

idem

LUDWIG
VON BERTALANFFY

**Théorie générale
des systèmes**

DUNOD

Traduction autorisée de l'ouvrage
General System Theory
publié en langue anglaise par Georges Brazziler, Inc. new York
© 1968 by Ludwig von Bertalanffy

Traduit par
Jean-Benoit Chabrol

Mise à jour bibliographique (1993) de
Bernard Paulré

photo de couverture : © DR

Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.

Le Code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique

s'est généralisée dans les établissements

d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour

les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du

Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).



© Dunod, Paris, 2012 pour la nouvelle présentation

© Dunod, Paris, 1993 pour la nouvelle édition

© Bordas, Paris, 1973 pour la traduction française

ISBN 978-2-10-058300-3

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2° et 3° a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

TABLE DES MATIÈRES

PRÉFACE D'ERVIN LASZLO	VII
PRÉFACE DE L. VON BERTALANFFY À L'ÉDITION PENGUIN	XIII
1. Introduction	1
Partout autour de nous des systèmes !	1
Historique de la théorie des systèmes	9
Tendances de la théorie des systèmes	16
2. Théorie générale des systèmes. Qu'est-ce que cela signifie ?	30
Une théorie des systèmes est nécessaire	30
Buts de la théorie générale des systèmes	35
Systèmes ouverts et fermés : limites de la physique conventionnelle	37
Information et Entropie	40
Causalité et téléologie	43
Qu'est-ce que l'organisation ?	45
La théorie générale des systèmes et l'unité de la science	46
La théorie générale des systèmes dans l'enseignement : l'avènement de généralités scientifiques	47
Science et Société	49
Le commandement ultime : l'homme est un individu	51
3. Considérations mathématiques élémentaires sur quelques concepts de système	52
Le concept de système	52
Croissance	58
Compétition	61

Totalité, somme, mécanisation, centralisation	64
Finalité	73
Types de finalité	75
Les isomorphismes en science	77
L'unité de la science	83
Notes sur les développements de la théorie mathématique des systèmes	87
4. Développements de la théorie générale des systèmes	93
Approches et buts en science des systèmes	93
Les méthodes de la théorie générale des systèmes	99
Progress de la théorie générale des systèmes	103
5. L'organisme considéré comme un système physique	124
L'organisme en tant que système ouvert	124
Caractéristiques générales des systèmes chimiques ouverts	128
Équifinalité	136
Applications biologiques	138
6. Le modèle du système ouvert	143
La machine vivante et ses limites	143
Quelques caractéristiques des systèmes ouverts	145
Les systèmes ouverts en biologie	149
Les systèmes ouverts et la cybernétique	154
Problèmes non résolus	155
Conclusion	158
7. Quelques aspects de la théorie des systèmes en biologie	159
Systèmes ouverts et états stables	160
Rétroaction et homéostasie	164
Allométrie et loi de surface	168
Théorie de la croissance animale	176
Résumé	189

8. Le concept de système dans les sciences de l'homme	191
La révolution organique	191
L'image de l'homme dans la pensée contemporaine	193
Réorientation de la théorie en fonction des systèmes	197
Les systèmes en sciences sociales	199
Une conception de l'histoire par la théorie des systèmes	202
Le futur vu sous l'aspect de la théorie des systèmes	208
9. La théorie générale des systèmes appliquée à la psychologie et à la psychiatrie	211
La psychologie moderne était dans une impasse	211
Les concepts de système en psychopathologie	213
Conclusion	225
10. La relativité des catégories	227
L'hypothèse de Whorf	227
Relativité biologique des catégories	232
Relativité culturelle des catégories	237
La vision perspectiviste	243
Notes	252
APPENDICE : le sens et l'unité de la science	255
BIBLIOGRAPHIE	258
LECTURES CONSEILLÉES	279
ADDENDA BIBLIOGRAPHIQUE 1993 (B. PAULRÉ)	283
INDEX	295

PRÉFACE

D'ERVIN LASZLO

Les sciences naturelles sont aujourd'hui au seuil d'une révolution majeure. Celle-ci promet même d'être plus radicale que la « révolution copernicienne » qui marqua le passage d'un univers géo-centrique à un univers hélio-centrique. Elle substituera à la conception matérialiste et réductionniste de la matière et de l'esprit encore dominante une conception systémique. La révolution qui s'annonce englobe la totalité de notre compréhension de la nature des choses. Elle sera une *révolution cosmologique*, dans l'acceptation classique du mot cosmologie qui signifie « science de l'univers perçu comme un tout ordonné ». Ludwig von Bertalanffy a été l'un des pionniers de cette révolution. Avec lui, les prémices en remontent à la deuxième décennie de ce siècle.

Von Bertalanffy naquit en 1901 à Atzgersdorf, près de Vienne, et mourut en 1972 à Buffalo dans l'État de New York. Son esprit curieux s'éveilla dès son plus jeune âge, et ses centres d'intérêts couvrirent de vastes domaines : la biologie expérimentale et théorique, l'épistémologie tout autant que la philosophie, la psychologie et la psychiatrie. Il s'intéressa également de manière active aux problèmes sociaux et aux théories du symbolisme et de l'histoire. Il contribua même à la connaissance de sujets aussi confidentiels que les origines du service postal au Moyen Âge.

Von Bertalanffy reçut son diplôme de Docteur à l'Université de Vienne en 1926, mais le champ de ses connaissances acquises de façon autodidacte était beaucoup plus vaste que celui couvert par son cursus universitaire. Adolescent, il étudia les travaux de Jean B. Lamarck, Charles Darwin, Ernst Haeckel, Karl Marx et Henry T. Buckel. Entre sa vingtième et sa trentième année, il fut influencé par certains des précurseurs de la théorie biologique tels que Wilhelm Roux, Hans Driesch et Julius Schaxel. Suite à sa rencontre avec Hans Vaihinger, alors très âgé, la philosophie du « comme si » eut une grande influence sur son développement intel-

lectuel. Il fut nommé *Privatdozent* à l'Université de Vienne en 1934 sous l'égide des philosophes Robert Reiniger et Moritz Schlick. Ce dernier était l'un des fondateurs du fameux Cercle de Vienne du positivisme, un modèle de pensée qui n'attirait pas le jeune biologiste qu'était von Bertalanffy.

