

UNIVERSITE PARIS 13- SORBONNE PARIS CITE

« U.F.R. de Sciences Economiques et Gestion »

*N° attribué par la bibliothèque*

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**THESE**

pour obtenir le grade de

**DOCTEUR DE L'UNIVERSITE PARIS 13**

*Discipline : Sciences de Gestion*

présentée et soutenue publiquement

**par**

**JLAIEL BOUAZIZ Yosra**

Le 15 juin 2013

**Titre :**

**Dysfonctionnements de la gestion des compétences dans les projets ERP en  
Tunisie : Une approche par la dynamique des systèmes**

**Directeurs de thèse : M. Daniel THIEL**, Professeur, Université Paris 13

**M. Lassaâd MEZGHANI**, Professeur, Université de Sfax

**JURY**

**M. Philippe ROBERT-DEMONTROND**, Professeur, I.A.E de Rennes, Rapporteur

**M. Zahir YANAT**, Professeur HDR, B.E.M Bordeaux, Rapporteur

**M. Luc MARCO**, Professeur, Université Paris 13, Examineur

## **REMERCIEMENTS**

Je voudrais remercier tous ceux qui m'ont accompagnée tout au long de la réalisation de ce travail de recherche.

Avant tout, j'exprime mes profonds remerciements aux Professeurs Daniel THIEL et Lassaâd MEZGHANI, mes directeurs de thèse, pour avoir accepté de diriger ce travail. Leurs conseils et leurs encouragements qu'ils m'ont témoigné ont été pour moi d'un très grand soutien.

Je remercie les Professeurs Philippe ROBERT-DEMONTROND et Zahir YANAT d'avoir accepté d'être les rapporteurs de mon travail.

Je tiens à exprimer ma gratitude au Professeur Luc MARCO pour avoir accepté de faire partie du jury de soutenance.

Un merci infini à mon cher mari Younes pour son soutien quotidien et inconditionnel. Je ne peux oublier ma fille, Kenza, ma petite surprise, ton arrivée a changé le cours des événements.

Finalement, je tiens à remercier toute ma famille et ma belle famille qui m'ont toujours fait confiance et soutenue malgré certaines périodes vraiment difficiles et la longue distance.

---

**RESUME en français**

Les causes d'échec des projets ERP sont largement reconnues et ont fait l'objet de nombreuses publications. Cette recherche ambitionne de déceler de nouvelles faiblesses expliquant des dérives fréquentes dans la gestion des compétences dans ces projets. L'essentiel de cette thèse consiste à mieux comprendre les dysfonctionnements des mécanismes courants de pilotage et d'en étudier leurs impacts sur la performance globale des projets. En effet, peu de travaux de recherche se sont penchés sur des phénomènes qui provoquent des ruptures de cycle et qui sont à l'origine d'instabilités dans le pilotage des compétences causant ainsi retards et surcoûts. Il s'agit en fait d'approcher différemment la notion d'incertitude à travers une représentation de mécanismes altérés provoquant des décalages entre processus, tâches planifiées et la réalité de leur exécution. De cette représentation conceptuelle fondée sur le paradigme de la dynamique des systèmes de Forrester, nous avons développé un modèle de simulation pour l'étude de ces comportements dynamiques.

---

**DISCIPLINE:** Sciences de gestion

---

**MOTS CLES :** dynamique des systèmes, gestion de projet, ERP, gestion des compétences, dysfonctionnements, stabilité.

---

**INTITULE ET ADRESSE DE L'UFR OU DU LABORATOIRE :** Centre d'Economie de Paris Nord CEPN-CNRS - UFR Sciences Economiques et Gestion  
99 avenue Jean-Baptiste Clément - 93430 Villetaneuse (France)

# SOMMAIRE

REMERCIEMENTS.....	2
SOMMAIRE .....	4
INTRODUCTION GENERALE .....	5
PARTIE 1. ETAT DE L'ART .....	11
Chapitre 1 : Complexité de la gestion du projet ERP.....	13
Chapitre 2 : Causes d'échec de la mise en œuvre des ERP .....	30
Chapitre 3 : Défaillances dans le pilotage des compétences .....	40
Chapitre 4 : Modélisation systémique du pilotage des projets.....	52
PARTIE 2. PRESENTATION ET ANALYSE DES RESULTATS DE LA RECHERCHE .....	72
Chapitre 5 : Méthodologie de la recherche .....	74
Chapitre 6 : Modèle de dynamique des systèmes .....	96
Chapitre 7 : Résultats des simulations .....	125
Chapitre 8 : Résultats complémentaires .....	153
Chapitre 9 : Limites et perspectives de la recherche .....	164
CONCLUSION GENERALE .....	170
Bibliographie.....	173
Annexe 1 : Questionnaire .....	197
Annexe 2 : Modèle de gestion des compétences avec système opérant à court terme....	199
Annexe 3 : Les équations de Forrester du modèle de dynamique des systèmes .....	202
Annexe 4 : Scénario 1 – Modèle et équations avec arrêt constant.....	205
Annexe 5 : Scénario 2 – Modèle et équations avec arrêt aléatoire .....	209
Annexe 6 : Scénario 3 – Modèle et équations avec retard de fonctionnement des boucles .....	213
Liste des tableaux .....	217
Liste des figures .....	218
Table des matières .....	220

# INTRODUCTION GENERALE

Pour faire face à une concurrence de plus en plus vive, pour répondre aux complexités croissantes du monde économique ou à ses évolutions constantes, ou encore pour être performant au sein des chaînes logistiques, les entreprises doivent en permanence chercher à améliorer leur organisation et leurs opérations. Le changement représente un enjeu crucial pour elle [11, 120, 204].

Afin de pouvoir répondre à des impératifs de qualité, de coût, de délai, d'innovation, de flexibilité et de réactivité qui sont les leviers majeurs de la performance, les entreprises sont amenées à la restructuration et à l'implantation de nouvelles manières de faire et de penser les choses [74].

Les organisations sont également amenées à communiquer avec des entités géographiquement dispersées (établissements propres, fournisseurs, etc.), à raccourcir le cycle de ses processus, à réagir très vite et à être flexible. Ces nécessités imposent une disponibilité de l'information en temps réel et une capacité de réaction à partir de tout poste de l'organisation. Tous ces facteurs contraignent les entreprises à intégrer des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) dans leurs systèmes et dans leurs habitudes de travail. Ces entreprises attendent de ces technologies une aide pour s'adapter aux nouvelles réalités. Le concept de l'Enterprise Resources Planning a donné naissance à des logiciels intégrés communément appelés « ERP ». Cet outil offre un fort potentiel d'intégration, de partage de l'information et de collaboration en temps réel [33]. Il permet d'assurer l'intégration des processus et constitue une solution durable, modulaire et évolutive qui assure à l'entreprise une adaptation aux évolutions technologiques.

La mise en œuvre des ERP requiert « une mise en cohérence à la fois technologique et organisationnelle du système d'information SI » [38]. Ils sont loin d'être des projets purement technologiques. En effet, les ERP ont pour objet de mobiliser des représentants de l'ensemble des services de l'entreprise et d'entraîner une réflexion sur l'organisation des systèmes d'information [91].

Le principal avantage de la mise en œuvre des ERP est le potentiel d'amélioration de la compétitivité de l'entreprise [156]. En outre, les ERP constituent de notables bénéfices, et les entreprises les ont adoptés dans le but de remplacer les systèmes existants inefficaces, en

augmentant les communications entre les fonctions de l'entreprise, l'efficacité du traitement des informations, l'amélioration des relations avec les clients, et l'amélioration de prise de décision globale [59]. La plupart des organisations ayant donc acquis un ERP l'ont fait principalement pour des raisons de capacité offerte à mieux répondre aux besoins de changement dans leur milieu d'affaire [157].

Cependant, les risques liés à la mise en œuvre de ce système d'information sont bien connus et ont été mentionnés par de nombreux auteurs [24, 129]. Ce type de système d'information est complexe vu qu'il touche, à la fois, les systèmes, les structures et les personnes [243, 245].

Malgré les bénéfices importants que les systèmes ERP fournissent, les échecs constatés sont nombreux et impactent directement la performance des entreprises [117, 333]. Par exemple, Caruso [58] estime à 51% la proportion d'échec des projets ERP dont 30% d'entre eux ont un taux très important de dépassements budgétaires et de retards.

La question de l'échec dans les projets ERP revient souvent dans la littérature. Si l'on ramène cette notion d'échec au management de projets, il sera dit qu'il y a échec dans les cas où le projet n'atteint pas la qualité requise, dépasse les coûts et les délais prévus [89, 91].

Les causes d'échec de la mise en œuvre des ERP sont également largement discutées dans la littérature [43].

Pour Plaza et Rohlf [250], les causes de l'échec s'expliquent par l'insuffisance de la formation et le dépassement budgétaire. Or, Fryling [118] trouve que le dysfonctionnement au niveau des délais, du coût et de la portée du projet est à l'origine de l'échec du projet ERP.

Quant à Tchokogué *et al.* [298], ils déterminent quatre causes d'échec ; la résistance aux changements, le manque des ressources (internes et externes), l'insuffisance de la formation et les orientations du top management.

Alors que Hallé *et al.* [141] invoquent qu'un manque de formation, une mauvaise validation des données et un manque de communication sont les causes de l'échec du projet ERP.

Par ailleurs, Zhang *et al.* [340] établissent dans leur recherche que les principales causes de l'échec sont le besoin d'un changement des processus d'affaires, l'indisponibilité du top management, le manque d'exactitude des données, le manque d'implication des utilisateurs et la sous estimation de la formation.

Dans leurs travaux, Umble et Umble [312] ont cité que les causes de l'échec du projet ERP s'articulent autour de neuf facteurs, à savoir, un faible leadership du top management, des

attentes irréelles, une gestion de projet insuffisante, un manque de formation, un mauvais choix du progiciel, des données inexactes, la sous estimation de l'implantation de l'ERP comme étant un projet de technologie d'information et de communication simple, des difficultés techniques et essayer de maintenir le statu quo.

Kumar *et al.* [171] d'une part, et Sumner [295] d'autre part, affirment que les raisons d'échec des projets ERP se présentent comme suit: les utilisateurs finaux ne sont pas encore prêts, la résistance au changement, le manque de formation des utilisateurs, la forte rotation des gestionnaires clés, le manque de communication et de documentation et la multiplicité des consultants.

Outre l'aspect technique, plusieurs chercheurs ont mis l'accent sur l'importance du facteur humain dans le succès de tels projets [6, 64, 138, 171, 208, 235, 287]. De nombreux auteurs expliquent les échecs par une mauvaise gestion des compétences [213, 82, 229, 315]. Certains consultants estiment également que les responsables de projet devraient être en mesure d'identifier et d'optimiser les aptitudes et les compétences nécessaires pour en faire un élément essentiel dans la stratégie [273]. La gestion des compétences, bien plus qu'un simple concept générique et actuel, constitue de fait un concept opérationnel nécessaire et utile au management des entreprises. Elle constitue un élément primordial dans la bonne réussite de la politique de l'entreprise, dans la mesure où ce travail permet à la fois de s'adapter aux attentes des utilisateurs face à leur carrière dans l'entreprise et d'adapter en permanence les compétences disponibles et les compétences requises [158].

Concernant notre terrain d'étude en Tunisie, les premiers progiciels ERP ont été implantés vers la fin des années 90. Cependant, ils ne concernaient que quelques entreprises travaillant avec des partenaires étrangers essentiellement européens [196]. Depuis, les ERP se sont développés à tel point que selon le CNUCED1, ils représentaient déjà 23% des dépenses en TIC de la Tunisie il y a cinq ans. Par ailleurs, dans le cadre d'une initiative du gouvernement dans son 11<sup>ème</sup> Plan (2007/2011), le volet « compétences » nous a particulièrement interpellé. Il s'agit d'un programme de mise à niveau des compétences visant la consolidation de l'investissement immatériel à travers le soutien des activités de recherche-développement, l'assistance des entreprises dans la mise en place de systèmes d'information ainsi que le développement des ressources humaines spécialisées dans les technologies d'information et de communication [173].

---

<sup>1</sup> Conférence des Nations Unies pour le Commerce et le Développement.

## **Questions et objectifs de la recherche**

Les questions principales de notre recherche sont les suivantes :

- Comment fonctionnent sur le terrain les mécanismes cybernétiques assurant la gestion des compétences dans le pilotage des projets ERP ?
- Quelles sont les raisons de la défaillance, du peu de fiabilité de ces mécanismes de contrôle ?
- Comment remédier à ces défaillances afin de réduire les risques d'échec du projet ERP ?

Les objectifs de cette thèse consistent à :

- Observer empiriquement sur les raisons des défaillances au niveau de la gestion des compétences
- Modéliser et simuler les mécanismes défaillants pour mieux les comprendre.
- Proposer de nouveaux scénarios afin de corriger les déviations et inefficacités et de réduire les risques d'échecs du projet.

## **Démarche de recherche**

Les constats précédents ont déjà permis de relever un besoin d'amélioration de la compréhension du pilotage des compétences dans le cadre de ce type de grands projets. Etant donné le volume conséquent d'articles, de témoignages professionnels, de conseils divers et variés portant sur les causes d'échec de la gestion des projets ERP, nous avons choisi d'appréhender de manière systémique les mécanismes de pilotage des compétences et d'en comprendre dans un premier temps la fragilité. En effet, nous avons rarement pu consulter, que ce soit dans la littérature professionnelle ou académique, des études ou recherches mentionnant des altérations dans ce type de contrôle comme les retards dans la prise de décision. Ces différents mécanismes modélisés dans la littérature de manière continue connaissent en fait des ruptures, des discontinuités et ce sont ces caractéristiques qui ont intéressé notre recherche.

Pour formaliser ces défaillances, nous avons choisi de nous appuyer sur la dynamique des systèmes de Forrester [113]. Cette dernière s'avère un outil puissant pour analyser des problèmes complexes en mettant l'accent sur l'analyse des politiques et la conception [9]. La dynamique des systèmes se fonde sur l'approche systémique et propose d'utiliser la simulation informatique. Elle a été présentée en tant que méthode pour la modélisation et l'analyse des comportements sociaux complexes. La dynamique des systèmes a été utilisée pour examiner différents systèmes sociaux, économiques et environnementaux [332], où la



vision globale est importante et les boucles de rétroaction sont essentielles à la compréhension de l'interdépendance.

Un état de l'art nous a montré le nombre limité des recherches abordant la problématique de l'échec des projets ERP sous l'angle de la dynamique des systèmes et de la défaillance de la gestion des compétences. Nous avons ensuite réalisé une pré-enquête auprès de chefs de projet ERP en Tunisie. Tout en s'appuyant sur la littérature existante, cette pré-enquête nous a permis de formaliser des mécanismes primitifs de pilotage de la gestion des compétences dans le cadre de projets ERP. Cette représentation qualitative a été à la base d'un questionnaire établi sous forme d' « audit cybernétique ». En fait, chaque question représentait une boucle partant d'une variable de commande à l'origine du déclenchement du mécanisme de contrôle vers diverses actions possibles permettant la régulation et le redressement d'une situation suite à des écarts par rapport à la planification initiale.

Ce questionnaire a été adressé à quelques entreprises tunisiennes choisies en fonction du marché actuel des ERP et des secteurs économiques dans lesquels ils ont été récemment implantés une première fois de manière significative. Nous avons également réalisé une analyse des données dans un objectif d'observer une certaine complexité et une diversité des réponses de ces quelques entreprises tunisiennes. Pour éviter les risques liés aux petits échantillons, nous avons négligé les réponses atypiques ainsi que les contrastes et nous nous sommes basés sur des travaux puisés dans la littérature permettant ainsi d'apporter de l'information extérieure aux données. D'autres données provenant de la pré-enquête puis confirmées par l'enquête nous ont également permis d'identifier différents types de défaillances dans le fonctionnement même de ces boucles de régulation.

### **Organisation de la thèse en deux parties**

La première partie, composée de quatre chapitres, s'attache à présenter un état de l'art de la recherche.

Dans le premier chapitre, nous avons pour objectif d'explicitier la complexité de la gestion des projets ERP.

Le second chapitre est basé sur une revue de littérature qui permet de mettre en évidence les raisons d'échec d'implantation de l'ERP.

Le troisième chapitre porte plus particulièrement sur les causes de défaillances de pilotage des compétences dans le cadre des projets ERP.

Dans le quatrième chapitre, nous proposons les modes de représentations des systèmes complexes en exposant les principes de la dynamique des systèmes. Puis, nous essayons de justifier l'utilisation de la dynamique des systèmes de Forrester en gestion de projet.

La seconde partie présente les modalités de mise en œuvre de la recherche et l'ensemble des résultats obtenus.

Le cinquième chapitre est consacré à la méthode de recherche utilisée pour répondre aux questions de la recherche. Il expose, tout d'abord, les choix méthodologiques de cette recherche puis il présente la pré-enquête et l'enquête intensive menées auprès des chefs de projet ERP en Tunisie.

Dans le sixième chapitre, nous proposons une méthode d'approche du pilotage des compétences par la modélisation systémique et la simulation. Un modèle de gestion des compétences à court terme est décrit ainsi que le modèle de « flux-stocks » est élaboré.

Le septième chapitre présente la phase expérimentale de mise en œuvre et de simulation du modèle décrit dans le chapitre 6. Il développe les résultats des simulations face à des fluctuations du pilotage des compétences lors de la mise en œuvre du système ERP. Ces résultats essentiels de cette thèse améliorent la connaissance du comportement dynamique du pilotage des compétences face à des aléas et des imprévus afin de corriger les déviations et inefficacités et de réduire les risques d'échecs du projet.

Dans le huitième chapitre, nous présentons quelques résultats complémentaires d'interprétation des résultats de l'enquête.

Finalement, le dernier chapitre expose les perspectives ainsi que les limites de la recherche.

## **PARTIE 1. ETAT DE L'ART**

CHAPITRE 1. Complexité de la gestion du projet ERP

CHAPITRE 2. Causes d'échec de la mise en œuvre des ERP

CHAPITRE 3. Défaillances dans le pilotage des compétences

CHAPITRE 4. Modélisation systémique du pilotage des projets

## **Introduction de la première partie**

L'ERP est un projet qui révolutionne l'entreprise dans son ensemble et sa portée devient un objectif stratégique.

Malgré son fort développement, de nombreux cas d'échec de son implantation sont relevés. En effet, de nombreux abandons, des dépassements de budget, des fréquents problèmes organisationnels, etc...sont très souvent constatés. Ces échecs sont essentiellement liés à une mauvaise gestion du projet nécessitent la mise en œuvre de multiples moyens divers et exigent l'implication de plusieurs acteurs de différents services internes et externes de l'entreprise. Ces projets d'informatisation sont, en fait, devenus difficiles à gérer, tant sur les plans technologique, organisationnel, stratégique qu'humain. Parmi les causes de ces échecs, nous nous intéressons aux défaillances de la gestion des compétences.

Dans cette partie, nous posons les bases de cette recherche qui vise à étudier les dysfonctionnements de la gestion des compétences dans le cadre des projets ERP. Nous exposons dans le premier chapitre la complexité de la gestion du projet ERP. Dans le second chapitre, nous présentons les raisons d'échec d'implantation des ERP en général. Le troisième chapitre qui porte plus particulièrement sur les causes de défaillances de pilotage des compétences dans le cadre des projets ERP. Enfin, dans le quatrième chapitre, nous proposons une modélisation systémique de pilotage des projets.

# Chapitre 1

## Complexité de la gestion du projet ERP

Au rang des innovations technologiques les plus convoitées, on retrouve un recours croissant aux Progiciels de Gestion Intégrés (PGI) depuis le début des années 1990. L'ERP est considéré comme un outil puissant de réingénierie qui transforme profondément les processus d'affaires d'une entreprise et modifie la façon de mener des projets de réingénierie et d'implanter de nouveaux logiciels.

Malgré les risques et les difficultés liés aux projets d'implantation des ERP, nombreuses sont les grandes entreprises attirées par cette technologie d'information et de communication en raison de leur désir de faire évoluer leur architecture, aussi les processus supportant le système d'affaires [140].

Dans ce chapitre, nous définissons en premier lieu le progiciel de gestion intégré « ERP » et en deuxième lieu la gestion du projet ERP et ses particularités. Ensuite, nous présentons les acteurs du projet ERP. Puis, nous mettons en lumière les bénéfices et les difficultés du projet ERP.

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>1.1. Définitions</li><li>1.2. La gestion du projet ERP</li><li>1.3. L'organisation du projet ERP</li><li>1.4. Les bénéfices du projet ERP</li><li>1.5. Les difficultés durant l'implantation de l'ERP</li></ul> |
|---|

## 1.1. DÉFINITIONS

L'ERP est apparu au début des années 1990 [18]. Il est devenu au cœur de l'évolution des systèmes d'informations des entreprises [150].

Il est difficile de définir de façon simple et exhaustive le concept ERP dont le vocable désigne diverses réalités [39]. Plusieurs chercheurs en Systèmes d'Information ont défini l'ERP en mettant en valeur la dimension technique de ce système et en le considérant comme un progiciel intégré composé par un ensemble de modules fonctionnels (production, ventes, gestion des ressources humaines, finance,...) [136]. Ils évoquent, ainsi, la notion de l'intégration, selon laquelle les données ne sont enregistrées qu'une seule fois tout en prenant en compte tous les traitements possibles à chaque étape du processus de gestion [80, 304]. Davenport [82] définit l'ERP comme un progiciel qui promet l'intégration transparente de toute l'information qui circule dans l'entreprise : les informations concernant les finances, les ressources humaines, la chaîne d'approvisionnement et la clientèle.

Rowe [268] signale que « l'innovation technologique des Progiciels de Gestion Intégrés (PGI ou en anglais ERP pour Enterprise Resource Planning) réalise le vieux rêve d'un référentiel unique du système d'information de l'entreprise. Avec de tels systèmes les acteurs de l'entreprise opèrent quotidiennement avec un langage commun. La coopération n'est pas limitée à un accord ponctuel, et par construction glissante, sur les objectifs de la planification stratégique ou opérationnelle ; elle se réalise implicitement et quasi-naturellement au fil de l'eau. Ainsi l'outil répond à la volonté de contrôle en temps réel des dirigeants ».

L'ERP est donc un système paramétrable en fonction des besoins des opérations d'affaires qui devient « le cœur » de toutes les activités d'une entreprise [62]. Son principe fondamental est l'intégration des activités de l'entreprise et le support pour la prise de décision des dirigeants [324]. Cette intégration permet d'enrayer les incohérences ou les redondances des données et permet à l'organisation d'obtenir des rapports uniformisés et standardisés [278].

L'ERP englobe toutes les fonctionnalités depuis la naissance du premier système d'information ce qui permet d'améliorer les relations avec les partenaires. Ce type de progiciel offre comme avantage l'obtention d'une vue d'ensemble de l'entreprise et fournit des informations multidimensionnelles pour des fins de gestion et d'opération. En d'autres termes, l'ERP intègre toutes les informations et les processus d'une organisation dans un

système de coalescence qui concerne la façon dont les personnes et les organisations peuvent accéder, collecter, stocker, rassembler, synthétiser, interpréter et utiliser l'information [205].

D'après Lequeux [192], l'ERP est un sous-ensemble du système d'information qui intègre les caractéristiques globales suivantes :

- Gestion effective de plusieurs domaines de l'entreprise par des modules intégrés ou des progiciels susceptibles d'assurer une collaboration des processus.
- Existence d'un référentiel unique des données. Le référentiel est défini comme étant l'ensemble des références des données ainsi que les indications nécessaires pour retrouver les données elles-mêmes sur une base de données.
- Uniformisation des interfaces homme-machine (mêmes écrans, mêmes boutons, même famille de barres de menu, mêmes touches de fonctions et de raccourcis, etc).
- Existence d'outils de développement ou de personnalisation de compléments applicatifs.

