

Revue Internationale de

ISSN 0980-1472

systemique

Vol. 2, N° 1, 1988

afcet

Dunod

AFSCET

Revue Internationale de
systemique

Revue
Internationale
de Sytémique

volume 02, numéro 1, pages 63 - 75, 1988

Epistémologie et approche cybernétique
de l'évolution

Alexis Djanko

Numérisation Afscet, janvier 2016.



Creative Commons

- [5] LAPLACE P.S., *Essai philosophique sur les probabilités*, C. Bourgois, 1986.
- [6] MATALON B., Epistémologie des probabilités in *Logique et connaissance scientifique*, Encyclopédie de la Pléiade, 1967.
- [7] MISES von L., *Wahrscheinlichkeit, Statistik und Wahrheit* 4ème éd., Springer-Verlag, 1971.
- [8] NEUMANN von J., et MORGENSTERN O., *Theory of Games and economic Behavior*, Princeton University Press, 1944.
- [9] PLATON, *Oeuvres complètes*, t. 1, Bibliothèque de la Pléiade, 1950.
- [10] PRIGOGINE I. et STENGERS I., *La Nouvelle Alliance*, Gallimard, 1979.
- [11] TEILLAC J. et NAUDET R., Le réacteur naturel d'Oklo in *La radioactivité artificielle a cinquante ans*, Editions du CNRS, 1984.
- [12] VALLEE R., Observation, décision and structure transfers in systems theory in *Progress in Cybernetics and Systems research*, vol. 1, Hemisphere publishing Corporation, 1975.
- [13] WALD A., *Statistical decision functions*, Wiley, 1950.

**EPISTEMOLOGIE ET APPROCHE CYBERNETIQUE
DE L'EVOLUTION**

Alexis JDANKO

Université Hébraïque de Jérusalem ¹

Résumé

Exposé d'une épistémologie fondée sur la philosophie de la Cybernétique et de la Théorie générale des systèmes, dont une interprétation évolutionniste permet de proposer une conception heuristique de l'évolution cybernétique considérée comme l'étape supérieure de l'évolution universelle néguentropique et de donner, dans ce vaste cadre, une analyse des aspects les plus généraux de l'épistémologie.

Abstract

The epistemology described is based on an evolutionary interpretation of Cybernetics and General Systems Theory. This approach makes it possible to propose a concept of Cybernetic Evolution as the higher stage of negentropic Evolution of the Universe, and, in this broad framework, to analyse the most general problems of epistemology from the point of view of the Evolutionary Cybernetic Systems Theory.

Introduction : Principes méthodologiques de l'approche systémico-cybernétique évolutionniste de l'épistémologie

La philosophie de l'évolution cybernétique, dont les idées découlent d'une interprétation évolutionniste de la théorie des systèmes cybernétiques (Jdanko 1-4), permet de formuler les concepts fondamentaux de l'épistémologie évolutionniste (Jdanko 5-8). A cette fin deux approches s'imposent : l'une, statique ou structuro-fonctionnelle, servant de base à la classification des systèmes de l'univers, l'au-

1. Faculté des Sciences Sociales, Mont Scopus, Jérusalem, 91905, Israël.

tre, dynamique et évolutionniste, donnant lieu à des conclusions relatives à leur développement.

L'attitude structuro-fonctionnelle conduit aux généralisations suivantes. Il n'existe que deux classes de système – non cybernétiques et cybernétiques – qui se distinguent l'une de l'autre par l'absence ou la présence du phénomène informationnel, à savoir, de la connaissance (ou cognition), de la communication et du contrôle (Wiener 1). Il n'existe que trois classes de systèmes cybernétiques (ou cybernèmes) – biologiques, sociaux et techniques (Wiener 1-2) – qui se distinguent par leur structure, leurs fonctions et les niveaux de complexité des processus informatiques, énergétiques et matériels. Il est important de souligner que, de par ses paramètres, la société (ou le sodium) constitue une forme spécifique représentant tant le phénomène biologique que technique, et, qu'en vertu de cette particularité, le socium est le chaînon intermédiaire entre les systèmes biologiques et technologiques.

