

EN GUISE D'AVANT PROPOS

METHODES ET MODELES DANS L'ETUDE DES SYSTEMES COMPLEXES

Jean-Marie LEGAY*

*Introduction présentée au Colloque National du Ministère de la Recherche et de la Technologie :
« Diversification des modèles de développement rural : questions et méthodes » - Paris, 17-18 avril 1986.*

Le Monde n'est pas un chaos.

Ni la ville, ni la campagne, ni la société, ni la nature ne sont le résultat de catastrophes successives, aléatoires, sans relations. Cette proposition n'est pas une vérité première et il faut attendre le début du XIX^e siècle pour la voir exprimée sous une forme rationnelle et pour commencer à s'en assurer. Même aujourd'hui l'affirmation contraire passe encore parfois sous la plume d'auteurs contemporains.

Pourtant il ne s'agit plus là d'un axiome. Il y a deux grands types de démonstrations à l'assertion que je propose à titre d'introduction. Le premier rassemble des arguments d'historicité des phénomènes : tous les objets quels qu'ils soient, ont une histoire, qui fait de ces objets des moments et non des états, immobiles, définitifs. Tout un ensemble de courants philosophiques, dont le matérialisme historique, ont insisté sur cet aspect des choses.

Le deuxième type d'arguments relève du constat d'une organisation de ces objets, même si on les prive de leur histoire. Et les philosophes du Cercle de Vienne avaient encore raison en 1929 dans leur Manifeste, de souligner avec force, bien qu'avec prudence, que « si l'on peut s'orienter en direction d'une conception scientifique du monde », c'est que « la matière est ordonnée d'une certaine manière ». Cela ne signifie pas pour autant que l'on puisse connaître à l'avance le type et le degré de cet ordre.

Quoiqu'il en soit, les deux raisonnements que nous venons d'évoquer se rejoignent, car il y a bien sûr une genèse de l'organisation.

Ce n'est pas parce que nous sommes choqués et irrités du spectacle navrant de certains aspects du monde qui nous entoure, ce n'est pas parce que nos sens ne reçoivent qu'une partie limitée de l'information théoriquement disponible, ce n'est pas parce que nous ne comprenons pas ou n'arrivons pas à interpréter ce que nous découvrons, ce n'est pas parce que nous sommes contrariés des contradictions que nous observons (ou que nous croyons observer), ce n'est pas parce que nous manquons de références internes à l'observation de notre environnement, ce n'est pas parce que nous voyons là des raisons objectives d'insatisfaction **que nous pouvons nous permettre de conclure au chaos.**

Alors si le monde n'est pas un chaos, c'est qu'il est organisé en systèmes, certes plus ou moins complexes, mais dont nous pouvons *admettre l'existence comme hypothèse de travail* : les êtres vivants quels qu'ils soient vivent en populations, les maisons vivent en villes et en villages, les parcelles de terre cultivée vivent en exploitations agricoles...

L'approche scientifique du monde qui nous entoure, et qui est en même temps le nôtre, consiste donc d'abord à *définir les systèmes* sur lesquels nous allons travailler, c'est-à-dire démontrer leur existence, préciser leurs limites spatio-temporelles, et bien d'autres caractéristiques, avant d'en étudier le fonctionnement.

I - L'ANALYSE DE SITUATION

La première étape est alors ce que nous pouvons appeler *une analyse de situation*. Dès ce moment, on comprend qu'on accepte *plus* de complexité que celle qui découlerait de quelques hypothèses.

Nous n'avons pas choisi bien souvent les conditions de notre recherche ; nous essayons de répondre à une question, mais une question qui ne vient pas nécessairement de nous, ni de la science, mais de l'extérieur, de ce qu'on désigne par la demande sociale, terme ambigu qui mériterait à lui seul d'amples discussions.

L'acceptation de la complexité, qui est une décision, et à laquelle je consacre une analyse plus approfondie par ailleurs, est un des événements épistémologiques contemporains les plus essentiels. Elle modifie radicalement l'état d'esprit de la recherche, pose des problèmes méthodologiques nouveaux, modifie notre conception de la rigueur ; et en même temps elle nous garde de toute pensée mécaniste, à un moment où le développement rapide des sciences et des techniques pourrait entraîner certaines déviations simplificatrices et technocratiques.

Ceci dit, la *situation* n'est pas seulement un cadre dans lequel on installera la recherche et dans lequel on va interpréter les résultats. C'est aussi le terrain qui va accueillir le retour de cette recherche, qui va rendre le verdict de réussite ou d'échec, et indiquer parfois son acceptation sociale.

