

Revue Internationale de

ISSN 0980-1472

systemique

Vol. 7, N° **3**, 1993

afcet

DUNOD

AFSCET

Revue Internationale de
systemique

Revue
Internationale
de Sytémique

volume 07, numéro 3, pages 327 - 346, 1993

Méthode de développement des systèmes
homme-machine. La dynastique : vers une
nouvelle approche du concept de système

Mambueni Mayata

[Numérisation Afscet, août 2017.](#)



Creative Commons

MÉTHODE DE DÉVELOPPEMENT DES SYSTÈMES HOMME-MACHINE

LA DYNASTIQUE : VERS UNE NOUVELLE APPROCHE DU CONCEPT DE SYSTÈME

Mambueni MAYATA¹

Résumé

La fiabilité du système Homme-Machine est une constante des méthodes de développement portées sur les situations de travail. Parce que la technique, l'organisation, les ressources humaines et la culture de l'entreprise ne cessent d'évoluer. Les véritables enjeux actuels sont donc ceux du développement des systèmes évolutifs. Ce qui appelle une réponse de type global et un suivi permanent des structures de travail, afin d'intégrer l'évolution des technologies, la dimension collective du travail et la conception probabiliste des systèmes.

C'est ainsi que nous proposons la méthode « dynastique », qui apporte une plus-value grâce à ses approches spatiale et de conduite du changement, intégrant une démarche systémique transversale et la prise en compte de l'évolution dans le temps de chacune d'elles.

Abstract

The reliability of human-machine systems is a criterion of development methods centred on working patterns. With techniques, organisations and working cultures undergoing constant evolution, the present-day goal is the development of evolutionary systems. Such systems require both global solutions and the continual study of organisational structures, in order to integrate ever-evolving technologies, the collective aspect of work, and probabilistic design of current systems.

The virtue of the proposed "dynastic" method is that it combines a multi-dimension approach with controlled change, integrating a systemic procedure, whilst allowing for further evolution.

1. Ingénieur, Chercheur au Laboratoire de Génie Industriel et Logiciel. Université de Valenciennes, CNRS n° URIA H 1118.

I. INTRODUCTION

I.1. Fiabilité globale et méthodes de développement

La notion de méthode englobe plusieurs variantes. Ainsi les informaticiens, par exemple, connaissent les méthodes d'analyse, les méthodes de conception, les méthodes de programmation, les méthodes de conduite de projet, etc. Bien que ces méthodes aient connu de nombreuses évolutions, elles se caractérisent par la « recherche de la performance » dans les structures de travail. Or, nous savons qu'une structure de travail est composée de machines et d'hommes dans un environnement de travail. Dans ce cas, la recherche de la performance nous oblige à optimiser le couplage des composantes d'un système, qui est de nature technique, organisationnel et humain.

Pour sa part, Leplat (1990) définit la fiabilité comme une technologie de mise en œuvre de connaissances sur l'homme au travail, dont l'objet est l'aménagement du couplage entre les composantes humaines et techniques d'un système, afin que celui-ci réponde plus efficacement à sa mission. De ce fait, la fiabilité du système Homme-Machine ne sera jamais atteinte si on se préoccupe uniquement de la fiabilité technique. Car très vite arrivent des dysfonctionnements dans le couplage Homme-Machine tels que défaillances, fatigue, erreurs, etc. Donc, il faut aussi améliorer l'organisation, car si l'homme est capable de s'adapter à des conditions auxquelles il n'est pas préparé, il est aussi capable de récupérer les défauts du système et de l'organisation, comme ses propres erreurs. Pour cela, il lui faut une formation adaptée, une gestion des erreurs intégrant les procédures d'assistance, de correction et de récupération sur l'erreur.

Mais le problème de la fiabilité est un problème évolutif, à vitesse variable, des paramètres de la structure d'accueil : la technologie, l'organisation, les hommes et la culture de l'entreprise. De plus, le développement de systèmes fiables, sécurisants, souples et conviviaux nécessite l'intervention de différents experts. L'ensemble des experts de la conception ont un point commun, la situation de travail. En revanche, les langages, les outils, les moyens et les centres d'intérêt changent selon le type d'expert qui apporte son propre cadre méthodologique (méthodes, outils, culture, etc.). Pour tout cela, plusieurs questions se posent. Comment utiliser ces différentes méthodologies, en prenant en compte leurs particularités mais sans oublier le véritable problème ? Comment obtenir la cohérence de l'ensemble ? Quel formalisme de représentation de l'information adopter ? Comment réussir le transfert de compétence entre spécialistes ou experts ?

Revenons à la définition de la fiabilité. On sait que la maîtrise du système passe par la maîtrise de sa dynamique, la coordination des actions individuelles pour atteindre un but commun, la prise en compte de la variabilité de l'opérateur, l'intégration des nouvelles procédures et l'appropriation de l'outil. Toutes ces conditions d'optimisation nécessitent un suivi permanent de la structure de travail (de développement), afin de prendre en compte l'évolution des systèmes techniques, la dimension collective du travail, la conception probabiliste des systèmes. Ces facteurs permettent en effet de concevoir des systèmes souples, flexibles, paramétrables, adaptables, etc.

Aujourd'hui, les méthodes portant sur l'analyse des systèmes évolutifs existent, mais le passage de l'analyse à la conception pose des problèmes. Ainsi, nos recherches porteront sur les méthodes de conception des systèmes évolutifs.

I.2. Définition d'un système

De nos jours, le mot système est couramment utilisé dans tous les domaines de la vie et du savoir, ainsi on parle de systèmes social, économique, informatique, de gestion, d'information, de production, etc. De ce concept général du système, nous allons nous limiter aux systèmes construits par l'homme pour des situations de travail et analyser leurs modes de fonctionnement, afin d'identifier les concepts, les outils et les techniques nécessaires à leur construction.

