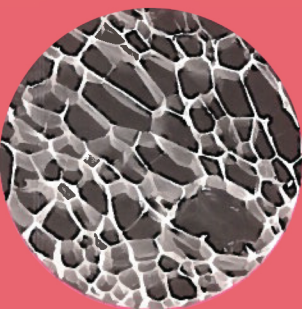


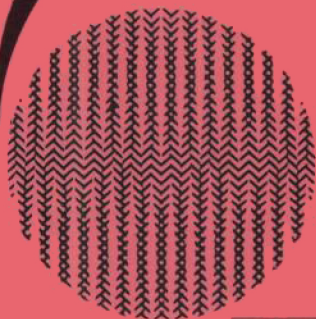
SCIENCES EN QUESTIONS



**Henri Atlan**

**La fin  
du «tout génétique» ?**

**Vers de nouveaux paradigmes  
en biologie**



**INRA**

EDITIONS



**Henri Atlan**

**La fin  
du «tout génétique» ?**

**Vers de nouveaux paradigmes  
en biologie**

Une conférence-débat organisée  
par le groupe *Sciences en questions*  
Paris, INRA, 28 mai 1998

**Institut National de la Recherche Agronomique**  
147 rue de l'Université, 75338 Paris cedex 07

La collection "Sciences en questions" accueille des textes traitant de questions d'ordre philosophique, épistémologique, anthropologique, sociologique ou éthique relatives aux sciences et à l'activité scientifique. Elle est ouverte aux chercheurs de l'INRA mais aussi à des auteurs extérieurs.

Directeurs de collection  
Etienne Landais, Raphaël Larrère

*Le groupe de travail "Sciences en questions" souhaite favoriser la réflexion critique des acteurs de la recherche sur l'activité scientifique et ses implications. Son ambition première est d'enrichir la réflexion interne à l'INRA en l'alimentant de contributions propres à éclairer, sous une forme accessible et attrayante, les débats contemporains sur la science et la recherche.*

Texte mis en forme par l'auteur, avec la collaboration d'Etienne Landais et d'Isabelle Savini, à partir de l'enregistrement de la conférence.

© INRA, Paris, 1999 ISSN : 1269-8490 ISBN : 2-7380-0863-1

Le code de la propriété intellectuelle du 1<sup>er</sup> juillet 1992 interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette proposition met en danger l'édition, notamment scientifique. Toute reproduction, partielle ou totale, du présent ouvrage est interdite sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, 75006 Paris, France.

## Préface

Votre carrière, Henri Atlan, commence au début des années 60 à la Faculté de Médecine de Paris. Docteur en médecine, assistant de physique médicale, vous y préparez une agrégation de Biophysique, que vous décrochez en 1966. Vous partez alors aux Etats-Unis, où le Département des Sciences de la Vie du Centre Ames de la NASA, à Berkeley, vous accueille en qualité de chercheur associé. Vous y travaillez sur le vieillissement, avec la radiobiologie pour outil et la drosophile pour matériel. Parallèlement, vous avez commencé à vous intéresser aux applications possibles de la théorie de l'information en biologie. Ayant rédigé un projet d'article sur ce sujet, complètement neuf à l'époque, vous cherchez à le soumettre à des avis autorisés. Le responsable du laboratoire, que vous interrogez à ce sujet, vous oriente vers quelqu'un qui jouera un rôle important dans l'orientation de votre carrière. Il s'agit de Aharon Katchalsky, chef du département des Polymères de l'Institut Weizmann de Jérusalem, grand spécialiste de biophysique et célébrité mondiale. C'est le début d'une relation très forte. A l'époque, Katchalsky était très excité par la thermodynamique des phénomènes irréversibles, sur lesquels il travaillait avec Prigogine. Votre travail l'intéresse, il vous encourage vivement non seulement à publier votre étude, mais aussi à lancer un séminaire sur ce sujet à Berkeley et à poursuivre dans la même direction. Cette rencontre vous vaudra de devenir en 1970 professeur associé à l'Institut Weizmann. Votre collaboration sera brusquement interrompue par la disparition de Katchalsky, assassiné par des terroristes japonais en 1972 à l'aéroport de Lod, alors que bien des gens voyaient en lui un futur lauréat du prix Nobel.

