L'Approche systémique : repères théoriques pour l'intervention

• 1 Le rationalisme et la systémique

Parmi les procédés utilisés pour développer le savoir humain, la méthode expérimentale, parfois qualifiée de scientifique, d'analytique ou de rationaliste, semble celle qui, en Occident, a eu l'impact le plus important. Le savoir obtenu par cette méthode est qualifié de scientifique, d'objectif et il diffère du sens commun. Il est créé par une approche rigoureuse, contrôlable et susceptible de remises en question continuelles des principes, des lois et des théories qu'elle élabore. Un "systémiste" serait tenté d'affirmer que la méthode scientifique est un système d'apprentissage doté d'un sous-système autocorrectif qui lui permet de vérifier la véracité, la transférabilité et la validité des connaissances qu'il produit. Cette démarche s'appuie sur certaines règles dont la caractéristique essentielle est sa méthode réductionniste. Le Moigne (1977) renforce cette position en affirmant que "le précepte du réductionniste est devenu synonyme de la méthode". Il constitue ainsi pour plusieurs auteurs le fondement même de la méthode expérimentale. Ce précepte est basé sur une conception de la science selon laquelle il serait impossible de parvenir à comprendre les systèmes complexes si l'on n'avait pas commencé au préalable par isoler les diverses parties qui les composent.

La science occidentale, en général, préconise cette approche héritée d'Aristote et rendue "opérationnelle" par Descartes (1637). Il énonce ainsi les quatre préceptes observés dans son célèbre "Discours de la méthode"

- Le premier était de ne concevoir jamais aucune chose pour vraie que je ne la connusse évidemment pour telle, c'est-à-dire d'éviter soigneusement la précipitation et la prévention...
- Le second de diviser chacune des difficultés que j'examinerais en autant de parcelles qu'il se pourrait et qu'il serait requis pour les mieux résoudre.
- Le troisième de conduire par ordre mes pensées en commençant par les objets les plus simples et les plus aisés à connaître, pour monter peu à peu comme par degrés jusques à la connaissance des plus composés...
- Et le dernier, de faire partout des dénombrements si entiers et des revues si générales que je fusse assuré de ne rien omettre

Cette approche a pour objectifs de connaître, d'expliquer, de comprendre, de prédire et de contrôler la réalité.

Une autre caractéristique importante de la méthode scientifique est sa prétention à l'universalité. Elle domine depuis plus de deux cents ans la pensée scientifique occidentale et est appliquée dans tous les domaines du savoir humain.

Cette prétention a eu des conséquences qui n'ont pas nécessairement été positives. Mentionnons :

- la fragmentation du savoir en autant de domaines qu'il y a de phénomènes à étudier

- l'isolement des disciplines scientifiques les unes envers les autres d'une part, et face au monde réel d'autre part
- l'exigence de définir, de façon étroite, les problèmes que nous affrontons
- la surspécialisation
- une difficulté grandissante pour les spécialistes de communiquer entre eux
- une efficacité "douteuse" face à la résolution de problèmes qualifiés de complexes et en particulier, les « problèmes humains »
- une tendance à n'envisager qu'une seule chose à la fois et à en déduire des attributs appartenant à l'ensemble sous investigation

Traitant de l'approche expérimentale, Checkland (1976) ajoute qu'"étant aujourd'hui, conscient de l'incapacité manifeste, des pays les plus avancés sur le plan scientifique, à résoudre les problèmes du monde réel (par opposition aux problèmes artificiels de type laboratoire), on se demande si la fragmentation de la science en plusieurs disciplines isolées n'est pas une de ses principales faiblesses" Ces doutes émis par plusieurs scientifiques (Checkland, 1976, Commoner, 1972; Le Moigne, 1977; Watzlawick, 1980) sur l'inefficacité du précepte réductionniste s'amplifient avec l'apparition récente d'un phénomène. Depuis une cinquantaine d'années, nous devons, pour résoudre les problèmes du monde réel, nous attaquer à l'étude d'ensembles de plus en plus complexes. Nous faisons face à une complexification progressive des ensembles avec lesquels nous devons composer. Plusieurs des technologies que nous utilisons aujourd'hui ont des effets sur l'environnement qui dépassent le niveau local pour atteindre une dimension planétaire. Ce phénomène de complexification des ensembles a fait ressortir, avec acuité, les limites de la méthode expérimentale Ashby (1956) décrit la situation en ces termes :

« Aujourd'hui la science se trouve en quelque sorte sur une ligne de partage. Pendant deux siècles elle a étudié des systèmes intrinsèquement simples... Le fait qu'un dogme comme 'faire varier les facteurs un par un' ait pu être admis pendant un siècle, montre que l'objet des recherches scientifiques était dans une large mesure les systèmes qu'autorisait justement cette méthode, car une telle méthode est souvent totalement impropre à l'étude des systèmes complexes... Jusqu'à une époque récente, la science a eu tendance à concentrer son attention sur les systèmes simples et, notamment, sur les systèmes réductibles par l'analyse »

Watzlawick (1972) poursuit: « tant que la science a eu pour objet des relations causales linéaires, univoques et progressives, des phénomènes fort importants sont restés à l'extérieur de l'immense territoire conquis par la science depuis les quatre derniers siècles ».

Ce fait nous incite à explorer des méthodologies susceptibles de mieux composer avec la complexité des phénomènes qui nous entourent sans les isoler de l'environnement dans lequel ils naissent et évoluent.