Avec Feuvrier (1971), nous mettons en avant la définition suivante : « une combinaison d'hommes, de machines, de matériaux et d'informations destinée à satisfaire un objectif donné ». Il s'agit tout d'abord d'un tout, d'un ensemble composé de parties ordonnées. Ces parties ont chacune leur loi et une certaine indépendance. Par contre, le tout a ses lois propres, car il existe entre les parties des liens, des relations identifiables, au moins pour quelques-unes d'entre elles et qui s'enchaînent souvent l'une à l'autre. Cet ensemble change avec le temps.

De plus, un système n'existe pas dans le vide, mais dans un milieu qui agit sur lui et qu'il influence pour ce qui est des systèmes ouverts et dans un milieu qui n'agit pas sur lui quand il s'agit d'un système fermé. Enfin, un système n'existe que pour atteindre un but suivant un plan, et son fonctionnement est contrôlé ou auto-contrôlé d'une manière ou d'une autre. De cette définition, il ressort tout d'abord que plusieurs conditions doivent être réalisées pour décrire un système ouvert : la connaissance des composants, la connaissance des lois

propres à chacun, la connaissance des lois d'interaction qui déterminent son but. La description juxtaposée d'éléments dont on ignore les relations ne saurait donc décrire un système.

I.3. Les organisations face aux changements technologiques

Les changements technologiques bouleversent les modes de fonctionnement des organisations et des hommes au travail. Ces changements se traduisent par de nouvelles attitudes, des modifications des structures d'organisation, ainsi que de nouveaux rôles des cadres et des agents, mais aussi par de nouveaux contenus du travail.

Ces changements peuvent s'opérer sans trop de difficultés dans certains cas et avec beaucoup de risques dans d'autres circonstances : cela dépend de la volonté politique de la direction de bien mener le changement et de la stratégie qui a été suivie pour le conduire. Cependant, ce changement, même planifié dans la stratégie de l'entreprise, est souvent imposé, comme le souligne Godet (1989), par la nécessité et la logique de compétitivité. L'auteur affirme également que les situations de crise résultent, en général, de l'incapacité des organisations à faire évoluer, au bon moment, les structures, les comportements et les règles du jeu en fonction des mutations de l'environnement.

Nous constatons que la qualité, la fiabilité et l'innovation dépendent du comportement des hommes, de l'environnement et de l'organisation. Ceci nécessite un suivi global et dynamique de technologie dans l'entreprise. Mais ce suivi n'est possible que s'il s'inscrit dans le cadre d'une stratégie de l'entreprise connue de tous.

II. LES OBSTACLES DANS LA CONCEPTION DES SYSTÈMES

Les progrès technologiques apportent chaque jour des changements, notamment ceux liés à l'automatisation. Entre l'homme et la machine, l'asservissement a fait place à la coopération. Mais ces ensembles de plus en plus complexes et vastes posent aussi à l'homme de plus en plus de problèmes d'assimilation et d'adaptation.

Cette complexité, impose une conception des systèmes de plus en plus globale. Par ailleurs, l'effet de cumul (un agent, un opérateur ou un cadre est concerné par plusieurs technologies à la fois) et l'effet de rythme soumettent ces systèmes à des adaptations ou des changements rapides. Or, comme l'a

dit Feuvrier (1971), ces deux tendances, la conception globale et l'effet de rythme, ne sont guère conciliables, car il faut du temps pour transformer de vastes ensembles. De plus, on s'aperçoit que l'homme s'attache plutôt à améliorer séparément les composants d'un grand système, qu'à découvrir leurs relations et d'en tirer les conséquences.

La conception de vastes systèmes nécessite, pour une bonne part, l'utilisation des techniques et des sciences récentes, comme la systémique, la cybernétique, l'approche socio-technique, etc. Or, les théories permettant la conception globale arrivent à peine à leur maturité, notamment en ce qui concerne l'intégration des connaissances nécessaires sur l'interaction du système social avec l'opérateur humain (individu), les groupes socio-professionnels et plus généralement l'organisation.

Les disciplines visant à améliorer un système dans son ensemble, par réunion ou combinaison de postes individuels, ou par un montage plus adapté et plus équilibré des chaînes de travail, telles que l'ergonomie, la fiabilité, etc., sont relativement récentes dans les entreprises. Mais Feuvrier (1971) indique que l'autre extrême, qui consiste à tout envisager globalement, a aussi ses dangers. Car on risque de concevoir de gros systèmes qui seraient incompréhensibles et difficilement exploitables, même s'ils étaient opérationnels.

Cette identification des problèmes de conception, en tenant compte de l'impact des nouvelles technologies, nous permet de mieux comprendre les problèmes posés par le développement des systèmes complexes. De plus, elle nous aide à trouver des solutions aux contraintes posées par cette complexité, notamment la nécessité d'intégrer dans le processus de conception de ces systèmes les aspects humains, sur le plan tant physique, que sociologique et psychologique, de façon à maîtriser son impact dans la structure d'accueil.

Ainsi, nous pouvons dire que la construction d'un système global est non seulement une affaire de possibilités techniques, mais aussi d'une nouvelle culture de conception permettant d'intégrer diverses expertises afin de pratiquer réellement une approche globale et systémique de conception.

III. LA PROBLÉMATIQUE DU DÉVELOPPEMENT DES SYSTÈMES

Dans le processus de développement des systèmes complexes, les difficultés sont dues à la nature du travail de conception, au nombre et à la variété ou à la complexité des problèmes qu'il faut résoudre, mais aussi à la diversité des moyens matériels et des compétences à articuler pour intégrer les innovations

nécessaires. Il faut identifier les experts concernés par les nouveaux problèmes posés par les nouvelles technologies, et définir de nouvelles règles de fonctionnement de la structure de conception en respectant la spécificité de chacun tout en recherchant la cohérence de l'ensemble. La maîtrise de cet ensemble d'activités de création implique leur identification, leur organisation les unes par rapport aux autres, leur exécution selon une certaine logique et la mise en œuvre des moyens appropriés, humains, matériels, outils logiciels ou autres.

Ainsi, nous pouvons dire que les difficultés actuelles de développement des systèmes appellent de la part des organisations impliquées dans le processus de conception une réponse de culture, de méthode et de structure.

