

# Comment le hasard intervient-il dans le débat entre holisme et réductionnisme ?

## Conclusion du dossier Cancer/Haredhol

Jean-Jacques Kupiec



Le groupe Haredhol (hasard/holisme/réductionnisme) [1] étudie comment les modèles probabilistes modifient le débat récurrent entre holisme et réductionnisme. En effet, il y a eu récemment un regain d'intérêt pour des approches holistes qui contestent le réductionnisme de la biologie moléculaire. On peut mentionner l'émergence de la biologie des systèmes, qui développe une approche intégrée du vivant, en rupture avec une vision purement moléculaire<sup>1</sup>. Le holisme a aussi été relayé par des théories dites de l'auto-organisation [2, 3]. Mais l'opposition entre holisme et réductionnisme a une longue histoire qui remonte à l'antiquité avec, d'un côté, les atomistes matérialistes pour qui tout ce qui existe provient de la combinaison d'atomes se déplaçant au hasard et, d'un autre côté, l'aristotélisme selon lequel tout être existant serait le fruit d'un mélange entre une matière (cause matérielle) incapable de s'organiser sans l'adjonction d'une forme (cause formelle correspondant à l'âme dans le cas des êtres vivants) représentant la chose dans sa totalité. Par ailleurs, l'expression stochastique des gènes est aujourd'hui un phénomène clairement démontré impliqué dans le développement embryonnaire [4, 5, 9] (→). Or, il y a un paradoxe dans la manière dont l'aléa est traité par la biologie moléculaire et les théories de l'auto-organisation. Depuis les atomistes de l'antiquité jusqu'à la physique statistique contemporaine, le hasard est associé au réductionnisme.

(→) Voir l'article de J.P. Capp, page 693 de ce numéro



Centre Cavailles, École Normale Supérieure, 29, rue d'Ulm, 75005 Paris, France.  
jean-jacques.kupiec@ens.fr

Pourtant il a été négligé, voire rejeté, par la biologie moléculaire. L'expression stochastique des gènes est causée par l'agitation thermique, sa prise en compte revient à introduire la physique statistique dans l'explication du vivant. Cela devrait donc conduire à un réductionnisme physico-chimiste qui n'est pas contradictoire avec la biologie moléculaire. Mais, au contraire, les concepts d'information génétique et de stéréospécificité<sup>2</sup>, tels qu'ils ont été forgés, excluent explicitement la possibilité que des effets probabilistes liés à l'agitation thermique puissent jouer un rôle. On peut se reporter à l'analyse célèbre de cette question faite par Schrödinger dans son texte fondateur « *Qu'est-ce que la vie ?* » [6] ou bien au livre tout aussi célèbre de Jacques Monod, qui, bien que s'intitulant « *La hasard et la nécessité* » n'en rejette pas moins l'aléa du fonctionnement interne des organismes [7]. Quant aux théories de l'auto-organisation holistes, elles semblent accepter le rôle du hasard en utilisant des notions de « bruit », de « fluctuations aléatoires », d'incertitude, mais rejettent (ou prétendent dépasser) le darwinisme qui est pourtant la théorie ayant introduit le hasard en biologie par son mécanisme de hasard-sélection. Il semble donc nécessaire d'analyser la compatibilité du holisme et du réductionnisme avec un mécanisme probabiliste tel que l'expression stochastique des gènes, et de clarifier les rapports entre auto-organisation, biologie moléculaire et darwinisme qui sont plutôt confus, voire contradictoires.

On peut se demander si l'irruption de la probabilité dans le fonctionnement du vivant ne subvertit pas l'opposition entre holisme et réduction-

Les six articles publiés dans ce numéro de *médecine/sciences* regroupent des interventions faites dans le cadre d'un colloque intitulé « *La recherche sur le cancer : un champ privilégié pour penser les rapports entre hasard, réductionnisme et holisme* », organisé le 7 novembre 2013, ENS-Paris, 45, rue d'Ulm, 75005 Paris, par le groupe de travail HAREDHOL (hasard, réductionnisme, holisme).

<sup>1</sup> La biologie des systèmes n'est pas un champ méthodologique et théorique homogène, mais certains courants qui la composent se réclament d'un antiréductionnisme holiste.

<sup>2</sup> Sa traduction au niveau des protéines.