Tout en réalisant un travail de laboratoire remarquable, von Bertalanffy continuait à éprouver le besoin d'une démarche théorique vigoureuse. Il manifestait parallèlement un profond intérêt pour la littérature et était enclin au mysticisme. Du fait de ses idées, très en avance pour son temps, il dut subir le sort réservé aux pionniers : la pleine reconnaissance de la validité et de l'importance de ses théories ne se réalisa que tard dans sa vie, et même parfois à titre posthume. Ses idées et ses théories ressurgirent quelques dizaines d'années après qu'il les ait énoncées, parfois même sans référence à ses écrits originaux.

Comme professeur à l'Université de Vienne, von Bertalanffy était rattaché aux facultés de médecine et de philosophie, et fit des conférences à l'Institut de Zoologie. En 1936, il reçut une bourse de la Fondation Rockefeller pour étudier les développements de la biologie aux États-Unis et leur adaptation possible aux universités autrichiennes. Il voyagea à travers tous les États-Unis et collabora avec l'Université de Chicago et le Laboratoire de Biologie marine de Woods Hole. En octobre 1938, il retourna en Autriche ; le déclenchement, l'année suivante, de la seconde guerre mondiale interrompit ses relations avec l'Amérique.

En 1945, durant le siège de Vienne, la maison, la bibliothèque et le laboratoire de von Bertalanffy furent détruits et plusieurs de ses manuscrits perdus. Il quitta définitivement l'Autriche en 1948, voyage en Europe Occidentale et retourne aux États-Unis occuper le poste de professeur et directeur de recherche de la nouvelle faculté de médecine de l'Université d'Ottawa. Lors de ses engagements ultérieurs, il fut durant un trimestre professeur invité et membre du département de recherche de la Fondation Menniger de Topeka, Kansas. Un contrat de huit ans, en tant que professeur de biologie théorique le lia à l'Université d'Alberta à Edmonton (1961-1969). Puis une chaire de professeur au département de biologie théorique de l'Université de l'État de New York, à Buffalo, lui fut proposée, poste qu'il occupa jusqu'à sa mort en 1972.

Tout au long d'une vie riche en expériences, von Bertalanffy sut associer un travail expérimental en biologie avec un champ d'intérêts théoriques très large. À l'origine, ses travaux en biologie étaient centrés sur une détermination quantitative du métabolisme. Le modèle issu des expériences effectuées dans ses laboratoires de Vienne et d'Ottawa, prépara l'émergence des « équations de croissance de Bertalanffy » mondialement utilisées. Il

s'intéressa par la suite à la cytochimie et développa la technique de l'acridine-orange pour le marquage de l'ADN (acide désoxyribonucléique) et de l'ARN (acide ribonucléique) par microscopie fluorescente, procédé qui s'est avéré déterminant dans le diagnostic précoce des cancers.

Ses centres d'intérêt les plus permanents étaient principalement théoriques. Il fut un des pionniers de la « conception organiciste » de la biologie en Europe et publia des articles sur ce sujet dès 1925-1926. Deux ans plus tard, il rassemble ses idées dans un livre majeur, *Kritische Theorie der Formbildung*. Cette conception permit de dépasser l'opposition entre l'explication mécaniciste et l'explication classique vitaliste de la vie grâce à une conception de l'organisme comme système ouvert, doté de propriétés spécifiques qui se prêtent elles-mêmes à une investigation scientifique. Associée à la distinction de plusieurs niveaux d'organisation, et à l'opposition des organismes « actif » et « passif » (ou réactif), la théorie du système ouvert de von Bertalanffy constitue un énoncé précoce de ce qui deviendra célèbre sous le nom de théorie « holiste » de la vie et de la nature. S'il développa ses premières idées dans le cadre d'une théorie générale de la biologie, celle-ci, à son tour, sera à la base de sa théorie générale des systèmes.

L'ensemble de ses travaux relève de la logique. Sa conception organiciste se réfère à l'organisme vivant en tant que « système organisé » et définit la tâche fondamentale de la biologie comme la découverte des lois applicables aux systèmes biologiques à leurs différents niveaux d'organisation. Cherchant à donner à sa théorie le plus large champ d'application possible, von Bertalanffy traite des niveaux d'organisation en psychologie, en sociologie ou en histoire. Il propose une théorie générale capable de fournir des principes et modèles applicables à tous les systèmes ouverts, quels que soient la nature de leurs composants et leur niveau d'organisation.

Un demi-siècle après qu'il eut énoncé sa conception organiciste pour la première fois, et plusieurs décennies après qu'il eut commencé à explorer les applications possibles d'une théorie générale des systèmes à divers phénomènes psychologiques et sociaux, le concept de système ouvert et la possibilité d'en tirer des théories susceptibles d'expliquer le comportement humain et les phénomènes sociaux devinrent l'objet de nombreuses recherches théoriques dans tous les domaines des sciences sociales et politiques.

Actuellement, l'intérêt pour la théorie des systèmes est stimulé par plusieurs facteurs. Notons parmi ceux-ci une reconnaissance du besoin de théories générales dans les sciences naturelles et sociales ainsi que l'apparition de nouvelles technologies d'automatisation associées aux concepts de

contrôle cybernétique et de communication multi-canaux quasi-instantanée. L'intuition originale de von Bertalanffy tient à une conception organiciste en biologie théorique. Elle est maintenant devenue une source d'inspiration pour une approche non-réductionniste et non mécaniciste des systèmes, non seulement dans les phénomènes de la vie, mais également pour divers problèmes de la pensée, de l'évolution, de la société et de l'histoire.

Von Bertalanffy fut un penseur créatif, à l'origine d'une avancée majeure dans le paradigme de la science de ce siècle. Renoncer à un ancien paradigme pour faire place à un nouveau est le prix que doit payer la science pour le progrès de la connaissance. Ce prix est exigé dès lors qu'un ancien paradigme s'effondre sous l'accumulation d'anomalies et de paradoxes, et qu'un paradigme alternatif devient disponible et peut le remplacer. C'est le mérite durable de von Bertalanffy que d'être à l'origine de la conception du système ouvert comme paradigme général alternatif, capable de remplacer la pensée scientifique cartésienne, positiviste, mécaniciste et réductionniste, antérieurement dominante.