III.1. La culture

L'exigence de qualité d'adaptation et d'anticipation nécessite de la part des décideurs, des concepteurs et des futurs utilisateurs d'asseoir le système des valeurs non seulement sur des critères fonctionnels, de performances techniques ou d'appartenance à un groupe spécifique mais aussi sur des critères de compétences, de capacités d'adaptation, d'évolution, d'utilisation des systèmes, etc. Ce changement de culture d'entreprise devra modifier en même temps l'environnement stratégique de l'entreprise ; ainsi la formation, l'organisation, l'ergonomie, la fiabilité humaine, la sécurité, l'information, etc., prendront une place capitale et permettront de maîtriser le changement technologique.

III.2. La méthode

Le développement des méthodes permettant de conduire le changement dans sa globalité, intégrant d'une manière dynamique les évolutions techniques, sociales et organisationnelles devient une nécessité.

III.3. La structure

Les évolutions de l'environnement nécessitent la mise en place d'une structure assurant une capacité de réponse rapide. L'un des objectifs de cette structure est de voir adapter l'évolution de l'environnement par l'entreprise, mais aussi d'anticiper ces évolutions. Pour avoir une réaction ordonnée, il faut mener une réflexion stratégique sur le changement technologique pris dans sa totalité. Ainsi, nous pouvons dire que la maîtrise du changement passe par une volonté politique de la direction de l'entreprise.

Dans ce contexte, nous allons essayer d'élaborer une méthode de développement permettant d'optimiser les systèmes d'une manière globale tenant compte de l'environnement, de développer des outils permettant de mieux maîtriser le changement technologique dans l'entreprise par :

- une démarche de conduite du changement technologique ;
- une méthode dynamique (temporelle et structurelle) d'analyse et de conception d'architecture des systèmes.

IV. L'ÉVOLUTION DU CONCEPT DE MÉTHODE

IV.1. Les méthodes cartésiennes

Les méthodes cartésiennes sont caractérisées par la décomposition du système en différents niveaux jusqu'aux parties élémentaires, et le traitement à chaque niveau, de façon isolée. Les méthodes de cette famille considèrent le système comme une addition statique d'éléments optimisables séparément. De cette approche découle une démarche de conception par étapes, ce qui a comme conséquence le manque d'itération, car une fois l'étape dépassée, il est difficile de revenir en arrière.

IV.2. Les méthodes systémiques

L'approche systémique tente une démarche globale, et privilégie l'étude des liaisons d'un système avec l'environnement. Pour les méthodes systémiques, l'essentiel ne réside plus dans la démarche, mais dans la compréhension du système comme entité s'insérant dans l'ensemble des autres systèmes de l'organisation. Elles mettent l'accent sur la décomposition rigoureuse du système en éléments mais surtout leurs interactions. Elles voient le système moins comme un processeur de traitement, que comme un modèle de la réalité chargé de rendre compte de la connaissance sur cette réalité, en restant à un niveau global.

IV.2.1. Les évolutions de la systémique

Avec G. Blaison et J. C. Ligeron (1992), nous décrivons l'évolution de la systémique en deux étapes. La systémique des années avant 1960 et la systémique des années après soixante.

La systémique des années avant 1960 est caractérisée par deux approches. La première approche considère la systémique sous l'angle sociologique. Ce courant privilégie les ressemblances entre les structures biologiques et sociales. Les organisations sont considérées comme des systèmes naturels et ouverts, ce qui conduit à introduire l'environnement dans l'étude de l'entreprise (notion de système global). La deuxième approche, considère la systémique sous l'angle opérationnel. L'orientation de cette approche est plus technique. Ce sont des travaux appliqués ou des modèles d'entreprises, proposés par des ingénieurs, où l'on ressent l'influence de la cybernétique qui est la science du contrôle et de la communication. Avec Y. Bertrand et P. Guillemet (1989), nous ferons remarquer que la cybernétique se différencie, au point de départ, de la systémique dans la mesure où ses adeptes, physiciens et mathématiciens, s'intéressent à des thèmes tels que la circulation de l'information dans les machines, la régulation, le contrôle, la rétroaction. En effet, la systémique, plus marquée par la biologie, est portée sur des questions telles que l'adaptation, les relations entre systèmes, l'ouverture, l'ordre, l'organisation. Nous constatons qu'à l'origine, la systémique apparaît plus organique, par opposition à la cybernétique plus mécanique.

La deuxième étape de développement de la systémique est caractérisée par les évolutions de l'environnement, qu'il soit technique, social, économique, etc. Cette évolution de l'environnement a engendrée une progression du concept même de la systémique en terme de représentations ou de modélisations. G. Blaison et J.C. Ligeron appelleront les résultats de cette mutation du concept de « systémique contemporaine ». Dans la systémique dite contemporaine, les recherches se sont portées sur le thème de la reconnaissance de l'individu, de l'autonomie, de l'auto-organisation. Il y a là une prise de distance avec la « première systémique » cybernétique, pour entrer dans la deuxième systémique qui permet une conception cybernétique des organisations, que N. Wiener a définie comme la science de la « commande et de la transmission chez l'animal et dans la machine ». Pour J. Mélese, cette deuxième systémique « ne se situe pas comme les autres sciences, au niveau des "objets", mais à un niveau plus général, donc essentiellement fonctionnel. La cybernétique apporte les concepts et les lois permettant de dégager les principes généraux d'architecture et de contrôle des systèmes ».

De ce qui précède, nous identifions les attentes suivantes pour la systémique :

- d'une part, qu'elle nous aide à comprendre et à rendre compte des changements qui affectent l'entreprise et qui ont suscité l'apparition

des nouvelles techniques de fonctionnement et de nouveaux modèles de management ;

- d'autre part, qu'elle nous permette de comprendre en quoi ces nouveaux modèles facilitent l'adaptation à l'environnement contemporain.

De même, nous déduisons que si les années soixante et le début des années soixante-dix ont été celles de la planification, les années quatre-vingt et quatre-vingt-dix sont et seront celles de la stratégie, c'est-à-dire du contrôle et de la redéfinition permanente des produits et des marchés.

