

# TRAITÉ DE GESTION DE L'ENVIRONNEMENT TROPICAL

Pr Michel Maldague

## TOME I

### DÉVELOPPEMENT INTÉGRÉ DES RÉGIONS TROPICALES

Approche systémique - Notions - Concepts - Méthodes

#### Fascicule I - 12

*Notions d'analyse systémique appliquée à l'aménagement  
et au développement intégrés*

#### Place du fascicule

Le fascicule 12 est au cœur de la stratégie intellectuelle suivie dans l'ensemble de ce *Traité* quel que soit l'objet spécifique qui y est considéré. Comme nous le mentionnerons, il y a plus de soixante ans qu'ont été publiés les grands travaux des pionniers de la systémique et plus de quarante (1) que nous avons lancé différentes initiatives pour aller dans cette nouvelle voie. Nous avons déjà mentionné parmi celles-ci, outre le programme ATDR — cité en note —, le projet FAPIS (1980-1989), le projet DRI (1987-1998) et le projet ÉRAIFT (1999 et suiv.). Malgré cela, on ne peut que déplorer la poursuite de l'approche sectorielle, le manque d'interdisciplinarité, le réductionnisme de la grande majorité des programmes et plans d'action qui se déroulent dans les pays en développement. Le NEPAD lui-même, le plus récent programme d'envergure pour l'Afrique, est, à cet égard, mal parti (2). Le MAB lui-même, qui était le fer de lance de cette approche, dans les années 1970, est actuellement tiraillé entre une tendance sectorielle — souci de protéger la biodiversité — et sa vocation première, les interrelations entre l'homme et son milieu ; celle-ci aurait dû inciter le MAB à accorder, dans le cadre de ses actions, une place de choix au développement (3).

Ce fascicule qui s'inscrit dans les *instruments méthodologiques* (cf. Tableau synoptique) est d'importance majeure. L'examen préalable de quelques notions, relatives au deuxième principe de la thermodynamique, à l'entropie et à la néguentropie (fasc. I - 10), permet une bonne compréhension des concepts et des lois de la systémique. Il ne devrait plus être question de conduire des projets d'aménagement du territoire, de développement, de gestion des ressources, etc. en dehors de l'approche systémique. La notion, nouvelle, de *ville numérique* est une application de la systémique.

---

(1) Je citerai la conception et la mise en œuvre, à l'Université Laval, du programme de maîtrise et de doctorat en *aménagement du territoire et développement régional* qui remonte à la fin des années 1960. À peu près à la même époque, des groupes de réflexion se penchaient, à l'UNESCO, sur l'élaboration du programme interdisciplinaire « *l'homme et la biosphère* » (MAB).

(2) Cf. Fascicule I - 11, pp. 20-22.

(3) Pour démontrer ce recul du MAB, il suffit de comparer le *Plan d'action de Minsk* (1983-1984) et la *Déclaration de Séville* qui enferme davantage le MAB dans une fonction de protection de la biodiversité. Cette ambiguïté du MAB se retrouve dans la terminologie qu'il utilise, à savoir « *l'approche écosystémique* », consacrant par là un réductionnisme que l'on pourrait à la rigueur comprendre dans les cénacles dédiés à la mise en œuvre de la *Convention sur la Biodiversité*, mais qui ne devrait pas avoir sa place dans le cadre du MAB.

## Table des matières

Introduction. Étapes du cheminement de la pensée, 12 - 3  
Antécédents, 12 - 4

**I. DÉFINITIONS, CONCEPTS ET DESCRIPTION D'UN SYSTÈME, 12 - 5**

I.1 Définitions de système, 12 - 5  
Caractéristiques d'un système. Application au milieu rural, 12 - 5

I.2 Quelques précisions méthodologiques, 12 - 5

I.3 Concepts fondamentaux caractérisant tout système, 12 - 6

I.3.1 Concept d'interaction, 12 - 6  
I.3.1.1 Notion de rétroaction positive, 12 - 6  
*Fig. 12 - 1. Exemple de rétroaction positive, 12 - 6*  
*Fig. 12 - 2. Exemple de rétroaction (« feedback ») positive ou amplificatrice, 12 - 7*  
I.3.1.2 Notion de rétroaction négative, 12 - 7  
*Fig. 12 - 3. Exemple de rétroaction positive avec variations négatives, 12 - 8*  
*Fig. 12 - 4. Exemple de rétroaction négative ou régulatrice, 12 - 8*

I.3.2 Concept de totalité, 12 - 9

I.3.3 Concept d'organisation, 12 - 9

I.3.4 Concept de complexité, 12 - 10

I.4 Description d'un système, 12 - 10

I.4.1 Structure d'un système, 12 - 10  
*Fig. 12 - 5. Illustration de l'aspect structurel du concept d'organisation d'un système, 12 - 11*

I.4.2 Fonctionnement d'un système, 12 - 12  
*Fig. 12 - 6. Représentation de l'aspect fonctionnel qui caractérise l'organisation d'un système, 12 - 12*

**II. LOIS GÉNÉRALES DES SYSTÈMES, 12 - 13**

II.1 Loi des rapports avec l'environnement, 12 - 13  
Nature de l'environnement du système, 12 - 13

II.2 Loi de l'organisation hiérarchique des systèmes, 12 - 13

II.3 Loi de la conservation des systèmes, 12 - 14  
État stationnaire, 12 - 14  
*Fig. 12 - 7. Illustration de l'état stationnaire et de l'état statique, 12 - 15*  
Homéostasie, 12 - 15

II.4 Loi du besoin de variété, 12 - 15

II.4.1 Intérêt de la diversité, 12 - 16

II.4.2 Relations entre besoin de variété, organisation, stabilité, basse entropie et évolution, 12 - 16

II.5 Loi de l'évolution des systèmes, 12 - 17

**III. ASPECTS MÉTHODOLOGIQUES, 12 - 17**

III.1 Composantes de tout projet considéré comme un système, 12 - 17  
*Fig. 12 - 8. Approche systémique dans la recherche de solutions, 12 - 18*

III.2 Cheminement méthodologique pour la gestion rationnelle des ressources naturelles, 12 - 18  
*Fig. 12 - 9. Grille d'analyse pour la gestion rationnelle des ressources naturelles et l'aménagement intégré du territoire, 12 - 19*

III.3 Les dix commandements de l'analyse systémique, 12 - 19

III.4 Principe de non-séparabilité, 12 - 21

III.5 Rejet du principe de réduction, 12 - 22

Conclusion, 12 - 22  
Références, 12 - 23 •

Fascicule 12

## NOTIONS D'ANALYSE SYSTÉMIQUE APPLIQUÉE À L'AMÉNAGEMENT ET AU DÉVELOPPEMENT INTÉGRÉS

### Introduction

#### Étapes du cheminement de la pensée

1. Pour bien saisir la place qu'occupe l'approche systémique, il est intéressant et instructif de préciser les quatre grandes étapes du cheminement de la pensée (4).

1° Il y eut, tout d'abord, l'époque des mythes (du grec, *muthos*, récit, fable) ; pour savoir quoi faire ou quelle décision prendre, on pouvait aussi bien interroger les entrailles d'un oiseau mort ou sacrifié, ou, s'en remettre à la direction du vent. « *Mythe est le nom de tout ce qui n'existe et ne subsiste qu'ayant la parole pour cause* » (Valéry).

2° Les mythes firent place, ensuite, non pas à Dieu mais aux *dieux* (en grec, *theos*) ; p.ex., les douze dieux de l'Olympe (six déesses et six dieux), dont Apollon (dieu du Parnasse, des Arts, le Soleil), Jupiter (le père des hommes et des dieux), Mars (dieu de la guerre), Mercure (dieu des marchands et des voleurs), Neptune (dieu des mers), Vulcain (dieu du fer et du métal). Chaque domaine avait son dieu ou sa déesse que l'on invoquait et que l'on interrogeait.

### Antécédents

4. Le concept moderne de système s'est progressivement dégagé au cours des quatre ou cinq dernières décennies. Quelques dates montrent les étapes de l'émergence de ce concept.

- Ludwig von Bertalanffy avait avancé, avant la dernière guerre mondiale, la *théorie du système général*. Il fonde, en 1954, la « *Société pour l'étude des systèmes généraux* ».
- Norbert Wiener, professeur au MIT, participe, pendant la deuxième Guerre mondiale, à la mise au point d'appareils de pointage automatique pour canons anti-aériens et fait des rapprochements entre neurologie et physiologie. Il publie, en 1948, son célèbre ouvrage *Cybernetics*.
- La même année, Shannon publie un autre ouvrage essentiel : *La théorie mathématique de la communication*.
- McCulloch, neuropsychiatre, étend ses recherches aux mathématiques et à l'ingénierie, engage des travaux importants sur l'intelligence artificielle et fonde une nouvelle science, la bionique.
- J.W. Forrester, enfin, élargit, à partir de 1960, le champ d'application de toute nouvelle *systémique* à la dynamique industrielle, puis élabore une *dynamique générale des systèmes*. Ses travaux sont à l'origine du rapport établi par le « Club de Rome » et publié, en 1972, sous le titre de *Halte à la croissance*.

5. D'une façon générale, on a assisté, entre les années 1940 et 1960, à une véritable explosion de concepts et de notions nouvelles dans de nombreux domaines des sciences et des techniques. Avec le concept de système, on dispose d'un outil nouveau, capable d'aider à résoudre des problèmes complexes, comme ceux que l'on rencontre dans les domaines du développement intégré ou de l'aménagement intégré des territoires. L'approche systémique est de l'ordre des méthodes de pensée ; elle est une approche intellectuelle très riche.