Un ERP peut être défini comme un progiciel modulaire, intégré et paramétrable qui permet de regrouper diverses applications fonctionnelles autour d'une seule base de données. Il propose ainsi l'intégration des principaux processus de l'entreprise et la mise en place d'un système d'information cohérent garantissant l'unicité de l'information et l'accès à celle-ci à partir de toutes les fonctions de l'entreprise. L'ERP touche donc tous les volets fonctionnels de l'entreprise. Il s'agit de globaliser tout le système d'information dans un progiciel, c'est-à-dire une seule base de données et de la mettre en réseau. En effet, l'ERP propose l'intégration des systèmes disjoints et de leurs fonctionnalités en un seul progiciel. Avec cette logique, le progiciel a la capacité de récupérer automatiquement et quasi instantanément toute l'information à tous les niveaux de l'entreprise. Cette unicité de la base des données permet d'une part au système ERP de donner une aide à la décision, et d'autre part, elle permet à l'entreprise de capitaliser les informations grâce à une mémoire de plus en plus performante.

Rowe [268] précise que « l'intégration informationnelle des PGI se décompose selon les cinq aspects suivants: interconnexion fonctionnelle, homogénéisation interfonctionnelle, flexibilité organisationnelle, fonctionnalité générique, ouverture évolutive.

1. L'interconnexion fonctionnelle "sans coutures", en faisant disparaître les interfaces bricolées, procure un accès immédiat et la distribution de l'information.

2. L'homogénéisation interfonctionnelle, à travers le référentiel unique du système d'information, l'uniformisation des interfaces hommes-machine, l'unicité d'administration du système applicatif assure une triple cohérence interne.
3. La flexibilité organisationnelle est offerte par les fonctions de paramétrage rendant possible le changement des règles de gestion, et d'organisation.
4. La généralité des fonctionnalités destine les PGI aux entreprises de tous secteurs et de toutes tailles, grâce à un ensemble d'applications fonctionnelles et une optimisation des processus concernés.
5. L'ouverture évolutive trouve son origine dans la portabilité et la modularité. La portabilité des PGI est large, tant au niveau des systèmes d'exploitation, des systèmes de gestion des bases de données, que des réseaux. De plus, les PGI sont conçus et commercialisés de manière modulaire. La portabilité et la modularité rendent les PGI interopérables avec toutes sortes de logiciels et progiciels.

L'ERP est considéré comme solution de la technologie de l'information puissante qui permet aux entreprises d'améliorer la productivité et de fonctionner plus efficacement [326]. Grâce à l'ERP, le système d'information de gestion deviendrait cohérent; en donnant au décideur une meilleure lisibilité des flux d'activités et une capacité beaucoup plus précise de simulation.

En synthèse, dans le cadre de ce travail, nous cherchons à mettre l'accent sur l'importance du facteur humain dans les projets ERP, sans développer les caractéristiques techniques. Pour cela, Jomaa [159] met en valeur l'interaction entre ce progiciel, l'organisation et la dimension humaine. A cet égard, l'ERP est défini comme « un outil de pilotage de l'activité de l'entreprise capitalisant sur les meilleures pratiques de gestion, dont la performance dépend de ses mécanismes d'interaction avec la structure de l'entreprise et ses acteurs » [159].

A travers ces différentes définitions, nous pouvons noter que les ERP sont des progiciels très onéreux, longs et difficiles à gérer. A ce titre, Bingi *et al.* [41] signalent que le mode projet est le mode le mieux approprié pour répondre à ses contraintes (délais/budget) et imputent une grande importance à la gestion de projet pour la réussite de l'implantation de l'ERP, l'objet du paragraphe suivant vise à présenter ces notions.

## **1.2. LA GESTION DU PROJET ERP**

La gestion de projet devient un thème clé de la mise en œuvre de la stratégie d'entreprise et le mode projet s'est imposé comme mode principal de la gestion du changement au sein de



l'entreprise [306]. Grâce à cette approche, les organisations peuvent mieux planifier, coordonner, diriger et surtout contrôler les ressources et ce de façon plus structurée et optimale.

L'AFITEP, association francophone de management de projet, considère le projet « comme un ensemble d'actions à réaliser pour satisfaire un objectif défini, dans le cadre d'une mission précise, et pour la réalisation desquelles on a identifié non seulement un début, mais aussi une fin ». Dans le cadre de cette définition, la norme X50-105 de l'AFNOR présente le projet comme « une démarche spécifique qui permet de structurer méthodiquement et progressivement une réalité à venir... un projet est défini et mis en œuvre au besoin d'un utilisateur, d'un client ou d'une clientèle et il implique un objectif et des actions à entreprendre avec des ressources données ».

Pour Cleland [69], « un projet est une combinaison de ressources organisationnelles réunies pour créer quelque chose qui n'existait pas auparavant, et qui fournira une possibilité dans la conception et l'implantation des stratégies organisationnelles ».

Selon Pillou [248], le projet représente un ensemble d'actions à entreprendre afin de répondre à un besoin défini dans des délais fixés. En effet, un projet est perçu comme une action temporaire avec un début et une fin, mobilisant des ressources identifiées (humaines et matérielles) durant sa réalisation, celui-ci possède également un coût et fait donc l'objet d'une budgétisation de moyens et d'un bilan indépendant de celui de l'entreprise.

Chaque projet doit être constitué de ressources, d'une organisation et d'un mode de pilotage.

Pour cela, la gestion du projet consiste à réaliser des activités complexes orientées vers la production d'un bien ou d'un service mobilisant sur une période finie un ensemble de ressources [57, 127].

Cleland [69] considère la gestion de projet comme « un art de diriger et de coordonner des ressources humaines et matérielles tout au long de la vie d'un projet en utilisant des techniques de gestion modernes pour atteindre des objectifs prédéfinis d'envergure, de coût, de temps, de qualité et de satisfaction des participants ».

Elle permet donc de préciser quelles seront les ressources nécessaires pour la réalisation de chaque tâche dans l'ensemble du travail. Il s'agit de ressources, humaines, matérielles et financières. La réalisation du projet est assujettie au respect des coûts de revient, de la qualité du résultat et des délais de réalisation. En d'autres termes, la gestion de projet fixe également l'organisation, elle distribue les rôles des acteurs entre maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre.

Cependant, il n'existe pas un seul et unique moyen de gérer un projet. Un chef de projet mesure le succès d'un projet par le respect d'un équilibre entre: 1) les contraintes, 2) la compréhension des besoins et attentes des parties prenantes et 3) la connaissance des exigences connues et celles non connues. Tous les chefs de projets doivent affronter la problématique temps -coûts -qualité. L'expérience démontre qu'il est difficile, voire impossible, de satisfaire l'ensemble des contraintes à la fois. Le gestionnaire de projet doit être en parfaite connaissance des priorités du projet.

La gestion de projet dépend de la nature des projets qui sont différents les uns des autres. En fait, Bernier et Roy [33] caractérisent le projet ERP généralement par :

- *L'ampleur* : elle est liée au nombre élevé d'utilisateurs, de services, de fonctions et de niveaux hiérarchiques touchés, à la durée du projet et à l'investissement requis en ressources humaines, technologiques et financières.
- *La complexité* : elle provient de l'interaction de ces éléments, de la technologie du fournisseur externe qui n'est pas parfaitement maîtrisée par les professionnels des technologies d'information et de communication de l'entreprise et des exigences d'intégration technique (interfaces, conversion, données) entre le nouveau progiciel, la technologie existante dans l'entreprise et de l'intégration techno organisationnelle (révision des processus, configuration).
- *L'impact organisationnel* : il est lié principalement à l'intégration des activités de la chaîne de valeur de l'entreprise et peut affecter tant les processus inter fonctionnels, interdépartementaux, inter organisationnels, que les niveaux de gestion.

A ces caractéristiques d'ampleur, de complexité et d'impact organisationnel, le projet ERP nécessite une gestion spécifique et efficace, qui ne peut se faire que par une prise en compte des aspects technologiques, organisationnels et humains [140].

La gestion du projet ERP est un projet complexe, puisqu'il demande un travail spécifique, délimité dans le temps, avec une mission de déployer une nouvelle solution informatique pour supporter les fonctions de gestion [316].

Comme tout projet, les projets ERP ont des caractéristiques intrinsèques qui rendent leur déroulement incertain voire chaotique [317]. Aux caractéristiques techniques s'ajoutent la dimension humaine de la gestion de projet où chaque personne, à titre individuel ou en tant que membre d'un groupe, se trouve impliquée dans la problématique de l'implantation de l'ERP. De ce fait, la constitution de l'équipe projet exige un dosage subtil de profils

complémentaires, ce qui nous conduit à nous intéresser à l'organisation du projet ERP dans le paragraphe suivant.

### **1.3. L'ORGANISATION DU PROJET ERP**

L'organisation du projet doit porter sur des acteurs dotés des compétences très variées. Ainsi, la cohésion de toute l'équipe nécessite la solidarité de ces différents acteurs qui facilite la coordination consistant à harmoniser des activités diverses dans un souci d'efficacité [306].

#### **➤ Le comité de direction, d'orientation ou encore de parrainage**

Il regroupe les représentants de la direction générale de l'organisation. Un projet doit s'inscrire dans les objectifs généraux de l'entreprise car il mobilise généralement du personnel pendant une grande période de temps. C'est la raison pour laquelle il est nécessaire pour une organisation, avant même de se lancer dans des projets, de définir ses intentions à moyen terme [166].

Le comité directeur élabore donc le schéma directeur. Ce document a pour but de donner les orientations stratégiques de manière prospective afin de définir globalement l'articulation de la réalisation des principaux objectifs dans le temps. Il permet ainsi de définir des priorités en termes de réalisation des objectifs et de donner une visibilité sur les ambitions de l'organisation. L'inscription d'un projet dans le schéma directeur indique une intention, ce qui implique la notion de faisabilité, qui est une des étapes intermédiaires entre la réalisation du schéma directeur et le commencement du projet [227, 228].

#### **➤ Le Chef de projet ou Comité de pilotage**

Lors du lancement du projet, un comité de pilotage est nommé afin d'en assurer le suivi. Ce comité est généralement composé du directeur du système d'information, des membres de la direction générale, des directeurs des services fonctionnels concernés, ainsi que des consultants de l'éditeur. Le chef de projet est alors chargé de proposer une équipe projet, composée de représentants des différentes directions et entités de l'entreprise, et éventuellement d'associer des experts [228].

Cette structure temporaire, mise en place spécifiquement pour le projet, a pour but de piloter le projet de façon autonome, c'est-à-dire en se distinguant de la hiérarchie permanente de la société. Le comité de pilotage évalue et contrôle le niveau d'avancement du projet, approuve le choix des prestataires extérieurs et des résultats finaux, s'assure de la fourniture des ressources nécessaires pour garantir l'avancée des travaux [228].

Le comité de pilotage est, cependant, chargé de rendre compte au comité directeur des problèmes rencontrés au cours du projet lorsqu'une décision de niveau stratégique doit être prise au cours du projet. A la fin du projet, le comité est dissous et le directeur de projet retrouve ses attributions originales.

### ➤ **L'équipe projet**

L'équipe projet peut être composée par :

- Les sous-traitants ou les acteurs extérieurs : qui sont généralement :
  - ✓ L'intégrateur : C'est une société de service et/ou de conseil qui va apporter à l'entreprise cliente son savoir-faire et ses ressources dans les domaines de pilotage, de la construction, et de la mise en œuvre du projet ERP.

On distingue les grands acteurs de ce secteur qui ont les ressources nécessaires pour répondre à l'ensemble des besoins de leurs clients, et ceci au niveau mondial. Leurs équipes s'appuient sur une méthodologie commune et des "best practices" capitalisées par leur réseau interne de centre de compétences [159]. Ils ont le plus souvent des compétences sur les ERP les plus connus et sont multi secteur de marché. Les autres intégrateurs sont des sociétés de service de taille plus petite mais plus spécialisées, soit sur un type d'ERP donné, soit sur un type précis de secteur de marché ;

- ✓ L'éditeur : L'éditeur est selon Deixonne [86], « celui qui "fabrique" l'ERP, qui est une application informatique, sur la base d'une technologie et de sa connaissance du besoin en système d'information des entreprises. C'est donc un métier de développeur d'application et de gestion d'un nombre important de versions ». En effet, le nombre de versions est sans cesse en augmentation au vue des technologies croissantes, des normes toujours en évolution et des spécificités métiers de secteurs d'activités divers.

Les éditeurs conçoivent donc l'application, mais leur rôle ne s'arrête pas là. Ils s'occupent aussi de la maintenance et de l'évolution de leur produit, mais assurent aussi des services complémentaires liés à une activité de conseil. Cette activité leur permet ainsi, en étant au contact de leurs clients, de déceler les besoins qui leur permettront de faire évoluer leur produit [172].

- Les Key user : sont des personnes internes à l'entreprise. Les key users ne sont pas affectés à l'équipe projet de manière permanente, mais leur niveau de participation est assez suffisant pour qu'ils soient susceptibles d'acquérir une compétence sur telle ou telle partie de l'ERP. Il est donc nécessaire de les identifier avant l'intégration du progiciel [307].

Selon la taille de l'entreprise et la diversité de ses activités, il peut être utile d'assigner une personne de chaque "métier" pour chaque division géographique ou gamme de produits. Les utilisateurs-clés peuvent servir d'intermédiaires entre le service informatique et les autres salariés pour transmettre les connaissances qu'ils ont acquises lors de la mise en place. Ces utilisateurs-clés suivront notamment l'intégration du progiciel et remonteront leur évaluation au fur et à mesure [324].

#### ➤ **Les utilisateurs finaux**

Les utilisateurs portent leur attention sur des attributs avant toute pratique, en phase avec leurs contraintes métiers et les fonctionnalités les plus usuelles. Les éditeurs doivent donc prendre en compte leurs préoccupations principales, car la finalité du système d'information est d'être un outil efficace entre les mains de l'utilisateur final. Enfin, les utilisateurs doivent être impliqués dans le processus d'implémentation.

Plusieurs projets d'implémentation de l'ERP ont ainsi échoué car ces derniers n'ont découvert le produit quasiment qu'au moment de la réception finale. Les utilisateurs sont amenés à recevoir une formation avant que le nouveau produit ne soit mis en service ; leurs avis doivent être recueillis lors du déploiement du produit, et aussi lors de son exploitation courante, en procédant à des tests périodiques [166].

Après avoir présenté l'organisation du projet ERP, nous estimons nécessaire d'en saisir ses bénéfices et ses difficultés.

### **1.4. LES BÉNÉFICES DU PROJET ERP**

Le projet ERP représente la réalisation du rêve managériale de l'unification et la centralisation de tous les systèmes d'information de la firme en un système unique [60]. Il fournit aux acteurs organisationnels un langage commun et une base de données commune.

Plusieurs travaux de recherche ont traité et analysé les bénéfices ou les avantages suite à l'implémentation de l'ERP [27, 55, 105, 108, 123, 146, 207, 209, 230, 231, 267, 277, 279, 335, 336, 341]. La plupart de ces travaux se sont basés sur des perceptions qualitatives de la

performance. Il est établi que, plus particulièrement, dans le cas des systèmes ERP, il est difficile d'évaluer quantitativement la valeur des bénéfices en termes d'améliorations de revenus [51]. Pour cela, les organisations tentent d'évaluer plus qualitativement les avantages retirés d'une nouvelle technologie de l'information et de la communication [320]

Il existe plusieurs types de bénéfices relatifs à l'adoption ERP [41, 148, 149, 210, 237].

Caldas et Wood [54] étudié les raisons d'implanter le système ERP en menant 107 entretiens auprès de 40 entreprises. Cette étude a permis de dégager que des raisons objectives (le besoin d'intégration de l'information et des processus de gestion de l'organisation) et politiques (suivre une tendance de fonds affirmée) arrivent en tête des raisons invoquées. Le classement des motifs cités par les répondants est présenté dans le tableau 1 :

**Tableau 1: Motifs d'adoption du système ERP [54]**

Intégration des processus, de l'information	91%
Suivre la tendance	77%
Pression de la direction du système d'information	41%
Pression du siège	41%
Réduire la distance avec les concurrents	37%
Raisons politiques internes	31%
Influence des médias	29%
Influence des consultants	23%
Pression des clients et /ou fournisseurs	11%

Quant aux travaux de Shang et Seddon [279], ils résument les bénéfices provenant des technologies de l'information et de la communication et des avantages spécifiques des ERP à partir de données collectées auprès de 233 éditeurs de solutions ERP, et font état d'une taxonomie des bénéfices selon cinq dimensions à savoir les bénéfices opérationnels, managériaux, stratégiques, technologiques et organisationnels (voir tableau 2).

**Tableau 2: Les bénéfices du système ERP [279]**

<b>Dimensions</b>	<b>Sous dimensions</b>
<b>1. Opérationnelle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réduction des coûts</li> <li>• Réduction des délais</li> <li>• Amélioration de la productivité</li> <li>• Amélioration de la qualité</li> <li>• Amélioration du service à la clientèle</li> </ul>
<b>2. Managériale</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meilleure gestion des ressources</li> <li>• Amélioration de la prise de décision et de la planification</li> <li>• Amélioration de la performance</li> </ul>
<b>3. Stratégique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Support à la croissance de l'affaire</li> <li>• Support aux alliances d'affaires</li> <li>• Construction d'innovation d'affaire</li> <li>• Construction de leaderships de coût</li> <li>• Générer une différenciation de produits</li> <li>• Construction de liens externes (clients et fournisseurs)</li> <li>• Expansion à l'échelle mondiale</li> <li>• Rendre possible le E-commerce</li> </ul>
<b>4. Technologique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construction d'une flexibilité d'affaire pour les changements actuels et futurs</li> <li>• Réduction des coûts de la technologie de l'information et de la communication</li> <li>• Accroissement des possibilités de l'infrastructure des technologies de l'information et de la communication</li> </ul>
<b>5. Organisationnelle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Support pour le changement organisationnel</li> <li>• Faciliter l'apprentissage d'affaire</li> <li>• « Empowerment »</li> <li>• Construction d'une vision commune</li> <li>• Changement du comportement des employés</li> <li>• Meilleure satisfaction et un meilleur moral des employés.</li> </ul>

Alors que Marciniak *et al.* [207] ont analysé les raisons du choix du système ERP et ont distingué des raisons fondamentales (accroissement de la performance et de la réactivité) qui gouvernent l'approche par les ERP, de raisons conjoncturelles, assimilées à des déclencheurs (cohérence au système d'information existant, augmenter la maintenabilité et harmonisation des méthodes de travail) à l'origine de la décision d'équipement. Ces éléments sont repris dans le tableau 3 qui récapitule les bénéfices attendus.

**Tableau 3: ERP : les bénéfices attendus [207]**

<p><b>1. Fiabilité des informations</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unicité de la saisie, du vocabulaire et de l'information</li> <li>• Outil commun à un grand nombre de personnes</li> <li>• Contrôles croisés</li> <li>• Réduction du volume d'information</li> <li>• Traçabilité et visibilité de l'information</li> </ul>
<p><b>2. Productivité</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suppression des saisies multiples</li> <li>• Rapprochements automatisés</li> <li>• Enrichissement de l'information au fil du processus</li> <li>• Utilisation réduite du papier</li> <li>• Disponibilité d'information agrégée</li> </ul>
<p><b>3. Réactivité</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise à jour instantanée</li> <li>• Outils de requêtes multicritères</li> </ul>
<p><b>4. Optimisation du coût de possession</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aptitude à évoluer selon l'organisation</li> <li>• Réduction du parc applicatif et technique</li> </ul>

D'après ce qui précède, on peut résumer qu'avec un ERP, l'entreprise dispose d'un système d'information fiable, unifié, cohérent et modernisé permettant à la fois de :

- Disposer d'un système d'information collectif et évolutif: L'ERP conduit au stockage en un seul endroit des données utiles et qualifiées [146]. Il existe ainsi par exemple une seule base client pour les fonctions commerciales et de facturation, dont l'intérêt réside dans la garantie d'absence d'incohérence et la suppression des saisies redondantes.

En fait, l'accès aux ERP par des utilisateurs mobiles et des partenaires externes via Internet et Extranet facilite le partage d'informations au sein de communautés. Les travaux antérieurs montrent que, parmi les raisons les plus importantes pour lesquelles les organisations adoptent un ERP, figure sa capacité à faciliter l'échange d'informations [249], à résoudre les problèmes de fragmentation de l'information [81], et à satisfaire les besoins informationnels de toutes les unités fonctionnelles [8];



- Obtenir des données sûres et pertinentes à un coût faible : Un système d'information en temps réel comme celui de l'ERP est un précieux support aux décisions d'affaires [92]. Ainsi, la fin des problèmes de synchronisation des données permet une gestion des budgets avec contrôle en temps réel des engagements [101]. L'apport concerne aussi une réduction des tâches sans valeur ajoutée de ressaisie d'informations et de contrôle d'interface entre le système comptable et les systèmes opérationnels. Ainsi, l'information est rendue plus fiable [33].

L'intégration de toutes les données de gestion au sein de bases communes et partagées par tous les modules fonctionnels de l'ERP aide le contrôle et la validation des transactions issues des processus opérationnels [159]. Par exemple, le rapprochement de la facture fournisseur avec le bon de commande et le bon de livraison peut être automatisé jusqu'à la génération du règlement fournisseur. L'efficacité accrue des activités transactionnelles et de contrôle permet de focaliser les ressources sur des activités à plus forte valeur ajoutée ;

- Optimiser la performance de l'entreprise : L'optimisation de la chaîne logistique apparaît comme un enjeu majeur pour les entreprises [101]. La suppression des applications et données redondantes, des plates-formes hétérogènes ainsi que des interfaces font gagner en réactivité pour répondre aux besoins des clients, réduisent les coûts informatiques, apportent une disponibilité immédiate des informations et une réduction des délais administratifs [108].

Tout d'abord la productivité administrative augmente grâce à la suppression des activités manuelles de recherche, comparaison, rapprochement, consolidation effectuées par les services tels que l'administration des ventes, les achats, le contrôle de gestion.

De plus, l'installation d'un ERP va conduire, de par l'harmonisation des applications informatiques autour d'une même technologie, à optimiser le coût de maintenance du système d'information [108].

Enfin, les bénéfices opérationnels sont possibles du fait de la disponibilité d'informations cohérentes, fiables et pertinentes [146]. Elles vont permettre d'optimiser la qualité, la rapidité de décision ainsi que le mode de fonctionnement de l'entreprise [231];

- Permettre des changements dans l'organisation : La mise en place d'un ERP amène bien souvent un changement dans l'organisation du travail dans l'entreprise [302].

En effet, un partage des informations par divers services de l'entreprise change la nature des relations et de l'activité. Avec sa rigidité, un ERP peut être un bon prétexte pour abaisser les cloisonnements de l'entreprise. D'ailleurs, l'installation d'un ERP peut permettre la diminution des points de blocage de l'information entre les services [195].

- L'amélioration de l'utilisation des compétences : est un concept tout aussi important du succès de l'ERP qui doit être considéré également comme un avantage significatif [279]. Ce concept est restitué par l'analyse exploratoire en termes de capacités apportés aux employés pour développer des compétences nouvelles et plus appropriées de gestion et d'organisation, ainsi que pour favoriser une meilleure utilisation de certains outils et techniques de gestion [18]. Un ERP offre aux employés la possibilité de se détacher des tâches routinières et répétitives, et de se concentrer sur les tâches d'analyse, ayant plus de valeur ajoutée [18].

Malgré les bénéfices potentiels qui peuvent se révéler importants, différentes difficultés s'imposent lors de l'implantation d'un ERP. Quelles sont alors les difficultés qui peuvent s'imposer à cet égard ?

### **1.5. DIFFICULTES DURANT L'IMPLANTATION D'UN ERP**

Le projet ERP, à l'encontre des projets traditionnels, est un projet difficile à gérer [140]. En effet, plusieurs difficultés sont rencontrées lors de son implantation.

- Absence de vision globale : La notion de "vision globale" dans l'entreprise a donné lieu à diverses réflexions. Ainsi, l'établissement de cette vision trace la direction à suivre pour l'entreprise, communique aux employés où va l'entreprise [311] et fournit une représentation synthétique qui peut servir à piloter les actions du changement. Le développement d'une vision est donc un processus de conception d'un état futur désiré de l'organisation.

Dans le cadre spécifique d'un projet ERP, la définition d'une vision organisationnelle cible consiste à tracer clairement les grandes lignes de l'organisation future et la direction que doivent emprunter les acteurs du projet pour l'atteindre [32]. Cette stratégie de ciblage d'un modèle organisationnel futur conditionne la suite du

déroulement du projet et se concrétise dans le paramétrage et la configuration de l'ERP [97].