La révolution cosmologique, dont il jeta les bases voici quelques cinquante ans est aujourd'hui en plein développement. Dans les sciences physiques, le concept de la matière est à nouveau remis en cause : la controverse à son sujet n'a jamais été réellement tranchée, et les expérimentations récentes ont mis en évidence de nouveaux phénomènes. Des expérimentations de plus en plus sophistiquées ont confirmé que les quanta ont une double propriété onde/matière. Leur état est indéterminé jusqu'au moment de leur observation, et, comme les tests d'Alain Aspect sur l'inégalité de Bell l'ont démontré, sous certaines conditions ils peuvent interagir l'un sur l'autre de manière instantanée, bien que cela se fasse sans échange d'énergie de forme connue. Les concepts de complémentarité de la théorie quantique de superposition d'ondes probabilistes et complémentaires et de non-localisation identifient de tels phénomènes, mais ne les expliquent pas. Comme Eugène Wigner l'a souligné, la mécanique des quanta porte sur des *observations* ponctuelles, et non sur des phénomènes continuellement *observables* (c'est-à-dire qu'elle ne porte pas sur les phénomènes du monde réel). L'interprétation de Copenhague du quantum ne tient pas compte de tout ce qui existe dans le monde physique et qui sous-tend nos observations. Comme le dit de manière si pittoresque John Wheeler, la réalité se présente comme un « grand dragon fumeux » ; elle demeure inconnue et fondamentalement inconnaissable, sauf à l'endroit et suivant la manière de son observation.

La biologie se trouve confrontée aux mêmes enjeux. La théorie classique darwinienne apparaît au bord de la rupture, comme de nombreux bio-

logistes tels Michael Dennet, Peter Saunders, Roberto Fondi, Jean Dorst ou M. Schutzenberger l'ont montré. Le concept des mutations aléatoires appliqué aux critères de la sélection naturelle est de plus en plus incapable de rendre compte des phénomènes observés. La variante néo-darwinienne des évolutions par sauts plutôt que progressives, développée dans la théorie de « l'équilibre ponctué » de Jay Gould et Niles Eldrege, rend le problème encore plus critique : on ne voit vraiment pas comment des mutations aléatoires ont pu produire le type de mutations massives nécessaires pour entraîner des espèces entièrement nouvelles dans un saut évolutionnaire brusque. Les mutations exigées pour tenir compte des faits anormaux relevés par les paléontologues s'avèrent « systémiques », c'est-à-dire complexes et précisément coordonnées. Une mutation isolée, par exemple le codage d'un gène en plume au lieu d'un poil, ne serait pas suffisante : elle doit être associée aux changements de code génétique nécessaires pour produire une ossature légère, des muscles adaptés au vol, une augmentation de l'acuité visuelle et le métabolisme convenable. Ce n'est que dans ces conditions qu'un reptile peut s'élever dans les airs, mutation que les reptiles ont manifestement accomplie. La biologie darwinienne ou même néo-darwinienne est incapable d'expliquer ce phénomène. Si l'évolution avait suivi les lois classiques, il est probable que la vie sur terre n'aurait guère dépassé le stade de l'algue bleu-verte.

Tout cela, avec les paradoxes et anomalies qui en découlent, appelle une nouvelle conceptualisation des notions théoriques de base selon une perspective systémique. La théorie générale des systèmes imaginée par von Bertalanffy, bien que n'étant pas la panacée, semble particulièrement adaptée à l'explication d'un grand nombre de phénomènes qui ne rentrent pas dans le champ de l'analyse cartésienne classique et mécaniciste.

La pertinence de cette théorie s'explique dans une large mesure par son orientation scientifiquement (plutôt que métaphysiquement) « holiste ». Les sciences modernes redécouvrent le principe de la globalité de la nature. La primauté du global est fondamentale en cosmologie physique où l'état de l'univers à un moment donné, ainsi que l'évolution de ses états dans le temps, sont fonction de constantes universelles qui définissent les paramètres généraux d'espace, de temps et de matière. Les concepts holistes sont devenus essentiels pour la physique moderne où les valeurs particulières définissant l'état d'une particule sont vues comme découlant de l'ensemble dans lequel la particule est plongée. Ils sont aussi essentiels pour les matrices-S, le *bootstrap* et les autres théories des champs quantiques qui, ensemble, traitent de toutes les particules composant l'univers. La nouvelle biologie, mue par la recherche de ce que Gregory Bateson appelle

le « Méga-modèle », est à un degré d'avancement pas très éloigné de celui de la physique moderne. Dans toutes les sciences de la nature, la compréhension du tout est devenue une condition préalable à la compréhension de ses constituants.

La révolution cosmologique actuelle puise son inspiration dans le paradigme des systèmes ouverts. Elle continue à couvrir et à façonner l'intuition originelle de von Bertalanffy. Grâce à son orientation holiste, le paradigme systémique refuse de réduire le monde naturel à l'assemblage de matériaux de construction hétéroclites ; il conçoit à la fois la matière et l'esprit comme les éléments indissociables d'un vaste processus d'évolution qui se développe de manière non linéaire dans tous les domaines de l'évolution d'un système complexe. Sous cet aspect, la nature entière évolue du « chaos » au « cosmos », ainsi que les anciens grecs le soutenaient. Les théories énoncées dans le cadre de cette nouvelle révolution cosmologique définissent le cosmos dans une perspective holiste qui fut d'abord développée sous une forme scientifique dans la théorie générale des systèmes. Elle l'affine à l'aide d'une instrumentation précise et de calculs mathématiques sophistiqués.

La révolution cosmologique initiée par *la Théorie générale des systèmes*, mérite largement d'être connue d'un public cultivé : l'initiative des Éditions Dunod de rééditer l'œuvre anti-conformiste de von Bertalanffy est la bienvenue. Elle devrait susciter de larges discussions sur l'application des théories des systèmes physiques et biologiques inspirées par la théorie générale des systèmes. Elles sont le résultat d'un mouvement révolutionnaire en pleine évolution, et dont von Bertalanffy a été le père et le principal artisan.

Ervin LASZLO
Mars 1993
(traduit de l'anglais par
Gabrièle GOTTHALMSEDER)

PRÉFACE A L'ÉDITION PENGUIN

Il y a une trentaine d'années que j'énonçai le postulat et lançai le terme même de « théorie générale des systèmes ». Depuis lors, sous ce nom ou sous des noms analogues, cette théorie a été reconnue comme une discipline : cours universitaires, textes, livres, revues, séminaires, groupes de travail, bureaux, tout l'assortiment qu'on peut trouver dans un domaine académique d'enseignement et de recherche. Le postulat d'une « science nouvelle » que j'avais alors présenté, est devenu une réalité.