Ces situations, dites complexes, sont caractérisées par un ou plusieurs des attributs suivants. Elles sont floues, changeantes et peu structurées. Elles peuvent être étudiées sous différentes perspectives, sous différents angles, en fonction de plusieurs structures cognitives et de divers systèmes de valeurs. On y retrouve

rarement des relations causales simples, mais plutôt des relations de type circulaire. Il y a possibilité d'émergence d'effets pervers et de propriétés contre-intuitives qu'on ne peut déduire des propriétés des sous-ensembles qui les constituent. Elles imbriquent plusieurs problèmes relativement simples à première vue mais qui ne peuvent se résoudre individuellement sans affecter les autres. Elles nécessitent la participation de plusieurs acteurs. Elles présupposent la présence simultanée de plusieurs critères de performances parfois difficiles à quantifier. Les « problèmes » qui les caractérisent et les objectifs qu'on leur attribue font rarement l'objet d'un consensus. Les valeurs des divers acteurs impliqués sont déterminantes. Elles sont caractérisées par une variété importante de sous-ensembles possédant des fonctions spécialisées et organisées en niveaux hiérarchiques internes. Enfin, elles doivent être envisagées sous l'angle de la multi rationalité. Ces situations, qualifiées de complexes, correspondent assez bien à celles que nous devons affronter dans le domaine des sciences humaines. La prise de conscience faite, depuis une trentaine d'années, par les « scientifiques », de la nécessité de composer avec la complexité, a créé deux tendances contre-analytiques.

La première repose sur les hypothèses qu'un ensemble possède des propriétés émergentes qui se révèlent beaucoup mieux par l'étude des ensembles que par celle des parties qui les constituent. On prétend également qu'il est impossible, dans les systèmes complexes, d'atteindre la compréhension de l'ensemble comme un tout par l'étude exclusive de ses parties. Bertalanffy (1973) confirme cette position plus globalisante, plus holistique que la méthode scientifique. Il écrit que « la tendance à analyser les systèmes comme un tout plutôt que comme des agrégations de parties est compatible avec la tendance de la science contemporaine à ne plus isoler les phénomènes dans des contextes étroitement confinés, à ne plus décortiquer les interactions avant de les examiner, à regarder des 'tranches de nature' de plus en plus larges ». Ackoff (1972) appuie, de façon beaucoup plus percutante, cette tendance en affirmant que « aujourd'hui ... les objets à expliquer sont considérés comme parties de plus grands tous, plutôt que comme des tous qu'il faut décomposer en parties ».

La seconde insiste sur le fait que la connaissance de l'objet doit passer par l'étude des relations et des interactions qu'a cet objet ou cet ensemble avec son environnement. Il en est ainsi puisque environnement et systèmes s'influencent mutuellement. Watzlawick. (1972) s'exprime de la façon suivante à ce sujet : « un phénomène demeure incompréhensible tant que le champ d'observation n'est pas suffisamment large pour qu'y soit inclus le contexte dans lequel ledit phénomène se produit ». C'est l'opposé du précepte réductionniste qui préconise la décomposition, la réduction et l'isolement, de l'objet ou du phénomène de son environnement pour mieux l'étudier.

Ce phénomène de complexification des ensembles qui nous entourent, la tendance à considérer les tous plutôt que les parties et la croyance qu'on ne peut extraire un ensemble de son environnement sans en modifier la nature nous amènent à explorer des approches autres que le rationalisme. Dans ce contexte, la systémique apparaît capable de combler certaines des lacunes ou des insuffisances caractérisant l'approche expérimentale.

D'après Le Moigne (1977), la systémique se déploie selon quatre volets dont les buts seraient de :

- développer la théorie explicative de l'univers considéré comme système
- modéliser la complexité
- rechercher les concepts, lois et modèles de même forme pouvant s'appliquer à différents ensembles
- conceptualiser des artefacts ou outils

Les approches analytique et systémique sont fondées sur des postulats épistémologiques différents, préconisent des façons différentes de percevoir la réalité, utilisent des méthodologies qui leur sont propres et abordent l'étude d'ensembles possédant des niveaux de complexité divers. Une comparaison faite par de Rosnay (1975) des approches analytique et systémique fait bien ressortir les aspects qui les distinguent.

Synthèse : Les approches analytique et systémique

Approche analytique	Approche systémique
Isole: se concentre sur les éléments	Relie: se concentre sur les interactions entre les éléments.
Considère la nature des interactions.	Considère les effets des interactions
S'appuie sur la précision des détails.	S'appuie sur la perception globale.
Modifie une variable à la fois.	Modifie des groupes de variables simultanément.
Indépendante de la durée : les phénomènes considérés sont réversibles.	Intègre la durée et l'irréversibilité.
La validation des faits se réalise par la preuve expérimentale dans le cadre d'une théorie.	La validation des faits se réalise par comparaison du fonctionnement du modèle avec la réalité.
Modèles précis et détaillés, mais difficilement utilisables dans l'action (exemple: modèles économétriques).	Modèles insuffisamment rigoureux pour servir de base de connaissances, mais utilisables dans la décision.
Approche efficace lorsque les interactions sont linéaires et faibles.	Approche efficace lorsque les interactions sont non linéaires et fortes.
Conduit à un enseignement par discipline (juxta-disciplinaire).	Conduit à un enseignement pluridisciplinaire.
Conduit à une action programmée dans son détail.	Conduit à une action par objectifs.
Connaissance des détails, buts mal définis.	Connaissance des buts, détails flous.

• 2 Le développement historique de la systémique

Le concept « moderne » de système s'est peu à peu construit aux États-Unis depuis les années 1940. Il provient de différents domaines mais il faut signaler les contributions spéciales provenant de la biologie, des mathématiques, de la physique, de l'ingénierie et de la gestion. Il faut de ces différents domaines retenir les apports significatifs de V. Bertalanffy, N. Wiener, C.E. Shannon, W. Weaver, et J.W. Forrester.