* Laboratoire de Biométrie, UA C.N.R.S. n° 243 - 43, Bd. du 11 Novembre 1918 - 69622 Villeurbanne Cedex.

L'analyse de la situation qui ne peut manquer complètement reste souvent implicite et se révèle généralement sous-estimée. Ces faiblesses sont la cause d'erreurs dans la recherche elle-même ou dans l'utilisation de ses résultats. Elle est quelquefois surestimée et peut alors servir de paravent à une démarche irrationnelle ou d'excuse à la médiocrité du travail.

II - DEFINITION DES OBJECTIFS

Lorsqu'on s'attaque à l'étude de systèmes complexes, on sait bien qu'on ne peut en aborder tous les aspects, qu'on ne peut être exhaustif, qu'on ne peut être définitif. Dès lors, une deuxième étape dans l'organisation de la recherche, même lorsqu'elle est exploratoire, exige la *définition d'objectifs* et c'est cette définition là qui va contribuer à former l'*objet* scientifique.

Quand on discute par exemple de développement agricole, et au-delà de développement rural, faut-il encore savoir de quelle agriculture on parle, à quel développement on s'intéresse. Quand VARRON, dans son traité d'Agriculture, 37 ans avant J.-C., assigne à l'agriculture un double but : l'utilité et le plaisir, comme le rappelle Pierre GRIMAL dans son si remarquable ouvrage sur les jardins romains, VARRON, en fait, dessine un modèle ; quand les agriculteurs de certaines régions françaises partageaient leur sol entre la lavande, la vigne et le blé, qui saura distinguer, en dernière analyse, entre l'utilité et le plaisir ? Et quand les écologistes s'intéressent à la fois aux ressources naturelles renouvelables et à l'aménagement de la nature, ils projettent sur cette nature, 2 000 ans plus tard, une pensée analogue à celle que VARRON avait appliquée à la terre cultivée. C'est peut-être pourquoi les sociologues sont plus attentifs à l'écologie que les économistes, pour qui l'agréable est beaucoup moins compréhensible que l'utile et la diversité beaucoup moins accessible que l'uniformité.

Si j'ai évoqué les jardins, c'est qu'ils sont aussi, en un certain sens, le point de départ et le point d'arrivée de l'agriculture. Une nature largement transformée en jardins, qui ne sont plus « ceux des dieux », comme dans la Rome antique, mais ceux des hommes, offre sous une forme populaire tous les rêves, tous les événements de la vie quotidienne. On savait selon GRIMAL qu'ils s'effaçaient au rythme de la vie des plantes et qu'ils étaient une sorte d'histoire d'accompagnement qui liait entre elles trois ou quatre générations. Les jardins tropicaux, les jardins japonais, les jardins à la française, les forêts jardins de la vieille Europe, sont à la fois « culture » et « culture ». Comment dissocier les deux significations de ce même vocable sans perdre une large part de notre compréhension ?

Dans le domaine qui nous intéresse, comme dans tous les autres, le choix d'objectifs est scientifiquement nécessaire et en même temps il n'est pas neutre, même s'il ne s'agissait que de l'ordre entre plusieurs objectifs. Là encore le pouvoir de clarification de la méthode des modèles est une de ses vertus principales. Et peut-être que ceux qui dénigrent cette méthode le font parce qu'ils sont gênés d'avoir à afficher leurs objectifs, gênés d'avoir à dévoiler leurs projets.

La définition des objectifs, c'est aussi finalement celle des objets sur lesquels va porter la recherche. Et les objets

scientifiques sont tous d'une manière ou d'une autre *des objets sociaux*, comme le disait déjà BACHELARD et comme le souligne à nouveau D. LECOURE. La pluridisciplinarité commence donc avec la définition de ces objets.

Sans doute peuvent-ils être mutilés pour devenir les objets théoriques d'une discipline. Et il n'y a rien d'étonnant, ni de condamnable, que pour une phase donnée du développement de nos connaissances et dans des buts précis, il ait fallu, et il faille encore parfois, simplifier pour commencer à comprendre. Les inconvénients et les risques n'existent que si l'on est inconscient d'avoir brisé l'objet réel et si l'on affirme pour vrai ce qui n'est que la description d'un modèle.