Le passage de l'approche statique à l'approche évolutionniste est basée sur la supposition que les différentes formes de systèmes reflètent respectivement les diverses étapes de leur évolution. Dans ces conditions, la méthode évolutionniste peut servir à l'explication de l'évolution des systèmes, y compris la direction et les stades du déroulement. L'optique évolutionniste permet de formuler les principes suivants. L'évolution universelle va dans le sens néguentropique et, du point de vue de la complexification des systèmes ouverts (Bertalanffy ; Prigogine et Stengers), elle se divise en deux grandes étapes au moins : précybernétique et cybernétique. Il semble que l'évolution des cybernèmes ne traverse que trois phases correspondant aux trois principales formes de ces systèmes : biologique, sociologique, et technologique. La première s'est achevée après avoir épuisé le potentiel de complexification des biosystèmes dont l'ingénierie et la construction sont fondées sur des phénomènes de nature biochimique. La seconde approche de ses limites si l'on envisage le développement des sociosystèmes de ce même point de vue de la complexification. La troisième ne fait qu'apparaître au sein de la société. En l'absence de contraintes, elle devrait correspondre à un développement technologique autonome qui offrirait des perspectives nouvelles à l'évolution anti-entropique.

Le pronostic concernant le stade technique postsocial est fondé sur une extrapolation qui suppose l'apparition éventuelle de systèmes complètement abiologiques capables de cognition et d'apprentissage, d'auto-contrôle et d'auto-organisation, d'auto-reproduction et d'auto-évolution. Partant des principes présentés, on pourrait mieux comprendre le sens de l'évolution du soium. Dans le cadre de l'évolution des systèmes cybernétiques, l'histoire de la société revêt l'aspect d'un processus de transition au cours duquel s'effectuerait une transformation consistant essentiellement en ce que des principes purement tech-

niques (non biologiques) de structuration, de fonctionnement et de développement des cybernèmes, remplacent les principes d'ingénierie biologique (biochimique). Ceci conduit à deux conclusions fondamentales qui semblent jouer un rôle décisif dans l'approche systémico-cybernétique de l'épistémologie envisagée comme une théorie de la connaissance, ou des mécanismes de la cognition, et comme une philosophie de l'histoire de ces mécanismes au cours de l'évolution biologique et sociétale (y compris celle de la science et de la technique du calculer ou du «penser»).

Premièrement, en tant que composante d'un phénomène informationnel plus ample, la cognition, qui est un aspect particulier des cybernèmes, ne saurait être expliquée de manière satisfaisante en dehors de la théorie des systèmes cybernétiques (Vallée 1-2). Deuxièmement, le schéma d'une évolution cybernétique implique que le développement des mécanismes épistémologiques comprend trois étapes. Par conséquent, le phénomène épistémologique revêt trois formes correspondant aux trois stades de leur évolution. Il y a donc lieu de subdiviser l'épistémologie en trois branches, à savoir : l'épistémologie biologique, l'épistémologie sociologique et l'épistémologie technique. On ne saurait, cependant, étudier ces trois domaines, avant que soient analysés les traits épistémologiques typiques de tout mécanisme cognitif en tant que composant du cybernème. Cet article est consacré à ces problèmes généraux de l'épistémologie envisagée d'un point de vue systémique et cybernétique.