Von Bertalanffy, biologiste, présente, dès 1937, le concept de « système ouvert » qui évoluera petit à petit vers la « théorie générale des systèmes » (General System Theory). Le but de cette théorie générale était de dégager des principes explicatifs de l'univers considéré comme système à l'aide desquels on pourrait modéliser la réalité. Bertalanffy proclamait alors: « il y a des systèmes partout ». Ceci revient à dire que l'on peut observer et reconnaître partout des objets possédant les caractéristiques des systèmes. C'est-à-dire des totalités dont les éléments, en interaction dynamique, constituent des ensembles ne pouvant être réduits à la somme de leurs parties. Citant Bertalanffy (1968), Le Moigne (1977) écrit : « de tout ce qui précède, se dégage une vision stupéfiante, la perspective d'une conception unitaire du monde jusque là insoupçonnée. Que l'on ait affaire aux objets inanimés, aux organismes, aux processus mentaux ou aux groupes sociaux, partout des principes généraux semblables émergent ».

En collaboration avec le mathématicien Rapoport, Bertalanffy fonde, en 1954, la « Société pour l'Étude des Systèmes Généraux » dont les objectifs consistent :

- à rechercher l'isomorphisme des concepts, des lois et des modèles dans les différents domaines, et à favoriser leurs transferts d'un domaine à l'autre
- à encourager l'élaboration de modèles théoriques adéquats dans les domaines qui en sont dépourvus
- à éliminer les duplications des travaux théoriques dans différents domaines
- à promouvoir l'unité de la science en améliorant la communication entre les spécialistes

Professeur de mathématiques au Massachusetts Institute of Technology depuis 1919, Wiener collabore avec Rosenblueth du « Harvard Medical School » et s'adjoit en 1940 l'ingénieur J. H. Bigelow. Après avoir travaillé au développement d'appareils de pointage automatique pour canons anti-aériens, ils en arrivent à la conclusion que : « pour contrôler une action finalisée (orientée vers un but), la circulation de l'information nécessaire à ce contrôle doit former 'une boucle fermée permettant d'évaluer les effets de ses actions et de s'adapter à une conduite future grâce aux performances passées » (de Rosnay, 1975). C'est la découverte de la boucle de rétroaction négative ou positive applicable sur les machines et, selon Rosenblueth, sur les organismes vivants. C'est la naissance de ce que Wiener appellera la cybernétique (Wiener, 1947) qui aura pour but principal l'étude des régulations chez les organismes vivants et les machines construites par l'homme.

Peu à peu, les recherches foisonnent sur le sujet. Des équipes interdisciplinaires se forment et tentent de généraliser ces principes à différents secteurs tels la sociologie, les sciences politiques ou la psychiatrie. Les travaux se multiplient et « la nécessité de faire exécuter par des machines certaines fonctions propres aux organismes vivants, contribue, en retour, à accélérer les progrès des connaissances sur les mécanismes cérébraux » (de Rosnay, 1975). C'est la naissance dès la fin des années 1950 de la bionique et le début des recherches sur l'intelligence artificielle avec comme chef de file W. Mc Culloch.

Quelques années plus tôt, Claude Shannon, ingénieur des télécommunications chez Bell, et W. Weaver publient en 1949 un ouvrage important sur « la théorie mathématique de la communication » et élaborent une théorie de l'information. À l'exception des systèmes relatifs à l'humain, avant les années 1950, la science représentait des entités traitant de la matière ou de l'énergie, mais pas de l'information. Depuis Shannon, on reconnaît que l'information peut être traitée par une machine, une plante ou un animal. Ces deux auteurs ont dégagé le concept d'information, vidé de toute référence à son contenu subjectif, et ont considéré uniquement l'énergie qui circule dans une voie de communication.

Cette théorie présente la communication comme un processus responsable de la transmission d'informations, sous forme de messages, entre un émetteur et un récepteur par le biais d'un ou de plusieurs réseaux qui agissent comme support. Le message est constitué de symboles structurés selon certaines règles. Il est codé, émis par une source puis transporté par un canal. À la fin du réseau, le message est reçu, décodé et traduit en informations significatives pour le destinataire. Des perturbations, appelées « bruits », peuvent intervenir au niveau de la transmission et altérer le sens du message.

Petit à petit, la cybernétique, la théorie des systèmes et de l'information s'étendent à l'entreprise, à la société et à l'écologie. J. W. Forrester, ingénieur électronicien et professeur à la « Sloan School of Management » du MIT, crée en 1961 la dynamique industrielle. Dans ce cadre, il considère l'entreprise en tant que systèmes cybernétiques et tente, par la simulation, de prévoir son comportement. Il dégage une technique de modélisation et met au point le langage Dynamo facilitant la modélisation systémique. Plus tard, il étend cette approche aux systèmes urbains et en 1971, il crée une nouvelle discipline, la « dynamique des systèmes ».

Ces découvertes donnent naissance à de nouveaux outils conceptuels, à de nouvelles façons de définir la réalité et permettent de faire face à un phénomène nouveau, celui de la complexification des ensembles avec lesquels nous devons composer.

Ces contributions font l'objet, depuis le début des années 1940, d'un développement significatif mais non spectaculaire de méthodologies diverses appliquées à la résolution de problèmes complexes. La méthodologie des systèmes souples, développée et expérimentée en Angleterre au début des années 80 par Checkland en constitue une contribution intéressante. C'est une méthodologie de recherche-action ayant comme fondement théorique la systémique et plus particulièrement les propriétés suivantes : la hiérarchie et l'émergence puis la communication et le

contrôle. Son objet est la formulation et l'amélioration de situations problématiques rencontrées dans le monde réel ou ce qu'il qualifie de systèmes d'activités humaines.