Je me fondais sur de nombreux développements qui seront présentés dans ce livre. Le point de vue « systémique » a pénétré un grand nombre de domaines scientifiques et technologiques; il s'est montré indispensable. Ceci, accru du fait qu'il représente un nouveau « paradigme » dans la pensée scientifique (selon l'expression de Thomas Kuhn), a pour conséquence que le concept de système peut se définir et se développer de différentes manières, selon les objectifs de la recherche et selon les aspects divers de la notion que l'on désire refléter.

Dans ces circonstances, on peut introduire ce domaine de deux manières. On peut accepter un des modèles, une des définitions valables des systèmes et en dériver rigoureusement une théorie. De telles présentations sont heureusement réalisables, et nous en citerons par la suite quelques-unes.

La seconde approche, que ce livre suivra, consiste à partir des problèmes qui ont surgi dans les diverses sciences afin de montrer la nécessité du point de vue systémique et de le développer plus ou moins dans les détails, en choisissant quelques bons exemples. Ce procédé ne présentera pas un développement théorique rigoureux; les exemples donnés seront modifiables, c'est-à-dire qu'on pourra en fournir d'autres, quelquefois meilleurs, en illustration. Cependant, une telle vue panoramique présente aux étudiants une bonne introduction à une nouvelle manière de penser qui est reçue avec avidité et même avec enthousiasme; l'auteur en a fait l'expérience, et si l'on se fie à l'audience reçue par ce livre, pas mal d'autres l'ont fait aussi;

c'est aussi pour l'étudiant plus avancé le point de départ de travaux poussés. Le grand nombre de recherches inspirées par cette œuvre en est un témoignage.

Un critique compétent (Robert Rosen dans « Science », 164, 1969, p. 681) a trouvé « étonnamment peu d'anachronismes qui méritent d'être corrigés » dans cet ouvrage, alors même que certains des chapitres qui suivent remontent à 30 ans. C'est un grand éloge, si on considère que les monographies scientifiques actuelles « méritent fréquemment d'être corrigées » avant même d'avoir paru. Ce n'était pas, ajoutait cet auteur, le résultat d'une rédaction habile (la rédaction se limitait en fait à un strict minimum d'embellissements stylistiques); apparemment, l'auteur avait « eu raison », au sens où il avait énoncé des fondements sains et correcterment prévus les développements futurs. On peut par exemple considérer les problèmes de systèmes tels que ceux cités dans le paragraphe « Isomorphisme en Science », de ce livre; une réponse leur est maintenant apportée (ainsi qu'à d'autres questions), par la théorie des systèmes dynamiques et par la théorie de la commande. L'isomorphisme des lois est présenté dans ce livre sur des exemples choisis volontairement comme de simples illustrations; cela s'applique néanmoins à des cas bien plus compliqués qui sont loin d'être triviaux sur le plan mathématique. Par exemple, « il est frappant que des systèmes biologiques aussi divers que le système nerveux central et le réseau biochimique régulateur des cellules puissent être strictement analogues... Il est encore plus remarquable de réaliser que cette analogie particulière entre des systèmes différents situés à différents niveaux d'organisation biologique, n'est qu'un membre d'une classe plus large de telles analogies » (Rosen, 1967).

D'un point de vue plus général, « le parallélisme des principes généraux de la connaissance dans divers domaines » a été présenté dans cet ouvrage, sur de nombreux cas. Mais on ne prévoyait pas encore que la théorie générale des systèmes jouerait un rôle aussi important dans l'orientation moderne de la géographie, qu'elle évoluerait parallèlement au structuralisme français (par exemple, Piaget, Levi-Strauss) et qu'elle exercerait une influence aussi considérable sur le fonctionnalisme américain en sociologie.

Avec l'extension croissante de la pensée et des études systémiques, la définition de la théorie générale des systèmes a subi un examen minutieux. On peut donc donner quelques indications nouvelles sur son sens et sur son domaine. Le terme de théorie générale des systèmes a été introduit par l'auteur de façon volontairement universelle. On peut bien sûr le limiter à une signification « technique » au sens de « théorie mathématique »

(comme cela est souvent fait) mais cela semble une erreur dans la mesure où beaucoup de problèmes de « systèmes » appellent une « théorie » qui ne peut être formulée ultérieurement en termes mathématiques. Ainsi le nom de « théorie générale des systèmes » est-il utilisé ici au sens large, de même que ce que nous entendons par « théorie de l'évolution » contient presque tout, de la recherche des fossiles, à l'anatomie et à la théorie mathématique de la sélection, ou par « théorie du comportement » qui va de l'observation des oiseaux à des théories neurophysiologiques très compliquées. C'est l'introduction d'un nouveau paradigme qui compte.

En gros, on peut indiquer trois aspects principaux, non séparables en contenu mais distinguables en intention. Le premier peut être décrit comme la *science des systèmes*, c'est-à-dire l'étude scientifique et la théorie des systèmes dans les diverses sciences (par exemple, physique, biologie, psychologie, sciences sociales) et une théorie générale des systèmes comme ensemble de principes s'appliquant à tous les systèmes (ou à certaines sous-catégories bien définies).

Des entités d'une espèce essentiellement nouvelle pénètrent la sphère de la pensée scientifique. La science classique par ses diverses disciplines, que ce soit la chimie, la biologie, la psychologie ou les sciences sociales, essayait d'isoler les éléments de l'univers observé : composés chimiques et enzymes, cellules, sensations élémentaires, individus en libre compétition, que sais-je encore; elle espérait en outre qu'en les réunissant à nouveau, théoriquement ou expérimentalement, on retrouverait l'ensemble ou le système, cellule, esprit ou société, et qu'il serait intelligible. Nous savons maintenant que pour comprendre ces ensembles, il faut connaître non seulement leurs éléments mais aussi leurs relations : par exemple, le jeu des enzymes dans une cellule, celui des processus mentaux conscients ou non, la structure et la dynamique des systèmes sociaux, etc. Ceci nécessite l'étude des nombreux systèmes de l'univers observé dans leur ordre et leurs spécificités propres. Il apparaît en outre que des aspects généraux, des correspondances et des isomorphismes sont communs aux « systèmes ». C'est ce qui constitue le domaine de la *théorie générale des systèmes*; bien sûr, ces parallélismes et ces isomorphismes apparaissent, et c'est quelquefois surprenant, dans des « systèmes » par ailleurs totalement différents. La théorie générale des systèmes est ainsi une étude scientifique des « tout » et des « totalité » qui, il n'y a pas si longtemps, étaient considérés comme des notions métaphysiques dépassant les limites de la science. Des conceptions nouvelles, des modèles et des disciplines mathématiques se sont développés pour s'y ajuster : la théorie des systèmes dynamiques, la cybernétique,

la théorie des automates, l'analyse des systèmes par les ensembles, la théorie des réseaux, des graphes, etc.