---

(4) Michel Maldague, Sciences du développement et analyse systémique. *Bull. Ac. Nat. Sc. Dév. de la RDC*, n° 5, déc. 2004.

L'approche systémique est aussi une révolution. En effet, la science occidentale s'est édiflée sur le rationalisme, hérité d'Aristote et repris dans le *Discours de la méthode* de Descartes, en 1637.

6. La systémique est une nouvelle approche, située à l'opposé de l'approche analytique, traditionnelle. Elle est plus exigeante, plus difficile que l'approche courante, sectorielle. Son application est néanmoins essentielle si l'on veut réaliser un développement cohérent, entendant par là, un développement qui favorise le progrès humain, en commençant par lutter contre la pauvreté, tout en assurant le maintien des équilibres de la nature. De fait, un grand nombre de problèmes que l'on observe actuellement en Afrique, dans les domaines de l'environnement et du développement, résultent des démarches aléatoires, sectorielles, parcellaires qui ont été suivies depuis quatre décennies.

## I. DÉFINITIONS, CONCEPTS ET DESCRIPTION D'UN SYSTÈME

### I.1 Définitions d'un système

7. Nous examinons ci-dessous une série de définitions à partir desquelles on pourra dégager, progressivement, les caractéristiques d'un système.

- Pour de Saussure, le système est *une totalité organisée, faite d'éléments solidaires ne pouvant être définis que les uns par rapport aux autres en fonction de leur place dans cette totalité.*
- Pour von Bertalanffy, c'est un *ensemble d'unités en interrelations mutuelles.*
- Pour J. Lesourne, le système est un *ensemble d'éléments liés par un ensemble de relations.*

Il ressort de ces trois définitions, les notions d'**interrelations** et de **totalité**. C'est l'approche du réel dans sa globalité et sa complexité, telle qu'elle doit être considérée dans le cadre du développement et de l'aménagement intégrés.

8. Trois autres définitions mettent chacune l'accent sur une notion complémentaire :

- celle de de Rosnay : *ensemble d'éléments en interaction **dynamique**, organisés en fonction d'un **but** ;*
- celle de J. Ladrière : *objet **complexe**, formé de composants distincts reliés entre eux par un certain nombre de relations ;*
- celle d'Edgar Morin : *unité globale **organisée** d'interrelations entre éléments, actions ou individus.*

#### Caractéristiques d'un système. Application au milieu rural

9. De ces différentes définitions ressortent les aspects suivants qui caractérisent le système :

- l'idée de *but* ou d'*objectif* et même de *finalité* ; il faut aboutir à la réalisation d'objectifs ; la fixation des objectifs est une composante essentielle de tout projet, considéré comme système ;
- la *multiplicité* des éléments ou des composants ; ce sont, p.ex., tous les aspects du milieu rural (biophysique, humain, technique, infrastructurel, politique, etc.) qu'il convient de prendre en compte ;
- la *complexité* ; ces éléments ou composants étant nombreux, l'ensemble qu'ils constituent est forcément complexe ;
- la *totalité organisée* (unité globale) d'éléments ; le monde rural doit être approché dans tous ses aspects, autrement dit, dans sa totalité ;
- les *interrelations* entre les éléments ; les éléments ou composants formant le monde rural ne sont pas indépendants les uns des autres ; ils sont en interrelation ; p.ex., les interrelations entre la qualité de l'environnement, les systèmes de production, la nutrition, le niveau de vie, la santé, la culture, etc. ;
- l'*interaction* entre les éléments ; non seulement les composants sont en interrelation mais ils sont aussi en interaction ; ils agissent, en effet, les uns sur les autres. Nous avons affaire à des *systèmes interactifs* ; p.ex., les interactions entre la production, la commercialisation, les infrastructures, la qualité de la vie en milieu rural ;
- la *dynamique* et l'*évolution* ; l'ensemble organisé évolue ; le monde rural n'est pas figé dans

l'immobilisme; il évolue en fonction de facteurs internes et externes ; le développement rural a pour objectif de donner une impulsion à cette dynamique en vue de faire évoluer le milieu et d'atteindre les finalités et les objectifs qui ont été fixés.

## I.2 Quelques précisions terminologiques

10. Quelques précisions sont données, ci-après, en ce qui concerne la terminologie.

- D'une façon générale, les termes « *analyse systémique* » sont ceux que nous emploierons pour désigner l'utilisation et l'application que l'on peut faire des concepts et des lois de la « *théorie des systèmes* », dans les domaines de l'aménagement du territoire, du développement et de l'environnement. Il s'agit là de domaines complexes auxquels l'analyse systémique peut apporter des solutions.

- L'expression « *approche systémique* » désigne la manière d'aborder une question, un problème ; c'est une façon d'exprimer la base conceptuelle retenue pour un projet. Mais, dès lors que cette approche a été définie, l'outil à utiliser pour réaliser le projet réside dans l'analyse systémique.

- Quant à « *stratégie systémique* », c'est à proprement parler l'utilisation de l'analyse systémique dans la phase opératoire d'un projet, dans sa mise en œuvre concrète.

## I.3 Concepts fondamentaux caractérisant tout système

11. On peut distinguer, en systémique, quatre concepts fondamentaux, à savoir :

- 1° le concept d'interaction ;
- 2° le concept de totalité ;
- 3° le concept d'organisation ;
- 4° le concept de complexité.

### I.3.1 Concept d'interaction

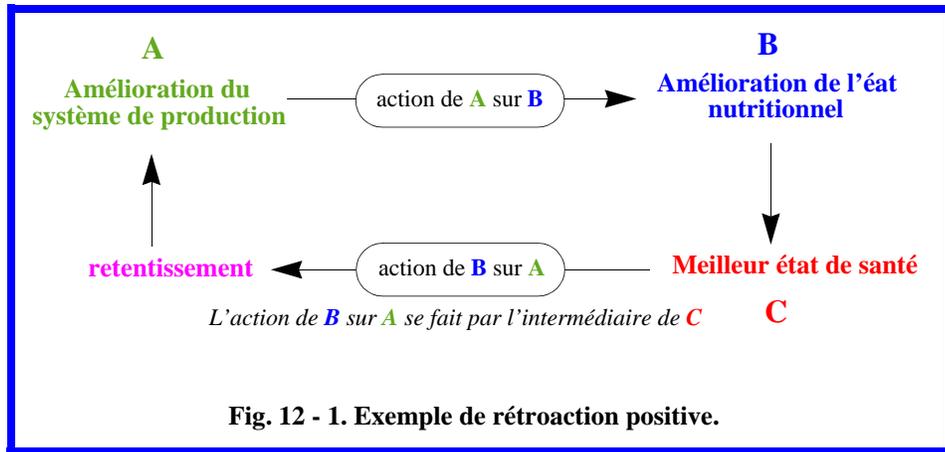
12. L'interaction entre les éléments d'un système est l'action réciproque qui modifie le comportement ou la nature de ces éléments (fig. 12 - 1).

Contrairement à ce qu'indiquait la science classique, la relation entre deux éléments n'est pas obligatoirement une simple action causale d'un élément A sur un élément B (  $A \rightarrow B$  ). Elle peut comporter une double action : de A sur B (  $A \rightarrow B$  ) et de B sur A (  $B \rightarrow A$  ).

#### I.3.1.1 Notion de rétroaction positive

13. On peut donner comme exemple d'interaction, la *relation de rétroaction* ( « feed-back » ) dans laquelle, après une première action de A sur B, suit une action de B sur A. Cette relation peut être :

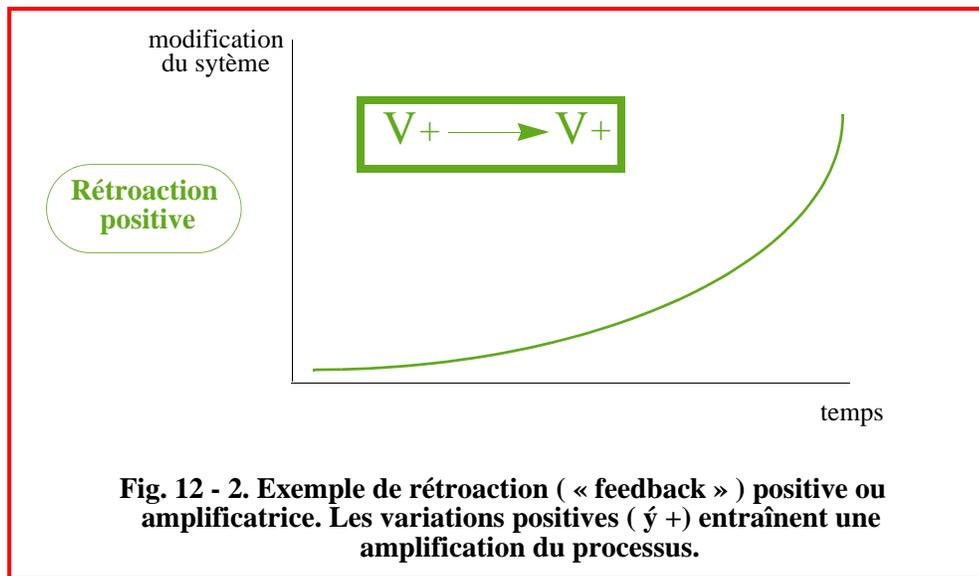
- soit amplificatrice, et l'on parle dans ce cas de *rétroaction positive* (fig. 12 - 1.) ;
- soit, au contraire, compensatrice ou régulatrice, et l'on a alors affaire à une *rétroaction négative*.