Cette même année 1972, vous publiez votre premier ouvrage : *L'organisation biologique et la théorie de*

*l'information*<sup>1</sup>. Ce livre original tant par son contenu que par son parti pris transdisciplinaire sera lu en France par un public qui déborde assez largement les frontières de la mathématique et de la biologie. Il vous introduit dans les cercles intellectuels qui jouent à l'époque un rôle d'avant-garde, animant en particulier un débat sur les relations entre science et société. Le sociologue Edgar Morin, qui est l'un des grands prêtres de cette mouvance, remarque votre ouvrage, en fait un compte-rendu et vous invite à participer, en 1973, au fameux colloque de Royaumont, consacré au thème de l'Unité de l'homme. On se souvient des terribles bagarres qui secouaient alors le monde savant : c'est à Royaumont que Jacques Monod lance ses anathèmes contre Ilya Prigogine, qu'il qualifie de non-scientifique - ce qui se discute - et ses attaques virulentes contre le vitalisme, illustré à l'époque par P.P. Grassé, qui est la figure même de cette biologie "d'avant" que Monod et son école entendent balayer. Vous êtes présent dans ces débats, que vous qualifiez de passionnants. "A l'époque, dites-vous avec humour, j'étais heureusement trop petit pour être attaqué et j'ai réussi à survivre". Vous faites en réalité bien mieux que survivre. Les Editions du Seuil, qui éditent les Actes du Colloque<sup>2</sup>, ont en effet remarqué vos contributions, dont les titres donnent une idée de vos centres d'intérêt de l'époque : "Conscience et désir dans des systèmes auto-organiseurs", "Le principe d'ordre à partir du bruit", "L'apprentissage non dirigé et le rêve" et enfin "L'homme, système ouvert". Les Editions du Seuil, donc, vous demandent un livre. Vous leur donnez un recueil d'articles, intitulé *Entre le cristal et la fumée. Essai sur l'organisation du vivant*<sup>3</sup>. Paru en 1979, cet

---

1. H. Atlan, *L'organisation biologique et la théorie de l'information*. 1972, réédition en 1992. Hermann, Paris, 330 p.

2. E. Morin et M. Piattelli-Palmarini eds., *L'unité de l'homme. Invariants biologiques et universaux culturels*. 1974. Seuil. (et 1978, coll. "Points").

3. H. Atlan, *Entre le cristal et la fumée. Essai sur l'organisation du vivant*. 1979. Seuil, Paris, 288 p.

ouvrage connaît un succès immédiat, en France comme à l'étranger, où il sera traduit en je ne sais combien de langues.

Vous avez aussi rejoint, au début de ces années 70, le fameux "Groupe des dix", tout comme Joël de Rosnay, Jacques Attali, Jacques Piette et Michel Rocard. Ce club de pensée éminent, qui, contrairement à son nom, regroupait dès son origine (en 1967) plus de dix membres<sup>4</sup>, se réunit une fois par mois jusqu'en 1979, pour des échanges très ouverts.

Vous ne perdez pas pour autant vos attaches scientifiques : vous enseignez la Biophysique au CHU Broussais-Hôtel Dieu depuis 1973 et à l'université de Jérusalem où vous effectuez chaque année, à partir de 1976, des séjours de durée variable.

*Entre le cristal et la fumée* a assuré votre notoriété, mais suscité également un certain nombre de malentendus, en raison du caractère hétérogène des articles qu'il rassemble. La juxtaposition, autour d'une même thématique, de textes qui correspondent à des points de vue aussi différents que ceux de la biologie théorique et de l'histoire du judaïsme par exemple, dérange les habitudes intellectuelles de la communauté scientifique, même si vous prenez grand soin à distinguer ces points de vue. Il faut dire que l'époque est trouble, et qu'il est difficile d'échapper à certaines turbulences. C'est en 1979 qu'a lieu le colloque de Cordoue, où s'illustrent les thèses fantaisistes des "physiciens spiritualistes". Si vous n'êtes pas à Cordoue, vous vous rendez en 1984 à Tzukuba, pour participer à un autre colloque, en principe destiné à éclaircir ces malentendus, mais qui, manipulé par certains

---

4. Jacques Baillet, Jean-François Boissel, Robert Buron, Henri Laborit, Alain Laurent, Edgar Morin, René Passet, Jacques Robin, Gérard Rosenthal, David Rousset, Jacques Sauvan, Bernard Weber.

organisateurs japonais, verra des scientifiques de grand renom se faire piéger et verser dans le délire de l'énergie psychique (le "Chi"), de la conscience cosmique, de la méditation transcendante et autres balivernes.

A vos yeux, ces divagations ne sont que des avatars de l'éternelle utopie de l'unification de la science et de la religion. Désireux de vous en démarquer et de dissiper toute équivoque, vous publiez, en 1986, *A tort et à raison. Inter-critique de la science et du mythe*<sup>5</sup>, ouvrage en forme de mise au point dans lequel vous dissertez longuement sur les rationalités différentes qui sous-tendent respectivement le mythe et la démarche scientifique.

