

REVUE INTERNATIONALE DE PHILOSOPHIE

MIRI



Indexation



ESJI
www.ESJIndex.org

Eurasian
Scientific
Journal
Index

ASCI
Asian Science Citation Index

zenodo

REVUE SEMESTRIELLE / N° 009 / DECEMBRE 2025

ISSN : 1987-1538

E-mail : revuemiri09@gmail.com

Tel. +237 6 99 56 34 79 / +223 75 35 97 82

Bamako - Mali

PRESENTATION

La Revue Internationale de Philosophie (Miri) est une collection périodique spécialisée du Centre Africain de Recherche et d’Innovations Scientifiques (CARIS) et de ses partenaires dans le but de renforcer et d’innover la recherche en histoire de la philosophie, philosophie de la logique, philosophie du langage, métaphysique, épistémologie, philosophie des sciences, philosophie morale et politique, esthétique, philosophie du droit, histoire des idées, philosophie de l’environnement, théologie et en ontologie.

Les objectifs généraux de la revue portent sur la valorisation de la recherche philosophique à travers le partage des résultats d'avancées scientifiques, l'innovation thématique, et la culture de l'esprit critique.

Son objectif spécifique est de redynamiser la production des thématiques pertinentes sur les réalités sociales africaines, les théories de la connaissance, la philosophie du développement, la philosophie des médias, la crise de l'identité de l'Afrique moderne, la philosophie de l'information et la pensée philosophique africaine.

EQUIPE EDITORIALE

DIRECTEUR DE PUBLICATION

Pr Belko OUOLOGUEM (Mali)

DIRECTEUR ADJOINT

Pr Sékou YALCOUYE (Mali)

COMITE SCIENTIFIQUE ET DE LECTURE

Pr Mahamadé SAVADOGO (Professeur des universités, Ouagadougou Joseph Ki Zerbo, Burkina-Faso)

Pr Yodé Simplice DION (Professeur des Universités Félix Houphouët-Boiny de Cocody-Abidjan),

Pr Jean Maurice MONNOYER (Professeur des universités Aix-Marseille I, France)

Pr Mounkaïla Abdo Laouli SERKI (Professeur des Universités Abdou Moumouni de Niamey)

Pr Samba DIAKITÉ (Professeur des Universités Alassane Ouattara de Bouaké)

Pr Isabelle BUTERLIN (Professeur des universités Aix-Marseille I, France)

Pr Yao Edmond KOUASSI (Professeur des Universités Alassane Ouattara de Bouaké)

Pr Akissi GBOCHO (Professeur des universités Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire)

Pr Gbotta TAYORO (Professeur des Universités Félix Houphouët-Boiny de Cocody-Abidjan)

Pr Blé Marcel Silvère KOUAHO (Professeur des Universités Alassane Ouattara de Bouaké)

Pr Abdoulaye Mamadou TOURE (Professeur des universités UGLC SONFONIA, Conakry, Guinée)

Pr Jacques NANEMA (Professeur des universités Ouagadougou Joseph Ki Zerbo, Burkina-Faso)

Pr Nacouma Augustin BOMBA (Maitre de conférences, Université Yambo Ouologuem de Bamako, Mali)

Dr Ibrahim CAMARA (Maitre de conférences, ENSup, Mali)

Dr Souleymane KEITA (Maitre de Conférences, Université Yambo Ouologuem de Bamako, Mali)

COMITE EDITORIAL

Pr Sigame Boubacar MAIGA (Philosophie, Ecole Normale Supérieure de Bamako, Mali)

Dr Siaka KONÉ (Philosophie, Université Yambo Ouologuem de Bamako, Mali)

Dr Ibrahim Amara DIALLO (Philosophie, Université Yambo Ouologuem de Bamako, Mali)

Dr Oumar KONÉ (Philosophie, Université Yambo Ouologuem de Bamako, Mali)

Dr Amadou BAMBA (Economie, Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako, Mali)

Dr Eliane KY (Philosophie, Université Yambo Ouologuem de Bamako, Mali)

Dr Samba SIDIBE (Philosophie, Ecole Normale Supérieure de Bamako, Mali)

M. Souleymane COULIBALY (Philosophie, Université Yambo Ouologuem de Bamako, Mali)

REDACTEUR EN CHEF

Dr Mahmoud ABDOU (Philosophie, Ecole Normale Supérieure de Bamako, Mali)

COORDINATRICE

Dr Palaï-Baïpame Gertrude (Histoire, Université de Douala, Cameroun)

COORDINATEUR ADJOINT

M. Fousseyni BAGAYOKO (Informaticien, responsable technique de la Revue)

POLITIQUE EDITORIALE

La revue internationale de Philosophie (MIRI) est une revue qui paraît deux (2) fois l'année et publie des textes qui contribuent au progrès de la connaissance dans tous les domaines de la philosophie et des sciences humaines. Revue MIRI publie des articles de qualité, originaux, de haute portée scientifique et des études critiques.

« Pour qu'un article soit recevable comme publication scientifique, il faut qu'il soit un article de fond, original et comportant : une problématique, une méthodologie, un développement cohérent, des références bibliographiques. » (Conseil Africain et Malgache pour l'Enseignement Supérieur CAMES)

- ✓ La bibliographie doit être présentée dans l'ordre alphabétique des noms des auteurs.
- ✓ Classer les ouvrages d'un même auteur par année de parution et selon leur importance si des ouvrages de l'auteur sont parus la même année.
- ✓ Tous les manuscrits soumis à la revue MIRI sont évalués par au moins trois chercheurs, experts dans leurs domaines respectifs.
- ✓ Suite à l'acceptation de son texte, l'auteur-e s'acquitte des frais d'instruction et de publication avant poursuite du reste de la procédure.
- ✓ Un texte ne sera pas publié si, malgré les qualités de fond, il implique un manque de rigueur sémantique et syntaxique.
- ✓ Chaque auteur reçoit son Tiré à part dès la publication du numéro.
- ✓ Les droits de traduction, de publication, de diffusion et de reproduction des textes publiés sont exclusivement réservés à la revue MIRI.
- ✓ Après le processus d'examen, l'éditeur académique prend une décision finale et peut demander une nouvelle évaluation des articles s'il a des présomptions sur la qualité de l'article.

