

## PRÉCURSEURS ET PREMIÈRES FIGURES DE LA CYBERNÉTIQUE ET DE LA SYSTÉMIQUE EN EUROPE

Robert Vallée  
Université Paris-Nord  
[r.vallee@afscet.asso.fr](mailto:r.vallee@afscet.asso.fr)

### Résumé

La cybernétique trouve essentiellement son origine chez Norbert Wiener, né aux Etats-Unis, et la systémique chez Ludwig von Bertalanffy, né en Autriche-Hongrie. Nous nous attacherons ici, tout d'abord, aux précurseurs européens, quelquefois lointains, philosophes, scientifiques ou techniciens, qui ont dégagé ou mis en œuvre certains aspects de la cybernétique ou de la systémique, parfois sous ces vocables mêmes. Ensuite, nous évoquerons les premières figures qui, en Europe, plus près de nous dans le temps, ont développé ces deux thèmes, en nous limitant à ceux qui ne sont plus.

### Abstract

Norbert Wiener, born in the United States, is essentially at the origin of cybernetics and Ludwig von Bertalanffy, born in Austria-Hungary, at the origin of systemics. Here we shall consider, at first, the european precursors, some of them far in the past, philosophers, scientists or technicians, who have seen or implemented certain aspects of cybernetics or systemics, sometimes using these very terms. Then we shall evoke the first figures who, in Europe, closer to us in time, have developed these themes, limiting ourselves to those who have left this world.

### INTRODUCTION

La cybernétique, telle qu'elle est conçue actuellement, est due principalement au mathématicien Norbert Wiener (1894-1964), né aux Etats-Unis à Columbia (Missouri) et d'origine polono-russe par son père. Elle fut pressentie dès 1943 par Wiener et aussi par Warren S. McCulloch. Le nom de cybernetics fut choisi par Wiener en 1947 et popularisé par son livre *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine* publié pour la première fois, fait presque oublié en France et largement ignoré ailleurs, chez Hermann et Cie, à Paris, en 1948. Comme on le sait, la cybernétique, fondée sur les concepts de rétroaction négative, de transmission de l'information (Claude E. Shannon, 1948, *The Mathematical Theory of Communication*.) et aussi de calcul automatique, cherche à mettre en lumière des isomorphismes de structure entre différents domaines (biologie, automatisme, sociologie...). La cybernétique a suscité l'intérêt de Martin Heidegger et aussi de Jacques Lacan.

La systémique, ou théorie des systèmes, a été introduite sous sa forme contemporaine par le biologiste Ludwig von Bertalanffy (1901-1972), né près de Vienne (Autriche-Hongrie). Ses premières recherches, de la fin des années vingt à la fin des années quarante, sont effectuées en Autriche. Elles jettent les bases (1945) de sa théorie générale des systèmes qu'il fera plus largement connaître en 1968.

Notre but est d'évoquer les précurseurs puis les premières figures de ceux qui, en Europe, ont participé au développement de la cybernétique et de la systémique, en nous bornant à ceux qui ne sont plus et en nous excusant des oublis.

## LES PRÉCURSEURS

En grec ancien et moderne, κυβερνήτική désigne l'art du pilotage. Platon dans *La République* et le *Gorgias* l'utilise comme métaphore de l'art de gouverner. On peut voir là une première apparition de la cybernétique dans son application à la politique. J'ajouterais que le mythe de la caverne, par l'image déformée et amoindrie du réel qu'elle propose, est une préfiguration poétique de la transmission imparfaite de l'information.

Dans le domaine technique, l'antiquité gréco-romaine a connu la clepsydre où un dispositif ingénieux régulait l'écoulement de l'eau dont le niveau indiquait l'heure. Au Moyen-Âge l'alimentation en grains des moulins était réglée par un dispositif à rétroaction négative.

Warren S. McCulloch voyait en Descartes (1596-1650) un « saint patron » de la cybernétique pour sa description, dans *L'Homme* (1664), d'une sorte d'arc réflexe impliquant la transmission des signaux de sensation et d'action qui permettent le retrait du pied imprudemment approché du feu. Il interprétait aussi comme le « premier théorème de codage » la remarque, rencontrée dans *La Dioptrique* (1637), selon laquelle la forme des signaux n'a pas besoin de ressembler à ce qu'ils représentent (images sur la rétine et signaux transmis au cerveau). On a, par contre, souvent vu en Descartes un esprit « anti-systémique » en lui attribuant l'idée que l'étude d'un objet naturel doit se faire par décomposition en parties. C'est oublier que Descartes parlait seulement de décomposer les difficultés logiques.

