

POUR UNE PÉDAGOGIE OPÉRATIONNELLE DE L'APPROCHE SYSTÉMIQUE

An operative pedagogy of the system science approach

Daniel Durand,

9 Avenue Charles De Gaule, 77630 Barbizon, France

e-mail : <daniel.durand11@wanadoo.fr>

&

Emmanuel Nunez,

1 rue de l'échiquier, 78760 Jouars-Pontchartrain, France

e-mail : <Emmanuel.Nunez@wanadoo.fr>

Résumé :

L'objet de cette présentation est de proposer une méthode efficace de formation à l'approche systémique. Il devient de plus en plus évident que, face à la complexité croissante de notre monde et donc des problèmes que nous devons affronter, les méthodes traditionnelles de représentation et de raisonnement s'avèrent insuffisantes, voire défailtantes.

La Systémique, voie par excellence pour aborder la complexité, voit naturellement son audience s'élargir depuis une vingtaine d'années. Mais, du fait du changement culturel qu'elle réclame (interdisciplinarité notamment), son enseignement et ses applications demeurent encore trop limités.

Contrairement à l'adage "on fait de la Systémique sans le savoir" et à la conclusion que l'on en tire "alors pourquoi l'apprendre ?", nous pensons que la Systémique doit s'apprendre. C'est pourquoi nous avons constitué au sein de l'AFSCET, un groupe de travail "Diffusion de l'approche systémique" qui réunit D. Durand, G. Donnadiou, D. Néel, E. Nunez et L. Saint-Paul. Ce qui suit est un résumé des travaux du groupe de travail de l'AFSCET "Diffusion de l'approche systémique de la complexité". Considérant que la Systémique est à la fois un savoir et une méthode, cette communication comportera naturellement deux parties :

- la Systémique, un savoir et des concepts,
- la Systémique, une méthode et un apprentissage.

Abstract:

The aim of this communication is to present an efficient method of the learning of the system science approach. It is more and more evident, in front of the growing complexity of our world and so of the problems we have to solve that the traditional, methods used to analyze a complex situation and by the way to decide, are weak and often inopportune.

The System Science approach is very useful to manage complex situations. Its diffusion is difficult because of the cultural changes needed to use it, in particular the need of interdisciplinary. These changes will be obtained by an adequate learning and diffusion of this approach, particularly its methodology.

In this communication, we will present such a learning and methodology.

L'objet de cette présentation est de proposer une méthode efficace de formation à l'approche systémique. Il devient de plus en plus évident que, face à la complexité croissante de notre monde et donc des problèmes que nous devons affronter, les méthodes traditionnelles de représentation et de raisonnement s'avèrent insuffisantes, voire défailtantes.

La Systémique, voie par excellence pour aborder la complexité, voit naturellement son audience s'élargir depuis une vingtaine d'années. Mais, du fait du changement culturel qu'elle réclame, son enseignement et ses applications demeurent encore trop limités.

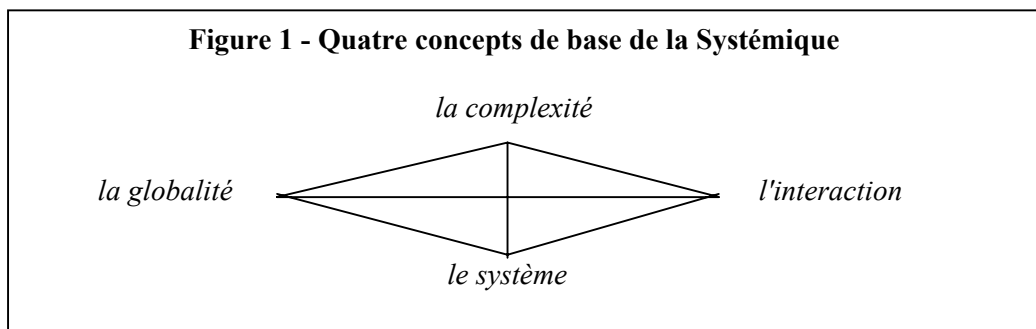
Contrairement à l'adage "on fait de la Systémique sans le savoir" et à la conclusion que l'on en tire "alors pourquoi l'apprendre ?", nous pensons que la Systémique doit s'apprendre. C'est pourquoi nous avons constitué au sein de l'AFSCET, un groupe de travail "Diffusion de l'approche systémique" qui réunit D. Durand, G. Donnadiou, D. Néel, E. Nunez et L. Saint-Paul. Ce qui suit est un résumé de leurs travaux. Considérant que la Systémique est à la fois un savoir et une méthode, cette communication comportera naturellement deux parties :