I. Approche structuro-fonctionnelle

1.1. *La nature duale du cybernème et les deux mécanismes et/ou cycles*

Les cybernèmes se distinguent des systèmes non cybernétiques par la dualité de leur nature, autrement dit par la présence non seulement de phénomènes énergético-matériels, mais aussi d'un mécanisme logico-informationnel composé d'éléments réunis en structures stables (appareil) et de processus qui représentent les fonctions de l'appareil en question, soit un cycle spécifique des cybernèmes. Or, ces derniers disposent d'un mécanisme spécial servant à la réalisation des processus informatiques de saisie, de traitement, de transmission et d'utilisation d'informations à des fins de contrôle (Wiener 1) ou de commande des processus énergético-matériels. Il semble permis de définir, de manière conventionnelle, l'aspect informationnel comme un phénomène «spirituel» et l'aspect matériel comme un phénomène «corporel». Ce dernier se distingue, en principe, des phénomènes énergétiques et matériels des systèmes non cybernétiques, étant donné qu'il ne peut pas

être engendré en l'absence du contrôle et, par conséquent, qu'il ne peut pas exister dans les systèmes où ne se présente pas le phénomène d'information. Le caractère dualiste du cybernème est à l'origine des deux cycles en question, c'est-à-dire du mécanisme informationnel (spirituel) et du mécanisme matériel (corporel). Le premier assure la commande du fonctionnement et de l'évolution des deux cycles, alors que le second est responsable des aspects énergético-matériels des deux mécanismes, y compris le renouvellement de l'énergie et la régénération ou la reproduction de l'appareil du cybernème.

1.2. *Les deux sous-mécanismes du mécanisme informationnel et/ou les deux sous-cycles du cycle logico-informationnel*

Le mécanisme, ou cycle logico-informationnel, se subdivise en deux sous-mécanismes ou sous-cycles : épistémique (cognitif) et contrôlé. Le premier a pour objectif de construire des modèles du monde (y compris un modèle de soi-même), alors que le second réalise la commande du phénomène corporel. La liaison entre les deux sous-mécanismes est assurée au moyen d'une unité centrale qui prend les décisions et élabore les commandes à partir des modèles et des programmes. Ces derniers étant créés, à leur tour, à la suite de la réalisation (dans le passé) de processus épistémiques, ainsi qu'au moyen d'informations complémentaires, qui représentent les données de base, et de nouvelles données obtenues grâce à la boucle de rétroaction, nécessaire à l'utilisation ou à la correction des modèles et des programmes au cours de leur utilisation à des fins de contrôle.

A l'intérieur du cycle informationnel, il existe, entre le sous-cycle cognitif et le sous-cycle de commande, des rapports directs et des rapports rétroactifs. La connexion directe est due à la communication entre les récepteurs et l'unité centrale, à travers les chaînons intermédiaires du traitement de l'information. Sous l'action du milieu, les récepteurs créent ou reçoivent (grâce à la réception de messages par les canaux de communication) des informations premières qui seront, par la suite, traitées et transmises, généralement dans le cadre d'une hiérarchie à plusieurs niveaux admettant pour échelon supérieur l'unité centrale. Le fonctionnement de ce sous-mécanisme aboutit à la création de modèles et de programmes dont l'unité centrale assure le traitement final et la mémorisation.

La tâche principale du contrôle se réduit à assurer l'utilisation de ces modèles à des fins de gouvernement en les transformant en programmes (suites de commandes élémentaires). Mais l'action du cybernème sur le milieu entraîne des modifications des paramètres de celui-ci et engendre des effets concordant ou en contradiction avec les prévisions du modèle. Aussi la rétroaction, entre les processus de

contrôle et les processus cognitifs, consiste en ce que ces premiers — grâce à l'activité pragmatique qu'ils réalisent — effectuent une expérience permettant de vérifier ou de réfuter la véracité du modèle ou sa conformité à la réalité (estimée du point de vue des objectifs pratiques de son utilisation).

1.3. *Les deux aspects du mécanisme logico-informationnel et les deux formes d'information*

La double nature des cybernèmes se manifeste aussi dans les deux mécanismes ou cycles. Chaque cycle représente l'unité indivisible des phénomènes spirituel et corporel. La seule différence est que l'aspect informationnel du cycle énergético-matériel est dominé par l'aspect matériel, les informations assumant une fonction auxiliaire dans l'organisation des processus énergétiques et matériels. En même temps, le cycle logico-informationnel est caractérisé par un rapport inverse des deux aspects des cybernèmes : le phénomène corporel, qui n'est que le support de l'information, contribue uniquement à la réalisation du phénomène d'information.

