

**Revue Internationale de**

ISSN 0980-1472

**systemique**

Vol. 11, N° 2, 1997

**afcet**

DUNOD

**AFSCET**

**Revue Internationale de**  
**systemique**

**Revue**  
**Internationale**  
**de Sytémique**

volume 11, numéro 2, pages 177 - 214, 1997

Un modèle dynamique des systèmes sociaux  
pour analyser et comprendre  
les changements d'état de l'organisation

Didier Cuménil

[Numérisation Afcet, mars 2016.](#)



Creative Commons

#### **World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics**

Ce congrès aura lieu à Caracas (Venezuela) du **7 au 11 juillet 1997**.

Envoi d'un texte condensé (500 à 1500 mots), en principe avant le 17 janvier 1997. Notification de l'acceptation éventuelle à partir du 10 mars.

Inscription : 350 dollars.

Renseignements et correspondance : Prof. Nagib Callaos (Président), Simon Bolivar Universidad, Departamento de Procesos y Sistemas, A.P. 89000, Caracas, Venezuela.

Tél./Fax : + 58-2-962 15 19.

#### **First International Conference on Computing Anticipatory Systems**

Ce congrès aura lieu à Liège (Belgique), du **11 au 14 août 1997**, dans les locaux de l'École HEC.

Envoi d'un résumé de trois pages en anglais au Dr Ir Daniel Dubois avant mars, du texte définitif, prêt à photocopier, avant juin 1997.

Frais d'inscription : 4 800 francs belges avant le 31 mai et 6 000 francs belges après cette date.

Renseignements et correspondance : asbl CHAOS, Dr Ir Daniel Dubois, Institut de Mathématiques, Université de Liège, avenue des Tilleuls, B-4000, Liège, Belgique.

Télécopie : + 32-4-366 94 89.

#### **14 th European Meeting on Cybernetics and Systems Research, EMCSR 1998**

Le 14<sup>e</sup> EMCSR, organisé par l'Osterreichische Studiengesellschaft für Kybernetik, aura lieu à l'Université de Vienne du **14 au 17 avril 1998**.

Pour tout renseignement écrire à :

Prof. Robert Trappl, Département de cybernétique médicale et d'intelligence artificielle, Universität Wien, Freyung 6/2, A-1010 Vienne, Autriche.

Tél. : + 43-1-53532810, Fax : + 43-1-5320652.

### **UN MODÈLE DE DYNAMIQUE DES SYSTÈMES POUR ANALYSER ET COMPRENDRE LES CHANGEMENTS D'ÉTAT DE L'ORGANISATION**

SAXSO<sup>1</sup> : Un simulateur pour étudier les organisations sur un plan longitudinal afin d'expliquer comment elles évoluent au cours du temps. Une simulation pour tisser la connaissance entre les disciplines de gestion.

Didier CUMENAL<sup>2,3</sup>

#### Résumé

Le modèle, que nous présentons, analyse les changements d'état de l'organisation au cours du temps. Il décrit et étudie un ensemble de processus qui détermine la dynamique des organisations. Il s'efforce de distinguer les forces et les pressions qui irradient l'entreprise et qui engendrent, au cours de son histoire, des formes stables et instables. Il se propose de mettre en évidence un certain nombre « d'inducteurs » qui contribuent à améliorer ou dégrader les performances de l'entreprise.

Le simulateur « S.A.X.S.O. », que nous avons dérivé d'un métamodèle, fait vivre une organisation sur une longue durée. Un exemple d'application permet d'analyser les réussites et les échecs des transformations de l'organisation. La « chrono organisation » va nous permettre de montrer, sur une longue période, le synchronisme et le déphasage existant entre les processus évolutifs. Nous poserons comme hypothèse que le changement résulte des interactions dynamiques entre les processus structurant l'organisation.

Enfin le modèle permet d'intégrer les connaissances relevant de disciplines diverses et autorise la transdisciplinarité.

#### Abstract

The model described in this article, analyses changes in the state of the organisation in time. It describes a set of processes which determine the

1. Simulateur pour Analyser et eXpérimenter des Stratégies d'Organisation.

2. Professeur au CERAM, E.S.C. de Nice-Antipolis, département M.O.I. Professeur en Organisation et en Management des Systèmes d'information, département Management et Organisation Internationale de l'École supérieure de commerce de Nice.

3. Professeur associé à l'Université de Technologie de Compiègne, département T.S.H. Professeur de Stratégie d'Entreprise, département Technologie et Sciences de l'Homme de l'Université de technologie de Compiègne.

dynamics of organisations. It tries to show all the forces and pressures which act within a firm and which generate, all along its history, both stable and unstable situations.

The model will show a certain number of "inductors" which can improve or on the contrary worsen the results of the firm.

The "S.A.X.S.O." simulator, which is the result of a metamodel, simulates long term behaviours of an organisation. A practical example analyses the successes and failures of transformations of the organisation. The "chrono organisation" will allow us to show, on a long term basis, the synchronism or desynchronism which can exist between evolving processes. One hypothesis is that changes result from dynamic interactions between those processes which structure an organisation.

Finally, the model allows an integration and combination of knowledge to various disciplines, and leads to transdisciplinarity.

## I. INTRODUCTION : LE CONSTAT, LA PROBLÉMATIQUE, LE CHAMP D'ÉTUDES

Les entreprises sont de plus en plus soumises à des forces ou à des pressions externes et internes. Celles-ci sont d'ordre économiques mais aussi organisationnelles et humaines. Aujourd'hui les crises, viennent aussi bien de l'intérieur que de l'extérieur de l'entreprise. Dans un contexte turbulent il semble que le développement des organisations passe par leur capacité à tisser des synergies entre leurs domaines d'activité et à maîtriser leurs transformations successives au cours du temps.

Nous rappelons avec N. Khandwalla (1), que les domaines de l'étude des organisations recouvrent : l'analyse des structures et la répartition des rôles en terme de division du travail; la recherche des règles de fonctionnement permettant d'optimiser les résultats (le processus qualité, par exemple) ; la compréhension de la façon dont les groupes et les partenaires travaillant dans l'organisation affectent celle-ci et comment en retour ils sont marqués par les caractéristiques de l'organisation; l'étude des propriétés de l'organisation et de ses changements d'état au cours du temps. C'est ce dernier axe qui nous avons privilégié pour nous intéresser à la dynamique de la transformation et de l'évolution de l'organisation.

On s'est souvent plus intéressé à définir la typologie des configurations organisationnelles (2), qu'à chercher à modéliser et à comprendre les forces et les pressions qui les faisant évoluer. Cependant toute organisation existe dans la durée et c'est dans la durée qu'il faut comprendre le changement. Notre étude se focalisera donc sur l'analyse des processus dynamiques qui permet

d'observer et d'interpréter les changements d'état de l'organisation. Ces processus sont eux mêmes soumis à des forces que nous tenterons de mettre en évidence.

Notre travail, nous a donc amené à nous poser un certain nombre de questions en rapport avec la dimension temporelle des organisations :

Comment l'organisation se forme, se déforme et pourquoi résiste-t-elle au cours du temps au changement ? Comment se fait-il que des décisions bonnes à court terme s'avèrent contre intuitives à long terme ? L'organisation est ponctuée au cours du temps par des événements internes et externes qui modifient les rythmes, l'harmonie de l'organisation. Le changement ou la stabilité semblent être le carrefour de champs de forces qui s'exercent entre les processus de l'organisation.

On l'aura compris, pour nous l'organisation n'existe que dans le temps et c'est dans celui-ci que l'on doit essayer de la comprendre. L'utilisation et la pratique de la dynamique des Systèmes dans nos travaux, vont nous permettre de représenter qualitativement les changements d'état d'une organisation et d'analyser les forces qui sous tendent son mouvement. Les formes associées à la dynamique résultent d'une succession de transformations au cours du temps qui décrivent quelques uns des états les plus révélateurs du système. Aujourd'hui les diagnostics et les audits organisationnels ont trop tendance à figer le système en faisant une coupe temporelle dans le présent. Cette dernière a pour objectif de déterminer la cause profonde à un moment donné qui devient alors le facteur explicatif unique ! Mais il y a pourtant des forces qui proviennent du passé et qui influencent par effet de rayonnement les situations présentes et futures. Ce réductionnisme statique est gênant pour la compréhension de nos organisations, car la cause isolée à un instant donné n'est pas la clé qui ouvre les portes du temps pour comprendre l'évolution des organisations complexes. L'on sait par expérience qu'il y a des causes à causer des causes qui causent à leur tour des causes ! C'est la métaphore bien connue de la poule et de l'œuf ou de l'œuf et la poule. De plus les approches traditionnelles se focalisent a priori sur l'organisé alors que ce qu'il nous semble important, c'est l'organisant comme, par exemple, un changement de propriétés dans l'un des composants de l'organisation. Le problème revient donc à rechercher les inducteurs du changement qui transforme les organisations au cours de leur vie.

Les réponses à ces questions sont fondamentales et relèvent directement, à notre avis, des Sciences de la Gestion qui étudient les conditions pour constituer et mobiliser de façon optimum le potentiel interne de l'entreprise. Nous ne recherchons pas ici des lois mais seulement des principes suffisamment explicatifs et généraux pour décrypter les processus de transformation de

l'entreprise et la nature des changements qui en résulte. Pour cela nous présenterons un modèle qui tente d'analyser les changements d'état de l'organisation déclenchés par les forces et les pressions qui l'irradient au cours du temps. Nous avons bâti un système organisationnel et avons simulé la dynamique de son évolution. Notre système, comme nous verrons par la suite, est basé sur des finalités qui ne sont pas essentiellement économiques.

Nous ne cachons pas non plus notre intérêt pour le champ interdisciplinaire qui a motivé pour une grande part notre travail. Nous pensons que l'enseignement en gestion doit aujourd'hui permettre de tisser la connaissance du futur entrepreneur de demain. Les décideurs gèrent dans l'entreprise des systèmes complexes qui évoluent rapidement. Dès lors nos étudiants doivent être impérativement en mesure de recevoir une formation à la systémique permettant de mieux intégrer les disciplines de gestion. L'effet mosaïque (enseignement spécialisé) est encore très présent dans la pédagogie et il devient essentiel que les apprenants identifient les interactions entre les fonctions de l'entreprise afin d'améliorer leurs processus de décision. Nous prônons donc un enseignement permettant de bâtir une connaissance transdisciplinaire. La pédagogie visant à privilégier l'intégration transversale des connaissances de gestion est un vecteur de progrès important. Pour cela nous pensons que l'apprentissage à la modélisation par la dynamique des systèmes nous semble une voie encourageante pour apprendre à décider en univers complexe.

## II. NOTRE APPROCHE, NOS OBJECTIFS ET LES FONDEMENTS ÉPISTÉMOLOGIQUES SOUS-JACENTS

Notre démarche s'appuie sur la construction d'un modèle interactif dont le premier objectif est de repérer et de modéliser les principaux processus dynamiques de l'entreprise indépendamment de ses fonctions verticalisées. Le second objectif de ce modèle est d'identifier les facteurs de développement et d'inhibition de l'organisation, pour cela nous rechercherons les chaînes causales qui déterminent chaque processus. C'est la problématique de l'organisation levier et de l'organisation frein. Le troisième objectif, par nature pédagogique, est d'apprendre aux managers à gérer et à maîtriser les changements de l'organisation à travers le temps. Notre modèle permet de bâtir une pédagogie active en simulant un ou plusieurs micro-mondes organisationnels sur ordinateur. D'autre part cette simulation interactive, puisque l'homme décide constamment, devient alors pour un observateur extérieur, un révélateur

des comportements et des styles de management des hommes. Nous avons surtout privilégié dans cet article les deux premiers objectifs.