- la Systémique, un savoir et des concepts,
- la Systémique, une méthode et un apprentissage.

1 - La Systémique, un savoir

L'ambition de la Systémique, pour l'appréhension de la complexité, implique de nouveaux concepts. Nous proposons ci-après

- une présentation sommaire réduite à quatre concepts de base (figure 1),
- une dizaine de concepts complémentaires plus orientés vers l'action.



La complexité

Elle est la cause de la lente émergence de la Systémique. Sans complexité, le rationalisme était suffisant pour appréhender le monde et la science. Mais avec son apparition au début du 20ème siècle (théories de la relativité et des quantas) puis la complexification de nos sociétés humaines, un changement de vision s'est imposé dès les années 50 : la Systémique a émergé.

Ce concept regroupe toutes les difficultés de compréhension (flou, incertain, ambiguë, aléatoire) qui se traduisent en fait par un manque d'information [AT 79] accessible ou non.

Le système

Ce concept constitue le socle sur lequel repose la Systémique. De multiples définitions en ont été données, celle que nous privilégions pour des raisons d'économie est : "Un système est un ensemble d'éléments en interaction dynamique, organisé en fonction d'un but" [RO 85].

L'aspect le plus notable de ce concept est sa généralité, que traduit l'expression "système général" [LE 84] : tout ce qui est organisé peut être considéré comme un système, quelle que soit la nature des éléments constitutifs (objets, individus, sociétés, événements...). Sa bonne appréhension est indispensable à qui veut vraiment appliquer la systémique.

La globalité

C'est l'entrée dans la démarche systémique, mieux vaut parler d'approche globale. On entend par là qu'il convient d'aborder tous les aspects d'un problème, progressivement mais non séquentiellement : partir d'une vue générale (globale) pour approfondir les détails, avec de nombreuses itérations et retours en arrière pour compléter ou corriger la vision antérieure.

En fait cette globalité traduit à la fois l'interdépendance des éléments du système et la cohérence d'ensemble. Mais ce concept pourtant riche est malheureusement souvent traduit superficiellement par la formule vague "tout est dans tout".

L'interaction

Ce concept complète celui de globalité car il s'intéresse à la complexité au niveau élémentaire de chaque liaison entre les constituants du système, pris deux à deux. L'École systémique américaine de Palo Alto a étudié et montré la grande variété et variabilité des relations entre humains, y compris les relations ambiguës et les paradoxes. En France E. BERNARD-WEIL s'est particulièrement attaché à l'équilibre des couples antagonistes [BE 88].

Le couple globalité-interaction est souvent présenté comme la dialectique du local et du global.

Si la connaissance de ces quatre concepts est essentielle, le chemin est long pour une bonne connaissance de la Systémique. Il nous faut maintenant évoquer une dizaine d'autres concepts plus directement opérationnels (figure 2).

