

CAHIER DU LAMSADE

Laboratoire d'Analyse et Modélisation de Systèmes pour l'Aide à la Décision

(Université Paris-Dauphine)

Equipe de Recherche Associée au C.N.R.S. N° 656

A PROPOS DE LA NOTION DE RESEAU

N° 25-1979

C.J. MAESTRE

décembre 1979

SOMMAIRE

	<u>Pages</u>
<u>ABSTRACT</u>	I
<u>RESUME</u>	I
<u>AVANT-PROPOS</u>	1
A - <u>ESQUISSE DE CONTENU DU TERME "RESEAU" TIREE DE SES EMPLOIS COURANTS</u>	3
I - Quelques spécificités relationnelles observables	3
II - Quelques spécificités observables chez les éléments	4
B - <u>QUELQUES APPROCHES SCIENTIFIQUES DES RESEAUX</u>	8
C - <u>UNE ESQUISSE PLUS APPROFONDIE DU CONTENU DU TERME "RESEAU"</u>	13
D - <u>EXISTENCE SIMULTANEE DES RESEAUX ET DES SYSTEMES</u>	17
I - La complexité système-réseau	28
II - La superposition système-réseau	25
E - <u>DE LA NOTION DE RESEAU ASSOCIEE A QUELQUES AUTRES</u>	29
I - Réseau et territoire	29
II - Situation spatiale d'un réseau par rapport à un système	30
III - Réseau, fractales et percolation	31
IV - Réseau et pouvoir	32
F - <u>COMPLEMENTARITE DANS LE TEMPS DES RESEAUX ET SYSTEMES</u>	35
I - Réseau et apparition de la vie	35
II - Réseaux et évolution des systèmes vivants	37

	<u>Pages</u>
G - <u>L'EVOLUTION DES RESEAUX</u>	40
H - <u>GESTION DES RESEAUX</u>	43
I - <u>ELEMENTS DE CLASSIFICATION DES RESEAUX</u>	48
J - <u>LE RESEAU, ELEMENT DE DEMARCHE SYSTEMIQUE</u>	49
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	50

CONCERNING THE NETWORK CONCEPT

ABSTRACT

The network term, which is highly used may be defined in many ways. This document tries to give various meanings through different approaches ; its some consequences are drawn up.

A PROPOS DE LA NOTION DE RESEAU

RESUME

Le terme de réseau, d'un emploi très courant, recouvre des sens très divers. Le présent texte tente de préciser ce sens au travers de multiples approches. Il en tire aussi quelques conséquences.

AVANT-PROPOS

Le terme de "réseau", network en anglais, est très fréquemment utilisé dans de nombreux domaines. Mais il est surtout très indifféremment employé, concurremment avec "système" ou même "organisation" ou "structure" pour désigner des formes d'organisation qui se trouvent à la fois mal repérées et mal définies, ce qui n'est évidemment pas sans inconvénients pour l'action comme pour la connaissance.

A titre d'exemple, je rappellerai que les termes réseau et système sanguin, réseau et système nerveux désignent les mêmes entités, que l'on ne fait pas de distinction entre réseau de chemin de fer et SNCF en France, que l'on parle de réseau d'information mais aussi de système d'information, qu'il est question de réseau d'informateurs, de résistance, d'entraide mais aussi de système de collecte des données, d'organisation de résistance, de structure d'entraide et d'assistance. On pressent bien, au travers de la confusion et des nuances que permettent de percevoir ces quelques cas, qu'il pourrait être nécessaire de mettre un ordre plus strict dans les termes auxquels se réfère l'observateur pour évoquer ses représentations. La richesse en information ne serait pas perdue pour autant alors qu'y gagneraient et la rigueur du savoir et son opérationnalité.

Je centrerai alors ma démarche sur la réponse à deux questions qui s'enchaînent :

- Pourrait-on faire correspondre l'utilisation multiforme du terme "réseau" à un concept unique qu'il serait possible de cerner et de définir ?

- Si une telle chose est possible, le nouveau concept permet-il de jeter quelques clartés sur les ambiguïtés que dissimulait l'utilisation indifférenciée des termes réseau, système, organisation, structure, etc. ?

Le terme "système" en particulier est actuellement porteur d'une telle généralité et d'une telle imprécision qu'il paraît nécessaire de structurer sémantiquement son domaine, ce à quoi pourrait contribuer tout effort de conceptualisation portant sur un des termes avec lequel il se trouve confondu, celui de réseau par exemple.

A - ESQUISSE DE CONTENU DU TERME "RESEAU"
TIREE DE SES EMPLOIS COURANTS

On peut évidemment appliquer à tout réseau, sans que le contenu de ce terme soit initialement précisé, la définition souvent donnée pour l'ensemble des systèmes, c'est-à-dire "ensemble d'éléments en relation" dont la représentation usuelle est un graphe comportant arcs et noeuds.

On admettra au départ que le terme de réseau recouvre, pour l'observateur, une certaine réalité repérable par ses spécificités au sein de l'ensemble très général des systèmes par lesquels passe sa connaissance du réel et son action sur ce dernier. A titre d'introduction dans le sujet, on va repérer quelques unes de ces spécificités a priori à partir du parler et de l'observation courante. L'image ainsi donnée fera ensuite l'objet de commentaires en précisant plus rigoureusement les contours.

I - Quelques spécificités relationnelles observables

a) Les relations ne paraissent pas traduire une hiérarchie de pouvoirs, de statuts, de niveaux telle que l'on peut en observer dans les systèmes vivants ou les organismes sociaux : entreprises publiques ou privées par exemple.

Dans de nombreux cas, aucun critère de hiérarchisation simple ne paraît immédiatement applicable. Ainsi d'un réseau d'entraide spontané, d'un carnet d'adresses personnel réservé aux amis, du réseau d'information que s'est constitué un scientifique, ...

Dans d'autres cas tels les réseaux de transports, rail, route, courant électrique, le seul critère de hiérarchisation simple et évident est celui de la quantité transitant par la relation.

D'autres réseaux enfin ont des relations qui paraissent véhiculer des hiérarchies bien particulières, presque secrètes pour l'observateur. Ainsi des grands corps en France, de certaines associations aux rituels fermés et protégés, des réseaux de résistance.

Mais une caractéristique paraît commune à toutes ces formes de réseau aux yeux de l'observateur. Toutes leurs relations paraissent avoir une vocation unique : entraide, résistance, déplacement d'un produit unique, etc. Il n'y a jamais de transformation. Le réseau n'est pas un processus de transformation.

b) Dans un réseau, ce que l'observateur repère comme relation est beaucoup moins utilisation effective que liaison potentielle. C'est ainsi qu'un réseau fluvial existe sans trafic, un réseau de transport d'énergie sans mise sous tension, un réseau d'entraide sans personnes assistées à un moment précis, un réseau de résistance sans action parce qu'en sommeil. Un réseau est ainsi constitué par des disponibilités, des possibilités potentielles de liaison repérées par un ou des observateurs acteurs. Cette disponibilité paraît également constituer une facilité particulière de déplacement dans l'espace temps.

c) Tout réseau paraît mono-fonctionnel à l'observateur ou, tout au moins, dévolu à une fonction principale ; l'entraide, la résistance, le déplacement d'hommes, d'informations ou de produits. Toutes les liaisons sont justifiées par la même finalité et, en particulier, on ne peut y repérer cette diversité et cette complémentarité fonctionnelle qui paraît propre aux systèmes Reproductifs, Adaptatifs, Evolutifs (RAE). On peut encore dire que l'observateur ne peut détecter dans un réseau de véritables spécialisations relatives.

II - Quelques spécificités observables chez les éléments

a) Les éléments sont complémentaires aux relations dans le système de décision propre à l'observateur. Ils paraissent jouer les rôles de puits, source, carrefour. Il ne sont jamais facteurs de transformation

entre les relations qui y convergent et ce quel que soit le type de système auquel appartient l'élément. Dans un réseau de transport d'énergie, les éléments peuvent ainsi être des centrales productrices, des ports de transformation, des ports de coupures et de répartition ; les liaisons entre ces éléments transportent toujours de l'énergie sous forme de courant électrique. Dans un réseau d'entraide, toute relation entre éléments a pour vocation première l'entraide, quels que soient le statut, l'âge, le sexe des éléments impliqués.

b) Quand l'O.A. ⁽¹⁾ se trouve en présence de larges réseaux dont les éléments sont des systèmes ⁽²⁾, en particulier dans les réseaux de type social, aucun des éléments ne paraît détenir quelque chose de vital pour les autres éléments du réseau ou, ce qui revient au même étant donné la mono-fonctionnalité du réseau, aucun élément n'a un caractère d'exclusivité pour un autre élément. Ce fait change complètement, de toute évidence, les jeux de pouvoir au sein des relations. Par exemple si, dans un réseau d'entraide suffisamment large, A désire un certain type d'assistance, il pourra s'adresser différemment à tel ou tel participant au réseau, chacun étant à même de lui fournir cette assistance. Il aura alors la possibilité de choisir celui qui lui fournira l'aide la meilleure pour la dépendance minimum.

Dans les réseaux dont les éléments ne sont pas des RAE, il semble que l'on puisse faire la même remarque, à ceci près que le terme vital ne convient pas. On dira alors que, à la structuration des relations près, l'activité d'un élément particulier ne dépend pas exclusivement d'un seul autre élément.

c) Dans la ligne de la remarque précédente, on peut noter que, dans nombre de réseaux, en particulier ceux dont les éléments sont des

(1) O.A. désigne ce que, dans d'autres textes sur l'approche système, j'ai nommé l'Observateur-Acteur.

(2) Dans tout ce texte, le terme système désigne un type particulier d'organisation que j'ai nommé par ailleurs système RAE (Reproductif, Adaptatif, Evolutif).

hommes, l'activité demandée à chaque élément par le réseau est marginale ; ce n'est pas l'activité qui le fait vivre. Ceci peut se traduire par le fait suivant : seule une faible partie du temps de l'élément considéré est mobilisée par l'activité consacrée au réseau.