En outre, dans les systèmes complexes que nous étudions, la part des phénomènes biologiques et celle des phénomènes socio-économiques ne sont ni égales ni prévisibles a priori, ni facilement démêlables. Certains systèmes sont très biologiques, d'autres très socio-économiques ; et selon leur place dans le gradient d'intégration globale, on devine que ces parts ne seront pas les mêmes. La parcelle est plus biologique que l'exploitation agricole, et la petite région encore plus sociale et plus économique que cette exploitation. D'autre part, pour un objet donné, l'équilibre n'est pas figé. Rien n'est plus biologique et plus social *à la fois* qu'une forêt, mais selon les moments de son histoire les problèmes relèveront plus spécialement de l'un ou de l'autre domaine. Rien n'est plus biologique et plus social *à la fois* que la structure de la famille ; mais l'évolution historique de la maîtrise des phénomènes biologiques de la reproduction d'une part, l'évolution et la diversité des attitudes culturelles d'autre part, ont fait de la structure de la famille et de son fonctionnement un système éminemment variable dans le temps et dans l'espace. Il faut donc accepter les diverses approches possibles, qui en résultent, et en rechercher les articulations.

Et pour finir, le partage, dans un système, entre ce qui est plus biologique et ce qui est plus socio-économique n'est pas une constante, pour un objet donné, en fonction du lieu de son étude. Il est bien clair qu'en région tropicale et en région tempérée, ni les proportions, ni le contenu des parts ne seront identiques. Il s'en suit toute une série de conséquences, dont certaines seront essentielles quant aux relations scientifiques entre pays en voie de développement et pays développés. Il y a là aussi l'une des raisons injustifiées de la domination scientifique exercée par certains pays ou par certaines idées. Il faut accepter dans chaque situation un réexamen complet des éléments qui la composent et de leurs interactions.

Ainsi ce qui est nouveau, quand on accepte la complexité des objets réels, c'est qu'on devient *tolérant* dans la définition épistémologique des objectifs et qu'on n'exclut plus de la science des pans entiers de la connaissance. Mais bien sûr, *cela implique de nouvelles formes et de nouvelles exigences de rigueur.*

III - UTILISATION DE MODELES

Il est bien clair maintenant qu'on s'est toujours servi de *modèles* en tant qu'instruments de recherche, en tant qu'outils d'exploration de la réalité. Mais c'était jusqu'à ces dernières années relativement rare, et surtout la

démarche restait implicite. Si bien que toutes sortes de difficultés techniques et d'erreurs conceptuelles étaient inévitables.

En outre, le mot *modèle* est dans la langue française particulièrement ambigu, riche de significations diverses et donc difficile d'emploi. Je ne soulignerai que l'une des acceptions possibles, celle de *modèle à imiter* qu'il faut bien distinguer de celle de *modèle instrument*, qui me paraît la seule acceptable dans le domaine épistémologique. Mais l'une n'est pas si éloignée de l'autre qu'on pourrait croire puisque, comme chacun sait, le modèle d'écriture qu'on fournit aux écoliers est bien sûr à imiter, mais il est surtout l'instrument d'apprentissage de l'écriture, et après tout chacun d'entre nous aura son écriture malgré le modèle unique de départ. Ainsi donc la diversification n'est pas arrêtée par l'usage de ces modèles à imiter, elle est seulement limitée par le domaine de validité de ces modèles. Il est bien clair que si on a appris à écrire en français avec l'alphabet latin, on pourra écrire en anglais ou en espagnol, mais évidemment pas en grec ou en chinois.

C'est peut-être le premier point qu'il faut souligner très fortement. *Le domaine de validité* d'un modèle - je parle maintenant du modèle instrument scientifique - est lié aux hypothèses sur lesquelles il est construit. Il n'y a pas de modèle *sans hypothèses explicites* ; c'est l'un de ses mérites et l'une des garanties. On peut accepter ou non les conclusions du modèle de MEADOW par exemple, quant aux prévisions de l'évolution de la population mondiale, mais on ne peut lui reprocher d'avoir cherché à nous tromper ; en tête de son article original principal, il explicite ses hypothèses et la nécessaire stabilité de celles-ci pour que son modèle ait un sens. Malheureusement, journalistes et hommes politiques qui se sont servis des prévisions de MEADOW ont systématiquement oublié de rappeler ces hypothèses quand ils se sont adressés au grand public.

Il en serait de même d'une consommation alimentaire, d'une pratique sociale ou de n'importe quel autre phénomène. La manière dont il intervient dans le système où il est impliqué dépend étroitement des hypothèses qu'on a décidé de retenir parmi toutes celles qui seraient possibles. Ce ne sont pas les calculs qui seront faux, ce n'est pas l'ordinateur qui se trompera, comme on commence à l'entendre dire ; *l'expérimentateur reste entièrement responsable de ses hypothèses*. C'est pourquoi l'analyse de situation et la définition des objectifs sont des étapes si importantes.