Le second domaine est la *technologie des systèmes*; ce sont les problèmes qui surgissent dans la technologie et dans la société modernes, incluant à la fois le « hardware » des calculateurs, l'automation, la mécanique auto-régulée, etc. et le « software » des nouveaux développements et des nouvelles disciplines théoriques.

La technologie et la société modernes sont devenues si complexes que les voies et les moyens traditionnels ne suffisent plus; des approches de nature holistique ou systémique, générale ou interdisciplinaire deviennent nécessaires. Ceci est vrai de nombreuses façons. A beaucoup de niveaux les systèmes réclament une intervention scientifique : les systèmes écologiques, perturbés par les problèmes urgents de pollution; les organisations formelles comme la bureaucratie, les institutions éducatives et l'armée; les problèmes graves qui surgissent dans les systèmes socio-économiques, dans les relations internationales, dans la politique et la dissuasion. Sans chercher à savoir jusqu'où peut aller la compréhension scientifique (qui contraste avec l'admission de l'irrationalité des événements culturels et historiques), et dans quelle mesure l'intervention scientifique est réalisable ou même souhaitable, il ne fait aucun doute qu'il s'agit essentiellement de problèmes de « systèmes », c'est-à-dire de problèmes posés par un grand nombre de « variables » en interrelation. Il en va de même pour les problèmes plus limités de l'industrie du commerce et de l'armement. Les exigences technologiques ont amené des conceptions et des disciplines nouvelles, en partie originales et qui introduisent des notions fondamentales neuves, comme la commande et la théorie de l'information, la théorie des jeux et de la décision, la théorie des circuits et des files d'attente, etc. La caractéristique générale est qu'en outre les premières tiraient leur origine des problèmes spécifiques et concrets de la technologie, mais que les modèles (conceptualisation et principes), comme par exemple les concepts d'information, de rétroaction, de commande, de stabilité, de théorie des circuits, etc. dépassaient de loin les possibilités des spécialistes, étaient de nature interdisciplinaire, indépendants de leurs réalisations particulières; par exemple, les modèles de rétroaction isomorphes des systèmes mécaniques, hydrodynamiques, électriques, biologiques, etc. De même les développements issus de la science pure et appliquée convergent comme dans la théorie des systèmes dynamiques et la théorie de la commande. De même un grand ensemble s'étend de la théorie mathématique très complexe à la simulation par les calculateurs où on peut traiter les variables quantitativement mais

où manquent les solutions analytiques, et à la discussion plus ou moins informelle des problèmes de nature systémique.

En troisième lieu, il y a la *philosophie des systèmes*, c'est-à-dire la réorientation de la pensée et de la vision du monde issue de l'introduction du concept de « système » comme nouveau paradigme scientifique (au contraire du paradigme analytique, mécaniste et mono-causal de la science classique). Comme toute théorie scientifique ayant un grand domaine d'application, la théorie générale des systèmes possède des aspects « métascientifiques », philosophiques. Le concept de « système » constitue un nouveau « paradigme » selon la phrase de Thomas Kuhn ou comme je l'ai énoncé (1967), « une nouvelle philosophie de la nature », opposée aux « lois aveugles de la nature », de la vision mécaniste du monde et du processus du monde vu comme une histoire de Shakespeare racontée par un idiot, avec une vision organique du « monde comme une grande organisation ».

Ceci se divise essentiellement en trois parties. En premier lieu nous devons regarder la « nature de la bête ». C'est l'*ontologie des systèmes*, c'est-à-dire ce que nous entendons par système, et comment les systèmes sont réalisés aux divers niveaux du monde observé.

Ce qu'il faut décrire par un système; la réponse à cette question n'est ni évidente, ni triviale. On admettra facilement qu'une galaxie, un chien, une cellule ou un atome sont *des systèmes réels*, c'est-à-dire des êtres perçus par l'observation ou déduits de celle-ci et qui existent indépendamment de l'observateur. D'un autre côté, il y a des *systèmes conceptuels* comme la logique, les mathématiques (mais aussi la musique) qui sont essentiellement des constructions symboliques; les *systèmes abstraits* (science) sont une sous-classe de cette dernière, c'est-à-dire les systèmes conceptuels correspondant à la réalité.

Cependant la distinction n'est pas aussi aiguë et aussi claire que cela. Un système écologique ou social est assez « réel », comme nous pouvons désagréablement le constater par exemple, quand le système écologique est perturbé par la pollution ou quand la société se présente à nous avec tant de problèmes irrésolus. Néanmoins il ne s'agit pas d'objets soumis à la perception ou à l'observation directe; ce sont des constructions conceptuelles. Ceci est aussi vrai des objets du monde de tous les jours qui ne sont absolument pas simplement « donnés », comme des données sensorielles ou de simples perceptions, mais sont véritablement formés d'un grand nombre de facteurs « mentaux » qui vont de la dynamique de la forme et des processus d'instruction, à la linguistique et aux facteurs culturels qui déterminent largement ce que nous « voyons » réellement ou ce que nous

percevons. Ainsi, la distinction entre d'un côté les objets « réels » et les systèmes fournis par l'observation, d'un autre côté les constructions et les systèmes conceptuels ne peut être présentée d'une façon triviale. Ce sont des problèmes difficiles, et nous ne pouvons ici que les indiquer.

Ceci nous amène à l'*épistémologie des systèmes*. Comme il ressort de ce qui précède, elle diffère profondément de l'épistémologie du positivisme logique ou de l'empirisme, même si elle partage leur attitude scientifique. L'épistémologie (et la métaphysique) du positivisme logique était fondée sur les idées de physicalisme, d'atomicité et sur la « théorie de la caméra » pour la connaissance. Au regard des connaissances actuelles, ceci est périmé. Vis-à-vis du physicalisme et du réductionnisme, les problèmes et les modes de pensée de la biologie, des sciences sociales et du comportement nécessitent une égale considération, et une simple « réduction » à des particules élémentaires et aux lois de la physique conventionnelle ne semble plus possible. Face à la procédure analytique de la science classique, décomposition en composants élémentaires et mono-causalité ou causalité linéaire comme catégorie fondamentale, l'étude des ensembles organisés à beaucoup de variables nécessite de nouvelles catégories d'interaction, de transaction, d'organisation, de téléologie, etc.

