

## **Le Management stratégique : Contrôle de l'Irréversibilité**

### **Page d'introduction**

**Auteurs :** Jean-Pierre Debourse et Roger Pierre Declerck

**Institution :** Ecole Supérieure de Commerce de Lille

Av. Willy Brandt

59777 EURALILLE

Tél. : 03.20.21.59.01

Fax : 03.20.21.59.17

e-mail : [r.declerck@esc-lille.fr](mailto:r.declerck@esc-lille.fr)

**Prière d'adresser la correspondance à :** Mr. J.P. Debourse, Directeur Général  
Groupe ESC (adresse ci-dessus)

**Mots-clés :** **Ecosystèmes projet et opération**  
**Stabilité – Equilibre**  
**Sensibilité aux conditions initiales et aux paramètres**  
**Irréversibilité**

## Le Management stratégique: Contrôle de l'irréversibilité

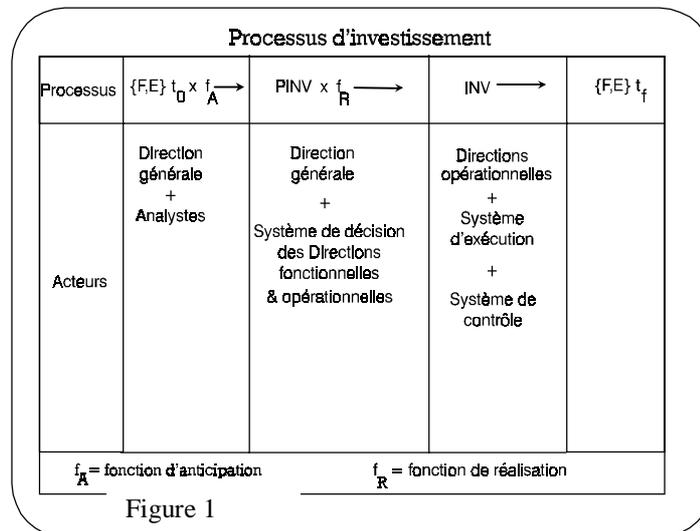
### Introduction

L'investissement est un processus par lequel un individu rationnel - un investisseur - passe d'un état à un autre de plus grande utilité pour un niveau de risque donné. Allons donc!

Voilà un os décharné par les termites, blanchissant au soleil dans un désert de sable sec. Voilà le noyau dur de la théorie financière moderne; le reste consiste à percer des trous dans le tibia creux et à jouer du pipeau.

Le processus d'investissement est un drame et une comédie, c'est une construction sociale de la Réalité, c'est un mode d'interrogation de la Nature et de changement de la Culture. Lorsqu'il s'articule sur un projet d'investissement - comme "Inquiring system" à la C. West Churchman - c'est un mode d'interrogation multidimensionnelle de la Nature, une praxis scientifique et poétique, ponctuée de pics et de plateaux d'irréversibilité et de stabilité.

Nous avons, il y a plusieurs années, présenté un schéma très ascétique de ce processus; nous allons le rappeler à la Figure 1 et puis, graduellement, l'incarner.



A l'instant  $t_0$  existe un couplage donné de la firme F avec son environnement E; soit l'ensemble  $\{F,E\}_{t_0}$ .

L'application à cet ensemble d'une fonction d'anticipation  $f_A(\ )$  produit l'ensemble des propositions de projets d'investissements (PINV). Deux types de ces fonctions d'anticipation seront formulés:  $f_A^o(\ )$  pour les investissements liés aux opérations courantes et  $f_A^p(\ )$  pour les projets nouveaux. Ces fonctions se référeront de même à des environnements distincts pour les opérations en cours et pour les opportunités de projets. Ce processus est formalisé dans les entreprises américaines sous le titre de « Capital appropriation ».

Aux projets *potentiels* d'investissement s'applique une fonction de réalisation  $f_R(\ )$  qui conduit aux investissements réels INV. Cette fonction se décompose pour les opérations concrètes en  $f_R^o(\ )$  et pour les projets en  $f_R^p(\ )$ .

L'exécution des programmes d'investissements conduit à un nouveau couplage  $\{F,E\}_{t_f}$ .

## **Déséquilibre, irréversibilité et chaos**

### **Introduction**

Or donc, il y a une quinzaine d'années, discrètement d'abord (Science privée) et puis en accélération, les scientifiques bientôt suivis par les économistes, ont redécouvert l'irréversibilité. Celle-ci avait été soigneusement occultée dans l'enseignement universitaire qui, dans son ensemble, ne s'intéressait qu'aux phénomènes réversibles. Les contributions en physique mathématique de Newton et de Poincaré, de Keynes, de Samuelson et de Baumol en économie étaient relativement marginalisées en Science publique. Ce thème de réversibilité est, a posteriori, d'autant plus étonnant que l'expérience quotidienne est une avalanche d'irréversibilité. Quiconque a préparé, un soir, un spaghetti à la Carbonara, ou a réagi au premier sourire d'une personne aimée sait que ce thème est faux.

Toutefois, la mise en pratique du thème d'irréversibilité, au-delà des résistances psychologiques inconscientes qui lui sont opposées, présente de sérieuses difficultés de modélisation. Le développement des calculatrices électroniques et de la micro-informatique a revivifié les approches de mathématiques qualitatives et de représentation graphique aisée de phénomènes complexes.

Les exemples de phénomènes irréversibles, très élégamment modélisés, sont de plus en plus nombreux dans les sciences naturelles: ils vont de la cellule de Bénard, de la réaction de Bélousov-Zhabotinsky à l'arythmie cardiaque et à l'épilepsie, en passant par la climatologie. En sciences sociales, des travaux fort intéressants ont été réalisés, par exemple, dans le domaine de la structuration des villes et dans celui du fonctionnement des marchés financiers. L'étude de la complexité des systèmes sociaux est beaucoup plus difficile que celle des systèmes des sciences naturelles et ce pour trois raisons. La première est liée au nombre considérable de feed-back, dont beaucoup sont instables, apparaissant et disparaissant de la scène socio-économique - ce qui rend très difficile une reconstruction réaliste, pragmatique de leur dynamique. La deuxième est associée au fait que la mise en évidence de phénomènes instables, et en particulier chaotiques, exige de longues séries de données - on ne les rencontre, et encore, que dans les marchés financiers, d'où la concentration des travaux dans ce domaine. La troisième est, pensons-nous, essentielle: elle tient au fait que les systèmes sociaux, économiques, financiers, managériaux, contrairement aux systèmes physico-chimiques naturels, sont composés de deux sous-systèmes: une sphère réelle et une sphère de contrôle. Cette dernière est le lieu du management, des interventions humaines posées sous contrainte d'une rationalité limitée.

La littérature consacrée ces dernières années à la recherche du chaos dans le domaine économique montre que les chercheurs ont beaucoup de difficultés à y trouver du chaos de façon précise (au sens mathématique). Cette littérature devient de plus en plus un exercice - très intelligent d'ailleurs - en mathématiques théoriques avec le réductionnisme inéluctable des réalités que les chercheurs s'efforcent de modéliser.

W. Brock<sup>1</sup> commente comme suit la difficulté d'analyser le marché des T-bills (Bons du Trésor) aux USA. 'Au cours de la période étudiée, le gouvernement est intervenu dans la détermination des taux d'intérêt...influençant les taux des T-bills. A d'autres moments, le gouvernement s'est intéressé davantage à la croissance de la masse monétaire et moins aux taux d'intérêt. La « dynamique » est donc soumise à des « changements de régime » (regime shifts)...La conclusion de base (bottom line) pour le scientifique est que les interventions du gouvernement sur les marchés financiers rendent difficile l'interprétation des données'. Ben voyons!