Pour ce faire, l'entreprise considérée comme système est sujette à risque et peut être victime de son environnement ainsi que de sa structure interne. Une nouvelle variante de la systémique active est nécessaire afin d'avoir une approche à la fois globale et évolutive de développement des systèmes.

IV.3. Les insuffisances de la systémique pour l'étude des organisations

La définition de Feuvrier (1971), s'agissant de la systémique des organisations, nous avait permis d'identifier les composants suivants pour un système :

- une structure technique (les machines et les matériaux) ;
- une structure sociale (les hommes et l'information) ;
- une structure organisationnelle.

Chacune de ces structures correspond à un sous-système et l'ensemble constitue un tout, appelé système d'organisation. Or, la conception des systèmes complexes et évolutifs est un processus nécessitant l'examen du système en tant qu'ensemble d'éléments et leurs interactions. L'influence de l'environnement contribuant également à faire évoluer ces éléments et leurs interactions est à prendre en compte. Ce qui permet d'intégrer l'aspect dynamique à la conception.

Bien que l'approche systémique de l'organisation arrive à rendre compte de la réalité de l'organisation, elle ne permet pas de bien représenter conjointement la réalité du système organisationnel, technique et celle du système social. C'est ainsi qu'il semble nécessaire de développer une méthode permettant de prendre en compte en même temps la dimension spatiale des systèmes organisationnel, social et technique, et leur évolution dynamique avec une approche de conduite du changement : la dynastique.

IV.4. Vers la théorie générale de la dynastique

Pour développer ce nouveau concept de développement des systèmes dynamiques, nous avons essayé d'étudier les méthodes d'analyse de systèmes

appropriées afin de dégager quelques principes utilisables pour notre problématique.

J. Mèlèse nous apprend que « la description d'un organisme par l'approche système met l'accent sur les changements qui s'y produisent, donc sur les échanges entre le système et son environnement ainsi que sur les transformations qu'opère le système ». Le système est vu comme un ensemble de variables liées les unes aux autres par des boucles de rétroaction. D. Frei et D. Ruloff (1988) identifient deux sortes de variables constituant un système dynamique : les invariants (variables d'état ou « niveaux ») ; par exemple : les différentes fonctions de l'entreprise, direction, départements, cellules, etc., et les variables fluctuantes dites « taux de variation » (par exemple : les hommes, les machines, les matériaux, l'organisation du travail, les produits, etc.). Les variables d'état caractérisent les niveaux auxquels se trouvent les données (qualitativement ou quantitativement). Les variables fluctuantes indiquent les taux de variation (pourcentages) auxquels ces données subiront l'impulsion. Ces deux variables symbolisent ainsi le processus à l'intérieur d'un système donné.

Les systèmes seront donc modélisés par des variables d'état en entrée et en sortie, et une variable de traitement de l'information, « variables fluctuantes », pour contrôler et réguler les entrées et les sorties. Pour J. Mèlèse, « c'est donc une approche qui cherche à cerner la dynamique du changement en repérant l'évolution des variables les plus importantes, les liaisons entre diverses transformations locales, ainsi que les processus de contrôles et de régulations qui règlent ces transformations ».

Sachant que les systèmes ont naturellement leurs frontières, il est nécessaire d'identifier les éléments essentiels qui peuvent être à la base de leur évolution. Ainsi, la recherche s'orientera d'abord vers les variables d'état les plus importantes (niveaux). Il est également logique de différencier les variables d'état (niveaux) qui peuvent être examinées séparément. A cet effet, il y a pour chaque variable d'état au moins une variable fluctuante qui commande les sorties ou les entrées. Il est préférable de ne s'en tenir d'abord qu'aux variables les plus importantes, afin que l'examen ou la conception du modèle ne devienne pas trop complexe dès le départ.

On peut donc identifier des variables fluctuantes suivantes : des personnes, des technologies, et des outils, etc. D'une manière générale, on utilise l'information comme une variable d'état. Cette information portée sur les variables fluctuantes, commande le fonctionnement et les effets. Toute information importante, c'est-à-dire, celle qui est soumise à des changements et susceptible de ce fait d'influencer l'évolution du système, doit prendre

place dans le modèle lui-même. Seules les valeurs fixes nécessaires à la commande (paramètres) peuvent être introduites de l'extérieur. S'il s'avérait qu'une information notable ne soit pas encore produite dans le modèle, il faudrait alors envisager sa modification (rétroaction).

D. Frei et D. Ruloff (1988) expliquent qu'une boucle de rétroaction a tendance à orienter le système vers un objectif. Elle est donc utilisée pour satisfaire un objectif. Il est important que de telles boucles de rétroaction soient stabilisantes. Si la valeur de consigne de paramètre, de variable fluctuante, etc. indique un état d'équilibre, la boucle de rétroaction veille, en cas de déséquilibre, à son rétablissement au bout d'un laps de temps correspondant.

D'un point de vue de conception, les systèmes se composent de plusieurs boucles de rétroaction maillées de ce type. La conception du système n'est donc rien d'autre qu'une étude des réactions aux troubles de l'extérieur, ou aux problèmes de structure (objectifs, aspirations, etc.).

Dans ce cas, la dynastique se propose, par son approche spatiale, d'intégrer les effets produits par certains changements structurels ou concernant les paramètres, d'une part et d'autre part, par son approche de conduite du changement, d'expliquer le problème, de fixer le déroulement des actions dans des groupes de travail et des équipes de direction. De ce fait, elle permet également la construction des scénarios de développement et de mise en place.

IV.4.1. L'approche spatiale

L'approche spatiale est une étude conjointe de la systémique des organisations, de la systémique technique et de la systémique sociale. Il s'agit d'une analyse d'un point de vue des contenus et des relations.

La systémique des techniques

Elle prend en compte l'ensemble des techniques et leur relation. Les systèmes techniques de la fin du xx^e siècle ont été décrits par Lasfargue (1988) : micro-électronique, opto-électronique, biotechnologie, informatique et communication, maîtrise de l'énergie, nouveaux matériaux, (fig. 1).