Beaucoup de problèmes surgissent alors du point de vue épistémologique, ou au niveau des modèles et des techniques mathématiques. En outre, la perception n'est pas une réflexion des « choses réelles » (quel que soit leur statut métaphysique), et la connaissance n'est pas une simple approximation de la « vérité » ou « réalité ». C'est une interaction entre celui qui connaît l'objet de sa connaissance, qui dépend de multiples facteurs de nature biologique, psychologique, culturelle, linguistique, etc. La physique elle-même nous apprend qu'il n'existe pas d'êtres ultimes, corpuscules ou ondes, existant indépendamment de l'observateur. Ceci conduit à une philosophie « en perspective » qui, tout en reconnaissant totalement les réalisations de la physique dans son domaine et dans ceux qui lui sont liés, ne lui accorde pas le monopole de la connaissance. Face au réductionnisme et aux théories qui déclarent que la réalité « n'est rien de plus » qu'un amas de particules physiques, de gènes, de réflexes, de mouvements, que sais-je encore, nous considérons la science comme une des perspectives que l'homme a créées, avec ses dons et ses servitudes biologiques, culturelles et linguistiques, pour s'occuper de l'univers dans lequel il « est jeté », ou plutôt auquel il s'est adapté par suite de l'évolution et de l'histoire.

La troisième partie de la philosophie des systèmes s'occupera des relations de l'homme et du monde, de ce qu'on appelle les « valeurs » dans

le langage philosophique. Si la réalité est une hiérarchie d'ensembles organisés, l'image de l'homme sera différente de ce qu'elle serait dans un monde de particules physiques gouverné par des événements aléatoires comme seule et ultime « vraie » réalité. Ou encore, le monde des symboles, des valeurs, des entités sociales et culturelles est quelque chose de très « réel ». Son insertion dans un ordre cosmique de hiérarchies est capable de combler l'opposition des « deux cultures » de C.P. Snow, celle de la science et celle des humanités, technologie et histoire, sciences naturelles et sciences sociales, quelle que soit la façon dont on formule l'antithèse.

Ce souci humaniste de la théorie générale des systèmes telle que je la comprends, la différencie de cette théorie mécaniste des systèmes qui ne parle qu'en termes de mathématiques, de rétroaction et de technologie, faisant ainsi naître la crainte que cette théorie des systèmes ne soit en fait la dernière étape vers la mécanisation et la dégradation de l'homme, vers la société technocratique. Tout en connaissant et en mettant en évidence l'aspect mathématique, science à la fois pure et appliquée, je ne crois pas que ces aspects humanistes puissent être écartés, du moins si on ne limite pas la théorie générale des systèmes à une vision restrictive et fractionnaire.

On trouvera peut-être ici une autre raison d'utiliser ce livre comme une introduction à ce domaine. Une présentation faite dans un livre doit suivre le chemin droit et étroit de la rigueur mathématique et scientifique. Il n'est pas besoin de préciser la nécessité d'un tel exposé « technique ». Mais ce livre conduira à beaucoup d'autres problèmes couverts par la théorie générale des systèmes.

Cet ouvrage contient, après une bibliographie assez étendue qui indique les sources citées dans le texte, une liste suggestive de lectures qui pourront sembler utiles aux étudiants. En particulier, les publications récentes qui suivent présenteront des textes intéressants sur les notions introduites dans ce livre. On trouve une discussion sur les diverses approches de la théorie générale des systèmes dans *Trends in General Systems Theory* (publié par G. Klir) et dans *Unity Through Diversity* (recueil en l'honneur de L. von Bertalanffy, réalisé par W. Gray et N. Rizzo), en particulier, livres II et IV. La *Dynamical System Theory* est développée dans le livre qui porte ce titre par Robert Rosen. Une excellente présentation de la théorie des systèmes dynamiques et de la théorie des systèmes ouverts, dans la même ligne que ce livre, est fournie par W. Beier dans *Biophysik* (qui devrait bientôt paraître en anglais). *An Approach to General Systems Theory* de G.J. Klir apporte un développement axiomatique. Suggérons *Einführung in die Moderne System Theorie* de H. Schwarz pour les développements suivant le point de

vue de la technologie de la commande. Pour la théorie des systèmes dans les sciences de l'homme, on peut citer : *General Systems Theory and Psychiatry* (W. Gray, F.D. Duhl, et N.D. Rizzo); *Modern Systems Research for the Behavioral Scientists* (W. Buckley); *System, Change and Conflict* (N.J. Demerath et R.A. Peterson). Laszlo développe dans *Introduction to Systems Philosophy*, la philosophie des systèmes.

Notre espoir est que ce livre serve d'introduction pour les étudiants et de stimulant pour ceux qui travaillent à la théorie générale des systèmes.

Ludwig VON BERTALANFFY
State University of New York at Buffalo
Février 1971

CHAPITRE 1

INTRODUCTION

Partout autour de nous, des systèmes !

Si l'on voulait analyser les idées à la mode et les mots en vogue, on trouverait en tête de la liste le mot « système ». En effet ce concept s'est introduit dans tous les domaines scientifiques et a pénétré la pensée, le vocabulaire et les mass-media populaires. L'étude des systèmes joue un rôle primordial dans de nombreuses branches, depuis l'entreprise industrielle et les armements, jusqu'aux sujets ésotériques abordés par la science pure. D'innombrables publications, conférences, symposiums et cours lui ont été consacrés. Pendant les dernières années, on a vu apparaître des professions et des emplois, inconnus jusque-là, qui ont pris les noms d'étude des systèmes, d'analyse des systèmes, d'ingénieur en systèmes et bien d'autres encore. Ils sont le noyau d'une nouvelle technologie, d'une nouvelle technocratie; leurs praticiens sont les « nouveaux utopistes » de notre temps (Boguslaw, 1965) qui, contrairement aux tenants de la ligne classique dont les idées ne sont pas sorties des livres, œuvrent pour créer un Nouveau Monde, qu'il soit « le meilleur » ou que sais-je encore (1).