Nous sommes d'avis que l'approche prise à l'origine par le Santa Fé Institute qui mettait l'accent sur la transposition analogique, métaphorique des modèles utilisés dans les sciences exactes aux domaines économique et sociologique mériterait d'être exploitée davantage dans les conditions actuelles de la recherche dans les domaines socio-économiques. Nous adopterons donc ici une approche descriptive, picturale et métaphorique au difficile problème de l'instabilité des écosystèmes projet/contexte et de la montée en puissance de ceux-ci lors de leur transformation en écosystèmes opération/contexte. <sup>ii</sup>

### **Systèmes autonomes et Systèmes contrôlés**

Si les interventions humaines, privées et publiques, perturbent les scientifiques dans leurs efforts de modélisation, il faut, heureusement, reconnaître qu'une dimension fondamentale du management macro- et micro-économique consiste à *Contrôler* les systèmes respectifs pour éviter précisément qu'ils ne se déséquilibrent et, à la limite, entrent en crise, chaotique ou non.

Nous allons montrer comment cela se présente dans la pratique quotidienne d'un des systèmes les plus dynamiques du secteur financier.

### **Exemple: « Contrôle » de Marché financier**

Sans entrer dans les détails techniques, nous allons illustrer par nos concepts certains aspects du fonctionnement du International Money Market (IMM) de Chicago<sup>iii</sup>. Ce marché, dont la fonction est l'échange de contrats à terme (futures contracts) de divers instruments financiers, constitue un écosystème dont, pour simplifier, les acteurs du contexte sont les « Commission Brokers » qui agissent au nom de clients externes, tandis que les acteurs du « Projet » (ou de la « Firme » IMM) agissent pour eux-mêmes, ce sont les « locals ». L'ensemble est plongé dans un environnement économique et financier national et international dont les paramètres sont liés aux fluctuations des taux de change des monnaies et à leurs flux internationaux.

Les « Locals » sont organisés en trois groupes: les « Position Traders », les « Day Traders » et les « Scalpers » qui exercent des fonctions différentes dont un des effets est d'assurer la stabilité de l'évolution du marché, son *contrôle*, au jour le jour et à moyen terme.

Le « Position Trader » (PT) a la vue la plus longue, il achète ou vend en fonction des variations de base de l'offre et de la demande des marchés d'instruments de trésorerie (cash securities markets) et a donc un impact sur la tendance (trend) du marché.

Le « Day Trader » (DT), comme son nom l'indique, se concentre sur les mouvements diurnes et liquide sa position à la fin de la journée. Il cherche moins à atteindre des objectifs précis de prix qu'à réagir aux mouvements dans la « corbeille » (pit) générés par les « Commission brokers ». Certains des « Day traders » suivent les tendances, d'autres s'y opposent.

Le « Scalper » (SC), dont le nom a un petit air Western, réagit aux changements des prix établis, seconde par seconde, dans la « corbeille », typiquement en réaction au changement. Ses fréquentes interventions ont pour effet d'amortir, de lisser des fluctuations erratiques qui pourraient être déstabilisantes.

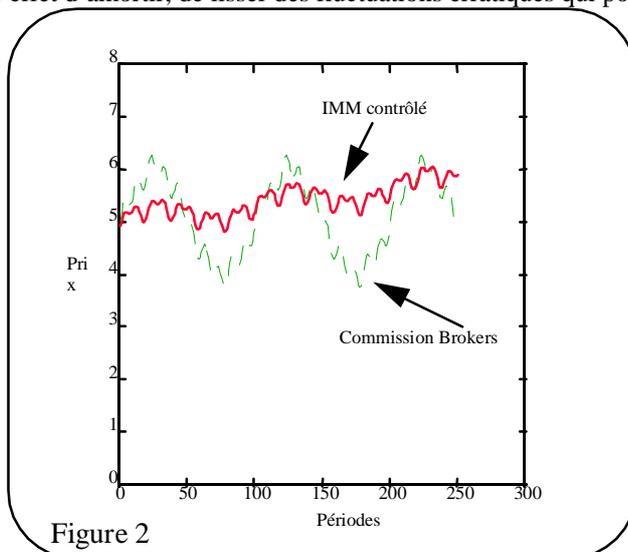


Figure 2

En résumé, le système du IMM apparaît comme un lieu de phénomènes quasi-périodiques (ou presque) à basse, moyenne et haute fréquence: le mois, le jour et la minute (voire la seconde). Les amplitudes des variations de prix qui mobilisent les PT, les DT et les SC vont en décroissant; le SC par exemple réagit à de très faibles variations positives ou négatives des prix (ticks). Ces divers cycles qui pourraient potentiellement, et parfois réellement, déséquilibrer le système par des phénomènes de feed-back positifs, sont en fait contrôlés par des mécanismes développés de façon empirique et gérés par des acteurs spécialisés. La Figure 2, qui est très schématique et quantitativement artificielle, montre une première courbe, en trait discontinu, représentant les fluctuations de prix résultant des achats et des ventes des acteurs du contexte (Commissions Brokers); la seconde courbe, en trait plein, représente la dynamique du

IMM telle qu'elle apparaît après le lissage, le contrôle exercé par les interventions des acteurs permanents de la Firme (PT, DT et SC).

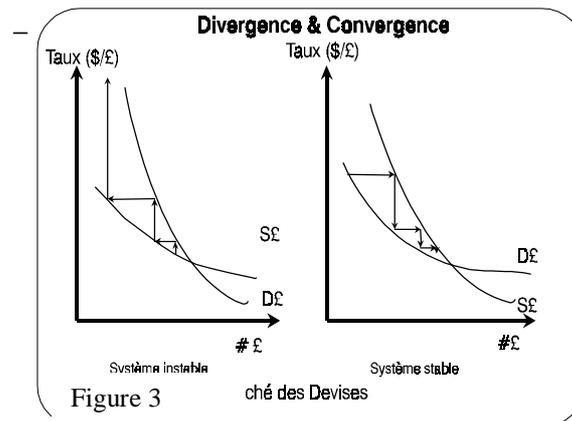
## Equilibre et déséquilibre

Avant d'illustrer le problème de l'évolution des écosystèmes complexes Projet et Firme, nous allons présenter un exemple beaucoup plus simple et classique en finance internationale. Ce modèle est strictement déterministe.

### Exemple: Marché international de Devises<sup>iv</sup>

Il s'agit ici de l'équilibre ou du déséquilibre du taux de change entre deux devises: le dollar US et la livre sterling. Nous retrouvons à nouveau l'influence dominante du rapport des pentes respectives des courbes de demande et d'offre; c'est en fait une règle générale précisant une condition de stabilité d'un système dynamique. Le rapport des pentes (dérivées des courbes) ou, parfois simplement, la dérivée d'une courbe représentative du système, peut être considéré comme un paramètre tel qu'en-dessous d'une valeur, dite critique, le système est stable tandis qu'au-delà il devient instable, par exemple par l'apparition de bifurcations.

La Figure 3 illustre les deux situations; l'évolution de chaque système (variation des taux de change) est représentée par le chemin fléché.



### Remarque

Dans le domaine de la chimie-physique, un système donné évoluera dans le cadre de lois universelles sans influencer celles-ci. Une réaction chimique entre l'acide sulfurique et la soude caustique ne modifiera nullement les lois de la cinétique chimique qui en ordonne le comportement; ce sera aussi le cas pour des milliers de réactions de ce type. Or, il en est tout autrement dans les domaines sociaux, économiques et financiers. Quoi que semblent dire les manuels élémentaires de théorie économique, les courbes d'offre et de demande dans un marché ne sont pas des Idéaux Platoniciens; au contraire, elles sont construites par la dynamique même des systèmes qui y opèrent - les vendeurs et les acheteurs. C'est le comportement de ceux-ci qui détermineront, p.ex. que le rapport des pentes des courbes d'offre et de demande de devises générera un état stable ou instable. De même, nous le soulignerons plus tard, c'est la dialectique des acteurs du Projet et de son Contexte qui déterminera, en grande partie, la dynamique de l'évolution de l'écosystème correspondant.

Que peut-il se passer dans nos écosystèmes de projets et d'opérations plongés dans des environnements complexes, fluctuants, perturbés par des signaux et des chocs difficiles à interpréter dans le bruit ambiant? Que se passe-t-il dans des systèmes socio-économiques complexes comme l'ancien Bloc de l'Est, comme l'Europe occidentale?

Sommes-nous entrés dans un système divergent, la "Spirale infernale du chômage"?