- **3 Les préceptes de l'approche systémique**

Comme nous l'avons vu précédemment, la systémique se veut une réaction à plusieurs tendances. Signalons l'étude de la complexité grandissante des ensembles qui nous entourent, l'application quasi universelle de la méthode scientifique, l'irréductibilité de certains phénomènes, l'isolement et la dispersion du savoir, la tendance de la science contemporaine à ne plus isoler et décortiquer les ensembles mais à les regarder à travers des totalités de plus en plus vastes, l'isomorphisme de concepts de lois et de modèles dans différents domaines de la connaissance et la nécessité de développer des modèles de résolution de problème transférables dans les conditions du monde réel.

Aux quatre préceptes de l'approche analytique énumérés précédemment, Le Moigne (1977) en propose quatre autres qu'il qualifie de préceptes du « Nouveau discours de la méthode ». Au précepte de l'évidence, il oppose la pertinence, au réductionnisme le globalisme, au causalisme le téléologique et à l'exhaustivité l'agrégativité :

- Le précepte de la pertinence : convenir que tout objet que nous considérons se définit par rapport aux intentions implicites ou explicites du modélisateur
- Le précepte du globalisme : considérer toujours l'objet à connaître par notre intelligence comme une partie immergée et active au sein d'un plus grand tout
- Le précepte téléologique : interpréter l'objet non pas en lui-même, mais par son comportement... Comprendre en revanche ce comportement et les ressources qu'il mobilise par rapport aux projets que, librement, le modélisateur attribue à l'objet
- Le précepte de l'agrégativité : convenir que toute représentation est simplificatrice, non pas par oubli du modélisateur, mais délibérément

Ces préceptes constituent de nouvelles hypothèses, des règles sur la façon de concevoir la réalité et de lui attribuer certaines propriétés. Ils révèlent des prémisses différentes de celles préconisées par l'approche expérimentale.

Afin de donner à ces préceptes un sens plus systémique, voyons maintenant quelques définitions du mot système.

- **4 Quelques définitions du mot système**

Le mot système dérive du grec « systema » qui signifie « ensemble organisé ». Selon Bertalanffy (1973), un système est « un complexe d'éléments en interaction ».

Pour de Rosnay (1975), « un système est un ensemble d'éléments en interaction dynamique, organisés en fonction d'un but ».

Le Moigne (1977) le considère comme « un objet qui, dans un environnement, doté de finalités, exerce une activité et voit sa structure interne évoluer au fil du temps, sans qu'il perde pourtant son identité unique ».

Mélèze (1972) propose la définition suivante: « des finalités et des buts étant exprimés sur un environnement, un système finalisé est un ensemble organisé de moyens, méthodes, règles et procédures qui permet d'obtenir des réponses satisfaisantes de l'environnement ».

Checkland conçoit la notion de système comme étant « un modèle d'une entité totale; lorsqu'appliqué à l'activité humaine, il se caractérise en termes de structure hiérarchique, de propriétés émergentes et de réseaux de communication et de contrôle. Lorsqu'appliquées à des ensembles naturels ou des ensembles conçus par l'homme, les propriétés émergentes qui s'en dégagent en constituent la caractéristique première ».

De plus, il ajoute que « ... un ensemble complexe peut posséder des propriétés qui se retrouvent au niveau de l'ensemble, mais qui ne sont pas significatives ou pas représentatives des parties qui le composent. Ce sont des propriétés émergentes ».

Ces notions de système impliquent une organisation, un ordre, et une hiérarchie observables. Elles englobent des propriétés telles : **l'émergence, l'interaction, l'interdépendance, la finalité, l'identité et l'évolution**. De plus, elles sont, selon les promoteurs de la systémique, applicables et ce, indépendamment de la dimension et de la nature de l'unité organisée faisant l'objet d'une étude. Il est important d'ajouter ici que les systèmes n'existent pas dans la réalité. C'est un « construit » théorique, une hypothèse, une façon parmi d'autres de concevoir les ensembles. Cependant, nous pouvons observer une multiplicité d'entités concrètes existant dans la nature et illustrant les notions de système présentées précédemment. La nature elle-même constitue une immense totalité (système) englobant des sous-ensembles (sous-systèmes) comme l'homme qui lui-même est formé de sous-sous-ensembles.

Afin d'enrichir ces définitions et ces exemples, présentons les principales caractéristiques et propriétés que l'on attribue à ce « construit théorique ».

• 5 La dynamique des systèmes

L'approche systémique insiste sur les transformations qui se produisent à l'intérieur des ensembles que l'on étudie. Ces transformations ou changements résultent de modifications plus ou moins contrôlées que subissent les intrants provenant d'autres systèmes ou de l'environnement. Ces transformations produisent des extrants qu'absorbent d'autres systèmes ou l'environnement.

Ce processus de changement ou de transformation des intrants en extrants est à la base de la dynamique des systèmes et a été expliqué par la cybernétique.

Chaque système, chaque ensemble effectue des changements dans les flux d'énergie, de matière ou d'information qui le traversent. Ces changements caractérisent sa fonction et son dynamisme.

Tout ensemble ne pouvant transformer des intrants en extrants ne sera pas considéré comme un système. La notion de système présuppose cette propriété de pouvoir changer, modifier, transformer un intrant en extrant. Cependant, ces transformations se feront en fonction de certains critères nous permettant de vérifier la réussite ou l'échec du système.

- **6 L'aspect structural des systèmes**

La structure d'un système est l'organisation spatiale de ses composants. En général, elle représente la partie stable du système. On la qualifie souvent d'invariante.

Les éléments présentés dans cette section varient d'un auteur à l'autre. Nous retenons ceux proposés par de Rosnay (1975). Il relève les traits structuraux suivants: une limite, des éléments, des réservoirs et un réseau de communication.