Les origines de ce fait nouveau sont complexes. Il y a l'évolution qui s'est produite depuis la technique de l'énergie, c'est-à-dire la libération de grandes quantités d'énergie par des machines à vapeur ou électriques, jusqu'à la technique de la commande, capable de diriger des processus grâce à des dispositifs de faible puissance et qui a conduit aux calculateurs et à l'automatique. On a vu apparaître des machines auto-régulées, du simple thermostat domestique aux missiles très élaborés d'aujourd'hui, en passant par les engins à tête chercheuse de la Seconde Guerre Mondiale. Les ingénieurs ont été conduits à penser non plus en termes de machines individuelles mais en termes de systèmes. Une machine à vapeur, une

(1) N.D.T. Allusion au roman de A. Huxley : « Brave New World ».

automobile ou un récepteur-radio se situaient au niveau des compétences de l'ingénieur spécialisé dans les techniques appropriées; par contre, au niveau des missiles balistiques ou des véhicules spatiaux qu'il faut assembler à partir de composants issus de technologies différentes, mécanique, électronique, chimie, etc., on voit entrer en jeu les relations entre l'homme et la machine; d'innombrables problèmes financiers, économiques, sociaux ou politiques sont impliqués dans l'affaire. Il en va de même de la circulation, aérienne ou automobile, qui ne dépend pas seulement du nombre des véhicules, mais des systèmes qui doivent être planifiés ou régulés. De même, de nombreux problèmes se présentent en ce qui concerne la production, le commerce ou les armements.

Ainsi une « approche par les systèmes » devient-elle nécessaire. Un objectif est donné; pour trouver les voies et les moyens de sa réalisation il faut un spécialiste des systèmes (ou une équipe de spécialistes) qui puisse envisager les diverses possibilités et choisir, au milieu d'un réseau terriblement emmêlé d'interactions, celles qui permettront d'arriver à l'optimum avec le maximum d'efficacité et un coût minimal. Il faut, pour résoudre ces problèmes qui dépassent de loin les possibilités d'un seul mathématicien, des techniques poussées et des ordinateurs. Le « hardware » des ordinateurs, c'est-à-dire l'automatique et la cybernétique, le « software » de la science des systèmes, représentent autant l'un que l'autre une nouvelle technologie. C'est ce qu'on a appelé la Seconde Révolution Industrielle, celle qui s'est développée seulement dans les toutes dernières années.

Ces progrès n'ont pas été limités au seul complexe industrie-armée. Les hommes politiques réclament de plus en plus souvent qu'on applique « l'approche par les systèmes » à des problèmes urgents comme la pollution de l'air et de l'eau, le congestionnement du trafic, la pègre des villes, la délinquance juvénile et le crime organisé, la planification urbaine (Wolfe, 1967), etc., appelant cela un « nouveau concept révolutionnaire » (Carter, 1966; Boffey, 1967). Un premier ministre canadien (Manning, 1967) met « l'approche par les systèmes » dans son programme politique, déclarant :

« Il existe des interactions entre tous les éléments et tous les constituants de la société. Tous les facteurs essentiels, dans les problèmes publics, toutes les solutions, les politiques et les programmes, doivent toujours être considérés et évalués comme les composantes liées d'un système global. »

Ces développements ne seraient qu'une des nombreuses facettes de l'évolution de la société technologique contemporaine, s'ils n'étaient tenus

pour un facteur essentiel, qu'on peut observer dans les techniques très complexes et nécessairement très spécialisées de la science des calculateurs, comme dans la pratique des systèmes, ainsi que dans les domaines connexes. Il ne s'agit pas seulement d'une tendance en technologie qui rendrait tout plus important ou meilleur (a contrario plus profitable ou plus destructif, ou même les deux à la fois); il s'agit d'un changement dans les catégories fondamentales de pensée; la complexification des techniques modernes n'en est qu'une manifestation, et peut-être pas la plus importante. D'une façon ou d'une autre nous sommes bien obligés de tenir compte de ces phénomènes de complexification, des « ensembles » ou des « systèmes » dans tous les domaines de la connaissance. Ceci implique une réorientation à la base de la pensée scientifique.

Essayer de résumer l'impact des « systèmes » serait impossible et préjugerait du contenu de ce livre. Quelques exemples choisis plus ou moins arbitrairement doivent suffire à cerner le problème et les nouvelles orientations qui s'en déduisent. Le lecteur excusera la « note » égocentrique des citations, en pensant que le but de ce livre est plus de présenter le point de vue de l'auteur, qu'une revue neutre sur le sujet.

La physique, quant à elle, a progressé à pas de géant pendant les dernières décennies. Cette progression a suscité de nouveaux problèmes, ou plus exactement de nouveaux types de problèmes. Pour le profane, c'est dans le domaine infini constitué par les quelques centaines de particules élémentaires que le problème se pose avec le plus d'évidence. C'est là en effet que la physique est la moins riche d'explications. Comme le dit un scientifique de renom (de Shalit, 1966), les progrès ultérieurs de la physique nucléaire « nécessitent un énorme travail expérimental, ainsi que des méthodes puissantes et inédites permettant la manipulation de systèmes comportant un grand nombre de particules, ce nombre restant néanmoins fini ». Le même besoin fut exprimé avec humour par le célèbre physiologiste A. Szent-Györgyi (1964) :

« Quand je suis venu à l'Institut d'études avancées de Princeton, j'espérais qu'en coudoyant ces grands savants atomistes et mathématiciens, j'apprendrais quelque chose sur la « vie ». Aussitôt que je leur révélai que dans tout système vivant il y a plus de deux électrons, les physiciens cessèrent de me parler. Avec tous leurs ordinateurs, ils ne pouvaient même pas dire ce que ferait le troisième électron. Ce qui est remarquable, c'est que celui-ci sait exactement ce qu'il a à faire. Ainsi ce petit électron sait quelque chose que tous les sages de Prince-

ton ne peuvent connaître; ce ne peut donc être que quelque chose de très simple. »

Et Bernal (1957) formula il y a quelques années le problème qui suit; il n'est pas encore résolu :

« Aucun de ceux qui connaissent les difficultés actuelles ne croit que la crise de la physique pourra être résolue par un simple tour de passe-passe ou une modification des théories existantes. Un changement radical est nécessaire; il devra aller beaucoup plus loin que la physique. La perspective d'un nouveau monde est en vue, mais avant qu'il ne puisse prendre une forme définitive, il faut plus d'expérience et de discussion. Il nous faut quelque chose de cohérent qui incorpore et éclaire la connaissance nouvelle des particules fondamentales et leur domaine complexe, qui résolve les paradoxes « ondes-particules », qui rende également intelligibles le monde interne de l'atome, et les gigantesques étendues de l'univers. Sa dimension doit être tout autre que celle des visions antérieures du monde et doit contenir en soi une explication de l'origine et de l'évolution des êtres nouveaux. En cela on s'alignera sur les tendances convergentes des sciences biologiques et sociales, pour lesquelles un modèle régulier se mêle à une histoire évolutive. »