Pour arriver à définir cette vision, plusieurs questions doivent se poser, telles que: Quelle sera l'organisation future de l'entreprise avec l'ERP ? Quel est le périmètre organisationnel concerné ? Quels sont les processus à reconfigurer ? Comment assurer la cohérence de l'ensemble ?

Pour l'entreprise, avoir une vision globale du projet dans lequel elle se lance est donc nécessaire. En effet, l'absence de vision, et donc la confusion et l'ambiguïté des objectifs à atteindre ne permettront pas aux efforts de changements d'aboutir.

Dans leurs retours d'expériences sur les projets de transformation de l'organisation, Umble *et al.* [311] ont montré que l'absence d'une vision de changement claire et simple, malgré l'existence de plans et de programmes de changement, est un des principaux facteurs expliquant l'échec de ces projets ;

- Grande hétérogénéité des applications : Les systèmes d'informations d'aujourd'hui sont constitués de plusieurs applications répondant à des besoins fonctionnels précis. Des solutions telles que les ERP sont des solutions packagées [210]. Les systèmes d'information résultants sont souvent hétérogènes, et les rachats, fusions ou réorganisations d'entreprises sont des facteurs qui accentuent cette tendance.

Les systèmes d'informations, ayant atteint un certain stade de complexité, sont confrontés à un problème classique : comment intégrer les applications entre elles ?

En effet, les entreprises ont souvent sacrifié la cohérence parfaite de leur système informatique pour privilégier tel développement spécifique sur une nouvelle technologie ad hoc ou tel progiciel dont les fonctionnalités correspondaient mieux aux besoins des utilisateurs. Cette approche dite du "best of breed" augmente inévitablement les temps et coûts du projet [210];

- Blocage de l'information entre les services : Il n'est pas facile pour certains salariés de changer leurs méthodes de travail pour un projet dont on ne connaît pas bien les objectifs. En effet, en dépit de leur implication dans le processus de conception et de déploiement, ils peuvent toujours être réticents sur la mise en place d'un ERP [72].

Avec un ERP, l'entreprise sort du cloisonnement, permettant à différents services de partager les mêmes informations et aussi les mêmes modes de fonctionnement. D'où

une sensation de perte de pouvoir et d'autonomie due au partage des informations, au décloisonnement des fonctions et aux réorganisations. L'important est alors de communiquer sur cette idée de partage et d'expliquer que le progiciel ne servira pas à licencier un certain nombre de personnes mais il s'agit de travailler en équipe [307] ;

- Difficultés à s'adapter au changement induit par l'ERP : L'arrivée d'un progiciel peut révéler des difficultés d'adaptation qui s'expliquent par la peur légitime du changement (surtout lorsque celui-ci est qualitatif, c'est-à-dire affecte non seulement le processus de l'organisation mais aussi sa structure) ou la tendance naturelle de chaque individu à simplifier les problèmes au maximum (pour se rassurer ou faciliter la recherche d'une solution) [74, 179].

Les schémas d'intervention doivent être bien définis pour assurer les salariés dans leurs nouvelles méthodes de travail. L'absence d'accompagnement est une des raisons principales de l'échec des projets. Le support technique pourra également recenser les demandes des utilisateurs et les présenter au chef de projet.

### ***En résumé***

Au cours des dernières années, les technologies d'information et de communication et plus particulièrement les systèmes de gestion intégrés ERP, ont joué un rôle important dans la restructuration des entreprises et sont devenus un puissant facilitateur pour la transformation des façons de faire des entreprises [216, 313]. Les projets d'implantation des ERP sont devenus un élément clé pour la réussite de l'entreprise [216]. En effet, les ERP permettent de mieux contrôler et diffuser les informations à temps, à condition de savoir les gérer. Ils permettent également de standardiser les données de toute l'entreprise, d'améliorer l'efficacité de la gestion par une meilleure maîtrise des délais, ainsi qu'à automatiser certaines tâches, notamment les tâches administratives.

Ce chapitre a montré l'interaction complexe de facteurs technologiques, organisationnels et humains dans la gestion du projet ERP qui rend son implantation plus difficile et conduit à des échecs développés dans le chapitre suivant.

## **Chapitre 2**

### **Causes d'échec de la mise en œuvre des ERP**

L'implantation des ERP, Enterprise Resource Planning ou Progiciel de Gestion Intégré, au sein des organisations, a permis la restructuration et l'introduction de nouvelles manières de faire. Toutefois, il est à mentionner qu'un projet ERP est complexe vu qu'il touche, à la fois, les systèmes, les structures et les personnes. Ces différents facteurs sont largement mentionnés comme causes d'échec des projets ERP.

L'objectif de ce chapitre est d'étudier les causes d'échec de la mise en œuvre des systèmes ERP. Pour cela, avant d'aborder ces causes, nous pensons qu'il est pertinent de définir les notions de succès et d'échec et de faire ensuite un tour d'horizon concernant les conditions déterminantes du succès d'un projet d'implantation d'ERP.

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>2.1. Comment définir l'échec et le succès du projet ERP ?</li><li>2.2. Les facteurs clés de succès</li><li>2.3. Les raisons d'échec de l'implantation de l'ERP</li></ul> |
|--|

## 2.1. COMMENT DEFINIR L'ECHEC ET LE SUCCES DU PROJET ERP ?

Pour parler d'échec, il faut déjà pouvoir évaluer le succès d'un ERP. Établissons d'abord un vocabulaire de référence. Pour cela, il est souhaitable de définir ce que nous entendons par succès dans ce contexte afin de bien identifier les échecs et les succès d'une implantation d'un système ERP.

On note, dans la littérature, une absence de consensus et un manque de clarté lorsqu'il s'agit de définir la notion de succès des systèmes d'informations. Des praticiens et consultants définissent le succès, surtout, en termes de gestion de projet (soit: en termes de respect du budget et du temps alloués, soit en termes de résultats d'affaire), incluant de multiples paramètres tels que le coût, le temps et la fonction [130]. Cependant, d'autres dimensions peuvent être prises en considération afin d'apporter une vision plus complète sur le succès du projet. Il s'agit notamment des facteurs se rapportant à l'organisation, à la technologie et au facteur humain.

Selon Humbert *et al.* [154], le succès suppose la capacité du nouveau système à satisfaire le besoin des utilisateurs. Le modèle de succès des SI développé par DeLone et McLean [90] montre cela. Ce modèle est le plus largement cité dans la littérature. Selon DeLone et McLean [90], le succès des SI est évalué par :

- La qualité du système
- La qualité de l'information
- L'utilisation du système
- La satisfaction des utilisateurs
- L'impact individuel
- L'impact organisationnel

DeLone et McLean [90] affirment que la satisfaction des utilisateurs s'avère la mesure de succès des SI la plus générale et la plus perçue et que la qualité du système, la qualité de l'information et l'utilité expliquent à 72% la mesure de la satisfaction des utilisateurs.

D'un autre coté, une multitude de recherches relate de nombreux échecs de projets de type ERP, décrit les difficultés de ces systèmes à répondre aux attentes des entreprises. Ces recherches ont mis en exergue la complexité de l'ERP, pour montrer que son implantation dans les organisations présente à la fois des défis technologiques et organisationnels et provoque la résistance des acteurs et même des erreurs dans son mode de gestion.

Besson [37] affirme que la principale origine des échecs des projets ERP n'est pas dans l'outil supposé complexe et trop rigide mais provient d'une non remise en cause de l'existant organisationnel et des pratiques de travail.

En fait, différents auteurs ont traité les critères de mesure du succès/échec lors de l'implantation du système ERP. Dans le tableau 4, Thomas [306] a essayé de compiler plusieurs travaux de recherche.

**Tableau 4: Compilation de différents travaux de recherche ayant traité les critères de mesure du succès/échec lors de l'implantation du système ERP [306]**

<b>Critères de succès/échec</b>	<b>Auteurs</b>
<b>Mauvaise qualité du système</b>	[63, 70, 71, 94, 129, 160, 164, 198, 201, 275, 280, 281, 295, 326, 331]
<b>Dépassement du budget</b>	[15, 63, 70, 134, 163, 167, 233, 281, 328, 331]
<b>Dépassement de l'échéancier</b>	[134, 135, 137, 160, 326, 328, 331, 336]
<b>Insatisfaction des utilisateurs</b>	[4, 41, 137, 164, 233, 260, 265, 271, 326, 333]

L'échec peut être défini comme un objectif non rempli, où les attentes des acteurs ne sont pas satisfaites. Il est pourtant difficile d'évaluer de façon claire si l'implantation d'un ERP dans une entreprise est un réel échec total [152].

Nous pouvons en effet établir des nuances dans l'échec. Besson [37] découvre plusieurs situations d'échec qui sont présentées dans le tableau 5 :



**Tableau 5: Les types d'échecs d'implantation des ERP [37]**

<b>Types d'échec</b>	<b>Caractéristique de l'échec</b>
<b>L'arrêt</b>	Confronté à des difficultés d'intégration grandissantes, le projet est arrêté
<b>Le redimensionnement</b>	Suite à des difficultés d'implantation de certains modules, le périmètre du projet est notablement réduit
<b>La particularisation</b>	L'intérêt d'un ERP tient dans la standardisation des données et des modes opératoires. La mauvaise maîtrise des revendications des utilisateurs entraîne la prise en compte de trop nombreuses spécificité. On voulait standardiser les données de gestion, au final on a réinventé le logiciel maison.
<b>La balkanisation</b>	On a installé le même progiciel dans une entreprise, mais chaque unité a utilisé le progiciel pour consolider son territoire en accentuant ses différences. La désintégration informationnelle de l'organisation et les difficultés de communication sont aussi grandes après l'implantation qu'avant.
<b>La consolidation</b>	Pris par le temps, on n'a pas pu mener à bien le réengineering annoncé des processus. Pour tenir les délais on informatise l'existant et, de ce fait, on renforce l'organisation actuelle.
<b>La fracture</b>	L'ERP devient l'outil de quelques initiés où est approprié par une fonction, par exemple la fonction finance. La majorité des acteurs de l'entreprise s'en détournent et commencent à redévelopper dans leurs coins leurs propres outils
<b>Le dérapage</b>	L'échec le plus classique, qui se traduit par un dérapage des coûts et des délais.

Selon la revue CIO, 31 % des entreprises ayant participé à une enquête sur l'implantation de l'ERP font état d'un dépassement important de budget, et 36 % admettent que leur projet a dépassé les échéances prévues [75]. Ces résultats correspondent à ceux du Gartner Group, qui indiquent que 40 % des entreprises qui implantent un ERP dépasseront leurs prévisions initiales de plus de 50 %.

D'après ce qui précède, nous considérons dans cette recherche qu'il y a échec dans les cas où le projet ERP n'atteint pas son objectif incluant le coût, le délai et la qualité.

Les échecs dans les projets ERP ont été étudiés et cités par de nombreux auteurs qui signalent abandons, dépassement de budgets, problèmes organisationnels. Certaines de ces recherches ont abouti sur l'établissement d'une liste de facteurs clés de succès que nous présentons dans le paragraphe suivant.

## **2.2. LES FACTEURS CLES DE SUCCES**

Les difficultés connues des entreprises confrontées aux ERP ont très vite conduit à étudier les caractéristiques de ces projets afin de rechercher des éléments de différenciation entre les projets maîtrisés et les projets difficiles, notamment les conditions de prise en compte des contraintes préexistantes de la solution progicielle dans les phases traditionnelles de spécification et de conception de l'ingénierie de système d'information [221]. Ce qui montre

que les ERP portent des « modèles implicites » qui doivent être pris en compte dans les projets [46, 104]. Les études vont très vite conduire à la définition de «facteurs clefs de succès» qui se diffuseront progressivement dans le monde académique et industriel [99, 202].

Les facteurs clefs de succès identifiés par Holland *et al.* [148] soulignent que les projets ERP sont des projets d'entreprise. On trouve les facteurs stratégiques et les facteurs tactiques.

Les facteurs stratégiques sont composés de :

- Ancien système pour prendre en compte l'existant de l'entreprise en termes de processus, d'organisation et de système d'information.
- Vision d'affaires dont la maîtrise par l'équipe projet conditionne les processus de prise de décision.
- Stratégie du système ERP qui peut aller du « Big Bang » sur un périmètre large à la mise en œuvre initial d'un « squelette » réduit aux processus principaux permettant une montée en puissance progressive de l'ERP dans le système d'information de l'entreprise.
- Soutien de la haute direction sans lequel le projet ne peut être que vu comme un projet technique qui ne nécessite pas d'engagement de l'encadrement pour la conduite du changement.
- Plan et calendrier du projet qui suppose une connaissance préalable des spécificités des projets ERP.

Les facteurs tactiques sont ceux des projets de technologies d'information et de communication (consultation des clients, personnel, acceptation du client, suivi et rétroaction, communication et dépannage) de manière générale auxquels s'ajoute un élément propre aux projets ERP :

- Changement du processus d'affaire et configuration du logiciel où l'adéquation entre l'organisation et le système d'information se joue dans la capacité à définir les bonnes pratiques pertinentes pour l'entreprise et configurables dans l'ERP.

Une taxonomie proposée de ces facteurs clefs de succès met en relation ces facteurs de succès et les résultats en termes de réussite du projet et de bénéfices résultants pour l'entreprise. La réussite du projet est évaluée par rapport à l'adéquation du système d'information aux objectifs du projet, à la maîtrise du budget et du planning de projet, à l'attitude positive des utilisateurs envers le système et à la réponse aux attentes des utilisateurs [221]. Ces facteurs de succès illustrent les spécificités et les enjeux pluridisciplinaires des projets ERP et la

nécessité de méthodes de gestion de projet adapté prenant en compte les dimensions organisationnelles, technologiques et humaines [4].

Malgré l'euphorie du marché et les gains pharamineux faits par les éditeurs, de nombreux défis restent encore à relever. Les ERP jouissent encore d'une réputation de coûts prohibitifs et de déploiement long, complexe et fastidieux. On constate en effet chez de nombreux utilisateurs un certain mécontentement des échecs de la mise en œuvre dû aux dérapages dans les délais de mise en œuvre opérationnelle. Dans la section suivante, on va essayer de présenter les causes de ces échecs.

### **2.3. LES RAISONS D'ECHEC D'IMPLANTATION DE L'ERP**

L'ERP se présente dans une mutation authentique de l'informatisation des systèmes de gestion. Ceci représente l'éventail de consentir un ERP à la fois intéressant et fortuite. Toutefois, la délicatesse de la mise en œuvre d'un ERP est sérieuse. Ainsi, un pareil projet empile en fait tous les facteurs de péril des projets du système d'information. Le déploiement d'un tel système est considéré comme une révolution par rapport aux projets d'informatisation traditionnels à cause de leur complexité technologique et de leur impact organisationnel [82].

« Incontestablement, les projets ERP sont compliqués et requièrent des expertises sérieuses, mais ce n'est pas la déduction obligatoire de l'échec d'un tel projet » [37]. Capron *et al.* [56] ont montré « qu'un pourcentage dominant d'implantation des ERP colle à un échec partiel ou total ».

Il ya eu de nombreux rapports d'échecs d'implémentation du système ERP. Majed [204] a signalé que 70% des implémentations des ERP n'ont pas atteint leurs bénéfices estimés. Dans d'autres études, le pourcentage des implémentations des ERP qui peuvent être considérés comme des «échecs» varie de 40% à 60% ou plus [176], et les échecs des projets d'implémentation du système ERP ont causé des problèmes aussi graves que la faillite de l'organisation [82, 208].

En effet, il se peut qu'un projet atteigne les objectifs de qualité du système mis en place, mais à un coût beaucoup plus élevé que prévu. Inversement, il se peut qu'un projet respecte les délais et budgets prescrits, mais qu'il n'atteigne pas les objectifs de qualité visés [32].

Comme les taux d'échec de la mise en œuvre de l'ERP sont si élevés et les conséquences qui en découlent sont préjudiciables à l'entreprise, il y a une raison impérieuse d'étudier les facteurs qui causent l'échec.

Les raisons de ces échecs ont été abondamment étudiées et citées dans de nombreux travaux de recherche [43, 99, 201, 299]. Ce qui nous conduit à s'intéresser dans cette section de manière synthétique aux travaux de ces chercheurs.

A travers leurs études, Seconde et Le Blan [276] recensent des blocages et des dysfonctionnements observés lors de l'implantation des systèmes ERP dans les entreprises. Les causes de ces dysfonctionnements sont de types organisationnels, techniques et humains. Le tableau 6 inspiré de Thomas [306] s'intéresse à répertorier ces causes à partir d'une revue de littérature.

**Tableau 6: Les différentes causes de dysfonctionnements du projet ERP inspiré par Thomas [306]**

<b>Causes de dysfonctionnements</b>	
<b>Causes techniques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manque d'outils d'aide à la décision [264]</li> <li>• Complexité des processus à supporter [15, 24, 167, 314]</li> <li>• Manque de flexibilité du système [160, 167]</li> <li>• Problèmes liés au produit, à l'intégration et aux interfaces [160]</li> <li>• Problèmes liés aux modifications et à la maintenance [160]</li> <li>• Problèmes liés aux standards et à la documentation [63, 160, 208]</li> <li>• Ampleur de l'écart dans les fonctionnalités [63, 160, 285]</li> <li>• Incompatibilité technique et conceptuelle de certains progiciels [264]</li> <li>• Nombre d'éditeurs de progiciels de gestion intégrée [24, 25, 274]</li> <li>• Nombre de modules implantés [41, 82]</li> <li>• Difficultés de la prise en compte de certaines spécificités [15, 264]</li> <li>• Nombre d'interfaces avec des systèmes existants et des futurs systèmes [23, 41, 63, 263, 299]</li> <li>• Interdépendance des processus [15, 123]</li> <li>• Etendue du changement apporté au réseau, au matériel informatique et à l'environnement logiciel [81, 263]</li> </ul>
<b>Causes organisationnelles</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre d'utilisateurs externes et internes [23, 24, 274]</li> <li>• Taille relative du projet [163, 200]</li> <li>• Nombre de niveaux hiérarchiques occupés par les utilisateurs [25]</li> <li>• Nombre d'unités affaires impliquées [41, 63, 274]</li> <li>• Manque de soutien de la direction [264]</li> <li>• Manque d'expérience et de support des utilisateurs [63, 167, 274, 295]</li> <li>• Manque d'expérience et d'expertise de l'organisation en technologies de</li> </ul>

	<p>l'information [4, 15]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Complexité organisationnelle [50]</li> <li>• Niveau de coopération interdépartementale [63, 232, 274]</li> <li>• Manque de communication [264]</li> <li>• Manque d'engagement de la haute direction [63, 81, 274, 295, 314]</li> <li>• Niveau de croissance organisationnelle [20, 21, 210]</li> <li>• Insuffisance des ressources [23, 63, 81, 123, 160, 164, 233, 274]</li> <li>• Difficultés de trouver un consensus sur le système à adopter [264]</li> <li>• Problèmes liés à l'audit et au contrôle [160]</li> <li>• Manque de l'expertise de l'éditeur avec les contrats de PGI et les processus [15, 210, 233]</li> <li>• Mauvaise adéquation culturelle avec l'éditeur [15, 214]</li> <li>• Petit nombre d'intégrateur [15]</li> <li>• Manque d'expertise de l'intégrateur avec les contrats PGI et les processus [15, 208, 233]</li> <li>• Mauvaise adéquation culturelle avec l'intégrateur [15, 214]</li> <li>• Incertitude à propos de l'environnement légal [15, 208]</li> <li>• Problème de maintenance souvent pris en charge par l'éditeur (Dépendance) [276]</li> <li>• Problèmes liés à l'installation et à la mise en opération [160]</li> <li>• Manque de procédures formalisées [276]</li> <li>• Mode de déploiement inadapté [264]</li> </ul>
<p><b>Causes humaines</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre de personnes au sein de l'équipe de projet [23]</li> <li>• Diversité de l'équipe [23, 107]</li> <li>• Manque de représentation inter-fonctionnelle au sein de l'équipe [208, 275]</li> <li>• Dépendance envers des utilisateurs clés [208]</li> <li>• Intensité des conflits [23, 137, 160, 167, 274, 299, 314, 326]</li> <li>• Manque de clarté dans la définition des rôles [23, 94, 164, 167, 274]</li> <li>• Manque de communication [264]</li> <li>• Manque d'engagement de l'équipe projet [63, 128, 167, 295]</li> <li>• Besoin de formation en phase post implantation [276]</li> <li>• Manque de coordination au sein de l'équipe projet [264]</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Problème pour travailler en étroite collaboration dans l'équipe projet [264]</li><li>• Manque d'expérience en implantation de l'équipe projet [15, 23, 167, 264, 274, 295]</li><li>• Manque d'expérience avec le système et les processus [23, 167, 201, 233, 274, 275]</li><li>• Ampleur des changements apportés par le système [20, 23, 24, 63, 167, 233]</li></ul>
--	--

***En résumé,***

Dans ce chapitre, nous avons d'abord défini les notions de succès et d'échec dans la gestion des projets ERP. Ensuite, nous avons développé un certain nombre de facteurs clés de succès pour au final présenter les causes d'échec des projets ERP.

Nous avons constaté que la plupart des recherches ont souligné l'importance de la prise en compte du facteur humain parmi les raisons d'échec du processus d'implantation de l'ERP [64, 138, 171, 209]. De ce constat, nous choisissons de mettre l'accent sur celles relatives à la gestion des compétences [82, 213, 229, 315] traitées au chapitre suivant.

## **Chapitre 3**

### **Défaillances dans le pilotage des compétences**

Les caractéristiques et les impacts organisationnels de la mise en œuvre de projets ERP exigent une gestion des compétences performante.

L'objectif de ce chapitre est de montrer que les dysfonctionnements dans le pilotage des compétences sont une cause principale d'échec des projets ERP. Nous définissons, tout d'abord, la notion de compétence, nous présentons les techniques de la gestion des compétences dans le cadre de l'implantation des ERP.

3.1. Définition de la compétence

3.2. La gestion des compétences dans le cadre de l'implantation de l'ERP

3.3. Les dysfonctionnements de la gestion des compétences



### 3.1. DEFINITION DE LA COMPETENCE

La compétence est une thématique qui revêt des formes multiples et préoccupe aussi bien le monde académique que le monde industriel. La recherche scientifique a fait de ce sujet un axe important de recherche [44].

La notion de compétence suscite un nombre croissant d'observations et d'études dans les domaines de la gestion, de la sociologie du travail, des sciences cognitives et de la linguistique notamment. La compétence a donné lieu à une diversité de définitions et de connotations. Cependant, il est nécessaire de disposer d'un concept qui tient compte des défis de la compétitivité (innovation, qualité de service, variété, ...) et de la complexité des situations de travail.

La compétence découle d'une interaction entre le savoir, le savoir-faire et le savoir être [95]. Le savoir est représenté par les connaissances, le savoir-faire c'est la capacité à réaliser une opération avec succès et le savoir-être c'est un ensemble de construit social et de comportement humain.

Par ailleurs, Massot et Feisthammel [211] définissent la compétence comme « un ensemble organisé de structures, de conduites répondant à un environnement réel dans le cadre professionnel global. Elle est ce qu'une personne met en œuvre lors de son activité professionnelle pour résoudre un problème réel dans son environnement professionnel total c'est-à-dire avec ses enjeux, ses pressions, ses distorsions et ses anomalies ».

Quant à Defelix [85], il définit la compétence comme, « une combinaison de ressources, dans une situation donnée, rendant capable de... ». Cette définition présente l'avantage d'être générique. Elle peut s'appliquer tout aussi bien à un individu (compétence individuelle) qu'à un groupe de salariés (compétence collective) ou à une entreprise (compétence clé ou stratégique). La notion de combinaison de ressources laisse entendre que ces ressources peuvent être très variées. Il peut s'agir de données ou d'informations mises à la disposition des salariés ou détenues par ceux-ci ; d'outils, d'instruments, de systèmes d'aide à la décision, de routines organisationnelles ; de connaissances ou de savoir-faire acquis par la formation, par l'expérience ; d'attitudes, de traits de personnalités, de motivations, de savoir-être, d'éléments culturels (valeurs, identités), ...