## **Bifurcations**

Au cours de son évolution sur une voie unique, un système peut rencontrer un point critique à partir duquel s'ouvrent à lui deux voies potentielles. L'on peut distinguer deux types de bifurcations: celles associées à un modèle mathématique – par exemple le système de Feigenbaum - ne représentant pas une réalité physique quelconque; et celles observées dans des phénomènes matériels représentés ou non par un modèle mathématique. C'est cette dernière catégorie qui nous intéresse ici et surtout lorsque l'une et l'autre des trajectoires offertes conduisent à des états irréversibles.

Au cours de la trajectoire du processus d'investissement, l'on rencontre typiquement une cascade de bifurcations successives. De plus, chaque phase de la trajectoire est l'aboutissement de divers processus déroulés en parallèle chacun prégnant de bifurcations. La conjonction de ces processus en série-parallèle met en place à l'origine des grands moments du processus d'investissement un jeu de Conditions Initiales critiques pour les étapes ultérieures.

### **Exemple: Usine de traitement de minerai**

Une société multinationale DIG & C° gérant, entre autres activités, une mine dans un pays d'Afrique, décide d'y créer, en complément de ses activités d'extraction, une usine destinée à transformer le minerai en divers composés chimiques de plus hautes valeurs ajoutées. En parallèle d'autres négociations avec une firme américaine, DIG & C° obtient d'elle la technologie de processus. La première étape consiste à broyer le minerai en une granulométrie précise; il est décidé de passer commande d'une installation de broyage avec recyclage à une firme européenne du « Groupe » qui propose un équipement différent de celui recommandé par le vendeur de licence US; elle n'a d'ailleurs qu'une compétence limitée dans la fabrication de ce type spécialisé de broyeurs.

Par ailleurs, la firme américaine propose, pour la deuxième étape du procédé - une réaction d'oxydoréduction - une technologie peu coûteuse (que le jargon des économistes du Transfert de Technologie appellera plus tard technologie intermédiaire ou appropriée!).

Une fois l'atelier de broyage installé, il s'avère que les techniciens de la mine, habitués à des processus de concassage, rencontrent avec cet équipement des difficultés considérables de contrôle de la granulométrie - le pourcentage de « fines » produites étant très élevé. Lors de la seconde étape, ces produits très fins dégagent des quantités considérables de poussières qui, portées par le vent dominant - jamais pris en compte bien entendu lors des études de faisabilité - vont se déposer sur les champs des villages voisins dont les chefs expriment des protestations justifiées et violentes. Les conséquences des choix des bifurcations - type de broyeur et réacteur d'oxydoréduction - sont l'arrêt des installations, une longue poursuite de la maîtrise de l'atelier de broyage et le design et la construction d'un nouveau réacteur. Les activités minières constituent le contexte dans lequel le projet doit s'intégrer. Les « mineurs » largement sceptiques, voire hostiles, à ces activités « industrielles » refusent l'utilisation de leurs stocks de tôles et de poutrelles, imposant de ce fait des délais d'importation considérables. La conjonction des deux bifurcations a créé des Conditions Initiales qui ont largement détruit la rentabilité potentielle du projet.

La prise en compte de ces éléments dans le processus de Management stratégique, et particulièrement du processus d'investissement, est fondamentale et pourrait s'inspirer des recommandations suivantes.

- Nous proposons qu'il est nécessaire de procéder à l'identification systématique des points de bifurcations potentielles, d'en évaluer les conséquences et d'y adapter les processus de planification stratégique.
- Nous proposons de plus de procéder activement à la création de bifurcations génératrices de trajectoires alternatives et de décider le long de quelle branche il sera et faisable et avantageux de mouvoir le processus d'investissement.

### **Sensibilité aux Conditions Initiales (SCI)**

Le comportement de certains phénomènes physico-chimiques est très sensible aux conditions qui prévalent lors de leur démarrage (Conditions initiales: CI); cela a été mis en évidence de façon spectaculaire par les travaux de Lorenz en météorologie. En construisant un modèle très simple des phénomènes atmosphériques et en le simulant sur ordinateur, E. Lorenz a non seulement mis en évidence l'importance des Conditions Initiales (CI), mais a aussi généré un attracteur chaotique particulièrement spectaculaire (voir p.ex. « Demo Lorenz » dans le logiciel MATLAB). Dans le langage de la dynamique cela signifie que deux trajectoires démarrant de points distincts mais extrêmement proches vont diverger de façon exponentielle de telle sorte qu'après un certain temps elles seront totalement disjointes. Deux

alpinistes entamant l'escalade d'une paroi verticale, partent côte à côte, séparés seulement au départ par une touffe de chardons - ceci étant un petit conte de fées se passe obligatoirement en Ecosse - suivront des parcours tels que les prises accessibles à l'un ne le seront pas à l'autre. Il se pourrait qu'ils ne se rencontrent jamais au sommet.

Par analogie, on peut imaginer que deux projets démarrant dans des CI très voisines se mettent à diverger l'un par rapport à l'autre. La différence minimale des CI peut faire en sorte qu'ils empruntent ultérieurement des trajectoires différentes aux points de bifurcation - e.g. Betamax vs VHS - souffrant dès lors, l'un ou l'autre, de retard et/ou de trop faible intensité de pénétration dans une des branches de la bifurcation - et/ou de pertes d'économie d'échelle et d'effets d'apprentissage. Il sera intéressant de suivre, de ce point de vue, la compétition Microsoft et Netscape pour le contrôle des autoroutes de l'informatique...

De nombreuses situations viennent à l'esprit: un investissement financier en devises étrangères fait à la veille d'une dévaluation inattendue; un projet lancé dans un pays où un changement de régime entraîne une nationalisation; une mutation technologique ayant lieu dans les semaines ou les mois qui suivent le démarrage d'une installation industrielle dont la technologie est rendue instantanément obsolète....

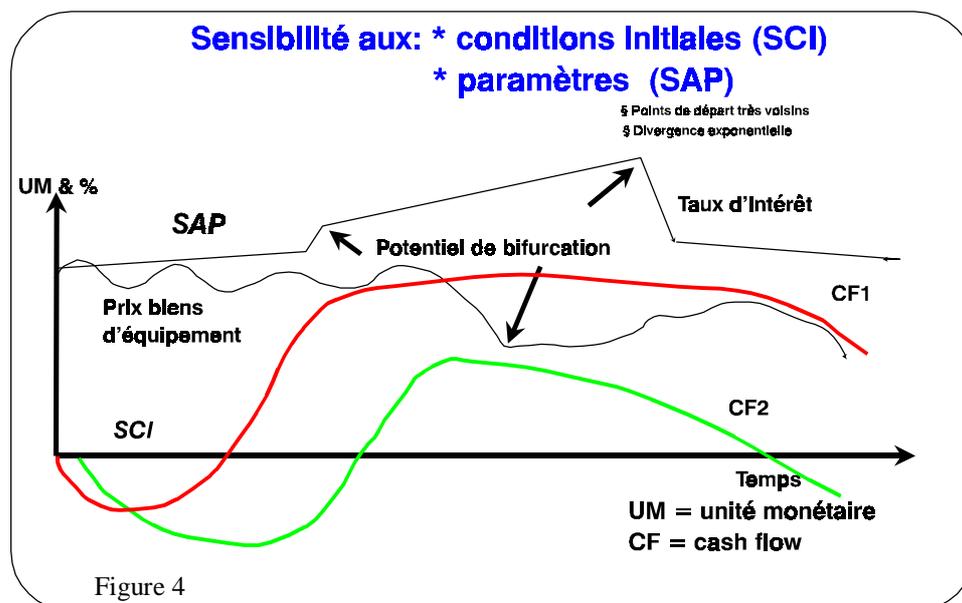
## Sensibilité aux paramètres (SAP)

Vulnérables ou non aux Conditions initiales, certains phénomènes sont excessivement sensibles aux paramètres qui conditionnent leur domaine d'action. L'influence de ces paramètres dits de contrôle sur l'apparition, p.ex. de bifurcations est devenue classique. Ces paramètres peuvent être sous ou hors contrôle (endogènes ou exogènes) de ceux qui conduisent le phénomène, ou qui l'observent.