- **L'information** : un concept qui (comme la cybernétique) a précédé l'émergence systémique mais y est aujourd'hui totalement intégré. On peut citer à ce sujet les trois flux fondamentaux : matière - énergie - information, avec l'équivalence de la matière et de l'énergie ($e = mc^2$), ainsi que la distinction entre l'information circulante (à traiter, comme de la matière première) et l'information structurante (énergie de commande, à utiliser comme de la matière grise).
- **La finalité** (ou le projet) : chaque système a sa finalité propre (son projet peut-on dire au niveau humain). Il met en œuvre des moyens pour atteindre ses fins, on dit qu'il exerce des fonctions en agissant sur son environnement pour en transformer les éléments. En modélisation systémique il est fortement conseillé de se poser la question "à quoi ça sert ?" avant de se demander "comment ça marche ?".
- **La boucle, le réseau** : la boucle constitue une chaîne de relation entre deux (ou plus) éléments. Elle peut relier deux éléments ago-antagonistes ou rétroagir sur un seul élément (boucle de rétroaction). Lorsque plusieurs boucles s'entrelacent (se coupent ou se superposent) on a affaire à un réseau, qui est la représentation la plus générale d'un système.

PÉDAGOGIE DE LA SYSTÉMIQUE

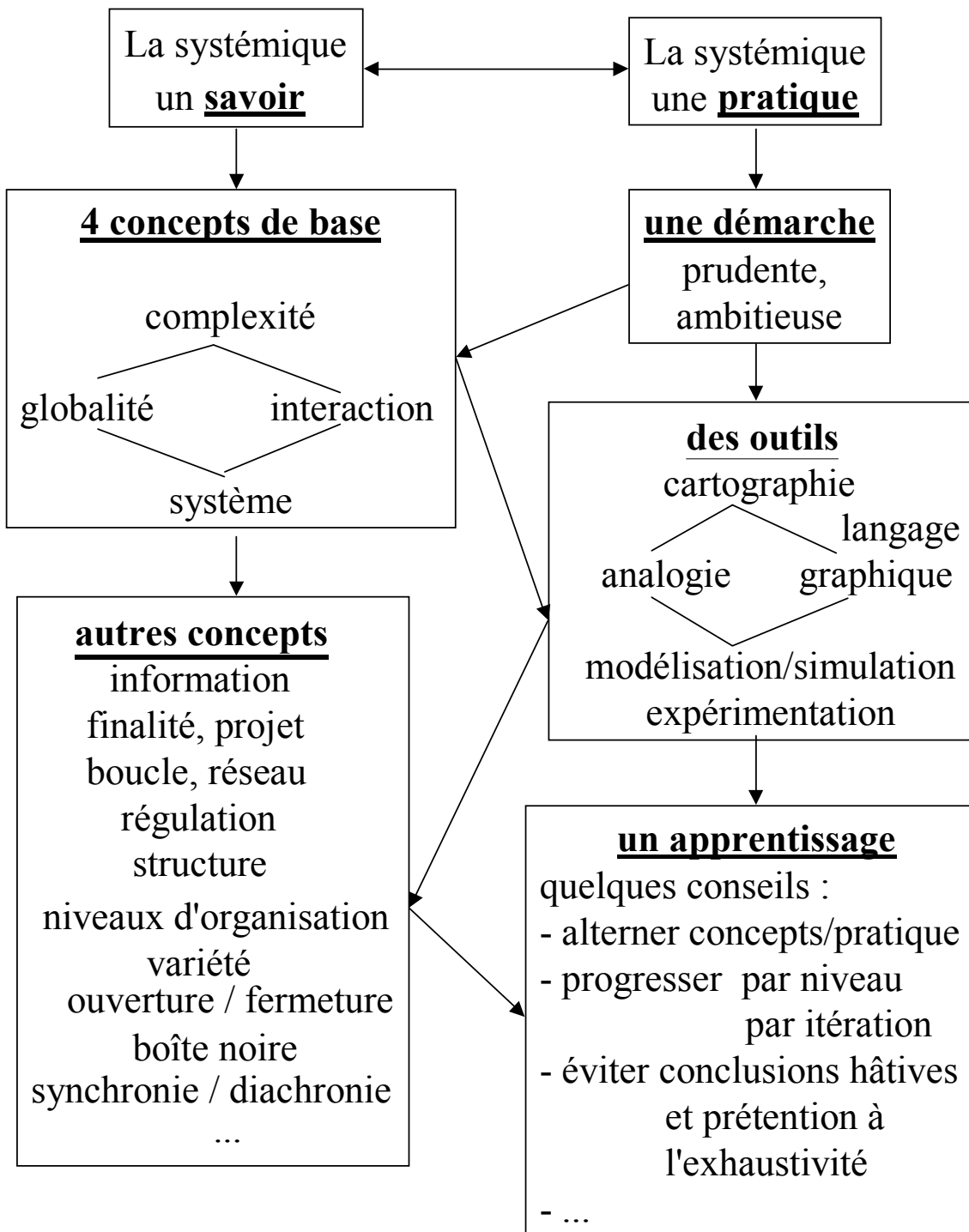


Figure 2

- **La régulation** : cette forme particulière de boucle mérite une attention particulière en raison de sa fréquence et de son rôle très important. Tout système mécanique, biologique ou sociologique a besoin de régulation pour résister aux perturbations destructrices de son environnement. Elle est cependant plus ou moins efficace, ce qui s'avère être un problème

majeur au niveau notamment des sociétés humaines (plus important sans doute que celui de la croissance).

- **La structure (organisationnelle)** : elle est la matérialisation du système, son aspect permanent, que l'on modélise par un ensemble constitué des éléments du système (avec leurs propriétés) et de leurs relations (selon des règles de fonctionnement). A un instant donné, la photographie du système en mouvement (car dynamique) montre un état structural. La structure d'un système est généralement hiérarchique (niveaux d'organisation), par exemple la structure d'une entreprise est représentée par son organigramme fonctionnel.