Parmi les nombreux autres problèmes que soulève la méthode des modèles, et que je ne saurais tous aborder ici, je choisirai cependant d'en souligner un deuxième. Il s'agit d'un risque plus subtil auquel on ne prend pas assez garde : lorsqu'un modèle est très employé et très étudié, la possibilité même de faire aisément des calculs, l'obtention de résultats vraisemblables peuvent finir par laisser croire que ce modèle fournit des mécanismes acceptables du phénomène étudié ; on est alors tenté d'économiser l'expérimentation, la confrontation avec au moins certains aspects de la réalité. On a eu souvent tendance à croire qu'un modèle entièrement explicatif permettait de tenir la ou les hypothèses pour vérifiée(s). Il n'en est rien.

Encore un point sur les modèles, puisque leur usage, en tout état de cause et à juste titre, grandit ; c'est la cons-

truction des modèles. Nous sommes encore assez empiristes dans ce domaine et je n'ai pas l'intention de résumer ici ni les méthodes disponibles, ni les pratiques admises. Mais je voudrais seulement souligner le rôle possible de l'intelligence artificielle dans l'aide à la modélisation. Il vaudrait d'ailleurs mieux parler de systèmes experts que d'intelligence artificielle dont l'expression n'est pas très heureuse. D'autant plus que ce que j'aimerais dire, c'est le besoin impératif d'une description minutieuse, détaillée, des systèmes sur lesquels nous travaillons. Je suis presque tenté de dire que nous sommes en face de ces systèmes complexes un peu comme on pouvait l'être au début du XVIII^e siècle devant la faune et la flore. Toute l'expérience acquise dans les travaux pluridisciplinaires de ces dernières années me conduit à dire que *les experts*, c'est-à-dire ceux qui sont au contact de la réalité, *ne disent pas ce qu'ils savent*. Il a parfois fallu plusieurs années pour extraire d'un expérimentateur tout ce qu'il savait. Ce n'était ni négligence, ni désinvolture, ni méfiance, mais conviction de la futilité de certaines observations. Ce qui fait la médiocrité de certains travaux pluridisciplinaires, ce n'est pas la qualité des chercheurs qui les ont menés, ni le manque de travail, c'est l'erreur méthodologique, le refus de s'astreindre à tout dire, à tout écrire, et de réfléchir *après*, après avoir acquis ce corps de données et non le contraire. C'est pour une fois la sous-estimation de ce qu'on sait. Il est difficile de savoir ce qui est important et ce qui ne l'est pas avant de connaître les grandes lignes d'un système, et ce n'est probablement plus au spécialiste qui a acquis le résultat d'en décider seul, dès lors qu'on est plusieurs, et de disciplines différentes, à travailler sur le même objet. Le frein au développement des systèmes experts réside actuellement dans le manque d'experts, au sens où nous l'avons défini.

Il n'est pas possible d'accepter les objectifs de recherche dans les systèmes complexes et de continuer à travailler comme si ces systèmes n'étaient pas complexes.

IV - L'ETUDE DES SYSTEMES COMPLEXES

La logique dans l'étude des systèmes complexes mérite toute notre attention, parce que la logique est encore appelée, par des philosophes contemporains très avertis, la théorie des évidences. Je soutiens justement depuis des années qu'il n'y a plus d'évidences et qu'il y a quand même une logique, une logique de *l'objet réel* et non d'un objet possible, une logique expérimentale qui se rapproche de plus en plus du contenu (par opposition à une logique formelle qui ne s'intéresse qu'à la forme) une logique qui n'a plus pour objectif de réduire le contenu « au strict minimum » (selon l'expression de LEFEVRE).

Tous les hommes de science qui s'intéressent à des situations comportant des êtres vivants dans leur problématique, et en particulier l'homme lui-même, ne comprennent pas très bien ces longues discussions philosophiques entre forme et contenu. Pour nous, la logique du vivant (en vous priant d'excuser cette reprise) est celle du mouvement, donc d'une *histoire* : depuis la biologie moléculaire jusqu'à l'étude du paysage, on ne peut comprendre un système complexe à un moment donné sans avoir des informations sur les états précédents ; nous n'avons aucun doute là-dessus et nous sommes tous d'accord pour dire que **la complexité est plus encore celle de l'héritage d'un passé même récent que celle des méca-**

nismes du présent ; et cette complexité passe par l'histoire de tous les niveaux de structuration de la réalité étudiée ; pour nous, elle passe donc par celle d'une petite région, celle d'une exploitation, celle d'une parcelle. Et l'on peut se poser la question de savoir si ces différentes histoires sont superposables, si elles coïncident, et si ce ne sont pas des décalages éventuels, des dysharmonies qui sont à l'origine de certains échecs de développement et de certaines crises.