Schuster<sup>vi</sup> fait remarquer que la SAP peut être plus dangereuse que la SCI, car elle introduit une instabilité statistique qui ôte toute signification aux moyennes statistiques; ce qui ne serait pas le cas pour la SCI.

La Figure 4 illustre, très schématiquement, le cas de deux projets conçus, formulés et planifiés identiquement, mais exhibant des sensibilités aux Conditions initiales ainsi qu'aux paramètres. Rappelons que nous proposons d'envisager la finition d'une phase de la trajectoire du processus d'investissement par projet comme une mise en place de Conditions Initiales pour la suivante.

Pour simplifier le graphique, nous avons choisi un décalage temporel pour les CI de lancement du projet et, comme paramètres le taux d'intérêt des instruments financiers ainsi que le taux d'inflation des prix des biens d'équipement.



L'on a intérêt à classer les CI et les paramètres en trois classes, suivant leurs appartenances au sous-système projet, au sous-système contexte(P) ou encore à l'environnement général; car c'est dans cette mesure qu'ils peuvent être maîtrisés peu ou prou par le Leader du Projet ou lui échapper totalement. Nous aimons aussi en suivant I. Prigogine<sup>vii</sup> - à la pensée duquel nous nous référons fréquemment - différencier

comme suit les diverses origines de déstabilisation potentielle de l'écosystème projet/contexte(P): une fluctuation est interne au sous-système projet; tandis qu'une perturbation naît dans le sous-système contexte(P) et un choc dans l'environnement. L'extrapolation à l'écosystème Firme/Contexte(F) est évidente.

## **Chaos, Fractales, Catastrophes et Enluminures**

Lorsqu'on aborde, même assez superficiellement, le domaine des systèmes dynamiques non-linéaires, potentiellement instables, il serait inconvenant de ne pas rappeler les travaux centrés sur le Chaos et les Fractales. Cependant, bien que tout praticien de management de projets sait d'expérience que c'est un domaine cahotique et chaotique, riche en éléments paranoïdogènes, il nous semble qu'il serait abusif, et certainement prématuré dans l'état actuel des connaissances, de se référer **trop formellement** au Chaos mathématique, aux Fractales et aux Catastrophes. Poétiquement c'est autre chose, car la poésie est à l'origine de la science. Nos doutes prennent source dans le fait que les systèmes socio-économiques sont, en principe, des systèmes contrôlés - bien que les discours des Hommes d'état...- et de même que si certains des modèles de phénomènes physiques contiennent des éléments exponentiels, explosifs, les systèmes réels - physico-chimiques, sociaux, financiers, démographiques - n'évoluent pas vers l'infini.

Toutefois, nous pensons que les notions de routes vers le chaos et de frontière amiboïde entre la zone de stabilité et la zone de chaos - the edge of chaos - sont métaphoriquement riches pour la réflexion sur la dialectique créativité/normalisation, ou Science privée/Science publique, qui est centrale, selon nous, au Leadership de l'écosystème projet. Langton<sup>viii</sup> décrit cette limite comme un changement de phase du second ordre: 'L'Ordre et le Chaos s'entrelacent en une danse complexe, perpétuellement changeante de bras microscopiques et de filaments fractales.' Nous y reviendrons d'ailleurs plus bas.

Nous partageons l'avis de John Wheeler 'Personne ne sera reconnu comme scientifique sans être familiarisé avec les fractales'. Ce sont, en effet, des schèmes de réflexion extraordinaires. Mais le Management n'est pas une science, c'est une démarche éthique et esthétique s'articulant sur des techniques. Aussi, c'est par contradiction (provocation?) que certains objets fractals nous posent un problème esthétique; leurs symétries, leurs caractères d'auto-similarité les rendent, à nos yeux, franchement hideux, un univers cancéreux et carcéral à la Piranesi - self-similarity is symmetry with a vengeance !.<sup>ix</sup>

Feynman<sup>x</sup> raconte une anecdote délicieuse à propos d'un portique sculpté très célèbre au Japon. Ce portique est parfaitement symétrique, sauf pour un tout petit élément sculpté « à l'envers » afin que les dieux ne soient pas jaloux de la perfection de l'Homme. Et Feynman ajoute: 'Nous pourrions dire que Dieu a fait les lois de la Nature presque symétriques afin que nous ne soyons pas jaloux de sa perfection'. La beauté de l'exubérance et du foisonnement des détails des sculptures et des enluminures des moines Celtes réside dans leur asymétrie.

Le développement de la réflexion sur le chaos et des techniques de son analyse nous conduisent à introduire un élément supplémentaire (Figure 5) aux Classes de décisions de Littauer. Cette addition met en lumière un type de relation avec l'Avenir radicalement différente de la certitude, du risque et de l'incertitude: l'Imprédictibilité<sup>xi</sup>. C'est l'incapacité formelle, incontournable de dire, de pré-dire les états futurs d'un phénomène dynamique ordonné cependant par un déterminisme strict, bien qu'ayant toutes les apparences d'un phénomène stochastique.<sup>xii</sup>

Classes de Décisions			
Etat de la Nature	Modèles	Logique	Décision
Déterministe	Analytiques	Déductive Prédictive	Certitude
Probabiliste	Stochastiques	Déductive Prédictive	Risque stochastique
Stabilité statistique	Statistiques	Inductive Projective	Risque statistique
Instabilité statistique	Contrôle statistique	Fuzzy Cause - Effet	Incertitude
<b>CHAOS</b>	<b>Qualitatifs Numériques</b>	<b>Computable</b>	<b>Imprédictible</b>

Figure 5

Dans le dernier cas, il est évident que les fonctions principales du Management - prédiction, planification et contrôle - n'auraient plus de domaine d'application.

En l'absence d'évidence - comme les jurys Ecossois: not proven! - de la présence du Chaos mathématique dans les processus d'investissement, nous préférons admettre que les classes de décisions pragmatiques offertes aux managers excluent ce type de Chaos. En pratique d'ailleurs les chercheurs travaillant sur des observations, des séries de données, d'apparence chaotique, les étudient aussi par le biais de méthodes économétriques et de modèles Box-Jenkins en complément des méthodes de la dynamique des systèmes non-linéaires.<sup>xiii</sup>

### Attracteurs familiers et Attracteurs étranges

Distinguons tout d'abord les systèmes conservatifs et les systèmes dissipatifs. Les premiers ont comme caractéristiques principales de conserver leur énergie - ils opèrent sans frottement - et d'être symétriques par rapport au temps, c.à d. réversibles. Ils sont sans intérêt pour les managers. Les seconds épuisent graduellement leur énergie initiale, par différentes formes de friction, ils sont irréversibles et convergent vers un équilibre qui peut prendre diverses formes. Le lieu de cette convergence s'appelle Attracteur. On reconnaît essentiellement trois types d'attracteurs: l'équilibre (un point), le périodique (un cycle) et le chaotique (mixing). A chaque attracteur, une fois identifié, il est bon d'attacher un ensemble de Conditions Initiales à partir desquelles un système dynamique évoluera vers lui. Cet ensemble de CI constitue un Bassin d'attraction.

C'est ainsi, en France par exemple, que la ligne de partage des eaux sépare deux bassins d'attraction; l'un tel que les eaux qui s'y déversent convergent vers l'Océan Atlantique; tandis que pour l'autre elles convergent vers la Méditerranée.

Les stades de football deviennent de plus en plus des attracteurs de violence, et leurs bassins d'attraction s'étendent de la France, à l'Angleterre, à l'Allemagne sans oublier les Pays-Bas. Les flux des Hooligans et la mobilisation locale des forces de contrôle - police, douane,...- constituent des éléments clés de ce système

Un projet d'investissement est un attracteur dont le lieu se déplace au cours du temps, de l'endroit où il est conçu et analysé (bureau d'études) vers le site où il sera exécuté et transformé en opération. Dans l'un et dans l'autre lieu, les bassins d'attraction sont constitués, en particulier, des sous-systèmes « Contexte » correspondants.