A partir de cette définition, on remarque que la compétence est toujours située : elle dépend d'une situation donnée, d'un contexte plus ou moins favorable, avec des marges de manœuvre temporelles aussi plus ou moins flexibles. Ainsi, l'expression « rendant capable de... »

indique qu'il s'agit de quelque chose de tangible, d'opérationnel, de mesurable et pas seulement d'une hypothèse ou d'un potentiel.

Etant donné que les définitions et les connotations de la compétence sont différentes suivant les domaines et les auteurs, il est plus pertinent d'identifier ses principales caractéristiques autour desquelles se dégage un large consensus. En se basant sur la littérature, Boumane & al (2006) ont relevé cinq caractéristiques de la compétence :

- La compétence est une construction [181, 182,183, 193,187]. Elle considérée comme un système qui associe de façon combinatoire des ressources personnelles (connaissances, savoir-faire, aptitudes, capacités, ...) et des ressources de l'environnement (machines, outils, documents, base de données, ..) qui sont mobilisée d'une manière pertinente en fonction de la situation qui se présente.
- La compétence est de nature contingente [183, 215, 255]. Il est très important de lier la compétence à un contexte de mise en œuvre déterminé, afin de concevoir des référentiels de compétences cohérents avec l'organisation du travail et opérationnels dans les diverses phases de gestion des compétences.
- La compétence peut être considérée comme un processus [182] qui permet de construire ou d'adapter des stratégies d'action en mobilisant les ressources nécessaires pour accomplir une mission donnée.
- La compétence est finalisée, elle consiste à mener à bien une mission dans le cadre de la stratégie de l'entreprise et dans l'esprit de sa culture [193].
- La compétence suppose une reconnaissance sociale [183, 87, 255]. L'évaluation et la validation des compétences n'est pertinente que par rapport au jugement de l'environnement professionnel (cadre de proximité, collègues,...). Mais, il est important de croiser les regards pour diminuer la subjectivité des jugements.

A l'issue de cette analyse, on peut retenir que la compétence est perçue comme une performance au travail et permet aux collaborateurs d'atteindre des objectifs.

L'ensemble de ces observations nous permet de mieux cerner la notion de compétence. Cette dernière a à la fois un caractère individuel et collectif. Elle dépasse le simple champ technique. Elle regroupe en effet un aspect social, organisationnel et culturel. A ce titre, la compétence s'exprime en termes de sphères à travers:

- Les connaissances, les aptitudes et les capacités;

- Les attitudes et les comportements souhaités;
- Les règles et les procédures servant de repères à l'intérieur de systèmes techniques ;
- Les voies par lesquelles s'organisent les dimensions précédentes;
- Les valeurs et les normes qui commandent et encouragent à l'action telles que l'innovation,
- La responsabilisation, l'initiative, le partage, etc.

La notion de compétence est en effet multidimensionnelle. Elle implique une prise en compte de l'individu dans sa globalité (différents savoirs), du contexte organisationnel (la division du travail, la hiérarchie, les relations et les réseaux de communication.) ainsi que socioculturel (la socialisation, les valeurs, etc.).

Après avoir identifié et défini la notion de la compétence, nous abordons le problème de sa gestion.

### **3.2. LA GESTION DES COMPETENCES DANS LE CADRE DE L'IMPLANTATION DE L'ERP**

Dans un univers économique où le savoir prend une place déterminante, où l'entreprise doit acquérir sans cesse de nouvelles compétences et les retenir à des coûts maîtrisés, la gestion des compétences est un impératif. En effet, l'entreprise doit savoir mobiliser son intelligence pour être compétitive, gérer les compétences des acteurs et créer de la valeur [184].

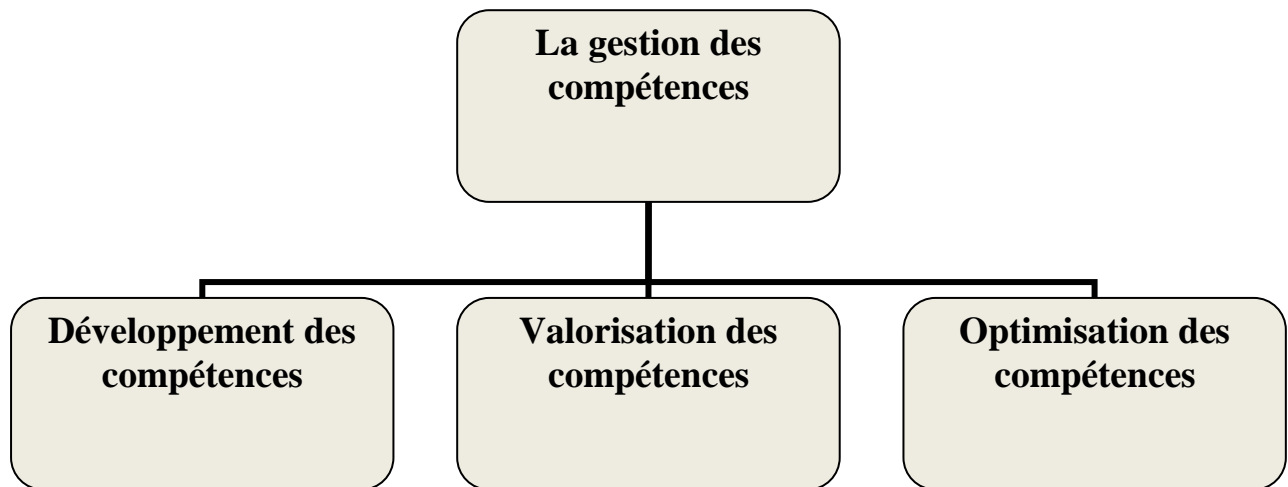
Sur la base de la définition de la compétence qui vient d'être présentée et commentée, la gestion des compétences peut être définie comme « la capacité à mettre en œuvre, dans un environnement donné, les connaissances et les comportements nécessaires aux missions en fonction de la contribution attendue par l'organisation » [47].

Selon ces auteurs, trois fonctions essentielles sont assignées à la gestion des compétences (voir figure 1):

- Développer les compétences : correspond à la création de nouveaux savoirs individuels et collectifs.
- Valoriser les compétences : permet de mettre en lumière les savoirs issus de l'expérience, du vécu et de l'histoire de la personne. Ces savoirs peuvent être exploités ou non dans le poste de travail.

- Optimiser les compétences : consiste à rendre les savoirs plus adaptatifs aux évolutions de l'environnement de l'organisation.

Figure 1: Les rôles de la gestion des compétences [47]



La gestion des compétences est un ensemble d'activités défini par l'usage : ce sont des pratiques plus ou moins coordonnées qui utilisent les compétences (et leur évaluation) comme lien entre différents processus de gestion des ressources humaines (recrutement, intégration, rémunération, carrière) et comme liens avec d'autres fonctions telles que l'organisation du travail, la réflexion stratégique de l'entreprise, ... [17, 254]

Dans l'entreprise, la gestion des compétences sert donc à évaluer les salariés, à analyser l'adéquation des hommes et des postes, à chercher des experts ou des potentiels, à définir des typologies de métiers, à prévoir les évolutions des emplois et des compétences...

La gestion des compétences a aussi pour objectif de responsabiliser le salarié à l'égard de ses résultats, ce qui explique le recours aux évaluations des salariés et aux élaborations de plans de développement individuel, avec à la clef une individualisation du salaire.

L'amélioration de la performance de l'entreprise repose sur la réussite de la mise en œuvre et la réingénierie des projets d'intégration tels qu'ERP [191]. Habituellement, ces projets sont de nature complexe et la gestion des compétences de manière appropriée est un élément clé pour une réussite à de tels projets [145, 190]. De nombreux autres chercheurs [100, 295, 148, 317] ont répertorié les problèmes des ressources humaines dans leurs facteurs clés de succès recommandés dans le cas du projet ERP.

En fait, le besoin en personnel pour l'implantation d'un ERP est important [98, 310]. L'entreprise requiert un grand nombre d'informaticiens, d'utilisateurs faisant partie de la firme, mais la mise en place d'un ERP nécessite aussi le recours à des intégrateurs de

systèmes, des éditeurs de logiciels, des fournisseurs de matériels et de systèmes de gestion de bases de données et réseaux et enfin à des sous-traitants. Chaque catégorie de personnes doit être hautement qualifiée d'où la nécessité d'être formé à ces logiciels de gestion, elle doit bien connaître l'entreprise, ses besoins et son environnement [284, 323].

Malgré la diversité des profils des membres de l'équipe, des tempéraments et des compétences de chacun, il est impératif de constituer un groupe cohérent porteur d'une même vision du projet, capable de résister aux puissantes forces centrifuges que subit un projet dans les moments difficiles. La construction d'une vision partagée implique souvent des procédures «concentriques» centrées sur le chef de projet qui permet de faire circuler très rapidement des informations dans l'équipe ou, d'un autre côté, d'élaborer collectivement une politique de réponse face à un problème important [122].

D'ailleurs, chaque personne a une mission bien précise à réaliser pour que l'implantation soit une réussite : le PDG a un rôle décisif, c'est à lui de définir la stratégie à mettre en œuvre et il supervise véritablement les opérations. Les utilisateurs qui travaillent à plein temps sur le projet, sont responsables des processus d'où leur importance. Le chef de projet, lui, a la responsabilité de la direction globale du projet, il doit donc veiller au respect des objectifs, du budget, des délais et à la bonne liaison entre le personnel de l'entreprise et celui des fournisseurs ; liaison indispensable pour les transferts de connaissances, de compétences qui doivent s'effectuer entre ces deux acteurs.

Cailland [53] montre que le projet ERP crée des conditions favorables à l'acquisition et à l'élaboration de compétences et de connaissances nouvelles. Aussi, selon Fourati [115], le projet ERP contribue également à l'amélioration des connaissances du personnel. Par conséquent, Worou [334] exigent que le chef de projet ERP devrait pouvoir compter sur des ressources humaines qualifiées, compétentes, motivées et intéressées à participer au déploiement du système ERP afin d'accroître sa performance.

Parmi les impératifs de la gestion des compétences est de gérer la dynamique de l'équipe projet par elle-même. Une équipe projet vit, en quelques mois ou années, ce que vit une entreprise généralement en plusieurs décennies: naissance, structuration, croissance, dispersion. L'équipe projet consacre régulièrement des séminaires déconnectés des contraintes du temps réel pour penser leur devenir face aux étapes à venir ; en fin de projet l'incertitude sur les reclassements peut perturber gravement le fonctionnement du projet [203, 122].

Au regard de ce qui précède, nous pouvons conclure qu'un chef de projet ERP devrait disposer d'une bonne politique de gestion de compétence à travers un ajustement des compétences et des qualifications et une bonne répartition des tâches a de forte chance d'accroître le niveau d'efficacité des membres de l'équipe projet au cours de l'implantation de l'ERP. Le déroulement d'un projet à rentabilité contrôlée d'une certaine ampleur tel le projet ERP apparaît comme un concentré de tout ce qu'une entreprise vit sur quelques décennies: il faut recruter des collaborateurs, former et structurer une équipe, gérer sa croissance puis sa décroissance, mobiliser et stabiliser des réseaux extérieurs, gérer des périodes de crises... [122].

La gestion des compétences consiste à anticiper, identifier et organiser les compétences nécessaires à l'optimisation des ressources humaines pour assurer un meilleur développement du système ERP.

### **3.3. LES DYSFONCTIONNEMENTS DE LA GESTION DES COMPÉTENCES**

La gestion d'un changement organisationnel est un processus difficile [242]. En effet, tout changement nécessite des ressources humaines, financières, temporelles et technologiques importantes pour assurer le virage escompté. L'implantation d'un ERP n'échappe pas à cette condition.

La littérature sur les ERP n'a pas manqué ces dernières années de mettre en évidence les difficultés rencontrées par un grand nombre d'entreprises qui n'ont jamais atteint les niveaux de performance souhaités [208].

La revue de littérature nous a amené à synthétiser par rapport à notre problématique de recherche, les différentes causes de défaillance de la gestion des compétences lors de l'implantation du système ERP qui peuvent se résumer de la manière suivante :

- L'insuffisance de la formation [266, 295] ;
- L'insatisfaction des utilisateurs [4, 41, 164] ;
- Le manque d'expertise [17, 24, 153, 167, 194, 200, 268, 274, 295] ;
- Le manque de coopération et de communication entre les membres de l'équipe projet [4, 275] ;
- L'incapacité à prévoir les risques lors de la mise en œuvre du système ERP [82, 127, 160, 163] ;

- L'incapacité à identifier les compétences exigées [41, 266].
- Le besoin de rééquilibrage entre compétences actuelles et futures [183, 193]

➤ ***L'insuffisance de la formation***

Considérée comme un facteur important pour faciliter le changement organisationnel et l'introduction des nouvelles technologies, la formation est un élément majeur pour une organisation cherchant à réaliser des bénéfices stratégiques [289]. Plusieurs recherches ont démontré le rôle critique de la formation des membres de l'équipe projet dans la réussite des projets ERP [83, 266, 295].

La formation peut être envisagée pour développer les compétences de l'employé, sur la base de son niveau d'éducation et de l'expérience qu'il pourrait avoir déjà acquise, et le préparer ainsi à utiliser le système d'information tout en développant sa confiance en soi et son sentiment d'efficacité personnelle [235]. D'ailleurs, les ERP sont des technologies complexes qui engendrent de grands besoins de formation et exigent une préparation rigoureuse [148]. Environ 30 à 40% d'utilisateurs ne pourraient pas manipuler le nouveau système si les formations n'étaient pas bien préparées [103]. Une telle formation aura pour principal objectif de préparer le personnel et de leur permettre de s'adapter à leurs nouvelles tâches, tout cela dans l'optique de réussir le changement organisationnel.

Selon Gupta [139], les faibles niveaux de formation des utilisateurs constituent un problème commun et récurant à presque tous les projets ERP et n'atteignent pas souvent les objectifs attendus. La formation était par exemple présentée comme le point faible du projet SAP de l'entreprise ASF [72]. En fait, la formation de l'équipe projet est une action capitale qui dure tout au long du processus de la mise en œuvre du système ERP [96]. La formation représente ainsi un processus continu, et sa mise à jour constitue un défi, un défi pour que les utilisateurs produisent des informations de meilleure qualité [41, 258]. Lorsque l'on parle d'ERP, à travers le concept de formation, il faut comprendre l'introduction des concepts et des processus auprès des utilisateurs, mais aussi la détection des réticences et des difficultés rencontrées par le personnel lors de son implémentation.

D'ailleurs, Crowley [78] évoque l'importance de la notion de plan de formation et précise qu'un plan de formation inapproprié est souvent la cause d'échec de l'implantation de l'ERP. Pour cela, Thomas [306] insiste qu'un chef de projet devrait être vigilant et proposer les formations appropriées aux besoins définis au préalable pour les utilisateurs et suivre ces formations tout au long des phases du projet.

➤ ***L'insatisfaction des utilisateurs***

L'importance que la littérature accorde à l'insatisfaction des utilisateurs comme cause de dysfonctionnement de l'implantation de ERP souligne la nécessité de gérer la transformation de l'organisation non seulement en ce qui concerne la structure, les technologies et les tâches, mais aussi pour ce qui est des convictions, des attitudes, des intentions et des comportements individuels du personnel de l'organisation afin de vaincre l'inertie sociale [162]. L'insatisfaction des utilisateurs peut se traduire par une diminution de la productivité. Le phénomène peut s'aggraver si l'organisation réduit considérablement son effectif par suite de la réingénierie de ses processus [32].

Ayant étudié le projet d'implantation de SAP R/3 au sein de l'entreprise Autoroutes du Sud France (ASF), Coat et Favier [72] relèvent que des motifs d'insatisfaction des utilisateurs trouvent leurs racines dans le déroulement du projet lui-même et ne sont pas seulement liées au système.

Selon Barki et Hartwick [25], l'insatisfaction des utilisateurs a deux aspects : les utilisateurs sont insatisfaits du système lui-même ou du processus d'implantation. Dans le premier cas, il se peut que le système soit perçu comme étant peu utile, ne présente pas d'avantage relatif ou ne convienne pas aux tâches que doivent accomplir les utilisateurs. Dans le deuxième, c'est le changement attribuable au processus d'implantation même qui est une source d'insatisfaction.

➤ ***Le manque d'expertise en matière de gestion de projet***

Le manque d'expertise en matière de gestion de projet de technologie de l'information est un facteur de risque important [32]. L'expertise requise est très variée et inclut des domaines tels que l'implantation de progiciels, les technologies de l'information en général, la gestion de contrats, les processus visés par l'implantation de ERP ainsi que l'expertise inter-fonctionnelle.

Dans la plupart des projets, le niveau d'expertise disponible fluctue d'un domaine à l'autre. Avant chaque démarrage de projet, il faut cerner l'expertise disponible dans chaque domaine et les zones où il faudra apporter une expertise complémentaire. Les projets informatiques demandent une expertise importante et toute lacune peut mener à des conséquences désastreuses [24]. La complexité inhérente aux implantations de progiciel rend cette expertise critique.

Les mécanismes d'atténuation appropriés viseront à réduire l'écart entre l'expertise requise et celle que possèdent les membres de l'équipe; ils incluront la formation, le recrutement de ressources additionnelles et le recours à des experts externes.



➤ ***Le manque de coopération et de communication entre les membres de l'équipe projet***

L'implication de chaque acteur dans le projet ERP est présentée comme un des éléments moteurs du projet. Pour cela, il a été établi que l'acteur mette en œuvre ses compétences de façon régulière en coopération avec son équipe [45]. Le manque de coopération entre le chef de projet et les membres de l'équipe peut provoquer un manque de communication qui est le seul moyen pour informer les acteurs du projet et ceux de l'organisation de tout avancement du projet, des modifications effectuées et leur permettre par suite d'exprimer leurs avis envers.

Kerzner [164] qui s'intéresse à la gestion du projet, soutient que les projets échouent par manque ou erreurs de communication. A cet égard, Virgili [318] considère que la communication joue un rôle central dans la création de signification, dans la mobilisation des acteurs et dans la négociation des règles d'action.

Il est nécessaire de communiquer afin d'expliquer aux employés les modifications des processus et des tâches ainsi que de leur en expliquer les raisons et les bénéfices engendrées par cette mise en place.

➤ ***L'incapacité à prévoir les risques***

Un chef de projet ERP et son équipe projet devraient être capables de déterminer les risques qui sont les plus susceptibles d'influencer le déroulement du projet et de planifier la façon de s'y prendre pour éliminer ou atténuer ces risques en attribuant la tâche consistant à établir des plans d'urgence [132].

A cet égard, il s'agit bien d'intégrer les risques provenant de diverses sources et d'évaluer les liens entre eux afin d'établir la gamme des résultats possibles du projet : Quelle probabilité y a-t-il qu'une interruption intervienne ? Est-il possible et comment le projet sera affecté par la menace ?

Puis il faut déterminer la probabilité que les risques spécifiques interviennent. Enfin il est possible de déterminer les contre-mesures ou mesures de réduction des risques, c'est-à-dire réduire le risque à un niveau acceptable.

➤ ***L'incapacité à identifier les compétences exigées***

La gestion des compétences renvoie en général aux aspects relatifs à la définition des postes et, ce faisant, à l'organisation du travail, ainsi qu'à la gestion anticipée des besoins en termes

de compétences, aux classifications des emplois et aux conditions de travail [45]. Elle consiste à apporter des réponses efficaces et efficientes aux questions du type : de quelles contributions le projet a-t-il besoin, dans quel délai, à quel endroit, en relation avec qui, pour quelle durée, quels sont les savoirs, savoir-faire et savoir-être requis, quel effectif pour chaque procédure, quelles conditions de travail, quelle hiérarchie des emplois ou des compétences ? Les réponses à ces questions permettent d'identifier mieux les compétences nécessaires.

Le fonctionnement en projets induit des changements de fonds sur les modes d'évaluation des membres de l'équipe projet davantage basés sur les résultats et les fonctions exercées que sur le grade et l'ancienneté [77]. Par conséquent, le rôle du chef de projet ERP consiste à mesurer la contribution individuelle des membres de l'équipe et à apprécier la performance collective de l'équipe. Par contre, le chef de projet ERP se trouve souvent incapable à identifier les compétences exigées pour telle mission et devant la difficulté à individualiser la contribution de chacun des acteurs pour combler son besoin. Ce qui va provoquer un manque de compétences, d'où la multiplication des erreurs et la diminution du rendement de l'équipe projet. Ceci va contribuer à un dépassement des délais et du budget.

➤ *Le besoin de rééquilibrage entre les compétences actuelles et futures*

Le rééquilibrage consiste à analyser l'écart entre les besoins et les disponibilités en compétences [184, 215]. L'analyse permettra ensuite de déterminer s'il s'agit d'un écart quantitatif ou qualitatif. Il s'agit d'un écart quantitatif lorsque le dirigeant constate un manque ou un surplus de compétences, et d'un écart qualitatif dans le cas où le personnel n'a pas les compétences et les habiletés nécessaires pour combler les postes à pourvoir ou dans le cas où le personnel est surqualifié par rapport aux postes à pourvoir [183, 193]. Lorsque l'écart est bien établi, il est plus facile de choisir les meilleures actions à poser pour combler l'écart constaté.

Lorsque le chef de projet est incapable à analyser l'écart, il ne peut pas mettre en œuvre les actions possibles [30], à savoir le recrutement, la réorganisation des tâches, la responsabilisation...

### ***En résumé***

Il a été relevé que dans le cadre de la mise en œuvre des projets ERP, les échecs constatés sont nombreux et impactent directement la performance des entreprises. Parmi les causes de ces échecs, il en est ressorti les dysfonctionnements de la gestion des compétences ce qui a justifié notre problématique de recherche.

L'objectif de ce chapitre consistait à présenter les défaillances dans le pilotage des compétences lors de l'implantation d'un ERP. Nous avons résumé les différentes raisons de ces défaillances :

- L'insuffisance de la formation
- L'insatisfaction des utilisateurs
- Le manque d'expertise en gestion de projet ERP
- Le manque de coopération et de communication entre les membres de l'équipe projet
- L'incapacité à prévoir les risques lors de la mise en œuvre du système ERP
- L'incapacité à identifier les compétences exigées

Ce premier constat faisant référence à une littérature « classique » en sciences de gestion nous a permis d'identifier un gap. En effet, la dynamique des relations entre les différentes causes d'échecs a très peu été étudiée comme l'indiquent Santos *et al.* [272] en nous faisant remarquer que la réussite ou l'échec d'un projet peut dépendre de l'interaction de certains facteurs clés. Nous présentons dans la partie suivante l'approche systémique de la conduite de projets, approche qui nous a paru la plus pertinente pour aborder notre problématique de recherche.

## Chapitre 4

### Modélisation systémique du pilotage des projets

La complexité et l'incertitude dans les systèmes, comme le sont les ERP, montrent que les modèles non-linéaires avec une grande envergure et les feedbacks dynamiques sont excessivement complexes pour être compris et analysés par notre intuition naturelle. Il est donc pertinent d'utiliser la cybernétique et l'approche systémique pour étudier les mécanismes généraux de contrôle et d'interactions dans les systèmes que nous allons aborder dans la partie suivante. La littérature a montré que notamment la dynamique des systèmes paraît adaptée pour aborder cette complexité et favoriser la réduction de l'incertitude.

Pour cela, ce chapitre de la revue de littérature fait un survol sur la cybernétique et l'approche systémique. Par la suite, le paragraphe suivant porte sur la théorie de la dynamique des systèmes qui propose des méthodes de modélisation et de simulation de systèmes dynamiques. Enfin, nous clarifions le rôle de la dynamique des systèmes dans la gestion des projets.

#### 5.1. Définition de la dynamique des systèmes

##### 5.1.1. La cybernétique et la notion du système

##### 5.1.2. L'approche systémique

##### 5.1.3. Complexité et incertitude dans les systèmes

#### 5.2. Principe de la dynamique des systèmes

##### 5.2.1. Les concepts de base de la dynamique des systèmes

##### 5.2.2. Les étapes principales de construction des modèles

##### 5.2.3. Les principes de la simulation dynamique

#### 5.3. L'utilisation de la dynamique des systèmes en gestion de projet

## 4.1. DÉFINITION DE LA DYNAMIQUE DES SYSTÈMES

Bien que le concept de complexité ait émergé dès les années 1960, ce n'est que dans les années 1980 que les théories qui y sont relatives prennent de l'importance [66]. Les plus fondamentales sont : 1) la théorie générale des systèmes et la cybernétique 2) la théorie de la complexité. La première théorie s'intéresse aux systèmes dynamiques déterministes (soit des systèmes dans lesquels l'état à un temps  $t$  détermine l'état au temps  $(t+1)$ ), la deuxième met l'accent sur l'étude des régularités qui émergent des interactions entre les individus connectés dans les systèmes complexes [7].