L'utilisation d'une approche systémique nous permet de prendre en compte l'interdépendance de toutes les technologies. Mais la complexité des systèmes techniques actuels nécessite des innovations dans différents domaines pour concevoir un système fiable, sécurisant, valorisant, souple et rentable. Car

de ces qualités dépend l'efficacité des systèmes. Mais, chaque innovation constitue une expertise dans un domaine bien précis ou dans plusieurs domaines.

La systémique des organisations

Elle permet d'étudier l'organisation d'une manière globale, en prenant en compte l'ensemble des fonctions de l'organisation et leur relation, (fig. 1). Elle met aussi l'accent sur les frontières qui, la plupart du temps, délimitent une « micro-culture », nécessitant des transactions pour chacun des échanges qui les traverse et exige des mécanismes de régulation de ces transactions. C'est donc, le lien ou l'interface avec les autres sous-systèmes de l'organisation.

Mais l'approche systémique dans l'étude d'organisation a ses limites. Comme le souligne Liu (1983), expliquer le fonctionnement d'une entreprise à travers un modèle théorique élaboré pour rendre compte des phénomènes qui se passent dans une cellule, cela revient à négliger un grand nombre d'aspects essentiels de la réalité de l'entreprise. Ainsi, il identifie une première catégorie des caractéristiques de ce modèle, du fait que les organisations sont constituées de personnes humaines. Or, entre elles et les constitutions d'une cellule, on peut recenser plusieurs aspects différents : l'autonomie, la connaissance et la conscience, l'affectivité, l'imagination et la capacité.

Toutes ces caractéristiques propres à l'élément fondamental des systèmes sociaux, c'est-à-dire la personne humaine, ne sont pas prises en compte dans le modèle des systèmes ouverts. Mais cela ne constitue qu'une partie des insuffisances de ce modèle, une deuxième catégorie décrite par l'auteur relève de la systémique sociale, donc non traitée par la systémique des organisations.

La systémique sociale

Elle permet de prendre en compte, l'ensemble des caractéristiques de l'homme en tant qu'individu, mais également de l'homme en tant que groupe d'individus et son influence sur le système organisationnel, (fig. 1), par exemple :

- les caractéristiques propres à la dynamique des groupes restreints (leadership, rôle des individus, sentiment d'appartenance, vie affective des groupes...) ;
- l'émergence des cultures et des micro-cultures ;
- la communication, nécessaire pour les utilisateurs afin qu'ils ne restent pas dans l'incertitude ;

- la dynamique de l'individu dans un système social (stratégie de l'acteur, pouvoir et influence d'un individu, hiérarchie...), etc.

Les insuffisances de l'approche spatiale

Avoir une approche spatiale pour résoudre le problème de la conception globale ne résout pas tout le problème de développement d'un système. Car, nous avons vu que le développement d'un système n'est pas seulement la représentation de la réalité d'un système, mais un processus qui regroupe un ensemble d'activités complexes et variées. C'est pourquoi, l'étude de chaque sous-système, et les actions à mener pour chaque activité nécessitent une expertise ou des compétences spécifiques dans ce processus itératif et évolutif.

Or, l'approche spatiale ne permet pas d'introduire la notion du temps, c'est-à-dire, la prise en compte des évolutions des outils, de la culture et de l'organisation, et donc ne permet pas une conception dynamique des systèmes. Elle nécessite donc, l'intégration de la notion du temps. Pour intégrer dans l'approche spatiale une dynamique permettant la maîtrise de l'évolution des structures organisationnelles et sociales face aux changements techniques, nous avons utilisé l'approche de conduite du changement.

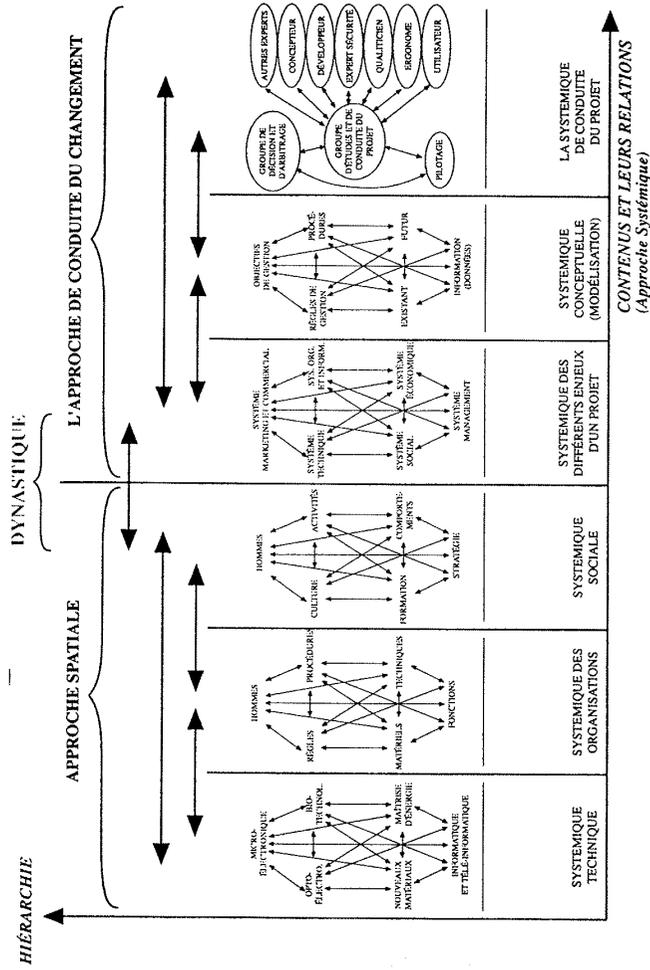
IV.4.2. L'approche de conduite du changement

Elle prend en compte l'ensemble des sciences et des techniques nécessaires au type de mutation envisagée. C'est une approche à plusieurs niveaux dans laquelle nous identifions : la systémique des différents enjeux d'un projet, la systémique de modélisation et la systémique de conduite de projet pour l'accompagnement et la mise en place des systèmes.

Elle est donc, une démarche de développement qui s'appuie sur des outils scientifiques et techniques pour traiter de manière itérative et dynamique les facteurs d'évolution du système.