Ces attracteurs, aussi bizarres que paraissent certains, ne sont pas étranges. Ils correspondent généralement, dans le domaine socio-économique, à un état d'équilibre dynamique dit « état stationnaire » (steady state). C'est un équilibre caractérisé par de petites variations autour d'une position centrale, avec ou sans tendance temporelle de celle-ci. On retrouve, pour les opérations, la notion de stabilité statistique évoquée plus haut.

Les données historiques des cycles économiques peuvent, en principe, être modélisées en utilisant le concept d'attracteur périodique, voire celui de cycle limite. Pour compliquer les choses, la nature stochastique des phénomènes socio-économiques doit être prise en compte.

Un attracteur et son bassin d'attraction remplissent une fonction organisante; ils définissent ensemble l'état final vers lequel évoluera le système dynamique. Dans la pratique du processus d'investissement, il ne sera pas rare de rencontrer, comme dit plus haut, une ou plusieurs bifurcations avec un ou plusieurs attracteurs potentiels. La conjonction avec les effets de Sensibilité aux Conditions Initiales et aux Paramètres est évidente.<sup>xiv</sup>

Ayant décrit schématiquement l'évolution vers divers attracteurs à partir de bassins d'attraction, renversons la perspective. Considérons un mobile en « équilibre » sur un attracteur, comment savoir si cet équilibre est stable, et s'il ne l'est pas pourquoi; et comment va évoluer la dynamique du mobile?

Considérons un touriste qui observe un « Jumping bean » (JB)<sup>xv</sup> posé dans un pli d'une nappe sur une table. Un saut peut-être de faible amplitude - le JB retrouve l'équilibre initial - ou de forte amplitude - le JB va se positionner ailleurs sur la nappe. Le saut peut être spontané - une fluctuation - ; ou provoqué p.ex. par une pichenette de l'observateur - une perturbation - ; ou encore un individu peut lisser et re froncer la nappe, le JB se retrouvant dans un autre pli - c'est un choc, une catastrophe au sens de Thom. Le domaine de la stabilité/instabilité de la dynamique des systèmes est riche et varié; depuis Poincaré de très nombreux travaux lui ont été consacré.

Pour notre propos les éléments intéressants sont les suivants:

Après s'être éloigné d'un attracteur, un système autonome va-t-il y retourner, suivant quelle trajectoire et dans quel délai? Si oui, l'attracteur est dit stable, si non il est qualifié d'instable.

Si l'attracteur est instable, quelle sera l'évolution du système autonome? C'est ici qu'une contribution cruciale de Prigogine<sup>xvi</sup>, en thermodynamique des phénomènes irréversibles, prend toute son importance. La dynamique du système sera différente suivant que le système aura été déplacé très près de son attracteur (nous dirons déplacement à l'équilibre); loin de lui et enfin très loin. Prigogine montre, en particulier, que les lois relatives à l'Entropie sont différentes dans les divers cas et, ce qui est fondamental pour notre propos, que loin de l'équilibre la turbulence du système va engendrer un processus structurant, une organisation, un ordre par le biais d'une structure dissipative. 'Une structure dissipative résulte d'une fluctuation géante stabilisée par des échanges d'énergie avec le monde extérieur'<sup>xvii</sup>. Cette notion introduit aussi, d'une part le problème de l'amortissement des fluctuations, et, d'autre part, le problème de l'existence de masse critique. La théorie du chaos, en pleine construction, souligne, elle aussi, la nécessité de la complexité, d'une sorte de masse critique, de la non-linéarité, pour qu'un phénomène puisse exhiber des aspects chaotiques.

Nous allons nous permettre de transposer, mutatis mutandis, ces concepts de distance par rapport à l'équilibre, de masse critique et de structure dissipative au domaine du processus d'investissement en y ajoutant un composant fondamental: le Contrôle.<sup>xviii</sup>

## **Irréversibilité du processus d'investissement**

Il ne fait aucun doute pour les praticiens que, s'il existe dans le domaine socio-économique des phénomènes instables, voire chaotiques, c'est dans la dynamique des projets d'investissement qu'ils sont présents.

Toutefois, l'approche systémique n'est appliquée que trop rarement au domaine des projets d'investissement et les modèles généralement utilisés sont statiques et se basent, au moins implicitement, sur l'hypothèse de stabilité du processus. Les diverses approches utilisées classiquement pour l'appréciation, voire la mesure, du risque font appel à des modèles stables qu'ils soient déterministes, stochastiques ou statistiques.

En effet, abordant le problème de l'instabilité et de l'irréversibilité des projets d'investissement, nous nous heurtons principalement à deux obstacles. Le premier est lié, nous l'avons dit, aux limitations de la littérature dans ce domaine. Le second obstacle est lié au fait que les chercheurs et les praticiens des projets d'investissement sont conscients de la complexité du domaine et, dans la mesure où ils connaissent la littérature des systèmes dynamiques instables, ils doutent qu'elle soit transposable aux projets.

Du point de vue managérial les questions importantes, dans l'étude des systèmes irréversibles, sont:

- Comment stabiliser - en état stationnaire, statistiquement stable - un processus industriel, commercial, social,...? C'est le domaine du Management des Opérations.
- Comment déstabiliser un état stationnaire - un écosystème Firme/contexte(F) - et le conduire, en évolution ou en mutation, vers un nouvel attracteur en choisissant ou en créant le bassin d'attraction et

les structures dissipatives appropriés. C'est le domaine du Management du Changement, par le biais du processus d'investissement.

- En résumé, comment « contrôler » l'équilibre et le déséquilibre avec un rapport avantages/coûts satisfaisant, c'est le domaine du Management Stratégique.

<sup>i</sup> « Non-linearity and Complex Dynamics in Economics and Finance » W. Brock in « The Economy as an Evolving Complex System », Santa Fe Institute Studies, Addison-Wesley, N.Y. USA, 1988.

<sup>ii</sup> Afin de ne pas alourdir le texte, nous citons ici quelques extraits de travaux antérieurs (Working papers et Conférences en cours de publication) pour définir globalement les concepts d'éco-systèmes tels que nous les utilisons dans ce texte.

Nous avons développé le concept de couple firme/environnement et de couple projet/environnement.

Nous avons insisté aussi sur l'intérêt que présente la relation projet-contexte car elle permet de faire appel par analogie aux concepts image-fond et signal-bruit – noyaux essentiels de la théorie de la communication.

C'est ainsi que la prise en compte du nombre croissant des acteurs (STAKEholders positifs, vivifiants et les parasites) de la constitution de diverses coalitions se faisant et se défaisant au cours de la trajectoire du projet, de situations évolutives ou mutationnelles de conflit/coopération envers des ensembles d'avantages, de coûts et de risques, nous a conduit à remplacer les dipôles Opération/Environnement et Projet/Environnement par des systèmes plus complexes.

La pratique nous a enseigné l'importance de l'identification d'un sous-ensemble particulier de l'Environnement : le Contexte. Est-il besoin de rappeler que l'Environnement et son sous-ensemble le Contexte n'existent pas en soi, mais seulement en relation dialectique avec la Firme, l'Opération et le Projet. Le Contexte est délinéé dans l'Environnement sur la base de critères de pertinence pour les Décideurs et les Analystes.

Nous proposons que l'unité d'analyse traditionnelle – le projet – cède la place à une nouvelle unité d'analyse et de management : l'écosystème projet/contexte(P).

Nous avons montré que ce qui est en relation dialectique avec l'Environnement d'une Firme, ce qui modifie le couple Firme – Environnement, ce qui transforme ce couple au cours du processus d'investissement ce n'est pas le projet atomistique, mais la dynamique turbulente et complexe des interactions des écosystèmes Projet/Contexte(P) et Firme/Contexte(F).

L'écosystème Projet/Firme est constitué du sous-système Projet/Contexte(P) et du sous-système Firme/Contexte(F), ce dernier comprenant les opérations en cours.