\* *Application au développement intégré*

14. Une action sur le système de production ( **A** ), p.ex., la diversification de la production agricole, peut retentir sur l'état nutritionnel des producteurs ( **B** ). Celui-ci, à son tour, par suite de l'amélioration de l'état de santé ( **C** ) — qui peut résulter d'une meilleure alimentation — permet un nouveau progrès dans le domaine de la production comme de l'utilisation des ressources en général (fig. 12 - 1). On se trouve en présence, ici, d'une rétroaction positive.

15. La figure 12 - 2 illustre une rétroaction positive, dite aussi *amplificatrice*. Ce peut être le cas, p.ex., de l'accroissement démographique ou d'un compte en banque à intérêt composé. Les variations (  $V +$  ) entraînent une évolution positive du système : c'est la croissance.



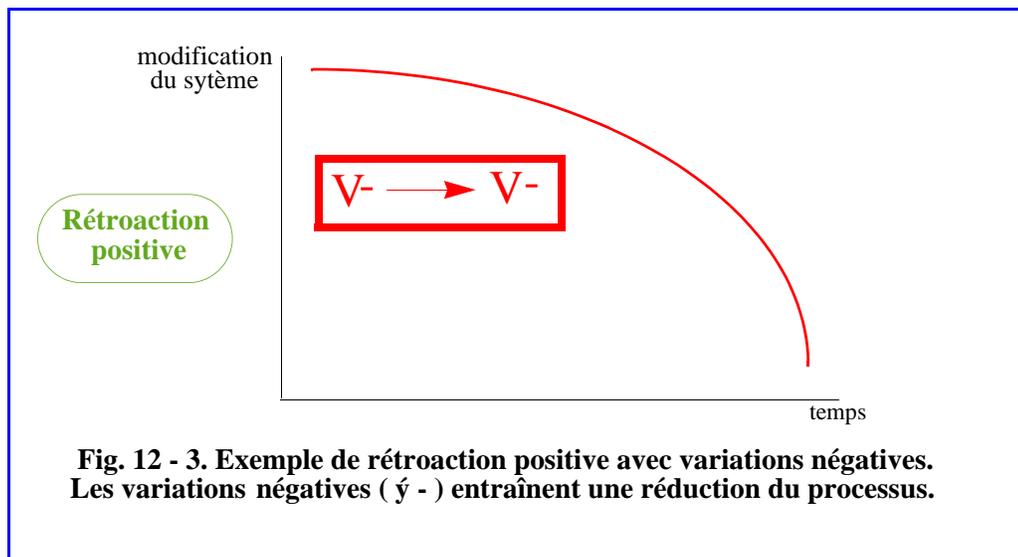
16. Une autre rétroaction positive ou amplificatrice est donnée à la fig. 12 - 3. Dans ce cas-ci, ce sont des modifications négatives (  $\dot{y} -$  ) qui s'additionnent, et le système décroît : les variations négatives entraînent

le négatif. À titre d'exemple d'une telle évolution, mentionnons la faillite d'une entreprise. Il ne faut pas confondre ce type de rétroaction — positive — avec la rétroaction négative (fig. 12 - 4).

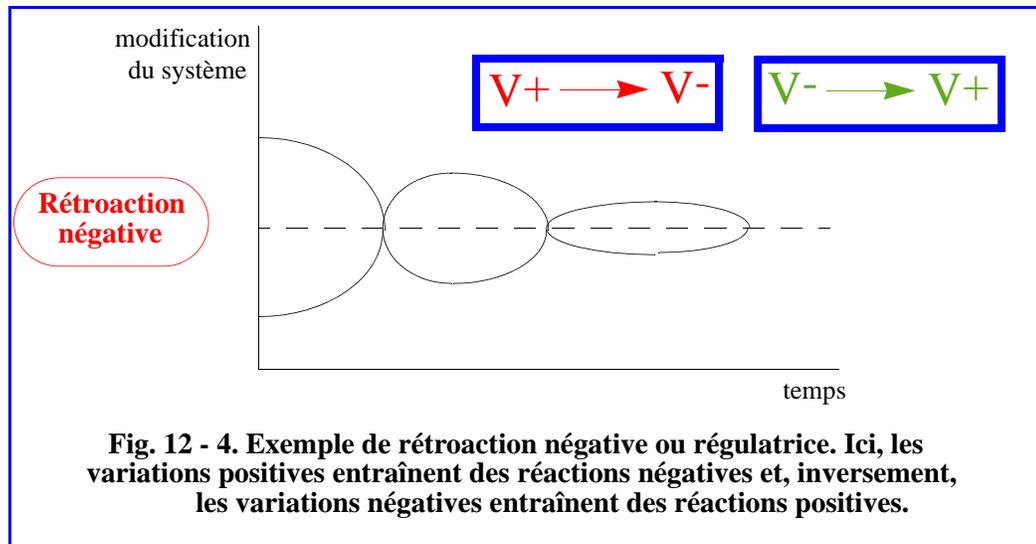
### I.3.1.2 Notion de rétroaction négative

17. Les rétroactions négatives sont très importantes en *homéostasie*. On peut définir l'homéostasie comme l'ensemble des effets régulateurs qui, dans un système ouvert, tend à le conserver dans un état constant en dépit des actions exercées sur lui par son environnement.

Prenons, à titre d'exemple, le cas d'une cuve thermostatique dont le but est de maintenir la température de l'eau à une température constante. Une augmentation de la température de l'ambiance (environnement du système) va entraîner — grâce à un thermostat (régulateur) — un arrêt du chauffage de la cuve thermostatique, et sa température va diminuer. À son tour, après un certain temps — délai —, cette diminution de la température du système va remettre en marche le système de chauffage. Il y aura fluctuation autour d'une valeur moyenne. Il existe des régulateurs qui permettent de limiter les variations de température à un centième de °C (cas des respiromètres de Warburg).



**Fig. 12 - 3. Exemple de rétroaction positive avec variations négatives. Les variations négatives (  $\hat{y}$  - ) entraînent une réduction du processus.**



### Hystérésis

18. En réalité, on ne parviendra jamais à stabiliser la température de façon parfaite. Prenons le cas du chauffage domestique par thermostat. Si l'on demande une température de 20 °C, la température réelle de l'ambiance oscillera entre 19 et 21 °C. Cette fluctuation autour d'un niveau d'équilibre est un phénomène d'*hystérésis*, lié à la notion de délai : il faut du temps au rhéostat pour réagir. Un phénomène d'hystérésis est caractérisé par son amplitude, c'est-à-dire par les écarts maximum par rapport à la valeur souhaitée.

19. La régulation thermique chez les Mammifères procède de la même manière, par homéostasie, sous contrôle du système nerveux central (rôle du diencéphale). On voit que les rétroactions négatives se caractérisent par une *convergence* vers un but. Dans le cas envisagé, le but est le maintien de la température constante.

Dans un autre domaine, des systèmes de régulation ont pour objet de maintenir la pression constante. C'est le cas, p.ex., des hydrophores.

### I.3.2 Concept de totalité

20. Un système est composé d'éléments. Ces éléments peuvent être de diverses espèces : des objets, des êtres vivants, des cellules, des individus ou des organisations, etc.

Cependant, cela ne signifie pas que le système soit la somme des éléments qui le constituent. On dit à cet égard qu'un système est un tout qui n'est pas réductible à ses parties. Le tout est davantage qu'une forme globale ; il implique l'apparition de qualités émergentes que ne possédaient pas les parties. Cette *notion d'émergence* (5) conduit à la notion de hiérarchie dans les systèmes ; les systèmes sont de plus en plus complexes, au fur et à mesure que l'on s'élève dans cette hiérarchie.

21 Cette émergence peut se manifester par des effets de *potentialisation* et de *synergie*. Dans le cas de la synergie, on observe que deux éléments qui agissent simultanément vont avoir un effet déterminé, alors que ces éléments, s'ils agissent isolément, ne produisent pas cet effet.

(5) E. Morin appelle émergence « les qualités ou propriétés d'un système qui présente un caractère de nouveauté par rapport aux qualités ou propriétés des composants considérés isolément ».

\* *Application au développement intégré*

22. Dans l'examen du *système rural* (6), nous distinguons six niveaux d'intégration ou six sous-systèmes. Chacun est plus complexe que le précédent, par suite de l'intégration d'un nombre supplémentaire de composantes, interreliées et en interaction. Dans le contexte du développement rural intégré, il convient que le système rural soit appréhendé dans sa totalité, autrement dit que tous les niveaux d'intégration soient pris en compte ainsi que leurs interactions. Un système de production, agricole ou un système agroforestier, est plus complexe que l'écosystème dont il dérive ; l'écosystème est plus complexe que ses composantes — biotope et biocénose —, composantes, elles-mêmes, très complexes en soi. L'analyse d'un niveau d'intégration donné implique, cela va de soi, la prise en compte de tous les niveaux précédents. Nous nous devons d'insister sur le fait que la mise en œuvre du concept de développement rural intégré implique que tout projet, lié au monde rural, soit traité dans sa globalité et dans sa complexité.

### I.3.3 Concept d'organisation

23. L'organisation peut être considérée comme le *concept central de la systémique*. L'organisation, c'est d'abord l'agencement de relations entre composants (éléments ou individus) qui conduit à une nouvelle unité, possédant des qualités que n'ont pas ses composants. L'organisation est un aspect essentiel du système.

24. L'organisation revêt deux aspects complémentaires (voir plus loin) :

- un aspect *structurel* ;
- un aspect *fonctionnel*.