La systémique des différents enjeux d'un projet

La systémique des différents enjeux d'un projet permettra de définir une politique et une stratégie de conduite du changement qui tiendra compte des différents enjeux du projet, (fig. 1), par rapport à l'entreprise : compétitivité, productivité, efficacité, rentabilité, qualité de production, qualité de service et fiabilité.



LA SYSTEMIQUE SPATIALE : Elle consiste à analyser le domaine d'un point de vue des contenus et leurs relations sans penser au déroulement et de la réalisation.

APPROCHE CONDUITE DU CHANGEMENT : Est une dimension temporelle et dynamique qui considère que les contenus, les relations et la structure de développement évoluent au fil du temps.

Figure 1. - La dynastique : une nouvelle approche du concept de système.

Dans ce contexte, l'action sur les changements technologiques, quel que soit son niveau, doit s'appuyer sur une étude globale permettant une évaluation complète de tous les enjeux d'un projet. Cela permet une bonne définition de la politique et de la stratégie de conduite du changement, respectant la spécificité de chaque fonction de l'entreprise et de trouver une cohérence de l'ensemble.

Cette stratégie devra permettre d'identifier ou de définir les moyens et les outils nécessaires pour l'accompagnement du projet et le développement du système homme-machine.

La systémique de modélisation

La systémique de modélisation est une méthode de représentation du monde réel qui s'appuie sur l'identification des objets de gestion qui composent les systèmes étudiés et leurs interactions, (fig. 1). Concevoir un système, c'est construire progressivement un modèle de la réalité que l'on souhaite atteindre.

La systémique de conduite du projet

La systémique de conduite du projet permet d'identifier les experts nécessaires pour la conduite du changement, (fig. 1). Cela, afin d'intégrer les innovations sur les nouveaux problèmes posés par les nouvelles technologies et en même temps de définir des nouvelles règles de fonctionnement de la structure de conception du système, en respectant la spécificité de chacun mais en recherchant la cohérence de l'ensemble.

S'assurer de l'intégration de chaque expertise et de tous les sous-systèmes est un niveau supplémentaire de complexité et de variété du problème de développement des systèmes. C'est ainsi que, pour avoir cette cohérence et rendre opérationnelle cette intégration, une approche globale telle la « dynastique » est proposée.

V. LA DYNASTIQUE

Pour conduire les changements technologiques, Lasfargue (1988) souligne que nous apportons des solutions sur les contraintes apportées par les nouvelles technologies mais en même temps nous concevons des nouveaux métiers. Nous sommes persuadés que ce n'est pas la technologie qui détermine les métiers et les qualifications, mais la structure de conception du nouveau système mise en place pour gérer l'abstraction du travail, les

défaillances de systèmes, et les défaillances humaines. Cette structure doit faire preuve d'innovation afin d'intégrer les contraintes imposées par les nouvelles technologies pour mettre en place des nouveaux systèmes fiables et adaptés. L'utilisation d'une approche de conduite du changement nous permet de prendre en compte l'interdépendance de toutes les technologies.

Or, la complexité des systèmes actuels nécessite des innovations dans différents sous-systèmes pour concevoir un système. Chaque innovation nécessitera une expertise dans un domaine bien précis. L'intégration des différents niveaux d'innovations dans la conception générale du système, est l'un des enjeux importants de la dynastie qui fait corps avec la conduite du changement.

Pour améliorer un système, par exemple dans les cas de défaillance des systèmes ou de défaillance humaine, Nicolet (1988) souligne que la réponse doit être de même nature que la défaillance. Il ne suffit donc pas simplement de quantifier les défaillances, il faut également préciser leur nature et leur mode d'occurrence. L'application de ce concept au problème de développement des systèmes, nous oblige à réfléchir, en même temps, en terme systémique et global. Car, la systémique utilisée pour chaque sous-système ne permettra pas de résoudre tous les problèmes posés par ce sous-système. Etant un système ouvert, donc incomplet, une partie du sous-système est définie à l'extérieur de ce sous-système. Ce qui représente le point de départ du traitement vers un autre sous-système. D'où, la nécessité d'avoir une vision globale.

Ce constat nous permet de conclure qu'il manque une approche globale qui permettrait d'étudier les inter-relations des différentes approches étudiées. Comme le fait remarquer Ashby (1958), « un système de complexité de rang N ne peut être piloté que par des systèmes présentant un niveau de complexité supérieur. De plus, il ajoute que seule la variété peut venir à bout de la variété ». Or, nous savons que la complexité naît de l'inter-relation entre deux éléments. Cela nous permet de comprendre aussi que, seule une variété des différents sous-systèmes étudiés dont la complexité sera de niveau N + 1, donc de niveau supérieur, puisse résoudre le problème de la conception globale.

Ainsi, si l'approche spatiale et l'approche de conduite du changement est du niveau N, il est vrai que la systémique du niveau supérieur sera une systémique globale. Dans ce cas, nous pouvons dire que la dynastie, en tant qu'approche globale, peut résoudre le problème de la conception globale. Ses deux aspects, (fig. 1) sont :

1. l'étude des systèmes avec une approche spatiale ;
2. le développement des systèmes avec une approche de conduite du changement.

La dynastie est un concept méthodologique d'étude et de développement des systèmes et de conduite du changement qui se réalise dans un espace logique à trois dimensions (H, I, T) entre trois pôles (approche spatiale, approche de conduite du changement et système cible), (fig. 2).

H = axe hiérarchie (c'est une représentation des éléments, dans laquelle on conserve et on observe le mouvement dynastique). C'est donc, un processus de mémorisation des représentations, qui est l'une des trois recommandations formulées, par B. Paulré (1987), à l'appui d'une nouvelle conception du couplage information-pilotage.

I = axe itération.

T = axe temps.

Sur l'axe du temps, on observe un mouvement D, I, P (Dynamique, Itérativité, Progressivité), constitué de plusieurs mailles de boucles de rétroaction, asymptotique par rapport aux objectifs visés, les résultats sont approchés sans être atteints complètement. Ainsi, l'un des objectifs de la dynastie sera de réduire l'écart entre les objectifs fixés et la cible.