Dans les deux cycles, le phénomène corporel se présente sous deux formes : celle, fixe ou stable, de l'appareil et celle, dynamique ou flexible, des processus réalisés par cet appareil (son fonctionnement). Tout phénomène matériel du cybernème est une incarnation d'information. En d'autres termes, l'appareil du cycle logico-informationnel est une information revêtant une forme fixée (Brillouin). Malgré cet aspect physique (structure stable), il s'agit bien d'information dans la mesure où l'appareil fonctionne à des fins de réalisation de processus informationnels et non pas matériels. Il est permis de voir dans l'appareil (structures stables) du cycle logico-informationnel, ou informatique, un programme ou un ensemble de programmes déterminant — en entier ou en partie — la transmission de l'information flexible. Or, ces structures stables n'étant rien d'autre que de l'information incarnée, on ne saurait saisir et traiter des informations en l'absence d'informations préalables, ne serait-ce que sous la forme de programmes et de modèles incorporés.

La forme dynamique que revêt le phénomène corporel dans le cycle logico-informationnel est un processus de transmission d'information entre les composants de l'appareil, c'est-à-dire de réalisation des liaisons entre les éléments constitutifs des structures stables du mécanisme cognitif au moyen de la communication. Cette dernière (information dynamique) est rendue possible par le changement réversible de certains paramètres de l'appareil, changements qui permettent de construire des modèles et des programmes souples. La mémorisation de l'information se réalise donc sous deux aspects :

1 — celui d'une incarnation rigide et irréversible ou d'instructions

(programmes) se présentant sous la forme de la construction elle-même (l'idée est de von Neumann, voir Fox), et se réalisant au moyen des paramètres constants de l'appareil,

2 — celui d'une matérialisation sous la forme des paramètres variables, du même appareil, qui sont à l'origine des flux informationnels, de la création et de la réception de nouveaux modèles et de l'élaboration de programmes souples.

Le premier correspond au matériel et le second au logiciel des ordinateurs. Quant aux processus informationnels (informations dynamiques), il faut également souligner leur dualité, à savoir la présence des deux aspects en question, caractéristiques de tout phénomène relatif aux cybernèmes : l'aspect purement physique constitué par le support matériel de l'information et l'aspect proprement informationnel.

Les propos de ce paragraphe, consacré essentiellement au problème des deux formes de l'information, et des deux aspects du mécanisme ou cycle informationnel, sont également valables pour les deux sous-cycles : épistémique et contrôlé. Ceux-ci étant inséparablement liés l'un à l'autre, il y a lieu d'étudier l'évolution du cycle logico-informationnel dans son ensemble.

2. Approche évolutionniste

Alors que l'approche structuro-fonctionnelle fournit la base théorique d'une méthode dynamico-évolutionniste, cette dernière permet d'expliquer le développement des cybernèmes comme une évolution anti-entropique dans le sens de la structuration, c'est-à-dire de la croissance de l'ordre de l'univers.

2.1. Particularités de l'évolution des cybernèmes en tant que processus dualiste de transformation de leurs paramètres

C'est le dualisme structuro-fonctionnel des cybernèmes qui est responsable du caractère spécifique (à deux temps) de leur développement. Cette forme de modification des caractéristiques des cybernèmes explique la possibilité de leur évolution dans le sens de la complexification de leurs structures, de leurs fonctions et de leurs activités. Le premier stade de chaque étape de l'évolution cybernétique est celui de l'accumulation d'informations nouvelles, alors qu'au second stade, ces dernières s'incarnent dans des formes corporelles se transformant en structures matérielles et en paramètres de leur fonctionnement.