Vous avez également participé, dans l'intervalle, au colloque de Cerisy sur l'auto-organisation (1981). On vous retrouve, cette même année, dans le groupe "Science-Culture" en compagnie de J. Attali, C. Castoriadis, J.M. Domenach, J.-P. Dupuy, J. Lesourne, E. Morin, R. Passet, J. de Rosnay, Isabelle Stengers, et j'en passe. En 1984, nouveau colloque à Cerisy, sur les théories de la complexité, j'y reviendrai.

Votre double compétence de biologiste et de philosophe, ainsi qu'un chapitre de *Entre le cristal et la fumée* consacré à l'éthique, vous valent d'être nommé membre du Comité Consultatif National d'Éthique lors de sa création en 1983. Bien que plutôt sceptique au début, vous jouez un rôle très actif dans cette nouvelle instance, au départ pilotée avec beaucoup d'adresse par Jean Bernard, qui en fait un lieu où se déroulent des échanges de très haute tenue.

Dans ce domaine de l'éthique, auquel vous consacrez de nouveaux développements dans *A tort et à raison*, on baigne souvent, selon vous, dans une confusion à laquelle

---

5. H. Atlan, *A tort et à raison. Inter-critique de la science et du mythe*. 1986. Seuil, Paris, 448 p.



les savants n'échappent pas toujours, menacés qu'ils sont de céder à la tentation du magistère moral auquel ils pourraient accéder s'il était possible de fonder une morale sur la science (si la science dit le vrai, ne doit-elle pas aussi dire le bien et le mal ?). *A tort et à raison* enfonce le clou et dénonce cette tentation récurrente.

A considérer cette trajectoire, je serais tenté de dire que, sans jamais quitter la biologie, vous avez, pratiquement d'emblée, adopté vis-à-vis de la biologie un regard distancié, et même doublement distancié.

Sans jamais quitter la biologie, puisque, directeur du département de Biophysique et de Médecine Nucléaire du Centre Médical Hassadah de Jérusalem depuis 1972, chef du service du même nom à l'Hôtel-Dieu à Paris depuis 1990, vous n'avez jamais interrompu vos activités de recherche. L'imposante liste des publications qui résultent de cette activité se répartit entre des rubriques variées : Physique et Chimie biologiques, Théorie de l'information et de l'auto-organisation, Intelligence artificielle, Radiobiologie et Imagerie médicale, Biologie cellulaire (transport ionique, étude du vieillissement...), Immunologie enfin, domaine dans lequel vous travaillez actuellement et développez des travaux de modélisation appliqués aux maladies auto-immunes et au Sida, avec des perspectives en immunothérapie.

Pourquoi parler d'un regard doublement distancié ?

La première distance est celle qu'impose l'ambition modélisatrice qui sous-tend pratiquement l'ensemble de votre travail, qui est certes celui d'un biologiste, mais d'un biologiste qu'on pourrait dire du second degré, d'un théoricien de la biologie. Je ne puis faire mieux à ce sujet que citer l'hommage qui vous a été rendu en 1984 à travers l'organisation de ce colloque de Cerisy que j'évoquais tout à l'heure, et dont les actes s'intitulent *Les*

*théories de la complexité*, avec pour sous-titre *Autour de l'œuvre d'Henri Atlan*<sup>6</sup>.

La seconde distance, par rapport au travail de la biologie, est celle du recul critique qui caractérise la position que vous adoptez pour aborder l'autre versant de votre réflexion, et qui est celle de l'épistémologue, du philosophe et du moraliste. Votre récente nomination à l'Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, en tant que directeur d'études dans une discipline créée à votre intention, la philosophie de la biologie, atteste de la reconnaissance que vous avez acquise dans ce champ. C'est d'ailleurs dans ce domaine que s'inscrivent vos deux ouvrages les plus récents : *Tout, non, peut-être. Education et vérité*<sup>7</sup>, publié en 1991, et *Question de vie. Entre le savoir et l'opinion*<sup>8</sup>, paru en 1994. Je signale également l'avis n°45 du Comité consultatif national d'éthique, dont vous avez été l'un des rapporteurs, qui concerne très directement les chercheurs que nous sommes. Il porte sur un thème qui vous est cher, celui de la transmission du savoir scientifique et, plus particulièrement, sur "la crise naissante de l'information biologique et médicale".

Cette double distance, du théoricien et du philosophe, vous désignait à nous pour traiter du thème que nous souhaitions aborder aujourd'hui : les fondements et les effets de l'hégémonie de la génétique sur la biologie contemporaine. Des découvertes récentes, concernant les prions, le clonage ou la biologie du développement, viennent en effet, nous semble-t-il, remettre en cause bien des idées reçues, relancer le débat sur les effets épigénétiques et souligner les limites de ce nouveau réductionnisme.