### 4.1.1. LA CYBERNÉTIQUE ET LA NOTION DU SYSTÈME

« Si vous désirez corriger une situation, vous êtes dans l'obligation de comprendre le système dans son ensemble. Intervenir est un moyen de causer d'autres problèmes » [114]. Le concept de système a été initialement étudié dans la théorie générale des systèmes de Bertalanffy [35] en se basant sur quelques éléments fondamentaux :

- *Interrelation et interdépendance des objets et leurs attributs* : Les éléments indépendants qui n'ont aucune relation entre eux ne peuvent jamais constituer un système.

- *Holisme* : Les propriétés qui ne peuvent pas être détectées par une analyse pourraient être définies dans un système.

- *Objectif* : Une interaction systémique devrait parvenir à quelques objectifs ou atteindre le stade final ou approcher quelques points d'équilibre.

- *Processus de transformation* : Tous les systèmes devraient transformer les entrées par les sorties pour atteindre leurs objectifs.

- *Entrées et sorties* : Dans un système fermé, les entrées sont déterminées seulement une fois. En revanche, dans un système ouvert, les nouvelles entrées sont admises à partir de son environnement.

- *Entropie* : C'est le nombre de désordres ou hasards présents dans un système quelconque.

Tous les systèmes non-vivants tendent vers le désordre ; ils vont éventuellement perdre toutes leurs motions et dégénérer dans une foule inerte. Lorsque ce stade est atteint et qu'aucun événement ne survient, une entropie maximale est obtenue. Par ailleurs, un système vivant peut dans un temps fini éviter ce processus inaltérable en important l'énergie depuis son environnement.

- *Régulation* : Les objets en corrélation constituant le système doivent être régulés pour réaliser leurs objectifs. La régulation ici consiste à détecter et corriger les déviations nécessaires. Les boucles de rétroaction sont donc indispensables pour une régulation efficace.

- *Hiérarchie* : Le système est généralement considéré comme un ensemble complexe de sous systèmes. Cette nidification des systèmes-dans-systèmes est définie comme une hiérarchie.

- *Différentiation* : Dans les systèmes complexes, les unités spécialisées exercent les fonctions spécialisées. C'est une caractéristique de tous les systèmes complexes et qui peut être considérée comme une spécialisation ou une division du travail.

- *Equifinalité et multifinalité* : Les systèmes ouverts ont les mêmes moyens valides et alternatifs pour atteindre leurs objectifs sous différentes conditions initiales (convergences) ou sous un état initial fixé, obtiennent des objectifs différents et mutuellement exclusifs (déviations).

Les systèmes sont donc généralement très complexes, composés d'un ensemble de différents sous-systèmes et chacun possède une relation entrée-sortie indépendante.

C'est par la cybernétique que s'est développée la théorie des systèmes. Pour cela, il est essentiel de comprendre les modes et les fonctionnements dynamiques des systèmes.

Le concept cybernétique est né dans les années 40 avec la théorie de contrôle de Norbert Wiener inspirée dans son livre « Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine » [330]. Elle est définie comme une science des communications, du contrôle ou du commandement dans les ensembles organisés en utilisant les principes universels appropriés pour les mécanismes d'ingénierie et les systèmes vivants.

En se basant sur les définitions de Klir et Valach [168], Thiel [300] définit la cybernétique comme étant « la science des mécanismes autorégulés et a pour objet principal l'étude des interactions entre systèmes gouvernants (ou systèmes de contrôle) et systèmes gouvernés (ou systèmes opérationnels), dans les milieux régis par des processus de rétroaction... ».

Ce qui montre que les interactions entre les systèmes de contrôle et les systèmes opérationnels sont opérées par les processus de communication (ou transmission de l'information) et par les différents mécanismes de commande et de contrôle.

D'autre part, il existe une autre notion capitale dans la cybernétique qui est la rétroaction ou feedback. Donnadiou et Karsky [93] définissent la rétroaction comme « tout mécanisme permettant de renvoyer à l'entrée du système, sous forme de données, des informations

directement dépendantes de la sortie». Ce feedback est mis en évidence par cette approche car il est indispensable pour concevoir une logique fonctionnelle. On voit donc apparaître des boucles de rétroaction ou mécanismes circulaires ou plus simplement des systèmes. C'est sur ces boucles que repose la dynamique de changement. Comme un mécanisme de contrôle, le feedback se base sur sa performance actuelle plutôt que sur sa performance attendue et sert à corriger la détérioration de la performance du système.

Par ailleurs, on distingue deux types de feedback : positif et négatif. Dans le feedback positif, le régulateur tend à accentuer l'effet de la variable d'entrée sur la variable de sortie: maximiser ou minimiser sous forme d'une croissance exponentielle et d'un effet de déviation amplifiée. Le feedback positif signifie une déviation de l'amplification ou une tendance à l'ouverture du système.

En revanche, dans le feedback négatif, le régulateur tend à compenser l'effet de la variable d'entrée sur la variable de sortie et donc à stabiliser cette dernière pour stabiliser le système et pour que le système se corrige lui-même. Le feedback négatif est donc une correction de la déviation, il tend toujours à ramener le système perturbé à son comportement normal.

Ces boucles de feedbacks positifs et négatifs sont étudiées davantage dans la dynamique des systèmes, une approche de modélisation des systèmes complexes introduite par J. Forrester [110]. Le principe de base de Forrester consiste à identifier la complexité et l'incertitude dans la modélisation en mettant l'emphase sur le principe de rétroaction de l'information.

#### **4.1.2. L'APPROCHE SYSTÉMIQUE**

Le mot systémique est apparu dans la deuxième moitié du XXe siècle et découle de la Théorie des systèmes (ou Théorie systémique) qui est l'une des bases de la systémique, mais pas la seule.

La systémique, science des systèmes, « est la science qui fait son projet des méthodes de modélisation des phénomènes par et comme un système en général » [186]. Un système peut se définir comme une totalité organisée d'éléments en interrelation. La systémique est donc une façon d'appréhender les objets comme des systèmes, c'est-à-dire d'un point de vue global, conjonctif, inter-relationnel, organisationnel, complexe.

En effet, la systémique (ou analyse systémique) est un principe scientifique basé sur la logique de système qui peut s'apparenter à une science en tant que telle, mais aussi à une méthode, un langage, voire même à un état d'esprit, une philosophie.

L'approche systémique décrit la démarche qui permet de dépasser les limites de la méthodologie cartésienne classique pour aborder des sujets complexes qui lui étaient réfractaires grâce à une vision holistique.

Walliser [322] caractérise l'approche systémique par les points suivants : «

- Elle cherche d'abord à définir un langage unitaire de représentation des systèmes... en se fondant sur l'existence de propriétés communes à ces différents systèmes...
- Elle cherche à définir une démarche rationnelle d'analyse et de conception de systèmes... en se fondant sur l'existence de principes communs de modélisation...
- Elle cherche enfin à définir une problématique originale de pensée et d'action en se fondant sur l'espoir d'une synergie et d'un consensus dus au travail pluridisciplinaire... »

Comme le dit Dominique Génelot [126], la systémique marque le passage de la science absolue (S.A.) à la science à rationalité limitée. C'est le passage d'une science marquée par le cartésianisme, qui consiste à tenter de réduire la complexité à ses éléments constitutifs, à une science qui cherche à appréhender de nouveaux concepts comme le système, l'interaction, la rétroaction, la régulation, l'organisation, la finalité, la vision globale, l'évolution, etc.

La systémique est donc une nouvelle façon de voir la réalité du monde, en s'efforçant de prendre en compte ses caractéristiques précédemment ignorées comme l'instabilité, l'ouverture, la fluctuation, le chaos, le désordre, le flou, la créativité, la contradiction, l'ambiguïté, le paradoxe, qui sont l'apanage de la complexité [93].

L'objet de l'approche systémique est d'élaborer un système de représentation qui permet d'appréhender les situations complexes de façon appropriée. Cela passe par la compréhension des systèmes, champ d'application privilégié de la complexité.

D'une manière générale, l'approche systémique vise à formaliser une méthode pour organiser la production de connaissances sur les objets et, à partir de ces productions, orienter l'action sur ces objets [16].

La systémique met en valeur la pensée complexe : « mettre sur toutes choses l'accent circomplexe » [225]. Il s'agit bien d'une façon de penser les choses, dans la mesure où le réel



n'est pas complexe en soi, c'est le regard qu'on porte qui l'est. D'où, il est nécessaire d'appréhender la complexité.

#### 4.1.3. COMPLEXITÉ ET INCERTITUDE DANS LES SYSTÈMES

Selon Morin [224], le terme « complexe » vient de *complexus*, et « *complexus*, c'est ce qui est tissé ensemble ». À partir de cette définition, la complexité se présente sous deux dimensions, celle de la globalité et celle de l'interaction.

La "globalité" renvoie à la première étymologie du mot complexe qui est "*complexus*", verbe signifiant « embrasser, englober ». Vue sous cet angle, la complexité est alors le fait d'une réalité qui réunit ensemble, solidairement, plusieurs éléments différents.

Quant à l'« interaction », elle renvoie à la deuxième étymologie de la complexité qui est "tissé ensemble" et qui insiste plus sur le lien, la relation entre les éléments.

D'ailleurs, Massotte et Corsi [212] proposent quatre types de complexité :

- La complexité comportementale dont le résultat des interactions peut conduire à des comportements, des évolutions ou des émergences d'ordre non prédictibles. Ces systèmes sont souvent caractérisés par quelques principes et lois, souvent simples mais sensibles aux conditions initiales (des phénomènes chaotiques).
- La complexité calculatoire ou structurelle qui apparaît lorsque le nombre d'éléments à prendre en compte, ainsi que leurs propriétés, deviennent trop élevés.
- La complexité intrinsèque : dans ce cas, la nature du problème rend difficile, voire impossible, l'appréhension, la compréhension de la structure ou des concepts, ainsi que sa modélisation.
- La complexité évolutive, forme provenant de la difficulté à reconstruire a posteriori les influences principales d'un état ou d'un comportement résultant.

Donnadieu et Karsky [93] synthétisent les caractéristiques de la complexité en :

- Flou et imprécision : ne se laisse pas maîtriser entièrement ou définitivement
- Aléa et instabilité : en perpétuelle désorganisation-réorganisation.
- Ambiguïté : comportements incompréhensibles et différents selon les circonstances.
- Incertitude et imprévisibilité : absence de régularité dans l'évolution.

L'incertitude est donc l'expression de la complexité d'un système. Asllani & Etkin [12] et Hassanzadeh *et al.* [144] la définissent comme l'absence d'informations sur un facteur de risque, qui à son tour conduit à l'impossibilité de prédire avec précision le résultat d'un système donné. Elle caractérise un milieu dans lequel l'ensemble des résultats des choix

possibles n'est pas totalement connu [303]. En fait, la prise en compte de l'incertitude dans le processus de planification et des délais lors de la mise en œuvre du système ERP sont des éléments susceptibles de conduire à une meilleure quantification de certains risques.

Selon Galasso et Thierry [121], l'incertitude est ainsi abordée par la définition d'horizons de prise de décision glissants : lorsque les conséquences des événements imprévus ne permettent plus de tenir le planning prévisionnel, une nouvelle planification est réalisée. Ces défauts sont bien connus : désorganisation du système, mauvais respect des délais... [121].

Il est donc vital d'étudier la complexité et l'incertitude dans les systèmes pour pouvoir modéliser des phénomènes complexes ou anticiper les évolutions possibles du futur et s'adapter en conséquence.

La résistance aux nouvelles politiques et aux changements se produit lorsque la complexité de l'environnement dépasse la compréhension intuitive. Comme l'a démontré Simon [282], la capacité à comprendre les effets à long terme des décisions est myope. Le modèle mental du décideur est en effet limité, inconsistant et incertain [294]. Des décisions qui semblent avoir du sens à court terme, mais en raison de l'appréciation imparfaite de la complexité, peuvent avoir des effets non anticipés à long terme qu'on peut appeler comportement « contre-intuitif ». On parle alors de la tendance à régler les symptômes et non les causes du problème en raison de leur distance dans le temps et dans l'espace [294]. La complexité d'un système comprend la complexité liée au niveau de détail et celle liée à son dynamisme. La complexité liée au niveau de détail dépend du nombre de composantes et du nombre de possibilités que l'on doit considérer pour prendre une décision [84]. La complexité liée au dynamisme se produit à partir des relations entre les différents acteurs dans le temps.

Les travaux d'Atlan [14] et de Morin [226] ont permis de comprendre que la complexité ne s'oppose pas à la simplicité, mais plutôt à la transparence, à la prévisibilité, à la stabilité. Dès lors, ils introduisent l'approche systémique, qui est l'étude du fonctionnement des systèmes, comme modèle approprié à l'analyse de la complexité. Des éléments de la complexité dynamique provoquent des effets non anticipés ou les comportements contre-intuitifs, à savoir ceux à la base des principes de modélisation des systèmes dynamiques: la rétroaction, le délai, les niveaux et les taux ainsi que la non linéarité. Les sections qui suivent permettent de les définir plus en détail.

## 4.2. PRINCIPE DE LA DYNAMIQUE DES SYSTÈMES

L'application de la cybernétique et de l'approche systémique aux systèmes économiques et sociaux est apparue en dynamique des systèmes complexes inspirée par Forrester [114] au milieu des années 50 en se basant principalement sur le concept de feedback.

La dynamique des systèmes est un ensemble de principes d'analyse des systèmes complexes ayant pour fondement les principes de l'ingénierie électromagnétique et de l'informatique. Il arrive que les bonnes intentions pour résoudre des problèmes provoquent des effets non anticipés. La dynamique des systèmes vise à répondre au problème de compréhension de la pensée systémique et de complexité dynamique en fournissant des méthodes de modélisation et de simulation par ordinateur [40]. Les applications contemporaines de la modélisation de dynamique des systèmes se retrouvent particulièrement dans les domaines de: fluctuation et amplification de l'offre et de la demande, design et intégration de la chaîne logistique, politique de management et de développement, la gestion de projet.

Le principe de base de cette technique est que le comportement d'un système se caractérise, à un moment donné, par le niveau des ressources indépendantes qui le constituent et par leur taux de changement [185].

La dynamique des systèmes aide à comprendre les comportements dynamiques, difficilement prévisibles, des systèmes constitués d'une grande variété de composants ou d'éléments (possédant des fonctions spécialisées, étant structurellement organisés et étant reliés par de multiples interactions non linéaires). Elle fournit un ensemble de techniques de modélisation, permettant d'une part de représenter la structure des rétroactions inhérentes au système et d'autre part, de simuler les répercussions des décisions potentielles [292, 293]. La dynamique des systèmes est une technique de modélisation et de simulation qui trouve ses fondements dans la théorie des dynamiques non linéaires et qui intègre donc les rétroactions à l'origine des comportements dynamiques [111]. Cette technique a été appliquée à des problématiques managériales complexes telles que : le développement des réseaux inter-organisationnels [2], les stratégies d'alliances internationales [170], l'optimisation de l'allocation des ressources en marketing [133], la gestion de multi-projets de recherche et développement [256], la prévention et la gestion des crises dans les organisations [270], le processus d'implantation des innovations [257], le processus de gestion des innovations [222], etc.

Cette dernière section de la revue de littérature présente les principes de la dynamique des systèmes ayant comme base d'analyse la gestion des flux d'information. Dans un premier

temps, les concepts de base de la dynamique des systèmes sont présentés. Puis, l'attention est portée sur l'utilisation du diagramme d'influence comme méthode de modélisation. Ensuite, les principes de bases de simulation dynamique sont passés en revue.

#### 4.2.1. LES CONCEPTS DE BASE DE LA DYNAMIQUE DES SYSTÈMES

##### ➤ Les variables de niveau (level) et de taux (flow)

Dans les modèles de dynamique des systèmes, on distingue deux types de variables fondamentales :

*Variables de niveau (stock)* : représentent les résultats accumulés dans le temps. Ils indiquent l'état du système à l'instant  $t$ .

*Variables de taux (flow)* : représentent le taux de changement des niveaux

En général, si un niveau a  $j$  flux entrée-sortie, l'équation continue de ce niveau est :

$$\text{Niveau}(t) = \text{Niveau}(0) + \int_0^t (\sum_j \text{Entrée} - \text{Sortie}) * dt$$

Cette équation explique que pendant un intervalle de temps  $dt$ , le changement de valeur du niveau est mesuré par la différence entre ce qui entre et ce qui sort. Si un modèle a  $n$  niveaux, il a mathématiquement un système de  $n$  équation différentielles du premier ordre. Selon Popper [251], les variables de niveau sont indépendantes du moins au premier degré et ces interdépendances se situent au niveau des flux qui modifient les niveaux. Les variables de niveau expriment non seulement l'état du système mais aussi les intégrations des flux.

Les flux sont des activités instantanées dont la valeur est enregistrée pendant une période de temps. Les interactions entre les flux se font dans la plupart des cas par l'intermédiaire des niveaux, dont l'évolution dans le temps est le résultat cumulé des influences des flux. Pour élaborer les équations des flux, il est nécessaire de définir des variables intermédiaires - *les variables auxiliaires*. Ces variables sont en fait des subdivisions d'équations de taux et leur rôle est de faciliter l'élaboration des modèles. Ces variables doivent être évaluées après les variables de niveau et avant les variables de taux et dans un certain ordre.

##### ➤ Le diagramme d'influence

Le diagramme d'influence (DI) est utilisé pour formuler les hypothèses dynamiques des structures de rétroaction qui permettront de comprendre le lien entre les variables qui affectent le comportement dynamique d'un système [293]. Le diagramme d'influence est constitué de

quatre éléments (mots clés) de base: les variables, les relations, la polarité et les boucles de feedback ou de rétroaction.

D'autre part, la boucle de feedback est une succession des relations cause-effet qui commence et finit avec la même variable. Elle constitue une causalité circulaire. La dynamique des systèmes se modélise par l'intermédiaire de l'interaction de deux types de boucles de rétroaction: la boucle d'équilibrage (E) et celle de renforcement (R). La première (E) qui est une boucle négative, s'oppose au changement et tend à conserver un certain équilibre tandis que la seconde (R) qui est une boucle positive, présente une amplification d'un phénomène au sein d'un système.

On reconnaît le type de boucle auquel on fait face en comptant le nombre de polarités négatives contenu dans la boucle (compter le nombre). Si le nombre de signes négatifs est pair, on est en présence d'une boucle de renforcement. Inversement, si le nombre de polarités négatives est impair, on est en présence d'une boucle d'équilibrage.

Un système peut comporter plusieurs boucles positives et négatives qui interagissent dans le diagramme d'influence.

### ➤ **Les délais**

Les délais dans les systèmes constituent un des éléments essentiels. En général, un délai est un niveau dont le flux de sortie est fonction uniquement du niveau lui-même et de quelques constantes. Des délais considérables peuvent intervenir dans les causes et effets. Il y a deux catégories principales de délais :

*Délais de matériel* : Ces délais créent des décalages entre les entrées et les sorties. Ce type de délai est donc constitué d'un niveau, d'un flux de sortie qui est directement fonction de ce niveau et d'un paramètre constant de définition :

$$\text{Sortie}(t) = \text{Niveau}(t)/DT$$

Avec  $DT$  est le délai exponentiel du premier ordre représentant la durée moyenne de séjour dans le niveau. Lorsque le flux d'entrée est augmenté ou baissé soudainement par une quantité constante, le flux de sortie change graduellement et continûment avec les nouvelles valeurs du flux d'entrée.

*Délais d'information (lissages)*: ils sont placés dans un canal d'information. Dans ces cas, la notion de conservation est absente du processus de traitement de l'information. Leur rôle est

de lisser l'historique des informations, la constante de ces délais représentant l'âge moyen pondéré de l'information qui en sort. Le rôle de lissage de ce délai peut être présenté par une équation du flux sortie :

$$\text{Sortie}(t + dt) = \text{Sortie}(t) + dt * \text{Correction}$$

$$\text{Avec : } \text{Correction} = (\text{Entrée} - \text{Sortie}) / \text{Lissage } DT$$

Alors

$$\text{Sortie}(t + dt) = \text{Sortie}(t) + dt * (\text{Entrée}(t) - \text{Sortie}(t)) / \text{Lissage } DT$$

L'équation exponentielle de lissage est :

$$\text{Sortie}(t + dt) = \text{Sortie}(t) + \alpha * (\text{Entrée}(t) - \text{Sortie}(t))$$

$$\text{Avec } \alpha = dt / \text{Lissage } DT$$

En réalité, c'est une cascade séquentielle de quelques délais exponentiels du premier ordre, par exemple, le délai exponentiel du troisième ordre. Ce délai se représente par une succession de trois lissages exponentiels du premier ordre [304].

Le délai du troisième ordre est une illustration commune pour les délais supérieurs à un et est le plus utilisé dans les modèles de dynamique des systèmes car son comportement dynamique correspond le mieux à la majorité de cas réels.

#### **4.2.2. LES ÉTAPES PRINCIPALES DE CONSTRUCTION DES MODÈLES**

La construction des modèles de dynamique des systèmes est basée sur des étapes essentielles définies par Barlas [26] et Gacogne, [119]:

- *Définition de la problématique* : Les problèmes dynamiques sont caractérisés par les modes comportementaux qui pourraient être observés dans les données déterminées ou capturées dans les informations qualitatives disponibles. Cette étape consiste à déterminer les objectifs à atteindre, choisir le champ d'application du modèle de simulation à construire (choisir une méthodologie appropriée: simulations continues de type Dynamique des Systèmes, simulations discrètes, multi-agents);
- *Conception du modèle systémique* : L'objectif de cette étape est de développer une hypothèse, une base théorique qui explique les causes de la dynamique problématique

par l'identification des variables de niveau et de taux et la construction du diagramme de boucles causales.

- *Construction du modèle formel* : cette étape consiste à
  - Construire le diagramme stock-flux et la structure du modèle.
  - Elaborer les formulations mathématiques qui décrivent les relations cause-effet pour toutes les variables.
  - Estimer les valeurs numériques des paramètres et les valeurs initiales des variables de niveaux.
  - Tester la cohérence entre le modèle et l'hypothèse (vérification).
- *Validation du modèle*: pour tester la crédibilité du modèle, il est nécessaire de prendre en compte deux aspects essentiels
  - Aspect structurel : vérifier si la structure du modèle est une description significative des relations réelles qui existent dans le problème étudié ;
  - Aspect comportemental : vérifier si les modes dynamiques générés par le modèle sont proches des modes dynamiques étudiés.
- *Analyse du modèle* : l'objectif de cette étape est de comprendre les propriétés dynamiques importantes du modèle. Dans cette étape des analyses de sensibilité sont réalisées à travers une série de simulations afin d'examiner l'influence des changements des paramètres, données entrantes, conditions initiales, formes des fonctions ou d'autres changements structurels sur le comportement du modèle.
- *Implémentation* : Une fois le modèle testé et ses propriétés comprises, l'étape finale est de tester les différents scénarios. Cela permet de percevoir la réalité qui a pu être modifiée par une meilleure compréhension du fonctionnement du système.

Une fois qu'un modèle a été développé et validé, il peut être utilisé pour répondre à toute une série de questions "what if". Toutefois, très souvent, la plupart des systèmes réels sont trop complexes pour être évalués analytiquement. Il est nécessaire donc de procéder de manière numérique via une simulation afin d'estimer les caractéristiques du modèle, d'où l'objet de la prochaine section sur la simulation par la dynamique des systèmes.

### 4.2.3. LES PRINCIPES DE LA SIMULATION DYNAMIQUE

La dynamique des systèmes représente un cadre de travail basé sur la théorie de rétroaction. Elle se base sur la théorie de la prise de décision pour modéliser les flux d'information et le processus de prise de décision [223]. Celle-ci s'est dotée d'un ensemble de symboles et de règles permettant de définir les systèmes en termes de diagrammes et d'équations qui permettront de les transposer dans un logiciel de simulation [262].