- **L'organisation (et ses niveaux)** : elle est l'ensemble des interactions entre les éléments du système [VA 89], qui réalisent ses fonctionnalités (caractéristiques fonctionnelles). On la représente par un réseau de processus. Les niveaux d'organisation ont l'intérêt d'ordonner hiérarchiquement les détails d'un problème complexe, ce qui permet de l'étudier par approfondissements successifs. La confusion des niveaux ou l'appréhension du problème à un niveau inadéquat sont des erreurs classiques qui handicapent la compréhension.
- **La variété** : elle est donnée par le nombre d'états structuraux que peut prendre le système. Le principe de variété requise [AS 58] précise qu'un système S1 ne peut maîtriser un système S2 que si la variété de S1 est supérieure ou égale à la variété de S2.
- **L'ouverture / fermeture** : un système qui échange (des flux de matière, énergie ou information) avec l'extérieur est dit ouvert sur son environnement. Un système fermé sur lui-même se désorganise à la vitesse entropique (mort énergétique).
- **La boîte noire / boîte blanche** : il s'agit d'une technique d'observation qui consiste à focaliser sélectivement soit l'aspect externe uniquement, en ignorant la constitution du système (vision en boîte noire ou opaque) pour ne considérer que ses entrées / sorties et les effets de son action sur l'environnement ; soit l'aspect interne seulement, en regardant l'ensemble des éléments en interaction mutuelle (vision en boîte blanche ou transparente) pour mettre en évidence le fonctionnement du système.
- **Synchronie et diachronie** : les comportements synchrones (mouvements qui se font dans un même temps) d'un système sont ceux qui s'observent pendant un palier structural (entre deux évolutions de structure). Il est plus difficile d'appréhender sa dynamique d'évolution dans le temps, qui n'est pas seulement historique mais aussi "futurique". Une bonne méthode est d'examiner d'abord l'aspect diachronique (à travers le temps) et d'en noter les stades synchroniques successifs [GA 99].

D'autres concepts moins essentiels pourront compléter cet examen trop rapide.