Blaise Pascal (1623-1662) mérite d'être mentionné parmi les précurseurs de la cybernétique pour sa machine à calculer (1642) mais aussi parmi ceux de la systémique pour avoir écrit dans ses *Pensées* (1670) : « Je tiens pour impossible de connaître les parties sans connaître le tout non plus que de connaître le tout sans connaître particulièrement les parties ». Pour cette dernière phrase je verrais volontiers en Pascal le « saint patron » de la systémique.

Norbert Wiener estimait, dans *Cybernetics*, que le « saint patron » de la cybernétique était Leibniz (1646-1716). Lui aussi inventa une machine à calculer, postérieure à celle de Pascal. Promoteur du calcul binaire, il rêvait, quatre siècles après Ramon Llull et son *Ars Magna*, d'une sorte de logique générale douée d'une notation universelle (« *characteristica universalis* »), permettant un calcul des pensées (« *calculus ratiocinator* »), présentée dans sa *Dissertatio de arte combinatoria* » (1666)

De nouveau dans le domaine technique, Watt invente, en 1785, le régulateur à boules, exemple typique de dispositif à rétroaction négative destiné à maintenir à peu près constante la vitesse de rotation de l'arbre d'une machine à vapeur.

Nous en venons maintenant au cas, ignoré de Wiener, du physicien André-Marie Ampère (1775-1836). Dans le second volume de son *Essai sur la philosophie des sciences, ou exposition analytique d'une classification naturelle de toutes les connaissances humaines* (1843), il introduit en français le mot « cybernétique » en lui donnant le sens platonicien d'art de gouverner. La même année, Bronoslaw Trentowski crée le mot « kibernetiki » dans *Cybernétique. Les liens de la philosophie avec la cybernétique, ou art de gouverner une nation* (en polonais).

Dans le domaine des machines à calculer, Charles Babbage, vers 1840, travaille sur un projet d'un « analytical engine » qui demeure inachevé. Claude Bernard, dans son *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale* (1858), introduit la notion de « milieu intérieur » dont la constance approximative (homéostasie selon l'expression introduite en 1930 par le biologiste W.B. Cannon) est maintenue par des dispositifs physiologiques de type rétroaction négative. Connu pour sa théorie du champ électromagnétique, James Clerk Maxwell fit aussi œuvre de cybernéticien en donnant, vers 1870, une étude mathématique rigoureuse de la rétroaction négative rencontrée avec le régulateur de Watt. Vers la fin du 19<sup>ème</sup> siècle, des phénomènes physiques ou chimiques mirent évidence des rétroactions

négligées (loi de Lenz, « loi de modération » de Le Châtelier). De 1892 à 1899, Henri Poincaré, dans *Les méthodes nouvelles de la mécanique céleste*, a donné les méthodes d'étude de ce qui devait être appelé, soixante ans plus tard, la théorie du « chaos » concernant le comportement asymptotique de nombreux systèmes dynamiques. En 1900, Bénard mit en évidence avec ses tourbillons un premier exemple d'ordre « engendré à partir du bruit ». Gaston Julia, en 1916, a mis en évidence un système itératif simple, dépendant d'un paramètre, dont l'évolution dépend de l'appartenance ou non de l'état initial à un ensemble dont la frontière, dans les années 60, sera dite « fractale ». Avant d'en venir à des auteurs plus récents, signalons encore, comme précurseur de la systémique, Alexander Bogdanoff et sa « tektologia » présentée dans *Science universelle des organisations. Tectologie*. (1912, en russe).

Jacques Lafitte avec ses concepts de « machine réflexe » (dès 1905) et de « mécanologie », exposés dans ses *Réflexions sur la science des machines* (1932, Bloud et Gay, Paris) apparaît comme un précurseur de la cybernétique de même que Hermann Schmidt pour ce qu'il appelait, vers 1930, « allgemeine Regelkreislehre » ou science générale de la boucle de régulation. Ștefan Odobleja, après une première version en roumain, en deux volumes, sa *Psychologie consonantiste* (1938, 1939, Maloine, Paris) où il montre l'importance de la « loi de réversibilité » (ou loi de la boucle fermée) identifiable à la rétroaction. Cette dernière notion est dégagée, en 1944, par Paul Postelnicu, sous le nom de « circul vicios » intervenant dans un système à « connexion inverse » dans un article intitulé *Teoria complexului vicios* refusé à la publication dans une revue roumaine puis accepté tardivement (1968). Pierre Vendryès, inspiré par Claude Bernard s'est intéressé à la notion d'autonomie vue, pour un système, comme la faculté de choisir ses propres lois grâce à l'« effet contre-aléatoire » des réserves, des organes de protection et des rétroactions négatives : *Vie et probabilité* (1942), *Déterminisme et autonomie* (1946, Armand Colin, Paris). Un autre précurseur de la biocybernétique est le Roumain D. Danielopolu (1946).