Le mystère de la dualité cybernétique et de la possibilité résultante du développement anti-entropique, constitue le problème central de la théorie des systèmes cybernétiques. Il semble permis d'en espérer la solution dans un avenir assez proche. En attendant, on s'en tiendra

à la supposition qu'une telle capacité apparaît dans les systèmes ouverts (Bertalanffy), ou dans les structures dissipatives, loin de l'équilibre et irréversibles (Prigogine et Stengers). Les structures en question sont capables d'un développement néguentropique par voie de fluctuations et de bifurcations. A un certain point de l'évolution de ces systèmes, une complexification ultérieure pourrait conduire à la division des processus auto- et trans-catalytiques en deux groupes différents : ceux à forte et à faible énergie. Ces derniers ont acquis des fonctions de contrôle à partir des premiers grâce à la création d'une circularité, ou de boucles régulatrices de rétroaction, qui rendent ces systèmes autonomes. Les liaisons de ce genre représentent le phénomène de l'information qui revêt la forme de la cognition, de la communication et de la commande.

2.2. Le développement du mécanisme logico-informationnel comme aspect de l'évolution cybernétique

L'évolution du cycle logico-informationnel, considéré comme aspect de l'évolution cybernétique dans son ensemble, représente également un processus double : saisie et traitement de l'information d'une part, conduisant à des formes de plus en plus complexes et abstraites avec l'extension ou la réduction de l'information initiale, et, d'autre part, changement matériel du mécanisme informationnel. Ce changement correspond à l'inclusion de nouvelles informations sous forme de structures stables et de fonctions, caractérisées par des paramètres différant de ceux des structures et des fonctions antérieures du même cycle logico-informationnel. Cette dualité et, par conséquent, ce développement double du phénomène spirituel ou informatique vient du fait que l'évolution du phénomène de l'information implique des structures physiques (ou chimiques) tant stables (appareil) que dynamiques (processus).

Chaque pas de l'évolution, conduisant à complexifier l'aspect matériel du mécanisme logico-informationnel, pourrait être considéré comme une transition métasystémique (Turchin), voire une transition métastructurale engendrant un méta-appareil et une transition méta-fonctionnelle, conséquence de la naissance d'un métamécanisme. La transition métasystémique se fait généralement par édification d'un niveau de plus dans la structure hiérarchique du cycle informatique, notamment dans le cadre des logiciels.

2.3. La transition métasystémique et ses limites : les formes biologiques, sociétales et techniques du phénomène

Ainsi, l'évolution du mécanisme informatique et de son sous-

mécanisme épistémique implique des transitions métasystémiques, c'est-à-dire des pas (ou des sauts) qui remplacent l'évolution graduelle par une sorte de révolution au point de bifurcation. Il faut, toutefois, souligner qu'une transition métasystémique qui ajoute un niveau supplémentaire à la hiérarchie de la connaissance et du contrôle, en restructurant éventuellement des niveaux inférieurs, représente le procédé le plus typique de l'évolution biologique.

Quant à l'évolution sociale, elle est caractérisée par l'apparition d'un phénomène inconnu jusque-là. En dehors de l'adjonction de nouveaux sous-systèmes et de la croissance de la hiérarchie associée, un mode de développement tout à fait différent émerge. Il consiste en le remplacement, partiel ou complet, de systèmes de nature biologique (biochimique), par des systèmes non biologiques, c'est-à-dire «artificiels» ou techniques. Dans cette optique, on peut subdiviser l'évolution de la société en deux étapes principales. Au cours de la première étape, bioculturelle, sociobiologique ou génético-culturelle (Lumsden et Wilson), l'organisme de l'homme (*homo sapiens*) s'est formé (locomotion bipède, mains hominiennes et, surtout cerveau avec son encéphalisation incroyablement rapide d'après les critères biologiques).