---

6. F. Fogelman-Soulié éd., *Les théories de la complexité. Autour de l'œuvre d'Henri Atlan*. 1991. Coll. La couleur des idées. Seuil, 464 p.

7. H. Atlan, *Tout, non, peut-être. Education et Vérité*. 1991. Seuil, Paris, 374 p.

8. H. Atlan, *Questions de vie. Entre le savoir et l'opinion*. 1994. (entretiens recueillis par Catherine Bousquet). Seuil, Paris, 214 p.

Vous avez bien voulu accepter notre invitation, et je vous en remercie très chaleureusement, au nom du groupe *Sciences en questions*, et au nom de tous les chercheurs de l'INRA.

Etienne Landais,  
Directeur de recherche INRA



# La fin du "tout génétique" ?

## Vers de nouveaux paradigmes en biologie

### Introduction

A mon tour de remercier, d'une part pour cette présentation, beaucoup plus impressionnante, croyez-moi, que la réalité telle que je l'ai vécue, d'autre part pour l'invitation que m'a adressée le groupe *Sciences en questions* de venir échanger avec vous quelques idées sur l'évolution actuelle de la biologie.

Le physicien Jean-Marc Lévy-Leblond a effectué, il y a quelques années, une enquête fort intéressante sur l'âge moyen des références bibliographiques citées dans les publications scientifiques. Il en ressort que, d'une manière générale, la fréquence de citation diminue avec l'ancienneté des références. Il est rare que des articles se réfèrent à des travaux datant de plus de cinq ans. Cela signifie que, dans la plupart des cas, les travaux scientifiques s'effectuent sans recul historique, ou avec un très faible recul, qui ne dépasse pas, en moyenne, cinq ans. La progression de la recherche s'apparente souvent, de ce fait, à une sorte de course ou de fuite en avant : tout se fait pratiquement dans le présent, sans mise en perspective historique. Bien entendu, c'est tout à fait regrettable, car cette mise en perspective est aussi importante dans les sciences que dans n'importe quel autre domaine. Pour éviter ce travers, je vous propose de remonter ensemble au départ de l'histoire qui a conduit à l'état actuel de la biologie.

Cet état s'est établi sur la base d'un certain nombre d'idées-forces qui se sont progressivement constituées en ce que Kuhn appelle un paradigme, c'est-à-dire un ensemble d'idées, de conceptions, qui forment un cadre de pensée à l'intérieur duquel on pense, on imagine et on

planifie des expérimentations, on interprète les résultats, on élabore des théories... Le paradigme dont je vais vous parler a été établi à la suite des premières grandes découvertes de la biologie moléculaire, au début des années 60. Mais un certain nombre de découvertes plus récentes remet en question beaucoup d'idées communément acceptées, et semble sur le point de produire un nouveau paradigme. Comme c'est souvent le cas dans l'histoire des sciences, nous verrons que ce sont les techniques développées dans le cadre de l'ancien paradigme qui rendent possibles les découvertes qui contribuent à sa remise en question.

## Le programme génétique

### Du réductionnisme génétique à l'émergence d'un nouveau paradigme

Un article de Ernst Mayr, publié en 1961, réunit déjà les principaux éléments du cadre de pensée issu des grandes découvertes de la biologie moléculaire, qui a conduit très vite à une nouvelle forme de réductionnisme génétique. Dans cet article, intitulé *Cause and effect in biology*<sup>9</sup>, Mayr distingue deux grandes approches qui caractérisent selon lui les types de questions posées en biologie.

La première est la biologie fonctionnelle, qui cherche à comprendre les mécanismes des fonctions biologiques. Dans ce cadre, les questions posées sont du type "comment ?" et la méthode est une méthode physico-chimique, réductionniste, qui s'efforce de ramener les phénomènes observés à leurs mécanismes physico-chimiques. Cependant, Mayr cite très longuement un texte de Claude Bernard, qui insiste sur le fait qu'en plus de la réduction physico-chimique, on doit faire appel à l'existence de ce qu'il appelle un "plan d'organisation". Pour Claude Bernard, ce concept de plan d'organisation était essentiel, il constituait une espèce de complément à la physique et à la chimie, complément indispensable pour pouvoir comprendre la physiologie. Evidemment, cette idée avait, et a toujours, des relents vitalistes, mais Mayr montre comment la biologie moléculaire, grâce à la découverte du code génétique, permet de reformuler cette idée de Claude Bernard en la débarrassant de son contexte vitaliste. L'idée de plan d'organisation impliquait une finalité,

---

9. E. Mayr, 1961, "Cause and effect in biology", *Science* 134, pp.1501-1506.