SOMMAIRE

1. KOUYATÉ Alou, NASSOKO Lassana	
Les médias à l'épreuve de la pensée philosophique contemporaine.....	1
2. Domèbèimwin Vivien SOMDA	
Éducation et crise écologique en l'ère de l'anthropocène.....	20
3. Assindah MAGNETINE, Bahan LANDJERGUE	
La vie socio-économique à l'épreuve de la crise sécuritaire dans la préfecture de Kpendjal au Nord-Togo.....	40
4. IDI OUNFANA Nassirou	
La philosophie de la paix : entre Etat de droit démocratique et insécurité au sahel.....	57
5. KOFFI Lopez Emmanuel Oscar	
Morale et religion : prolégomènes à un humanisme laïc.....	71
6. Okon Bernardin DJOUPO	
L'heure africaine : Déconstruire une habitude temporelle en Afrique pour une temporellité authentique avec Heidegger.....	84
7. Gabriel VANNA	
Le numérique au-delà d'une révolution historique : introduction à la fabrique philosophique de la culture perceptive.....	100
8. Bah Leger KOUADIO	
Karl Marx et Amartya sen : convergences et divergences dans l'analyse du capitalisme.....	114
9. Adjoua Marie Jeanne KONAN, Antoine KOUAKOU	
Coopération verticale/multilatérale et développement durable des états africains.....	132
10. Jean Désiré SAWADOGO	
Qu'on est si bien sur sa propre natte : Autonomie et développement endogène dans la pensée de Joseph KI-Zerbo.....	149

11. *Affoué Valery-Aimée TAKI*

Et si la nature avait un visage : réflexion lévinassienne sur un écologisme humaniste..**166**

12. *Dieudonné Achille Ozi GAGBÉI*

Un regard sur la participation démocratique du chrétien dans les États africains.....**178**

13. *MASSIKINI MOKEKA Jean-Pierre*

Réflexions sur les rapports juridiques entre le pouvoir central et les provinces en République Démocratique du Congo.....**192**

14. *Huédoté Fernand HOUNTON*

Des fondements philosophiques de la notion de programme génétique : entre cause finale et cause formelle.....**212**

15. *Docteur Mahmoud ABDOU*

Identités culturelles : entre conflits et nécessité d'un mieux vivre-ensemble.....**229**

16. *Antoine BORUGH-BU-DJORH*

La souveraineté des Etats africains à l'épreuve des coups d'Etat militaires : entre émancipation et néocolonialisme.....**241**

DES FONDEMENTS PHILOSOPHIQUES DE LA NOTION DE PROGRAMME GÉNÉTIQUE : ENTRE CAUSE FINALE ET CAUSE FORMELLE

Huédoté Fernand HOUNTON

Laboratoire d'histoire, philosophie et sociologie des sciences et technologies
(Université de Lomé)
fernandhounton@gmail.com

Résumé

L'analyse des difficultés soulevées par la théorie du programme génétique en biologie moléculaire fait état d'une connexité de cette théorie avec une source conceptuelle antique qui est la notion aristotélicienne de la forme. Or, il semble que c'est bien plus, et prioritairement, de la finalité que l'idée du programme génétique tire son inspiration. Ce postulat repose sur deux arguments : le premier, d'ordre historique, tient compte de la profession de la finalité par les biologistes initiateurs et premiers utilisateurs de la notion de programme génétique ; le second, de nature philosophique, relève l'ascendance logique et épistémologique, chez Aristote, de la cause finale sur la cause formelle.

Mots-clés : Biologie moléculaire, cause formelle, finalité, information génétique, programme génétique.

Abstract

The analysis of the difficulties raised by the theory of the genetic program in molecular biology shows a connection of this theory with an ancient conceptual source which is the Aristotelian notion of form. However, it seems that it is much more, and primarily, from finality that the idea of the genetic program draws its inspiration. This hypothesis is based on two arguments: the first, of a historical nature, takes into account the profession of finality by biologists, who are the initiators and first users of the notion of genetic program, the second, of a philosophical nature, raises the logical and epistemological ascent of the final cause on the formal cause in Aristotle.

Keywords: Molecular biology, formal cause, finality, genetic information, genetic program.

Introduction

La notion de programme génétique, « l'une des plus importantes innovations de la biologie moléculaire » et considérée comme « un concept explicatif fondamental de la biologie du développement » (E. F. Keller, 2003, p. 74), connaît, depuis l'aube de ce siècle, de vives critiques, surtout à cause du réductionnisme génétique qu'elle traduit. Il est alors normal que la recherche historique et philosophique se penche sur les fondements de cette théorie pour en révéler les raisons de la crise. Que la théorie du programme génétique soit une conséquence de l'intuition schrödingerienne de « code chromosomique », qui voit dans l'œuf fécondé tout l'avenir de l'organisme futur, cela est bien connu (A. Pichot, 2002 ; J.-J. Kupiec & P. Sonogo, 2000, Ch. 3). Mais il semble que les racines de cette théorie sont bien plus anciennes : elle correspondrait à la notion aristotélicienne de la cause formelle. Si certains auteurs ont perçu ce fondement antique (A. Mauron, 2002 ; T. Vinci & J. S. Robert, 2005) sans y trouver un problème, le mérite revient à J.-J. Kupiec (1999 ; 2005 ; J.-J. Kupiec et P. Sonigo, 2000) d'avoir expliqué comment la notion de programme génétique, du fait de cette influence aristotélicienne, induit une conception essentialiste du vivant qui ne laisse pas apercevoir les caractères complexe et aléatoire du fonctionnement biologique. Cependant, pointer l'âme, principe ou cause formelle des êtres vivants, tel que cela apparaît dans la philosophie aristotélicienne, comme l'équivalent antique de la notion de programme en génétique, occulte deux réalités. La première est que les biologistes moléculaires, à travers la métaphore de programme appliquée au patrimoine génétique, professent explicitement la finalité dans le monde vivant ; la seconde, c'est la place de la cause finale qui, pourtant, se présente chez Aristote comme « la cause des causes ». Quel est alors le statut de la finalité (cause finale), étant donné que d'une part, les biologistes théoriciens du programme génétique, adossent leur théorie au postulat de l'existence d'une finalité organique, appelée téléonomie, et que, d'autre part, chez Aristote, la cause formelle soit tributaire de la cause finale ? La présente recherche montre que c'est davantage, et prioritairement à la cause finale que revient la véritable place de fondement de la notion de programme génétique. Pour y arriver, il a d'abord été établi les raisons qui pourraient expliquer l'idée de la forme comme fondement de la théorie du programme génétique, puis ensuite, montré pourquoi c'est la finalité, et non la forme, qui porte impérieusement l'idée de programme.

1. De la forme comme fondement de la théorie du programme génétique

Il existe dans la formulation de problèmes et hypothèses de la biologie moléculaire des références, conscientes ou non, à certains concepts de la philosophie d'Aristote qui structurent l'imaginaire et le paysage langagier des biologistes et du public. Par exemple, depuis la fin du XX^e siècle, J.-J. Kupiec (1999 ; 2008 ; J.-J. Kupiec et P. Sonigo, 2000) n'a de cesse souligné l'influence de la philosophie d'Aristote sur l'élaboration de la théorie de l'évolution et sur la génétique. Pour le propos de ce papier, nous nous focalisons sur la biologie moléculaire, laquelle, à propos de la question de l'origine de l'individu biologique, a forgé la notion de programme génétique. Il est vrai, cependant, que l'idée de programme est également utilisée dans l'explication de l'évolution biologique. E. Mayr (1961, p. 26) faisait remarquer comment les vocations des biologistes fonctionnels mais aussi des biologistes évolutionnistes se définissent à partir de la notion de programme.

Le biologiste fonctionnel s'occupe de tous les aspects du décodage de l'information programmée contenue dans l'ADN de l'œuf fécondé. Le biologiste évolutionniste, quant à lui, s'intéresse à l'histoire de ces programmes d'information et aux lois qui contrôlent les changements des programmes de génération en génération (E. Mayr, 1961, p. 26 ; nous traduisons).