De même que pour les autres manifestations de l'évolution biologique, les transitions sociobiologiques métasystémiques envisagées comme des phénomènes biologiques s'effectuent, pour l'homme, organisme biologique, selon le principe de création de nouvelles structures sur les anciennes (par exemple, l'encéphale) ou encore par transformation d'organes en vue de remplir des fonctions nouvelles. Ces transitions typiques de la bio-évolution en général (mutations génétiques plus sélection naturelle ou, dans l'évolution sociobiologique, sélection sociale ou même «artificielle») sont inévitables au premier stade de la transformation du *socium* et expliquent la grande lenteur de son développement (de 5 à 8 millions d'années soit plus de 99 % de toute l'histoire de la société) avant l'apparition de l'*homo sapiens*.

L'introduction d'éléments abiologiques (Coppens, p. 125), la création d'un nouveau système, homme-technique, et la transformation de la communauté animale en *socium*, ou en système superorganique bio-technique, auraient pu, même à cette étape initiale, être interprétée non seulement comme la construction de nouvelles structures, mais également comme le remplacement de sous-systèmes d'origine biologique (donc, génétique) par des structures purement techniques. Autrement dit, l'évolution de la société se présente comme le résultat de la transition de l'évolution cybernétique génétique à l'évolution «extragénétique» (Atlan) c'est-à-dire non biologique. Cela veut dire que, dès le commencement, l'évolution sociale apparaît comme un processus dans lequel les composants techniques supplantent ceux de nature biologiques. Mais ceci est surtout typique de la seconde étape de l'histoire

de la société (soit à peu près les quarante derniers millénaires, depuis l'apparition de l'*homo sapiens*), qui est caractérisée par la prédominance du remplacement d'éléments biologiques par des éléments abiologiques, sur la création de superstructures et l'adjonction de nouveaux sous-systèmes au sein du *socium*.

Ainsi la transition métasystémique se transforme-t-elle au cours de l'évolution de la société (c'est une forme sociale d'évolution de l'évolution) : de méthode d'enrichissement et de réorganisation partielle de sous-systèmes, et de création de structures de plus en plus hiérarchisées, elle devient une méthode, fondée essentiellement sur le remplacement (graduel ou non) d'une classe de composants par l'autre. Ceci, outre l'adjonction de nouveaux étages à la hiérarchie systémique, réforme radicalement le mécanisme du cybernème (y compris les principes mêmes de son ingénierie). La nature transitoire du *socium* se manifeste dans le phénomène crucial de l'éviction des éléments biologiques au profit des éléments techniques et dans un autre phénomène spécifique : les systèmes techniques se développent eux aussi en remplaçant certains types de systèmes (plus simples) par d'autres types (plus complexes), plutôt qu'en édifiant de nouveaux niveaux sur les anciens. Le caractère discontinu de l'évolution sociale se manifeste ainsi d'une manière particulièrement spectaculaire.

Conclusions

Dans le cybernème, l'information revêt deux formes différentes. Premièrement, celle de l'information incluse dans l'appareil, ou dans les structures du mécanisme cybernétique. Il s'agit là, notamment, des programmes incorporés déterminant, de par la construction même de l'appareil ou de par ses paramètres (matériels et énergétiques) permanents, le mode et l'ordre de son fonctionnement. Autrement dit, l'appareil représente un algorithme (ou un ensemble d'algorithmes) matérialisé ou incorporé, au sens strict du terme.

La seconde forme est celle de l'information non fixée, dynamique ou circulante (Durand), représentée par des paramètres physiques (ou chimiques) variables. Cette information peut se déplacer à l'intérieur du mécanisme logico-informationnel, entre les sous-systèmes (ou sous-structures) de ce mécanisme, en empruntant les canaux de communication. Elle est ainsi capable de créer des informations généralisées du second type, à savoir des modèles et des programmes non incorporés, susceptibles d'être construits non seulement à partir de l'information initiale (génétique et technique), mais également par voie d'apprentissage dirigé ou non dirigé (Atlan) à partir d'un traitement d'information non initiale (non innée du point de vue biologique).