La marginalité de cette activité entraîne par exemple que, dans le monde économique et donc marchand, elle puisse être bénévole et non marchande. Cette marginalité entraîne également que des réseaux puissent exister de façon occulte, les participants affichant une activité principale tout à fait différente ; voir les réseaux de résistance, les sociétés secrètes, etc.

d) C'est par les noeuds, repérés comme puits, sources ou carrefour, que les réseaux paraissent se rattacher à d'autres structures, autres réseaux ou systèmes et, de façon plus générale, à leur environnement. Il faut noter que si il y a activité de transformation exercée en noeud, seule fait partie du réseau la fraction du processus dont les relations, en accord avec celles du réseau, ne correspondent pas à une transformation de la fonction de ce dernier, c'est-à-dire de ce qu'il véhicule. Autrement dit, en tout noeud, il paraît logique de poser que la frontière du réseau s'arrête juste avant tout processus de transformation. Par exemple un réseau de collecte des eaux usées comprend des noeuds qui sont des usines de traitements ou puits ayant une activité de transformation. L'arrivée des eaux usées à l'usine fait partie du réseau tel qu'on tente de le définir ici et ce réseau s'arrête au seuil du processus de transformation.

e) Dans la pratique, il paraît à l'O.A. humain que certains réseaux se définissent à partir de leurs noeuds et d'autres à partir de leurs relations. Les réseaux dits sociaux en général paraissent appartenir à la première catégorie ; par exemple les réseaux d'entraide, de résistance, de sympathisants politiques ou syndicaux. C'est ici l'activité commune des éléments, activité qui leur est en général marginale comme on l'a vu plus haut, qui définit sémantiquement la finalité ou la fonction du réseau. On notera que ce dernier ne peut avoir de limites spatiales pré-

cises. Par contre, quand on parle de réseau de transport, d'information, de télécommunications, réseaux dont les éléments sont au mieux des extrémités de processus ayant le statut de personne morale, c'est la nature de ce qui circule dans la relation qui définit sémantiquement le réseau. En outre, celui-ci se délimite spatialement de façon rigoureuse.

f) ...

B - QUELQUES APPROCHES SCIENTIFIQUES DES RESEAUX

a) Dans son livre "Modèles mathématiques de la morphogénèse", René THOM fait à la page 134, sous le titre "classification des systèmes", l'esquisse d'une dichotomie qui ne paraît pas être sans liens avec la démarche de cet article.

Partant de la notion de "régulation spatiale", il distingue, à partir d'un examen morphologique, les deux catégories suivantes :

- Un premier type de système a les propriétés suivantes :
 - . le système ne régule pas ses frontières ;
 - . le système ne présente pas de morphologie intermédiaire entre le système total et la molécule individuelle ;
 - . l'élimination d'une molécule du système est sans effet sur son comportement global. Il y a une énorme redondance morphologique.
- Le deuxième type de système est caractérisé par :
 - . le système régule sa frontière ;
 - . entre le système global et l'échelle moléculaire, il y a une échelle intermédiaire ;
 - . les échelles intermédiaires (l'échelle, dans le texte d'origine) révèlent une certaine répétition morphologique ;
 - . la destruction d'un seul élément suffit à arrêter tout le système. Il y a répétition morphologique et non redondance.

Parlant de l'impasse de la biologie théorique hésitant entre ces deux voies de modélisation, R. THOM suggère que le seul espoir pour elle de sortir de cette impasse est de reconnaître qu'il n'y a pas d'antagonisme entre ces deux types de systèmes.

En fait, je me demande si ces deux représentations ne se complètent pas dans le cadre de l'approche systémique ⁽¹⁾, la première correspondant à la notion de réseau et la deuxième à celle de système que, par ailleurs, j'ai nommé RAE. Les propriétés du premier type de système telles qu'énoncées par R. THOM paraissent a priori tout à fait caractéristiques des réseaux tels qu'une première approche pragmatique les a cerné dans le paragraphe précédent. J'y reviendrai plus loin en essayant de faire un synthèse des différentes approches abordées dans ce texte.

b) Les lois de KIRCHHOFF, bien connues, ont été spécifiques des réseaux électriques maillés. Je rappellerai qu'au nombre de deux on y trouve la loi des noeuds (ou des courants) selon laquelle, en un noeud, la somme des courants entrants est égale à un instant donné à la somme des courants sortants. C'est une loi sur la conservation de ce qui circule. Et la loi des mailles (ou des voltages) qui dit que, dans une maille, à chaque instant, la somme des différences de potentiel est égale à zéro.

En première approximation, ces deux lois s'appliquent aisément aux réseaux physiques au sein desquels on retrouve, sous une forme quelconque, les concepts de tension, d'intensité et de puissance. A. KATCHALSKY, G. OSTER et A. PERELSON d'abord, puis H. ATLAN, ont développé et appliqué cette démarche aux phénomènes physico-chimiques de la biologie sous le titre de "thermodynamique des réseaux" dont je dirai quelques mots dans le paragraphe suivant. Il est évident que l'applicabilité de ce type de démarche aux réseaux sociaux ne va pas de soi. Mais on peut avancer qu'une définition générale et solide du concept de réseau ne devrait pas se trouver en contradiction flagrante avec ces deux lois pour autant que le modèle auquel elles correspondent se révèle d'utilisation envisageable. Il semble bien qu'en première approximation il en soit bien ainsi à propos des caractères des réseaux déjà discernés précédemment, au moins quand il ne s'agit pas de réseaux sociaux : dans les réseaux de transports par exemple.

(1) A propos de l'approche systémique, voir le document "Quels liens avec l'approche systémique révèle l'expérience en matière de gestion de l'environnement" ? C.J. Maestre, colloque international sur la gestion intégrée du développement, Arlon, septembre 1979.

c) Dans ses recherches sur les modèles dynamiques en réseau et la thermodynamique correspondante ⁽¹⁾, H. ATLAN ne tente pas de cerner la notion de réseau en soi. Ce terme recouvre pour lui un mode de représentation commode quand on donne aux éléments et aux liaisons certaines significations bien précises, significations qui se définissent à partir des notions de courant, de force et d'une relation dite de constitution entre courant et force. On a ainsi trois sortes d'éléments : les résistifs (ou dissipatifs), les capacitifs et les inductifs. Les premiers correspondent à la dissipation d'énergie, les seconds à un stockage d'énergie potentielle, les troisièmes à un stockage de l'énergie cinétique.

Les liaisons correspondent elles à des transferts de puissance (force-courant). Les éléments sont des "ports" ou des "multiports" en fonction de leur nombre de liaisons. Cette conceptualisation permet d'écrire les équations d'état des réseaux et, par là, de mieux saisir leur dynamique.

Parler de dynamique des réseaux conduit à traiter des réseaux à structure évolutive ; on trouve alors ici un théorème important qui est le théorème de TELLEGEN qui traite de l'invariance des réseaux à topologie variable.

Il est intéressant de noter pour notre propos le nombre réduit de "classes d'éléments" auxquels fait appel H. ATLAN (trois) dans son travail sur la thermodynamique en réseau, classes auxquelles il paraît possible d'appliquer les qualificatifs de puits ou de source d'énergie déjà utilisés au paragraphe II.a suivant qu'il s'agit d'éléments dissipatifs ou d'éléments soit capacitifs, soit inductifs.

d) Dans son livre "La théorie du système général", J.L. LE MOIGNE utilise l'expression "réseau de processeurs". L'auteur distingue, au sein de ces derniers, trois classes : T (transfert dans le temps ou stockage), E (transfert dans l'espace), F (transformation). Les inter-

(1) Voir "Entre le cristal et la fumée", H. ATLAN, Seuil, 1979.

relations entre deux processus sont neutres ; elles ne processent rien. Ici aussi il semble que ces classifications ne soient pas contradictoires avec les appellations de puits et de source utilisées au paragraphe II.a. Ceci implique seulement que la frontière de ce que l'on nomme réseau se place en chaque élément juste avant le processus qui lui est particulier. Cet élément n'est alors que ce qui "délivre" ou "absorbe" la "substance" particulière au réseau.

e) Bien d'autres disciplines abordent la notion de réseau. Ainsi en témoigne par exemple la journée organisée le 21 janvier 1978 par le Club du PHARO, groupe d'échanges pluridisciplinaires et de réflexion méthodologique ⁽¹⁾. C'est ainsi que C. FLAMENT s'interroge sur les rapports pouvant exister entre les relations et sur une éventuelle structure globale unique résultant de ces rapports. Les travaux correspondants peuvent trouver leur application dans les problèmes complexes d'équilibre au sein de réseaux sociaux par exemple.

J. CERMAKIAN étudie lui, du point de vue du géographe, l'évolution des réseaux de transports. Il tente d'analyser le processus que constitue cette évolution en précisant les étapes significatives. Il faut toutefois noter que le terme "réseau" ne paraît pas avoir, dans sa démarche, le sens relativement précis que le présent document essaye de cerner.

La notion de réseau est souvent utilisée au sein des mathématiques et la théorie des graphes l'aborde par exemple dans le cas de l'étude des réseaux de transports, lesquels sont définis comme des graphes finis sans boucles ou à chaque arc u est associé un nombre $c(u) \geq 0$ que l'on nomme "capacité" de l'arc u ⁽²⁾.

(1) Voir les cahiers METHODOS, Aix-Marseille, n° 1, avril 1978.

(2) Voir "Théorie des graphes et ses applications", C. BERGE, Dunod, 1975.

On pourrait encore citer, dans le cadre des mathématiques, les travaux de R. TREMOLIERES sur les réseaux de PETRI, formalisme qui, enrichissant la théorie des graphes, propose un outil permettant de simuler de nombreux systèmes informatiques ou socio-économiques. Bien d'autres disciplines parmi lesquelles on pourrait encore citer l'informatique utilisent la notion de réseau. Mais il ne paraît pas que cette notion ait, à l'heure actuelle dans les esprits, un contenu objet d'un consensus. Une multidisciplinarité embryonnaire met ce fait en évidence, fait qui pourrait s'avérer fort gênant à l'occasion d'une approche intensément pluridisciplinaire sur un problème donné.

C - UNE ESQUISSE PLUS APPROFONDIE DU CONTENU DU TERME "RESEAU"

On notera tout d'abord que l'accent mis sur la relation dans la notion de réseau est tout à fait conforme au fondement de l'approche systémique ⁽¹⁾. Le système particulier catégorisé réseau par l'O.A. constitue une des structures de connaissance et d'action repérée par ce dernier dans sa rencontre avec le réel. Il est une organisation particulière de l'ensemble éléments/relation distingué par l'O.A.

Des considérations précédentes, il paraît possible d'extraire, en une deuxième itération, quelques caractéristiques plus spécifiques de l'organisation réseau.

- Le réseau est un système qui ne régule pas ses frontières. Les frontières d'un réseau telles qu'elles ont été précédemment définies à partir de la mono-fonctionnalité dépendent d'interventions qui lui sont extérieures. On rappelle ici que la frontière d'un réseau passe par cette limite au-delà de laquelle les ponts et les sources que l'on trouve aux noeuds du réseau prennent forme de processus de transformation.

Elles sont contingentes soit de l'observation même de l'O.A. qui repère le réseau et des moyens de repérage qu'il met en action (canaux de la planète Mars, réseau hydrologique en télédétection, réseaux cristallins, ...), soit du bon vouloir des systèmes qui décident ou non de l'utiliser (abonnés d'un réseau télex, d'un réseau téléphonique, adhésion à un réseau de sympathisants, appel à un réseau d'entraide, ...), soit de la décision du système qui le gère (réseau routier, réseau de chemin de fer, réseau commercial, ...), soit d'une combinaison de ces différentes actions qui sont toutes le fait de systèmes O.A.