2 - La Systémique, un apprentissage nécessaire

La Systémique est non seulement un savoir, mais aussi une pratique, une manière d'aborder concrètement la complexité. La pédagogie à mettre en œuvre doit être novatrice tant dans sa démarche générale que dans les outils employés.

2.2 - La démarche générale

La démarche doit se faire par étapes (observation du système par divers observateurs sous divers

angles, et analyse de leurs interactions, afin de définir le système sous chaque aspect : structural, fonctionnel et historique (d'où vient ou va le système), modélisation en tenant compte du temps, des séquences, de l'espace, expérimentation pour obtenir un consensus), et être à la fois prudente et ambitieuse

- *prudente* en ce qu'elle ne part pas d'idées préétablies mais de faits qu'elle constate, on doit donc la qualifier de constructiviste,
- *ambitieuse* en ce qu'elle recherche la meilleure appréhension possible des situations, ne se contente ni d'approximation ni d'une synthèse rapide, mais vise à comprendre et à enrichir la connaissance.

2.2 - les outils

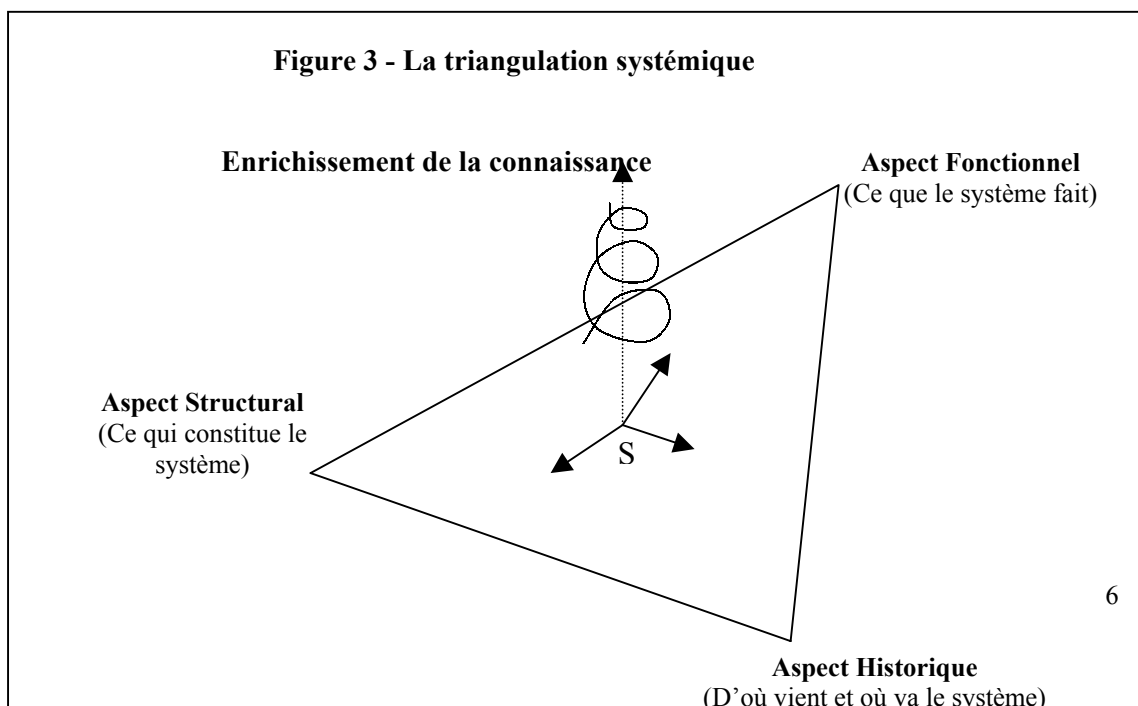
Nous en présenterons trois avant d'exposer la modélisation qui, mieux qu'un outil, est au cœur même de l'Approche Systémique.

La triangulation systémique [LE 84]

Elle observe le système sous trois aspects différents mais complémentaires (figure 3), chacun lié à un point de vue particulier de l'observateur.