Le programme génétique est entendu comme équivalant à un individu biologique (F. Jacob, 1981, p. 23), lequel s'analyse dans ses processus de développement et d'évolution ; et pour ce faire, intéresse tous les domaines de la recherche biologique. On peut ainsi comprendre que la notion de programme génétique soit « longtemps restée la métaphore la plus répandue et la plus prégnante de la théorie biologique » (H. Atlan, 2011, p. 53).

La génétique moléculaire et la biologie de développement, deux branches de la biologie moderne, ont, plus étroitement, en partage l'usage des métaphores informationnelles qui ont émergé dans le contexte historique global du développement de l'ordinateur et des sciences de l'information (H. Atlan, 2006 ; M. Morange, 1994 ; E. F. Keller, 1999, A. Pichot, 2002). Étant « un avatar de l'histoire de la biologie qui correspond [...] à l'irruption des techniques de la chimie et de la physique dans le domaine des sciences du vivant » (P. Berche, 2016, p. 41-42), la biologie moléculaire offre, on le sait, la possibilité d'interpréter la structure et le fonctionnement des êtres vivants à partir des propriétés de leurs constituants moléculaires, de nature physico-chimique. On peut comprendre, en conséquence, qu'il s'agit, là, d'un paradigme mécaniste qui conforte le positivisme de la pensée scientifique moderne. Comme le précise F. Jacob (1970, p. 17),

La biologie moderne a l'ambition d'interpréter les propriétés de l'organisme par la structure des molécules qui le constituent. En ce sens, elle correspond à un nouvel âge du mécanisme. Le programme représente un modèle emprunté aux calculatrices électroniques. Il assimile le matériel génétique d'un œuf à la bande magnétique d'un ordinateur. Il évoque une série d'opérations à effectuer, la rigidité de leur succession dans le temps, le dessein qui les sous-tend.

Cette « assimilation » du « matériel génétique d'un œuf » à « la bande magnétique d'un ordinateur » repose, elle-même, sur une conception nouvelle du gène qui le présente, non plus comme une unité de calcul permettant de réaliser des prédictions sur la descendance de croisements (perspective mendélienne), ni non plus comme une unité matérielle, accessible à l'expérimentation, mais spécifiquement comme de « l'information génétique qui détermine le phénotype particulier corrélé », dont l'ADN est le support (H. Guyader, 2001, p. 58-60). Le gène, une fois appréhendé en termes d'information, la base est posée pour que le matériel génétique soit comparé à un « livre d'instructions » (*instruction manual*) (F. Jacob, 1970, p. 298 ; T. Vinci & J. S. Robert, 2005, p. 219) destiné à présider à l'organisation biologique. Et précisément, l'idée d'instruction est fondamentale dans la saisie du sens de la notion de programme. Le programme, que constitue la structure nucléique, à la différence du programme informatique, n'est pas modifiable à volonté ; il « n'est pas accessible à l'expérience acquise, et reste invariante à travers les générations » (F. Jacob, 1970, p. 17). Plus encore, il est ce qui, à la fois, ordonne et coordonne toute la structure et tout le fonctionnement de l'organisme vivant, et par conséquent, détermine son identité biologique. Le passage suivant de *La logique du vivant*, précise bien la manière dont le programme génétique est appréhendé, pour ainsi dire, comme le substrat et le principe du vivant.

L'hérédité se décrit aujourd'hui en termes d'information, de message, de code. La reproduction d'un organisme est devenue celle des molécules qui le constituent. [...] la structure des macromolécules est déterminée jusque dans le détail par les séquences des quatre radicaux chimiques contenus dans le patrimoine génétique. Ce qui est transmis de génération en génération, ce sont les « instructions » spécifiant les structures moléculaires. Ce sont aussi les moyens de mettre ces plans en exécution et de coordonner les activités du système. *Chaque œuf contient donc, dans les chromosomes reçus de ses parents, tout son propre avenir, les étapes de son développement, la forme et les propriétés de l'être qui en émergera. L'organisme devient ainsi la réalisation d'un programme prescrit par l'hérédité* (F. Jacob, 1970, p. 9-10 ; c'est nous qui soulignons).

Ce qui est ici indiqué, c'est la caractérisation de l'information génétique en termes de programme (ou d'instruction). Le génoïde constitueraient, comme le pensait E. Schrödinger (1986, p. 72), « le plan de l'architecture et l'œuvre d'art de l'entrepreneur ». Ce qui signifie que le développement, de l'œuf à l'organisme adulte, n'a besoin que du temps pour se réaliser si les

conditions requises sont réunies ; aucune autre information ne serait plus nécessaire. De même, l'idée d'instruction (ou de programme ou encore de plan) sous-entend celle d'une prédéfinition de l'avenir de l'être dont l'existence n'est encore qu'une potentialité. Ce qui, précisément, justifie la critique selon laquelle l'idée de programme génétique serait une résurgence du préformationnisme (H. Atlan, 1999) et une expression du déterminisme (et/ou réductionnisme) génétique (J.-J. Kupiec, 1999).

En réalité, il y a dans l'idée d'information génétique programmée deux niveaux de chose à comprendre : d'abord la conception de ce que contient le matériel génétique comme de l'information (ou message) et ensuite, la conception de cette information sous forme de programme ou d'instruction. Faut-il le préciser, toute information n'est un programme, que ce soit en information ou dans la communication sociale ordinaire. Ces deux niveaux de réalité sont historiquement distinguables dans la construction du savoir biologique. Dans son étude historique « Sur la théorie du programme génétique », A. Pichot (2002) retient que l'origine de cette théorie reste « obscure ». Cependant, on peut au moins admettre que l'introduction de la notion d'*information* en biologie moléculaire est antérieure à celle de programme dans la même discipline. Dans leur célèbre article de 1953, dans lequel fut proposée la description de la structure et des propriétés de l'acide désoxyribonucléique (ADN), J. D. Watson et F. Crick, (1953) écrivirent : « il [...] est probable que la séquence précise des bases est le code qui porte l'*information génétique* » (J. D. Watson et F. Crick, 1953, p. 965, nous traduisons et soulignons). Or, la notion de *programme* n'apparaît pour la première fois dans la littérature de la biologie moléculaire qu'en 1961 avec la parution des articles respectifs de François Jacob et Jacques Monod (« Genetic Regulatory Mechanisms in the Synthesis of Proteins »), puis d'Ernst Mayr (« Cause and Effet in Biology ») (E. F. Keller, 2003, p. 79-80). L'idée de l'information génétique sous la forme d'un programme suppose donc qu'il y eut entre 1953 et 1961 ce qu'E. F. Keller (1999, p. 40) appelle « la fusion de la notion d'*information* avec celle de *programme* et d'*instruction* » (C'est l'auteur qui souligne). La théorie de programme génétique apparaît ainsi comme le produit fini de cette fusion et induit l'idée que « dans la mesure où toutes les structures et performances des organismes sont la résultante des structures et activités des protéines qui les composent, on doit considérer que l'organisme entier constitue l'expression épigénétique ultime du message génétique lui-même » (J. Monod, 1970, p. 144). Et c'est précisément cette conception de l'information génétique qui invoque, selon les critiques, l'idée aristotélicienne de cause formelle.