(1) Voir en particulier la thèse d'épistémologie systémique de Bernard MOTULSKY à l'Université Laval à Québec. A paraître début 1980.

- Pour un O.A., les réseaux paraissent ne comporter qu'un seul niveau, c'est-à-dire que l'on n'y trouve pas de hiérarchie, tous les sommets, toutes les relations étant placés de par la mono-fonctionnalité sur le même plan. A titre d'exemple, on a déjà vu que l'assistance d'un réseau d'entraide pouvait être donnée en n'importe quel noeud. De même, un réseau de distribution d'eau distribura toujours de l'eau en n'importe quel sommet ou encore tous les abonnés du téléphone peuvent, en n'importe quel poste, disposer du menu service de transmission des informations téléphoniques.

Le terme hiérarchie doit être compris ici dans le sens que l'on peut lui donner au sein du processus de transformation. Dans ces derniers, il y a toujours quelque hiérarchie temporelle, un événement doit être antérieur à tels autres, ou une hiérarchie absolue, un événement et l'acteur correspondant a un rôle prépondérant dans le déroulement d'un processus ou d'un ensemble de processus.

Une conséquence de cet unicité de niveau est la suivante : il n'y a pas, dans les réseaux, de morphologies intermédiaires entre l'ensemble du réseau et l'un de ses éléments en particulier. Cette remarque est conforme à celle faite sur la frontière du réseau, frontière qui sépare processus de déplacement de processus de transformation.

On peut encore ajouter que les réseaux, toujours du fait de cette unicité de niveau, possèdent une énorme redondance morphologique ⁽¹⁾ ; l'élimination d'un élément, arc ou noeud étant pratiquement sans influence sur le fonctionnement du réseau comme tel. Ainsi, en général, un réseau interconnecté de transport d'énergie, d'un réseau de résistance, etc.

(1) Voir "Modèles mathématiques de la morphogénèse", R. THOM, 10/18, 1974.

- Le réseau est monofonctionnel. Parmi les processus que peut observer un O.A., il en est qui engendrent des transformations observables à la fois d'éléments en éléments mais aussi par la nature évolutive de ce qui transite d'étape en étape entre ces derniers.

Il en est aussi qui paraissent correspondre au simple déplacement d'un produit objectif, pétrole, courant électrique, information, ... ou subjectif ; entraide, résistance, sympathie, ... Ces derniers correspondent aux réseaux et ceux-ci peuvent être considérés comme dévolus à la seule fonction de déplacement d'un produit objectif ou subjectif dans l'espace et le temps.

A titre de remarque, on peut noter les points suivants : le stockage d'un produit correspond à son déplacement dans le temps ; on peut considérer à ce titre qu'il y a là une forme tout à fait particulière du réseau. D'autre part, les trois types de processus observables étant ⁽¹⁾ la transformation, le stockage et le déplacement et des deux derniers correspondant, d'une certaine manière, à la notion de réseau, le réseau pourra être envisagé comme une structuration complémentaire de la transformation dans les systèmes tels les systèmes qui font appel aux trois processus.

- Un réseau ne cherche pas à se reproduire. Il ne le peut par lui-même étant mono-fonctionnel ⁽²⁾ et sans hiérarchie. S'il s'agit d'un réseau physique, réseau de voies de navigation par exemple, il va évoluer entropiquement, c'est-à-dire se dégrader. S'il s'agit d'un réseau du type social, il n'existera plus que dans les mémoires de ceux qui y ont participé ; voir les réseaux de résistance. L'expérience montre que, souvent, de tels réseaux créent des affinités qui ne se dissolvent pas aisément et sont le support de nouveaux réseaux ; anciens de..., amicale de...

(1) Voir "La théorie du système général", J.L. LE MOIGNE, P.U.F., 1977.

(2) Voir un texte de l'auteur en préparation sur "l'approche fonctionnelle des budgets publics".

- Un réseau est une structure correspondant à des cheminements de gratification optimum de l'O.A. Il y correspond en effet des relations et des déplacements en fonction de critères tels le minimum d'énergie, la distance minimale, le temps minimum, le secret maximum, l'incertitude minimale, l'assistance maximale, etc.

C'est ainsi que les réseaux de transport utilisent au maximum les vallées, que les réseaux d'espionnage se tissent en fonction du secret et de l'efficacité maximum, etc. On peut encore dire qu'un réseau est essentiellement une commodité effective ou potentielle dans le déplacement d'un produit-objectif ou subjectif.

On peut noter qu'à ce titre de commodité un réseau affecté à un produit donné peut très bien être employé pour un autre produit. Les réseaux de transport d'énergie véhiculent des communications en Haute Fréquence, un réseau ferré destiné primitivement aux marchandises pourra véhiculer des voyageurs et vice-versa, un réseau d'entraide pourra couvrir un réseau de résistance, etc.

Dans cette voie, certains réseaux matériels, tels ceux des télécommunications, peuvent être considérés comme regroupant nombre d'autres réseaux.

D - EXISTENCE SIMULTANEE DES RESEAUX ET DES SYSTEMES

Je rappelle que le terme de système est donné, en général, à toute structuration résultant de la rencontre d'un O.A. avec le réel. Cette structuration peut prendre différentes formes repérables, dont celle de réseau, ou encore celle que j'ai déjà nommée : système RAE, c'est-à-dire Reproductif, Adaptatif, Evolutif désigné dans ce texte par le seul terme système.

Ces derniers systèmes ont des spécificités observables parmi lesquelles :

a) L'O.A. peut y distinguer plusieurs niveaux et, entre ces niveaux, des relations de hiérarchies, sinon de pouvoir.

b) L'O.A. peut y distinguer des morphologies intermédiaires entre éléments de base et ensemble du système. En particulier celles qui donnent à l'O.A. une lecture par fonction des processus internes au système ⁽¹⁾.

c) La redondance morphologique paraît, en général, faible ou nulle. Par exemple, l'élimination d'une fonction (voir référence précédente) par destruction de toute l'architecture correspondante compromet définitivement l'ensemble du système.

d) Le système régule ses frontières. C'est à l'intérieur de ces frontières qu'il paraît y avoir homéostasie et homéorrhèse ⁽²⁾. C'est sur la base de ces frontières qu'il paraît y avoir négociation avec l'environnement d'une part et auto-organisation d'autre part.

e) Ce type de système, multi-fonctionnel, possède tous les processus nécessaires à son évolution interne, à son auto-organisation, à son adaptation. Le tout grâce aux échanges qu'il entretient avec son environnement.

f) Ce type de systèmes comprend les trois types de processus repérables : transformation, stockage, déplacement ⁽³⁾.

(1) Voir le texte de l'auteur en préparation sur "l'approche fonction-

nelle des budgets publics" déjà cité.

(2) Voir "épistémologie économique et analyse de système", J.P. DUPUY,

ATP CNRS, CEREBE, 1979.

(3) Voir l'ouvrage de J.L. LE MOIGNE déjà cité "La théorie du système général".

Les points e) et f) en particulier peuvent donner à penser que des liens étroits pouvaient être trouvés dans les deux modes de représentation de ces réalités perçus comme différentes que constituent réseaux et systèmes.

Ces liens peuvent être trouvés en un instant donné dans la complémentarité entre système et réseau et leur présence simultanée dans l'espace ou encore dans le déroulement du temps, mettant en évidence une complémentarité temporelle. Par exemple, dans la pré-existence des réseaux aux systèmes. J'examinerai dans ce chapitre le premier point, à savoir l'existence simultanée des réseaux et des systèmes. Cette simultanéité sera abordée sous différents angles : celui de la complémentarité système-réseau et celui de la simple superposition système-réseau.

I - La complémentarité système-réseau

a) Réseau et système

Le potentiel relationnel que représente un réseau et que l'on peut représenter sous la forme d'un ensemble de tuyaux ou arcs, de puits et de sources ou sommets n'a d'existence autre que potentielle qu'à la condition d'être, par exemple, en relation avec un ou des systèmes ou encore, comme on le verra plus loin, de constituer la trame sur laquelle va se construire un système. Chacun de ces deux cas paraît d'ailleurs entraîner un mode d'évolution spécifique des réseaux considérés, ce point étant traité au chapitre E de ce document.

De toutes façons, il ne paraît pas qu'un O.A. puisse évoquer une représentation de type "réseau" sans que la réalité sur laquelle il se penche fasse apparaître, soit dans le temps soit dans l'espace, une structuration de type système. On pourra alors avancer qu'à l'intérieur de

l'ensemble des structures du réel que porte l'O.A. et qu'évoque le terme système, les réseaux font partie de l'environnement, dans l'espace ou dans le temps, des systèmes. Il sera alors nécessaire de traiter des relations entre système et environnement par l'intermédiaire des réseaux.

b) Echanges système-environnement et réseau

Comment un système ouvert ou, plus spécifiquement, un système RAE dit vivant est-il lié à son environnement ? Comment en vit-il ? Par quelles voies passent concrètement les ajustements, les négociations du système avec son milieu ? Qu'est-ce qui constitue l'interface entre ces deux éléments que nos représentations distinguent mais rendent inséparables ? Il semble qu'ici la notion de réseau puisse jouer un rôle extrêmement important, aussi bien dans le sens système vers l'environnement que je noterai S.E. que dans le sens inverse, environnement vers système, E.S. Il faut voir par exemple que l'un des éléments de la coexistence d'un système et de son milieu est, en simplifiant beaucoup, le respect par le système en question des contraintes propres au milieu ou, si l'on veut, de ses seuils. C'est ainsi que le drainage mono-ponctuel des matériaux du milieu nécessaires au système présentera des limitations, toute source ayant un débit limité. On pourrait faire, à propos des rejets, exactement le même type de remarque. En un point donné du milieu, au-delà d'un certain débit, les capacités d'assimilation et d'absorption d'un puits, forcément limitées, risquent d'être dépassées, créant des possibilités de pollution.

A titre d'exemple, on peut citer le cas d'une collectivité ayant au départ des dimensions tellement réduites qu'il lui suffit de posséder un seul puits pour ses besoins en eau et un point de rejet pour l'assimilation de ses déchets par les voies naturelles. Cette collectivité prenant de l'importance, il faudra forer d'autres puits et probablement commencer à les relier d'une façon quelconque, sentier ou tuyau, pour de multiples

raisons telles que les variations de débit propres à chaque puits en face d'une demande n'évoluant pas de la même manière, autrement dit pour des raisons de sécurité, d'approvisionnement ou de facilité d'approvisionnement. Ce faisant, un réseau va se créer.