En fait, une des difficultés majeures de notre travail se greffe sur cette nécessaire historicité ; et elle n'est pas, dans un premier temps du moins, théorique.

C'est que l'étude du passé n'est guère plus facile, bien que pour des raisons évidemment différentes, que l'étude du futur. Le passé est un piège. Il n'a pas été vécu pour que nous l'étudions ; il n'est pas une expérience ; il a toute la démesure et la complexité d'une réalité, mais une réalité qui n'est plus à notre disposition ; les pièces à conviction ne sont accessibles que grâce à des détours techniques et méthodologiques malaisés, bien que parfois très brillamment imaginés. Les attitudes, les pratiques, les savoir-faire anciens sont rebelles à notre investigation ; et il a fallu des reconstitutions concrètes, comme dans la taille des silex, pour en éclairer les principaux éléments. Les variétés d'hier de plantes cultivées ou d'animaux domestiques ne sont pas celles d'aujourd'hui et nous ne pouvons là aussi qu'en reconstruire, non sans risques, les caractéristiques et les relations éventuelles.

Il est presque décourageant à la lumière des progrès techniques et méthodologiques remarquables des historiens de constater que la plupart des affirmations de l'histoire traditionnelle sont en cours de destruction depuis dix à vingt ans. L'histoire de l'alimentation n'est pas celle que nous pensions, par exemple dans le domaine des ressources protéiques qui n'ont certainement pas suivi une tendance unique. Il en est de même de l'histoire de la famille, ou de celle du travail de la femme qui, tel qu'il est souvent présenté, n'est qu'un incident de parcours de la petite bourgeoisie urbaine. Il n'est pas certain que le développement agricole ait suivi dans tous ses compartiments des tendances générales plus ou moins linéaires. Ainsi donc, on a pu, à coup d'erreurs historiques, monter de toutes pièces des théories, si ce n'est des idéologies, dont ces erreurs étaient le seul soutien.

Un deuxième point mériterait d'être développé. Dans l'étude des systèmes complexes, le progrès de nos connaissances n'est pas le fait d'évidences successives, mais de *cohérences* entre ensembles de résultats d'origines différentes ; et il y a bien peu de chances de pouvoir organiser aujourd'hui ce qu'on appelait hier des expériences « *cruciales* ». C'est par recoupement, par comparaison, par validation d'un modèle qu'on finit par se convaincre d'une relation entre variables et par lui donner une forme. Cela signifie entre autres qu'on peut élucider certains processus sans avoir à les contrôler directement, ce qui serait d'ailleurs parfois techniquement impossible ; les modèles à compartiments sont particulièrement efficaces dans ces circonstances. Cela signifie aussi que la relativité à une situation donnée de nos interprétations est en quelque sorte démontrée par cette nouvelle notion de cohérence. Personne ne parle plus de vérités éternelles, ni de lois universelles. La prudence et la modestie des énoncés deviennent des caractéristiques remarquables de la science contemporaine et marquent une rupture avec le

langage si affirmatif et si naïf à la fois de la fin du XIX^e siècle et même de la première moitié de ce siècle. Parallèlement à cette évolution sur le fond, le discours statistique avec ses notions de risques, de puissance d'un pari, de relations à un degré de liberté, de liaison étroite entre l'usage et l'interprétation d'un test et le modèle sous-jacent, nous a beaucoup aidé à créer une *ambiance conceptuelle* complètement nouvelle, beaucoup plus élaborée, plus subtile, plus proche, une fois de plus, du contenu des objets que de leur forme.

En liaison avec la disparition des évidences, il faut se résoudre à enregistrer celle *des témoins*, tout au moins dans leur acception classique. On pourrait presque dire qu'un système est complexe quand un plan d'expérience le concernant y définirait difficilement un témoin. Dès que l'expérimentation agronomique est devenue plus subtile, les témoins sont devenus bien délicats à définir, et il en fallait souvent plusieurs, pas toujours très satisfaisants, pour une même expérience. Que dire de l'expérimentation médicale, où en tout état de cause on ne peut pas ne pas soigner les gens sous prétexte de constituer des témoins. De la même manière, il n'est pas question non plus d'arrêter le fonctionnement d'une exploitation agricole pour étudier les autres dans une petite région. Quand on travaille sur des systèmes complexes, tout ce qu'on peut dire, c'est qu'on compare au mieux des traitements, souvent des réseaux d'observations, comme c'est le cas dans les écosystèmes et les systèmes sociaux. Mais le plus souvent, aucun de ces traitements, aucun de ces réseaux n'a de privilèges particuliers a priori sur le plan méthodologique.