À propos des fondements de la théorie du programme génétique, qui domine la biologie moléculaire, J.-J. Kupiec (2008, p. 26-28) explique qu'elle repose sur l'idée de Schrödinger

(1986) selon laquelle les lois de la biologie, à la différence de celles de la physique qui sont probabilistes, reflèteraient un ordre intrinsèque à la matière vivante : « L'organisation macroscopique des êtres vivants serait produite par l'ordre microscopique inscrit dans les chromosomes sous forme d'information génétique » (J.-J. Kupiec, 2008, p. 27). Tel est, en effet, le sens du développement effectué jusqu'ici sur la conception de l'information génétique. Mais l'auteur de *L'origine des individus* ajoute que les racines historiques et philosophiques de cette conception sont bien plus anciennes. Selon J.-J. Kupiec (*Idem*) « l'information génétique est équivalente à la cause formelle ou à l'âme dans la philosophie d'Aristote. Il s'agit d'un principe d'ordre qui détermine une organisation invariante des êtres vivants correspondant à l'espèce ». Cette comparaison entre la génétique et le système aristotélicien, l'auteur l'a abondamment soulignée (1999 ; J.-J. Kupiec et P. Sonigo, 2000, Chap. 3). En effet, dans le sens de ce rapprochement, J.-J. Kupiec note que « ces deux théories fonctionnent de la même manière, en s'appuyant sur des concepts identiques. La différenciation génétique/phénotype (essence/existence) est la conséquence de l'ontogenèse, réalisée par l'intermédiaire d'un programme (forme), en s'appuyant sur la propriété de spécificité des molécules » (J.-J. Kupiec et P. Sonigo, 2000, p. 72). On peut le voir, ces analyses de Kupiec sont effectivement en parfaite cohérence avec la logique qui sous-tend la théorie du programme génétique. Chez Aristote (1993), l'un des sens dans lesquels l'âme joue un rôle causal est qu'elle est « principe » ou « substance » des êtres vivants. Dans le traité *De l'âme*, on peut lire : « la substance est ce qui est universellement responsable de l'être. Or l'être, pour les vivants, c'est la vie. Et ce qui en est responsable, leur principe, c'est l'âme. De plus, l'expression de ce qui est potentiellement, c'est la réalisation » (Aristote 1993, II, 415b13-15). Ceci signifie que les organismes vivants ne sont ce qu'ils sont que parce qu'ils constituent le lieu de réalisation de l'âme qu'ils ont en eux et qui est constitutive de leur être. Il faut donc nécessairement que l'âme soit substance comme forme d'un corps naturel qui a potentiellement la vie. De plus, Aristote attribue trois acceptations à la notion de substance : « celle-ci s'entend, soit comme matière (chose qui, par soi, ne constitue pas une réalité singulière), soit comme aspect ou forme (en vertu de quoi, précisément, on peut parler d'une réalité singulière), soit, troisièmement, comme le composé des deux » (Aristote, 1993, II, 1, 412a7-12). La deuxième acceptation, c'est-à-dire la substance au sens de l'« aspect » ou de la « forme » correspond justement à la « cause » qui confère à chaque être sa nature ou son identité, le ce « en vertu de quoi, précisément, on peut parler d'une réalité singulière » – la matière, à elle seule, n'étant une substance déterminée qu'en apparence (Aristote, 2008, Λ, 3, 1070a 9-13). La cause formelle, « c'est la forme ou le modèle, c'est-à-dire la formule de l'être essentiel [...] (par exemple, pour l'octave, c'est le rapport de deux à

un, et d'une manière générale le nombre) [...] » (Aristote, 2002, II, 3, 194b 27-29). Ainsi comprise, la forme, c'est la définition, « le ce que c'est » des êtres (Aristote, 2008, B, 2, 996b 7) et constitue, pour ce faire, leur principe distinctif ; car par exemple, c'est par la forme qu'un homme est différent d'un cheval (Aristote, 2002, I, 3, 186a 22). C'est donc à la cause formelle que revient, chez Aristote, la vocation de fixer l'identité des êtres – vivants ou non.

En postulant la forme comme principe du vivant et en soutenant que « tout étant naturel advient à partir du substrat et de la figure » (Aristote, 2002, I, 7, 190b 21), Aristote entend expliquer le fondement de la génération ou de l'hérédité, c'est-à-dire comment se fait-il, par exemple, que d'un humain nait un humain ? En effet, selon l'auteur,

[...] tout vient à être à partir d'un homonyme, comme dans le cas des choses naturelles, ou depuis une partie homonyme, comme la maison vient d'une maison, en tant qu'elle est conçue par une intelligence (car l'art, c'est la forme), ou depuis une partie ou depuis ce qui possède une partie de la « chose », à moins de venir à être par coïncidence. [...] Par conséquent, comme dans les déductions, la substance est principe de tout, car *les déductions partent du ce que c'est et dans ce cas, les générations le font*. Il en va de même pour les choses constituées par nature, car la semence produit à la manière d'un art, puisqu'elle contient la forme en puissance. Et ce d'où vient la semence est en quelque sorte homonyme de « l'engendré » (...) sauf dans le cas d'un être incomplet (Aristote, 2008, Liv. Z, 9, 1034a 31-1034b 3 ; c'est nous qui soulignons).

Le fond de l'idée d'Aristote ici, c'est que l'être engendré ne se définit que par rapport à l'être d'où il provient ; ce qui signifie que la forme (ou l'identité) d'un individu biologique n'est qu'une « figure » réalisée à partir d'une forme spécifique connue et préexistante. Et cela est rendu possible par la propriété de la semence à contenir potentiellement la nature propre de son auteur. Il se comprend ici la notion de la « mémoire » biologique qui est, selon les mots de F. Jacob (1970, p. 10), « le souvenir des parents que l'hérédité trace dans l'enfant ». C'est pourquoi l'homonymie, au sens où Aristote en parle, a un sens éminemment ontologique, et non seulement linguistique. Les *Catégories* définissent l'homonymie en ces termes :

On appelle *homonymies* les choses dont le nom seul est commun, tandis que la notion [« le concept, l'essence de la chose dans l'esprit »] désignée par ce nom est diverse. Par exemple, *animal* est aussi bien un homme réel qu'un homme en peinture ; ces deux choses n'ont en effet de commun que le nom, alors que la notion désignée par le nom est différente. Car si on veut rendre compte en quoi chacune d'elle réalise l'essence d'*animal*, c'est une définition propre à l'une et à l'autre qu'on devra donner (Aristote, 2004, 1, 1-5, p. 17-18).

Dans cet exemple, la définition spécifique qui confère la même identité à ces deux ordres de réalité (homme réel et homme en peinture) est précisément celle de l'espèce humaine, c'est-à-dire l'ensemble des caractéristiques à partir desquelles on reconnaît un être humain. L'homme réel comme l'homme en peinture sont représentés par un même concept, lequel reflète, pour notre préoccupation, l'idée aristotélicienne de la forme. Ainsi, dans la philosophie d'Aristote,

la forme (cause formelle) représente ce que le programme génétique est censé être à un organisme vivant dans la biologie moléculaire.

