'il pourrait y avoir un hasard non aveugle, finalisé, celui auquel se référait Malika. Les dés seraient pipés !

Gayon<sup>7</sup> rappelle que, en arabe, az zahr signifie jeu de dés. Mais déjà la notion d'aléatoire est mal comprise par la plupart des élèves et étudiants, souvent persuadés que la stabilisation du dé sur le 6

---

<sup>5</sup> Les enseignants interrogés dans chaque pays correspondaient à des échantillons précis : 1/3 pour le Primaire, 1/3 la Biologie dans le Secondaire et 1/3 la langue du pays dans le Secondaire. Dans chacun de ces trois échantillons, la moitié des personnes interrogées enseignent déjà, les autres étant à la fin de leur formation initiale. Les enseignants du Primaire ayant des diplômes de biologie sont inclus dans l'ensemble "enseignants biologistes".

<sup>6</sup> Clément, P., 2002. Methods to analyse argumentation in (more or less) scientific texts. An example: analysis of a text promoting Creationism. In D.Krnel, *Proceedings of the 6<sup>th</sup> ESERA Summer-school, 25-31 August* (CD-ROM), Publ. Faculty of Education, Univ. of Ljubljana (7 pp.)

<sup>7</sup> Gayon J., 1997 - Hasard et Evolution - dans le numéro spécial de "Pour la Science" sur l'Evolution,

sera plus probable après cinq lancers infructueux<sup>8</sup>. Gayon distingue trois significations courantes du mot hasard (chance, probabilité et contingence) et indique que la notion de hasard intervient à au moins cinq niveaux dans la théorie de l'évolution : mutations, dérive génétique, évènements fortuits à l'échelle du génome entier, écosystèmes et macro-évolution. Je ne développe pas ces points ici, pour plus insister sur une idée qui mériterait d'être enseignée à différents niveaux du cursus scolaire : les processus aléatoires s'articulent toujours sur des contraintes exogènes et / ou endogènes. Les rayons X sont mutagènes par exemple, mais les mutations n'en sont pas pour autant moins aléatoires. Les modifications de l'ADN dues aux éléments transposables (gènes sauteurs), qui jouent un rôle très important dans les processus évolutifs<sup>9</sup>, sont particulièrement nombreuses dans certains contextes environnementaux : elles n'en sont pas moins aléatoires.

L'articulation entre hasard et diverses contraintes, est omniprésente dans les processus biologiques, aussi bien ontogénétiques que phylogénétiques<sup>10</sup>. Prenons quelques exemples.

Sur le dos de nos mains, nos veines ne présentent pas le même trajet entre la main droite et la main gauche, avec pourtant le même génome. Il en est de même pour les feuilles d'un platane, issues du même arbre : pas une n'a exactement les mêmes nervures, alors que toutes sont facilement identifiables comme des feuilles de platane. Il en est de même pour les trajets de neurones : chez des animaux qui ont le même génome, les branchements dendritiques d'un neurone précis varient d'un individu à un autre<sup>11</sup>. Tous ces processus d'ontogenèse combinent des dimensions aléatoires à des contraintes diverses, l'ensemble aboutissant à cette diversité de structures observées au sein d'un ensemble émergent qui présente des régularités morphologiques et fonctionnelles.

Alors que le concept d'émergence<sup>12</sup> est devenu un nouveau paradigme de la biologie, il est toujours non enseigné ou très mal. Il peut cependant être expliqué de façon simple sur des exemples de comportements d'insectes sociaux : c'est par la combinaison de déplacements aléatoires et de propriétés élémentaires que les fourmis mettent en œuvre une stratégie alimentaire "intelligente", sans qu'aucune d'elles n'en ait l'intention ni la conscience<sup>13</sup>. Il en est de même pour la construction de leur nid par les guêpes, sans architecte<sup>14</sup>. Dans le cerveau humain, c'est la configuration de nos réseaux neuronaux (elle s'effectue à 90% après la naissance) qui est porteuse de nos performances. Cette épigenèse cérébrale combine processus aléatoires du développement des neurones, contraintes locales et sélection de synapses en fonction de l'expérience de chacun<sup>15</sup>.

L'articulation entre processus aléatoires et contraintes sélectives est encore mal ou non enseignée. Si les élèves étaient très tôt et à plusieurs reprises dans leur cursus, familiarisés avec cette interaction, et avec la notion d'émergence, les idées créationnistes auraient moins de prises sur eux. Mieux comprendre et enseigner le rôle du hasard en biologie devient une priorité.

---

<sup>8</sup> Girault, Y & Girault, M. (2004). *L'aléatoire et le vivant*. Québec : Presses de l'Université Laval..

<sup>9</sup> Biéumont C (2008) - [Dossier Évolution et créationnisme. Les éléments transposables : une force évolutive majeure](#), *Natures Sciences Sociétés*, vol. 16 pp.41-43

<sup>10</sup> Kupiec J.J., 2008 - *L'origine des individus*. Paris : Fayard, Le temps des sciences.

<sup>11</sup> Levinthal et al., 1976, reproduit in Changeux 2002, *L'Homme de vérité*. Paris : Odile Jacob, p.288.

<sup>12</sup> Stengers I., 1997 - *Cosmopolitiques. Tome 6 : La vie et l'artifice : visages de l'émergence*. Paris : La Découverte / Les Empêcheurs de penser en rond.

<sup>13</sup> Clément P., 1994 - De la régulation à l'auto-organisation. in G.Rumelhard : *La régulation en biologie. Approche didactique : représentation, conceptualisation, modélisation*, Paris : Éd. I.N.R.P. (Didactique des disciplines), p.7-24.

<sup>14</sup> Théraulaz G. & Bonabeau E., 1995 - Coordination in Distributed Building. *Science*, 269, p.686-688.

<sup>15</sup> Changeux J.P., 1983 - *L'homme neuronal*. Paris : Fayard, Le temps des sciences, p.275-330.