C'est là qu'on voit à quel point l'avancée scientifique *par cohérences successives* devient difficile, en quoi la probabilité de se tromper n'a pas diminué dans la science contemporaine, et en quoi la phrase merveilleuse de LEROI GOURHAN extraite d'une interview qui n'est pas récente mais qui vient seulement d'être rendue publique, cette phrase selon laquelle « il faut beaucoup d'imagination pour être rigoureux » s'applique à notre situation.

Au-delà des témoins, c'est tout le problème des cas possibles dans un système complexe qui est soulevé, tout le **problème du nombre d'expériences** possibles.

Il devient très douteux d'en faire la liste, encore plus difficile de leur affecter un coefficient de vraisemblance concrète. D'autre part, ce qui est caractéristique d'un système complexe, c'est qu'un changement local peut intervenir, une erreur, si vous voulez, sans que le système soit bloqué. A titre de comparaison, un programme informatique d'un million d'instructions peut comporter des erreurs indétectables, sauf expérimentation en vraie grandeur ; bien entendu, des recherches théoriques sont en cours pour surmonter cette *difficulté* qui n'est pas que technique et met en cause la structure *logique* des grands programmes. Cela donne à réfléchir. Je vous laisse le soin d'en tirer les conséquences concernant certaines questions ne relevant pas seulement des programmes spatiaux, mais du domaine de l'économie et des systèmes de production, de l'évolution et du code génétique, etc...

La *diversité* qui est un état de fait a souvent été confondue avec la complexité ; elle reste une impression assez floue tant que l'analyse du système auquel on s'intéresse n'a pas été entamée.

Car la diversité n'est pas une évidence première, j'ai déjà dit qu'il n'y avait plus d'évidence, c'est seulement une apparence première. Il est impossible d'en discuter et d'en tenter une mesure tant qu'on n'a pas fait l'analyse structurale du système et qu'on n'a pas défini les différents niveaux d'intégration qu'on y aura découvert et décidé de prendre en compte.

Il devrait être trivial de rappeler que la diversité agricole de la France ne relève pas des mêmes observations et n'a pas les mêmes conséquences que celle d'une région ou celle d'une exploitation, et bien entendu que celle des variétés d'une plante cultivée ou du génome d'une variété, avec le polymorphisme enzymatique qui est l'image même d'une diversité génétique et qui est un objet scientifique parfaitement clair et étudié par d'innombrables chercheurs.

On sait bien qu'à toute relation d'équivalence définie sur un ensemble d'objets correspondra une partition, qui sera l'image même d'une diversité. Il y aura autant de diversités que de relations d'équivalence découvertes et mises en œuvre. Quant à l'ensemble retenu pour l'étude, l'appartenance des objets à cet ensemble relèvera elle-même d'une autre relation d'équivalence, à l'étage au-dessus de la hiérarchie des structures.

On peut ainsi parler dans une région de l'ensemble des exploitations agricoles qui ne possèdent qu'un tracteur ; et ensuite se donner pour relation d'équivalence « avoir un tracteur de même puissance » ; on est ainsi conduit à une partition, certains diraient **une typologie**.

Bien entendu, la pratique nous montre que la diversité des exploitations agricoles, si l'on poursuit le même exemple, est le fait de nombreux caractères et qu'il faudrait user d'autant de relations d'équivalence que de ceux-ci, séparément ou simultanément.

Les problèmes, ensuite, ne sont plus logiques, mais techniques. Y a-t-il une relation d'équivalence plus importante que les autres ? Qui remplacerait approximativement plusieurs d'entre elles ? Une telle relation, si elle existe, porte-t-elle sur des critères techniques, sociaux, économiques ? Peut-on établir des corrélations entre certaines des partitions obtenues ? ou au contraire, y a-t-il des partitions qui n'ont aucun rapport entre elles ? Quelles méthodes de classification peut-on employer pour segmenter un ensemble sur la base d'un groupe de variables continues ou discrètes ? etc... Comment s'articulent les diversités définies aux différents niveaux d'intégration de nos systèmes ?