### Avant tout un projet de connaissance sur l'intelligibilité des systèmes complexes

Notre approche fait résolument appel aux principes du constructivisme auxquels nous souscrivons pleinement. Comme le dit L.J. Brouwer (mathématicien) le réel existant et connaissable peut être construit par ses observateurs qui deviennent dès lors des constructeurs ou des modélisateurs. Ces derniers ne se représentent pas généralement des choses mais des interactions sur ces choses.

Notre modèle n'a pas pour but de générer des hypothèses à vérifier mais de contribuer à la compréhension des mondes possibles en gestion. Ainsi, il tente de construire différents micro-mondes, véritables laboratoires de concepts où les managers peuvent exercer leur talent. Il n'a surtout pas la prétention d'analyser en profondeur le monde de la gestion. C'est avant tout un projet de connaissance sur l'intelligibilité des systèmes complexes dans l'entreprise, et en particulier sur leurs interactions. Nous ne cachons pas aussi que notre orientation générale est normative. Elle consiste in fine à définir un modèle de fonctionnement qui peut devenir l'un des référentiels pour affiner les décisions de gestion et d'organisation. Enfin nous avons mis entre parenthèse l'être humain, au sens de l'individu. Quelques uns trouveront là une limite à notre représentation construite. Nous ne voulons pas de « bruit de fond » correspondant à des logiques d'acteurs exerçant des jeux de pouvoirs personnels toujours difficile à expliciter en particulier dans les grands systèmes évolutifs. Certes le groupe social est bien là. Il apparaît en filigrane dans notre modèle à un niveau collectif, alors que l'individu qui le compose est volontairement masqué.

Notre démarche de modélisation est donc globale, interactive et dynamique :

- **Globale**, parce que nous ne partons pas du niveau microscopique de l'organisation pour aller vers les entités macroscopiques par le simple jeu d'un mécano. Nous voulons, à l'exemple d'Edgar Morin (3), conjointre, relier plutôt que séparer, disjoindre. Nous ne pensons pas en effet que le réductionnisme, qui raisonne sur des composants élémentaires de l'organisation, permette d'accéder à la compréhension de la dynamique globale de l'organisation. Notre approche volontairement systémique, s'efforcera de mettre en évidence des processus de régulation et d'amplification qui font que

l'organisation se maintient, évolue et cela au-delà de ses composants élémentaires. N'a-t-on pas dit que le tout est plus que les parties qui le compose !

- **Interactive**, parce que nous nous efforcerons de décrire l'organisation en terme d'interrelations, de relations causales non linéaires traduisant des forces de cohésion, de rupture, et de progression. Nous avons l'ambition de construire une connaissance sur les interactions qui constitue notre expérience du monde de l'entreprise que nous avons pratiqué depuis plusieurs années. Nous faisons aussi interagir l'homme sur le système artificiel, le micro-monde simulé. L'homme agit donc sur le modèle en même temps que celui-ci le détermine aussi.

- **Dynamique**, parce que nous ne voulons pas rester et raisonner dans le temps de l'actuel, de l'instantané. Nous ne ferons pas une simple coupe temporelle de l'organisation, au contraire le temps est pour nous un allié précieux pour observer et comprendre les phénomènes latents, progressifs qui mènent à l'éclosion ou à l'érosion des organisations. La dynamique exprimera les changements d'état au cours de la vie de l'organisation sous la pression des forces qui engendrent les métamorphoses.

Observer une organisation et réfléchir sur son évolution durant plusieurs dizaines d'années n'est pas toujours possible à l'échelle humaine du manager. Le modèle dynamique devient alors un outil d'investigation de l'histoire et du devenir de l'entreprise. Il permet de comprimer le temps grâce aux simulations réalisées sur de petites mais puissantes machines informatiques. Il devient alors possible de faire vivre en quelques minutes une organisation et de découvrir en son sein les germes conduisant à son développement ou au contraire à sa disparition inéluctable. On cherchera aussi à comprendre le changement des organisations en faisant apparaître à travers la coupe longitudinale du temps (successions de clichés de l'organisation) de nouveaux processus dynamiques. La métaphore du film est ce qui semble le plus symboliser les travaux sur la dynamique des organisations.

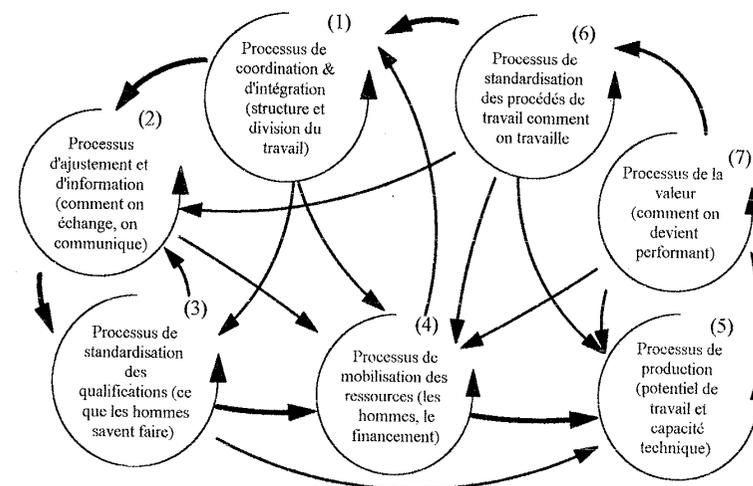
Notre modèle est déterministe parce qu'il n'y a pas de variables aléatoires et de modification de la structure au cours du temps pendant lequel dure la simulation. Le déterminisme conduit à définir la variation de chaque état de l'organisation au moyen d'une équation aux différences finies. Mais notre modèle « S.A.X.S.O. » introduit des nœuds de décision et fait que le choix des possibles à chaque instant de la simulation génère une infinité de comportements futurs. Par ailleurs notre modèle intègre des niveaux d'organisation (infrastructure et superstructure) constitués de processus dynamiques reliés entre eux par un réseau externe. Ainsi chaque processus dynamique dépend des autres.

La complexité du système à un moment donné est déterminé par le point de rencontre de plusieurs processus dynamiques.

Avec plus de cinq cent variables, le modèle est capable de créer du « bruit » et des turbulences à partir de l'ordre et de générer des réactions contre-intuitives qui émergent de la confrontation du court terme avec le long terme.

### III. LE PÉRIMÈTRE DE REPRÉSENTATION DU MODÈLE GÉNÉRAL

Il est déterminé par les sept processus ci-dessous :



Les processus ci-dessus sont en interaction les uns avec les autres. Les interdépendances sont schématisées par des flèches qui matérialisent d'une part le réseau externe et d'autre part les liaisons internes. Le processus est lui-même constitué intérieurement d'un réseau d'opérateurs reliés entre eux et qui sous la pression d'événements déclenche une ou plusieurs actions de régulation ou d'amplification. Le processus de qualification du personnel, par exemple, est composé d'opérations de recrutement, de formation et d'apprentissage, etc. qui caractérisent le niveau des connaissances professionnelles. On voit alors le changement sous la forme de boucles de rétroaction et non en terme de lignes de forces. L'organisation devient alors un système qui gère l'interaction entre les interactions !

- Nous nous sommes tout d'abord intéressés aux structures hiérarchiques (processus n° 1 sur le graphisme) qui amènent l'ordre ou le désordre, la continuité ou le changement. Nous avons intégré les fondements de la division organisationnelle du travail (intégration et différenciation) et la nature des tâches (de la spécialisation à la polyvalence). Notre centre d'intérêt et notre champ d'action sont avant tout ceux de l'organisation. C'est pour cela que notre modèle privilégie la structure qui, nous le pensons, est l'un des facteurs clés du processus de changement global sur le long terme.

- Les systèmes d'information et les échanges ont été aussi pris en compte (processus n° 2). C'est la nature de la tâche, la compétence requise, le nombre de niveaux hiérarchiques et le poids de la règle qui déterminent la fluidité et l'intensité des messages échangés.

- La qualification moyenne qui traduit le niveau global des compétences des hommes (processus n° 3). Ce processus pose aussi la question du niveau de professionnalisme souhaité et soulève le problème de l'apprentissage en fonction de la complexité de la tâche. La différence entre la compétence requise par la tâche et la qualification réelle est traduite par un écart qui agit directement sur la qualité dans le travail et sur les attitudes humaines.

- Le processus de mobilisation des ressources (n° 4) est une composante essentielle de la performance de l'organisation. La motivation ou l'apathie dans le travail, la tension, le retrait ou la non implication des hommes ont un impact direct sur le potentiel de production. De même la capacité de financement et d'endettement sont des leviers ou au contraire des freins au développement de l'entreprise.

- Le processus de production (n° 5) est déclenché par la demande client (flux tiré) et est traité par les ressources opérantes de l'entreprise constituées principalement, dans notre modèle, par les hommes et les systèmes techniques. Les effectifs sont mouvementés des entrées et des sorties (recrutements et départs). Le potentiel de traitement dépend des effectifs et de la productivité par salarié qui est elle-même fonction d'un certain nombre de facteurs influents.

- Le processus de standardisation des procédés de travail (n° 6) est lié aux procédures dont l'intensité traduit, en nombre de règles, le degré plus ou moins formel de l'organisation. La qualité, la fluidité des systèmes d'information au même titre que les comportements et les attitudes des hommes sont aussi influencés par ce processus.

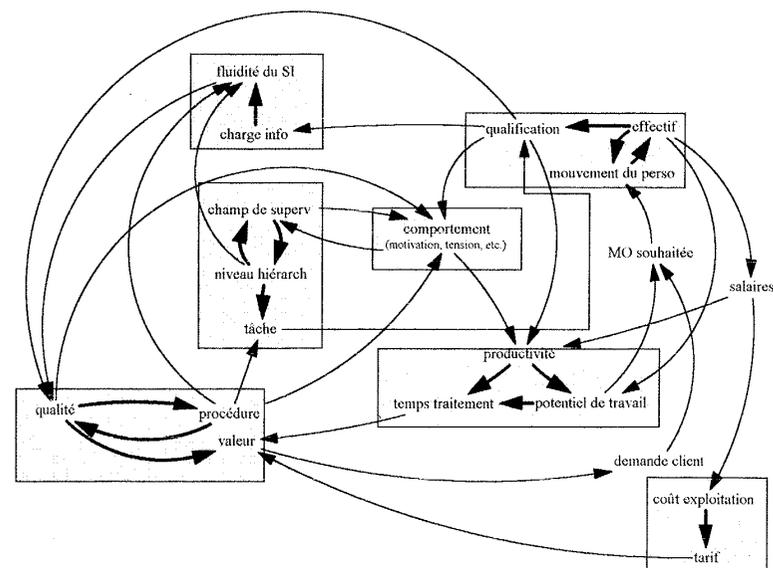
- Enfin l'environnement économique et social (n° 7) prend en compte la notion de cycles économiques auxquels on a superposé celui de la pression

syndicale et sociale externe. Le milieu extérieur exerce une pression sur l'organisation, il est constitué de banques d'affaires, d'actionnaires, d'institutions régionales, etc. Par ailleurs, c'est ici que l'on trouvera le poids de la concurrence. Notre modèle intègre, à cet effet, la notion de valeur (rapport performance-prix) qui agit directement sur la demande de la clientèle et plus globalement sur la part de marché.