Par rapport aux méthodes analytiques, la simulation permet l'étude de systèmes plus complexes et plus réalistes (interactions complexes entre entités, événements aléatoires, etc) où le régime transitoire et son effet sur les performances sont pris en compte. Néanmoins, si les méthodes analytiques sont souvent insuffisantes pour complètement caractériser les régimes transitoires, elles peuvent être parfois plus performantes que la simulation pour les régimes permanents [102]. La simulation est une technique la plus couramment utilisée dans la recherche opérationnelle et elle a été largement utilisée dans plusieurs domaines et depuis longtemps ;

L'intérêt de la simulation informatique est d'analyser le comportement d'un système complexe au cours du temps et d'aider à en comprendre le fonctionnement, même si notre connaissance ne nous permet pas une modélisation mathématique [300, 301]. Néanmoins, cette technique exige une description précise et complète.

La simulation peut aussi conduire à modifier, parfois radicalement, notre perception de la réalité (ou la représentation que nous nous en faisons). Nous soulignerons aussi l'importance essentielle accordée à la démarche du point de vue du mode de raisonnement, qui oblige à réfléchir sur la structure sous-jacente du modèle à l'origine des comportements observés. Cette démarche se décompose en plusieurs étapes :

- Développer le modèle.
- Mener des expérimentations avec ce modèle (exécuter pas à pas le modèle).
- Interpréter les observations fournies par le déroulement du modèle à partir des critères de performance (sous forme de statistiques).
- Recommencer (raffiner le modèle, modifier les hypothèses, etc.) si les valeurs des indicateurs de performance ne sont pas satisfaisantes.

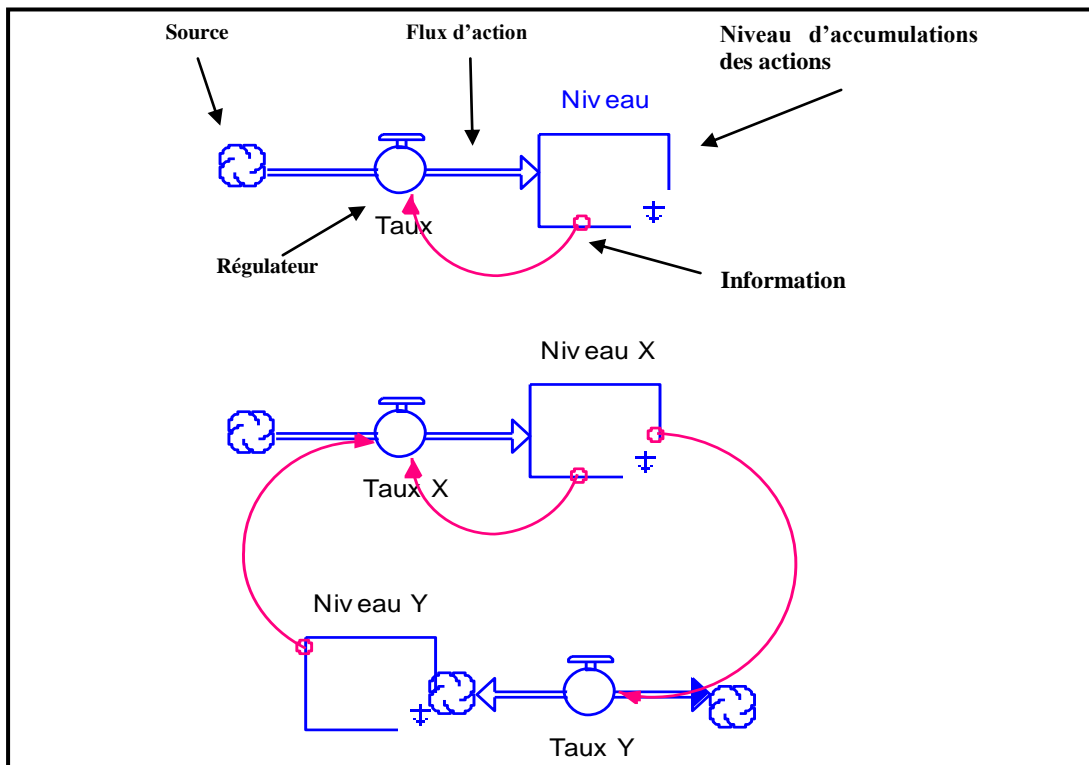
Le résultat de la simulation peut être utile pour plusieurs finalités, comme la prédiction, l'analyse et/ou la prise de décision. Il faut remarquer que dans la plupart des cas, le



modélisateur n'est pas intéressé uniquement à une solution mais à une famille de solutions (par exemple en fonction d'un paramètre ou des conditions initiales). De nombreux logiciels viennent aujourd'hui supporter la formulation des modèles de simulation. On peut citer les logiciels suivants : Powersim, iThink ou encore Vensim [329]. Un tel modèle quantitatif permet donc d'anticiper les répercussions des différentes décisions, et ce, sans aucune perturbation sur les comportements actuels du système : il permet de supporter les processus décisionnels [292].

La figure 2 présente les symboles utilisés dans la simulation. Le rectangle représente le niveau d'accumulation des actions. Le cercle représente le taux de régulation qui contrôle le volume ou la taille du flux d'action. Le nuage représente la source et agit en tant que fournisseur de flux d'action. Ces symboles permettent d'assembler la connaissance à propos des règles de fonctionnement d'une organisation et permettront l'introduction des éléments d'algèbre et d'algorithmes nécessaires à la simulation du modèle [223]. Comme nous pouvons le voir sur la figure 2, nous pouvons modéliser l'interaction entre plusieurs boucles de rétroaction.

**Figure 2: Symboles des composantes en simulation [223]**



D'une manière générale, la simulation consiste à étudier et à analyser l'évolution de l'état d'un système à travers la variable temps. Le temps peut être vu comme continu ou discret,

selon que les états du système sont spécifiés de manière dénombrable ou non. Dans ce cas, on parle de simulation discrète ou continue. Un survol des travaux de recherche existants montre que la simulation à événements discrets est d'un usage plus large que la simulation continue [246, 247]. En effet, choisir de construire un modèle discret ou continu dépend avant tout des objectifs spécifiques de l'étude.

**La simulation continue des modèles :** La simulation continue concerne la représentation d'un système dont les variables d'état évoluent continûment au cours du temps. Les relations entre les variables d'état du modèle continu reposent sur des équations différentielles ou sur des équations aux différences finies (approximation du cas continu) [300, 301]. En pratique, la simulation continue est souvent implantée selon une vision discrétisée (échantillonnée).

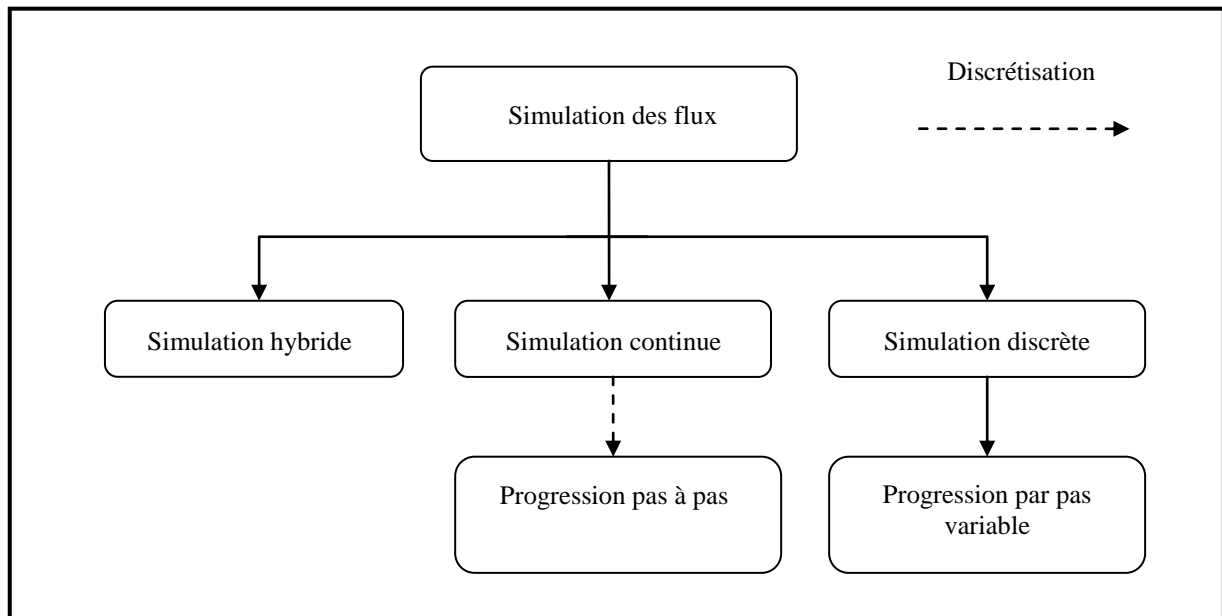
Dans ce cas, la progression de l'horloge est supposée à pas fixe (aussi appelé synchrone). En effet, l'horloge de simulation progresse par pas constant.

**La simulation de modèles à événements discrets :** ces techniques consistent à modéliser des phénomènes se déroulant en temps réel, mais dont les évolutions se produisent en des instants ponctuels [48, 180]. Elles reposent sur les concepts de description d'activités, de partage des ressources, de gestion des files d'attente et de suivi de flux d'entités [301]. La simulation à événements discrets implique que les changements d'états s'effectuent de manière discrète dans le temps [22].

Le temps progresse ici par sauts (par pas variables) en fonction des événements à traiter. L'intérêt majeur de ce type de simulation apparaît lorsque les phénomènes simulés utilisent des échelles de temps très différentes [67].

Un résumé des concepts de simulation abordés et leur correspondance avec la gestion du temps est donné sur la figure 3.

**Figure 3: Correspondance entre modèle de simulation et gestion du temps [247]**



Rappelons que parmi les objectifs de notre recherche est de construire un modèle de simulation permettant de créer la dynamique d'échange des flux d'information dans le contexte de gestion de projet. Ces principes de modélisation sont utilisés afin de représenter l'environnement dynamique en gestion de projet. La section suivante présente brièvement l'utilisation de la dynamique des systèmes et de la simulation en gestion de projet.

#### **4.3. L'UTILISATION DE LA DYNAMIQUE DES SYSTÈMES ET GESTION DE PROJET**

Les délais et le dépassement des coûts sont devenus la règle et non une exception en gestion de projet et, ce, dans plusieurs domaines (développement logiciel, construction, aérospatiale, recherche et développement, etc.) [263].

La dynamique des systèmes s'avère souvent utile dans l'analyse de telles problématiques [291]. Rodrigues et Bowers [263] citent quatre objectifs principaux pour l'utilisation de la dynamique des systèmes dans la gestion des projets:

- La nécessité d'adopter une approche holistique;
- La nécessité de comprendre le comportement non-linéaire;
- La nécessité d'un outil d'apprentissage ;

- Le désir d'essayer de nouvelles techniques plus efficaces.

Selon Bilodeau [40], la principale raison de l'utilisation répandue de la dynamique des systèmes en gestion de projet est sa capacité à aller au-delà de la rationalité limitée du gestionnaire. Il affirme également que l'un des domaines les plus opérants pour l'application de la dynamique des systèmes a été la gestion de projet, parce que la dynamique du système s'est avéré être une méthode efficace pour expliquer les raisons de l'échec du projet et fournir des indications sur les meilleures pratiques en gestion de projet.

La dynamique des systèmes est appliquée en gestion de projet depuis longtemps [309]. En effet, Rodrigues et Bowers [263] ont évoqués une liste d'articles, dont la plupart sont associés à la Recherche et Développement (R & D) ou des projets de développement de software. Plus récemment, Pena-Mora et Park [240] ont utilisés les diagrammes de boucles causales pour modéliser l'effet de la conception et de la construction simultanée (accélééré) sur le respect des délais et du coût. Gelbard *et al.* [125] ont discuté l'intégration des outils des systèmes d'analyse et des outils de gestion de projet, mais les outils des systèmes d'analyse n'étaient pas fondés sur la dynamique du système. Alors que, Ogunlana *et al.* [234] ont créé un modèle de dynamique des systèmes d'une entreprise de construction, mais le modèle axée sur la gestion de l'entreprise, et non pas sur des projets individuels. Aussi, Toole [309] a essayé dans ses travaux de faciliter l'intégration de la dynamique des systèmes et la gestion de projet en présentant un diagramme de boucles causales d'un système générique en gestion de projet qui s'appuie sur la littérature afin d'illustrer les idées fournies par la dynamique des systèmes.

La dynamique des systèmes favorise la compréhension systémique et permet de visualiser les comportements contre-intuitifs des décisions dans le temps. Selon Sterman [291], l'application de la dynamique des systèmes dans la gestion de projet s'explique parce que l'environnement de gestion de projet:

- Est extrêmement complexe et constitué d'une multitude de composantes interdépendantes;
- Est fortement dynamique par sa nature;
- Implique une multitude de boucles de rétroaction;
- Implique des relations non linéaires entre les composantes;
- Implique l'utilisation de données formelles et informelles

En gestion de projet, Wolstenholme [332] propose la dynamique des systèmes de Forrester [112] comme une méthode permettant de décrire, d'explorer des scénarios et d'analyser des projets complexes. Elle favorise la compréhension systémique et permet de visualiser les comportements contre-intuitifs des décisions dans le temps.

Beaucoup de modèles ont été développés pour améliorer la gestion du projet [1, 151, 109, 73, 309, 199].

Dans leurs travaux, Lyneis et Ford [199] et Taylor et Ford [296, 297] ont montré que l'utilisation de la dynamique des systèmes pour comprendre et améliorer la gestion de projet est un grand succès.

Par exemple, les problèmes de dépassement de coûts et d'échéancier peuvent être expliqués par une utilisation de méthodes traditionnelles se fondant sur l'intuition des décideurs préférant se fier à leurs expériences et à leur propre vision réductrice de ces problèmes.

Peu de recherches ont abordé les principales raisons de dysfonctionnement des projets ERP à l'aide de la dynamique des systèmes. Fryling [118] a tenté dans ses travaux, d'une part, de fournir un aperçu sur la dynamique de la mise en œuvre du système ERP à travers la modélisation et d'autre part d'explorer des théories sur les causes d'échec/succès des ERP. Il a analysé dans son modèle les causes de dépassement des budgets et des coûts. Cependant, il n'a pas discuté l'équilibre entre les différents objectifs pouvant être contradictoires comme la réduction des coûts et des délais.

En outre, King et Burgess [165] ont présenté un modèle dynamique des facteurs clés de succès (FCS) de projets ERP où ils ont montré que ces FCS étaient inter-reliés les uns aux autres. Toutefois, ce modèle n'a pas fait l'objet d'une validation empirique auprès d'entreprises ayant implanté un système ERP.

Santos *et al.* [272] ont développé un modèle générique pour identifier les relations entre les principaux FCS (la résistance aux changements, la formation et l'ajustement aux différents processus). Ce modèle a été validé à partir d'une seule étude de cas en Espagne réduisant ainsi la portée de ses travaux.

Par rapport à notre problématique de recherche, nous avons constaté qu'aucune recherche utilisant des modèles causaux, à notre connaissance, abordé le pilotage des compétences lors de l'implantation d'un ERP en se focalisant sur ses défaillances et dysfonctionnements.

### ***En résumé***

Dans ce chapitre, nous avons introduit les principes et les méthodes de bases de la dynamique des systèmes et de la simulation dynamique. Ceci, afin de démontrer que l'utilisation de la dynamique des systèmes s'avère une discipline de choix pour le traitement de la problématique éayée au chapitre 3 qui consiste à étudier les dysfonctionnements de la gestion des compétences dans le cadre des projets ERP.

Il a été démontré que la dynamique des systèmes est couramment utilisée comme méthode stratégique reliée à la problématique de la gestion de projet, mais aucune recherche sur la dynamique des systèmes en gestion des compétences.

## Conclusion de la première partie

L'implantation des ERP, Enterprise Resource Planning ou Progiciel de Gestion Intégré, a permis la restructuration des processus au sein des organisations et l'introduction de nouvelles manières de faire. Toutefois, il est à mentionner qu'un projet ERP est complexe et touche, à la fois, les systèmes, les structures et les personnes. Le facteur humain est largement mentionné comme une cause d'échec des projets ERP et notamment à cause des dysfonctionnements dans la gestion des compétences.

Nous avons présenté les différentes raisons de défaillances dans le pilotage des compétences lors de l'implantation d'un ERP qui sont les suivantes:

- L'insuffisance de la formation
- L'insatisfaction des utilisateurs
- Le manque d'expertise en gestion de projet ERP
- Le manque de coopération et de communication entre les membres de l'équipe projet
- L'incapacité à prévoir les risques lors de la mise en œuvre du système ERP
- L'incapacité à identifier les compétences exigées

La dynamique des relations entre ces différentes causes d'échecs a très peu été étudiée. Ce qui justifie le choix d'une approche systémique. Nous avons présenté dans cette partie, les principes et les méthodes de base de la dynamique des systèmes et de la simulation dynamique. Nous avons également montré la dynamique des systèmes appliquée à la gestion de projets. Cependant, aucune recherche n'a fait l'objet de modélisation des défaillances de la gestion des compétences lors de la mise en œuvre du système ERP.

La partie suivante présente, tout d'abord, notre méthode de recherche retenue, puis l'investigation empirique auprès des chefs de projets ERP en Tunisie, et enfin les principaux résultats de simulation.

## **PARTIE 2. PRESENTATION ET ANALYSE DES RESULTATS DE LA RECHERCHE**

CHAPITRE 5. Méthodologie de recherche

CHAPITRE 6. Modèle de dynamique des systèmes

CHAPITRE 7. Résultats des simulations

CHAPITRE 8. Autres résultats complémentaires

CHAPITRE 9. Limites et perspectives



## **Introduction de la deuxième partie**

Toute démarche de modélisation, en sciences sociales, nécessite de s'appuyer sur des analyses empiriques menées sur le terrain. Cependant, d'après Forrester [113], il faut éviter une collecte extensive de données sans avoir précisé initialement l'objectif du modèle à élaborer. C'est donc à partir de la formalisation de la problématique, que se sont orientées nos investigations sur le terrain.

L'objectif de cette partie est de présenter tout d'abord la méthode de recherche suivie afin de répondre aux questions et objectifs de recherche. Ensuite, sont présentés les résultats d'une pré-enquête et d'une enquête auprès des chefs de projets ERP en Tunisie. Ces observations nous permettent de proposer un modèle de pilotage des compétences à court terme selon une démarche cybernétique. Puis, nous développons l'ensemble des résultats des simulations correspondants à différents scénarios de perturbations des mécanismes de pilotage des compétences. Enfin, nous présentons les limites et les perspectives de la recherche.

# **Chapitre 5**

## **Méthodologie de la recherche**

L'objectif de ce chapitre est de présenter la méthode de recherche suivie afin de répondre aux questions et objectifs de recherche.

Tout d'abord, nous présentons et justifions les choix méthodologiques de la recherche pour procéder à la construction des instruments de mesure. Ensuite, nous déroulons la pré-enquête auprès des chefs de projets ERP en Tunisie, qui nous a permis construire une enquête qualitative sur les mécanismes cybernétiques par questionnaire.

- 5.4. Positionnement et choix méthodologiques
  - 5.4.1. Dimensions d'un positionnement paradigmatique
  - 5.4.2. Positionnement méthodologique
- 5.5. La pré-enquête auprès des chefs de projet ERP en Tunisie
  - 5.5.1. Déroulement de la pré-enquête par interviews
  - 5.5.2. Analyse de contenu des interviews
- 5.6. Enquête qualitative par questionnaire cybernétique
  - 5.6.1. Méthodes d'enquête
  - 5.6.2. Choix de l'échantillon

## **5.1. POSITIONNEMENT ET CHOIX MÉTHODOLOGIQUES**

Le positionnement épistémologique d'une recherche influence fortement la nature des connaissances produites, ainsi que la manière d'aborder le terrain. Selon Perret et Girot-Séville [241], « la réflexion épistémologique s'impose à tout chercheur soucieux d'effectuer une recherche sérieuse, car elle permet d'asseoir la validité et la légitimité d'une recherche ». Par conséquent, tout chercheur doit s'interroger sur ses propres convictions, afin de prendre conscience des fondements philosophiques à l'intérieur desquels s'inscriront ses recherches.

Il existe dans la littérature de nombreuses approches permettant d'observer et d'étudier la gestion des projets ERP en univers incertain. Il s'agit d'approches qualitatives par enquête ou quantitatives basées sur la recherche opérationnelle ou la simulation. Face à cette variété, nous allons d'abord situer et justifier notre choix méthodologique parmi différentes méthodes en gestion de projet.

### **5.1.1. DIMENSIONS D'UN POSITIONNEMENT PARADIGMATIQUE**

Selon Landry [175], la conception de la production des connaissances scientifiques peut s'inscrire dans trois vues distinctes :

- La vue objectiviste où la représentation prend sa source dans l'objet ;
- La vue subjectiviste où la représentation prend sa source dans le sujet ;
- La vue constructiviste où la représentation prend sa source à la fois dans l'objet et le sujet.

Ces différentes vues sont sous-jacentes à un ensemble de convictions philosophiques, qui sont à l'origine du positionnement paradigmatique du chercheur. Avant de prendre position quant à une posture paradigmatique dans toutes recherches en sciences sociales et en sciences de gestion, les dimensions relatives à ces convictions définies par Burrell et Morgan [52] sont expliquées. Ces dimensions présentées par Berard [28] sont :

- ❖ *La nature ontologique* : Elle concerne le type du phénomène à étudier. Les chercheurs peuvent croire en une réalité qui existe indépendamment des individus et qui arbore une structure réelle (réalisme), ou à l'inverse, ils peuvent envisager la réalité comme étant construite socialement (nominalisme).

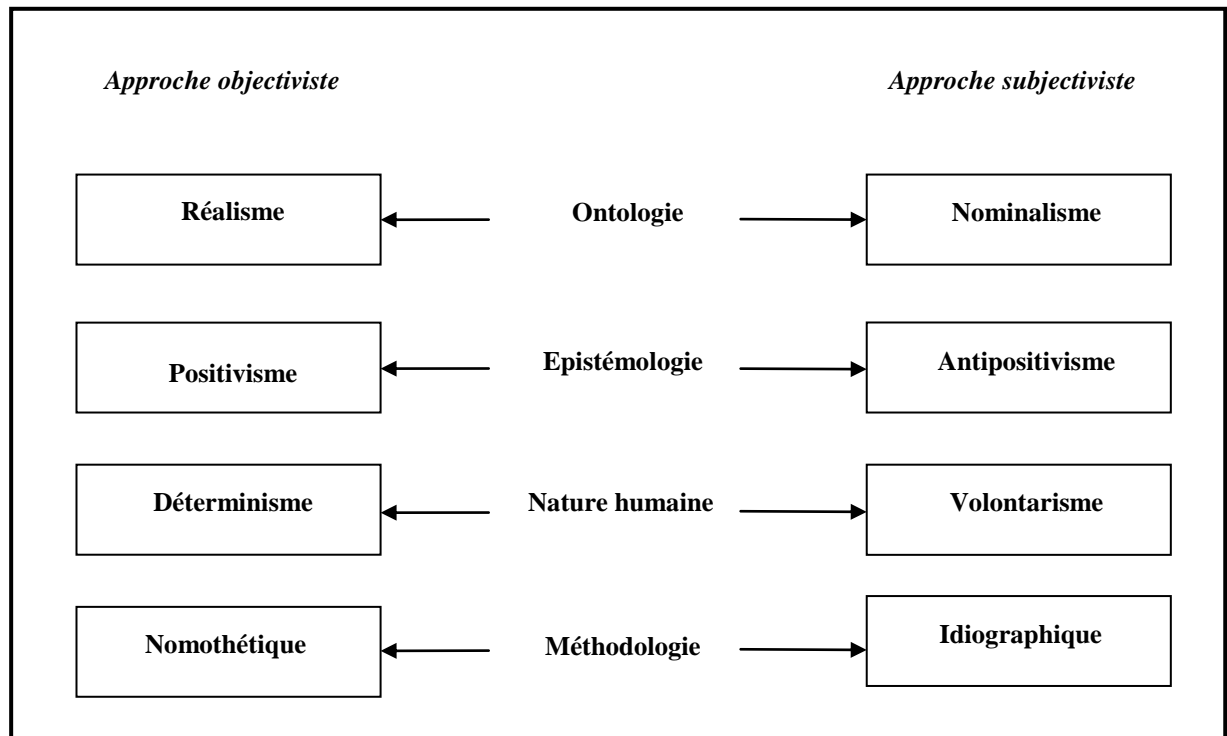
- ❖ *La nature épistémologique* : L'épistémologie réfère à la nature et au type de connaissances. On trouve :
  - les positivistes : tentent d'expliquer et de prédire les événements dans le monde social, en cherchant des régularités et des relations (connaissances objectives) ;
  - les antipositivistes : supposent que le monde social est relativiste et ne peut être compris que du point de vue des individus qui sont directement impliqués dans les activités à l'étude (connaissances subjectives).
  