Dans une période d'accélération dans l'acquisition des connaissances et dans l'obtention de succès techniques, les tentatives de réductionnisme, depuis le domaine de la biologie moléculaire jusqu'à celui des problèmes globaux, sont fortes et aussi dangereuses, quel que soit le niveau où se situe le raisonnement. A l'extrême opposé, les risques idéalistes et métaphysiques ne sont pas moindres, à une époque où les crises économiques, les échecs sociaux, les paradoxes les plus divers, peuvent servir de prétextes à une critique globale de la science plus qu'à sa démarche. La marge de manœuvre logique dont nous disposons est étroite pour assurer tout à la fois un avenir à la science et un devenir à nos sociétés.

Le terme de *développement* fait partie de ceux que j'appellerai volontiers orphelins dans la mesure où on a

besoin de leur adjoindre au moins un adjectif pour pouvoir les affecter à un concept précis.

Disons cependant pour commencer que le développement inclut la croissance mais ne s'y réduit pas ; il peut même y avoir développement sans croissance. D'autre part, quand on parle de développement rural, voilà un premier adjectif, on précise le champ dans lequel on travaille, mais on ne précise toujours pas, ce faisant, le développement lui-même. En biologie, on sait ce qu'est un développement : c'est l'ensemble des processus qui conduisent un organisme à son imago, c'est-à-dire au modèle normal de son espèce ; on peut défendre une conception étendue de cette définition, mais de toute façon le développement apparaît donc comme un phénomène limité, qui a une fin. En socio-économie, je n'ai rien lu d'aussi explicite, et n'ai pas vu qu'il y ait une image terminale, vers laquelle on tendrait. Il ne viendrait, semble-t-il, à l'idée de personne de dire que les pays dits développés le sont définitivement. Ceci dit, le développement d'un village consiste-t-il à devenir une petite ville ? ou peut-il y avoir un développement à nombre d'habitants constant ? Le développement d'une petite exploitation agricole consiste-t-il à devenir une grosse exploitation agricole ? ou bien à faire vivre des mutations diverses à surface égale ? à nombre de personnes constant ou même plus petit ? Les modèles dominants interviennent-ils comme modèles d'objectifs ou comme modèles de mécanismes ? Je n'ai évidemment pas le droit ni l'intention de mordre sur le contenu des débats à venir, mais de souligner au plan épistémologique qu'à chacune de ces questions va correspondre une bataille d'adjectifs, avec toutes leurs connotations idéologiques et sans doute politiques.

Nous n'oublierons pas non plus que le développement au sens socio-économique implique des décisions. Nous avons donc à étudier comment ces décisions sont prises, selon quels mécanismes, sous la pression de quels facteurs ? Objectif à la fois modeste et passionnant que de savoir comment les acteurs d'une opération concrète décident de leurs actions. Nous avons aussi à nous donner pour but d'une aide à la décision avec toute la gamme possible dans les degrés d'intervention.

Un autre point très important du concept de développement, c'est qu'il est inséparable du temps. Non seulement il faut se donner du temps pour voir ou pour assurer un développement, mais la manière de se le donner conduit à concevoir des développements différents. Je veux dire que ce ne sont pas les mêmes développements dont on parle, quand on se donne des pas de temps différents.

Enfin, il n'est pas possible d'aborder l'étude scientifique du développement d'un système sans parler du coût de ce développement, ou mieux sans aborder la question de la clôture du système. Un système clos peut-il se développer ? Ne serait-ce pas l'un des privilèges des systèmes complexes que de pouvoir le faire ?

J'en arrive au dernier commentaire que je voudrais inclure dans cette introduction. On peut admettre, pour clarifier, que si la diversité est un état, la *diversification* est un processus. Mais cette distinction n'est pas suffisante car finalement la *diversification* ne mène pas nécessairement à la *diversité*. Il peut y avoir eu une diversification des voies et des moyens, conduisant à une diversité des modes d'exploitation, mais ne conduisant pas à une

diversité des produits, ou en tout cas pas à une diversité reconnue. Plus précisément encore, le consommateur de frites et de beef saura-t-il jamais quelle diversité l'a conduit à cette uniformité ?

C'est l'occasion de dire qu'on ne peut concevoir des phénomènes de diversification sans concevoir en même temps ceux d'uniformisation, et que tout système est nécessairement le siège de ces deux processus. Ce que nous constatons n'est pas le résultat de l'un ou de l'autre, mais le bilan de ces deux processus, dont on pourrait penser qu'ils sont contradictoires. En fait, ils ne le sont pas forcément, ce que je n'ai pas le temps de développer ici, et en tout cas, ils se résolvent dans l'organisation du système. Il est clair que ce bilan diversification/uniformisation n'est pas indépendant de la clôture du système.