Les succès de la biologie moléculaire au cours des dernières années, la « rupture » du code génétique et les réalisations qui en découlent en génétique, en théorie de l'évolution, en médecine, en physiologie cellulaire et dans beaucoup d'autres domaines, sont connus de tous. Mais en dépit, à moins que ce ne soit à cause de la grande pénétration atteinte par la biologie moléculaire, la nécessité d'une biologie « organique » est devenue évidente, comme je le préconise depuis 40 ans. L'intérêt de la biologie ne se porte pas seulement au niveau physico-chimique ou moléculaire, mais aussi aux plus hauts stades de l'organisme vivant. Comme nous le verrons plus loin (p. 11), ce besoin s'est fait sentir avec une force nouvelle, eu égard aux faits et aux connaissances récents; mais rarement une thèse qui n'ait pas été discutée, a été ajoutée (von Bertalanffy, 1928 *a*, 1932, 1949 *a*, 1960).

En psychologie le concept fondamental était celui de « modèle-robot ». Le comportement s'expliquait par le schéma mécaniste stimulus-réponse (S-R); selon le modèle de l'expérience animale, le conditionnement était le fondement du comportement humain; « compréhension » devait être remplacée par réaction conditionnée. On niait la spécificité du comportement

humain, etc. La psychologie de la forme ⁽¹⁾ fit la première brèche dans le schéma mécaniste il y a une cinquantaine d'années. Plus récemment on a essayé d'obtenir une « image de l'homme » plus satisfaisante, et le concept de système est en train de prendre de l'importance (chapitre 8); Piaget, par exemple, « relie ses conceptions à la théorie générale des systèmes de Bertalanffy » (Hahn, 1967).

Plus encore peut-être que la psychologie, la psychiatrie s'est placée du point de vue des systèmes (par exemple Menninger, 1963; von Bertalanffy, 1966; Grinker, 1967, et autres sous presse). Citons Grinker :

« De toutes celles qu'on a appelées des théories globales, la seule qui ait tenu bon, est celle que Bertalanffy énonça et définit en 1947, sous le titre de « théorie générale des systèmes »... Depuis lors, il a affiné, modifié et appliqué ses concepts, établi une société pour la théorie générale des systèmes et publié un *General Systems Yearbook* ⁽²⁾. Un grand nombre de chercheurs en sciences sociales, mais seulement une poignée de psychiatres, avaient étudié, compris ou appliqué la théorie des systèmes. Subitement, un seuil fut atteint sous la direction du Dr William Gray, de Boston, en sorte qu'à la 122^e réunion annuelle de l'American Psychiatric Association en 1966, deux sessions eurent lieu pour discuter de cette théorie et des réunions régulières pour les psychiatres furent organisées; leur but : une participation future au développement de cette « Théorie Unifiée du Comportement Humain ». S'il doit y avoir une troisième révolution (c'est-à-dire après celles de la psychanalyse et du comportement) c'est dans le développement d'une théorie générale. »

Le rapport d'une récente réunion (American Psychiatric Association, 1967) dessine un éclatant tableau :

« Quand une pièce pouvant contenir 1 500 personnes est si pleine que des centaines d'entre elles doivent rester debout pendant toute une matinée de travail, c'est que le sujet doit vraiment passionner l'assistance. C'est ce qui se produisit au symposium sur l'utilisation d'une théorie générale des systèmes en psychiatrie, qui eut lieu à la réunion de l'American Psychiatric Association de Detroit (Damude, 1967.) »

⁽¹⁾ N.D.T. En allemand dans le texte : « Gestalt ».

⁽²⁾ N.D.T. Revue annuelle sur les systèmes.

Il en va de même en sciences sociales. Du grand océan de confusion et de contradictions universelles des théories sociologiques contemporaines (Sorokin, 1928, 1966), une conclusion surnage : les phénomènes sociaux doivent être considérés comme des systèmes compliqués, actuellement mal précisés, comme le sont quelquefois les définitions d'entités socio-culturelles. Il existe :

«... une perspective de révolution scientifique issue de la recherche générale sur les systèmes, accompagnée d'une profusion de principes, d'idées et d'aperçus qui ont déjà apporté un haut degré d'ordre scientifique et de compréhension dans beaucoup de secteurs de la biologie, de la psychologie et de certaines sciences physiques... La recherche moderne sur les systèmes peut fournir les éléments d'une construction plus apte à rendre justice aux complexités et aux propriétés dynamiques des systèmes socio-culturels (Buckley, 1967). »

Le cours des événements de notre époque suggère la même chose en histoire; en fait, l'histoire, c'est la sociologie dans son évolution, étudiée « longitudinalement ». Ce sont les mêmes entités socio-culturelles qu'étudie la sociologie dans leur état présent et l'histoire dans leur mouvement.

Les périodes primitives de l'histoire se consolait en blâmant les atrocités et les stupidités des mauvais rois, les méchants dictateurs, l'ignorance, la superstition, l'indigence matérielle et tous les facteurs liés. En conséquence, l'histoire était du type « qui-a-fait-quoi », ou comme on le disait plus techniquement, « idiographique ». Ainsi, la Guerre de Trente Ans était-elle due à des superstitions religieuses et à des rivalités entre princes allemands; ainsi Napoléon mit-il l'Europe sens dessus dessous pour satisfaire son ambition démesurée. La Seconde Guerre Mondiale pourrait être attribuée à la perversité d'Hitler ou au penchant guerrier des allemands.

Nous avons perdu ce confort intellectuel. En situation de démocratie, d'éducation universelle et d'abondance générale, les excuses d'autrefois s'écroulent lamentablement. Si on regarde l'histoire contemporaine dans sa réalisation, il est difficile d'imputer à des seuls individus son irrationalité, et sa bestialité (sauf si nous leur octroyons une capacité de méchanceté et de stupidité surhumaine ou sous-humaine). Nous avons plutôt l'impression d'être victimes de « forces historiques », quelles qu'elles soient. Les événements semblent impliquer plus que de simples décisions ou actions individuelles; ils sont déterminés par des systèmes socio-culturels, qu'on les appelle préjugés, idéologies, groupes de pression, tendances sociales, croissance et décadence des civilisations, que sais-je encore ? Nous savons