Il convient de noter l'existence d'une boucle externe (flèches en gras) produite par la succession de processus constitués eux-mêmes de réactions et de rétroactions qui agissent en interne. Ce processus global extérieur ressemble à l'hypercycle de Eign (13) qui décrit en biologie un réseau autocatalytique (succession de réactions qui se rebouclent sur elle-même). Chaque processus dépend de cette boucle externe et en même temps chacun la détermine aussi !

Chaque boucle de rétroaction décrit une chaîne de causalités circulaires. Le comportement dynamique qui en découle est traduit soit par une force d'inhibition ou de maintien, soit par un effet d'amplification du système entraînant son comportement à la hausse ou à la baisse.

Comme le dit Michel Karsky (4) : « le terme dynamique implique la notion de forces agissantes, notion qui prise au sens large, est la cause de tout changement ». Nous avons affiné chacun des processus ci-dessus en représen-



tant quelques unes des variables d'état et de flux. Le schéma ci-après présente certaines de ces variables.

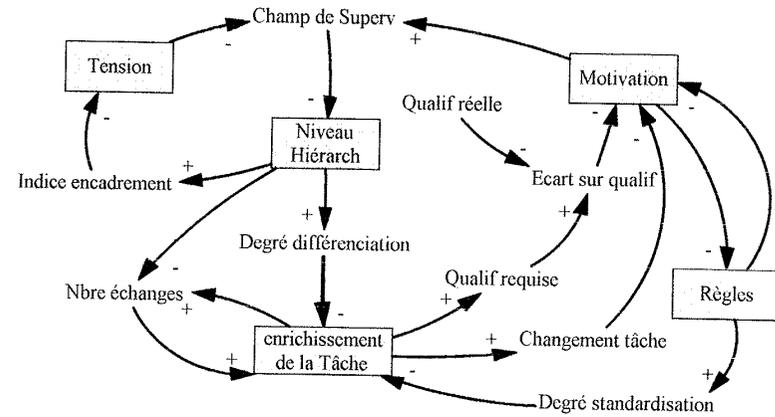
#### IV. L'ANALYSE CAUSALE DE CHAQUE PROCESSUS OU SOUS-MODÈLE

Pour décrire la dynamique en action dans chacun des processus nous pouvons les analyser plus en détail en schématisant les principales interactions qui relient les variables entre elles. On formalise ces relations en diagramme causal et on détermine pour chaque boucle de rétroaction la valeur de sa polarité ; voir à cet effet l'ouvrage de Michael R. Goodman (5).

Pour illustrer le premier processus de coordination et d'intégration, on peut imaginer une petite structure composée d'un chef et de ses quatorze subordonnées. On dit alors que le champ de supervision ou d'encadrement est égal à quatorze collaborateurs. En supposant que ce personnel est professionnel et suffisamment motivé et qu'il a de plus une certaine compétence dans le métier, le « chef » n'a pas d'autres soucis que d'assurer pleinement sa mission de manager. Mais si on décide de diminuer la masse salariale en embauchant des plus jeunes sans expérience et sans qualification à la place des anciens qui quittent progressivement l'entreprise, ou peut alors assister au phénomène suivant :

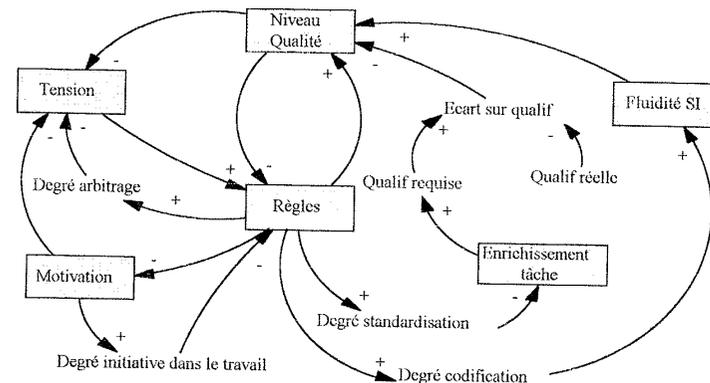
La motivation chute car la qualification requise par le travail ne correspond pas à la compétence réelle du nouveau personnel embauché. Celui-ci se relâche car il s'aperçoit qu'il ne pourra pas assumer toutes les responsabilités professionnelles qu'il juge hors de sa portée. Le responsable est alors obligé de s'impliquer dans le travail de ses collaborateurs, pour les assister directement. Il ne peut donc plus remplir ses missions de pilotage. De plus les « anciens » régulaient ou atténuaient les tensions et les conflits des plus jeunes, ce qui n'est plus le cas depuis le départ de ces professionnels. En conséquence l'un des scénarios possibles est de créer un ou plusieurs niveaux hiérarchiques supplémentaires avec chacun à leur tête un « sous-chef » chargé d'encadrer une équipe plus réduite. Cela restreint le champ de supervision et permet ainsi un meilleur contrôle du travail en découpant plus finement le travail, mais appauvrit la tâche (voir diagramme suivant).

Nous avons représenté ci-après chacun des autres processus en détaillant autant que possible les principales interactions entre les variables. Chacune des flèches a été signée déterminant ainsi des polarités positives (+) ou négatives (-). L'ensemble des flèches déterminent à leur tour des boucles de

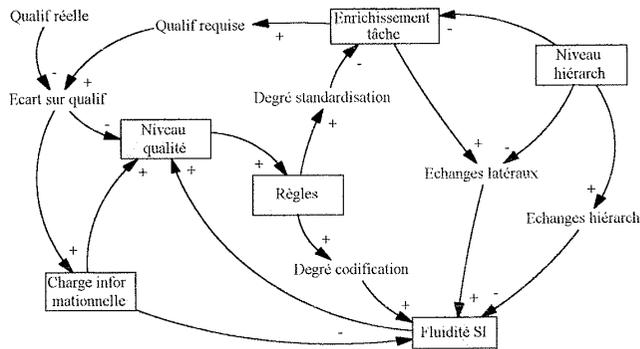


rétroaction positives ou négatives. Ainsi la boucle : « règles - degré de codification - fluidité du système d'information - niveau qualité - règles » est un chemin dans un graphe signé négativement (un seul signe moins). Cela traduit généralement un comportement robuste qui tend à maintenir ou entraîner le système vers un état stationnaire.

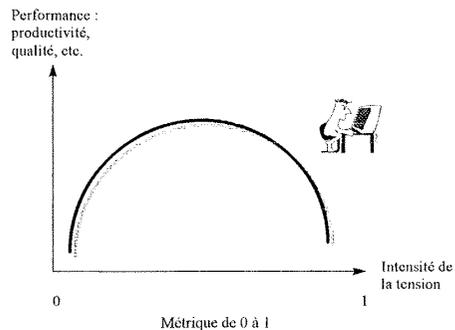
Les règles de gestion et d'organisation sont formées en réaction à des problèmes de qualité, de conflits, de démotivation ou d'apathie dans le travail. La pression des règles agit à son tour sur d'autres variables (voir le schéma qui suit, à cet effet). Alvin Gouldner (6) a présenté une étude intéressante sur l'organisation bureaucratique et, notamment, a analysé le rôle joué par les procédures.



Le diagramme ci-dessous met en évidence les facteurs qui déclenchent des changements dans les propriétés du système d'information. La charge informationnelle (densité de l'information) disponible pour chaque acteur de l'organisation et la fluidité ou la vitesse de circulation de l'information sont ainsi des propriétés qui caractérisent le système d'information. Par exemple, la procédure en codifiant les données accélèrent la transmission de l'information, puisque les messages sont raccourcis. Une qualification insuffisante peut déclencher un supplément d'informations pour pallier cette carence. Mais un excès d'information alourdit aussi la transmission d'informations et engendre des coûts administratifs supplémentaires. Ce n'est d'ailleurs pas la sur-information qui dicte la décision.

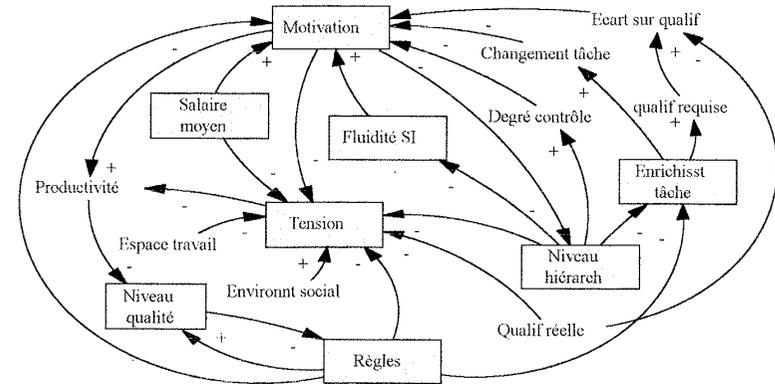


Les attitudes collectives du personnel sont caractérisées par la tension et la motivation dans le travail. Nous avons représenté graphiquement dans le modèle les comportements humains relevant de principes connus et généralement admis. La dynamique qualitative nous a permis d'esquisser graphiquement quelques comportements dont la métrique est relativement simple. Voici un exemple :



Ce schéma traduit le fait qu'il faut être un peu stressé pour être performant ! Mais un excès de stress, au contraire, entraîne une dégradation rapide des performances. Demandons, à un étudiant ce qu'il pense à la veille d'un examen ! Ce qui est important c'est la forme, la topologie des attitudes et des comportements collectifs observés. Le modèle permet dans un premier temps de dessiner les formes correspondantes à ces attitudes et dans un second temps, une fois que l'on obtient un consensus sur la description qualitative, de graduer les formes décrites en leur attribuant des valeurs, généralement comprises entre 0 et 1.

D'autres inducteurs agissent aussi sur la motivation et la tension. Le schéma, qui suit, illustre les nombreuses interactions qui influencent ces variables humaines :



En particulier on peut observer que l'écart sur qualification résultant de la compétence requise et de la qualification réelle agit sur la motivation au même titre que la marge d'initiative ou le degré de contrôle. En outre l'incidence de la rémunération, l'impact de la vitesse d'information, l'influence du degré de codification de l'organisation, et l'intensité du changement dans la nature du travail à accomplir sont d'autres facteurs clés pour expliquer comment l'organisant modifie l'organisé.

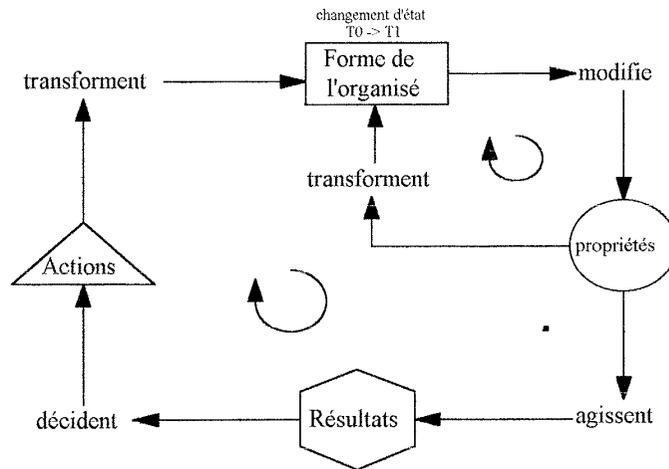
On pourra constater aussi que la tension ressentie par l'ensemble du personnel est sous l'influence simultanée des paramètres suivant :

Un environnement social et syndical qui agit sur l'entreprise comme une caisse de résonance. Des incidents « qualité » dégradant le climat professionnel. Une distance hiérarchique créant un effet d'éponge entre la base et le



des objectifs stratégiques (ou ligne d'horizon); mais aussi compte tenu des états antérieurs de l'organisation qui peuvent contrarier ou encourager sa capacité à s'adapter ou à évoluer.