De la même manière, il faudra multiplier les points de rejet et les relier entre eux de quelque manière si on ne veut pas saturer les possibilités d'assimilation de l'environnement sans trop contraindre, en les freinant, ce qui est en général difficile, les processus producteurs de déchets. Il y a encore ici création d'un réseau. Il est probable qu'un système social constituera et développera de la même manière de multiples réseaux et, par exemple, des réseaux de collecte des informations sur le milieu et de diffusion des informations vers ce même milieu.

Au niveau des systèmes vivants élémentaires, le même phénomène est observable et l'on peut constater la constitution de tels réseaux ; on en verra des exemples un peu plus loin.

Cette propriété de diffusion que paraissent avoir les réseaux constitue sans doute, avec d'autres phénomènes tels le stockage, des moyens de respecter les contraintes propres au système et à son milieu et d'accorder leur rythme. Ces rythmes se manifestent par exemple par des évolutions périodiques des seuils, voir à ce sujet les études qui vont se multipliant dans le domaine riche de la chronobiologie. Un réseau suffisamment étendu constitue un moyen de résoudre la compatibilité entre maxima des rythmes du système correspondants par exemple à un maxima de certains rejets et minima des rythmes du milieu, minima correspondants par exemple à des minima du point de vue des capacités d'intégration.

On peut encore penser que la structure que constitue un réseau ou un ensemble de réseaux est de première importance, au même titre que la possibilité de constituer des stocks ou l'addition de certains processus de transformation, dans la négociation entre un système, conscient ou inconscient, et le milieu avec lequel celui-ci doit composer. Ceci se

comprend facilement si l'on a présent à l'esprit que le système et son milieu sont en perpétuel ajustement et si nous donnons à ce processus d'ajustement, qu'il y ait ou non médiation d'un langage, le nom de négociation. Dans le cas d'une collectivité urbaine par exemple la négociation ou ajustement avec le milieu qui est aussi le compte tenu des spécificités de ce dernier pourra comporter l'affectation de tels ou tels moyens de la cité à la mise en place d'éléments d'interface comme des zones de stockage, eau potable ou rejets, de processus de transformation des rejets, de réseaux de collecte des eaux potables d'un côté, des eaux usées de l'autre côté. Les réseaux sont des éléments négociables entre système et milieu et ce parmi d'autres éléments bien évidemment.

J'avancerai ici, à titre d'hypothèse intéressante, que cette négociation entre système et milieu se concrétise sous des formes repérables mettant en jeu les éléments négociés, formes liées aux phases du développement du système. C'est ainsi que, si je distingue dans la vie de ce dernier phase de croissance et phase de symbiose ⁽¹⁾, j'avancerai que les réseaux en place lors de l'apogée de chacune de ces phases ont des caractéristiques différentes. Par exemple, dans la phase de croissance, l'accent est surtout mis sur le réseau de collecte des éléments nécessaires à la vie du système alors que, dans la phase de symbiose, on devrait trouver, outre les réseaux précédents, un ou des réseaux de diffusion des rejets. On peut également présumer que le réseau de collecte grandira durant la phase de croissance, représentant des investissements importants, alors que ses dimensions seront plus stables durant la phase de symbiose, l'accent étant alors mis sur l'entretien.

La mise en place d'un réseau de diffusion des déchets peut être considérée comme une concession, comme une monnaie concédée par le système dans la négociation avec son milieu. D'une façon plus générale, les ré-

(1) Voir la communication de l'auteur au congrès AFCET de novembre 1977 : "Du développement à la nouvelle croissance : une transition difficile pour le système industriel".

seaux (réseaux d'information dans le sens milieu-système comme système-milieu, réseaux de diffusion, d'absorption, etc.) peuvent être considérés comme des éléments faisant partie de l'interface entre le système et le milieu. On verra plus loin d'autres aspects de cette interface (II). Dans tous les cas, on voit par ces dernières remarques que la notion de réseau peut se révéler fort utile dans les réflexions et les travaux touchant aux problèmes d'environnement au sein des sociétés industrialisées.

c) Réseau et potentiel mobilisable autour d'un système

Dans la ligne des réseaux constituant un potentiel relationnel, on peut également considérer certains réseaux comme un potentiel éventuellement mobilisable autour d'un système. Comme exemple, je donnerai ici celui du réseau de sympathisants dont s'entourent des systèmes comme les partis politiques ou les syndicats ou encore le carnet d'adresse de chacun, carnet que l'on peut considérer comme le répertoire des personnes auxquelles il est possible de faire appel dans des circonstances non exclusivement hiérarchiques et marchandes.

De façon plus générale encore, nombre d'éléments de topologie naturelle peuvent être considérés sous cet angle de potentiel mobilisable. Fleuves, vallées, les crêtes, les terres émergées ou la mer elle-même. Dans le cas de la Grèce antique, cette dernière a servi de support à des réseaux de communication dont l'équivalent n'aurait pu être réalisé sur une terre ferme au relief trop mouvementé et fragmenté. A la limite, n'importe quel élément de topologie spatiale se révélant conforme à certains critères peut être considéré par un O.A. comme un réseau potentiel mobilisable.

Ces remarques et les exemples qui les accompagnent sont cohérents avec les commentaires du paragraphe précédent.

d) Réseau et structures dissipatives

Les remarques suivantes se situent dans la ligne du paragraphe précédent. Elles portent en effet sur l'un des rôles joués par les interfaces quand ceux-ci sont formés de réseaux, rôle qui permet de jeter ici un pont avec la discipline très riche qu'est la thermodynamique du vivant.

On doit noter tout d'abord que les dissipations dont il est question au départ dans les travaux de PRIGOGINE et dans ceux de BENARD sont d'ordre essentiellement thermodynamique. Il ne s'agit donc a priori que d'un cas particulier des échanges système-environnement précédemment commentés. Mais l'énergie sous toutes ses formes n'est-elle pas un élément fondamental dans l'existence des systèmes vivants ? Et pourquoi la notion de réseau ne jouerait-elle pas un rôle essentiel dans le phénomène de sa dissipation ?

Toute structure dissipant les calories d'un système ouvert participe à la régulation thermique de ce dernier, donc à son équilibre ou, plus encore, à son évolution. C'est bien ce qui semble se produire avec des structures comme la peau à l'extérieur et le poumon à l'intérieur dans le cas du corps des mammifères et ces structures paraissent bien pouvoir être saisies par la notion de réseau dans certaines de leurs particularités. Toute action sur ces réseaux tend à modifier les conditions d'équilibre et, pour commencer, d'équilibre thermodynamique du système correspondant.

On remarquera d'autre part que l'énergie est en général véhiculée du point de vue d'un O.A. "à forme constante". Il s'agira par exemple de pondéreux, voir le charbon, de liquides, voir le pétrole et ses dérivés, de gaz ou encore de flux d'électrons dans le courant électrique. "A forme constante" veut aussi dire sans transformation au sein d'un processus quelconque ; on retrouve ici les remarques faites au chapitre C sur les frontières d'un réseau telles qu'elles n'incluent pas les processus de transformation.

(1) Voir par exemple La Recherche, juin 1972 : "La thermodynamique de la vie", I. PRIGOGINE.

On notera ici que l'information peut faire l'objet des mêmes derniers commentaires. Son transport à forme constante se fait par des réseaux au sens précisé plus haut, réseaux dont les frontières s'arrêtent aux processus de transformation que constituent, par exemple, les calculateurs.

L'énergie et l'information constituant des "matériels" essentiels pour les systèmes vivants comme pour les systèmes socio-économiques, on conçoit que l'importance du concept de réseau puisse être d'une grande utilité dans l'intelligence de leur fonctionnement et, en particulier, de leurs équilibres. Cette utilité est actuellement évidente en éco-énergétique ⁽¹⁾, dans la modélisation des flux d'énergie au sein des sociétés industrielles, dans les tentatives de comptabilisation de l'énergie, etc.

e) Réseau et information

Le paragraphe précédent a introduit, dans la foulée de l'énergie et des structures dissipatives, l'association information-réseau. Le concept d'information fait l'objet d'une utilisation trop intense au sein des sociétés industrielles pour ne pas faire l'objet d'un paragraphe spécifique dans le cadre de ce texte. L'information est sans doute, dans ces sociétés, le domaine dans lequel la notion de réseau se trouve la plus utilisée. Télécommunication et informatique par exemple y font tout le temps appel mais on parle également de "réseau d'indicateur" pour la police, de réseau d'information pour toute personne ayant, de par son métier, chercheur ou homme politique, un large besoin de connaissance. On peut également citer les réseaux d'alerte dans le domaine militaire, chez les animaux, voir les marmottes ou les insectes. On trouve encore des réseaux d'observation économique, sociale, géophysique, etc. et, au niveau de l'individu, dans toute espèce, la notion de réseau d'information trouve toujours une traduction concrète.

(1) Voir les travaux du Professeur DA SILVA et de son équipe à l'Université Jussieu.

Il semble en première approximation que tout réseau d'information véhicule celle-ci sous une forme unique, souvent des signaux électriques, parfois des signaux d'une autre nature, chimiques ou variation de pression par exemple. Dans tous les cas où un réseau sert de support au transfert d'information vers un système se pose le problème du filtrage des signaux à l'entrée. Pour un système au sens entendu ici d'une façon générale, c'est-à-dire RAE, tout est une donnée mais toutes ces données ne constituent pas des informations, des signaux de quelque utilité. Les données étant en quantité infinie et les capacités du réseau étant limitées, il faut disposer à l'entrée du réseau de capteurs, actifs ou passifs, qui sont en fait des instruments de sélection et le premier étage de sélection de l'information au sein des données.

Dans le langage courant, ces capteurs, qu'ils soient actifs (sonars actifs, observatoires économiques régionaux, enquêtes, radars, etc.) ou passifs (sonars passifs, organes sensitifs de la peau, sentinelle, etc.), font partie des réseaux. On peut se poser la question de cette appartenance au sens strict du terme réseau tel qu'il a été défini jusqu'ici. Je pencherais personnellement pour une réponse positive, les capteurs n'étant pas des processus de transformation mais des processus de sélection sans lesquels les réseaux n'existent que potentiellement. Ils constituent des sources, au sens de "porte", ce que ne sont pas les stocks et a fortiori les éléments de traitement (mémoires, unités de calcul, d'interprétation, de traduction, etc.).