De même que pour le Contexte(F), le contexte(P) est défini comme l'ensemble de groupes d'acteurs évoluant dans la périphérie immédiate du projet et de la firme. Par contraste avec le Contexte(F), il est couplé à celle-ci de façon instable, mais pas nécessairement lâche (loose coupling). Il est le lieu privilégié des groupes temporaires sur la dynamique desquels nous reviendrons. Au-delà de la triade traditionnelle – Maître d'ouvrage, Maître d'oeuvre et Bureaux conseils (Ingénieur et/ou Architecte) – stable, mais pas toujours (combien de changements de Directeur de projet, de Conseils... n'avons-nous pas tous connus), au cours de la trajectoire du projet – le contexte(P) est protéiforme, il y entre et en sort un nombre important d'acteurs dont l'identité (parfois diffuse) et la durée du séjour varient au cours de la trajectoire du projet.

Les écosystèmes Projet/Firme et Opération/Firme sont interactifs, le premier ayant tendance à déstabiliser le second. La répartition des avantages, des coûts et des risques est en état instable, évolutif et/ou mutationnel.

<sup>iii</sup> « Interest Rate Futures » A.M. Loosigian, Dow-Jones Irwin, II. USA, 1980.

<sup>iv</sup> « International Finance » M.D. Levi, Mc Graw Hill, N.Y. USA, 1990.

<sup>v</sup> E. Lorenz 1963 J. Atm. Sci. 20, 130

<sup>vi</sup> « Deterministic Chaos: An Introduction » H.G. Schuster, VCH, Weinheim, 1989.

<sup>vii</sup> « Exploring Complexity » G. Nicolis & I. Prigogine, W.H. Freeman & Company, NY.1989.

<sup>viii</sup> in « Complexity » M.M. Waldrop, Simon and Schuster, N.Y. USA, 1992.

<sup>ix</sup> Bien sûr la vue opposée existe; « La grande vague » d'Hokusai est considérée par J. Briggs et F.D. Peat comme un exemple d'objet fractal. Pourquoi pas?

<sup>x</sup> « Lectures on Physics » op.cit.

<sup>xi</sup> Imprédictibilité : ce néologisme est proposé par P. Bergé, Y. Pomeau & Ch. Vidal dans « L'Ordre dans le chaos » Hermann, Paris, 1988

<sup>xii</sup> Définition du Chaos: Royal Society, London, 1986.

<sup>xiii</sup> « Economic Complexity » Ed. by W.A. Barnett et al. Cambridge University Press, 1989.

« Chaotic Dynamics » A. Medio, Cambridge University Press, 1992.

<sup>xiv</sup> La SCI et la SAP sont formellement des caractéristiques des systèmes chaotiques. La SCI exprimant spécifiquement la divergence exponentielle de deux trajectoires originaires de point extrêmement voisins. Nous utilisons ces propriétés de façon métaphorique, en soulignant leur utilité pour la description de systèmes dynamiques instables comme les écosystèmes projet et firme.

<sup>xv</sup> Il s'agit d'une sorte de petite noisette contenant une larve vivante qui s'agite parfois avec plus ou moins d'énergie et impose un mouvement (un saut) à l'ensemble.

<sup>xvi</sup> « Structure, stabilité et fluctuations » P. Glansdorff & I. Prigogine, Masson & Cie, Paris, 1971

<sup>xvii</sup> « From Being to Becoming » I. Prigogine, W.H. Freeman and Company, USA, 1980.

<sup>xviii</sup> Le problème du contrôle de processus, manuel ou automatisé, ancien en ingénierie est toujours d'actualité pour les automatismes, les machines robots et les systèmes experts. Pour les textes déjà anciens voir un classique « Process Systems Analysis and Control » D.R. Coughanowr et L.B. Koppel, McGraw Hill Cy, N.Y. USA, 1965. Pour les modernes les divers travaux de P. Born, J.C. Gentina et leurs équipes à l'Ecole Centrale de Lille font autorité.

## **Catégories de Projets**

Les types classiques de catégories de projets sont basés sur les critères suivants: (i) sectoriels - industrie, agriculture, tourisme...; (ii) géographiques - international, national; (iii) niveau et types de risque - financier, politique,...

Intéressés ici par le problème équilibre/déséquilibre, en nous inspirant métaphoriquement de Prigogine, nous prenons comme critère de classement le « déplacement » que provoque le projet d'investissement par rapport à l'état d'équilibre quasi-stationnaire de la Firme. Nous suggérons que la grandeur de ce déplacement génère des situations socio-économiques qui peuvent être radicalement différentes induisant de ce fait des besoins de comportements managériaux techniques et psychosociologiques que les approches classiques ignorent généralement. Nous allons donc classer les projets d'investissement en trois catégories: projet de productivité, projet d'expansion de capacité et projet majeur d'investissement. Nous allons montrer que les écosystèmes Projet et Firme correspondants présentent en effet des comportements très différents.

Nous associons à ces trois types de projets une dimension liée au déplacement de l'écosystème Firme par rapport à son 'équilibre' antérieur à l'investissement. Nous définissons, de façon assez arbitraire, la « distance » par rapport à l'équilibre initial par deux mesures:

- La masse de l'investissement (IN) en pourcentage des Immobilisations nettes; et
- Le pourcentage de la Main-d'Oeuvre (Var. MO) affectée par le projet.

La génération de l'un ou de l'autre de ces trois écosystèmes projet/firme - depuis leur Conception/Formulation jusqu'à la fin de leur Exécution - force l'écosystème Firme/Contexte(F) soit à osciller avec amortissement autour de sa position d'équilibre, soit à s'en éloigner "pas trop loin" ou soit encore à se positionner "loin" de son état initial.

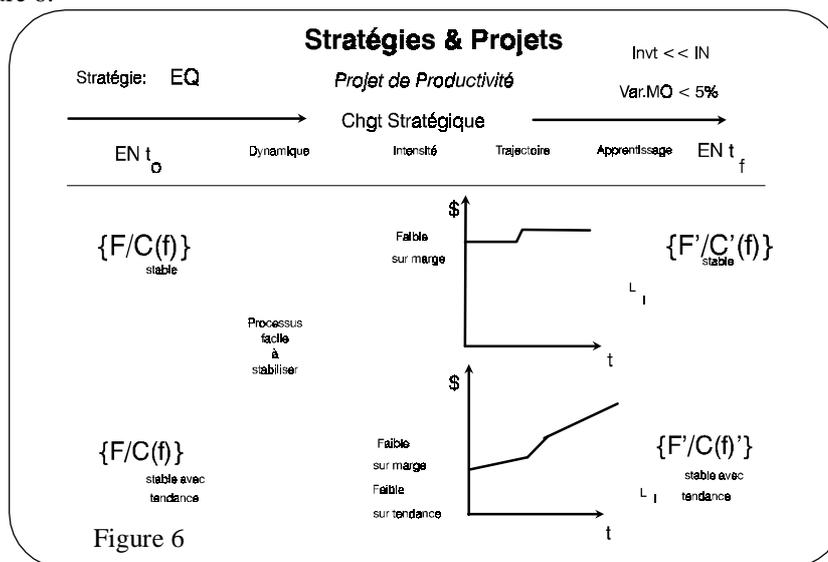
Le format général, nécessairement réductionniste, développé à partir de la Fig 1, des trois figures qui suivent est le suivant: L'écosystème Firme/Contexte {F/C(f)} se trouve initialement à  $t_0$  dans un environnement EN (Etat de la Nature). L'investissement conduit sous le mode « écosystème Projet/Contexte (P) » déroule sa trajectoire dynamique produisant, avec une plus ou moins d'intensité, les cash flows « généralisés » de la firme. A la suite de la phase d'Exécution, la montée en puissance installe les conditions initiales du nouvel état stationnaire {F'/C'(f)} qui sera établi au temps final  $t_f$  par les méthodes et techniques de Management opérationnel.

L'ensemble des acteurs des écosystèmes projet et firme passe, au cours de l'investissement, par un processus d'apprentissage dont les effets peuvent aller de la simple acquisition de compétences techniques jusqu'à la reconstruction de leur World-Design et l'acquisition de nouveaux themata. Nous avons adopté les symboles  $L_I$  pour l'apprentissage (Learning) de niveau I de G. Bateson et  $L_{II}$  pour apprendre à apprendre (Learning to learn) <sup>xviii</sup>. L'espace nous manque pour entrer davantage dans ce sujet lié, bien sûr, à notre concept de l'investissement comme système d'investigation de la Nature.