Si alors le rapprochement entre la théorie du programme génétique et le concept aristotélicien de la forme peut se justifier, peut-on, cependant, soutenir que les initiateurs et/ou premiers utilisateurs de la notion de programme génétique en biologie moléculaire ont revendiqué une telle référence aristotélicienne ?

2. La finalité comme fondement de la notion de programme génétique

Il semble que l'idée de programme, telle que mise en perspective chez les premiers biologistes moléculaires, se rapporte davantage à la finalité qu'à la forme. En considérant les analyses des biologistes tels que Jacques Monod, François Jacob et Ernst Mayr à propos de la notion de programme génétique, on remarque que la référence est explicitement faite à la finalité. Faut-il le rappeler, la notion de programme a été conçue pour représenter le mécanisme d'expression des déterminations génétiques dans le développement apparemment orienté de l'embryon. Il était question de représenter le processus de formation des organismes biologiques (ontogenèse), en sauvegardant l'idée d'un déterminisme fondé sur la finalité sans pour autant verser dans la métaphysique ou le vitalisme.

Le nom que prend l'étude de la finalité chez Aristote est la téléologie. Mais ce terme traduit également la conception selon laquelle les phénomènes naturels obéissent à des causes finales. Chez Aristote (1885, Liv. I, Chap. V, 145b, §6), la chose est sans équivoque :

Il n'y a jamais de hasard dans les œuvres [que la nature] nous présente. Toujours ces œuvres ont en vue une certaine fin ; et il n'y a rien au monde où le caractère de cause finale éclate plus éminemment qu'en elles. Or la fin en vue de laquelle une chose subsiste ou se produit, est précisément ce qui constitue pour cette chose sa beauté et sa perfection.

Cependant, il faut le dire, « à partir de Galilée et de Descartes et de la découverte du principe d'inertie, ce que l'on a appelé la connaissance scientifique excluait par définition toute espèce d'interprétation téléologique » (J. Monod, 2002, p. 113). C'est alors que se comprend ce que J. Monod (2002) appelle le « paradoxe de la biologie », étant donné que cette science a un objet qui semble traduire, à l'évidence, de la finalité. Le problème est celui-ci :

comment interprétons-nous l'existence de ces êtres que le biologiste étudie, et qui, de toute évidence, sont des êtres programmés, et qui deviennent sans aucun sens pour moi, et même heuristiquement inanalysables si nous n'admettons pas que les yeux sont faits pour voir et que les pattes sont faites pour marcher, par exemple (J. Monod, 2002, p. 113-114).

On le voit, la nature de l'objet de la biologie se présente comme ce qui contraint les spécialistes de cette science à postuler la finalité comme fondement de leur discipline. La situation se présente comme si, proscrire la finalité du monde vivant, reviendrait à mettre en péril la possibilité même d'approcher rationnellement les phénomènes vitaux.

Seulement, au lieu du terme « téléologie » comme chez Aristote, les biologistes choisirent de parler de « téléconomie », notion qui se veut, non plus métaphysique, mais scientifique, et traduit, selon les termes d'E. Mayr (1961, 31), « une finalité purement mécaniste » (*a purely mechanistic purposiveness*). Il n'est pas besoin, dit Pierre-Henri Gouyon, « de rejeter la finalité en soi, mais seulement de mettre au rebut celle qui a besoin d'une transcendance consciente pour se trouver un sens » (M. Benasayag & P.-H. Gouyon, 2012, p. 90). En effet, pour P.-H. Gouyon, « il est clair [...] que les organes et les organismes sont des objets finalisés » ; mais ils ne le sont pas dans le sens grec du mot téléologie. Ainsi, selon le biologiste français, « La téléconomie serait à la téléologie ce que l'astronomie est à l'astrologie : l'étude scientifique de la finalisation des organes » (M. Benasayag & P.-H. Gouyon, 2012, p. 92). Par cette nouvelle connotation de la finalité, les biologistes entendent faire face au paradoxe de la biologie sans plus avoir à affronter le problème de la téléologie. C'est alors que la notion de programme s'est révélée, à leurs yeux, comme un substitut adéquat et efficace pour traduire la finalité inhérente aux phénomènes de la vie, sans qu'aucun recours ne soit fait à des présupposés métaphysiques ou vitalistes. J. Monod (2002, p. 115) explique dans son « autocritique » que l'objet de son livre, *Le hasard et la nécessité*, est de monter que

la théorie moléculaire du code génétique, constitue *une interprétation physique de l'origine des propriétés téléonomiques des êtres vivants* et nous permet de comprendre ce phénomène qui paraît quasi impossible a priori : que d'un univers strictement objectif, c'est-à-dire dénué de projet, puissent sortir des êtres qui ont un projet, nous [les hommes] par exemple (*sic* ; c'est nous qui soulignons).

Ce paradoxe, qui se caractérise par un écartèlement de la science biologique entre mécanisme et finalisme, a trouvé, selon F. Jacob (1970, p. 10), sa solution avec l'application du concept de programme à l'hérédité. Car le concept de programme permet de conserver l'idée d'un développement *orienté* de l'organisme vivant, et des processus vitaux en général, tout en composant avec la logique mécaniste des sciences modernes. En effet, comme l'écrit F. Jacob (1970, p. 17), « Longtemps, le biologiste s'est trouvé devant la téléologie comme auprès d'une femme dont il ne peut se passer, mais en compagnie de qui il ne veut pas être vu en public. Mais à cette liaison cachée, le concept de programme donne maintenant un statut légal. » Ces propos de F. Jacob, en apparence caricaturaux, sont profondément significatifs. Ils invoquent, non

seulement un intérêt réel, mais aussi un rapport quasiment affectif du biologiste à la finalité, qui semble être la caractéristique fondamentale de son objet d'étude. Que l'auteur compare expressément ce rapport à celui d'un homme à une « femme », et non à une réalité quelconque, cela suggère que la finalité représente un véritable élément de motivation pour le biologiste. La situation ressemble à celle où le biologiste ne se sentirait tel (biologiste/scientifique) qu'en conjuguant avec la finalité, exactement comme l'homme ne se sentirait amant qu'en compagnie de sa bien-aimée. Il apparaît que « Nier la finalité organique, c'est le plus audacieux des paradoxes. [...]. C'est rejeter l'idée même de fonction, qui est l'unique objet de [la] science [biologique] », (E. Goblot, 1922, p. 107).