L'aptitude à l'apprentissage doit être incorporée par avance dans le

cybernème sous forme de programmes rigides (préprogrammation) et suffisamment complexes pour que l'accumulation d'informations permette de créer de nouveaux programmes et modèles, ne revêtant pas la forme de la structure (stable) du cybernème. Par conséquent, l'évolution des cybernèmes concerne le développement des appareils, leurs programmes incorporés et leur information structurelle (Durand) ainsi que les processus fonctionnels de saisie, de traitement et de mémorisation de l'information permettant la création de programmes de plus en plus longs et complexes (ou d'une hiérarchie de ces programmes), exprimant l'aptitude du cybernème à l'apprentissage et partant, son potentiel cognitif.

Ce potentiel, conséquence directe de la faculté d'apprentissage, est un phénomène d'une importance primordiale pour définir la direction et de l'évolution biologique et sociologique. Aussi mérite-t-il d'être discuté en conclusion de l'analyse des problèmes plus généraux du phénomène cognitif, considérés du point de vue systémico-cybernétique. On peut envisager l'apprentissage comme un moyen d'édification des niveaux successifs de la hiérarchie du traitement de l'information ou comme une méthode de construction de modèles plus généraux (ou abstraits) de la réalité, autrement dit, comme un moyen de création de programmes complexes générateurs de nouveaux modèles et programmes (de la connaissance ou du comportement) utilisant les données saisies par les récepteurs (organes des sens, capteurs ou transmetteurs).

Les informaticiens consacrent d'énormes efforts pour élaborer de tels programmes auto-référentiels et générateurs, liés au problème des langages d'ordinateurs dits de «quatrième génération» (Fourth Generation Languages ou 4GL, voir, par exemple, Teiling). Ce type de programmes a été créé (sous les formes génétique et phénotypique) par l'évolution biologique et sociobiologiques. C'est ainsi que la création de programmes générateurs ou l'autoprogrammation, apparaissant comme un niveau supérieur dans la hiérarchie des traitements de l'information au cours de l'accumulation de celle-ci, constitue l'essence même de la transition métasystémique aux problèmes et aux paradoxes de l'auto-référence (voir, par exemple, Apter). Cette transition peut être réalisée au moyen de la création, puis du perfectionnement, d'un programme engendrant d'autres programmes (eux-mêmes générateurs dans la plupart des cas), et, en fin de chaîne, du corps du cybernème (c'est-à-dire de l'information qui lui est incorporée). Elle peut être réalisée aussi par des programmes rigides ou souples, ces derniers étant ceux de l'apprentissage.

Le phénomène de l'apprentissage n'est autre qu'un processus au cours duquel les programmes générateurs (innés) créent des nouveaux programmes (non innés) de comportement, qui sont généralement, à

leur tour, également générateurs, et qui engendrent des programmes concerts ou des plans d'action conformes aux circonstances réelles. L'apprentissage représente, par conséquent, la forme à la fois la plus souple et la plus rapide de transition métasystémique. Il n'implique aucune transformation métastructurelle radicale : ni croissance hiérarchique (avec ou sans réorganisation) des structures stables du mécanisme de la connaissance et/ou de la commande, ni changement cardinal des principes du schéma logique du cybernème, ni modification fondamentale de sa structure physique (ou chimique) et de ses fonctions.

La conclusion générale est donc que les deux principes étudiés, sous-jacents au progrès cybernétique en général et au mécanisme informatique, en particulier, caractérisent les formes de développement des cybernèmes, à chaque stade de leur évolution (biologique, sociologique et technologique). Ces principes, de transformation de la structure stable (information incorporée) et de transformation des structures flexibles (information dynamique), impliquent des programmes rigides et souples, créés par apprentissage, au moyen de programmes générateurs qui représentent l'information non incorporée sous la forme la plus perfectionnée du logiciel.