- **L'aspect fonctionnel** est surtout sensible à la finalité ou aux finalités du système. On cherche spontanément à répondre aux questions: que fait le système dans son environnement ? A quoi sert-il ?
- **L'aspect structural** vise à décrire la structure du système, l'agencement de ses divers composants. L'accent est mis bien davantage sur les relations entre composants que sur les composants eux-mêmes, sur la structure que sur l'élément.
- **L'aspect historique** (génétique ou dynamique) est lié à la nature évolutive du système, doté d'une mémoire et d'un projet, capable d'auto-organisation. Seule, l'histoire du système permettra bien souvent de rendre compte de certains des aspects de son fonctionnement. Pour les systèmes sociaux, c'est même par elle qu'il convient de démarrer l'observation.

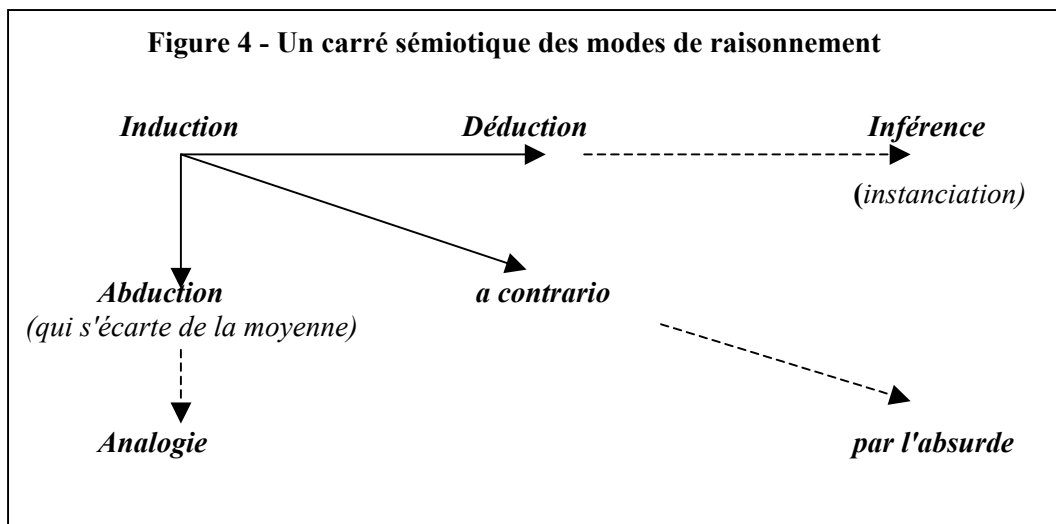
Naturellement, la triangulation systémique se développe en combinant ces trois voies d'accès. Plus exactement, on se déplace d'un aspect à un autre au cours d'un processus en hélice qui permet, à chaque passage, de gagner en approfondissement et en compréhension, mais sans que jamais on puisse croire que l'on a épuisé cette compréhension



L'analogie

C'est un outil délicat à utiliser car il réclame une validation rigoureuse pour toute transposition de résultat d'un domaine dans un autre, mais qui peut-être très performant. Sa principale qualité est son pouvoir heuristique, qui favorise la découverte et joue le rôle de la compréhension. Le raisonnement analogique est au raisonnement rationnel ce que la synthèse est à l'analyse [RO 99].

Nous nous contenterons de le rapprocher d'autres modes de raisonnement (figure 4).



Le langage graphique

Le langage graphique est largement utilisé dans le domaine technique (la carte fait partie du champ graphique, elle est une représentation d'un territoire). Notons qu'il s'agit d'un véritable langage à côté des langages naturels discursifs écrits ou parlés et du langage mathématique formel, qui recourent volontiers au langage graphique par des schémas et idéogrammes ainsi que par la géométrie et la théorie des graphes. On attribue quatre avantages au langage graphique :

- il permet une appréhension globale et rapide du système représenté (après apprentissage),
- il contient une forte densité d'informations dans un espace limité (économie de moyens),
- il est monosémique et semi formel (faible variabilité d'interprétation),
- il possède une bonne capacité heuristique (notamment dans un travail de groupe).