Chacun de nos sous modèles ou processus peut être représenté par l'enchaînement des concepts suivants :



Mais comme on peut l'observer ci-dessus le changement d'état d'un système organisé modifie ses propriétés et entraîne par réaction d'autres altérations qui transforment progressivement tout ou partie du système. Par exemple un changement de structure hiérarchique (état organisé) peut allonger les circuits d'information et par conséquent ralentir le processus d'échanges. A son tour le manque de fluidité du système d'information (propriété) peut déclencher des erreurs et diminuer à terme le niveau de qualité (résultats). En réaction le système va, par exemple, produire des règles de gestion et d'organisation qui vont transformer l'organisé. Le schéma montre comment les propriétés modifiées du système rentrent aussi en ligne de compte dans le processus de décision. Ainsi les résultats financiers et économiques ne sont-ils pas les seules données pertinentes à prendre en compte pour décider sur le système.

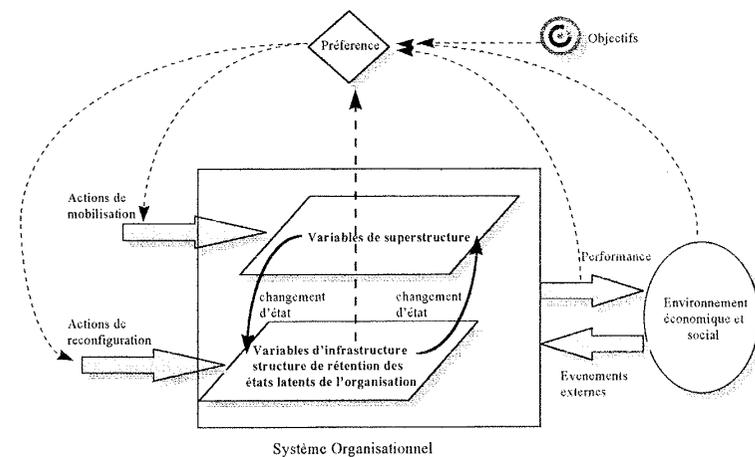
L'état organisé correspond, selon nous, à des propriétés homogènes et constante de l'organisation au cours du temps, c'est-à-dire ne variant pas constamment d'un instant à un autre. Par exemple le taux de contrôle ou le champ de supervision de chaque structure dans une entreprise ne peut pas changer en

permanence sinon le le personnel ne serait plus à quel « saint » se vouer ! Si c'était le cas on rentrerait, tôt ou tard, dans une situation chaotique fatale à l'organisation.

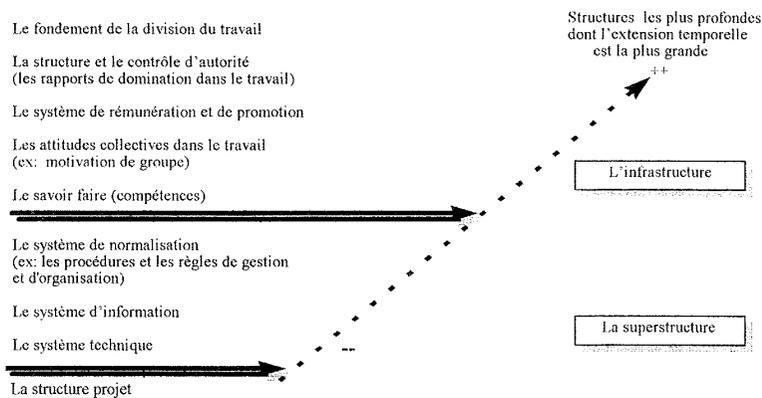
La forme décrit l'esthétique de l'organisation, c'est-à-dire, les régularités ou les singularités à travers un certain nombre de variables ou de propriétés typiques. Techniquement les formes sont des fonctions représentant chacune de ces variables. La forme n'existe et ne se déploie que dans le temps, elle exprime la hiérarchie, la séparation, la connexion. La structure pyramidale ou aplatie, le séquençage et le degré de morcellement des tâches dans un processus, la typologie des circuits et des réseaux d'information dans l'entreprise, etc. sont autant de configurations qui déterminent les propriétés ou les caractéristiques de l'organisation.

Quand les formes changent, les propriétés en sont aussi affectées. La polyvalence des tâches, par exemple, exige une compétence plus large. Elle conduit à redéfinir de gré ou de force les fonctions et les caractéristiques du poste de travail du fait d'un niveau de concentration d'opérations plus élevé. Par ailleurs les altérations des propriétés de l'organisation influent directement sur les performances ce qui conduit les acteurs stratégiques à procéder à des réformes de structure.

Le métamodèle, selon notre conception (12), intègre chaque sous système dans une représentation élargie où l'on distingue deux niveaux d'organisation : la superstructure et l'infrastructure; nous précisons par la suite ces deux concepts. Le graphique qui suit décrit cette configuration.



Le système organisationnel ci-dessus est constitué d'une structure de réten-tion ou noyau d'interactions qui exercent, au cours du temps, des pressions structurelles latentes et plus lentes. Nous l'avons appelé infrastructure. Il existe aussi, selon nous, un niveau plus fluctuant ou plus mobile, qui constitue la structure de surface de l'organiasation et que nous avons appelé superstruc-ture. Voici quelques unes des variables qui constituent ces deux niveaux :



- Le niveau « Infrastructure » décrit les structures les plus profondes dont l'extension temporelle est la plus grande. Elles traduisent des effets retardés suite à des décisions ponctuelles.

Par exemple, on constate que les niveaux de responsabilité et le contrôle d'autorité perdurent dans l'organisation. De même la nature de la tâche, qui est le fondement de la division du travail, est appelé à évoluer assez lentement dans l'entreprise. Ainsi une compagnie d'assurances a une activité de courtage impliquant des tâches spécialisées. Une opération de restructuration urgente qui vise à réduire fortement les capacités improductives et à rééquilibrer les activités entre les collaborateurs est finalement arrêtée. En effet on s'aperçoit que celle-ci va enrichir les tâches (plus de polyvalence) augmentant le niveau des compétences requises qui devient largement supérieur à la qualification réelle du personnel. Il y a alors de fortes chances que la reconfiguration rapide des activités soit un échec à cause de la démotivation qui en résulte.

D'une manière générale l'infrastructure mémorise des états dont les propriétés ont un caractère de fixité dans le temps. Face à des événements, elle réagit de façon inertielle. Les réactions peuvent être très lentes au départ mais peuvent toutefois évoluer rapidement au bout d'un certain temps et générer des effets contre

intuitifs à long terme. En dynamique des systèmes on traduit généralement ces phénomènes par des délais d'ordre « N » dont la valeur attribuée à cet indice précise l'importance du retard. Plus « N » est grand plus le retard est important. La résistance au changement peut aussi être simulée par une fonction de lissage exponentielle qui mémorise les réactions sous la forme d'états successifs. Tout événement qui survient est confronté au profil lissé des variables décrivant l'infrastructure. L'intensité de l'écart entre la moyenne ainsi affinée et l'événement qui survient dans le processus détermine des réactions plus ou moins fortes.

- Le niveau « superstructure », qui apparaît dans le schéma ci-dessus, s'efforce de réguler la pression des événements internes et externes ; il joue le rôle d'interface entre la structure profonde de l'organisation et le domaine du conjoncturel ou de l'événementiel. Par exemple si la concurrence devient plus vive et si par ailleurs les clients augmentent leur niveau d'exigence, la direction développera un système qualité dont la face visible est représenté par des nouvelles procédures de gestion et d'organisation. Cette différenciation par la qualité peut évidemment procurer à l'entreprise un avantage concurrentiel, mais aussi tendre à standardiser toute l'organisation en limitant de ce fait l'innovation et la créativité.

Le niveau superstructure a un degré de temporalité moindre que celui de l'infrastructure. Les variables qui composent ce niveau évoluent plus rapidement sous la pression des événements. Leurs valeurs sont donc beaucoup moins permanentes dans le temps et leurs niveaux ou états fluctuent plus facilement. Ainsi les équipes projet se font et se défont au rythme des innovations et des réformes de structure ou de fonctionnement.

### Comment est crée la dynamique du changement de l'organisation ?

Les événements sont soit externes (la pression sociale et syndicale par exemple), soit internes. Dans ce dernier cas ils sont déclenchés par des changements d'état de l'infrastructure ou de la superstructure.

Par exemple une modification du système de rémunération à l'avantage du salarié peut influencer sa motivation dans le travail. Si les avantages matériels reçus deviennent inférieurs aux contributions fournies alors il y a début d'insatisfaction qui est à même de provoquer des changements dans le rythme de la production. Sur ce sujet on lira avec profit Pierre Morin (15) sur la formation des enjeux dans une situation de travail.

Les propriétés caractérisant les processus sont modifiées en cascade. Ainsi, toute chose égale par ailleurs, si la productivité baisse, les encours de production et les délais de livraison augmentent alors, entraînant à la baisse la valeur

des biens ou des services perçue par le client. De même si la structure hiérarchique passe d'une forme dite en « râteau » à un autre état qu'on appelle « corde à nœud », le champ de supervision ou d'encadrement du personnel se réduit en même temps que s'allonge les niveaux hiérarchiques. Concurrément à cette transformation, il y a modification d'un certain nombre de propriétés comme l'intensité des échanges ou la vitesse de circulation de l'information.

Quand la valeur de certaines propriétés atteint un point singulier ou critique pour le bon fonctionnement de l'organisation, il y a alors déclenchement d'actions de reconfiguration ou de mobilisation. Nous pensons que l'activation des propriétés conduit le système à s'organiser et à changer de forme dans le temps. Comme nous l'avons écrit ci-dessus les changements d'état ou de forme de l'organisé modifient par retour des choses les propriétés qui deviennent à leur tour des inducteurs du changement. Ainsi tour à tour l'organisé et l'organisant sont pris dans un réseau de détermination mutuelle.

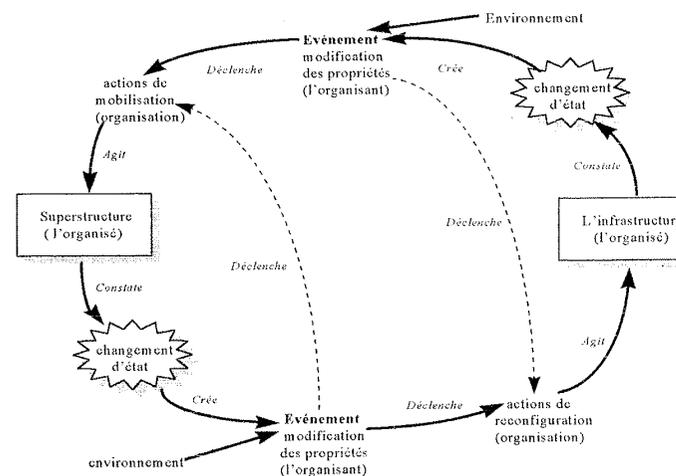
Représentons cette dynamique du changement dans une grande boucle de rétroaction qui réunit, dans le temps de l'évolution, les variables composant l'infrastructure et la superstructure.