II - La superposition système-réseau

La superposition système-réseau ; exemple de la vie sociale

Telle qu'esquissée dans le chapitre C, la définition des réseaux trouve de nombreuses traductions dans la vie des sociétés et ce pour de nombreuses raisons qui toutes tirent parti des spécificités de ce type de structure ; absence de hiérarchie, homogénéité de l'élément véhiculé,

relative invulnérabilité du fait de la non dépendance vis-à-vis des frontières, ... Les exemple d'un tel fait abondent et j'en prendrai quelques uns.

a) Réseaux, incertitude et opportunités

Au travers des réseaux, l'individu soit réduit les incertitudes toujours redoutées du milieu au sein duquel il vit, soit accroît les chances de saisir les opportunités favorables. Au sens général, le réseau de relation individuel, celui dont il a été déjà question en parlant dans le chapitre C de carnet d'adresses, est en effet réducteur d'incertitudes et ce de différentes manières. Incertitudes de l'individu vis-à-vis de lui-même en s'entourant de personnes le confirmant dans l'idée qu'il a de lui-même. Incertitudes vis-à-vis d'autrui en s'entourant de personnes parlant le même langage ou à tout le moins facilement décodables.

Le réseau de relation individuel accroît aussi les chances de saisies d'opportunités, d'abord par les informations filtrées et nombreuses qu'il apporte, d'autre part à cause des possibilités d'action plus étendues qu'il offre à la suite de la perception d'une opportunité.

b) Réseau, influence et pouvoir

Au sein d'un réseau tel que défini déjà, la circulation de l'information, que celle-ci renseigne ou initie l'action, n'est ni freinée, ni contrôlée, ni menacée de distorsion. En effet, dès qu'il y a hiérarchie, il y a pouvoirs et contrepouvoirs ⁽¹⁾, nombre d'entre eux étant à base de rétention d'information ; celle-ci est alors bloquée, délivrée de façon orientée, parfois même déformée, le tout introduisant retards et malentendus.

Au sein d'un réseau, l'identité des décodages individuels est relativement forte et la circulation de l'information non freinée. Les possibilités d'action et d'influence sont relativement rapides et sûres.

(1) Voir "L'acteur et le système", "Le phénomène bureaucratique", etc. de M. CROZIER.

En outre, les limites dans l'espace n'existent théoriquement pas étant donné l'absence de frontières.

e) Réseaux, conflits et négociation

Les conflits surgissent entre systèmes se contrôlant et se menaçant réciproquement au travers des incertitudes qu'ils détiennent. Les conflits peuvent se conclure par des issues destructrices ou, par voie de négociation, déboucher sur des solutions constructives et acceptables pour les partis en présence. Mais toute négociation peut aussi, tout au long du déroulement de son processus, dériver vers des conflits destructeurs en général redoutés. Les réseaux constituent une des voies possibles lui permettant de ne pas dégénérer en conflit ; en effet, s'il existe au sein des différents partis des hommes appartenant à un même réseau, ils pourront se rencontrer non officiellement hors de toute question de procédure, de statut, de pouvoir ; ils seront plus à même de mieux se comprendre au travers d'une certaine identité trouvant sa traduction dans le langage (identité qui fait leur appartenance au même réseau) ; ils pourront, du fait de leurs valeurs communes, mieux décoder et évaluer, de tous les points de vue, les "monnaies" échangées ou échangeables dans la négociation.

Il est à ce propos curieux de constater que les périodes de transition ⁽¹⁾ paraissent à la fois correspondre à une multiplication du nombre et de l'intensité des négociations et à une prolifération des réseaux en tous genres.

d) Réseaux, associations, participation

Au sein des sociétés, et des sociétés humaines en particulier, l'expérience des individus est en évolution permanente et, avec elle, le langage. La nouveauté du vécu ne peut rester individuelle, elle doit être partagée ⁽¹⁾. La chose est vraie, qu'il s'agisse d'un vécu plaisant ou d'un

(1) Voir la communication de l'auteur au congrès AFCET 1977 "Du développement à la nouvelle croissance ; une phase de transition difficile pour le système industriel".

(2) Voir la communication de l'auteur au congrès AFCET 1979 "Variabilité, petits groupes, grands systèmes".

vécu blessant. Le premier devra être protégé, le deuxième maîtrisé ; dans les deux cas, les individus auront tendance à se regrouper à partir du critère de vécu identique. C'est le phénomène des associations. Associations informelles d'abord, associations au sens institutionnel ensuite quand, pour une raison ou pour une autre, il y a officialisation de leur existence.

Par les associations, les réseaux peuvent jouer un rôle très important dans les processus de décision collectifs. Ceux-ci mettent en effet en jeu à un moment donné des acteurs dont les pouvoirs légitimes expriment des courants et des forces issus du passé de l'histoire sociale. Durant les périodes stables, les processus de gestion, de décision et de régulation de la société ne sont pas contestés ; ils ne subissent pas de contraintes en vue de changements. Mais, en période d'évolution rapide, cette pression au changement devient forte ; elle est le fait de réseaux plus ou moins formés, expression de nouvelles réalités sociales qui postulent des places au sein des processus. Ils peuvent peser et participer n'admettant pas que les décisions soient prises sans eux. Dans le domaine juridique, les organisations existant comme système trouvent toujours leur statut comme personne morale ou physique. La chose est moins vraie pour les réseaux constitués, encore que l'association dans certaines de ses formes paraisse pouvoir leur donner quelque possibilité d'existence juridique. Dans la vie sociale, l'association telle qu'elle est pratiquée est un mode de mobilisation collectif ; elle correspond à un ensemble d'individus se rassemblant avec le minimum d'organisation autour d'une motivation commune et d'activités restant marginales pour chacun d'eux ⁽¹⁾. Cette marginalité permet le bénévolat, c'est-à-dire en fait des relations non marchandes. Ceci me conduira à la remarque suivante : dans nos sociétés industrielles, les réseaux correspondent, en quelque mesure, à une certaine structuration de l'univers non marchand. On peut ajouter que, très probablement, la densité de participation des individus à des réseaux, c'est-à-dire leur appartenance à des réseaux variés, l'étendue des réseaux eux-mêmes sont parmi d'autres des variables permettant de saisir le potentiel de mobilisation et de demande de participation d'une population et peut-être, par là, son aptitude au débat démocratique.

(1) Voir par exemple "Analyse de l'opposition à un site nucléaire", A. NICHOLON, IREP, Arc-et-Senans, septembre 1977.

E - DE LA NOTION DE RESEAU ASSOCIEE A QUELQUES AUTRES

I - Réseau et territoire

Dans le paragraphe D1c précédent, j'ai montré comment un réseau pouvait être considéré sous l'angle "potentiel mobilisable" autour d'un système. Cette considération s'applique tout à fait à la notion de territoire telle qu'elle est, je crois, comprise en ethologie. Le territoire est alors l'aire de subsistance ; elle est couverte par un réseau d'accès aux aliments, éventuellement de dépôt des rejets, ceux-ci pouvant servir à marquer le territoire. Mais le territoire se définit peut-être plus encore comme aire de sécurité à l'intérieur duquel les incertitudes n'excèdent pas les capacités de l'individu ou du groupe à y faire face ⁽¹⁾. Il existe alors d'une façon quelconque un réseau d'information ou d'alerte superposé à ce territoire.

D'autre part, la notion de territoire, pas plus que celle de réseau, ne se limite à l'espace ; ces deux notions ont une dimension spatio-temporelle et, plus généralement, des dimensions liées aux capacités de perception et de représentation propre à l'O.A. considéré. A titre d'illustration, le territoire trouve dans le quotidien humain son expression temporelle, par exemple vers le futur ; être "maître de son temps", avoir "tout son temps", organiser son "temps libre" sont des phrases courantes exprimant la dimension temporelle de la notion de territoire. Celui-ci ne correspond pas à la surface d'un cercle mais plutôt au volume d'une sphère dont les éléments sont repérables dans l'espace et dans le temps ; d'où l'expression de "bulle" parfois employée ⁽²⁾. Cette extension dans le temps du territoire correspond sans doute à la fois à la satisfaction des besoins humains, au besoin de réduire les incertitudes liées à cette satisfaction, à la capacité de l'homme de se représenter l'avenir. Un

(1) Voir "Variabilité, petit groupe et grand système", C.J. MAESTRE, Congrès AFCET 1979 à propos des limites de cette capacité.

(2) Un stress peut être provoqué aussi bien par incursion dans le territoire espace que par un retard à un rendez-vous au-delà de certaines limites. Voir E.T. HALL "The silent language", "The Hidden Dimension", Doubleday, New York, 1964, 1969 respectivement.

plan de carrière, un programme personnel d'occupation du temps, une planification à l'échelon national sont, l'une au niveau individuel, l'autre au niveau collectif, des extensions du territoire temporel.

On peut alors se demander si la notion de réseau ne peut également être abordée sous ce même angle temporel ? Si l'on prend le réseau dans ses aspects médiation entre système et milieu (réseau d'alimentation d'une ville en eau, réseau d'information d'un chercheur, etc.), pourquoi cette médiation n'aurait-elle pas d'existence dans le temps ? Un arbre généalogique serait ainsi un réseau couvrant le territoire du temps passé et un graphe de type PERT un réseau mobilisant à l'avance les ressources des terres du futur.

II - Situation spatiale d'un réseau par rapport à un système

On pourrait penser a priori que les réseaux envisagés comme éléments de négociation d'un système avec son milieu sont toujours situés à l'extérieur de ce système ; voir par exemple le réseau d'adduction d'eau d'une ville, le réseau d'information d'une collectivité. C'est là un effet de notre représentation classique de la place respective du système et de son environnement. En fait, les notions d'intérieur et d'extérieur paraissent être ici impropres comme le contenu classique de la notion d'environnement ; le milieu avec lequel échange un système ne pouvant se confondre avec son seul environnement au sens étymologique. Les mots de notre langue et, à la limite, la perception de l'espace propre à notre culture paraissent ici nous induire en erreur. C'est ainsi que, chez les mammifères par exemple, le poumon qui constitue un réseau de collecte de l'air, ce qui ne constitue pas et de loin sa seule fonction ⁽¹⁾, est, par convention, à l'intérieur du système.

D'autre part, on trouve chez les systèmes vivants une homéostasie du milieu interne, milieu que certains considèrent comme la trace de l'envi-

(1) Voir le document "Quelques réflexions à propos de nomenclature fonctionnelle et la place de la S-T comme fonction", C.J. MAESTRE, UNESCO, avril 1978. Voir aussi "Les fonctions non respiratoires du poumon", La Recherche, n° 95, décembre 1978.

ronnement au sein duquel les phénomènes vivants auraient commencé à se manifester. L'interaction entre ce milieu et les grandes fonctions du métabolisme ne se fait-elle pas par l'intermédiaire de réseaux intérieurs ?

On peut encore remarquer qu'un système doit comprendre des réseaux a priori internes conduisant "à domicile" aux unités élémentaires du système (les cellules pour les systèmes biologiques ?), les matériaux nécessaires à leur existence et à l'accomplissement de leur tâche ou fonction ⁽¹⁾.