Le premier, l'aspect structurel, sera généralement représenté sous la forme d'un organigramme, tandis que le second, l'aspect fonctionnel, pourra être décrit dans un programme.

\* *Application au développement intégré*

25. Dans le cas d'un projet d'aménagement, l'organisation concerne, d'abord les aspects relatifs à l'organisation physique du territoire, comme p.ex., le zonage, les limites, les voies de transport et de communication. Ce sont les aspects qui touchent à la *structure spatiale*. L'analyse porte ensuite sur les flux qui emprunteront ces voies et qui, eux, se rapportent à la *dynamique spatiale*.

La dynamique d'un système est l'étude qui prend en compte la variable temps. À la dynamique sont liées deux notions fondamentales : les délais et l'irréversibilité.

### I.3.4 Concept de complexité

26. Un système devient rapidement complexe. Pour peu qu'augmente le nombre des éléments qui le composent ainsi que le nombre de relations, sa complexité peut atteindre des dimensions incommensurables. Il convient donc de développer des outils d'analyse de cette complexité. Par ailleurs, il ne faut pas confondre complexité et complication. Le complexe requiert, pour être assimilé temps, méthode et intelligence, alors que seul du temps suffit dans le cas de la complication.

27. La logique cartésienne nous avait appris à simplifier tous les phénomènes en éliminant l'inconnu, l'aléatoire ou l'incertain. La réalité est tout autre : la complexité est partout, dans tous les systèmes, et il est nécessaire de la conserver. Les approches sectorielles, parcellaires, analytiques — le plus souvent suivies dans les projets de développement — ont pour effet d'occulter la complexité, de simplifier les données du problème, d'en masquer la difficulté, mais, se faisant, elle s'écartent de la réalité : il n'y a plus, dès lors, de cadre général de cohérence, car *volens nolens* la réalité est bel et bien complexe.

---

(6) L'analyse de cette notion fera l'objet du chapitre 14.

Le *degré de complexité* d'un système dépend à la fois du nombre de ses éléments et du nombre et des types de relations qui lient ces éléments entre eux. Le degré de complexité caractérise ce que l'on peut appeler l'originalité du système et mesure la *richesse de l'information* qu'il contient. La complexité apparaît ainsi comme une dimension essentielle et universelle des systèmes.

Le « macroscopie » [ image qui désigne l'approche systémique, globale ] de Joël de Rosnay est un outil intellectuel qui nous permet de comprendre et de maîtriser la complexité des innombrables systèmes qui nous entourent.

\* *Application au développement intégré*

28. Par le nombre de ses composantes, par le nombre de ses niveaux d'intégration, par le nombre de ses interrelations, on voit que n'importe quel projet d'aménagement ou de développement est complexe. Pour être mené à bonne fin, il faut, non pas le simplifier, mais le traiter dans toute sa *complexité*, en prenant en compte toutes ses composantes et leurs interactions. Toute réduction, toute simplification ne pourrait aboutir qu'à des solutions, non conformes au réel, en d'autres termes, non valables. Or, si l'on y regarde de près, on observe que les problèmes actuels que connaissent les pays en développement, surtout dans le monde rural, sont les conséquences d'une incessante suite d'approches réductionnistes.

#### I.4 Description d'un système

29. Cette description doit se faire, conformément aux deux aspects qui se rapportent à l'organisation du système, à savoir l'aspect structurel, d'abord, fonctionnel, ensuite.

##### I.4.1 Structure d'un système

30. Sous l'aspect structurel, un système comprend quatre composantes (fig. 12 - 5) : 1° une frontière ou limite ; 2° des éléments identifiables ; 3° un réseau de transport et de communication ; 4° des réservoirs.

1° Une frontière ou limite qui sépare le système de son environnement (p.ex., les limites de la zone tampon d'une réserve de biosphère ; les limites géographiques de tel projet de développement). Dans tout projet, la définition des limites est indispensable ; c'est un aspect important de tout plan d'aménagement. Le développement et l'aménagement intégrés sont des concepts. Leur mise en œuvre implique des interventions concrètes, des projets, qui s'implantent dans un territoire donné, bien délimité (on parle de zone de projet).

2° Le système comprend des éléments qui peuvent être identifiés, dénombrés et classés ; ces éléments sont plus ou moins homogènes.

Dans un projet de développement intégré, les éléments ou composants sont très nombreux :

- ce sont les éléments constitutifs des écosystèmes et des systèmes de production ;
- les composantes des secteurs se rapportant aux politiques relatives aux ressources naturelles (agriculture, foresterie, agroforesterie, élevage, pisciculture, aires protégées, tourisme rural, etc.) ;
- les éléments à prendre en compte dans l'aménagement intégré du territoire ;
- les secteurs et éléments se rapportant au développement communautaire (santé, éducation, assainissement, hygiène, habitat, logement, etc.) ;
- les actions de catalyse et de coordination entre tous les secteurs.

3° La troisième composante est constituée par le réseau de transport et de communication qui permet la circulation des flux de matières (production), d'énergie, d'informations, de personnes, d'argent, etc. C'est là un aspect clef de l'aménagement du territoire ou de n'importe quel terroir.

Le développement rural implique l'aménagement du territoire et, par conséquent, l'existence de réseaux qu'emprunteront les flux ; l'importance de ces derniers déterminera l'intensité de la *dynamique spatiale*. Ces

réseaux permettent le désenclavement des territoires ; ils favorisent les échanges de toute nature et, par là, la diffusion d'innovations (7).

Les *flux* sont constitués en grande partie de matière et d'énergie. Mais il y a aussi, très importants, les flux d'information qui participent au comportement des systèmes. L'information, au même titre que l'énergie, représente une source de négentropie.

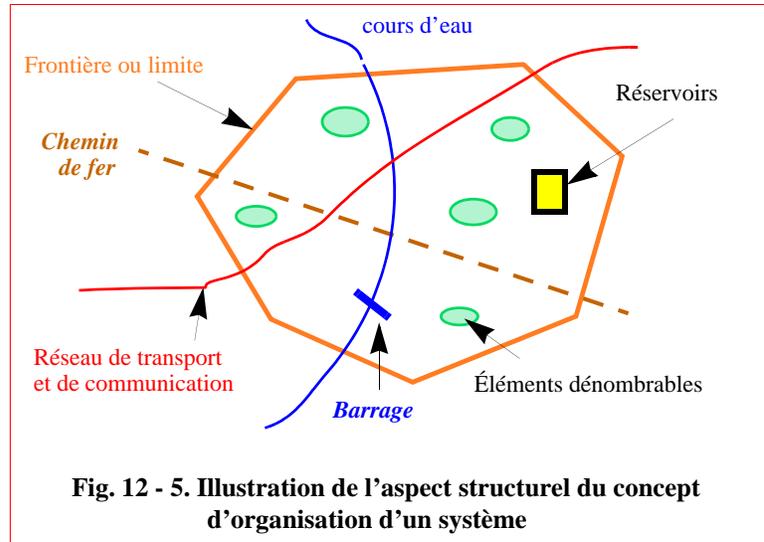


Fig. 12 - 5. Illustration de l'aspect structurel du concept d'organisation d'un système

4° Le système comporte, enfin, des *réservoirs* dans lesquels sont stockés, p.ex., de l'eau (retenues et barrages), de l'énergie (réservoirs ou citernes de combustibles), des produits (greniers, entrepôts, magasins), de l'information (centres de documentation et de communication, mémoires d'ordinateurs, bibliothèques), de l'argent (banques, etc.).

#### I.4.2 Fonctionnement d'un système

31. Le système comporte (voir figure 12 - 6) :

1° Des *flux* de nature diverse : personnes, matières, énergie, informations, monnaie, etc. Ils circulent dans les divers réseaux et transitent dans les réservoirs du système.

2° Des *centres de décision* qui reçoivent des informations et les transforment en *actions*, en agissant sur les débits des différents flux. On les représente par le symbole qui, en hydraulique, désigne les « vannes ».

3° Des *boucles de rétroaction* qui ont pour objet d'informer les décideurs, situés en amont, de ce qui se passe en aval, leur permettant ainsi de prendre leurs décisions en connaissance de cause.

4° Des *délais* qui permettent de procéder aux ajustements dans le temps, nécessaires à la bonne marche du système.

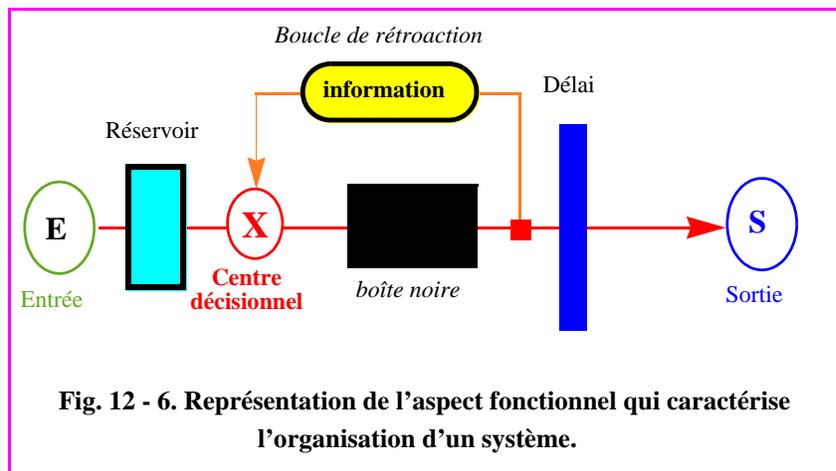
5° Pour compléter cette première description d'un système, il faut ajouter les *entrées* ( E ) et les *sorties* ( S ) qui matérialisent les rapports du système avec son environnement.