## Projet de productivité

Ce projet est injecté au voisinage immédiat de l'équilibre (EQ) de l'écosystème Firme/Contexte(f). Il le déplace légèrement vers un attracteur très voisin en affectant positivement les cash flows et, éventuellement, en augmentant leur tendance (trend).

Le processus d'investissement est stable dans le sens où il est rapidement remis sous contrôle statistique autour de son nouvel attracteur pour un rapport avantages/coûts élevé. L'idée initiale de ce genre de projets vient souvent d'acteurs du contexte - fournisseurs, consultants, etc... Les effets réciproques entre le sous-système projet et le sous-système contexte sont généralement marginaux et rapidement amortis. Figure 6.



Cependant, et ce particulièrement si l'effet qualitatif (redéfinition des postes, changements des conditions de travail) sur la main-d'oeuvre est perçu négativement, il peut y avoir rejet des méthodes et outils nouveaux et retour vers l'attracteur initial. Ce rejet peut être considéré comme une fluctuation dont l'origine est dans le sous-système projet, avec ou sans amplification par des perturbations générées dans le contexte - climat social turbulent, pression des syndicats, ...

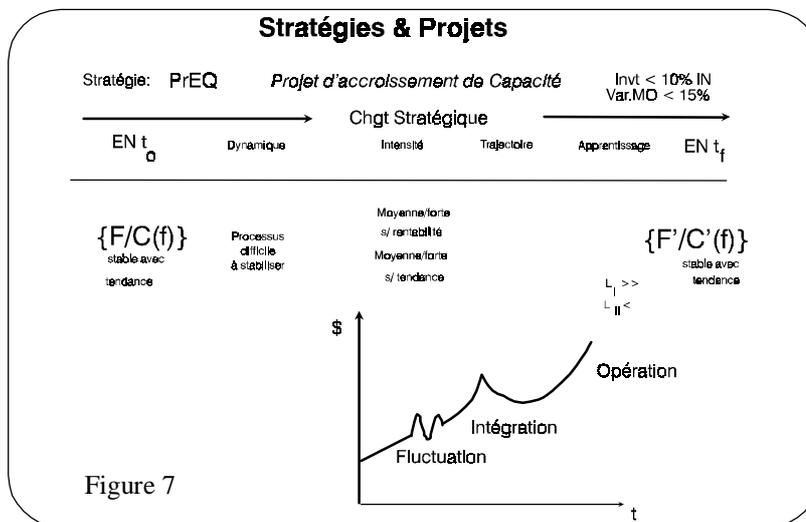
## Projet d'expansion de capacité

Ce type de projet va éloigner l'écosystème Firme/Contexte(f) de son équilibre initial en altérant, au cours de sa trajectoire, la stabilité statistique de ce couple. La montée en puissance devra, entre autres, remettre le système en état stationnaire et les techniques de contrôle statistique et de EVOP (evolutionary operation de Box-Jenkins) seront très utiles. (PrEQ = près de l'équilibre).

Que l'origine de l'idée initiale de ce projet soit interne (services marketing, R & D, bureau d'études, ...) ou externe (clients, fournisseurs, concurrents, consultants, ...) la fluctuation ou la perturbation devront être amplifiées jusqu'à atteindre au stade de la conception/formulation la masse critique nécessaire à la mobilisation de la Direction Générale et de son Comité Financier. Nous retrouvons ici l'importance du Leadership et de la production d'un Récit motivant. Cette masse critique une fois atteinte, il faudra en modérer les feed-back positifs pour éviter un effet de déstabilisation et éventuellement des réactions hostiles. Cette masse critique, dont la nature et le discours seront différents, mais pas trop, de l'équilibre initial doit être générée et managée dans l'ensemble des écosystèmes projet et firme.

Les interactions entre les sous-systèmes projet et firme et leurs sous-systèmes contexte réciproques sont intenses, affectés de bruit et d'équivoques. C'est un terrain d'application pour la démarche Weick-modulé<sup>xviii</sup> car des changements écologiques se produiront à diverses phases de la trajectoire..

Le processus d'investissement débute par une phase de phénomènes transitoires et est graduellement mis en état stationnaire - statistiquement stable - avec un rapport avantages/coûts moyen, voir Figure 7.

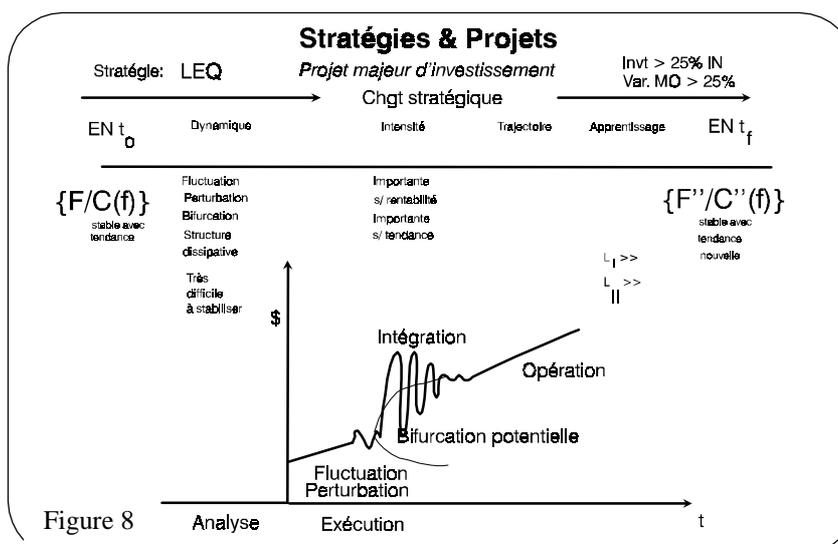


### Projet majeur d'investissement

Alors que la dynamique des projets de capacité est quantitativement différente de celle des projets de productivité - ces derniers s'ajoutant souvent aux premiers - celle d'un projet majeur est quantitativement et qualitativement différente des deux premiers cas. (LEQ = loin de l'équilibre)

Dès sa conception/formulation, alors qu'il n'est encore qu'une Vision, ce type de projet, qui implique un investissement psychologique élevé (cathexis), a des effets déstabilisants profonds sur l'écosystème Firme/Contexte(f).

L'origine de ce genre de projets se trouve généralement à des niveaux élevés de la hiérarchie - sa réalisation sera souvent très différente de la Vision initiale en nature, en avantages/coûts et en délais. Toutefois, l'Idée peut être sui generis à la Firme ou, au contraire trouver sa formulation en réaction positive ou négative vis-à-vis d'un changement massif dans le Contexte de la Firme, Figure 8. Nous référons le lecteur à des analyses de cas de « gros travaux »<sup>xviii</sup> qui illustrent notre pensée mieux que nous ne pouvons le faire dans un espace restreint.



Mettons cependant en évidence certaines caractéristiques de la dynamique de projets majeurs:

- La sensibilité aux conditions initiales.
- La sensibilité aux paramètres.

- Le potentiel d'apparition de diverses menaces graves de déstabilisation et, en particulier, de bifurcations (représentées de façon impressionniste en pointillé sur la figure).
- Les amplitudes élevées des oscillations accompagnant la déstabilisation initiale et leur difficile amortissement.
- Les complémentarités privé-public, psychologie-sociologie, projet-opération prennent ici tout leur sens.
- La turbulence initiale est longue et difficile à stabiliser.