Entre l'intérieur et l'extérieur d'un système, on trouve une surface remplissant ou participant à diverses fonctions telles la protection, l'information, l'absorption d'éléments du milieu, le rejet de certains déchets du système, etc. La peau, par exemple, qui constitue une des surfaces biologiques existantes, ne peut-elle être considérée comme le support de réseaux multiples assurant l'interpénétration réciproque d'un système et de son milieu ? Interpénétration qui doit évidemment être telle que soit protégée l'homéostasie de ce système, c'est-à-dire la régulation de son milieu interne indépendamment des aléas de l'environnement.

En résumé, on voit que l'association des réseaux et des systèmes ne préjuge en rien leur situation spatiale relative ; le réseau peut occuper toutes les positions possibles aux yeux d'un O.A. Il peut être extérieur, intérieur ou constituer un élément de la surface de séparation et de définition du système.

III - Réseaux, fractales et percolation

La représentation des réseaux par le dessin évoque trop évidemment la notion de graphe pour qu'il soit nécessaire de se pencher sur ce rapprochement et les utilisations qui peuvent en être faites.

(1) Voir, à propos de la définition de la notion de fonction, le document "Quelques réflexions à propos de nomenclature fonctionnelle et la place de la S-T comme fonction", C.J. MAESTRE, UNESCO, avril 1978.

Il est par contre d'autres associations dont l'évidence s'impose moins ou est moins connue ; je veux parler des associations réseaux-fractales et réseaux-percolation.

Les "fractales" sont essentiellement des êtres mathématiques ⁽¹⁾ intermédiaires entre les surfaces et les volumes car leur dimension est fractionnaire, par exemple 1.3. Une courbe a une dimension 1, une surface une dimension 2, un volume une dimension 3 ; ($1 = a^1$, $s = a^2$, $v = a^3$). Avec les "fractales", on assiste une fois de plus à la rencontre entre un être mathématique et la réalité. C'est ainsi que les "fractales" peuvent permettre de décrire, de saisir et même d'expliquer certaines particularités de réseaux tels les poumons, les réseaux fluviaux, les réseaux cristallins, etc. ; d'une façon générale, d'objets à structure périodique construits par la répétition d'un thème central à toutes les échelles successives ⁽²⁾.

Le terme de "percolation" est dû à un mathématicien anglais, Hammett, qui l'employa pour la première fois en 1956. Il désignait par là une propriété des réseaux liée à l'activité et la non activité de leurs relations internes ⁽³⁾. Un bon exemple est donné par un réseau téléphonique dont, pour une raison ou pour une autre, sabotage, cataclysme naturel, etc., un nombre croissant de liaisons internes se rompt. Tant que le pourcentage de liaisons rompu est faible, un message de l'abonné A vers l'abonné B peut passer. A partir d'un certain seuil, c'est-à-dire d'un certain pourcentage de liaisons rompues, la communication ne peut plus passer.

-
- (1) Les initiateurs des fractales sont Cantor (1881), Von Koch (1904) et Hausdorff (1919).
- (2) Voir "Les objets fractals", Benoit Mandelbrot, Flammarion, 1975 et "La Recherche", n° 85, janvier 1978.
- (3) Voir "La Recherche", n° 72, novembre 1976 : "La percolation ; concept unificateur" de P.G. de Bennes.

Des concepts complémentaires enrichissent celui de percolation tel celui de transition de percolation. Par exemple, pour traverser un bras de mer parsemé d'îles, on mettra en oeuvre un réseau de transport maritime. Si le niveau de l'eau vient à baisser suffisamment, il faudra passer à un réseau de transport terrestre. L'opération de vulcanisation du caoutchouc fait appel à une telle transition de percolation.

On trouve encore la notion de percolation de sites. Les sites correspondent dans les réseaux aux puits et sources dont j'ai parlé précédemment. Dans la percolation des sites, ce ne sont plus liaisons qui sont aléatoires mais les sites eux-mêmes d'une façon quelconque (occupation par une molécule ou par une autre). Cette notion trouve de multiples applications en cristallographie, dans l'étude des semi-conducteurs, dans le magnétisme.

Un autre enrichissement résulte de la considération suivante : on considère le saut de site à site et ce saut est réversible ou ne l'est pas. Les études sur la percolation se développent et permettent des travaux, efficaces semble-t-il, sur des sujets aussi importants que la propagation des idées, des innovations et celle des épidémies. Dans ces deux cas, on tente de répondre à la question suivante : à quelles conditions y a-t-il réseau et donc propagation ?

IV - Réseau et pouvoir

Je fais référence ici à la définition du pouvoir suivante : A a un pouvoir sur B quand il détient des éléments, informations ou autres qui conditionnent le devenir de B. De nombreux cas de figure sont possibles ensuite en fonction de la connaissance qu'ont A ou/et B de la détention par A de ces éléments. La définition de M. CROZIER ⁽¹⁾ s'applique au cas où B a connaissance de ce que détient A, que ce dernier le sache ou pas.

(1) Voir "L'acteur et le système", M. CROZIER et H. FRIEDBERG, Le Seuil, 1977.

Un réseau véhicule, ou peut véhiculer, des éléments. Ces éléments conditionnent en général le devenir du ou des systèmes qui l'utilisent. On peut alors faire quelques remarques intéressantes.

- Le couplage système-milieu par l'intermédiaire d'un ou de réseaux met ceux-ci en position de pouvoir implicite. Ce pouvoir n'est exercé que si un système particulier a en charge la gestion du réseau. Dans tous les cas, la fiabilité du réseau peut conditionner la vie du système.

- Le milieu avec lequel échange un système est composé d'autres systèmes. Ces systèmes sont reliés par des réseaux, réseaux d'information, réseaux monétaires, etc. La distribution des pouvoirs et leur étendue est liée aux réseaux, à leur fiabilité (réseau électrique et coupure généralisée), à l'espace couvert (réseau de radio-télévision), probablement à la rapidité de circulation des éléments véhiculés, etc.

- Un réseau considéré comme un potentiel de relations n'est pas en lui-même un ordonnateur des jeux de pouvoir. C'est son utilisation effective et ses contingences, entretien, développement, etc. qui vont entraîner une distribution de pouvoir non déterminée au départ. L'entretien, donc la maîtrise de la fiabilité, peut soit être le fait d'un système spécifique, soit dépendre du ou de l'un des systèmes utilisateurs du réseau.

- Les pouvoirs véhiculés par le réseau au travers des éléments dont il permet le déplacement dépendent du caractère essentiel ou marginal de ces éléments pour les systèmes liés au réseau. Il est probable qu'un réseau véhiculant des éléments marginaux aura peu de chances de faire l'objet d'un entretien et d'un développement systématique.

- Ces remarques montrent combien il faut dissocier réseau et utilisation des réseaux.

F - COMPLEMENTARITE DANS LE TEMPS DES RESEAUX ET SYSTEMES

Jusqu'ici, et en particulier dans le chapitre D, j'ai en général postulé l'existence simultanée des systèmes et des réseaux ; leurs relations étaient alors susceptibles de représentations spatiales. Je me suis toutefois demandé si la notion de réseau ne pouvait être étendue dans le temps. Dans la ligne de cette interrogation, je poserai maintenant la question de la relation étalée dans le temps des réseaux et des systèmes et ce sous deux angles : d'une part la place présumée des réseaux dans ce que l'on sait aujourd'hui de l'apparition de la vie, d'autre part le rôle des réseaux dans l'évolution des systèmes vivants.

I - Réseau et apparition de la vie

Un réseau n'existe pas comme organisme, ensemble d'éléments fonctionnalisés dont les relations métaboliques s'inscrivent dans un projet de survie. Mais tout ou partie du groupe qu'il cimente peut, à un moment donné et pour une raison quelconque, évoluer ou vouloir évoluer vers l'action autonome ; puis-je dire l'autopoïèse ? Il va alors y avoir, de façon volontaire dans le cas de l'homme, involontaire dans de nombreux autres cas, organisation et formation de systèmes à caractère vivant. Les éléments du réseau vont alors se hiérarchiser, s'organiser, se fonctionnaliser en mettant un certain temps à trouver les voies et moyens de leurs ajustements réciproques.

A priori, ceci paraît très bien illustré par un passage du "Macroscopé" de Joël de Rosnay ⁽¹⁾, passage répondant à la question suivante : "Comment la morphogénèse est-elle possible ?", c'est-à-dire comment un système organisé peut-il naître du désordre ?

(1) Texte extrait du "Macroscopé", pages 226, 227, 288, de Joël de ROSNAY, Le Seuil, 1975.

"Une population de molécules forme un ensemble stable et homogène au niveau macroscopique. Mais, au niveau de chaque élément de population, le système n'est plus homogène. Les collisions, les réactions, les combinaisons qui se font et se défont représentent des fluctuations hors de l'équilibre. Chaque fluctuation aléatoire est une possibilité d'organisation nouvelle. Une information en quelque sorte. Amplifiée par rétroaction positive, toute fluctuation constitue donc un générateur aléatoire de variété à la base de toute évolution.

Une forme particulière de fluctuation jouant un rôle primordial dans la genèse d'une structure organisée est la réaction d'auto-catalyse. Il y a auto-catalyse quand les produits d'une réaction servent de catalyseur dans cette même réaction. Une réaction auto-catalytique peut conduire à l'émergence d'une structure ordonnée à partir d'une population homogène. C'est le cas d'une chaîne de réactions produisant, à la suite de chocs moléculaires au hasard, une molécule plus complexe capable de catalyser certaines étapes de sa propre formation... L'espèce moléculaire douée de telles propriétés auto-catalytiques envahit le milieu... Mais lorsque des chaînes de réaction auto-catalytiques se prolongent en réseaux très ramifiés, il arrive que l'une des branches se referme en un cycle. C'est alors toute la succession de réactions correspondantes qui se trouve stabilisée par rétroaction négative. Et donc automatiquement conservée. Il y a auto-sélection... Fluctuations autocatalytiques, oscillations et cycles peuvent donc conduire à la naissance de structures organisées à partir du désordre".

Est-ce trop solliciter la représentation actuelle de l'apparition de la vie telle qu'elle découle de l'état présent du savoir que de noter dans la série des phases successives une phase de réseau ? Cette phase ne se trouverait-elle pas dans les chaînes de réaction auto-catalytiques qui, très ramifiées, portent la possibilité de fermeture en cycles engendrant des stabilisations par rétroaction négative ? Cette phase ne constitue-t-elle pas dans le domaine biologique un état organisé intermédiaire entre une population sans aucun ordre et un système qui tend à se perpétuer et présente par là une des grandes caractéristiques du vivant ?

Ne trouve-t-on pas un schéma équivalent au sein des sociétés humaines ? Par exemple, l'homme entreprenant qui veut lancer une nouvelle affaire ne va-t-il pas demander en priorité leur participation à des gens qu'il connaît parce qu'il les retrouve au sein d'un ou plusieurs réseaux où les individus se rencontrent pratiquement sans hiérarchie autour d'une ou de plusieurs motivations communes ? La remarque courante qui dit qu'il ne faut pas mêler amitié et affaires ne traduit-elle pas, d'une certaine manière, la distinction radicale entre système et réseau, dans l'ordre social au moins ?