(7) Se référer au T. II, fasc. 19, *Notions d'aménagement intégré du territoire*.

\* *Application au développement intégré*

32. Un groupement communautaire peut décider, p.ex., de garder sa récolte de riz (entrée), en tout ou en partie, dans des greniers (greniers communautaires villageois ou « réservoirs ») afin d'éviter de vendre la production, à une époque où les prix sont bas.

33. Le *décal* que l'on s'impose avant de vendre le riz permettra d'attendre la période de soudure qui correspond à une hausse des prix. Les informations relatives au prix de vente du riz détermineront la décision d'ouvrir la vanne qui amènera un flux de riz sur le marché (sortie). Les fluctuations des prix (qui se produisent en aval) influencent les décisions (qui sont prises en amont) ; ceci illustre une boucle de rétroaction.



## II. LOIS GÉNÉRALES DES SYSTÈMES

34. Tout être vivant, tout mécanisme physique, toute organisation animale ou humaine peut être considéré et étudié comme un *système* qui répond à un certain nombre de lois générales concernant : 1° les rapports du système avec son environnement ; 2° l'organisation hiérarchique des systèmes ; 3° la conservation des systèmes ; 4° le besoin de variété du système ; 5° l'évolution des systèmes.

### II.1 Loi des rapports avec l'environnement

35. On distingue les systèmes ouverts et les systèmes fermés.

- Les systèmes *ouverts* sont ceux qui ont de nombreux échanges avec ce qui les entoure, c'est-à-dire avec leur environnement.
- En revanche, les systèmes *fermés* sont ceux qui fonctionnent, entièrement repliés sur eux-mêmes.

La notion de système fermé — système isolé — a été introduite par la thermodynamique dès le milieu du XIX<sup>e</sup> siècle : le système fermé n'échange que de l'énergie avec son environnement ; un système ouvert échange matière et énergie. Le système fermé n'est qu'un concept théorique, un cas limite. Sauf en thermodynamique, un système n'est jamais isolé ; il a de multiples rapports avec son environnement.

## Nature de l'environnement du système

36. On peut distinguer :

- l'*environnement passif*, c'est-à-dire le cadre ou le milieu dans lequel se trouve le système ; et
- l'*environnement actif* lorsqu'il y a interpénétration ou interactions multiples entre le système et son environnement. Ces interactions entre le système et son environnement sont représentées, au niveau du système, par les entrées et les sorties.

L'étude de cette question a conduit à un autre concept important : celui d'interface ou de lieu d'échanges entre systèmes distincts.

\* *Application au développement intégré*

37. Dans le cas d'un projet de développement intégré, bien délimité dans l'espace, l'*environnement passif* du projet est constitué par l'espace avoisinant, à savoir le milieu biophysique (ou cadre physique) et le milieu humain. Les réseaux de transport et de communication s'apparentent au cadre physique (aspect structurel, statique ; premier degré de l'aménagement du territoire).

Quant à l'*environnement actif*, il se manifeste par les relations qui existent entre le projet considéré et le milieu environnant, le territoire ; interviennent, ici, les flux qui empruntent les réseaux. Il en résulte une *dynamique spatiale*, caractéristique des deuxième et troisième degrés de l'aménagement du territoire (8).

## II.2 Loi de l'organisation hiérarchique des systèmes

38. L'organisation est une propriété clef de tout système : sans organisation, il n'y a que chaos (situation de haute entropie). L'organisation se manifeste par le fait que tout système peut être décomposé en un certain nombre de *sous-systèmes* (cf. les six sous-systèmes du système rural). Dans le cas d'un projet de développement intégré, on peut distinguer le sous-système biophysique, le sous-système de production, le sous-système formé par les aspects énergétiques et infrastructurels, le sous-système du développement communautaire (*i.e.*, les services : éducation, santé, assainissement, crédit, etc.), les sous-systèmes qui assurent la catalyse (catalyseurs internes et externes).

39. Allant plus avant, on découvre que le fonctionnement d'un système est de nature hiérarchique. Prenons, à titre d'exemple, le cas d'un individu qui se trouve placé devant une situation qui implique une prise de décision. Il peut y réagir de trois manières différentes :

- par un simple *acte-réflexe* qui ne fait intervenir que les centres nerveux autonomes (intervention du paléocerveau ou archencéphale, appelé aussi cerveau reptilien) ;
- par une *réponse standard* qui résulte d'un apprentissage antérieur (du type conditionnement pavlovien) ; seuls quelques circuits cérébraux interviennent, en quelque sorte machinalement (intervention du cerveau limbique, cerveau des émotions et de la mémoire, très développé chez les Mammifères) ;
- par une *décision* qui fait suite à un raisonnement (intervention du néocortex) ; le néocortex fait intervenir de nouveaux circuits cérébraux dès lors que de nouveaux problèmes se présentent.

On observe le caractère hiérarchique de ces réponses : du plus simple au plus complexe.

\* *Application au développement intégré*

40. Dans le cas d'un projet de développement rural, le fonctionnement du système ne peut être laissé au hasard. Ce qui permet d'éviter un fonctionnement aléatoire — qui ne peut orienter les systèmes vers l'autodéveloppement —, c'est le recours à la planification (9).

En l'absence de vision conceptuelle adéquate et d'objectifs clairement définis, on risque de voir le

---

(8) T. II, Fascicule 19, Notions d'aménagement intégré du territoire.

(9) Cf. Fascicule 13, Le processus de la planification.

système fonctionner de façon aléatoire ; dans le meilleur des cas, un tel système se « reproduira » ; il évoluera rarement vers le mieux-être de la population concernée. Il présentera très souvent des signes de dégradation, à commencer par les systèmes entretenant la vie et les systèmes de production, qui manifesteront des baisses de rendement.

Dans le cas du développement rural intégré, la hiérarchie s'exprime par l'organisation hiérarchique des différents sous-systèmes du système rural.

41. On peut aussi aborder la notion d'organisation hiérarchique des systèmes sous l'angle de la complexité, de laquelle se dégage la notion d'émergence (voir *supra*). Autrement dit, un système peut émerger à la suite du rassemblement de plusieurs systèmes préexistants ; p.ex., la zone de libre-échange des pays de l'ALENA ( *Accord de libre-échange nord-américain* qui concerne le Canada, les États-Unis et le Mexique ). Les émergences peuvent apparaître dans un cadre spatial ou temporel.

### II.3 Loi de la conservation des systèmes

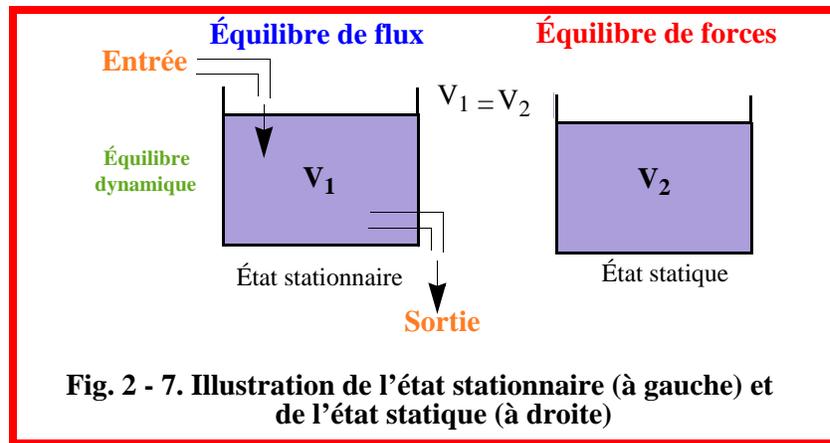
42. Hiérarchiquement organisé, un système doit assurer sa conservation, sa survie. Deux notions doivent être introduites ici : l'état stationnaire ; et l'homéostasie.

#### *\*État stationnaire*

43. Prenons, comme exemple, la flamme d'une bougie. Il s'agit d'un système en état de *déséquilibre thermodynamique*, car la bougie utilise de l'énergie — grâce à la combustion de la cire —, qui se trouve dissipée dans l'environnement : aussi longtemps que la bougie brûle, il y a stabilité, mais dans un état de déséquilibre. C'est la *stabilité dynamique* : ce système — la bougie allumée — ne se maintient qu'à travers l'action, le flux, le changement (la cire qui alimente la flamme) ; son identité, ou son invariant, provient de la stabilité de son organisation à travers les flux qui le traversent. Dans l'exemple choisi, l'*invariant*, c'est la bougie allumée ; dans un petit intervalle de temps, l'observateur ne percevra pas de différence dans l'état de la bougie ; en réalité, elle aura perdu une certaine quantité de cire.

Une fois les flux arrêtés (par suite de la combustion de toute la cire), le système a atteint son maximum d'entropie (  $VS > 0$  ) : il n'est plus en mesure de fonctionner ; c'est l'état de désordre maximum.

44. Un autre exemple d'état stationnaire peut être donné par un réservoir alimenté en eau et qui, simultanément, fournit de l'eau à une conduite d'alimentation (fig. 2 - 7, à gauche) ; le niveau peut être constant ; l'*état stationnaire* résulte des flux (équilibre de flux) qui traversent le réservoir. Un réservoir, qui contiendrait le même volume d'eau, mais serait dépourvu de flux illustrerait un *état statique* (équilibre de forces) (fig. 2 - 7, à droite).