La modélisation

L'outil de modélisation [LE 00] est au cœur même de la Systémique. Modéliser est un processus qui permet de se représenter, dans un but de connaissance et d'action, un objet ou une situation voire un événement. On l'utilise dans tous les domaines scientifiques concernés par la complexité. Mais la modélisation est à considérer comme un art avec lequel le modélisateur exprime son talent d'interprète. Elle apporte une grille de compréhension féconde, permettant de s'orienter dans la complexité et d'agir efficacement. La figure 5 montre un exemple de modélisation en quatre étapes itératives, particulièrement adaptée à l'étude des systèmes sociaux.

Figure 5 - Exemple de processus de modélisation en quatre étapes

1ère étape : ***définition du champ de modélisation***

- fixer les finalités
- délimiter les frontières

2ème étape : ***conception du modèle***

- sélectionner des éléments significatifs
- rechercher leur agencement
- établir leurs liaisons
- préciser leurs caractéristiques (entrée, sortie, relation spécifique)

3ème étape : ***recherche du comportement***

- identifier les invariants et les contraintes
- déterminer les variables et les paramètres
- préciser le fonctionnement du système et sa dynamique d'évolution

3ème étape : ***vers l'action***

- valider le modèle par des tests
- simulation algorithmique pour approfondissement quantitatif
- simulation heuristique (scénarios, balayage des possibles) pour approfondissement qualitatif

3 - Quelques conseils pédagogiques

Comme la modélisation, la pédagogie est plus un art qu'une technique. Nous retiendrons quelques conseils préliminaires :

- admettre qu'on ne peut tout connaître et accepter de se jeter à l'eau (le chemin se construit en marchant),
- savoir alterner la théorie (concepts) et la pratique (apprentissage),
- préciser au départ la finalité que l'on vise et les limites qu'on se fixe (en moyens, en durée) pour éviter de se disperser ou de dépasser les délais,
- apprendre à décomposer le système (selon des critères précis d'analyse fonctionnelle) en niveaux d'observation, en sous-systèmes et en modules fonctionnels, et reconnaître sa frontière pour pouvoir distinguer ce qui fait partie du système de ce qui appartient à l'environnement,
- faire autant d'itération que nécessaire pour éviter les pièges de la linéarité, assurer au moins la cohérence fonctionnel/structural, global/local, synchronique/diachronique, et vision externe / vision interne,

- inutile de prétendre à l'exhaustivité et viser plutôt la pertinence, arrêter l'exercice dès que la satisfaction est suffisante et laisser la porte ouverte à d'autres voies. Il n'est pas nécessaire d'avoir tout compris pour décider, pourvu qu'on se ménage des possibilités d'amélioration.

Bibliographie

- [AS 58] Ashby, W.R. (1958). *Principles of self-organizing systems*. Cybernetica.
- [AT 79] Atlan, H. (1979). *Entre le cristal et la fumée*. Seuil.
- [BE 88] Bernard-Weil, E. (1988). *Précis de systémique ago-antagoniste*. L'Interdisciplinaire.
- [GA 99] Le Gallou, F. (1999/2000). *Méthodologie systémique - Représentation - Modélisation graphique*. Cours ENSAM, Systémique-Modélisation des systèmes d'information. Tome II.
- [LE 73] Lesourne, J. (1973). *Modèles de croissance des entreprises*. Dunod.
- [LE 84] Lemoigne, J.L. (1984). *La théorie du système général*. Puf.
- [RO 85] de Rosnay, J. (1985). *Le Macroscopie*. Seuil.
- [RO 99] Rosen, R (1999). *Essays on life itself*. Columbia University
- [VA 89] VARELA, F. (1989). *Autonomie et connaissance*. Seuil.