Dans le schéma ci-dessous, on a schématisé l'impact des changements d'état sur les propriétés de l'organisation. En fonction de l'importance des modifications, les propriétés deviennent à leur tour des événements qui déclenchent des actions soit de mobilisation, soit de reconfiguration. Nous nous sommes rapprochés, à cet égard, des travaux du Professeur Colette Rolland et de son équipe (7) qui ont présenté un modèle dynamique s'appuyant sur les changements d'état des objets d'un système d'information.

Les actions de mobilisation visent l'obtention de ressources financières, mais elles touchent aussi le recrutement et le niveau de qualification choisi pour le personnel embauché. Elles mettent en jeu l'acquisition des connaissances soit sous la forme de nouvelles règles qui produisent un savoir codifié, soit le transfert du savoir par le jeu de l'apprentissage et de la formation.

Les actions de reconfiguration correspondent à une refonte en profondeur de l'organisation. C'est le domaine du réingénierie qui amène des réformes de structure de l'organisation mais conduit aussi à une reconfiguration du savoir être et du savoir faire du manager.

Le modèle met en évidence une rétroaction entre les niveaux de superstructure et d'infrastructure, c'est ce que Douglas Hofstadter (8) appelle une boucle étrange. Il y a interaction entre les deux niveaux telle que la superstructure influence l'infrastructure en même temps que celle-ci détermine la première !



La dynamique est expliquée par l'intégration mathématique d'événements sous la forme de flux. Ces événements sont soit internes, créés par des changements d'état de l'organisation, soit externes du fait de la pression de l'environnement. L'intégration mathématique d'événements ponctuels conduit au niveau global de l'organisation qui n'est que le résultat, à un moment donné, d'un ensemble de lignes de forces et de pressions qui se sont exercées sur les fonctions d'état.

Le modèle que nous avons élaboré est une interprétation de la réalité et est aussi notre volonté de mettre en œuvre un monde d'organisation et de gestion simulé par les dynamiques du changement. Pour nous, le modèle devient un amplificateur de la pensée managériale, un terrain d'expérimentation où chacun peut s'exercer et apprendre, par exemple, à gérer les contradictions existantes entre le court terme et le long terme.

Dans la théorie du système général, Jean Louis Lemoigne (9) distingue judicieusement plusieurs niveaux dont :

Le sous-système de pilotage, le sous-système d'information et le sous-système opérant. Ce système fait appel à un découpage organique distinguant ce que fait le système et ce qu'il est en tant que ressources opérantes.

Dans le modèle développé ci-dessus nous avons plus particulièrement insisté sur un découpage qui prend en compte l'extension temporelle, c'est-à-dire la temporalité croissante ou décroissante. Ce critère nous a amené à différencier les niveaux d'infrastructure, de superstructure et événementiels qui contribuent à déclencher au cours du temps des actions de mobilisation et de reconfiguration.

Approche Systémique	Approche de la Dynamique des Systèmes
<b>Paradigme</b> fondé sur une approche à la fois organique (ce qu'est l'organisation en tant que ressource opérante) et fonctionnelle (ce que fait le système d'organisation)	<b>Paradigme</b> fondé sur une approche diachronique. Celle-ci permet de ponctuer l'organisation au cours du temps et s'efforce d'expliquer comment elle se transforme.
<b>Modèle</b> descriptif des composants et des fonctionnalités de l'organisation.	<b>Modèle</b> génératif qui engendre des changements d'états et des formes nouvelles de l'organisation à partir des forces, pressions qui l'irradient au cours du temps.
<b>Découpage</b> en sous-systèmes de pilotage, d'information et opérant.	<b>Découpage</b> selon une extension temporelle distinguant l'infrastructure et la superstructure mais aussi particularisant le niveau événementiel qui détermine l'organisation.

**La notion d'organisation dans le contexte de la dynamique des systèmes**

Les organisations, par définition, produisent de l'ordre malgré le changement permanent consécutif aux pressions qui s'exercent sur elles de manière coercitive. Ainsi dans un torrent, il y a des remous et des tourbillons qui apparaissent comme des formes récurrentes stables ! Le modèle du sac de bille prôné par Etienne Guyon et Jean Paul Troadec (10) est à cet égard intéressant pour tenter de comprendre, par analogie, les mécanismes des organisations où l'ordre alterne avec le chaos.

Nous pensons comme nous l'avons déjà exprimé ci-dessus que l'organisation est la résultante de processus plus ou moins turbulents et antagonistes. Ceux-ci pourtant produisent des structures relativement stables dans le temps mais, à certain moment, sont aussi capables de faire subir à l'organisation des transformations brutales et radicales.

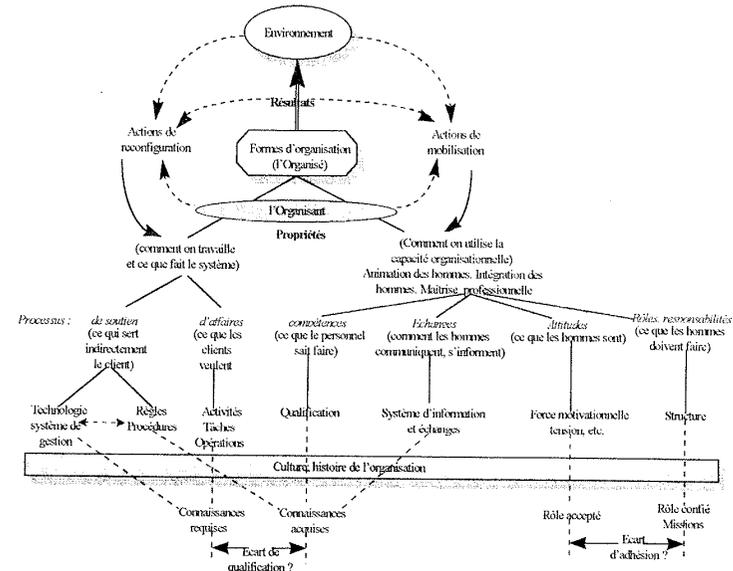
Rappelons qu'un processus est un ensemble d'opérateurs en interaction qui, à la suite d'événements externes et internes, déclenche des actions et produit à la sortie des résultats. Selon nous, le processus est une chaîne causale d'opérateurs. Il déclenche un séquençement d'actions et répond aux besoins fonctionnels de l'entreprise. Enfin il transcende par ses interactions transversales les différentes activités de l'entreprise (processus cross-fonctionnel). Nous avons représenté, ci-dessus, ces interdépendances par des relations causales et par des boucles de rétroaction déterminant pour chaque processus une dynamique qui maintient ou transforme l'organisation au cours du temps.

Dans le schéma qui suit nous présentons l'assemblage et la coordination des processus entre eux. On remarquera la distinction qui est faite entre le fonctionnement du système et sa capacité organisationnelle. Celle-ci correspond

aux ressources qu'il faut mobiliser pour travailler et entreprendre efficacement. La combinaison dans le temps des différents processus engendre soit un effet de levier, soit au contraire un frein au niveau des performances de l'entreprise. On observe par exemple que l'écart sur la qualification et l'écart d'adhésion du personnel par rapport à l'organisation cible ont un impact sur les performance et expliquent en partie les dérives du système. Par ailleurs la contingence historique de l'organisation tient compte des accumulations d'événements et de réactions sous la forme de changement d'états successifs du système. Nous avons représenté graphiquement cette contingence historique, qui par ailleurs a été mathématiquement prise en compte dans notre modèle, sous la forme de lissages exponentiels.

Nous faisons l'hypothèse que la forme des organisations est la conséquence de la rupture dans le rythme ou dans l'ajustement des processus entre eux suite aux actions de changement. On peut remarquer, en effet, que les vitesses d'adaptation, de réaction entre les différents processus organisationnels ne sont pas toujours en phase. Il y a un temps pour la compréhension du changement, un autre pour la mise en œuvre, et un délai d'apprentissage ou d'insertion du changement.

Par exemple, la redéfinition intentionnelle des tâches peu amener plus de polyvalence dans le travail et réclame un niveau de compétences plus élevé de la part du personnel. Or la vitesse d'apprentissage des nouvelles activités n'est



pas aussi rapide que celle caractérisant la mise en place de cette nouvelle organisation. Les temporalités sont donc différentes. Le système va tenter de pallier les carences dues au décalage entre la connaissance requise par la nouvelle organisation et la connaissance réelle. Il va redistribuer les rôles et les responsabilités au sein de la structure mais va aussi intensifier les échanges entre les acteurs et accroître le nombre de règles qui véhiculent le savoir. La modification des propriétés va conduire l'organisation à changer de forme et d'état.

Nous tenterons, en exploitant les résultats du modèle ci-dessus de renforcer ces hypothèses.

Le tableau qui suit classe un certain nombre de variables du modèle en fonction de leurs qualités (propriétés) et de leurs impacts en terme de changement.

Propriétés clés de l'organisation	1 <sup>er</sup> niveau d'inducteurs du changement	2 <sup>e</sup> niveau d'inducteurs du changement en réaction au 1 <sup>er</sup> niveau	Variables de performance du modèle
Fluidité (vitesse) de l'information	Délai d'écoulement de la production	Productivité réelle	Demande clientèle
Densité ou charge d'information	Indice de motivation	Potentiel de traitement	Part de marché
Taux de qualification (effectifs professionnels et débutants)	Indice de tension	Embauche du personnel	Valeur-prix : niveau de qualité (erreurs), délai de traitement et niveau de prix
Degré de codification (règles)	Taux d'absentéisme	Départ naturel du personnel	Résultat net
Degré d'autorité et de responsabilité (hiérarchie)	Turn-over	Mouvement de grève	Valeur du titre
Indice de structuration des tâches (nature de la tâche)	Délai d'apprentissage ou de formation	Heures supplémentaires	
Degré d'intégration et de différenciation (activités)	Durée de présence	Coût d'exploitation	
Taux de contrôle et champ de supervision	Délai de recrutement	Excédent brut d'exploitation	
Degré et nature des échanges (hiérarchiques, latéraux)	Délai de préavis (départ)	Trésorerie (cumul)	
Indice de rémunération		Degré d'endettement	

Il est à noter, dans le tableau ci-dessus, que les variables symbolisant les inducteurs et la performance n'ont pas forcément de correspondance ligne à ligne. Les variables ont été listé dans chacune des colonnes sans tenir compte de la colonne précédente.

Il est à noter que les 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> niveau d'inducteurs du changement sont listés à l'intérieur de chacune des colonnes dans un ordre indifférent par rapport aux propriétés clés de l'organisation. Les variables de performance sont déterminées globalement par les variables de 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> niveau qui sont elles-mêmes la conséquence des changements de propriétés de l'organisation.

Les propriétés clés de l'organisation sont amenées à changer régulièrement. Mais lorsqu'elles évoluent rapidement, elles constituent, ce que nous avons appelé, l'organisant en devenant des événements à part entière.

## VI. LA CHRONO ORGANISATION POUR COMPRENDRE LE CHANGEMENT : QUELQUES RÉSULTATS DE SIMULATION SUR ORDINATEUR

Les simulations informatiques que nous avons réalisé nous ont amené à essayer de répondre à la question suivante : comment les systèmes d'organisation se construisent-ils au cours du temps ?

Notre modèle général et nos sous modèles ont été exprimé dans le formalisme du langage mathématique de la dynamique des systèmes. Nous avons utilisé le logiciel de simulation « Vensim » développé par la société Ventana Systems et commercialisé en France par la société K.B.S. qui regroupe, à Paris, des ingénieurs et des chercheurs spécialistes en modélisation d'entreprise. Le développement informatique a été conduit sous le système d'exploitation Windows 95 de Microsoft.