Les limites ou frontières nous permettent de circonscrire l'ensemble ou le système à l'étude et de le distinguer des autres systèmes et de son environnement. Cette définition des limites résulte d'un choix que fait le chercheur sur un ensemble qui, en éducation et en analyse de besoins, n'est pas toujours évident. C'est ainsi que Wilson (1984) interprète cette décision. Ce choix implique "... que les frontières retenues situent le système à un pallier particulier à l'intérieur d'une série de niveaux. Le système ainsi délimité fait, en même temps, partie d'un ensemble plus englobant et est lui-même un ensemble plus grand que ses sous-systèmes". Ces frontières seront découpées, taillées à l'intérieur d'un environnement. Elles pourront être définies selon les limites géographiques d'un territoire, l'ordre, le secteur ou le domaine d'un programme d'études ou encore la clientèle desservie par une institution scolaire. Ce concept de frontière est lié à celui des niveaux hiérarchiques des systèmes auxquels on pourra associer la poursuite de finalités, de buts ou d'objectifs.

Les réservoirs sont les "lieux" dans lesquels sont entreposés puis récupérés matière, énergie ou information sous toutes ses formes. En éducation, ce sont les flux d'information qui seront le plus souvent traités. Ces réservoirs pourront, selon les circonstances, être des documents écrits ou des personnes-ressources que l'on consulte. Le concept de mémoire, individuelle ou collective, correspond bien à celui de réservoir d'informations. Le contenu de ces réservoirs pourra subir trois formes différentes de traitement, le transport (espace, communication, transfert), l'entreposage (temps, enregistrement, mémorisation) et la transformation (forme, modification, structuration).

Les réseaux de communication permettent l'échange et le transport d'informations entre les composants d'un système, entre différents systèmes ou entre un système et son environnement. Le processus d'analyse et de conception de besoins pourra être envisagé comme étant la mise en place d'un réseau de communication favorisant les échanges d'information entre différents systèmes ou entre un

environnement et un système particulier. Sous cet angle, il jouera le rôle d'interface, d'intermédiaire entre un système et son environnement.

- **7 L'aspect fonctionnel des systèmes**

Il s'agit de processus, c'est-à-dire de phénomènes dépendant du temps. C'est l'organisation temporelle du système (de Rosnay, 1975). Cet aspect du système évolue plus rapidement que la structure. Le schéma de la dynamique des systèmes interprète les ensembles comme étant constitués d'intrants, de variables de transformation ou d'action modifiant ces intrants en extrants. Ces variables composent l'ensemble des processus ou des activités transformant les intrants en extrants. Cette notion de transformation nous conduit à celle de contrôle. Elle constitue une des fonctions les plus importantes d'un système.

Mélèze (1972) la présente comme étant « l'ensemble des processus qui permettent de maîtriser et de guider les transformations d'un système ». Bien que Banathy (1971) distingue clairement l'aspect structural de l'aspect fonctionnel des systèmes, il n'en retient que quelques propriétés dont la rétroaction, l'adaptation (ajustement), et la régulation. Les principaux traits fonctionnels retenus par de Rosnay (1975) sont les flux, les vannes, les boucles de rétroaction positives et négatives et le pilotage.

Les principales caractéristiques fonctionnelles utilisées dans le domaine de l'accompagnement et du management sont: la rétroaction, la régulation et le contrôle.

La rétroaction et la régulation

Ces deux fonctions sont tellement imbriquées l'une dans l'autre qu'elles ne peuvent être traitées séparément.

Le cas d'une installation de chauffage avec thermostat illustre bien ces deux concepts. Lorsque la température d'une pièce s'abaisse, le thermostat l'enregistre et transmet cette information (rétroaction) au brûleur, lequel démarre, élève la température, ce que le thermostat constate en agissant à nouveau (rétroaction) sur le brûleur pour l'arrêter (régulation) et ainsi de suite.

Une rétroaction a lieu lorsque des informations sur les résultats d'une transformation (abaissement de température) sont acheminées à l'entrée du système (brûleur). La rétroaction est qualifiée de négative si l'écart entre le but visé par un système et son extrant diminue. C'est la tendance qu'a un système à maintenir un état de stabilité malgré les changements extérieurs. Elle favorise le maintien de l'équilibre, la stabilité. C'est l'**homéostasie**. Elle permet au système de conserver et de protéger son identité, sa nature malgré les "agressions" de l'environnement. Elle caractérise les systèmes ouverts qui conservent leurs structures et leurs fonctions intactes par l'intermédiaire d'équilibres dynamiques successifs.

Une rétroaction est qualifiée de positive lorsque l'écart entre les buts et les extrants s'accroît. Elle favorise alors la recherche de nouveaux objectifs à poursuivre, le

changement et la mise en place de nouvelles fonctions qui peuvent aller jusqu'à l'éclatement du système. L'évolution et l'émergence d'un système seront associées à la rétroaction positive c'est-à-dire à la capacité qu'a un système d'accéder à de nouveaux points d'équilibre, à une nouvelle identité. C'est ce caractère évolutif qui fait qu'"il n'y a pas de permanence de la structure et des lois d'échanges entre les éléments d'un système d'une part et entre les éléments d'un système et son environnement d'autre part" (Mélèze. 1972). Ces deux concepts sont souvent confondus avec ceux de renforcements positif et négatif. La rétroaction positive favorise donc l'accroissement des divergences (évolution, changement de finalité) tandis que la négative accentue la convergence vers un but préalablement défini (stabilité, ancrage).