D = Dynamique : le mouvement entre les trois pôles se réalise d'une manière dynamique.

I = Itérativité : il traite le problème d'une manière itérative, non figée, car il s'adapte par rapport au processus dynastique qui remplit deux fonctions :

- perception du changement dans le monde réel (extérieur), c'est-à-dire, le problème constaté et les moyens à mettre en œuvre pour le résoudre ;
- le contrôle et la régulation vis-à-vis de l'intérieur.

P = Progressivité : une progression sur l'axe du temps par rapport aux objectifs à atteindre.

Ce n'est donc pas un mouvement neutre et aveugle, mais un mouvement guidé. De ce fait, la dynastie est un concept méthodologique avec un double regard sur le système :

- un regard extérieur : qui permet d'identifier les problèmes survenus en-dehors du système, mais ayant un impact sur ce dernier et les moyens nécessaires pour les traiter ;
- un regard à l'intérieur du système par les moyens identifiés.

Par comparaison, l'existence de ce double regard nous différencie de la cybernétique qui sépare les trois pôles avec un seul regard, celui de l'intérieur, c'est-à-dire où tout est intégré dès le départ, aucun autre élément de l'extérieur ne peut être intégré dans la suite. La cybernétique permet donc de développer un système comme une entité close dont le fonctionnement est autonome.

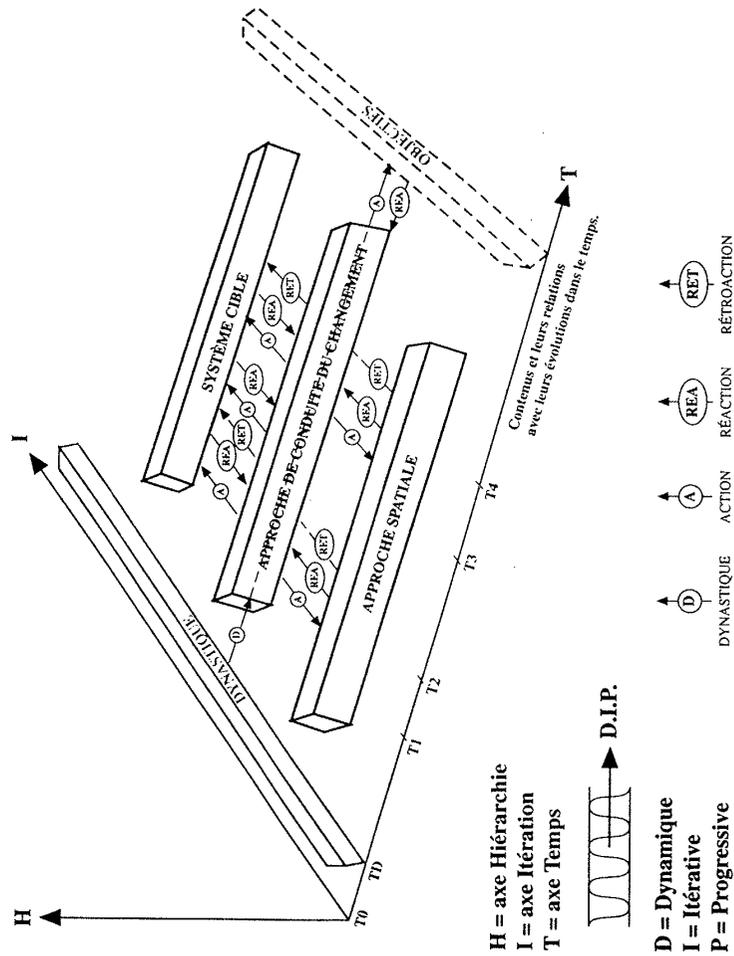


Figure 2. - Mise en œuvre de la dynastique dans l'espace logique H, I, T.

De ce fait, il n'a pas de relation avec l'extérieur et n'a donc pas besoin de réguler quoi que ce soit.

Pour la dynastique, la conception devient une activité complexe de créativité, qui intègre non seulement la recherche des solutions adaptées par rapport à la nature du domaine à traiter, mais aussi une recherche des solutions sur les contraintes apportées par les nouvelles technologies et en même temps une recherche d'un système d'organisation souple, adapté et évolutif, sans perdre ses acquis (activité, secteur d'activité, savoir-faire, etc.). L'approche spatiale consiste à regarder les domaines d'un point de vue des contenus et leurs relations sans penser au déroulement et à la réalisation. Elle subit donc l'action d'identification des problèmes posés par les nouvelles technologies, des experts concernés par ces nouveaux problèmes, des outils nécessaires pour traiter ces problèmes et de définition des nouvelles règles de fonctionnement de la structure de développement venant de l'approche de conduite du changement face à laquelle elle réagit. Lors d'une nouvelle action de conduite du changement, elle réalise une rétroaction qui va aboutir à la cible. Elle considère que les contenus et les relations évoluent au fil du temps d'une manière itérative. Dès cet instant, la dynastique agit ! Nous définissons donc la dynastique comme un processus renouvelable de mise en œuvre de l'approche spatiale et de l'approche de conduite du changement. Elle permet de réaliser d'une manière dynamique, itérative et progressive un système futur optimal.

Ainsi, peut-on parler d'un concept méthodologique de développement et de conduite du changement global et systémique. Global, parce qu'il permet de prendre en compte l'ensemble des composants du système étudié et de son environnement, tant sur le plan technique, organisationnel que social, par une conception descendante ayant pour préoccupation le système global. Systémique, parce qu'il cherche à améliorer le système dans son ensemble par réunion ou combinaison de postes individuels, ou par un montage plus adapté et plus équilibré des chaînes de travail avec une conception ascendante ayant pour préoccupation le poste de travail. C'est donc un concept méthodologique de développement et de conduite du changement souple et adaptable intégrant une démarche systémique transversale et la prise en compte de l'évolution dans le temps de chacune des approches étudiées ; ce qui ajoute à l'aspect analyse une dimension pratique et concrète de développement. Pratique parce que étymologiquement, le terme dynastique est relatif à une « dynastie » (du mot grecque *dunasteia* qui signifie puissance). La dynastique caractérise une évolution dans le temps et dans l'espace sans perte de patrimoine. Le patrimoine correspond à l'héritage. Cet héritage que nous retrouvons dans

l'approche objet permet une mise à jour dynamique des objets. Par contre, cette notion d'héritage dans la dynastique intègre les évolutions en cours sans perdre les acquis. Par exemple, une entreprise commerciale ne perd rien de sa raison sociale en dépit de l'informatisation qu'elle peut mettre en place.