- ❖ *La nature humaine* : Il s'agit de la relation perçue entre les êtres humains et leur environnement telle que le déterminisme où les chercheurs peuvent supposer que les individus et leurs actions sont déterminés par la situation dans laquelle ils se trouvent, et le volontarisme où ils peuvent les assimiler à des acteurs entièrement autonomes.
  
- ❖ *La nature de la méthode* : Elle est fortement influencée par les trois convictions précédentes. D'une part, il s'agit de l'approche nomothétique, qui met l'accent sur les protocoles et techniques systématiques, les tests rigoureux d'hypothèses, ou encore, l'utilisation de techniques quantitatives lors de l'analyse des données. D'autre part, on trouve l'approche idiographique, qui accentue la place primordiale du sujet, de son expérience, de son histoire et de ses caractéristiques.

La posture paradigmatique est déterminée à partir de la combinaison de ces convictions. Comme le montre la typologie de Burrell et Morgan [52], illustrée dans la figure 4, cette posture peut se situer entre deux extrêmes :

- ❖ *Le courant objectiviste* se centre sur l'objet et sur l'importance des sens [175]. Il définit la science comme étant une science empirique (en termes de connaissance basée sur les sens) devant aboutir à la découverte de lois universelles, dans l'objectif de formuler des prédictions [28]. Ainsi, les chercheurs objectivistes essaient de trouver des régularités ou des relations (hypothèses), et les testent dans le but d'en dégager des lois ou théories [31, 61, 252]. Ces chercheurs abordent la réalité comme étant donnée, autrement dit, le monde social est traité comme s'il était indépendant des individus [52].
  
- ❖ *Le courant subjectiviste* se centre sur le sujet, ainsi que sur l'apriorisme et le conventionnalisme [175]. Les subjectivistes ne croient pas en la notion de

connaissances empiriques [28]. La réalité est non plus considérée comme externe, mais interprétée par les sujets [29], et la connaissance est elle-même un produit socialement construit [13].

Figure 4: Approche objectiviste vs subjectivisme [52]



Cependant, une posture hybride, centrée sur le sujet et l'objet à la fois, peut être adoptée [175]. Parmi les courants hybrides, on trouve des approches qui peuvent être assimilées à une vision objectiviste, et ce, bien que le sujet et l'objet soient vus comme étant fortement liés, on peut citer le structuralisme, le constructivisme, ou encore l'interactionnisme [28].

Néanmoins, certaines autres approches hybrides se rapprochent beaucoup plus du subjectivisme : elles adoptent une position relativiste centrée sur le sujet, tout en prenant en considération l'objet, telles que l'interactionnisme symbolique ou phénoménologique [28].

De par ces convictions philosophiques, un chercheur peut ainsi adopter une posture de nature objectiviste, subjectiviste ou hybride. Dans cette recherche, on a choisi un positionnement paradigmatique hybride : le constructivisme (volontariste, positiviste et réaliste) [244].

### 5.1.2. POSITIONNEMENT MÉTHODOLOGIQUE

Dans ce travail de recherche, pour appréhender le comportement dynamique global de la gestion des compétences, il nous faudra observer les comportements réels et les interactions

comportementales en vue d'analyser le comportement global de la gestion du projet ERP perturbée. Par rapport à la complexité de la gestion du projet ERP, nous avons choisi l'approche systémique qui permet d'appréhender une complexité et une globalité sans avoir une approche réductionniste. Il s'agit donc d'une recherche systémique.

En effet, l'approche systémique s'appuie sur la perception globale, sur les éléments du système dans leur ensemble, leurs relations et interactions au sein du système. Cette approche permet de percevoir et de comprendre le système dans sa complexité et par rapport à sa finalité, de mieux le saisir dans son dynamisme et son évolution. C'est une méthodologie qui porte sur la construction de modèles et sur la résolution de problèmes pour atteindre ses deux principaux objectifs [36] :

- Fournir une description systémique, c'est-à-dire qui tient compte de tous les éléments importants d'un système.
- Permettre une prise de décision plus éclairée en situant cette décision dans son contexte spatio-temporel.

Dans les thèses en sciences de gestion, les chercheurs trouvent des difficultés à se positionner par rapport aux différents paradigmes épistémologiques comme le suggèrent Louart et Penan [197], « les choses ne sont pas simples, bien que l'on publie beaucoup d'ouvrages méthodologiques pour caractériser la gestion ou pour en approfondir les démarches de la recherche. On le voit dans les nombreuses thèses qui passent du temps à justifier leurs paradigmes, avec des excès qui témoignent des incertitudes de leurs auteurs ».

En nous référant à l'approche systémique, ce travail consiste à représenter la réalité à travers un modèle. D'un point de vue épistémologique, cette phase de modélisation peut être liée au constructivisme. En effet, le constructivisme de la démarche de compréhension participe à la construction de la réalité des acteurs étudiés. Elle nous permettra d'une part, d'appréhender la réalité des défaillances de la gestion des compétences dans son ensemble et d'autre part, de transformer cette connaissance en action pour la recherche des solutions d'amélioration du système [116]. Par ailleurs, la systémique s'inscrit dans le courant constructiviste, caractérisé par l'objectivisme et le subjectivisme. Selon Piaget [244], la théorie de la modélisation systémique s'accepte constructiviste pour l'intelligence de la connaissance non pas un résultat, une vérité définitive, immuable, divine peut-être, mais un processus, une construction: la connaissance est l'action de construire la connaissance. La modélisation systémique permet d'étudier des phénomènes complexes car elle « consiste à décrire (un

phénomène) dans son contexte, en l'entendant dans son irréductible complexité : qu'est-il ? Que fait-il ? En vue de quoi ? Dans quel contexte ? » [187]. La modélisation systémique peut donc servir à des finalités multiples telles la connaissance des problèmes complexes, la compréhension des phénomènes entre eux, ou encore la simulation de stratégies d'actions. Il s'agit donc d'une recherche constructiviste.

De cette représentation de la réalité complexe, notre recherche consiste à étudier le comportement des mécanismes sensibles de la gestion des compétences. Pour cela, ayant abordé l'approche systémique de la complexité, nous devons étudier un comportement dynamique que nous avons choisi de nous référer à l'approche de la dynamique des systèmes de Forrester. La dynamique des systèmes constitue une version spécialisée appartenant à l'ensemble des doctrines qui se sont développées dans le cadre de l'étude des systèmes de contrôle à rétroaction et non linéaire intervenant dans les systèmes physiques [110].

Cette approche permet de développer un modèle, qui lui-même va être simulé. Il s'agit donc de la méthode expérimentale par simulation. Selon Robert-Demontrond [259], l'expérimentation est une observation provoquée et le passage de l'observation à l'expérimentation s'effectue par un renforcement des conditions imposées à l'observation. Par ailleurs, l'expérimentation permet de produire des variations des circonstances et aussi de produire précisément la variation dont nous avons besoin pour découvrir la loi du phénomène. Pour cela, on a eu recours à la méthode expérimentale par la technique de simulation. Selon Sterman [292], la simulation permet de prédire le comportement du système dynamique et de supporter les processus décisionnels.

Lebraty [189] a précisé que « la nécessité de tenir compte d'une approche holiste de type systémique d'un ensemble de flux inter-reliés, dotés de régulateurs ainsi que de mécanismes d'interfaces et la nécessité de passer d'une phase explicative à une phase normative et de présenter plusieurs options de fonctionnement dont les résultats doivent être testés, conduisent tout naturellement à recourir aux techniques de simulation ».

Il s'agit donc d'une recherche expérimentale qui nous permet d'aboutir à des résultats de recherche en termes de comportements.

Le principal objectif de cette recherche consiste à modéliser les mécanismes défailants dans la gestion des compétences pour mieux les comprendre. Cette modélisation découle du travail de la pré enquête et de l'enquête intensive sur le terrain, elle sera simulée avec un objectif d'amélioration de la connaissance pour nous permettre de proposer de nouveaux scénarios

afin de corriger les déviations et inefficacités et de réduire les risques d'échecs du projet ERP. En effet, à partir de cette enquête, la méthode s'attache ainsi à décrire et à classer de façon cohérente les phénomènes observés en gestion des compétences et leur interaction, pour en dégager des liaisons constituant un guide de la politique, c'est-à-dire de la mise en œuvre de la décision [300]. Notre enquête est exploitée qualitativement par analyse de contenu d'interviews et quantitativement par analyse multidimensionnelle des données.

Dans ces conditions, notre travail relèverait davantage d'un raisonnement inductif. Toutefois, l'induction suppose une observation libre de la réalité et la formulation de lois universelles qui débouchent sur une théorie [42, 79]. Selon Robert-Demontrond [259], «l'induction se distingue de la déduction dont les prémisses garantissent toujours la conclusion - au sens où de nouvelles prémisses ajoutées à un raisonnement mené par chaîne de déductions ne changent en rien sa validité - l'ajout de nouvelles prémisses peut renforcer la validité d'une inférence inductive ». C'est la succession observation - analyse - interprétation - généralisation. Selon les recherches dans la littérature, l'induction peut intervenir à différents moments de recherche : à l'intérieur du processus de problématisation de la recherche [65] ou dans le cadre de l'analyse et l'interprétation des données [236].

A partir des observations initiales, des modèles génériques de comportement sont élaborés par induction. Les propositions de pilotage de la gestion des compétences découlent donc de l'étude de comportements réels (démarche inductive) ainsi que de travaux de simulation informatique en laboratoire (expérimentation). La recherche se base ici sur l'exploitation rationnelle de l'expérience et de l'observation sur le terrain. Partant de situations et d'observations concrètes, on peut ensuite, à l'aide de la théorie et du raisonnement, construire des lois générales. Il s'agit bien d'une recherche expérimentalo-inductive (l'approche lockienne) [3].

En résumé, cette recherche est donc le fruit d'une synergie entre:

- Une approche cybernétique des mécanismes de régulation de la gestion des compétences.
- Et une utilisation de la simulation comme moyen d'exploration et de validation de modèles représentatifs de leurs comportements.

En résumé, au niveau méthodologique, c'est grâce à l'approche systémique à une représentation constructiviste de la réalité de la gestion des compétences et au travers de la



simulation que nous avons choisi l'approche de la dynamique des systèmes de Forrester. En nous référant à cette approche, nous avons adopté la démarche expérimentalo-inductive. Les résultats de simulation nous permettent par induction de comprendre des phénomènes émergeant d'un modèle non-linéaire correspondant à un système complexe qui est le cas de gestion de projet ERP.

## **5.2. LA PRÉ-ENQUÊTE AUPRÈS DES CHEFS DE PROJET ERP EN TUNISIE**

Selon Aktouf [3], une analyse approfondie du terrain ne peut être construite qu'à partir d'une enquête préalable à caractère qualitatif. L'objectif recherché consiste d'une part à identifier les mécanismes de décision essentiels dans la gestion des compétences et d'autre part, à tenter de dégager une typologie reliant la structure des systèmes et leurs comportements.

Cette phase préalable présentée ci-dessous est réalisée de manière classique par interviews et analyse de contenu de ces dernières.

### **5.2.1. DÉROULEMENT DE LA PRÉ-ENQUÊTE PAR INTERVIEWS**

Comme nous l'avons évoqué, la problématique de recherche exigeait le recours à des méthodes qualitatives pour comprendre en profondeur les dysfonctionnements de la gestion des compétences dans le projet ERP. Cette phase initiale de terrain a apporté une aide pour constituer une problématique plus précise de cette recherche et pour bâtir des hypothèses valides et fiables. A ce stade d'étude, l'objectif de la pré-enquête était de faciliter l'élaboration d'un questionnaire concernant le pilotage des compétences.

Il s'agissait d'entretien semi-directif. Cette technique correspond à un projet de connaissances des comportements humains et des interactions sociales à partir du discours des acteurs [321].

Comme le signale Thietart *et al.* [305], « l'entretien est une technique destinée à collecter, dans la perspective de leur analyse des données discursives reflétant notamment l'univers mental conscient ou inconscient des individus. Il s'agit d'amener des sujets à vaincre à oublier les mécanismes de défense qu'ils mettent en place vis-à-vis du regard extérieur sur leur comportement ou leur pensée ».

L'utilisation des entretiens semi-directifs visait à laisser libre cours, dans la mesure du possible, à l'expression de la perception des répondants. Pour ce faire, l'enquêteur doit se faire discret, et intervenir le moins possible dans le discours de l'interrogé.

L'entretien semi-directif focalisé sur une description cybernétique des boucles de régulation assurant la gestion des compétences et sur les cas de défaillance de ces mécanismes de

contrôle nous oblige à préparer un canevas d'entretien. Il s'agira de rédiger un guide et des questions qui devront servir pour chaque entretien effectué. Ainsi cela permettra de comparer les réponses obtenues [253].

Un guide d'entretien semi-directif a été construit sur la base de nos interrogations en tenant compte des recommandations de base avancées par Evrard *et al.*, [106]. Ne s'agissant pas de calcul de variables appuyés par des outils statistiques, ni de questionnaires administrés à distance mais d'entretiens semi-directifs, il n'a pas été question de mettre en place une série figée de « n » items proposant des échelles de valeurs (type Likert). Les ressources utilisées pour cette enquête ont été ainsi beaucoup plus riches, beaucoup plus fouillées que de simples traitements statistiques. Ce guide nous a servi de points de repère et d'aide à la réflexion pour le répondant [147].

Les interviews semi-directives furent orientées par un guide d'entretien qui est développé dans l'annexe.

Tous les entretiens se sont déroulés de la même manière. Au début, nous présentions la recherche et ses objectifs, ensuite, nous laissons l'interlocuteur réagir. Lorsque le discours déviait, nous relançons sur les points de l'étude et demandions des précisions lorsque c'était nécessaire. Quelques entretiens ont été enregistrés au magnétophone après l'acceptation des interlocuteurs, puis retranscrits et d'autres ont refusé l'enregistrement mais ils ont permis de prendre des notes. La durée des entretiens varie suivant la disponibilité des interlocuteurs (voir tableau 7). Huit entreprises ayant implantées le système ERP sont consultées. Ces entreprises représentaient un échantillon réduit de la population. Nous avons choisi à dessein des entreprises de tailles et de secteurs différents afin d'observer les défaillances de la gestion des compétences dans le cadre de la gestion des projets ERP. Pour les mêmes raisons, nous avons essayé de choisir des entreprises ayant installées des ERP en provenance d'éditeurs différents, quoique parmi les leaders actuels du marché.

**Tableau 7: La répartition des entretiens semi directifs**

<b>Cas</b>	<b>Date de l'entretien</b>	<b>Durée de l'entretien</b>
<b>Cas n°1</b>	25/03/2010	45 mn
<b>Cas n°2</b>	04/04/2010	1 h
<b>Cas n°3</b>	22/03/2010	35 mn
<b>Cas n°4</b>	30/03/2010	20 mn
<b>Cas n°5</b>	29/03/2010	30 mn
<b>Cas n°6</b>	26/03/2010	40 mn
<b>Cas n°7</b>	01/04/2010	1h 15
<b>Cas n°8</b>	05/04/2010	50 mn

Les personnes interviewées sont la plupart des directeurs système d'information. Pour rencontrer nos interlocuteurs, on a suivi deux méthodes ; soit le recours à la méthode de porte à porte pour gagner du temps et assurer cette rencontre, soit prendre des rendez-vous mais ces rendez-vous avec nos interlocuteurs ont été relativement difficiles à prendre : nombreux rappels pour joindre l'interlocuteur souhaité, rendez-vous annulés ou repoussés...

### **5.2.2. ANALYSE DE CONTENU DES INTERVIEWS**

Les informations enregistrées et manuscrites sont analysées et filtrées. Il reste à décrire de façon objective, systématique le contenu de ces interviews. Cette analyse a été réalisée dans un but d'exploration et pour éviter une influence trop forte d'orientation personnelle initiale.

Il est utile de préciser que les modèles que nous allons développer nécessitent de dégager les quatre catégories permettant de décrire les fonctionnements des systèmes de gestion des compétences définis par leurs entrées-sorties et leurs mécanismes de contrôle et de régulation.

Quatre types d'informations ont été extraits de cette pré-enquête de façon exhaustive:

- *Les entrées du système* : il a fallu distinguer les entrées déterministes ne déstabilisant pas la gestion des compétences à court, moyen et long terme et les entrées provoquant des perturbations aléatoires et brutales.
- *Les sorties objectifs du système* : l'objectif essentiel était l'amélioration de la gestion

du projet en fonction du respect des coûts et des délais prévus.

- *Les mécanismes de régulation, les variables de commande et d'action* : il s'agissait d'identifier les principaux paramètres et indicateurs permettant le contrôle permanent de la gestion des compétences et les mécanismes de pilotage mis en œuvre en cas de dysfonctionnements ainsi que les actions menées concrètement.
- *Les différentes formes de défaillance dans ces mécanismes* : En fait, l'objet de notre recherche étant de simuler différentes formes de défaillance, nous avons interrogé les chefs de projet pour les identifier et estimer leur amplitude

Cette pré-enquête nous a permis de dégager les principales causes de dysfonctionnement. :

- ***Les difficultés de la mise en place du système ERP***

Nous débutons nos entretiens en demandant aux interlocuteurs de nous décrire les problèmes qu'ils ont rencontrés lors de la mise en œuvre du système ERP. Les propos recueillis nous ont permis d'approfondir notre compréhension des raisons de l'échec du projet ERP.

La quasi-totalité des professionnels interrogés ont affirmé que les causes principales de l'échec de la mise en œuvre du système ERP étaient :

- L'insuffisance de la formation [169, 261, 148, 266, 295] ;
- L'insatisfaction des utilisateurs [4, 41, 137, 164] ;
- Le manque de compétences nécessaires [41, 266, 288, 325] ;
- L'incapacité à prévoir les risques lors de la mise en œuvre du système ERP [127, 82] ;
- Le manque de coopération et de communication entre les membres de l'équipe projet [4, 148, 325] ;
- Le dépassement de l'échéancier [135, 137, 160] ;
- Le dépassement du budget [15, 63, 70, 163].

En fait, la mise en place d'un ERP au sein d'une organisation est un projet long et délicat qui nécessite une profonde réflexion. Le déploiement d'un tel système est considéré comme une révolution par rapport aux projets d'informatisation traditionnels à cause de leur complexité technologique et de leur impact sur l'organisation [82, 142].

Les solutions apportées par l'ERP ne correspondent pas toujours avec l'organisation existante de l'entreprise. De plus, chaque entreprise est un cas unique et doit faire l'objet d'une étude

spécifique. L'entreprise, d'après un responsable interrogé, doit assimiler le fonctionnement de l'ERP et renforcer sa cohésion pour permettre au nouveau système de fonctionner.

Pour cela, les répondants considèrent que le projet ERP tourne autour de plusieurs démarches telles que la création d'équipe de projet autonome, la recherche de flexibilité, la diminution des niveaux hiérarchiques... Toutes ces démarches ont eu pour objectif une transformation de la culture des utilisateurs et des membres de l'équipe projet. En effet, le chef de projet ERP devrait entrevoir une autre manière d'encadrer ses membres de l'équipe par le management et de travailler en mettant en valeur leur implication.

- *La gestion des compétences*

La gestion des compétences permet d'appréhender tous les changements nécessaires à l'entreprise en matière de ressources humaines pour favoriser une interaction plus forte entre les salariés et leurs managers. Elle autorise une définition par type (débutant, confirmé, expert,...) tout en permettant l'application d'un coefficient pondérateur selon le degré d'importance du poste à pourvoir dans l'entreprise [85].

Selon les répondants, la gestion des compétences implique, d'une part, la mise en place des mesures sécurisant le parcours professionnel soit une gestion prévisionnelle des emplois. D'autre part, la mise en place d'un ERP nécessite des capacités à déterminer les risques qui peuvent influencer le déroulement de la mise en place de l'ERP, des capacités à préparer et contrôler le budget nécessaire à la mise en place, et des aptitudes à détenir une vision claire sur la totalité du projet. Il faudrait donc la continuité, la maîtrise et la bonne gestion des compétences qui est une condition importante pour la réussite de la mise en place du système ERP.

D'après un professionnel interrogé, une gestion dont les objectifs stratégiques sont portés par la mobilisation des compétences, permettra de créer des outils communs de gestion du personnel tels que référentiels de compétences, support d'entretiens d'évaluation formalisés, parcours de formation...

Cette analyse du contenu permet de mettre en évidence certains comportements des entreprises en univers incertain. Pour tirer des connaissances valides à partir des données, le chercheur doit réaliser une série de simplifications, de transformations des données et d'abstractions [124]. Pour ce faire, nous avons établi le tableau 8 pour récapituler les principales idées tirées des entretiens semi directifs.

**Tableau 8: Les principales idées des entretiens effectués**

<b>Cas</b>	<b>Les raisons des dysfonctionnements de la gestion des compétences</b>	<b>Conséquences des dysfonctionnements</b>	<b>Solutions menées</b>
<b>Cas n°1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'incapacité à prévoir les risques</li> <li>• Le manque d'expérience du chef du projet</li> <li>• L'incapacité à identifier le contenu des compétences exigées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La multiplication des problèmes</li> <li>• Retard dans la résolution des problèmes</li> <li>• Diminution de la productivité et du rendement</li> <li>• Dépassement du budget et des délais</li> <li>• Echec de la mise en place</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organiser des réunions</li> <li>• Besoin de formation</li> <li>• Documentation</li> <li>• Recrutement</li> </ul>
<b>Cas n°2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le manque de compétence au niveau des membres de l'équipe projet qui est du à l'incapacité à identifier le contenu des compétences exigées</li> <li>• L'incapacité à élaborer un plan d'action pour définir les tâches et les besoins de la mise en place</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entraîner des problèmes</li> <li>• Dépassement des délais</li> <li>• Dépassement du budget</li> <li>• Pas d'amélioration dans l'avancement du processus de mise en œuvre du système ERP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faire des formations</li> <li>• Documentation</li> <li>• Recrutement</li> <li>• Développements selon les besoins</li> <li>• Faire des réunions</li> <li>• Collaboration et coopération entre les membres de l'équipe projet et le chef de projet</li> </ul>
<b>Cas n°3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'incompétence des membres de l'équipe projet</li> <li>• La négligence du chef de projet à définir l'évolution des besoins des compétences en termes quantitatifs et qualitatifs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La multiplication des erreurs commises par les utilisateurs</li> <li>• Dépassement des délais et du budget</li> <li>• L'échec total de la mise en place du système ERP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faire des formations continues</li> <li>• Recrutement d'autres personnes</li> <li>• Suivi de la direction générale par des réunions</li> </ul>
<b>Cas n°4</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'incapacité à identifier le contenu des compétences exigées</li> <li>• La négligence des chefs de projet à définir l'évolution des besoins des compétences</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le non atteint des objectifs</li> <li>• Retard dans les délais</li> <li>• La multiplication des erreurs</li> <li>• Ralentissement dans l'avancement du processus de la mise en œuvre de l'ERP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mener une véritable politique de formation</li> <li>• Organiser des réunions</li> <li>• Elaborer un plan de formation pour la mise à jour des compétences</li> </ul>

Cas	Les raisons des dysfonctionnements de la gestion des compétences	Conséquences des dysfonctionnements	Solutions menées
Cas n°5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le manque de coopération entre les membres de l'équipe</li> <li>Le manque de compétences exigées</li> <li>L'incapacité à identifier ces compétences</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diminution des rendements des membres</li> <li>Le manque d'information entre les membres</li> <li>Retard dans les délais</li> <li>Dépassement du budget</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La motivation des membres</li> <li>La sensibilisation des membres de l'équipe de l'importance de coopération entre eux</li> <li>Recrutement des personnes dans ce domaine</li> <li>Formation</li> </ul>
Cas n°6	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'incapacité à élaborer un plan d'action</li> <li>L'incapacité à prévoir les risques</li> <li>L'incapacité à définir les compétences exigées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La multiplication des erreurs</li> <li>Dépassement des délais et du budget</li> <li>Echec du projet ERP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Organiser des réunions pour encadrer les membres et corriger les problèmes</li> <li>Faire des formations</li> <li>Recrutement</li> </ul>
Cas n°7	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'incapacité à maîtriser l'ERP</li> <li>La non définition des tâches et des besoins avant la mise en œuvre du système</li> <li>La non motivation des compétences et la confiance dans le travail</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Induire en erreur plusieurs utilisateurs</li> <li>Une mauvaise sélection des compétences</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fixer qui fait quoi lors de la mise en place</li> <li>Fixer les objectifs avant la mise en place</li> <li>Essayer de maintenir fixes les postes et instaurer des motivations et des encouragements</li> </ul>
Cas n°8	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'incapacité à identifier le contenu des compétences exigées</li> <li>L'incapacité à prévoir les risques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Une mauvaise mise en place de l'ERP</li> <li>Le non atteint des objectifs</li> <li>Le non obtention des résultats souhaités</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Faire des formations contenues</li> <li>Organiser un comité de pilotage qui encadre les gens et corrige les problèmes qui peuvent apparaître</li> </ul>

Cette pré-enquête nous a permis d'une part de dégager les principales causes de dysfonctionnement du pilotage des compétences qui peuvent être résumées en six points :

- Le manque de coopération entre les membres de l'équipe projet
- Le manque d'expertise au sein des membres de l'équipe projet
- L'incapacité à prévenir les risques de dépassement du budget et/ou des délais
- Des compétences insuffisantes ou non adaptées au niveau de l'équipe projet
- Le manque de rééquilibrage entre des compétences actuelles insuffisantes et des compétences futures nécessaires
- Une baisse de productivité du personnel en charge de la conduite du projet

Enfin, les défaillances relevées à travers cette pré-enquête ont été les oublis de lancer des actions correctrices, le retard pris dans le lancement des boucles de régulation ainsi que des arrêts volontaires durant leur dynamique conduisant à des discontinuités dans le pilotage. Ces informations nous permettront d'étudier l'influence de telles défaillances sur la dynamique globale et la performance du projet.