Du point de vue d'E. Mayr (1961), si la biologie évolutionniste ne peut valablement postuler l'existence d'une finalité ou d'un « plan » qui oriente l'évolution des êtres vivants, cela n'est pas le cas pour la biologie moléculaire ou celle de développement. Contrairement aux espèces dont les caractères sont l'œuvre de la sélection naturelle, l'individu se détermine, sur tous les plans, par son programme génétique. Cette position qui apparaît à l'auteur comme une « réponse ferme et sans ambiguïté » (*a firm and unambiguous answer*), repose sur la conviction que « L'existence de programmes complexes d'information dans l'ADN du plasma germinatif permet une finalité téléologique » (E. Mayr, 1961, p. 35 ; nous traduisons). E. Mayr, en utilisant « le langage de l'ordinateur », en déduit qu'« un individu qui [...] a été « programmé » peut agir à dessein, c'est-à-dire dans le sens d'une finalité. Ainsi,

Un oiseau qui commence sa migration, un insecte qui sélectionne sa plante hôte, un animal qui évite un prédateur, un mâle qui se présente à une femelle – ils agissent tous à dessein parce qu'ils ont été programmés pour le faire. Quand je parle d'un « individu » programmé, précise Mayr, je le fais au sens large. Un ordinateur programmé est lui-même un individu en ce sens, mais il en va de même, lors de la reproduction [...]. Le programme d'ADN complètement individualiste et pourtant spécifique à l'espèce de chaque zygote (ovule fécondé), qui contrôle le développement des systèmes nerveux central et périphérique, des organes de sens, des hormones, de la physiologie et de la morphologie, est le *programme* pour le comportement informatique de cet individu (E. Mayr, 1961, p 30).

L'auteur peut alors conclure que

L'action intentionnelle d'un individu, dans la mesure où elle est basée sur les propriétés de son code génétique, n'est donc ni plus ni moins intentionnelle que les actions d'un ordinateur qui a été programmé *pour* répondre de manière appropriée à diverses entrées. C'est, si je puis dire, une finalité purement mécaniste (E. Mayr, 1961, p. 31).

Le sens de cette assimilation du matériel génétique à un programme d'ordinateur, déjà relevée chez F. Jacob, est que toutes les caractéristiques de l'individu biologique sont déterminées par des « instructions », propres à l'espèce mais aussi singulières à l'individu en

question. De la même manière qu'un ordinateur est *orienté* par le biais d'un logiciel pour se conduire dans une logique singulière afin d'exécuter une tâche appropriée, l'organisme, également, serait déterminé par son gé nome pour être ce qu'il est. La seule différence ici, est que l'ordinateur a besoin d'un programmeur conscient qui définit intentionnellement le comportement de la machine face à certaines données, alors que le programme génétique, bien qu'il définisse l'avenir de l'organisme, n'émane pas d'une conscience ; sa nature est purement physique et chimique, et son fonctionnement purement mécanique. Chez l'ordinateur, une fois le travail du programmeur terminé, la finalité prescrite fonctionne toute seule dans les limites qui sont les siennes, sans l'influence d'une autre intention dans le mécanisme d'exécution de la tâche. C'est là ce qu'E. Mayr désigne par « une finalité purement mécaniste », précisément pour la distinguer de la finalité à laquelle préside une intention. Comme l'expliquent P. Foulquié et R. Saint-Jean dans leur *Dictionnaire de la langue philosophique*,

La finalité intentionnelle est celle de l'activité consciente de l'homme et suppose la connaissance de la fin à atteindre. La finalité naturelle, celle des organismes vivants, n'implique pas cette connaissance de la fin ; celle aussi des machines de fabrication humaine, comme la montre ou la machine à coudre, qui réalisent, sans la connaître, la fin pour laquelle elles ont été construites.

En effet, ce qui intéresse, dans la comparaison faite par le biologiste américain entre l'ordinateur et l'organisme vivant, c'est le point commun, intellectuellement saisissable, selon lequel, l'idée de programme suppose la définition d'une *finalité*. Sur le plan linguistique par exemple, la notion de programme suggère l'idée d'une planification ou d'un ensemble de prévisions – d'activités à mener, de tâches à exécuter, de points à aborder dans une période de temps déterminée. Et il est à constater que tout programme se conçoit et se déploie en fonction d'un but précis.

Il ressort de ce développement que les biologistes, notamment ceux qui ont en premier utilisé la métaphore de programme pour rendre intelligible le développement des organismes individuels, ont explicitement fait, à travers cette métaphore, une profession de la finalité en biologie. Ceci nous permet de dire qu'au regard de la philosophie d'Aristote, l'idée de programme génétique, qui prescrit la *fin* mais aussi définit la *forme*, réalise deux fonctions causales. On peut donc supposer que ce n'est pas seulement à la cause formelle que le concept de programme génétique fait signe, mais aussi à la cause finale. Explorer le rapport qu'Aristote établit entre ces deux causes peut aider à préciser davantage une telle lecture.

La doctrine aristotélicienne des causes nous renseigne sur quatre différentes causes (matérielle, efficiente, formelle et finale) par lesquelles l'existence des êtres et leur nature se justifient. Ce qui nous intéresse ici, c'est d'explorer chez Aristote le rapport entre les causes

finale et formelle pour voir laquelle des deux peut (ou a pu) servir rigoureusement de fondement à l'idée de programme génétique.

En analysant le livre II de la *Physique*, Michel Bastit (2002, Chap. 3) fait état d'une double hiérarchie des causes chez Aristote. D'une part, la cause formelle jouit d'une prééminence par rapport aux autres causes, car elle peut exercer les fonctions qui leur sont réservées. D'autre part, la cause finale est présentée comme « la cause des causes », car elle constitue le bien vers lequel la nature est orientée. C'est en effet là une lecture conforme au développement d'Aristote. Cependant, elle pourrait entretenir une certaine équivocité, car chacun de ces deux types de cause se voit prédominant, et est en même temps sensé contenir l'autre. Comment les deux différentes causes pourraient-elles jouir du même statut de cause-leader, pour ainsi dire, et pourtant se présenter comme dominante l'une par rapport à l'autre, selon les sens de l'interprétation, dans le même système philosophique ? C'est qu'en réalité, comme le dit J. Follon (1988, p. 331), chez les êtres vivants, du point de vue de leur génération ou de leur devenir, « la forme est encore cause finale ». Commentant les vues d'Aristote à ce propos, l'auteur écrit :

D'une part, en effet, tout devenir d'un être vivant a lieu en vue d'une fin, qui est précisément la forme de cet être : par exemple, la cause finale du développement d'une semence humaine est l'acquisition d'une certaine forme, en l'occurrence l'âme humaine, tout comme la cause finale du développement de l'enfant est l'homme complètement *formé*, c'est-à-dire en pleine possession de sa forme. Aussi peut-on dire que la forme de l'homme est cause de celui-ci à la fois comme cause formelle et comme cause finale, mais d'un point de vue différent : comme cause formelle, elle est cause de l'homme du point de vue de la substance, tandis que comme cause finale, elle est sa cause du point de vue de la génération ou du devenir (J. Follon, 1988, p. 331-332).