De façon générale, tout réseau actif n'est-il pas potentiellement prégnant de systèmes nouveaux ? N'est-ce pas le cas quand une société se trouve dans une phase de transition socio-économique ⁽¹⁾ durant laquelle les réseaux se multiplient, porteurs potentiels des systèmes à venir ?

II - Réseaux et évolution des systèmes vivants

Tout système, issu d'un ou plusieurs réseaux, va vivre en complémentarité avec ces derniers, on l'a vu précédemment. Cette complémentarité sera fonction des phases de la vie du système. Deux de ces phases ont fait l'objet d'un début d'explicitation dans le cas du système industriel dans la communication au congrès AFCET déjà citée. Il s'agit de la croissance suivie de la symbiose avec le milieu, phases intéressantes à observer du point de vue du développement relatif des systèmes et des réseaux ⁽²⁾.

La croissance pourra ainsi correspondre à une période de sous-développement relatif des réseaux reliés au système, plus précisément de certains types de réseaux tels ceux liés aux rejets dans le cas du système industriel ou encore ceux liés à la collecte d'information sur l'état du milieu ; en effet, tant que le milieu paraît inépuisable et n'a pas manifesté ses limites, le système n'a besoin que d'informations relativement pauvres à son sujet.

(1) Voir la communication de C.J. MAESTRE au congrès AFCET 1977 sur la transition dans le système industriel.

(2) Je ne traite pas ici d'autres phases telle le déclin, la disparition, ...

On peut dire encore d'une autre façon que tout système passe par une phase correspondant en gros à une période de croissance durant laquelle les nécessités de négociations avec le milieu sont faibles ; certains éléments caractéristiques de cette négociation, les réseaux par exemple, y sont en conséquence relativement peu développés.

Ce type de situation change en fin de croissance ; la période qui suit et que j'ai provisoirement nommée phase de transition voit se développer des négociations système-milieu dont une des concrétisations est le développement des réseaux en tous genres, aussi bien dans le sens système-milieu que milieu-système. La prise en charge de ces réseaux revient en tout ou partie à chacun des partenaires de la négociation, le système et son milieu, lui-même largement composé en général d'autres systèmes.

Il serait certainement extrêmement intéressant de voir si, effectivement, cette phase de négociation ou, si l'on veut, de socialisation d'un système correspond à la création de réseaux particuliers et à l'évolution de ceux jusqu'alors existants. Dans le cas du système industriel, la fin d'une longue dynamique de croissance paraît bien correspondre à la naissance de réseaux multiformes ayant différentes origines. Au terme d'une évolution continue dans le cadre d'une certaine dynamique apparaît le début d'une période de destabilisation, de changements, d'innovations en tous genres durant laquelle se multiplient les expériences, les découvertes, les lésions nouvelles aussi, toutes conditions favorables à la constitution de réseaux au sein desquels les individus se reconnaissent, échangent et se rassurent. Au sein desquels, s'esquissent aussi de nouveaux langages et de nouvelles formes d'action et d'organisation. Ces réseaux constituent en grande partie le terreau des institutions à venir. Mais la phase de socialisation d'un système voit apparaître d'autres réseaux. En effet, le système doit négocier comme jamais auparavant avec son milieu et la concrétisation de ces négociations se manifeste par la création de réseaux, réseaux physiques si l'on considère l'environnement

dit naturel, réseaux sociaux à forme plus ou moins institutionnalisée telles les associations si l'on considère l'environnement humain. Il se constitue ainsi une sorte d'interface, de peau entre le système industriel, celui des relations marchandes et tout le milieu des relations non marchandes, interface à base de réseaux de drainage des ressources, de diffusion des rejets, de communication et d'échange d'informations.

Le comportement supposé du système industriel pris ici comme exemple peut-il être étendu et généralisé aux systèmes qui se reproduisent, s'adaptent et évoluent ? On ne peut l'affirmer mais la notion de réseau étant bien précisée, il paraît a priori intéressant, comme hypothèse de travail, de lier son développement aux différentes phases de la vie du système.

G - L'EVOLUTION DES RESEAUX

On a vu au chapitre C que les réseaux ne cherchaient pas à se reproduire, qu'ils ne régulaient pas leurs frontières et que leur redondance morphologique était très grande. Ces différents caractères doivent évidemment se retrouver dans les spécificités de leur évolution, évolution dont il faut d'abord se demander en quoi elle peut consister. On pourra ensuite s'interroger sur ses modalités suivant la position relative des réseaux et des systèmes dans le temps et dans l'espace.

On peut, dans un premier temps, suggérer de saisir cette évolution, soit au niveau du réseau lui-même, soit au niveau des relations du réseau avec des structures qui lui sont extérieures, des systèmes par exemple.

Au niveau du réseau lui-même, les évolutions ne peuvent être que strictement aléatoires ou entropiques. En effet, répétons-le, il n'y a dans un réseau ni projet, ni téléonomie, ni auto-organisation ; de façon générale, aucun déterminisme lié.

D'autre part, les éléments sur lesquels peut jouer l'aléatoire sont évidemment ceux qui constituent la représentation catégorisée "réseau". Ces éléments sont les puits et sources (ou sites), les arcs ou liaisons entre sites dans le cas d'un réseau passif. Dans le cas d'un réseau effectivement utilisé s'ajouteront aux éléments précédents des données telles présence ou absence de flux aux sites et sur les arcs, orientation des flux sur les sites (puits ou source) et les arcs.

On voit comment, tous ces éléments jouant de façon aléatoire par exemple, il sera possible de dire qu'un réseau évolue vers plus de surface recouverte, plus de complexité, etc.

Par ailleurs, on a vu qu'il existait de très nombreux réseaux couplés à des systèmes. On peut considérer ce couplage comme étant celui de tel système particulier, individu, entreprise, cité, avec son milieu, la négociation avec ce dernier passant par la médiation de réseaux. On peut considérer également qu'il y a, par l'intermédiaire d'un réseau, couplage entre deux ou plusieurs systèmes (voir D). Dans le premier cas, on a à faire à un système individuel, dans le deuxième cas à une "société" de systèmes. Mais, dans les deux cas, ce sont les systèmes qui, du fait de leurs besoins et de leurs comportements, vont entraîner l'évolution du ou des réseaux. Dans le premier cas, on pourra avoir des évolutions du genre homotétit interne comme dans les "fractales" (voir E) ; dans le deuxième cas, l'évolution du réseau portera plutôt sur son degré d'utilisation : taux de sites ou de liaisons actifs, taux de saturation des liaisons, etc.

Rendu en ce point et pour saisir des formes d'évolution propres à un réseau donné, il peut être nécessaire de faire une distinction plus précise entre réseaux passifs, actifs, entretenus.

Un réseau sera dit passif dans deux cas : ou il ne fait l'objet d'aucun branchement sur des systèmes utilisateurs, par exemple un bras de mer entre deux côtes désertes ; ou, branché sur des systèmes, il n'est à l'instant considéré l'objet d'aucune utilisation, par exemple un réseau de résistance en sommeil, une voie ferrée secondaire hors des heures rares de trafic. On voit combien un réseau passif représente essentiellement un potentiel de relation.

Un réseau peut être actif. Son activité est maximum quand il est saturé. En général, un réseau sera dit actif si son activité est régulière, rentable suivant certains critères, sans forcément atteindre la saturation.

En outre, un réseau, qu'il soit actif ou passif, pourra ou non être entretenu, cet entretien étant le fait du système utilisateur (réseau actif) ou éventuellement utilisateur (réseau passif).

Certains réseaux passifs peuvent disparaître avec leur support matériel, par exemple un réseau hydrographique en partie navigable en saison très sèche.

Un réseau actif disparaît comme tel si les sources sont taries pour une raison quelconque. Par exemple, dans le cas d'un réseau véhiculant de l'énergie électrique, les conditions de coupure aux puits et aux sources peuvent être telles que l'activité du réseau s'effondre, toutes précautions étant prises pour que le réseau passif soit, lui, préservé.

Un réseau entretenu pourra, lui, se dégrader et disparaître faute d'entretien. Ceci est le cas de réseaux passés de l'activité à l'inaction, voies navigables ou liaisons ferroviaires.

H - GESTION DES RESEAUX

Il m'a paru utile de traiter spécifiquement ce point car il porte en lui, de façon caractéristique, la confusion très souvent faite entre système et réseau dans le langage courant. En effet, il ressort des chapitres précédents que le concept de réseau correspond à une structure passive en soi alors que ce terme est couramment employé pour désigner des organisations qui ont manifestement des comportements de système. Distinguer comme je l'ai fait dans le chapitre précédent réseau passif, réseau actif et réseau entretenu ne remet pas en cause le caractère passif qui vient d'être rappelé ; cette distinction est essentiellement liée à l'utilisation des réseaux, utilisation qui met en jeu des systèmes.

Pour y voir un peu plus clair, je définirai d'abord le terme de gestion puis j'aborderai la relation réseau-gestion et amorcerai une réflexion sur les responsabilités publiques en matière de réseau.

Reprenant une définition donnée par ailleurs ⁽¹⁾, j'appelle "gestion" un "ensemble d'interventions normatives sur un système de relations".

Selon cette définition, toute gestion implique un intervenant agissant suivant un modèle explicite ou implicite sur des relations dont le caractère, actif par exemple, n'est pas laissé au hasard. Cet intervenant est un système, individu ou groupe d'individus, ayant son organisation propre et un langage conforme à ses représentations, donc à son modèle.

L'application des normes au modèle par l'intervenant est censée faire évoluer les relations sur lesquelles se fait l'intervention vers des états

(1) Voir "Environnement, culture et gestion", C.J. MAESTRE, en cours d'élaboration.

plus souhaitables que ceux correspondant à l'absence d'intervention. Ces états pourront correspondre au maintien en l'état, au renforcement, au développement, etc., toutes choses jugées favorables par l'intervenant.

L'action de ce dernier mettra toujours en jeu de l'information et mobilisera énergie et matière.

Un réseau constitue un ensemble de relations potentielles ; d'autre part, on a vu précédemment les complémentarités réseau-système. On conçoit alors que tout système doive, directement ou indirectement, gérer son ou ses réseaux. On conçoit également que, lorsqu'un ensemble de systèmes en situation de puits et de sources sont utilisateurs d'un réseau, celui-ci devra faire l'objet d'un entretien ; cet entretien sera le fait d'une organisation, d'un système qui n'a aucune raison a priori d'être lié aux puits et sources utilisateurs mais qui n'en a pas moins un pouvoir sur ces derniers par le réseau qu'il gère.