\* *Homéostasie*

45. L'homéostasie est l'ensemble des processus organiques qui agissent pour maintenir l'état stationnaire de l'organisme, dans sa morphologie et dans ses conditions intérieures, en dépit des perturbations extérieures (10). Les processus de rétroaction (spécialement la rétroaction négative ou régulatrice) et de régulation, qui visent à maintenir le fonctionnement entre certaines limites, participent à l'homéostasie. L'homéostasie est propre aux organismes vivants.

46. L'homéostasie peut être illustrée par le concept de stabilité dynamique qui caractérise, p.ex., le fonctionnement, l'évolution et le dynamisme de la forêt équatoriale. On spécifie, « *stabilité dynamique* » parce que le système évolue sans cesse, tout en restant stable (situation de basse entropie) ; c'est la stabilité à travers un grand nombre de flux (11).

#### II.4 Loi du besoin de variété *diversité* (12)

47. La variété d'un système se présente comme le nombre de configurations ou d'états que ce système peut revêtir. Il y a deux sources de variété :

- 1° la variété propre au système, qui dépend du nombre de ses éléments et du nombre d'interactions possibles ;
- 2° la variété propre à l'environnement actif du système.

##### II.4.1 Intérêt de la diversité

48. La variété, ou la diversité, est une qualité des systèmes qu'il y a lieu de préserver, voire de susciter. Dans les systèmes biologiques, la diversité contribue à la stabilité. Ceci est vrai aussi bien pour la biodiversité que pour la diversité culturelle.

- La variété ou la diversité du système — un village, par exemple — constitue en quelque sorte le réservoir dans lequel le système puise pour maintenir son équilibre, ce qui lui permet une certaine marge d'adaptation.
- D'une façon générale, la diversité est liée à la richesse des composantes et à leurs interrelations ; ceci ne

(10) Définition de Cannon, in Daniel Durand, p. 19.

(11) Cf. Fascicule 2 : Bases biophysiques de l'environnement tropical, fig. 2 - 2, grandes caractéristiques des forêts équatoriales humides.

(12) « *Law of Requisite Variety* » de Ross Ashby, 1958.

fait que traduire la première loi de la biocénologie fondamentale de Thienemann (1920) qui lie la richesse d'une biocénose à sa diversité.

- Dans le même ordre d'idées, se référant à la troisième loi de biocénologie (Franz, 1954), on observe que la stabilité d'un système vivant est fonction de sa diversité.

Il convient d'observer que la notion de stabilité est différente lorsqu'il s'agit d'un système matériel (cas de la bougie consumée dont l'énergie aura été chaotiquement dispersée dans l'environnement) — où la stabilité est maximum quand le système est thermodynamiquement dégradé (haute entropie) —, ou d'un organisme vivant, où la stabilité est liée au degré d'organisation et à son fonctionnement.

#### II.4.2 Relations entre besoin de variété, organisation, stabilité, basse entropie et évolution

49. Pour les organismes vivants, la stabilité signifie la mort, c'est-à-dire le moment où l'organisme n'est plus en mesure de maintenir son entropie constante, parce qu'il n'est plus capable, pour de multiples raisons, de puiser les ressources dont il a besoin dans le système qui l'entoure et qui comporte des mécanismes néguentropiques ou des ressources de basse entropie. Il faut se rappeler, en effet, les relations qu'il y a entre la diversité, source de stabilité, et le deuxième principe de la thermodynamique : un système vivant, complexe et organisé, est un système de basse entropie ; dans le monde de la biologie — auquel se rattache un village —, le maximum de stabilité se rencontrera lorsque le degré d'organisation sera maximum (conditions de basse entropie ; vie).

C'est le cas inverse pour le monde inanimé, où la stabilité est maximum lorsque l'organisation est nulle (conditions de haute entropie ; hasard ; désordre ; énergie chaotiquement dispersée ; équilibre thermodynamique).

50. Il y a donc lieu de rechercher, dans toute action d'aménagement et de développement intégrés, des conditions de basse entropie, ce qui revient à favoriser le maximum de diversité. Tout système simplifié contient en lui les germes de sa dégradation.

Il est remarquable de constater la parfaite cohérence entre les lois de la systémique, les lois de la biocénologie fondamentale et les principes de la thermodynamique. Ceci est un nœud conceptuel d'importance majeure ; son application est la clef de voûte de l'aménagement et du développement intégrés.

- Toute organisation, tout système qui ne dispose pas de suffisamment de variété est menacé de surcouplage ou de sclérose de type bureaucratique.

##### \* Application au développement intégré

51. Dans le cas d'un système rural, relativement simple — un village, par exemple —, il est intéressant d'analyser la variété propre dont il bénéficie. Cet examen implique :

- 1° l'examen de la biodiversité ambiante ;
- 2° l'analyse des systèmes de production et l'examen de la diversité de leurs composantes et de leurs produits ;
- 3° la diversité de l'aménagement du territoire (réseaux de transport et de communication, infrastructures, réservoirs, etc.) ;
- 4° l'évaluation de la diversité sociale et culturelle.

52. Il faut, en outre, étudier les sources de variété qui dérivent de l'environnement actif du système (village), c'est-à-dire ses rapports avec les villages avoisinants. Interviennent ici les relations, interrelations, flux (matière, énergie, information, personnes, argent). Au plus le centre de peuplement est-il important, au plus sa variété sera grande, au plus sera-t-il en mesure de jouer un rôle comme pôle de développement.

- Le potentiel de développement d'un centre de peuplement donné est fonction de son degré de diversité ; celui-ci influence, dans une large mesure, sa dynamique spatiale.

- La dégradation de la biosphère, l'avitilissement des systèmes de production agricoles, les conditions de vie difficiles en milieu rural, l'exode rural, la destruction des sociétés rurales, la « mort lente » de nombreux villages africains sont la résultante de l'ignorance de ces différentes notions et de leurs

interdépendances. Le tout se solde par une perte de diversité et, conséquemment, de stabilité, de dynamisme et de possibilités d'évolution.

## II.5 Loi de l'évolution des systèmes

53. Le système complexe, structuré, diversifié et biocénotiquement stable, évolue, dans le temps, vers toujours plus de complexité.

Henri Bergson (1907), dans l' *Évolution créatrice*, écrivait à propos de la durée : « *durée signifie invention, création de formes, élaboration continue de ce qui est absolument neuf* ». L'évolution d'un système va de pair avec sa diversification et sa complexification (p.ex., l'évolution biologique).

\* *Application au développement intégré*

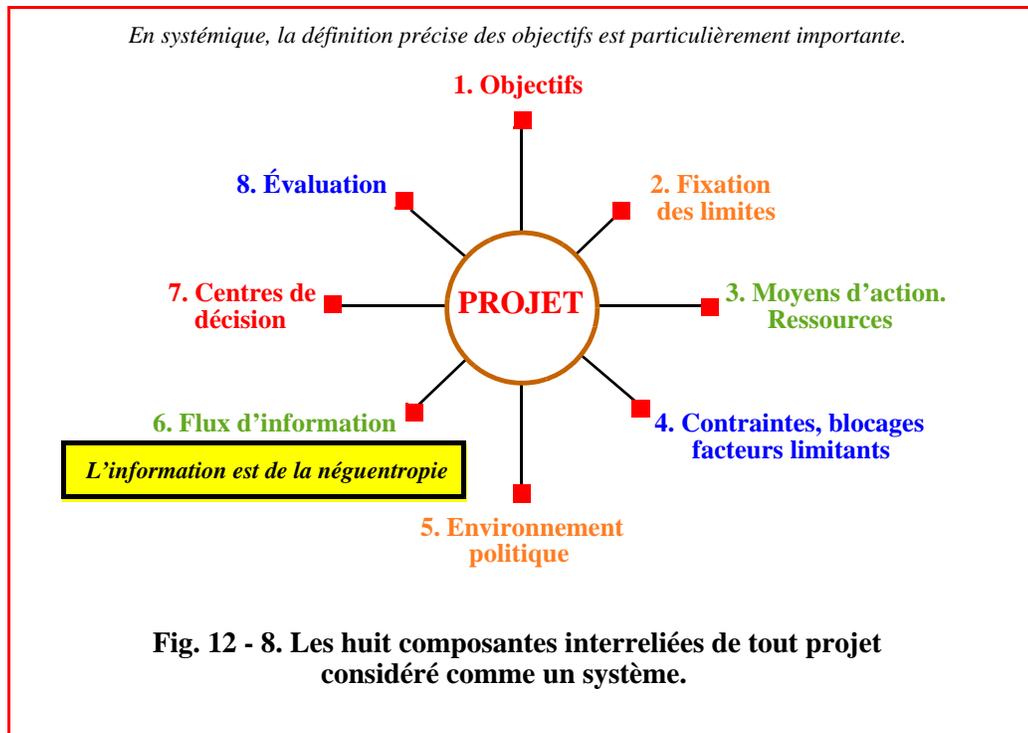
54. La finalité du D.R.I. est de faire en sorte que les systèmes ruraux et leur environnement — les villages, constituant eux-mêmes des éléments situés à un palier hiérarchique donné de leur région — deviennent aptes à l'auto-développement. Ceci implique qu'ils soient en mesure de puiser les ressources nécessaires à leur développement, dans le réservoir de variabilité dont ils disposent. Le développement peut être bloqué si cette source de variabilité est faible, voire inexistante. Tel serait, p.ex., le cas d'un village dont l'environnement biophysique est dégradé, que sa population jeune a quitté, qui ne renferme plus que « *des cercueils vivants* » (*sic*, le Maire de Makokou, Gabon, communication personnelle, 1985) ou des « *vieilles femmes* » (*sic*, Représentant Résident du PNUD, communication personnelle, Libreville, Gabon, 1985).