Ce qu'il faut noter ici, c'est une assimilation entre cause formelle et cause finale qu'on retrouve chez Aristote (2008, H, 4, 1044b 1). Défendant l'existence de la finalité dans la nature, notamment à propos des êtres vivants, animaux et plantes, Aristote (2002, II, 8, 199a 32-33) écrit : « puisque la nature est double, matière d'un côté, figure de l'autre, que *celle-ci [la figure] est fin*, et que tout le reste est en vue de la fin, *la nature comme forme sera la cause en vue de quoi* ». Deux idées essentielles sont à relever de cette affirmation de l'auteur : l'une est que tous les processus vitaux obéissent à une finalité, et l'autre, que forme (figure) et finalité (ce en vue de quoi) se ramènent à la même chose. Cette assimilation entre les deux causes pourrait expliquer le fait qu'E. Mayr se soit référé plus tard à la notion forme (*eidos*) comme l'équivalent antique de celle de programme génétique. En effet, l'auteur suggérait que si on changeait toutes les occurrences du terme « *eidos* », c'est-à-dire la forme, dans le corpus d'Aristote avec la notion moderne de « programme génétique », alors Aristote serait pleinement en accord avec

la génétique moderne (T. Vinci & J. S. Robert, 2005, p. 201). De ce point de vue, il n'y aurait pas contradiction si, en cherchant un correspondant antique de la notion de programme génétique, l'on se réfère à la forme ou à la finalité.

Ainsi, que cause formelle et cause finale soient « identiques » chez Aristote, cela est connu et établi. Mais c'est sans compter que chez le Stagirite, les deux causes n'ont pas absolument la même valeur et ne jouent pas non plus le même rôle. La cause finale garde, malgré tout, une certaine prééminence logique et épistémologique sur la cause formelle.

Sur le plan logique, la prééminence de la fin sur la forme se justifie par l'idée que toute définition (c'est-à-dire toute acquisition de forme ou de figure) des êtres (de la nature ou de l'art) est soumise à une fin propre. Pour mieux comprendre cette position, contextualisons l'idée de finalité, en la cristallisant sur les organismes vivants. En effet, la finalité chez Aristote est souvent interprétée comme une téléologie cosmique au sens où l'entend Ch. Werner (1931). En effet, selon Ch. Werner (1931), la finalité théorisée par Aristote, découle d'un principe supérieur à la nature et est au-delà d'elle, même s'il se manifeste dans le monde en orientant les êtres vers leur fin. Werner (1931, p. 6) n'a pas manqué d'indiquer que

La philosophie d'Aristote est fondée, non plus sur les mathématiques, comme celles de Pythagore et de Platon, mais sur la biologie : c'est en observant les êtres vivants qu'il a conçu l'Idée comme la forme active, qui donne au corps son organisation, et qui pousse les êtres vers la perfection à laquelle ils sont destinés.

Seulement, l'auteur n'a pas tiré la conséquence de cette approche aristotélicienne axée sur les êtres vivants, laquelle lit désormais la finalité à l'intérieur des espèces. C'est cette lecture que propose P.-M. Morel (2016) du concept aristotélicien de la finalité, s'agissant des organismes vivants. D'après Morel (2016), lorsqu'Aristote étudie la finalité en considérant les êtres vivants, il ne la conçoit plus comme un « ordre cosmique », mais plutôt comme un ordre qui fait réaliser le meilleur dans chaque être en fonction d'un ensemble de possibilités ou de propriétés appartenant au genre et à l'espèce. Ainsi, se comprend, chez lui, l'idée d'une finalité « naturelle », « relative » ou « locale ». Elle est relative, parce qu'elle opère à l'intérieur des espèces vivantes et est responsable de l'accomplissement ou la perfection de chaque individu biologique selon l'espèce à laquelle il appartient. Aristote lui-même écrit dans *La locomotion des animaux* :

Pour commencer l'examen, procédons comme nous avons souvent l'habitude de le faire dans notre travail de naturaliste, en considérant la manière dont les choses se passent dans toutes les opérations de la nature. L'une de ces caractéristiques est que la nature ne fait rien en vain mais, en chaque espèce animale, en réalisant toujours le meilleur selon ce que permet son essence. C'est pourquoi si telle réalisation est préférable, elle est aussi et par là même conforme à la nature (Aristote, 2013, 2, 704b12-18).

On peut comprendre que la finalité, qui se traduit par la formule « la nature ne fait rien en vain », opère relativement, à l’intérieur des espèces. Dès lors, un individu biologique n’est reconnu comme tel, c’est-à-dire comme appartenant à une espèce définie, que dans la mesure où cet individu réalise la fin qui est la sienne, et qui lui est prescrite par les dispositions de son espèce. C’est ici que se comprend pleinement la prééminence logique de la fin sur la forme. Au processus biologique qui confère la forme (ou la figure) à la matière pour donner un corps vivant spécifique, préside une finalité qui trace, à l’avance, les voies du développement organique. L’idée ici est que la cause formelle est tributaire de la cause finale. En effet, pour Aristote (2002, II, 1, 193b 18-19), « [...] ce qui croît naturellement en venant de quelque chose, va ou croît vers quelque chose. Qu’est-ce dont la chose qui croît ? *non pas ce d’où elle vient, mais vers ce vers quoi elle va* » (C’est nous qui soulignons). Cette position constitue une affirmation franche de la prédominance de la fin sur la forme s’agissant de définition de l’organisme vivant. L’identité de l’être qui se développe vient *a priori* de la cause finale incarnée par l’espèce qui guide la réalisation de la forme issue du géniteur. Par exemple, la naissance d’un fils (humain) à partir de la semence d’un père, est prioritairement la réalisation d’une finalité, qui est l’identité humaine, en même temps qu’il s’agit d’une information, c’est-à-dire une réception de « forme », à partir de la forme potentiellement contenue dans la semence du père. C’est la fin qui fixe les modalités du devenir de l’être qui se définit sous l’action de la cause formelle. On voit une concomitance entre l’accomplissement de la fin et celui de la forme, et qui ne laisse pas clairement percevoir la prééminence de la première sur la seconde. Puisqu’elle n’est que logique, cette prééminence ne saute pas aux yeux. Il faut ajouter que cet ordre logique est également unidirectionnel : il va de la fin à la forme, c’est-à-dire que la cause formelle n’a aucune influence sur la finalité, alors que celle-ci soumet celle-là à sa guidance. À partir de ce développement, il serait peut-être plus adroit de parler d’une *coïncidence* entre la cause finale et la cause formelle dans la construction de l’identité biologique, plutôt que d’une *égalité* entre elles.

En outre, la cause finale semble jouir également d’une certaine ascendance épistémologique par rapport aux autres causes. Dans le premier livre de la *Métaphysique*, Aristote (2, 982a 35-982b 7) écrit :

En effet, celui qui choisit la science pour elle-même choisira, de préférence à tout, la science la plus haute : telle est la science de ce qui est au plus haut point objet de science. Or sont au plus haut point objets de science, les objets premiers, c’est-à-dire les causes, car, par eux et à partir d’eux, on acquiert aussi la connaissance des autres causes, mais non la connaissance de ces objets et de ces causes par celle des substrats. *La science la plus propre à commander, et plus propre à commander que celle qui est à son service, est celle qui acquiert la connaissance de la*

fin en vue de laquelle chaque chose doit être faite, c'est-à-dire le bien de chaque chose et globalement le meilleur dans la nature entière (C'est nous qui soulignons).

L'hypothèse d'une supériorité épistémologique de la science de la finalité des choses sur la recherche à propos des autres causes s'explique par le fait que si, selon Aristote, connaître scientifiquement, c'est connaître les causes des phénomènes, toutes les causes n'ont pas la même dignité. Et ici, la cause finale prend le dessus.