Il y a donc pour le moins à faire une analyse des diversités comme produits d'une diversification y compris les diversités perçues, les diversités amplifiées ou réduites d'un niveau à l'autre. Il y a par exemple une diversification que pour simplifier je propose d'appeler spontanée, qui est une simple dérive accompagnant tout système susceptible de reproduction et même tout système susceptible de développement, et qui existe aussi bien au niveau social qu'au niveau biologique. Les erreurs d'écriture des noms propres, des patronymes par exemple, ont été l'un

des principaux mécanismes de leur diversification. Mais ce concept n'est pas lui-même homogène. Il ne faut sans doute pas mettre dans le même sac la diversification initiée par le fils d'un agriculteur par raison de démarquage familial et celle de tout un groupe d'exploitations, éventuellement organisées, pour répondre à une situation économique nouvelle, mais sans contradiction majeure avec elle. Il y aurait de nouveau un saut qualitatif à faire pour prendre en compte les diversifications qui entrent en opposition explicite, si ce n'est en conflit, avec le ou les modèles dominants de production ou d'organisation sociale d'un pays.

Je terminerai de façon assez abrupte, car il n'est pas question de proposer des conclusions. Dire d'abord qu'il nous faut assurer notre propre cohérence : si nous reconnaissons comme objet de recherche des systèmes complexes, alors il nous faut adapter nos attitudes, nos programmes, nos méthodes, il n'y aurait rien de pire que de continuer à travailler comme si de rien n'était. Enfin faire appel à notre modestie dans le champ de la connaissance, aussi bien que dans celui de l'action. La reconnaissance d'une réalité complexe nous persuade de l'exigüité de nos savoirs et des conséquences multiples de tous nos gestes ; elle nous rend plus lucide, plus prudent ; mais précisément elle me paraît marquer le point de départ de progrès substantiels dans la Science et dans la Société.

BIBLIOGRAPHIE

BACHELARD G., 1955. - Le rationalisme appliqué. - Paris : Vrin.

GRIMAL P., 1984. - Les jardins romains. - Paris : Fayard.

LECOUR D., 1970. - Expérience, Encyclopaedia Universalis. - Paris.

LEFEVRE H., 1982. - Logique formelle, logique dialectique (3^e édition). - Paris : Editions Sociales.

LEGAY J.M., 1985. - Contribution à l'étude de la complexité dans les systèmes biologiques. - Ecole de Biologie Théorique du CNRS, Solignac, 10-12 juin.

LEGAY J.M., 1986. - Qu'est-ce que la Biométrie ? - in : Le Courrier du CNRS, 64, 56-61.

LEROI-GOURHAN A., 1986. - Interview. - in : Journal Revolution, 314, 58-61.

SOULIEZ A., 1985. - Manifeste du Cercle de Vienne et autres écrits. - Paris : PUF.

RESUMÉ

Le but essentiel de cet article est de montrer que l'acceptation de systèmes complexes comme objectifs de recherche pose des problèmes nouveaux dans le domaine méthodologique : analyse de situation, définition des objectifs, définition des objets scientifiques, usage des modèles, rôle des experts. Mais surtout l'examen d'une nouvelle logique dans l'étude des systèmes complexes est amorcé : disparition des évidences, des témoins, évaluation des cohérences successives, détection des erreurs, etc... Les concepts de diversité, de développement, de diversification sont discutés.

SUMMARY

The essential aim of this paper is to show that the acceptance of complex systems as objectives of research raises new problems in the field of methodology : situation analysis, definition of objectives, definition of scientific objects, use of models, part played by experts... But especially, the examination of a new logic in the study of complex systems is initiated : disappearance of evidence, of references, evaluation of successive coherences, detection of errors, etc... The concepts of diversity, of development, of diversification are discussed.

RESUMEN

La meta esencial de este artículo es mostrar que la aceptación de sistemas complejos como objetivos de investigación plantea nuevos problemas en el campo metodológico : análisis de la situación, definición de los objetivos, definición de los objetos científicos, uso de modelos, papel desempeñado por los especialistas. Pero sobretodo, con esta orientación se inició el examen de una nueva lógica en el estudio de sistemas complejos : desaparición de evidencias, téstigos, evaluación de coherencias sucesivas, detección de errores, etc... Se debatent los conceptos de diversidad, desarrollo, diversificación.

MOTS CLES : complexité, diversité, méthodes, modèles.