## III. ASPECTS MÉTHODOLOGIQUES

### III.1 Composantes de tout projet considéré comme un système

55. D'une façon pratique, dans la description de tout projet — appréhendé comme un système —, huit aspects doivent être pris en compte (voir figure 12 - 8) :

- 1° la définition précise des objectifs ; c'est un aspect majeur, considéré comme prioritaire en systémique ;
- 2° la fixation des limites du système (p.ex., les limites de la zone du projet) ;
- 3° les moyens d'action — ressources de toute nature — dont on dispose pour résoudre le problème ;
- 4° l'analyse des contraintes, des blocages et des facteurs limitants ;
- 5° l'environnement politique du système ;
- 6° le flux d'information (source de néguentropie) qui traverse le système ;
- 7° les centres de décisions concernés par le projet ; la participation de la population, concernée par le projet, est indispensable à la prise de décisions valables ;
- 8° l'évaluation des résultats obtenus.



### III.2 Cheminement méthodologique pour la gestion rationnelle des ressources naturelles

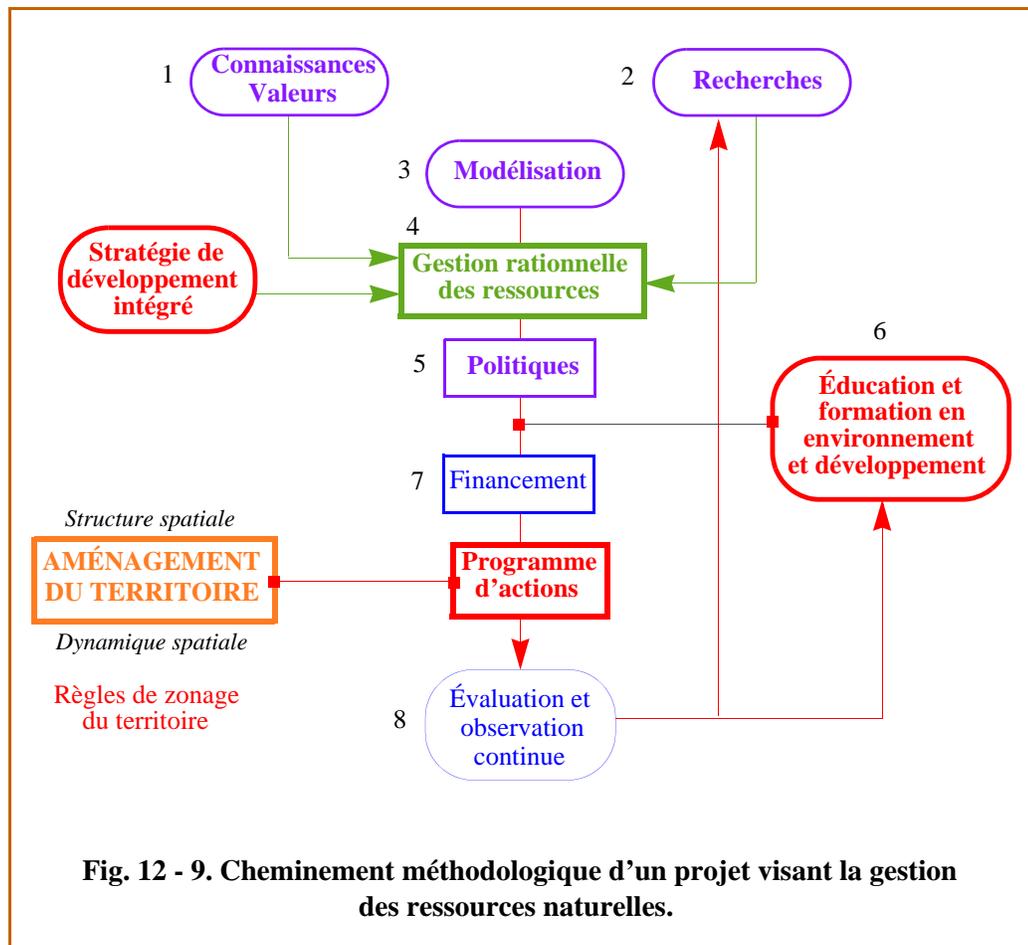
56. Le cheminement comprend les étapes suivantes (cf. figure 12 - 9) :

- 1° Faire le point des connaissances et des valeurs en cause.
- 2° Lancer un programme de recherche, bien ciblé, dans le cas où des lacunes existent dans les connaissances requises ou les valeurs en cause ; éviter l'alibi de la recherche pour temporiser.
- 3° Procéder à la modélisation du projet, ce qui permet d'en cerner tous les aspects et de mettre en évidence les lacunes.
- 4° Établir les règles de gestion rationnelle des ressources (13).
- 5° Élaborer, sur la base de ces règles, des politiques intégrées d'environnement et de développement ; les domaines suivants sont particulièrement importants : aménagement intégré du territoire ; stratégie de développement intégré ; éducation et formation ; communication et information (14) ;
- 6° Établir une stratégie d'éducation et de formation en environnement et en développement (éducation mésologique), indispensable à la mise en œuvre des politiques préconisées.
- 7° Examiner le financement nécessaire pour lancer un programme d'actions, compte tenu des règles de

(13) Cf. M. Maldague, TGET, Tome III, *Précis de gestion intégrée et durable des milieux de vie et des ressources naturelles*, 2005.

(14) Afin d'éviter les lacunes, un *vade-mecum* (ou aide-mémoire) est utile. On y retrouvera notamment, sous une forme synthétique, les aspects suivants : finalités du développement ; besoins essentiels de l'homme ; analyse et stratégie systémiques ; système rural avec ses sous-systèmes (écosystème ; système de production ; aménagement intégré du territoire ; conditions socio-économiques ; catalyseurs) ; composantes de tout projet ; méthodes et concepts de base (environnement biophysique de qualité ; règles de gestion des bassins versants ; habitat de qualité ; développement rural intégré ; développement humain et durable ; processus de la planification ; étapes de mise en œuvre de projets de développement intégré ; gestion des ressources naturelles et des milieux de vie y compris les aires protégées ; aspects énergétiques, etc. ], Ce *vade-mecum* complètera les quatre précis du *Traité de gestion de l'environnement tropical*.

- base se rapportant à l'aménagement intégré du territoire et à la gestion des ressources naturelles ;
- 8° Évaluer et suivre le système (*i.e.*, projet) de façon continue. Cette évaluation est à la base des rétroactions qui ferment la boucle et permettent, par approximations successives, d'améliorer le fonctionnement du système.



### III.3 Les dix commandements de l'approche systémique

57. Joël de Rosnay propose ce qu'il appelle les « *dix commandements* » de l'approche systémique (15) ; nous les reprenons ci-dessous en les commentant et illustrant (expériences vécues).

1° *Conserver la variété*

- Il dérive directement de la loi du besoin de variété.
- Toute simplification est nuisible ; toute centralisation excessive est dangereuse, car elle simplifie les canaux de communication (appauvrissement des interactions entre individus ; réduction des potentialités que représentent les qualités émergentes) ; risque de sclérose de type bureaucratique.

(15) Joël de Rosnay, *Le macroscopie*. Le Seuil, 1975.

2° *Ne pas ouvrir de boucles de régulation*

- Isoler un facteur et intervenir à son sujet par des actions ponctuelles peut entraîner la désorganisation de l'ensemble du système.
- C'est le danger des « *paquets technologiques* » ; p.ex., l'introduction, insuffisamment réfléchie, d'engrais chimiques dans un système de production agricole peut entraîner une augmentation des rendements pendant une courte période tout en induisant une perturbation, voire une dégradation, des sols, à plus long terme. Autre exemple : combattre l'insomnie à l'aide de somnifères, qui peuvent entraîner l'inhibition des mécanismes naturels.

Ne pas faire la confusion entre boucle de régulation et boucle de rétroaction.

3° *Rechercher les points d'amplification*

- Chercher les points sensibles d'un système complexe. En développement intégré, p.ex., plutôt que de privilégier un domaine ou un secteur donné, il vaut mieux intervenir simultanément dans un grand nombre de secteurs. En fait, il faut intervenir dans tous les secteurs, en appliquant une combinaison de mesures (« *policy mix* ») ; il peut en résulter des effets qui n'avaient pas été prévus (émergence, potentialisation, synergie).
- Bien conduite (*i.e.*, sur la base d'une méthodologie appropriée), cette façon de faire permet d'arriver plus rapidement aux objectifs que l'on s'est fixé.

4° *Rétablir les équilibres par la décentralisation*

- Il s'agit de détecter les écarts, les perturbations, les lieux où se produisent des déséquilibres et d'effectuer les actions correctrices de manière décentralisée, c'est-à-dire sans avoir à passer par les centres décisionnels supérieurs ; p.ex., dans le cas d'érosion des sols, agir de manière décentralisée. Il en va de même dans le cas de travaux de réhabilitation de pistes rurales.
- La décentralisation est le cadre obligé des actions de développement intégré. Elle implique la délégation de pouvoirs et le souci de mettre en place un processus décisionnel démocratique.

5° *Savoir maintenir des contraintes*

- Certains types de contraintes sont nécessaires pour empêcher le système de dériver vers un mode de fonctionnement moins souhaitable.
- La liberté et l'autonomie ne s'obtiennent qu'à travers le choix et le dosage des contraintes. Le manque de contraintes favorise le plus souvent la croissance de l'entropie ; en d'autres termes, la tendance au laisser-aller.
- Exemple, dans le cas de groupements paysans, il est bon de les astreindre à différentes tâches :
  - (a) fixer des réunions régulières ;
  - (b) prévoir la rédaction d'un procès-verbal, à l'issue de chaque réunion ;
  - (c) faire des vérifications.
- Exiger des rapports de ses subordonnés, mais y réagir. Procéder à des inspections et à des contrôles dans le cas de projets.

