

□ Historique du paradigme systémique

Le *paradigme systémique* est une œuvre collective qui s'est développée au cours du XX^e siècle. On peut distinguer plusieurs grandes étapes.

1. La théorie générale des systèmes

Diverses approches sont venues l'étayer :

- La physique quantique
- La gestalt-théorie en psychologie
- L'écologie
- La notion d'homéostasie en biologie
- La philosophie processive d'ALFRED NORTH WHITEHEAD (1861-1947)

On attribue à LUDWIG VON BERTALANFFY (1901-1972) la paternité de la théorie des systèmes, mais bien avant ses premières publications, le Russe ALEXANDER BOGDONOV (1873-1928) avait formulé sous le nom de *tektologie* (science des structures) une science comparable.

La théorie des systèmes a établi les grands principes du fonctionnement systémique, notamment la notion essentielle que le tout est davantage que la somme de ses parties et qu'un système formé d'éléments est aussi un élément d'un système plus grand.

2. La cybernétique

Développée au cours des conférences de Macy au milieu du XX^e siècle, la cybernétique s'intéresse à la communication et au contrôle, dans le but de mettre au point des machines autonomes. Elle a révélé notamment la causalité circulaire qui ouvre la porte à la *logique non linéaire*.

WARREN S. MC CULLOCH (1899-1969), ROBERT WIENER (1894-1964), JOHN VON NEUMANN (1903-1957), HEINZ VON FOERSTER (1911-2002) et GREGORY BATESON (1904-1980) sont les plus connus de ses protagonistes.

La cybernétique a contribué directement ou indirectement aux grandes innovations technologiques dans le domaine de l'intelligence artificielle et de la communication, notamment l'informatique. Elle a aussi enrichi la théorie des systèmes en décrivant des modes de relation conduisant à une dynamique *non linéaire*.

3- Les structures dissipatives

ILYA PRIGOGINE (1917-2003) prix de Nobel de Chimie, a montré le fonctionnement de telles structures loin de l'équilibre, capables de se maintenir stables dans un flux continu de matière et d'énergie échangées avec l'environnement.

Les diverses lois de comportement des *structures dissipatives* sont très éclairantes pour comprendre un être vivant en tant que système complexe.

Les travaux de PRIGOGINE ont été établis dans la plus grande rigueur de la thermodynamique, incluant la physique et la chimie. Ils constituent l'approche la plus convaincante du concept systémique suivant les critères habituels de la science.

4- La théorie du chaos

EDWARD LORENZ (né en 1917) a expliqué l'effet papillon par un fonctionnement systémique et a introduit la notion d'*attracteur*. Dans cette continuité, la théorie du chaos est apparue en perfectionnant une nouvelle approche des mathématiques initiée au début du siècle par HENRI POINCARÉ (1854-1912), avec notamment la topologie différentielle de STEPHEN SMALE (né en 1930), et les *fractales* de BENOIT MANDELBROT (1924-2010). *La théorie du chaos*, ouvrage publié en 1987 par le journaliste américain JAMES GLEICK, fait la synthèse de ces apports.

5- Auto-organisation des structures vivantes

La description du système laser de HERMANN HAKEN (né en 1927), les travaux du prix Nobel MANFRED EIGEN (né en 1927), sur les hypercycles en biochimie, seule explication à ce jour à une possible émergence de l'ADN dans l'apparition de la vie, le concept d'autopoïèse introduit par HUMBERTO MATURANA (né en 1928) et FRANCISCO VARELA (1946-2001), l'hypothèse Gaïa développée par JAMES LOVELOCK (né en 1919) ont apporté des explications pertinentes à certains phénomènes en appliquant le modèle systémique.

6- Les automates cellulaires

Initiés dans la dynamique de la cybernétique par STANISLAW ULAM (1909-1984) et JOHN VON NEUMANN, les automates cellulaires ont été développés notamment par STEPHAN WOLFRAM (né en 1959), JOHN CONWAY (né en 1937) qui a créé le « jeu de la vie » et STUART KAUFFMAN (né en 1939) qui les a utilisés en biologie pour décrire le fonctionnement du génome et proposer des modèles appliqués à l'évolution. Ce sont aujourd'hui les outils majeurs pour la modélisation et l'étude des systèmes complexes.

Le concept systémique a été relayé en France par des scientifiques renommés parmi lesquels HENRI ATLAN (né en 1931), et EDGAR MORIN (né en 1921).