Ces phénomènes de rétroaction et de régulation peuvent s'observer à l'intérieur d'un système enseignant ou de formation. L'étudiant terminant une leçon ou un cours donné a acquis normalement des connaissances qu'il ne possédait pas avant d'avoir suivi le cours. Au début d'un cours, l'étudiant possède un ensemble de caractéristiques (habiletés, connaissances, attitudes). Ce sont les intrants du système. À la fin du cours, ces caractéristiques initiales ont été modifiées par l'action du système enseignant ou de formation qui joue ici le rôle de variables d'action ou de transformation.

Mais encore faut-il vérifier si, par exemple, un message transmis pendant le cours a été décodé de façon appropriée. Cette vérification s'effectue par rétroaction.

Cette vérification s'effectue par un retour d'information (rétroaction) de l'étudiant vers l'enseignant permettant à celui-ci d'évaluer si le message reçu est compatible avec celui qui a été transmis. Dans le cas où un écart (ou une incompatibilité) est perçu, une régulation est alors envisagée exigeant de la part de l'enseignant un réajustement du message ou une modification de la méthode utilisée pour le transmettre.

Cette régulation peut également demander, de la part de l'étudiant, un changement d'attitude afin qu'il en arrive à une réponse qui soit conforme à celle souhaitée. Ces informations-retour permettent à l'enseignant d'ajuster et de contrôler les différents moments de sa démarche initiale.

Dans toute rétroaction, des informations sur les résultats d'une transformation sont envoyées à l'entrée du système. Si ces données confirment que les transformations s'effectuent dans le sens prévu (rétroaction négative), le système continue son action. Par contre, si ces données démontrent que les transformations effectuées ne sont pas conformes aux modifications envisagées (rétroaction positive), il peut y avoir réajustement du système.

Par exemple, une étude de besoins sera, pour un système d'enseignement, une rétroaction informant les responsables d'un système de la congruence ou de l'incompatibilité pouvant exister entre les objectifs visés ou les extrants produits par un système (connaissances, habiletés et attitudes) et les exigences du système receveur ou de l'environnement. Selon que l'inventaire des besoins fera ressortir

l'incongruence ou la congruence entre les objectifs poursuivis et ceux préconisés par l'environnement, il y aura une rétroaction positive ou négative.

- **8 Quelques propriétés des systèmes**

Dans cette section nous discuterons des propriétés des systèmes que nous utiliserons en technologie de l'enseignement. Ces **propriétés** sont la **téléonomie, l'indétermination, la complexité, l'équifinalité, l'interaction et l'ouverture.**

L'aspect téléonomique

La finalité est la description de ce qui est attendu d'un système. On a vu l'importance du concept de "finalité" dans les processus de rétroaction et de régulation. C'est une notion fondamentale en systémique.

Comme nous l'avons mentionné plus tôt, un système d'activité humaine est créé pour réaliser certaines finalités. Ces finalités peuvent provenir de l'intérieur d'un système ou d'autres systèmes ou de l'environnement. Elles peuvent être imposées ou choisies avec des degrés divers de liberté. Elles peuvent faire l'objet d'un consensus, de compromis, de divergences ou de "recadrage". Il est important pour le système de bien connaître ces finalités et d'être sensible aux fluctuations qu'il subit au cours du temps. Un système doit être prêt et suffisamment souple pour modifier ses propres objectifs et, de ce fait, les sous-systèmes (processus, structures) qu'il utilise pour les atteindre. Cependant, ce jeu d'influences n'est pas unidirectionnel. L'environnement est lui aussi influencé et modifié par les extrants de ses propres systèmes.

Dans les systèmes artificiels, les finalités, buts ou objectifs sont habituellement imposés de l'extérieur, c'est-à-dire d'un autre système ou de l'environnement. Nous comprendrons mieux ces systèmes en étudiant leurs relations, leurs points d'interface, leurs lieux d'échanges avec d'autres systèmes ou avec l'environnement dans lequel ils fonctionnent. Nous notons ici une rupture méthodologique par rapport au précepte de réductivité, proposé par la méthode expérimentale qui focalise l'attention du chercheur vers l'intérieur du système. Selon ce principe, en grande partie, la connaissance d'un système dépend donc de la connaissance que nous possédons de l'environnement dans lequel il fonctionne.

Les finalités que poursuit un système sont parfois difficiles à cerner. Nous observons souvent une incohérence entre les finalités officiellement avouées et les objectifs réalisés qui se révèlent à travers les extrants d'un système. En plus de justifier l'existence d'un système, les finalités nous fournissent les critères nécessaires pour choisir, mettre sur pied les structures et déclencher les fonctions lui permettant de réaliser ses objectifs. De plus, ces mêmes critères sont utilisés pour en mesurer l'efficacité c'est-à-dire comparer ses extrants par rapport aux objectifs qu'il vise.

Une bonne façon de reconnaître un système consiste d'abord à identifier les buts pour lesquels il a été créé. Il en est de même pour le développement de nouveaux systèmes. En effet, il nous sera possible d'étudier un système existant ou de mettre

sur pied un nouveau système à la condition de pouvoir identifier, définir ou lui attribuer des objectifs à réaliser.

Signalons que les systèmes d'activité humaine ont la capacité et la possibilité de définir eux-mêmes leurs finalités, de les ajuster, de les maintenir, de les changer ou de les éliminer selon les réactions de ses sous-systèmes, des systèmes parallèles et de l'environnement. Notons par ailleurs que ces systèmes requièrent souvent une pluralité d'objectifs. Les buts qu'ils poursuivent sont parfois flous, obscurs, nébuleux et incertains. Par conséquent, les mesures de performance y sont parfois difficiles à cerner.