Le modèle comprend plus de cinq cent trente variables et constantes dont trente variables d'état si on omet les fonctions de lissage exponentiel et les délais de troisième ordre simulant les retards.

Notre modèle sur un plan informatique dispose de deux modes :

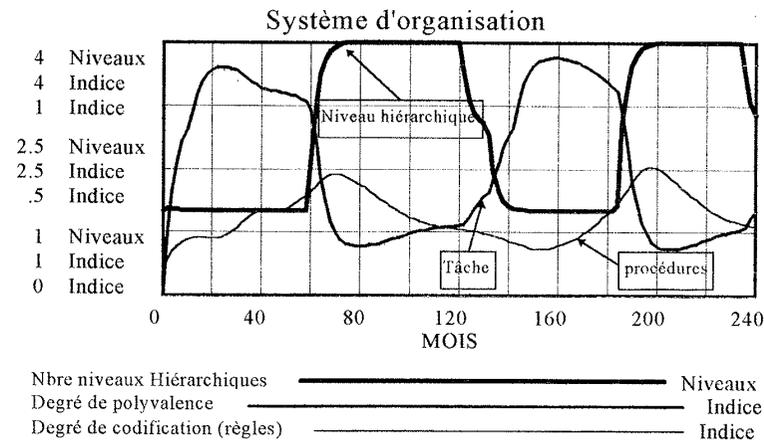
- Un mode « système expert » laissant l'ordinateur prendre des décisions au fur et à mesure des états et des événements qui apparaissent au cours de la vie de l'organisation. Le mode expert ou automatique prend en compte les dynamiques de chaque processus ou sous modèle ainsi que celle du métamodèle que nous avons présenté précédemment. Il permet d'étudier les « décisions » prises par l'ordinateur avant toute intervention humaine.

- Un mode dit « manuel » où l'homme peut intervenir à tout instant de la simulation et étudier les impacts de sa décision à court terme et à long terme. Il y a ici couplage entre l'homme et le modèle.

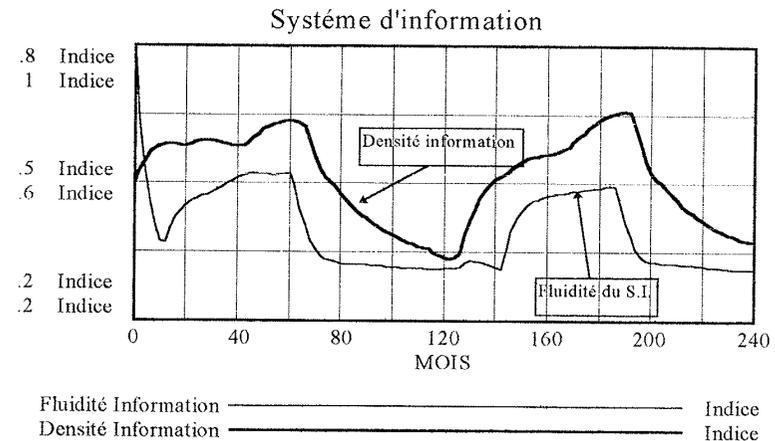
### Une simulation réalisée sur une entreprise du secteur tertiaire

Nous avons fait vivre sur deux cent quarante mois une organisation comprenant au départ de la simulation, un effectif d'une soixantaine de personnes. Le domaine d'activité de cette entreprise est la production de dossiers et de contrats.

Après avoir lancé la simulation et laissé l'ordinateur décider par lui-même en fonction des processus de régulation que nous avons présentés, nous constatons que le nombre de niveaux hiérarchiques s'élève au soixantième mois. L'ordinateur prend cette décision en tenant compte du fait que la motivation de groupe commence à chuter et que conjointement la tension au sein de l'unité augmente. De plus l'écart entre la compétence réelle du personnel et la compétence requise par les tâches à accomplir s'accroît de façon importante entre le quinzeième et le soixantième mois. Les responsables de l'unité sont en effet de plus en plus sollicités par les opérationnels qui prennent de moins en moins de responsabilité et d'initiative. Ils sont mobilisés pour atténuer les tensions et les conflits qui fleurissent çà et là du fait de la qualité qui semble se détériorer. La décision de restreindre le champ de supervision ou d'encadrement et de renforcer, par ailleurs, les procédures (degré de codification) semblent justifier cette restructuration « lancée » par l'ordinateur.



Cependant on constate que l'accroissement du nombre de niveaux hiérarchiques tout en restreignant le champ de supervision appauvrit rapidement la tâche (sur le graphique ci-dessus l'enrichissement de la tâche est évalué selon l'indice : 4 = polyvalence ; 3 = élargissement ; 2 = rotation ; 1 = spécialisa-

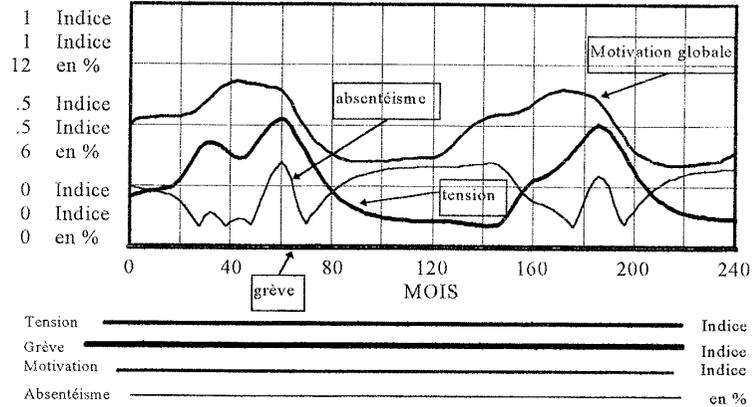


tion). Toutefois il convient de noter que cela a pour résultat de maintenir la qualification réelle à un niveau très largement supérieur à celui de la qualification requise (voir le schéma qui suit sur les compétences réelles). Il est vrai que le taux de non conformité des dossiers et des contrats produits, qui est resté élevé, doit de ce fait diminuer à terme et dans le même temps provoquer une hausse de la valeur perçue par le client (voir le graphique sur la performance).

Dans le graphique sur le système d'organisation, on constate qu'au quatre vingtième mois et suivants le nombre d'échelons hiérarchiques a augmenté et la tâche est devenue plus spécialisée. Dans le même temps la qualification reste à un niveau élevé et on observe, ci-dessous, que la charge informationnelle par salarié (nombre d'informations reçues) diminue. De la même façon la fluidité ou la vitesse de circulation de l'information traduite par un indice de 0 (faible) à 1 (élevé), dans le même graphique, tend au cours de la même période aussi à décroître à cause d'une structure plus hiérarchisée.

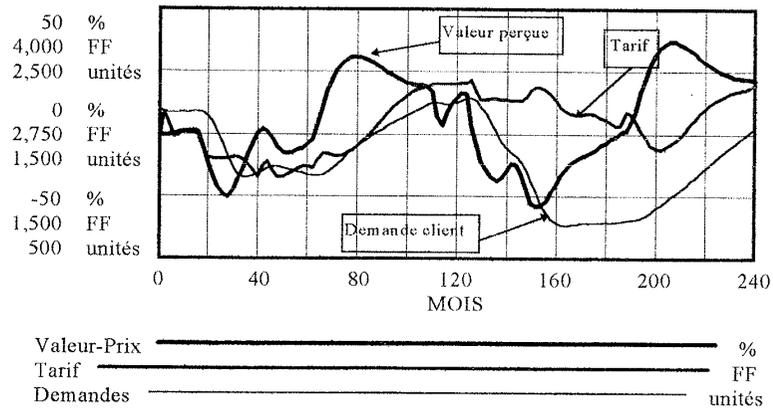
Dans le graphique, ci-après, on observe que la tension a presque le même profil graphique que celui de la motivation mais avec un décalage dans le temps important. L'une des raisons pour lesquels la motivation chute surtout dès le soixantième mois tire son origine de la surqualification du personnel. En effet si nous sommes trop compétents pour gérer une activité n'exigeant pas une qualification élevée, notre travail deviendra à la longue lassant et nous ferons preuve d'une assez grande nonchalance pour exercer notre profession. Les temps de réaction du personnel face à de nouveaux événements organisationnels sont généralement assez longs. Ils sont simulés dans notre modèle en

Comportement & attitudes collectives



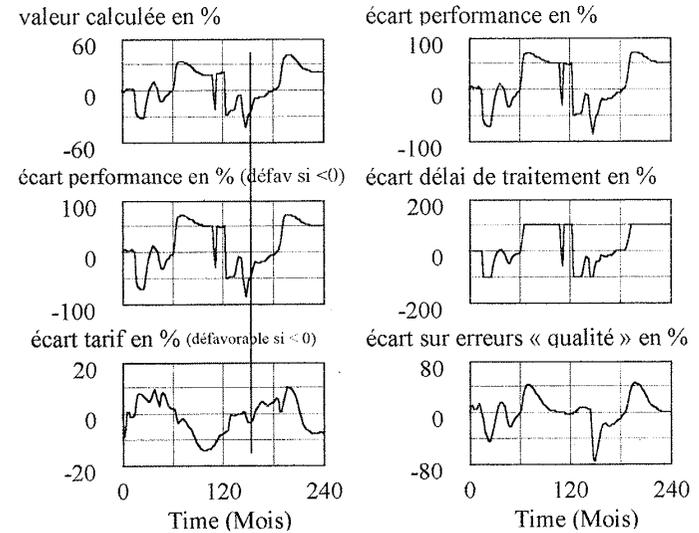
tenant compte des délais de compréhension et d'assimilation du changement, des délais de mise en œuvre et des délais d'apprentissage (délai de 3<sup>e</sup> ordre en dynamique des systèmes).

Performance : Valeur, Marché

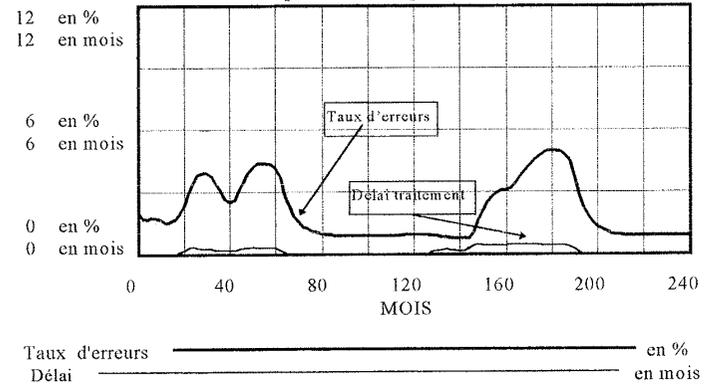


On peut expliquer la variation de la valeur-prix perçue par les clients par l'écart sur la performance et l'écart sur les tarifs ou tarifs pratiqués. La variation de la performance se décompose elle-même en un écart sur les délais de traite-

ment et en un autre écart sur le nombre d'erreurs (problème qualité). Les variations sont calculées en pourcentage. On observe qu'au cent cinquantième mois environ la valeur chute considérablement. L'une des raisons essentielles tient à l'accroissement des tarifs (écart négatif) alors que la performance au même moment se dégrade considérablement (écart < 0, provenant de l'allongement des délais). Comme on le voit dans les graphiques, qui suivent, la variation à la

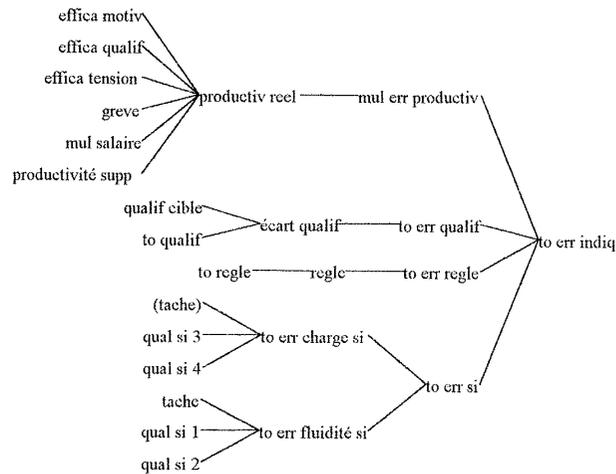


Efficacité : qualité, temps de traitement



hausse des délais de traitement et celle des erreurs traduisant la non conformité expliquent la baisse globale de la performance perçue par le client.