Tous les systèmes vivants accessibles à notre conception gèrent de tels réseaux : réseau de collecte de l'eau, de l'air, de l'énergie sous toutes ses formes, de l'information, etc., réseaux de rejets plus ou moins développés, ...

Le matériel constitutif de ces réseaux fait souvent partie du système lui-même, voir le poumon, le réseau sanguin, ou de son territoire défini de façon nutritionnelle si l'on pense aux réseaux alimentaires, informationnelle si l'on pense aux besoins de sécurité, etc. Dans le premier cas, la participation des éléments du système est évidente puisque ce sont des cellules dont la vie dépend du système lui-même qui constituent le réseau. Dans le deuxième cas, le problème des frontières du système est posé et j'avancerai seulement, ne traitant pas cette question de frontière, que des éléments du réseau sont constitués à la fois par des éléments du système et de son biotope, biotope que le système est d'ailleurs plus ou moins conduit à gérer.

On peut se demander d'ailleurs s'il n'existe pas un développement parasitaire des réseaux suivant certaines conditions propres aux sites et liaisons entre sites qui seraient à étudier ⁽¹⁾.

On peut aussi se demander quel est, pour le système, le coût de gestion de ses réseaux, sous quelle forme et avec quel rendement ? Peut-on appliquer aux réseaux des notions telles le coût-avantage ? Cette notion a-t-elle un sens quand un réseau est vital ? Comment s'établit l'équilibre entre les différents coûts de tous les réseaux participant à la vie du système ? Comment se fait, dans le cadre de la gestion des réseaux par le système, leur développement, en fonction de l'évolution du système lui-même, en fonction de l'évolution du milieu ? Comment la gestion des réseaux prend-elle en compte, dans le développement de ces derniers, les incertitudes du milieu, celles liées au réseau lui-même ? Par quelles redondances par exemples ?

D'autre part, les exemples sont multiples d'utilisation par les systèmes de réseaux non directement liés à leurs éléments propres et à leurs processus vitaux. Au sein des sociétés humaines, les entreprises utilisent les réseaux téléphoniques, les réseaux de transport, etc. On doit certainement trouver, chez les insectes, les mammifères et autres espèces vivantes, des exemples d'utilisation de tels réseaux indépendants du système qui les emploie.

Il est évident que si des réseaux font l'objet d'un tel emploi d'une façon suffisamment permanente, leur entretien et, éventuellement, leur développement est réalisé d'une façon quelconque, en général par un système dont c'est là la vocation spécifique ou par un système dont le processus vital utilise et entretient le ou les réseaux considérés.

(1) Voir des travaux de Joël de ROSNAY en cours. Communication éventuelle au congrès AFCET.

Dans ce dernier cas, on peut être conduit à considérer le système utilisateur extérieur, c'est-à-dire ne dépensant rien pour le réseau, comme un parasite pour le système qui lui à la fois utilise, entretient et développe. La vie du système parasite dépend, dans une certaine mesure, de celle du système gestionnaire du réseau.

Une application particulière de cette notion de parasitage qui en remet en cause le sens commun découle en quelque sorte de sa systématisation. Il existe un réseau spécifiquement géré par un système dont c'est là la vocation, réseau employé par de nombreux autres systèmes qui n'y investissent rien directement. Le système gestionnaire a, par le réseau qu'il gère, un pouvoir sur les systèmes utilisateurs ; il est la clé des incertitudes du réseau, de ses conditions d'emploi. Il en est ainsi de l'organisation SNCF ou PTT en France par exemple. Par les réseaux qu'elles gèrent, ces organisations contrôlent des relations propres à d'autres systèmes et parfois vitales pour eux. On pourrait évidemment introduire ici les notions de redondance, de monopole et de marché, autrement dit se pencher sur la place relative des systèmes et des réseaux au sein d'une économie donnée.

Une telle spécialisation existe-t-elle dans la nature ? La chose serait à voir.

La vie d'une collectivité comme système socio-économique impose la co-existence de nombreux systèmes et réseaux dont il existe de multiples architectures où l'Etat a toujours une place. Il est probable que, dans une approche systémique de la notion d'Etat, notion par ailleurs très discutée actuellement, l'emploi simultané des deux concepts bien distincts de réseau et système puisse être de quelque utilité.

Quelques remarques peuvent être faites à ce propos :

- D'une façon générale, le degré de reconnaissance institutionnelle des organisations paraît beaucoup plus fort que celui des réseaux.

- Les réseaux dont l'entretien et le développement sont en charge d'une organisation spécifique sont en général institutionnellement reconnus par le canal de cette organisation.

- Quelles sont, du point de vue de l'institutionnalisation, les différences entre réseaux à utilisation physique ou non physique ou encore, car cela paraît préférable, marchande et non marchande ? Par exemple réseau de vaccination porté par la Sécurité Sociale et réseau d'entraide utilisant des bénévoles.

- La marchandisation est-elle un facteur de reconnaissance institutionnelle des réseaux ?

- Que peut-on dire alors de l'institutionnalisation des réseaux qui, ne correspondant à aucune organisation, sont essentiellement couplés en leurs puits et sources à de multiples individus ?

- Quels pourraient être, du point de vue de l'ensemble réseau-système, de leur complémentarité à l'intérieur des processus vitaux de la vie socio-économique les critères de l'intervention de l'Etat et les différents modes d'intervention de ce dernier ?

- Quelle est la place de l'Etat (ou quelle peut être sa place) comme ensemble particulier de systèmes et de réseaux ?

- De quel Etat s'agit-il ? Réducteur d'incertitudes, gardien de patrimoine, aménageur de dialectiques, etc. ?

- Quelle est la place et le rôle de l'Etat vis-à-vis des fluctuations, de la vie et de la mort des réseaux ?

- ...

I - ELEMENTS DE CLASSIFICATION DES RESEAUX

On a vu apparaître, dans les paragraphes précédents, différents caractères des réseaux tels que la définition en a été tentée ici. On a ainsi distingué les réseaux liés à un système de façon vitale pour ce dernier qui, par ailleurs, en assure l'entretien et ceux sans liaisons vitales avec un système a priori sauf avec le système qui l'entretient et dont il est la justification. Dans ce dernier cas, le réseau est à la disposition d'un grand nombre d'autres systèmes.

On pourrait écrire : réseau i lié au système correspondant i , $RiSi$.
réseau i géré par le système j , à la disposition des systèmes k , soit $RiSjs_k$.

On a distingué également les réseaux à sites où les puits et sources sont bien repérés mais où les liaisons entre ces puits et sources peuvent être floues et les réseaux à liaisons ou, si l'on veut, à tubes, où les puits et sources sont constitués par les carrefours entre tubes.

On a encore distingué les réseaux actifs dont le potentiel de relation est tout ou partiellement utilisé et les réseaux non actifs ou passifs qui représentent essentiellement un potentiel.

On a encore noté l'existence de réseaux dans l'espace et de réseaux dans le temps. D'autre part, il est évident que les réseaux peuvent être caractérisés d'après leur forme, leur type d'évolution, leur complexité, etc.

Seule la pratique du domaine où il est fait usage de la notion de réseau permettra de préciser la ou les classifications les plus pertinentes et les plus cohérentes. Ces classifications emploieront des catégories telles celles citées et leurs combinaisons, le choix étant fait en fonction des besoins de la recherche ou de l'action.

J - LE RESEAU, ELEMENT DE DEMARCHE SYSTEMIQUE

Le réseau constitue la représentation de structures repérables dont les caractéristiques ont été abordées au chapitre C ; il n'a aucun métabolisme, aucune homéostasie, aucune peau et, par ailleurs, il ne régule pas ses frontières, il véhicule des éléments sans les transformer, amputé d'une partie de ses éléments il ne disparaît pas, il n'a pas de morphologie intermédiaire entre l'ensemble qu'il constitue et chacun des composants, il ne cherche pas par lui-même à se reproduire, ...

L'importance des réseaux dans la démarche systémique vient de ce que reconnaissance du fait relationnel et faisant partie de l'environnement spatial et temporel des systèmes, ils structurent la médiation de ces derniers avec leur milieu. Quand ils sont actifs, on peut les considérer comme le produit de la négociation entre système et son milieu ; d'autres éléments de cette négociation étant les stocks et des transformations spécifiques.

Ils sont également importants car couplés avec d'autres concepts ou représentations mathématiques, la percolation et les fractales par exemple, ils devraient permettre de mieux comprendre la réalité au travers d'une approche systémique.

Mais comme cette dernière approche elle-même, les réseaux ne paraissent pouvoir être utilement abordés que dans une démarche véritablement pluridisciplinaire ; seule voie à même de faire apport de toute la richesse de cette notion telle qu'elle est utilisée dans de très nombreuses disciplines.

C'est dire que bien des difficultés entoureront les développements de cette notion mais, en cela même, celle-ci se rapproche de la démarche systémique.

BIBLIOGRAPHIE

ATLAN H. - "Entre le cristal et la fumée". Seuil, 1979.

de BENNES P.G. - "La percolation, concept unificateur". La Recherche, n° 72, novembre 1976.

BERGE C. - "Théorie des graphes et ses applications". Dunod, 1975.

CROZIER M. - "L'acteur et le système". Seuil, 1977.

CROZIER M. - "On ne change pas la société par décret". Seuil, 1979.

DUPUY J.P. - "Epistémologie économique et analyse de système". ATP CNRS, CEREBE, 1979.

HALL E.T. - "The Silent Language". Doubleday, New-York, 1964.

HALL E.T. - "The Hidden Dimension". Doubleday, New-York, 1969.

MAESTRE C.J. - "Variabilité, petits groupes, grands systèmes". Congrès AFCET, Versailles, 1979.

MAESTRE C.J. - "Du développement à la nouvelle croissance ; une transition difficile pour le système industriel". Congrès AFCET, Versailles, 1977.

MAESTRE C.J. - "Quels liens avec l'approche systémique révèle l'expérience en matière de gestion de l'environnement ?". Colloque international sur la gestion intégrée du développement, Arlon, septembre 1979.

MANDELBROT B. - "Les objets fractals". Flammarion, 1975 et La Recherche, n° 85, janvier 1978.

METHODOS Cahiers, Aix-Marseille, n° 1, avril 1978.

LE MOIGNE J.L. - "Théorie du système général". PUF, 1977.

MOTULSKY B. - "Thèse d'épistémologie systémique". A paraître en 1980, Université Laval, Québec, Canada.

NICHOLON A. - "Analyse de l'opposition à un site nucléaire". IREP, Arc-et-Senans, 1977.

PRIGOGINE I. - "La thermodynamique de la vie". La Recherche, juin 1972.

de ROSNAY J. - "Le macroscopie". Seuil, 1975.

THOM R. - "Mathématiques de la morphogénèse". 10/18, 1974.