## PREMIÈRES FIGURES

Après les précurseurs, qui ont publié avant 1948 pour la cybernétique et avant 1945 pour la systémique, viennent les premières figures que nous allons évoquer sans souci de chronologie en les regroupant de façon certainement discutable. Nous commençons par Ludwig von Bertalanffy dont nous avons déjà parlé dans l'introduction. Bien qu'à partir de 1949 il quitte l'Autriche, où il enseignait à l'université de Vienne depuis 1934, pour le Canada où il séjournera à l'Université d'Ottawa (1950-1954) et à l'université d'Alberta (1961-1968) et pour les États-Unis (Mount Sinai Hospital, Los Angeles, 1955-1958 et State University of New York, 1969-1972), c'est bien en Autriche qu'il a fondé sa théorie générale des systèmes. C'est en 1945, après une maturation d'une quinzaine d'années, qu'il publie, dans la revue *Blätter für Deutsche Philosophie*, l'article intitulé *Zu einer allgemeinen Systemlehre*, ce que l'on peut traduire par « Sur une science générale des systèmes ». Cette précision est importante car Bertalanffy écrira, dès 1950, « general system theory », en particulier avec son livre *General System Theory* (1968, Braziller, New York), parfois aussi « general systems theory ». Ces expressions furent à l'origine, et pas seulement en français, de contresens tels que « théorie du système général » et « théorie des systèmes généraux », dus à l'oubli du fait que dans la première expression « system » a valeur d'adjectif (on pourrait traduire par systémique) et que dans les deux expressions « general » se rapporte à theory. Ce point étant éclairci, on peut signaler les thèmes et concepts fondamentaux de la théorie de Bertalanffy : système vu comme ensemble d'éléments en interaction, importance du point de vue global, rôle des systèmes ouverts, concept d'équifinalité, perspectivisme.

L'un des cybernéticiens les plus inspirés a certainement été W. Ross Ashby (1903-1972) dont les ouvrages les plus connus sont *Design for a Brain* (1952) et *An Introduction to Cybernetics* (1956, Chapman and Hall, Londres). Son nom reste principalement attaché à son « homéostat », capable de simuler certains comportements adaptatifs et au principe de « requisite variety » qu'il demandait de traduire en français par « variété indispensable » (conseil qui ne fut jamais suivi). Selon ce principe, pour qu'un système puisse s'opposer efficacement à la diversité des agressions de l'environnement il est nécessaire qu'il dispose d'une diversité supérieure de stratégies. L'école anglaise est aussi représentée par W. Grey Walter (*The Living Brain*, 1953, Duckworth, Londres), Stafford Beer (*The Brain of the Firm*, 1972, Penguin Press, Londres), Gordon Pask et sa « conversation theory » (*Conversation, Cognition and Learning. A Cybernetic Theory and Methodology*, 1975, Elsevier, Amsterdam).

Le côté informationnel de la cybernétique a suggéré à Léon Brillouin une théorie de la mesure en physique où interagissent information et entropie (*La science et la théorie de l'information* 1959, Masson, Paris). Ce travail, encore controversé, a été en partie inspiré par un article du Hongrois Szilard (1929) sur le « démon de Maxwell ». Ces recherches avaient intéressé Louis de Broglie qui, sans contribuer directement à la cybernétique, l'avait vivement soutenue par un article (*Sens philosophique et portée pratique de la cybernétique*, 1952, reproduit dans la Revue Internationale de Systémique, 1989), son séminaire annuel de 1951, et le patronage du « Cercle d'Études Cybernétiques » que nous avons fondé en 1950. Un des élèves de Louis de Broglie, Jean-Louis Destouches, a écrit, en 1977, un texte reproduit, en 1990, dans la Revue Internationale de Systémique : *Systèmes, modèles, prévision*. Jean Ville, auteur de *Mathématiques économiques et théorie des systèmes* (1976) a aussi, dans la ligne de la théorie de l'information, apporté une contribution à la théorie du signal, appréciée par Wiener. En 1941, Andrei N. Kolmogoroff, dans un article en allemand du Bulletin de l'Académie des Sciences de l'URSS, a devancé Wiener dans le domaine de la prévision signaux aléatoires stationnaires (première édition à diffusion restreinte suivie de l'édition définitive en 1949). La théorie de l'information a été perfectionnée par Kampé de Fériet et le mathématicien roumain Octav Onicescu a proposé une expression de la « quantité d'information », qu'il a appelée « énergie informationnelle » (1966) faisant intervenir le carré de la probabilité. Sur un autre plan R. Ruyer a écrit *La cybernétique et l'origine de l'information* (1954) et Abraham Moles s'est intéressé à la théorie informationnelle de la perception (1962).