Le taux d'erreurs (en pourcentage) s'élève de nouveau à partir du cent cinquantième mois environ. Les erreurs et les retards de traitement sont la conséquence d'un certain nombre de paramètres qui agissent plus ou moins directement sur l'efficacité du travail. On peut observer les variables qui jouent un rôle important sur la non conformité grâce au diagramme d'analyse causale qui suit :

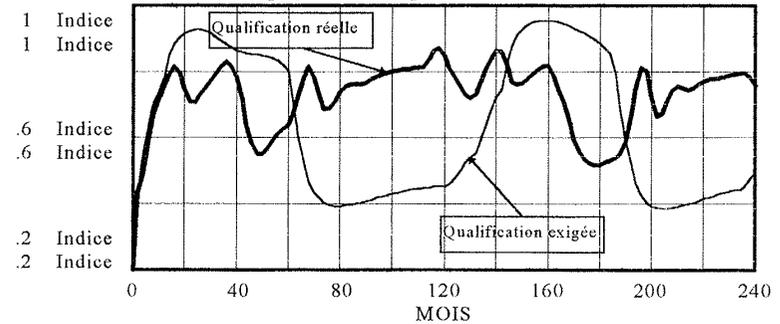


Ainsi, d'après l'arbre causal ci-après, le taux d'erreurs ou la non conformité (variable « to err indiq ») dépend des variables effectives suivantes : la pression sur la productivité (« mul err productiv »), le niveau de la qualification du personnel (« to err qualif »), l'effort de rationalisation et de normalisation par les procédures (« to err règle »), et enfin le degré de précision pour accomplir le travail obtenu par l'information reçue en temps et en heure (« to err fluidité si »).

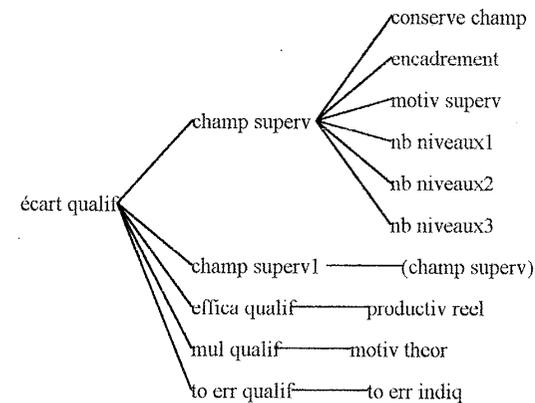
Un écart apparaît ci-dessus entre la qualification réelle ou effective et la qualification exigée. Cette désynchronisation ou déphasage génère un certain nombre d'effets que l'on peut visualiser à partir de l'arbre des conséquences suivantes :

L'écart sur qualification agit sur la forme de la structure hiérarchique par le biais du champ de supervision ou d'encadrement (« champ superv »). Il a aussi un impact sur le niveau de productivité (« productiv reel »). De même

Compétences requises & réelles

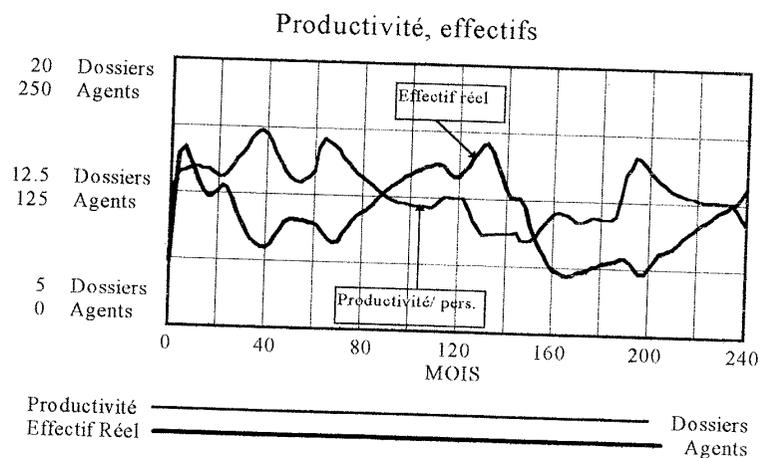


Qualif. réelle ———— Indice  
 Qualif. exigée ———— Indice

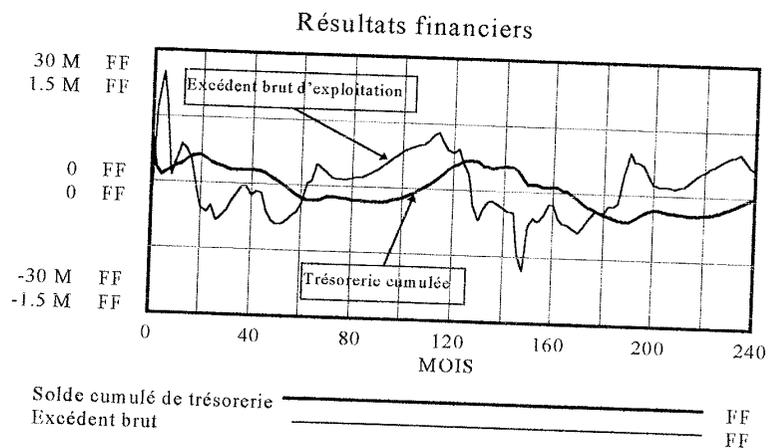


l'écart sur la qualification influence aussi la motivation notamment s'il y a une sur-qualification ou une sous-qualification trop grande par rapport à la tâche confiée qui fixe la compétence requise. Enfin la qualité des produits ou des services (variable « to err indiq ») est directement sous l'influence du niveau de qualification professionnelle atteint qui constitue le savoir-faire.

Le schéma précédent montre que la productivité chute du cent vingtième au cent quatre vingtième mois entraînant une augmentation des retards de traitement, malgré un accroissement momentané des effectifs.



L'excédent brut d'exploitation (résultat avant flux financiers) traduit les politiques commerciales, sociales et de gestion de la production, mais exprime aussi le poids des forces de réorganisation qui s'exercent sur le potentiel de l'entreprise. L'organisation a un coût qui peut rester caché, pendant un certain temps, aux yeux des responsables de l'entreprise. L'intérêt du modèle développé est de mettre en évidence les coûts indirects ou au contraire les gains virtuels consécutifs à une action de réorganisation. L'arbre causal que nous utilisons est à cet égard un outil plein d'enseignement puisqu'il permet de



remonter dans la ramification des déterminants du chiffre d'affaires et des coûts.

Si le résultat s'améliore, c'est probablement parce que la réorganisation a contribué à accroître les performances internes (comme la diminution des erreurs et des délais de traitement). Puisque les performances s'améliorent, la valeur perçue par les clients croît et les demandes des clients augmentent en conséquence.

Il apparaît que la performance n'est pas générée par le simple fait d'une restructuration globale de l'organisation ni par des politiques fonctionnelles ou singulières qui vont assurer la réussite totale de l'entreprise. Le succès doit être plutôt recherché dans l'harmonie des processus couplés. Notre modèle montre que les processus interagissent entre eux pour former un système cohérent, en même temps que le tout transforme chacun d'entre eux. C'est la synchronisation dans le temps et le « tempo » qui devient fondamental pour réussir les métamorphoses de l'organisation.

### Vers une nouvelle approche pour apprendre à mieux conduire le changement dans l'organisation

Nous pensons que la cause ne doit pas être recherchée dans l'instantané, en faisant une simple césure temporelle pour isoler le présent. L'origine des symptômes apparents ne se trouve pas non plus dans une fonction particulière de l'entreprise. Au contraire la cause est dans le processus lui-même ou dans les interactions entre les processus dont les effets s'étendent alors dans le temps en irradiant toute l'organisation. Ainsi nous croyons, bien souvent, que le soleil est la source unique de la croissance des plantes. En fait c'est le processus complexe de la radiation solaire couplé à celui de la croissance de la plante qui sont bien à l'origine du développement végétal dans le temps. L'organisation se construit par le jeu des interactions entre les processus inhibants ou amplificateurs. C'est donc en analysant le champ cross-fonctionnel ou longitudinal de l'organisation que l'on peut comprendre comment celle-ci évolue.

### Pourquoi les résultats sont-ils contre-intuitifs et pourquoi les entreprises réagissent-elles lentement ?

Nous pouvons observer dans le graphique matérialisant la valeur économique (performances perçues-prix) que celle-ci chute du cent trentième mois au cent quatre vingt dixième mois environ. En effet un minimum d'attention

nous permet de remarquer une différence dans la forme évoquant la dynamique des qualifications et celle symbolisant la coordination et l'intégration du travail.

Il semble que le système ait voulu reconfigurer trop rapidement la structure en nivelant les niveaux hiérarchiques mais, par ailleurs, et ne réajustant pas la qualification professionnelle requise par la nouvelle organisation. De sorte qu'il y a maintenant un écart qui va rapidement se creuser entre la qualification exigée par la nouvelle organisation du travail et celle qui existe actuellement.

Ainsi, si l'on bâtit un système de polyvalence des tâches, on doit s'efforcer d'activer le plus tôt possible le processus de formation et de recrutement afin de s'ajuster aux nouveaux modes de fonctionnement de l'organisation. On ne peut pas exiger d'un employé, chargé de corriger que les erreurs de dossiers, qu'il devienne rapidement polyvalent et être, à la fois, capable d'instruire et de décider l'acceptation ou le refus des affaires dont il a la charge.

En cherchant à améliorer l'efficacité dans le travail, c'est-à-dire en demandant moins d'erreurs qualité, on change la donne du système mais aussi la représentation des individus sur le travail à accomplir. Ainsi une expérience récente nous a montré qu'un nouveau système qualité constitue pour le collaborateur de l'entreprise un abandon des valeurs aux quelles il peut être, depuis longtemps, très attaché dans son travail. On peut entendre dans cette entreprise les déclarations suivantes : « Plus il y avait d'erreurs et plus nous montrions que nous existions et nos primes étaient d'ailleurs calculées sur le nombre de dossiers corrigés, et nous en étions fiers ! Aujourd'hui nous ne souhaitons pas changer, même si on nous dit que le travail sera plus intéressant ».

Par ailleurs, on peut aussi constater, en analysant les résultats graphiques ci-dessus, que le processus de standardisation du travail (degré de codification) ne s'est pas non plus ajusté au changement de structure.

Les conséquences qui résultent de processus désynchronisés entre eux, sont exprimées par une baisse de la productivité, une diminution de l'excédent brut d'exploitation et une embauche importante du personnel. Nous avons appelé précédemment ces variables : 2<sup>e</sup> niveau d'inducteurs du changement en réaction au 1<sup>er</sup> niveau. L'inadéquation ou le non ajustement dans le temps des processus modifient ainsi les propriétés de l'organisation et agissent sur les performances de l'entreprise.