Références

- AFTER M.J., *Cybernetics and Development*, Oxford, Pergamon Press, 1947.
- ATLAN H., *Entre le cristal et la fumée*, Paris, Editions du Seuil, 1979.
- BERTALANFFY L. Von, *General System Theory*, New York, Braziller, 1968.
- BRILLOUIN L., *Science and Information Theory*, New York, Academic Press, 4th Ed., 1971.
- COPPENS Y., *Le singe l'Afrique et l'homme*, Paris, Fayard, 1983.
- DURAND D., *La systémique*, Paris, P.U.F., 2e éd., 1983.
- FOX J.M., *Software and its Development*, Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 1982.
- JDANKO A. (1), *Historiosophie cybernétique : l'histoire considérée comme une étape de l'évolution cybernétique*, «Cybernetica», vol. XXVII, n° 3, 1984.
- JDANKO A. (2), *Historiosophie systémo-cybernétique : une interpréta-*

tion de l'histoire de la société en tant que seconde phase de l'évolution cybernétique, «Actes du 11e Congrès International de Cybernétique», Namur, Belgique, 1986, Namur, 1987.

JDANKO A. (3), *Philosophy of Cybernetic Evolution and the Meaning of Cybernetics*, «Proceedings of the 7th International Congress of Cybernetics and Systems, London, 1987», London : Thales Publications, 1987.

JDANKO A. (4), *Evolutionary Cybernetic Systems Theory Considered as a Chapter of General Systems Theory*, «Kybernetes» (à paraître).

JDANKO A. (5), *Philosophie de l'évolution cybernétique et épistémologie évolutive : principes généraux de l'approche systémo-cybernétique évolutionniste à la théorie de la connaissance* (analyse informelle préliminaire), «Cybernetica», vol. XXIX, n° 4, 1986.

JDANKO A. (6), *La philosophie de l'évolution cybernétique, l'historiosophie et les problèmes de l'épistémologie évolutive d'un point de vue anti-anthropocentriste* (la théorie de la connaissance et la philosophie de la science dans une approche systémo-cybernétique évolutionniste), «Actes du 11e Congrès International de Cybernétique, Namur, Belgique, 1986», Namur, 1987.

JDANKO A. (7), *Cybernetic Approach to Evolutionary Epistemology*, communication présentée à la «3rd International Conference on Systems Research, Informatics and Cybernetics», Baden-Baden, R.F.A., août 1986 (à paraître).

JDANKO A. (8), *General Cybernetic Systems Theory and Evolutionary Theory of Cognition*, communication présentée au Symposium : «Self-Steering and Cognition : Toward a New Cybernetics», Bruxelles, Belgique, mai 1987 (à paraître).

LUMSDEN Ch. and WILSON E., *Prometeian Fire. Reflections on the Origin of Mind.*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1983.

PRIGOGINE I., et STENGHERS I., *La nouvelle alliance. Métamorphose de la science*, Paris, Gallimard, 2e éd., 1983.

TEILING B., *A Taxonomy of 4GL*, communication présentée à la «3rd International Conference on Systems Research, Informatics and Cybernetics», Baden-Baden, R.F.A., août 1986.

TURCHIN V., *The Phenomenon of Science. A Cybernetic Approach to Human Evolution*, New York, Columbi University Press, 1977.

VALLEE R. (1), *Observation et décision en théorie des systèmes*, «Economie Appliquée», t. 28, n° 4, 1975.

VALLEE R. (2), *Sur le problème de la perception en théorie des systèmes cybernétiques*, «Cybernetica», vol. 19, n° 1, 1976.

WIENER N., *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*, Paris, Hermann, 1948.

ERRATUM

Dans l'article de Albert Perez, intitulé «Approche en compréhension dans la gestion d'incertitudes en vue de l'estimation des dépendances souhaitées dans un système», paru dans la Revue Internationale de Systémique (Vol. 1, n° 3, pp. 275-294, 1987), à la page 280, ligne 26, il faut lire

$$(1) H(P, Q) \begin{cases} := \int dP \log \frac{dP}{dQ} \text{ pour } P \ll Q, \\ := +\infty, \text{ dans les autres cas} \end{cases}$$