Concrète, parce que son domaine d'application est l'entreprise, système qui ne doit pas perdre son patrimoine antérieur même s'il doit évoluer dans le temps et dans l'espace. Nous constatons par exemple que les grandes entreprises qui n'avaient pas fait attention, pour préparer la mise en pré retraite des agents qui détenaient le savoir et le savoir-faire, ont perdu leurs acquis ; d'où leur manque à gagner. Ainsi, l'évolution tant souhaitée dans les méthodes de développement des systèmes peut trouver une contribution que nous espérons non négligeable à travers la mise en œuvre de la dynastique.

Références

- C. V. FEUVRIER, *La simulation des systèmes*, Dunod, Paris, 1971.
 Y. LASFARGUE, TECHNO folies TECHNO jolies, Editions d'Organisation, Paris, 1988.
 J. L. NICOLET, L. CÉLIER, *La fiabilité humaine dans l'Entreprise*, Masson, Paris, 1990.
 M. LIU, *Approche socio-technique de l'organisation*, Editions d'Organisation, Paris, 1983.
 M. GODET, *Prospective à contre-courant des idées reçues*, Conférence-débat, France Télécom-CNAM, Paris, 1989.
 C. ROLLAND, O. FOUCAUT, G. BENCI, *Conception des systèmes d'information, Méthode REMORA*, Eyrolles, Paris, 1988.
 D. FREI, D. RULOFF, *Les risques politiques internationaux ; Analyse, Prévision, Conseil*, S.A.J.M. Vajou, 1988.
 R. ASHBY, *Introduction à la Cybernétique*, Dunod, Paris, 1958.
 J. LEPLAT, G. De TERSSAC, *Les facteurs humains de la fiabilité dans les systèmes complexes*, Octares, 1990.
 G. BLAISON, J. C. LIGERON, Extension de la sûreté de fonctionnement au risk management, Acte du colloque CINDYNICS 92, Cannes.
 J. MÉLESE, *L'Analyse modulaire des systèmes (AMS)*, Éditions d'Organisation, Paris, 1991.
 Y. BERTRAND, P. GUILLEMET, *Les organisations : une approche systémique*. Agence d'ARC Inc., 1989.
 B. PAULRÉ, L'entreprise système, Présentation générale de ce numéro spécial, *Revue Internationale de Systémique*, vol.1, n°4, 1987.
 M. MAYATA, Maîtriser les changements technologiques par la dynastique. Nouvelle approche de développement des systèmes, Acte du Colloque Maîtriser le Risque au Poste de Travail, Presses Universitaires de Nancy, 1993.

Appel à Communications

Journées de Rochebrune, 17-21 janvier 1994

« Autonomie et Interactions fonctionnelles »

L'autonomie est la capacité d'un système vivant ou artificiel à maintenir sa viabilité dans des environnements variés et changeants sans contrôle extérieur. Mais autonomie ne signifie pas autarcie et n'implique en aucun cas découplage total du monde. En particulier, les interactions du système avec d'autres systèmes peuvent enrichir son répertoire comportemental et lui permettre de maintenir sa viabilité dans un éventail plus large de situations. Par interactions fonctionnelles, on désigne les interactions qui donnent effectivement lieu à un accroissement de l'adaptivité, ou de l'efficacité du système, ou de son adéquation au milieu. Ces interactions peuvent se manifester sous différents aspects : communication, coordination, coadaptation, coévolution... Une telle description ne se limite pas aux systèmes ne possédant pas de représentations symboliques du monde, et peut s'étendre aux interactions mettant en jeu le langage. Situées dans le prolongement des journées 1993 sur l'intelligence collective, les **Journées de Rochebrune 1994** auront pour but d'étudier comment autonomie et interactions peuvent se conjuguer : les contributions devront traiter d'autonomie ET d'interactions, en proposant des simulations, modèles ou théories fondés sur l'étude de systèmes naturels ou la réalisation de systèmes artificiels, autonomes et interagissants. Le nombre de contributions étant limité, seules les communications se centrant sur le sujet pourront être acceptées. Les contributions, d'une longueur de 8 à 12 pages, devront être envoyées en deux exemplaires (2x2), avant le 15 septembre 1993, à chacune des deux adresses suivantes :

Thierry Fuhs - Rochebrune 1994

Labo d'IA et de Vie Artificielle, CEMAGREF, 92185 Antony Cedex.

Email : tixou@cemagref.fr. Tél. : (1) 40 96 61 21 - Fax : (1) 40 96 60 80

Eric Bonabeau - Rochebrune 1994

CNET Lannion B - OCM/TEP, Route de Trégastel, 22301 Lannion Cedex.

Email : bonabeau@lannion.cnet.fr. Tél. : 96 05 31 07 - Fax : 96 05 10 08

Les notifications seront envoyées aux auteurs le 15 octobre 1993. Le coût de participation aux journées est d'environ 2 600 F TTC, et couvre l'inscription à l'atelier de travail, le logement, les repas ainsi que diverses activités. Il est également possible de participer sans contribuer, dans la limite des places disponibles.

Comité d'organisation :

Eric Bonabeau, Jean-Louis Dessales, Thierry Fuhs, John Stewart.

Comité de Programme :

Evelyne Andreewsky, Eric Bonabeau, Paul Bourguin, Jean-Louis Dessales,

Danièle Dubois, Thierry Fuhs, Alain Grumbach, Pierre-Yves Raccah,

John Stewart, Guy Théraulaz

Avec le soutien de l'ARC,

sous le patronage du Comité technique Systémique et Cognition - AFCET