Il importe de noter que les tentatives de changement de l'organisation peuvent générer des forces contradictoires provenant de processus en interaction qui déclenchent alors des réactions contre intuitives dans le temps. Certains

processus accélèrent le changement, d'autres le ralentissent, d'autres encore l'empêchent ou maintiennent l'organisation en l'état.

La simulation revient alors à proposer des scénarios de reconfiguration de l'organisation en ajustant graduellement les processus dans le temps afin d'atteindre des performances souhaitées.

### De nouvelles pistes de recherche

Notre modèle et les simulations, qui le font vivre, ont bien comme but d'analyser les interactions entre les processus et celles qui existent à l'intérieur de chacun d'entre eux. Il a aussi comme dessein, de rechercher au cours du temps, les processus jouant le rôle de levier afin de « booster » l'organisation.

Cet accommodement dans la durée est fonction de la précipitation à laquelle s'effectue les actions de changement, des vitesses de réaction de l'organisation et d'apprentissage.

Les résultats de notre modèle, au cours des simulations, tendent à montrer qu'il y a changement ou rupture dans le fonctionnement de l'organisation quand les vitesses de transformation et les rythmes d'adaptation de chaque processus ne sont pas en phase. Ces fractures déterminent les formes de l'organisation et les propriétés correspondantes qui produisent les résultats plus ou moins bons. Comme le dit Jean Michel Dutuit (14), dans le cadre d'une étude sur les processus vivants, les vitesses et les rythmes de développement d'éléments singuliers, comme les cellules, sont les mêmes lorsqu'ils sont de même rang hiérarchique (au niveau du tissu musculaire, par exemple). Il y a là, peut-être, une intéressante analogie à exploiter entre les processus biologiques et les processus de changement dans l'entreprise.

Le rythme est donc fondamental pour appréhender la dynamique des organisations. Ces dernières sont ponctuées régulièrement par des événements, comme le changement des propriétés qui la caractérisent, par les décisions de management, et enfin par la pression de l'environnement.

Le diagnostic d'une organisation n'est pas seulement un cliché à un instant donné. Comme nous l'avons déjà dit la métaphore du film nous semble particulièrement plus adaptée pour comprendre les dynamiques qui s'exercent à l'intérieur de l'entreprise.

Outre le fait que le modèle tente de reconstituer les forces et les pressions qui agissent au sein de l'organisation, il aide le décideur à identifier les processus récurrents qui au cours du temps façonnent les comportements et les résultats observés. On surestime en effet trop souvent les facteurs de proximité alors que les facteurs lointains sont tout aussi importants, voire essentiels.

L'organisation peut aussi être caractérisée par un potentiel qui dépend du nombre de liaisons hiérarchiques et latérales au sein de la structure. Gilbert Chauvet (11), dans son ouvrage « la vie et la matière » parle de fonction d'état qui diminue quand une organisation évolue. L'orgatrophie (fonction d'état), qui traduit le nombre de configurations organisationnelles possibles, tendrait à décroître au fur et à mesure de l'évolution des organisations, alors que l'ordre fonctionnel augmenterait du fait de l'extension des fonctions spécialisées. Il semblerait que les systèmes s'auto-organisent de façon à accroître leur domaine de stabilité. Notre modèle et les simulations effectuées, montrent effectivement l'existence de telles zones de stabilité. Par exemple, la baisse de potentiel de l'organisation ou la diminution du nombre d'interactions possibles entre les tâches et les activités est produite par l'allongement hiérarchique et par l'appauvrissement des tâches. Le système bureaucratique serait dû à une perte de potentiel ou à une diminution des points de contact dans l'organisation.

#### **Plaidoyer pour la fonction de dynamique des organisations**

Nous estimons que les « dynamiciens » des organisations ont un rôle important à jouer dans la compréhension des phénomènes latents qui caractérisent les entreprises. Le changement peut éclore longtemps après les opérations de transformation et de mise en œuvre ou au contraire engendrer de fortes résistances à court terme. Grâce au modèle qu'il bâtit, le dynamique des organisations contribue alors à une meilleure analyse des systèmes complexes sur une longue durée. Il concourt aussi à renforcer la communication entre les principaux décideurs de l'entreprise dont les logiques ne sont pas toujours compatibles entre elles.

### **VII. CONCLUSIONS : LE MODÈLE, UN AMPLIFICATEUR DU PROCESSUS DE DÉCISION ET UN INTÉGRATEUR DES CONNAISSANCES SUR L'ENTREPRISE**

Notre modèle et l'outil informatique « S.A.X.S.O. » qui en est dérivé, est notre premier essai pour essayer de comprendre pourquoi et comment les structures se transforment à long terme. Nous n'avons pas cherché à dresser une typologie des configurations de l'organisation.

Nos travaux portent essentiellement sur les dynamiques qui, dans le temps, déploient ou au contraire replient les entreprises sur elles-mêmes. Ils s'effor-

cent d'analyser et de comprendre les forces et les pressions qui irradient toute l'entreprise à partir des propriétés nouvelles qui découlent des changements d'état de l'organisation.

Nous avons tenté de mettre en évidence les phénomènes inhibiteurs ou d'accélération qui bloquent ou transforment l'organisation. Ils sont eux-mêmes la conséquence des processus de régulation et d'amplification plus ou moins bien ajustés. Mais nous avons aussi entrepris de montrer les interactions qui existent entre la superstructure et l'infrastructure et qui caractérisent selon nous les formes des organisations et son potentiel d'évolution.

Notre modèle s'est efforcé de faire vivre l'entreprise sur plusieurs dizaines d'années grâce aux simulations effectuées sur ordinateur qui mettent en exergue les rythmes, les vitesses de réaction, d'adaptation et d'apprentissage de l'organisation.

Il apparaît que l'infrastructure et la superstructure qui, selon nous, caractérisent l'organisation vivent à des temps différents. Les actions de changement déclenchent des ruptures ou une désynchronisation entre les processus appartenant à l'infrastructure ou à la superstructure. Les résultats du modèle semblent ainsi montrer pourquoi certaines décisions de restructuration ont des effets contre intuitifs dans la durée. En ignorant le temps de l'organisation on masque les réactions d'inertie ou d'explosion qui apparaissent au cours de la vie du système. Ainsi le diagnostic des organisations ne peut pas s'effectuer dans l'instantané.

Tester et comprendre le changement dans les organisations revient, selon notre approche, à construire un prototype ; puis à transposer et à simuler les transformations projetées et enfin chercher à ajuster ou à harmoniser, entre eux, les processus du modèle pour s'approcher du comportement désiré.

Dans l'état actuel de nos recherches, les hypothèses de notre modèle ont été testées, au cours de nombreuses simulations, par un certain nombre d'étudiants du troisième cycle et par des managers appartenant à des entreprises différentes. Le modèle permet ainsi de bâtir un micro-monde de la future organisation afin que les décideurs puissent d'abord analyser la complexité du système et ensuite appliquer et tester les décisions en équipe.

Sur le plan purement pédagogique nous avons cherché à développer et à privilégier la transdisciplinarité en faisant intervenir plusieurs experts sur un même problème d'organisation. Les simulations sont suffisamment toniques pour donner au groupe l'envie d'enrichir ses connaissances et vont même jusqu'à changer ses représentations sur le fonctionnement de l'organisation. Notre modèle est donc aussi un outil d'intégration des connaissances sur l'entreprise. Par ailleurs nous pensons qu'il joue aussi le rôle d'amplificateur

et de révélateur de la pensée managériale pour les étudiants et les responsables d'unité qui l'utilisent. Enfin notre modèle, après études complémentaires, est paramétrable à d'autres activités professionnelles.

### Notes et références

1. P.N. KHANDWALLA, *The Design of Organizations*, Harcourt Brace Jovanovich, New York, 1977.
2. H. MINTZBERG, *Structure et Dynamique des Organisations*, Editions Organisation, 1982.
3. E. MORIN, *Introduction à la pensée complexe*, ESF, 1990.
4. M. KARSKY, G. DONNADIEU, St. COPIN, S. PITARCH et J. FOURCADE, *Un modèle de simulation des comportements dynamiques des processus de motivation*, à paraître dans la Revue Internationale de Systémique, 1997.
5. M.R. GOODMAN, *Study Notes in System Dynamics*, M.I.T. Wright-Allen Press, 1974.
6. A. GOULDNER, *Industrial Bureaucracy*, Macmillan Publishing, 1964.
7. C. ROLLAND, O. FOUCAULT et G. BENCI, *Conception des Systèmes d'information, la méthode Remora*, Eyrolles, 1987.
8. D. HOFSTADTER, *Ma Thémagie*, InterEditions, 1988.
9. LE MOIGNÉ, *La modélisation des systèmes complexes*, Dunod, Paris, 1990.
10. E. GUYON et J.-P. TROADEC, *Du sac de billes au tas de sable*, Odile Jacob, 1994.
11. G. CHAUVET, *La vie dans la matière*, Flammarion, 1995.
12. D. CUMÉNAL, *La dynamique des systèmes est-elle un outil d'aide à la décision ? Une réponse au problème par la construction d'un simulateur d'entreprise*. Thèse de Doctorat es Sciences de Gestion, Université Paris I, Panthéon-Sorbonne, 02/1995.
13. M. EIGEN, *Self organization of matter and the evolution of biological macromolecules*, in *Naturwissenschaften*, 1971.
14. J.-M. DUTUIT, *Premières approches des notions de processus vivant et d'organisation des processus*, Revue Fusion n° 60, mars-avril 1996.
15. P. MORIN, *Le Management et le pouvoir*, Editions d'Organisation-Université, 1991.

## EN QUOI CONSISTE LA « RÉVOLUTION QUANTIQUE » ?

Michel BITBOL <sup>1</sup>

### Résumé

Physiciens et philosophes se sont très tôt accordés à considérer que la mécanique quantique implique une révolution conceptuelle sans précédent. La question est de savoir quelle est la *nature* de cette révolution. Quatre réponses plausibles sont considérées. Selon la première, la nouveauté revient à introduire des *discontinuités* « quantiques » dans l'espace des états des objets d'échelle atomique. Selon la seconde conception, le pas décisif consiste en l'introduction d'un dualisme onde-corpuscule. Selon la troisième le basculement réside dans l'abandon de l'idéal laplacien du déterminisme. Enfin, la quatrième conception consiste à voir dans la mécanique quantique une incitation d'ampleur inégalée à ne pas se contenter de la conception naïve d'une objectivité déjà constituée dans la nature, mais à revenir en permanence aux conditions de l'objectivation. Les trois premières conceptions sont soumises à un examen critique. La quatrième est par contre développée et désignée comme la source parfois insuffisamment appréciée des trois autres.

### Abstract

Physicists and philosophers soon agreed that quantum mechanics represents a momentous conceptual revolution. But what is the exact *nature* of this revolution? Four possible ways to answer this question are considered in turn. According to the first one, the new feature amounts to introduce "quantum" discontinuities in the state space of micro-objects. According to the second one, the decisive step is the adoption of wave-corpuscle dualism. According to the third one, the essential point is the relinquishment of determinism. Finally, the fourth conception consists in considering that quantum mechanics acted as an exceptionally strong incentive to going beyond the static view of objectivity and to wonder whether, it is always possible to perform the dynamic process of "objectivation". The first three conceptions are carefully examined and criticized, whereas the fourth one is defended and shown to be the implicit source of the three other conceptions.

1. IHPST, 13, rue du Four, 75006 Paris.