Sur la base de cette double ascendance – logique et épistémologique – de la cause finale sur la cause formelle, nous retenons que dans la philosophie d'Aristote, la forme est tributaire de la finalité, c'est-à-dire que la réalisation de la forme organique reste soumise à l'ordonnance de la finalité naturelle interne à l'espèce. De ce point de vue, l'élément causal à partir duquel se définit l'organisme vivant est prioritairement la fin. Celle-ci se comprend comme la raison d'être de chaque organisme vivant, et de ses constituants, mais aussi comme ce qui fixe les limites de ses modes d'être et d'action. Ceci induit que le rôle attribué par les biologistes modernes au concept de programme génétique est davantage d'inspiration finaliste. Et c'est précisément cette inspiration qui est à la base du réductionnisme regrettable de la biologie moléculaire. La fixation de la fin empêche n'importe quelle forme organique de se réaliser, tout comme la prescription de programme génétique limite l'extension des différentes fonctions et structures aux strictes possibilités conférées au programme. Postuler une fin naturelle, comme croire en un programme – génétique ou de développement –, contraint l'esprit à restreindre ses cadres dans l'approche de la réalité.

Conclusion

Dans son application à rendre compte de l'identité biologique des organismes individuels, la théorie moderne du programme génétique révèle beaucoup d'affinités avec l'idée aristotélicienne de la forme (cause formelle). Cette réalité, couplée à celle de la coïncidence des causes finale et formelle chez Aristote, ne permet pas d'apprécier la place privilégiée qu'accorde Aristote à la finalité dans la construction des organismes vivants. Il ressort de l'analyse que c'est prioritairement à la finalité que la notion de programme génétique fait signe, car d'une part, les biologistes la revendentiquent clairement et, d'autre part, la cause finale garde une prééminence logique et épistémologique sur la cause formelle. Un tel résultat permet de comprendre que le réductionnisme génétique, que traduit l'idée de programme en biologie de développement, a pour origine véritable l'inscription de la biologie moléculaire dans une vision finaliste des processus vitaux. Cet état de choses montre à suffisance la nécessité d'une psychanalyse de la connaissance, nourrie de ressources à la fois historiques et philosophiques.

Références bibliographiques

- ARISTOTE, 1885, *Parties des animaux*, Tome 2, Trad. B. Saint-Hilaire, Paris, Hachette & Cie.
- ARISTOTE, 2002 (2^e édition revue), *Physique*, Trad. P. Pellegrin, Paris, Flammarion.
- ARISTOTE, 2004, *Catégories & De l'interprétation*, Trad. J. Tricot, Paris, Librairie philosophique J. VRIN.
- ARISTOTE, 2008, *Métaphysique*, Trad. M.-P. Duminil et A. Jaulin, Paris, Flammarion.
- ARISTOTE, 2013, *Le mouvement des animaux/La Locomotion des animaux*, Trad. P.-M. Morel, Paris, Flammarion.
- ATLAN Henri, 1999, *La fin du « tout génétique » ? Vers de nouveaux paradigmes en biologie*, Paris, INRA.
- ATLAN Henri, 2006, *L'organisation biologique et la théorie de l'information*, Paris, Édition du Seuil.
- ATLAN Henri, 2011, *Le vivant post-génomique : ou qu'est-ce que l'auto-organisation ?*, Paris, Odile Jacob.
- BASTIT Michel, 2002, *Les quatre causes de l'être selon la philosophie première d'Aristote*, Louvain-la-Neuve, Peeters.
- BENASAYAG Miguel & GOUYON Pierre-Henri, 2012, *Fabriquer le vivant*, Paris, La Découverte.
- BERCHE Patrick, 2016 (Novembre), « Histoire de la biologie moléculaire », *Feuilles de Biologie*, n°333, p. 41-51.
- FOLLON Jacques, 1988, « Réflexions sur la théorie aristotélicienne des quatre causes », *Revue Philosophique de Louvain*, Quatrième série, tome 86, n°71, p. 317-353. https://www.persee.fr/doc/phlou_0035-3841_1988_num_86_71_6508
- GOBLOT Edmond, 1922, *Le système des sciences. Le Vrai, l'Intelligible et le Réel*, Paris, Hachette.
- GUYADER Hervé, (Octobre) 2001, « Qu'est-ce qu'un gène ? Une petite histoire du concept », *Courrier de l'environnement de l'INRA*, n°44, p. 53-63.
- JACOB François, 1970, *La logique du vivant*, Paris, Gallimard.
- JACOB François, 1981, *Le jeu des possibles*, Paris, Fayard.
- KELLER Evelyn Fox, 1999, *Le rôle des métaphores dans le progrès de la biologie*, Trad. G. Charpy et M. Saint-Upéry, Le Plessis-Robinson, Institut Synthélabo pour le progrès de la connaissance.
- KELLER Evelyn Fox, 2003, *Le siècle du gène*, Trad. S. Schmitt, Paris, Gallimard.

KUPIEC Jean-Jacques, 1999, « L'influence de la philosophie d'Aristote sur l'élaboration de la théorie de l'évolution et sur la génétique », *Revue européenne des sciences sociales*, T. 37, No. 115, Animalité et Humanité Autour d'Adolf Portmann : XVe colloque annuel du Groupe d'Étude "Pratiques Sociales et Théories", p. 89-116.

KUPIEC Jean-Jacques, 2008, *L'origine des individus*, Paris, Fayard.

KUPIEC Jean-Jacques et SONIGO Pierre, 2000, *Ni Dieu ni gène. Pour une autre théorie de l'hérédité*, Paris, Édition du Seuil.

MAURON Alex, 2002, « Genomic Metaphysics », *J. Mol. Biol.* P. 319, 957–962.
doi:10.1016/S0022-2836(02)00348-0

MONOD Jacques, 1970, *Le hasard et la nécessité. Essai sur la philosophie naturelle de la biologie moderne*, Paris, Édition du Seuil.

MONOD Jacques, 2010, « Jacques Monod : Autocritique », *Bulletin d'histoire et d'épistémologie des sciences de la vie*, 17, (2), p. 111-124.

MORANGE Michel, 1994, *Histoire de la biologie moléculaire*, Paris, La Découverte.

MOREL Pierre-Marie, 2016, « La nature ne fait rien en vain », *Philosophie antique*, n°, p. 9-30.

PICHOT André, 2002, « Sur la notion de programme génétique », *Philosophia Scientiæ*, 6, n°1, p. 163-172.

SCHRÖDINGER Erwin, 1986, *Qu'est-ce que la vie ? De la physique à la biologie*, Trad. L. Keffler, Paris, Christian Bourgois Éditeur.

VINCI Tom & ROBERT Jason Scott, (April) 2005, « Aristotle and Modern Genetics », *Journal of the History of Ideas*, Vol. 66, n° 2, p. 201-221.

WATSON James Dewey & CRICK Francis Harry Compton, (30 Mai) 1953, « Genetical Implications of the Structure of Deoxyribonucleic Acid », *Nature*, Vol., 171, n°4361, p. 964-967.

WERNER Charles, 1931, « La finalité d'après Aristote », *Revue de Théologie et de Philosophie*, 19, p. 5-16. <http://doi.org/10.5169/seals-380191>