Le structuraliste suisse Jean Piaget (*L'Équilibration des structures cognitives*, 1975, Presses Universitaires de France, Paris), promoteur de l'épistémologie génétique, dont il avait jeté les bases dès 1937, a inspiré au cybernéticien Heinz von Förster (Vienne, Autriche-Hongrie, 1911, Pescadero, États-Unis, 2002) un de ses textes les plus intéressants concernant la « seconde cybernétique » (*Objects: tokens for (eigen)-behaviors*, 1976), présenté, en français, lors du 80<sup>ème</sup> anniversaire de Piaget.

Le Belge Ilya Prigogine, titulaire du prix Nobel de chimie, s'est intéressé au phénomène d'auto-organisation, aux processus irréversibles, aux « structures dissipatives », systèmes dont l'état, situé loin de l'équilibre, est maintenu par un afflux d'énergie (*Étude thermodynamique des phénomènes irréversibles*, 1947, Dunod, Paris).

René Thom, titulaire de la médaille Fields, a proposé une « théorie des catastrophes » établissant, sous des hypothèses assez larges, une classification des formes qui peuvent prendre naissance au voisinage d'un point de rupture d'une évolution (*Stabilité structurelle et morphogénèse*, 1972, Benjamin, Reading). Cette théorie a été appliquée à l'histoire et surtout à la biologie. Dans ce dernier domaine, Henri Laborit a utilisé des concepts systémiques (*Biologie et Structure*, 1968, Gallimard, Paris). Edmond Nicolau a participé à l'école roumaine de cybernétique (1967, *Neurocibernetica*, avec C. Bălăceanu).

Louis Couffignal, l'un des co-fondateurs, avec le Belge Georges Boulanger, de l'Association Internationale de Cybernétique, considérait la cybernétique comme « l'art de la conduite efficace de l'action » (*La cybernétique*, 1963, Presses Universitaires de France, Paris). Il a réalisé un prototype de machine à calculer et s'est intéressé aux « machines à penser ». Signalons aussi Pierre de Latil et Albert Ducrocq.

Les mathématiciens Jean-Louis Lions (1968) et Théodore Vogel (1965) ont contribué au progrès de la théorie des systèmes dynamiques. Jacques Eugène (1981) et le Polonais Charles Bogdanski se sont intéressés à la théorie générale. Pierre Delattre a construit une méthode de modélisation systémique efficace (*Système, structure, fonction, évolution*, 1971, Maloine, Paris). Jerzy Jarón a envisagé la cybernétique théorique sous l'angle axiomatique (*Systemic Prolegomena to Theoretical Cybernetics*, 1978, Wrocław Technical University, Pologne). Oskar Lange a utilisé l'idée de rétroaction en économie (*Introduction à l'économie cybernétique*, en polonais, 1962, PWN, Varsovie, traduction française : 1971, Siret, Paris). François Perroux a introduit en économie des concepts systémiques : « unité active » douée de mémoire, évoluant dans un temps irréversible (*Unités actives et mathématiques nouvelles, révision de la théorie de l'équilibre économique générale*, 1975, Dunod, Paris).

Pour terminer signalons que les points de vue philosophique, humain et social, ne sont pas oubliés : Pierre Teilhard de Chardin dont les conceptions impliquent les idées d'émergence et de globalisation, Aurel David (1965, *La Cybernétique et l'humain*), le sociologue allemand Niklas Luhmann (1995, *Social Systems*) non plus que la gestion et la politique : Jacques Mélèse (1979, *Approches systémiques de l'organisation*), Joseph Fontanet (1977, *Le social et le vivant. Une nouvelle logique politique*).

## Références

- VALLÉE Robert, (1995), *Cognition et système. Essai d'épistémopraxéologie, L'Interdisciplinaire* (Lyon-Limonest).
- VALLÉE Robert, (2003), *History of Cybernetics*, in EOLSS, Encyclopedia of Life Support Systems, UNESCO.
- VALLÉE Robert, (2002), *Cybernetics and systems, from past to future*, Kybernetes, vol.32, n.5-6, Emerald, Bradford, Royaume-Uni.