6° *Différencier pour mieux intégrer*

- Toute intégration réelle se fonde sur une différenciation préalable (identification des composantes). Une fois les éléments distincts, répertoriés, on peut les intégrer (sans perte de leur individualité), ce qui conduit à créer un ensemble hétérogène, différencié, plus complexe. Ceci revient à privilégier les éléments particuliers qui vont enrichir l'ensemble ; c'est l'union dans la diversité.
- L'homogène, le mélange, le syncrétisme, c'est entropie élevée, le désordre, le chaos.

7° *Pour évoluer : se laisser agresser*

- Ne pas considérer les choses comme définitives ; admettre les critiques ; « *savoir écouter* », notamment — et surtout dans le cas du développement intégré — ce qui vient du bas.
- Toute rigidité sclérose ; la pérennité d'une structure ou d'une hiérarchie est à l'opposé d'une situation permettant l'évolution.

- Savoir capter les termes de changement (être ouvert aux idées nouvelles ; valeur et intérêt de la curiosité) et les utiliser en vue de favoriser l'évolution du système.

#### 8° *Préférer les objectifs à la programmation détaillée*

- La programmation détaillée peut, en effet, être paralysante par suite de son manque d'exploitation de l'énergie de commande (voir point 9°).
- Cette règle était appliquée durant les stages de terrain du Programme en D.R.I. de l'Université Laval. Elle consiste à fixer avec précision les objectifs des actions et à exercer, ensuite, un contrôle rigoureux des réalisations (pour corriger les écarts en cours d'action), plutôt qu'à obliger l'équipe responsable de la réalisation à suivre une programmation détaillée pour chaque étape des opérations. Il convient, par ailleurs, d'exiger des rapports réguliers (maintien de contraintes).
- Une programmation autoritaire laisse, en effet, peu de place à l'imagination et à la participation. En développement intégré, il ne faut rien imposer aux populations rurales.

#### 9° *Savoir utiliser l'énergie de commande*

- Ce point est particulièrement important ; c'est une façon d'exploiter les potentialités mentales, l'expérience et le savoir faire de ses collaborateurs.
- La démultiplication des informations, émises par un centre de décision, a avantage à être favorisée. Ces informations peuvent être reprises et amplifiées par des structures hiérarchiques ou par des réseaux de diffusion.
- Lorsqu'on répartit l'énergie de commande (exemple d'autogestion et de participation), il y a lieu de mettre en place des boucles de retour des informations vers les centres de décision (rétro-action) ; il ne s'agit donc nullement d'un désengagement de l'autorité.
- L'énergie de commande, c'est de l'information, de la néguentropie.
- Exemple, durant les stages de terrain en D.R.I, il y avait formation d'équipes (quatre à six) qui avaient, chacune, des objectifs spécifiques à atteindre ; une grande marge de manœuvre était laissée aux équipes pour réaliser le plan d'action. On exploite ainsi les capacités des différents membres de l'équipe dont la formation est le plus souvent distincte (interdisciplinarité). Il peut en résulter des innovations. L'application de cette règle implique que l'on fasse confiance à ses collaborateurs, ce qui n'exclut nullement le contrôle et l'imposition de contraintes (p.ex., visites du QG ; établissement de rapports réguliers ; soutenance ; etc.).

#### 10° *Respecter les temps de réponse*

- Chaque système a un temps de réponse — *temps de latence* — qui lui est propre : ne pas rechercher à tout prix la rapidité d'exécution.
- Chercher à comprendre la dynamique interne du système et à prévoir les délais de réponse.

### III.4 Principe de non-séparabilité

58. Il arrive que l'on trouve, chez des non spécialistes de la théorie des systèmes, des observations qui vont dans le sens de l'approche systémique. Elles témoignent, ni plus ni moins, du besoin d'appréhender la réalité dans sa vraie complexité, même pour des choses simples. Tel est le cas d'Henri Guitton (16) qui, se référant au physicien Bernard d'Espagnat, traite du *principe de non-séparabilité*. Il écrit :

*« Nous avons eu l'habitude de considérer comme réalistes des objets séparables les uns des autres. Cela n'est plus vrai pour les particules de la théorie quantique. Je me permets de soulever une question audacieuse : on peut se demander si, même pour des phénomènes à l'échelle des observations humaines, il est convenable de séparer tel objet de tous les autres, s'il ne forme pas avec tous les autres un ensemble cohérent. Est-il correct d'isoler cet objet et de le considérer pour lui tout seul ? On pourrait poser la question : quelle est la réalité à privilégier d'abord, celle du*

---

(16) Henri Guitton, *op. cit.*, pp. 643-644. Henri Guitton est membre de l'Institut de France.

*phénomène détaché de l'ensemble, celle du phénomène total ou complet ? Ce qu'il y a de sûr, c'est que la non-séparabilité nous fait prendre conscience de l'interaction, de l'interdépendance de tout ce qui existe. »*

Il est évident que cet auteur perçoit l'essence même de l'approche systémique et que ce principe de non-séparabilité est cohérent avec les concepts de l'analyse systémique.

### III.5 Rejet du principe de réduction

59. Dans le même ordre d'idées, Edgar Morin (17) s'insurge contre ceux qui appliquent à l'humain le principe de réduction et de disjonction. Il plaide pour l'approche intégrée, systémique, lorsqu'il écrit : « *Le paradoxe est, en effet, que plus nous connaissons l'humain, moins nous semblons le comprendre, comme si la fragmentation et les dissociations entre les disciplines scientifiques le vidaient de vie, de chair, de complexité (...)* Pour « penser l'humain », il faut dépasser le principe de réduction et de disjonction. »

Voilà donc, clairement exprimée, une critique de l'approche sectorielle qui masque la complexité et nuit à la compréhension du réel, ici l'humain, système particulièrement complexe.

60. À propos du manque de compréhension que l'on a de l'homme, par suite de ce réductionnisme, Edgar Morin cite Heidegger : « *Questionner l'homme fait voler en éclats la mise en boîte des sciences dans des disciplines séparées.* »

On ne peut être plus clair. Comme on le voit ces auteurs, Henri Guitton et Edgar Morin, tout en n'étant pas spécialisés en approche systémique, la découvrent, en quelque sorte, montrant bien que l'on ne peut comprendre un système complexe en le réduisant en ses parties.

### Conclusion

61. Les systèmes complexes — l'homme, un village, une région, un projet de développement, etc. — ne peuvent être traités valablement de façon analytique, sectorielle, fragmentaire, disciplinaire et parcellaire. Ne voir que certains aspects d'un tout, complexe et diversifié (comme un village, p.ex.), ne peut conduire qu'à l'erreur. L'approche systémique introduit une révolution dans les stratégies de développement habituelles. Les concepts de développement et d'aménagement intégrés se fondent sur une approche méthodologique qui dérive de l'analyse des systèmes.

62. Beaucoup de pertes de temps et d'erreurs auraient pu être évitées — au cours des différentes décennies de développement — si l'on avait substitué au mode de pensée traditionnel (sectoriel) une approche permettant de traiter les situations réelles dans toute leur *complexité*. Mais il est plus facile (situation de haute entropie mentale, si répandue) de ne retenir que quelques aspects d'un ensemble, plutôt que d'aborder la question dans sa globalité et sa complexité. Sur le plan des résultats, bien entendu, la première démarche est erronée, car le monde rural, aussi bien que le monde urbain, sont des organismes vivants — des systèmes — et non des accumulations d'éléments sans interrelations.

60. On peut se poser la question de savoir quand surviendra le changement de méthode, à une échelle suffisante, pour permettre de renverser la situation ? Sur le plan intellectuel, on perçoit, de plus en plus, une sorte de consensus pour appréhender les problèmes de l'environnement et du développement d'une manière globale, intégrée et interdisciplinaire, ... mais au ras du sol, sur le terrain, la plupart des « experts » procèdent encore d'une façon périmée, archaïque, fossilisée !

---

(17) Edgar Morin, *op. cit.*, pp, 122-123.

### Références

- de Rosnay, Joël, *Le macroscope*. Le Seuil, 1975.
- Durand Daniel, *La systémique*, PUF, Que sais-je ? n°1795, 128 p., 1979.
- Guitton, Henri, Une certaine réalité. *Revue des deux Mondes*, juin 1986, pp. 642-646.
- Le Moigne, J.L., *La théorie du système général*, PUF, 1978.
- Lesourne, J., *Les mille sentiers de l'avenir*, Seghers, 1981.
- Maldague, M. Sciences du développement et analyse systémique. Kinshasa, *Bull. Ac. Nat. Sc. Dév. de la RDC*, n° 5, 2004.
- Maldague, M., S. Mankoto, T. Rakotomavo, Notions d'aménagement et de développement intégrés des forêts tropicales. ÉRAIFT, 1997. UNESCO, MAB, PNUD, 378 p., 1997.
- Morin, E., *La méthode, 1. La nature de la nature; 2. La vie de la vie*, Le Seuil, 1977-1980.
- Morin, E., L'identité humaine. À la veille du monde planétaire. *Revue des deux Mondes*, février 2002, pp. 122-133. - Cf. aussi de cet auteur, *L'identité humaine*. Le Seuil.
- Prigogine, I., Stengers, I., *La nouvelle alliance*, Gallimard, 1979.
- Shannon, Weaver, *A mathematical theory of communication*. •