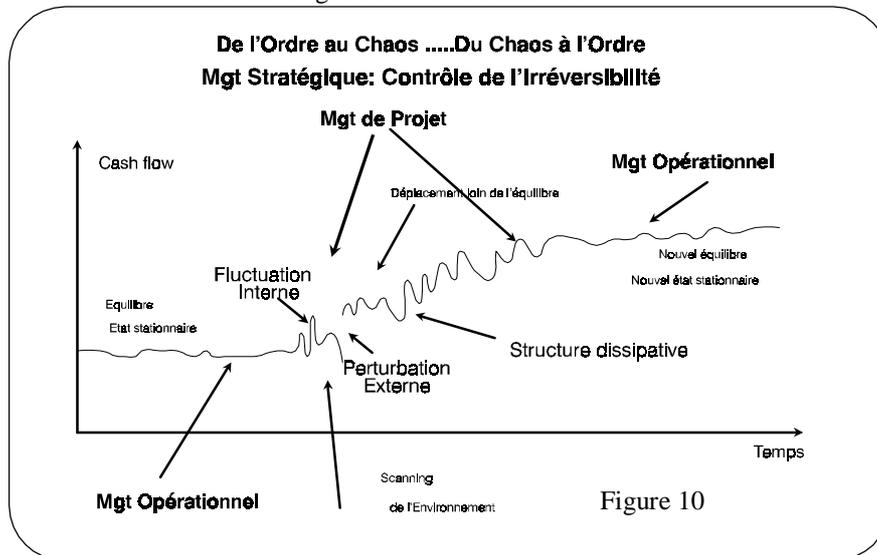


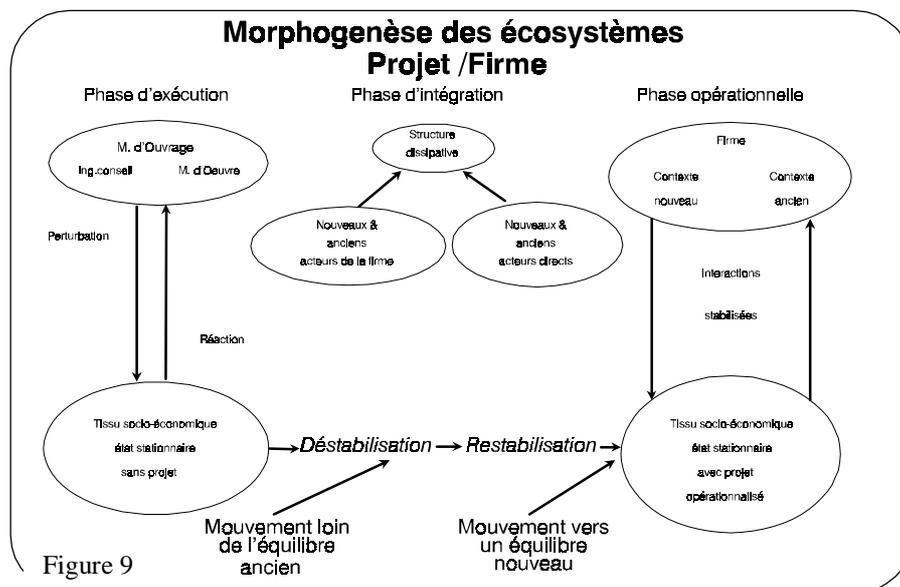
Figure 10

## Synthèse

- L'écosystème projet/firme, en suivant métaphoriquement le modèle de Prigogine, évolue parfois de façon mutationnelle, par changement de phase, par catastrophe<sup>xviii</sup> à partir d'un état stationnaire vers un autre état stationnaire situé à un niveau stratégique et organisationnel différent, meilleur ou pis...! Cette trajectoire résulte d'un jeu complexe (quel sujet!) de conflit/coopération entre les acteurs des écosystèmes anciens et nouveaux; ces derniers s'organisant en une équipe de management du changement (structure dissipative).
- Les styles de management passent du mode opérationnel au mode projet et se reconstituent ensuite (dans le meilleur cas!) en management opérationnel. Les coûts généralisés (financiers et psychosociaux) considérables de cette trajectoire sont généralement scotomisés.
- Les passages d'un mode à l'autre, en particulier aux niveaux des fluctuations/perturbations, sont accompagnés de phénomènes transitoires dans lesquels les signaux sont largement noyés dans le bruit. Le risque associé à une mauvaise lecture de ces signaux n'est pas modélisé dans les approches traditionnelles. En science et en ingénierie, l'on attend que les "transients" soient amortis. Dans les systèmes humains les acteurs réagissent avec plus d'intensité "au bruit et à la fureur". Des fréquences trop élevées aux diverses étapes du processus de Weick-modulé peuvent conduire à une sélection et à une rétention non seulement prématurées, mais fausses et donc à des décisions contre-productives.
- Le risque fondamental réside en la séduction de l'évident qui nous cache l'essentiel! Le concept de risque global gagnera à être complété par la prise en compte de la nature protéiforme du risque et de l'incertitude, distinction fondamentale à réactiver, et de leurs caractères spécifiques à chaque phase.
- Il existe des corrélations entre les 3 types de projets aux niveaux:
  - constitution du portefeuille de propositions;
  - exécution: disponibilité des ressources, conflit, coopération;
  - opération: p.ex. les effets du projet de productivité (qualité, primes à la productivité, amélioration des conditions de travail,...) perçus par les opérateurs opérationnels des projets

de capacité et des projets majeurs peuvent conduire, en feed-back positif, à l'exigence d'activités du même type.

- Les écosystèmes évoluent différemment dans le temps et dans l'espace. L'écosystème opérationnel en état stationnaire (steady state) avec ou sans tendance (trend), formé de groupes permanents évolue principalement de façon quantitative - % de parts de marchés, chiffre d'affaires, fonds propres,... L'écosystème projet, formé de groupes temporaires, évolue principalement de façon qualitative - changements écologiques répétés, apprentissage, structuration progressive, renversements des perspectives,... Les modes de Leadership devront être différents quoique complémentaires dans la gestion du portefeuille stratégique. Le problème fondamental se pose au niveau des modes de Contrôle: en Opération, Maintenance d'un état stationnaire; en Projet Management de l'irréversibilité dans les branches sélectionnées des bifurcations successives. La Figure 9 illustre une partie de la trajectoire de l'investissement depuis l'Exécution jusqu'à la phase opérationnelle.



Nous avons offert une interprétation du « Management stratégique comme processus de contrôle de systèmes complexes irréversibles ».

On retrouve, de façon métaphorique, les éléments classiques de la théorie des systèmes dynamiques non-linéaires: fluctuation, perturbation, structure dissipative, instabilité, irréversibilité, complexité et, éventuellement chaos. Le management opérationnel doit céder temporairement la place au management de projet dont la fonction principale est de « contrôler » l'irréversibilité (proposition à première vue paradoxale) du processus d'investissement afin d'intégrer l'Union des deux écosystèmes en un nouvel écosystème de complexité supérieure caractérisé par un nouvel état stationnaire générateur de cash flows positifs.

A partir d'un écosystème complexe Firme/Contexte(F) en état stationnaire, le processus d'investissement, médiatisé par un écosystème complexe Projet/Contexte(P) turbulent, non-linéaire déplace l'Union des deux écosystèmes plus ou moins loin de l'équilibre initial, en installant des Conditions Initiales pour la phase suivante. La Montée en puissance, au-delà de ses tâches d'ingénierie, de marketing, de lancement de lignes de production développe un jeu nouveau de Conditions initiant l'aboutissement de l'irréversibilité du processus d'investissement dans l'état transformé, stabilisé de l'écosystème Firme/Contexte(F). Figure 10.

Lorsque la fluctuation et/ou la perturbation atteint une masse critique, le Leader devient, au sein de l'écosystème projet, le foyer d'une structure dissipative qui, en se positionnant loin de l'équilibre va progressivement ordonner le processus d'investissement. Parmi les inputs typiques 4M + I (Main d'oeuvre, Machines, Matériel, Monnaie et Information) au cours des phases Conception, Formulation et Analyse, la structure dissipative échange avec divers sous-systèmes surtout de l'information et de la main d'oeuvre constituée de groupes temporaires. Elle organisera les acteurs traditionnels de l'Exécution, en un de ses sous-systèmes - c'est le domaine cahotique de la Gestion de Projets - avec les 4 M + I. En Montée

en puissance, la structure dissipative, dont la composition a évolué, incluant davantage d'éléments permanents - souvent originaires de l'écosystème firme, poursuit sa fonction organisatrice. Elle se dissoudra lorsque les conditions initiales de la phase opérationnelle auront été mises en place.