Les relations entre les concepts de finalité, de fonction et de structure

Les notions de finalité, de processus et de structure sont importantes puisqu'elles nous suggèrent une séquence par laquelle une analyse de système peut être effectuée. Les systèmes doivent être identifiés à travers leurs finalités, lesquelles sont traduites et interprétées en termes de buts et d'objectifs à atteindre. Les finalités, les buts et les objectifs d'un système en justifient l'existence, précisent ce qui doit être accompli par le système et déterminent les processus nécessaires à leur réalisation. Les structures, c'est-à-dire les éléments sur lesquels s'appliquent les processus, sont choisies en fonction de leur capacité à atteindre les finalités, les buts ou les objectifs du système.

La complexité

La notion de complexité est, selon Mélèze (1972), « l'incapacité que l'on a de décrire tout le système et de déduire son comportement à partir de la connaissance des comportements de ses parties ». Il faut distinguer ce qui est complexe de ce qui est compliqué. Le système utilisé pour distribuer les chèques de paie aux quelques quatre mille employés de l'Université Laval est compliqué mais non complexe. La complexité est, d'après de Rosnay (1975), attribuable aux facteurs suivants :

- grande variété des composants possédant des fonctions spécialisées
- éléments organisés en niveaux hiérarchiques internes
- interactions non-linéaires
- difficulté voire impossibilité de dénombrer de façon exhaustive les éléments qui le constituent
- grande variété des liaisons possibles (à noter que ces liaisons ne sont pas pour la plupart linéaires).

Le degré de complexité d'un système dépend du nombre de ses composants, du nombre et du type de relations qui les lient entre eux. On peut affirmer que les systèmes d'activité humaine sont complexes.

L'équifinalité

La notion de système ouvert, échangeant information, énergie et matière avec son environnement a conduit Bertalanffy à énoncer le principe de l'équifinalité. Ce

principe a une grande importance dans les systèmes d'activité humaine. Un système est "équifinal" parce qu'il peut réaliser ses objectifs à partir de différents points de départ et par différents moyens. Il n'y a pas de ce que les américains appellent "the one best way". Ce principe s'énonce comme suit: "Le même état final peut être atteint à partir d'états initiaux différents, par des itinéraires différents" (Bertalanffy, 1973). Il stipule qu'il n'y a pas de solution unique ou exclusive aux problèmes que l'on rencontre dans les systèmes ouverts. C'est la capacité que possède un système d'atteindre ses objectifs à partir de différents états initiaux et par l'intermédiaire de différents scénarios.

L'interaction

Un autre aspect important est l'interaction constante qui existe entre les éléments du système. Cette interaction fait ressortir les liens de dépendances existant à l'intérieur des différents composants d'un système. Une modification d'un sous-ensemble du système entraîne des réajustements plus ou moins importants au niveau des autres composants du système. Cet aspect d'interaction et d'interdépendance est également applicable aux relations qui existent entre les systèmes et entre le système et l'environnement dans lequel il fonctionne.

L'ouverture

L'ouverture est la capacité qu'a un système d'échanger de l'énergie, de la matière ou de l'information avec d'autres systèmes ou avec l'environnement.

C'est en fonction de cet attribut que système et environnement sont en relation permanente et s'influencent mutuellement. Selon de Rosnay (1975) : "Les entrées résultent de l'influence de l'environnement sur le système et les sorties de l'action du système sur l'environnement".

C'est également ce qui explique pourquoi l'analyse d'un système faite exclusivement par l'intérieur, comme le suggère l'approche analytique, risque d'être faussée et incomplète. Le concepteur d'un système doit porter son attention sur les points d'interface reliant le système et les systèmes avec lesquels il négocie ou entre le système et son environnement. C'est là que sont, à notre avis, les enjeux les plus importants et les données les plus significatives sur la nature des ensembles en interaction. Cette notion d'ouverture du système est très importante en étude de besoins. Un système fonctionne à l'intérieur d'une organisation qui l'englobe (supra-système) et qui lui impose certaines contraintes.

L'environnement est ici perçu comme cet ensemble qui englobe le système et qui l'influence de façon évidente sans que ce dernier puisse avoir sur lui d'effets contrôlés et perceptibles.

En plus de produire des extraits "conformes" aux exigences de l'environnement dans lequel il fonctionne, un système doit œuvrer en fonction des contraintes imposées par ce même environnement et par les autres systèmes avec qui il échange matière, énergie et information. Les ressources (humaines, matérielles et financières) que

l'environnement rend disponible à un système donné sont habituellement limitées et le système est également jugé sur la façon dont ces ressources sont utilisées afin de produire les extrants qu'on attend de lui. Enfin, le système fonctionne dans un environnement dont les besoins sont multiples, diversifiés et fluctuants. Il doit donc prévoir la mise en place de mécanismes l'informant des exigences du milieu, sinon il risque que l'écart entre les extrants qu'il produit et les exigences de l'environnement dans lequel il fonctionne s'amplifie et atteigne un point de non retour. Ce qui pourrait signifier la disparition éventuelle du système.

- **9 L'approche systémique**

Comme le souligne de Rosnay (1975), il semble que notre éducation ne nous ait pas incités à avoir une vision globale de l'univers et des ensembles qui nous entourent. La réalité, telle que présentée tout au long de nos études, a toujours été découpée en disciplines ou portions de réalité fragmentées et isolées. A cause de cette formation, il nous est difficile de la considérer dans sa totalité, sa complexité et sa dynamique. Pour sa part, le concept de système s'efforce de relier les ensembles au lieu de les isoler, s'appuie sur la perception globale plutôt que sur l'analyse détaillée, considère les interactions plutôt que les éléments, insiste sur l'étude des transactions qui ont lieu aux points d'interface entre le système et l'environnement et nous donne une vision axée sur les aspects dynamiques et interactifs des ensembles qui composent la réalité.