nisme. En effet, l'un et l'autre sont des « réalismes des niveaux d'organisation ». Ils partagent une vision hiérarchisée du monde faite de niveaux d'organisation superposés s'empilant les uns sur les autres, du plus simple au plus complexe<sup>3</sup>. Pour le holisme et pour le réductionnisme, ce « modèle stratifié du monde » comme l'appelle le philosophe Jaegwon Kim<sup>4</sup> [8] est une réalité ontologique. La différence entre holisme et réductionnisme tient à l'origine de l'ordre qui est assignée à un niveau privilégié différent. Pour le holisme, c'est le niveau supérieur (le tout) qui impose l'ordre aux autres niveaux, alors que pour le réductionnisme, c'est le niveau inférieur qui propage ses effets organisateurs aux niveaux supérieurs. Mais les deux considèrent le modèle stratifié du monde comme réel. Or, l'introduction de la variation aléatoire dans les modèles d'ontogenèse risque fort de fragiliser le modèle stratifié du monde, voire de l'invalider. La variation spontanée des éléments pourrait empêcher l'existence de niveaux d'organisation stables. Dans le cas de l'expression stochastique des gènes, on sait qu'elle se manifeste par une variabilité d'expression génétique irréductible affectant les cellules d'un même tissu. Cette variation spontanée des cellules pourrait invalider l'idée qu'il existe des types cellulaires réels. Ce que nous appelons un type cellulaire pourrait n'être qu'une approximation regroupant des cellules se ressemblant suffisamment pour que nous les regroupions en une catégorie unique. On peut faire l'analogie avec les espèces. Chaque individu appartenant à une espèce est plus ou moins différent des autres individus de la même espèce. Darwin a montré l'importance de ces variations individuelles qui sont le moteur de la sélection naturelle. Il pourrait en être de même pour les cellules, les variations aléatoires d'expression étant le moteur de leur différenciation. Le point important ici est que ce qui devient réel d'un point de vue ontologique est la variation individuelle et non le type, qu'il s'agisse de cellules ou d'organismes entiers. De même, il existe une grande variabilité d'organisation aux niveaux de l'individu et de la colonie (ou société). Si dans le cas des êtres humains on distingue assez clairement l'individu de la société, cette distinction devient obscure chez de nombreux végétaux reliés par des rhizomes souterrains. Par exemple, chaque roseau d'un étang semble constituer un individu, pourtant tous les roseaux ne forment qu'une seule entité vivante reliée souterrainement. Où est l'individu ? Où est la colonie ? On pourrait donner d'autres exemples qui rendent imprécises les frontières entre niveaux d'organisation. Cette difficulté à cerner les niveaux d'organisation de manière rigoureuse se comprend dans le cadre de la théorie de l'ontophylogénèse [5]. Selon cette théorie, les processus d'individuation au cours de l'évolution et de l'ontogenèse sont des processus de hasard-sélection darwiniens fondamentalement contingents. On comprend alors les variations dans l'individuation des niveaux : chaque situation est le résultat d'une histoire contingente. Ce que nous appelons niveau d'organisation est le résultat d'un processus d'individuation variant en fonction des circonstances. Le point important ici est que non seulement les niveaux ne sont pas des structures intangibles, mais elles sont un effet des processus d'individuation. Dans cette perspective, ce qui est réel est le processus d'individuation et non les niveaux d'organisation.

<sup>3</sup> Par exemple, du moléculaire aux groupements sociaux. Il existe de nombreuses variantes.

<sup>4</sup> Et dont il a fait une critique vigoureuse.

Comme le montrent les articles de ce dossier, le cancer permet d'illustrer parfaitement cette problématique. L'article d'Éric Solary [10] (→) souligne à quel point il est difficile de nier l'intérêt de l'approche réductionniste et le rôle des mutations, mais celui d'Ana M. Soto et Carlos Sonnenschein [11] (→) met en avant, au contraire, une approche organiste holiste et soutient le rôle indéniable du niveau tissulaire dans la cancérogenèse. Quant à Jean-Pascal Capp [9] (→), il développe une nouvelle approche du cancer fondée sur la théorie de l'ontophylogénèse. Dans ce cadre, les deux niveaux, moléculaire et tissulaire, sont aussi importants l'un que l'autre et agissent de concert.

Les discussions qui ont eu lieu au cours de la journée ont été particulièrement riches et, de l'avis unanime, cette confrontation de points de vue a été très utile pour tous les participants, même s'il est bien évident que le débat est loin d'être clos et que les problèmes posés par le cancer restent entiers. ♦

### How does the fate intervene in the debate between holism and reductionism? Conclusion of the file Cancer/Haredhol

#### LIENS D'INTÉRÊT

L'auteur déclare n'avoir aucun lien d'intérêt concernant les données publiées dans cet article.

#### RÉFÉRENCES

1. Voir site internet : <http://cirphes.ens.fr/centre-cavaillès/activites-56/groupe-de-travail-haredhol-hazard/>
2. Prigogine I, Stengers I. *La nouvelle alliance*. Paris : Gallimard, 1979.
3. Kauffman SA. *The origin of order: self-organization and selection in evolution*. Oxford University Press, 1993.
4. Voir le numéro spécial de *Progr Biophys Mol Biol* consacré à ce sujet : 2012 ; 110 (n° 1). <http://www.sciencedirect.com/science/journal/00796107/110/1>
5. Kupiec JJ. Cell differentiation is a stochastic process subjected to natural selection. In : *Towards a theory of development*. Oxford University Press, 2014 : 155-73.
6. Schrödinger E. *Qu'est-ce que la vie ?* Seuil, 1944. Réédition française, 1993.
7. Monod J. *Le hasard et la nécessité*. Seuil, 1970.
8. Kim J. *Trois essais sur l'émergence*. Ithaque, 2006.
9. Capp JP. Le rôle des phénomènes aléatoires dans le cancer. *Med Sci (Paris)* 2014 ; 30 : 693-8.
10. Solary E. Une approche réductionniste du cancer. *Med Sci (Paris)* 2014 ; 30 : 683-7.
11. Sonnenschein C, Soto AM. Le cancer et ses gènes insaisissables. *Med Sci (Paris)* 2014 ; 30 : 688-92.

#### Autres articles de ce numéro relatifs au colloque

- Zielinska A, Issad T. La recherche sur le cancer : un champ privilégié pour penser les rapports entre hasard, réductionnisme et holisme. *Med Sci (Paris)* 2014 ; 30 : 675-8.
- Morange M. Les modèles explicatifs du cancer : aspects historiques. *Med Sci (Paris)* 2014 ; 30 : 679-82.
- Solary E. Une approche réductionniste du cancer. *Med Sci (Paris)* 2014 ; 30 : 683-7.
- Sonnenschein C, Soto AM. Le cancer et ses gènes insaisissables. *Med Sci (Paris)* 2014 ; 30 : 688-92.
- Capp JP. Le rôle des phénomènes aléatoires dans le cancer. *Med Sci (Paris)* 2014 ; 30 : 693-8.

#### TIRÉS À PART

J.J. Kupiec