Ce concept de système nous aide à observer la réalité en la considérant comme étant formée d'ensembles dynamiques inter-reliés. De plus, il favorise l'application d'une approche qui nous incite à réfléchir sur les buts pour lesquels les systèmes sont mis en place, à découvrir les relations existant entre les fins, les fonctions et les structures. Connaissant les buts d'un système, nous sommes en mesure d'en évaluer régulièrement les extrants et d'exercer des contrôles sur ses différents aspects. Cette approche exige également que nous concentrons notre attention sur la réalisation des objectifs qui justifient l'existence d'un système et sur les critères nous permettant d'en vérifier la performance.

L'approche systémique, c'est donc l'application du concept de système à la définition et à la résolution des problèmes. Cette approche nous fournit une stratégie de prise de décisions dont les aspects les plus évidents sont :

- une insistance marquée sur l'identification et la définition, des finalités, des buts et des objectifs du système et une énumération de critères et d'indices suffisamment précis et nombreux nous permettant d'en vérifier "objectivement" le degré d'atteinte
- un examen minutieux des différents aspects qui caractérisent les intrants
- une identification des meilleures alternatives possibles concernant les fonctions et les structures favorisant l'atteinte des objectifs d'un système
- l'identification, l'intégration et la mise en œuvre de mécanismes auto-correctifs (rétroaction/régulation) ajustant les objectifs du système à ceux de l'environnement, et à ceux des autres systèmes avec lesquels il interagit, les

- extrants aux objectifs du système et les variables d'action en fonction de la qualité et de la validité des extrants
- l'analyse du système global en sous-systèmes, en repérant les intrants, les variables de transformation, les extrants de chaque unité et leurs points d'interface avec d'autres systèmes et avec l'environnement
- l'implantation progressive du système et l'évaluation des extrants par rapport aux critères de performance identifiés au préalable.

Compte tenu du concept de système et de ses propriétés, il y a, dans l'approche systémique, plusieurs règles, plusieurs sous-entendus qui doivent être appliqués et respectés mais qui ne peuvent être inclus dans l'énumération et la description de ses étapes. Mentionnons celle clairement exposée par Méléze (1972). "L'approche systémique est un processus qui tend à faire évoluer l'organisme auquel il s'applique en débloquent des latitudes d'initiatives et de changement: on élabore en premier lieu un "baby-system" finalisé, fortement ouvert sur l'environnement et doté des capacités d'adaptation et d'apprentissage. La structuration de chaque partie du système, la définition de ses liaisons, de ses méthodes et de ses procédures vont se développer progressivement par essais-erreurs au contact de l'environnement, par ajustements successifs et par accroissement de la variété de contrôle". La règle du "reliquat non-résolu" complète bien ce propos tenu par Méléze sur l'approche systémique. "Pour l'essentiel, cette règle stipule que l'on ne doit jamais se fixer comme but de résoudre totalement et définitivement un problème, mais que l'on doit se borner à tenter de l'améliorer ou de l'atténuer, ..." (Watzlawick, 1980). On voit pointer sous cette règle le critère du "rendement satisfaisant", les propriétés de l'équifinalité énoncé par Bertalanffy (1968) et celle de la complexité des systèmes.

Il semble évident que dans ce sens la pratique de l'intervention d'un consultant, d'un coach, d'un manager ou d'un formateur sur un système doit elle-même être conçue comme un système. Ce qui tend à considérer que la systémique est un système (démarche) par lequel un système (objet) est comparé à un système de référence (système général) par l'intermédiaire d'un autre système (modèle)".

Bibliographie

Churchman, C.W. (1974). Qu'est-ce que l'analyse par les systèmes ?, Paris: trad. M.A. Leblanc, Dunod, Bordas.

Commoner. (1972). L'encerclement, Paris: traduit de l'américain par G. Durand, Editions du Seuil.

Descartes, R. (1637). Discours de la méthode, Paris: Editions de Cluny.

Fourez, G. (1974). La science partisane, Essai sur les significations des démarches scientifiques, Paris: Duculot.

Le Moigne, J.L. (1974). Les systèmes de décision dans les organisations, Paris: Presses universitaires de France.

Le Moigne, J.L. (1977). La théorie du système général, Théorie de la modélisation, Paris: Col., Systèmes-Décisions, Presses Universitaires de France.

Le Moigne, J.L. (1983). La théorie du système général, Théorie de la modélisation, Paris: Col., Systèmes-Décisions, Presses Universitaires de France, deuxième édition.

Mélèze, J. (1972). L'analyse modulaire des systèmes de gestion, A.M.S., Puteaux, France: Editions hommes et techniques.

Morin, E. (1977). La méthode 1. La nature de la nature, Paris: Seuil.

Morin, E. (1980). La Méthode - La Vie de la Vie, Paris: Seuil.

Morin, E. (1982). Science avec conscience, Paris: Fayard.

Morin, E. (1984a). Sociologie, Paris: Fayard.

Morin, E. (1984b). Edgar Morin: Science et conscience de la complexité, échanges recueillis par C. Atlas et J.-L. Le Moigne, Aix-en- Provence: Librairie de l'Université.

Rosnay, J. de. (1975). Le microscope: vers une vision globale, Paris: Seuil.

Simon, H.A. (1974). La science des systèmes, science de l'artificiel, Paris: Epi.

Watzlawick, P., Weakland, J., Fish, R. (1975). Changements. Paradoxes et psychothérapie, Paris: Éditions du Seuil

Watzlawick, P. (1980). Le langage du changement. Éléments de communication thérapeutique, Paris: Seuil, Points

Watzlawick, P. (dirigé par), (1988). L'invention de la réalité. Comment savons-nous ce que nous croyons savoir?, Paris: Seuil.

Watzlawick, P.J., Helmick Beavin, J., Jackson, D.D. (1972). Une logique de la communication, Paris: Seuil.