Cette pré-enquête constitue une démarche préalable que nous jugeons nécessaire à la rationalisation de processus de décision induite par la modélisation. D'ailleurs, le premier objectif de l'investigation porte sur l'étude des comportements des entreprises ayant implanté le système ERP face à des dysfonctionnements de la gestion des compétences. Ces investigations permettront de dégager des primitives de comportements.

Cette pré-enquête nous a permis d'inventorier les décisions en gestion des compétences, et elle servira ensuite de base à la construction d'un questionnaire.

### **5.3. ENQUÊTE QUALITATIVE PAR QUESTIONNAIRE CYBERNÉTIQUES**

Suite à la pré-enquête, une enquête intensive par questionnaire a été menée. Ce chapitre expose les résultats essentiels, notamment l'analyse statistique des données qui a permis de dégager une typologie des décisions de gestion des compétences.

#### **5.3.1. MÉTHODES D'ENQUÊTE**

##### **❖ Le questionnaire**

Nous avons choisi le questionnaire comme la technique de recueil des données. Le questionnaire permet de poser des questions précises ou « fermées » sur un problème donné et



ceci à une population entièrement prédéterminée qui est appelée à choisir entre des alternatives préalablement formulées par l'enquêteur [339]. Ces questions présentent l'avantage d'être claires et faciles à utiliser, ainsi qu'elles ne posent pas le problème de codage pour l'exploitation statistique des réponses [339]. Cette méthode nous a aidés à poser des questions précises sur le problème de défaillance dans la gestion des compétences à un échantillon d'entreprises tunisiennes ayant implanté le système ERP.

Le questionnaire de la recherche est divisé en trois parties (annexe 1); la première partie présente les différentes situations de dysfonctionnement de la gestion des compétences. Quant à la deuxième partie, elle comporte des questions contextuelles sur les dysfonctionnements de la gestion des compétences. Enfin, la dernière partie se compose de questions contextuelles sur l'environnement ERP dans l'entreprise (secteur d'activité de l'entreprise, type de l'ERP implanté, durée du projet...).

#### ❖ **Le pré-test**

Avant l'administration du questionnaire, une validation du contenu semble nécessaire pour assurer sa consistance scientifique. « Il est souvent intéressant de tester l'outil auprès d'un petit nombre de personnes, ce qui peut déjà donner un certain nombre d'indicateurs sur la validité externe de l'outil » [88].

Ce pré-test permet de tester le degré de clarté et de compréhension des questions, ainsi que la pertinence des réponses proposées afin de procéder aux corrections finales.

Le questionnaire a été soumis à l'appréciation des deux directeurs de recherche et à l'évaluation de certains répondants spécialistes dans le domaine de gestion de projet. En s'appuyant sur leurs recommandations, on a apporté quelques corrections et améliorations sur le fond et la forme du questionnaire pour générer, par la suite une version finale du questionnaire.

#### ❖ **L'administration du questionnaire**

Il existe plusieurs modes d'administration du questionnaire ; par voie postale, en face à face, par téléphone ou par courrier électronique. Le chercheur est amené à choisir le mode qui lui convient à sa recherche, c'est-à-dire qui lui garantit le taux de réponses élevé.

Pour notre cas, on a choisi de procéder, principalement, par voie informatique vue la dispersion géographique des répondants. Mais, on a aussi établi des conversations téléphoniques avec les répondants pour clarifier le questionnaire.

En outre, quelques questionnaires ont été administrés en face à face, et ce pour garantir le maximum de réponses ; ceci permet d'éviter les réponses vagues et réduire le nombre de non-réponses. Ainsi, ce type d'administration a permis de noter les commentaires et les réactions des répondants.

### **5.3.2. CHOIX DE L'ÉCHANTILLON**

Une fois la technique de collecte des données a été précisée, il reste de fixer les choix concernant la population qui forme l'échantillon de la recherche. En d'autres termes, le choix de l'échantillon n'est pas anodin et mérite d'être discuté dans la mesure où la nature de celui-ci est en mesure d'influencer le type de données récoltées et par conséquent la validité de la recherche [269].

#### **❖ Les sources d'informations**

Notre recherche conditionne le choix d'un échantillon d'entreprises ayant investi dans la technologie ERP. Etant donné que cette technologie est complexe et coûteuse, les entreprises ayant adopté l'ERP ne sont pas très nombreuses. Pour cela, nous ne nous sommes pas intéressés à travailler sur un secteur déterminé. La seule condition dans le choix de cette population de référence est que le système ERP doit être totalement implanté ou au moins quelques modules le sont.

Afin de limiter la population, nous avons commencé par rechercher sur Internet, contacter les personnes qui ont fait des recherches dans le domaine des ERP, et enfin recourir aux éditeurs ERP. Les éditeurs choisis sont :

- ADONIX X3 (STAR ENGINEERING)
- MFG/Pro (DISCOVERY)
- Navision (OXIASOFT)
- Oracle Application (ORADIST)

Déterminer la taille de l'échantillon revient à estimer la taille minimale nécessaire pour obtenir des résultats avec un degré de confiance satisfaisant. C'est donc la taille de l'échantillon qui permet d'atteindre avec précision les données destinées aux traitements [143]. De ce fait, la méthode d'échantillonnage par convenance est utilisée et la liste de départ a été constituée de 250 entreprises. Seules 150 entreprises avaient implanté plus de trois modules et 31 d'entre elles ont répondu à notre questionnaire soit environ 30% de la population totale.

## ❖ L'analyse descriptive de l'échantillon

Les entreprises enquêtées sont réparties selon les différents critères à savoir :

- La ville : l'échantillon est réparti principalement entre la zone de Sfax (57,9%) et celle du Grand Tunis (31,6%). Notre attention s'est portée plus sur les sociétés dont le siège social se trouve à Sfax ou à Tunis. Ce choix est fait sur la base de la facilité de contact des sociétés dans ces deux régions et ainsi que ces derniers constituent deux pôles économiques et industriels très importants. En outre, (10,5%) représentant des entreprises localisées dans les zones de Monastir et Nabeul (voir tableau 9).

**Tableau 9: La répartition selon la ville**

Ville	Fréquence	Pourcentage
Sfax	11	57,9
Tunis	6	31,6
Autres	2	10,5

- La taille de l'entreprise : en se basant sur la typologie de Lamprecht [174] pour la définition de la taille des entreprises en fonction de leur effectif, les entreprises peuvent être classées comme suit:
  - Entre 20 et 75 employés : très petite taille
  - Entre 75 et 100 employés : petite taille
  - Entre 100 et 500 employés : taille moyenne
  - Entre 500 et 1000 employés : grande taille
  - Supérieur à 1000 employés : très grande taille

Selon cette classification, on remarque que la majorité des entreprises sont de taille moyenne (68,4%), les autres sont dispersées comme suit : (15,8%) de petite taille et (10,5%) de grande taille, alors que (5,3%) des entreprises sont qualifiées de grande taille (voir tableau 10).

Le pourcentage élevé des entreprises de taille moyenne est expliqué par deux raisons : la première se réfère aux caractéristiques de l'économie tunisienne qui est basé essentiellement sur les PME [196] et la deuxième fait référence au coût très élevé du

système ERP ; ce qui exige une implantation adaptée au rythme de l'entreprise et surtout en fonction de sa taille et de ses activités.

**Tableau 10: La répartition selon l'effectif**

Effectifs	Fréquence	Pourcentage
20 - 75	1	5,3
75 - 100	3	15,8
100 – 500	13	68,4
500 - 1000	2	10,5

- Le secteur d'activité: l'échantillon a été réparti selon trois secteurs d'activités principaux à savoir : industriel, commercial et de service. La majorité des entreprises (78,9%) figurent parmi le secteur industriel et (15,8%) de l'échantillon appartiennent au secteur de service. Alors que (5,3%) appartiennent au secteur de commerce (voir tableau 11).

**Tableau 11: La répartition selon le secteur d'activité**

Secteur	Fréquence	Pourcentage
Industriel	15	78,9
Commercial	1	5,3
Service	3	15,8

- Le système ERP implanté: l'analyse des données collectées auprès des entreprises sélectionnées concernant le système ERP implanté donne la répartition suivante : la majorité ont implanté ADONIX X3 (42,1%), MFG/Pro (21,1%), NAVISION : (21,1%), alors que (10,5%) ont utilisé ORACLE et (5,3%) ont implanté LAWSON (voir tableau 12).

**Tableau 12: La répartition selon le nom du système ERP implanté**

Nom du système	Fréquence	Pourcentage
Adonix	8	42,1
Navision	4	21,1
MFG/Pro	4	21,1
Oracle application	2	10,5
Lawson	1	5,3

- La durée du projet : selon la classification de Parr & Shanks [239] concernant la classification des projets d'implantation du système ERP, on remarque dans le tableau 13 que la majorité (47,4%) des entreprises enquêtées qui ont implanté leur ERP, se classent dans le court terme (entre 6 et 12 mois). Alors que, (42,1%) représentant des entreprises ont une durée de projet de moyen terme (13 à 48 mois).

Quant au reste, on note que (10,5%) représentant des entreprises qui ont fixé la durée du projet d'implantation de l'ERP plus que 48 mois.

**Tableau 13: La répartition selon la durée du projet**

Durée du projet	Fréquence	Pourcentage
6 – 12 mois	9	47,4
13 – 48 mois	8	42,1
>48 mois	2	10,5

- La durée du projet en fonction du nom du système ERP implanté : d'après le tableau 14, on remarque que l'implantation du système ERP, dans 10 entreprises enquêtées ayant Adonix et MFG/Pro, se classent dans le court terme (6 -12 mois). Alors que 2 entreprises ayant MFG/Pro et 3 ayant Adonix, ont implanté leurs systèmes durant une période allant de 13 à 48 mois. Pour les entreprises qui ont implanté Oracle Application, la durée de leur projet varie entre le moyen terme (2 entreprises) et le long terme (une seule entreprise).

**Tableau 14: La répartition selon la durée du projet en fonction du nom du système ERP implanté**

		Nom du système ERP				
		Adonix	Navision	MFG/Pro	Oracle Application	Autres
Durée du projet	6 – 12 mois	5	4	5		
	13 – 48 mois	3	4	2	2	2
	>48 mois	1		1	1	1

- *Le secteur d'activité des entreprises en fonction de la durée de l'implantation* : les résultats du tableau 15 montrent que la majorité des entreprises ayant implanté le système ERP à court terme sont d'activité industrielle (11 entreprises). Aussi, on remarque que la majorité des entreprises de type de service enquêtées (5 entreprises) ont implanté leur système sur une période allant de 13 à 48 mois. Cependant 4 entreprises dont 3 entreprises industrielles et une de service se classent dans le long terme (>48 mois).

**Tableau 15: La répartition selon le secteur d'activité en fonction de la durée du projet**

		Durée du projet		
		6 – 12 mois	13 – 48 mois	>48 mois
Secteur d'activité	Industriel	11	7	3
	Commercial	1	1	1
	Service	2	5	

#### ❖ L'unité d'étude

Etant donné que l'objectif principal de cette recherche est d'étudier les dysfonctionnements au niveau de la gestion des compétences dans les projets ERP à partir de mécanismes cybernétiques, les personnes visées par ce questionnaire étaient les responsables SI/TI. Le choix de ces responsables peut être expliqué en référence à Kearns & Sabherwal [161]. Ces derniers considèrent les responsables TI/SI comme les informateurs clés (key informants) concernant tous les aspects qui touchent les TI/SI au sein de l'entreprise [220].

### *En résumé*

Ce chapitre nous a permis de retenir une démarche de recherche empirique, les informations à recueillir et à déterminer le type de recherche, la méthode d'obtention des données et la sélection de l'échantillon. Nous avons pu dégager les principales causes de dysfonctionnements du pilotage des compétences qui peuvent être résumées en six points :

- Le manque de coopération entre les membres de l'équipe projet
- Le manque d'expertise au sein des membres de l'équipe projet
- L'incapacité à prévenir les risques de dépassement du budget et/ou des délais
- Des compétences insuffisantes ou non adaptées au niveau de l'équipe projet
- Le manque de rééquilibrage entre des compétences actuelles insuffisantes et des compétences futures nécessaires
- Une baisse de productivité du personnel en charge de la conduite du projet

Le résultat de ces observations sera présenté au chapitre 6 sous forme de diagrammes causaux simulant les défaillances dans les mécanismes de régulation à court terme.

## Chapitre 6

### Modèle de dynamique des systèmes

Ce chapitre vise à présenter le modèle correspondant à la problématique de la recherche. En se basant sur l'approche qualitative préalable et l'enquête menée sur le terrain, cette partie expose une méthode d'élaboration d'un modèle à court terme constitué d'une partie opérante (représentant le système physique) et d'une partie assurant le pilotage et la transmission de l'information. Ce modèle se décrit par des boucles cybernétiques traduisant les relations causales, qui nous a permis de proposer un modèle quantitatif de simulation de type « flux-stocks ».

Enfin, une discussion sur la validité de ce modèle générique est développée tout en rappelant l'absence de théories sur les comportements de gestion des compétences face à des fluctuations diverses décrivant les mécanismes homéostatiques.

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>6.1. Représentation du modèle de dynamique des systèmes</li><li>6.2. Modélisation des sous systèmes d'information et de pilotage</li><li>6.3. Particularités de mise en œuvre du modèle générique à court terme</li><li>6.4. Une proposition du modèle générique à court terme</li><li>6.5. Elaboration d'un modèle flux-stocks</li><li>6.6. Validation du modèle par simulation</li></ul> |
|--|



## **6.1. REPRESENTATION DU MODELE DE DYNAMIQUE DES SYSTEMES**

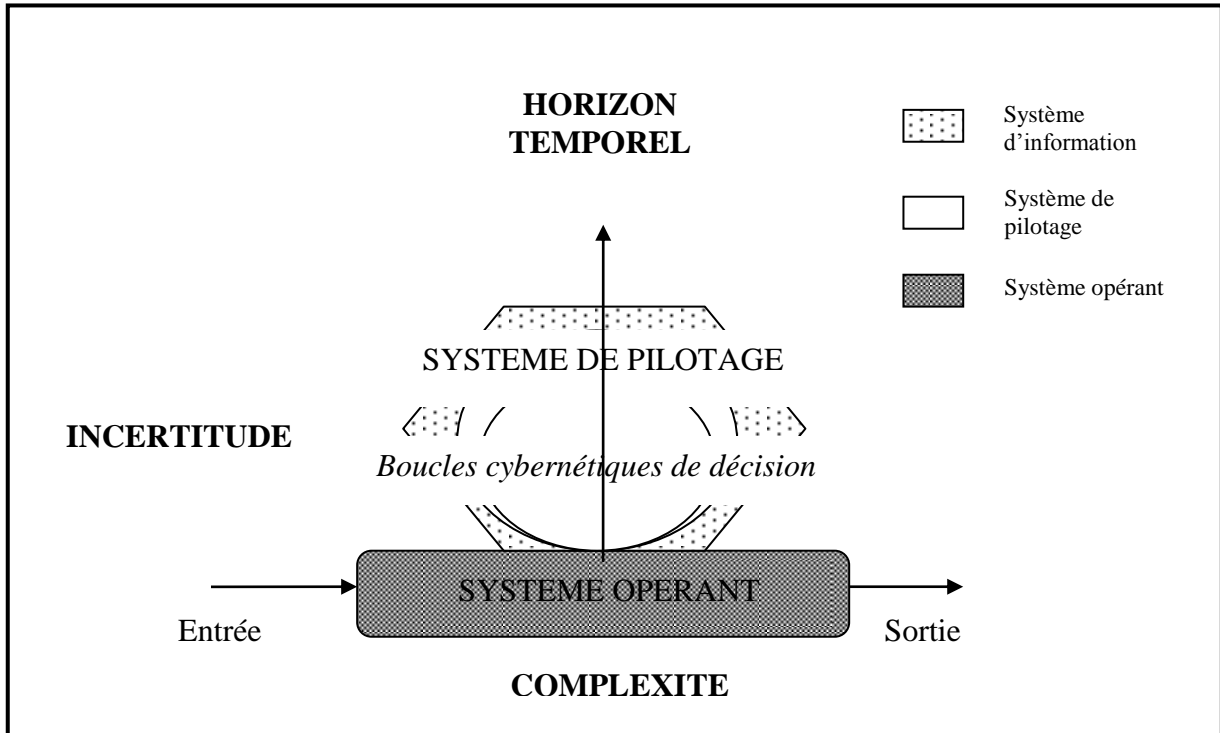
Il a été globalement constaté une absence de méthodes structurantes de construction des modèles de gestion de projet et plus particulièrement la gestion des compétences. Rappelons que notre recherche s'intéresse à la compréhension des mécanismes décisionnels de la gestion des compétences face à des fluctuations et des aléas divers, ce qui nécessite toutefois la représentation complète du système de la gestion des compétences.

Le modèle dynamique de la gestion des compétences s'intéressant aux comportements des membres de l'équipe de projet ERP face aux défaillances de la gestion des compétences, est composé de représentations du système opérant (qui se charge de réaliser les tâches qui lui sont confiées) et des systèmes d'information et de décision. La structure de la partie opérante est construite selon des observations empiriques. La structure des systèmes d'information et de décision correspond aux mécanismes de régulation observés face à ces défaillances.

Par ailleurs, Le Moigne [188] a proposé un modèle canonique universel du système organisation articulant trois niveaux : opération (système opérant), information (système d'information), décision (système de décision). D'après l'auteur, le système d'information de l'organisation enregistre les représentations (sous forme symbolique) des opérations du système opérant (le comportement du système complexe), les mémorise et les met à disposition (sous forme interactive) du système de décision. A son tour, le système de décision, après avoir élaboré ses décisions d'action, les fait également enregistrer et mémoriser par le système d'information, en les transmettant au système opérant.

En se référant au paradigme de la théorie des systèmes, la figure 5 proposée par [300] représente les trois composantes du système de la gestion des compétences telles que le système opérant, le système d'information et le système de pilotage ou de décision avec ses boucles de rétroaction représentant les mécanismes de décisions.

Figure 5: Schéma systémique des systèmes de gestion des compétences [300]



## 6.2. MODELISATION DES SOUS SYSTEMES D'INFORMATION ET DE PILOTAGE

Notre objectif de modélisation consiste à mettre en évidence le comportement dynamique et les boucles de régulation de ces systèmes face à des fluctuations et des aléas divers à court terme.

### 6.2.1. LES VARIABLES DES MODÈLES

L'enquête sur terrain et les interviews réalisées auprès des entreprises tunisiennes ayant implanté le système ERP nous permettent de définir les variables principales pour chaque situation de dysfonctionnement de gestion des compétences. Ces variables vont servir à construire le modèle. Le tableau 16 présente ces variables fondamentales.

**Tableau 16: Les variables principales du modèle à court terme**

<b>Variables</b>	<b>Définitions</b>
Multiplicité des contrôles des ordres et des informations	Elle est influencée par le niveau de la coopération et de la productivité
Sensibilisation du personnel	Elle est influencée par le niveau de la coopération
Motivation du personnel	Elle est influencée par le niveau de la coopération
Documentation	Elle est influencée par le niveau d'expérience
Organisation des réunions	Elle est influencée par le niveau des compétences
Réorganisation des tâches	Elle est influencée par le niveau de la productivité et des compétences
Responsabilisation des membres de l'équipe projet	Elle est influencée par le niveau du rééquilibrage

### **6.2.2. BOUCLES CYBERNÉTIQUES DE DÉCISION**

En partant du paradigme énonçant que toute décision est prise à l'intérieur d'une boucle de feedback [113], nous associons aux principaux indicateurs de contrôle de l'activité, les mécanismes de décision dans la gestion des compétences.

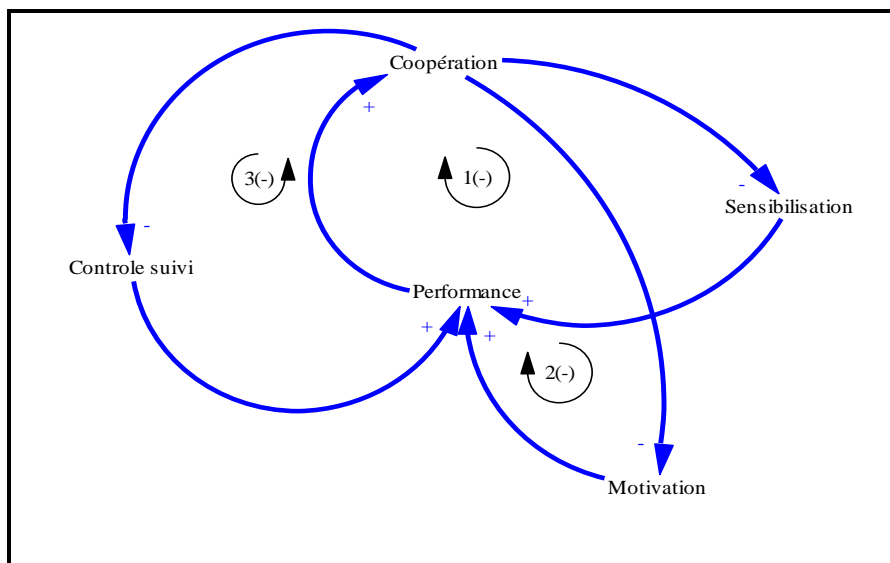
Les variables principales décrites dans la partie précédente sont liées entre elles, et leurs interactions peuvent être mises en évidence par un diagramme des causalités pour faciliter la visualisation de la structure du modèle [113]. Les arcs représentent la relation de causalité entre les variables, les causes (origines de l'arc) et leurs effets immédiats (extrémités terminales de l'arc). Ces arcs sont polarisés et montre le sens de l'influence : un signe (-) indique que si un changement dans la variable d'origine se produit, la variable de destination tend à changer en sens contraire et un signe (+) indique que les deux variables tendent à évoluer dans le même sens. Il existe généralement deux types de boucle causale dans un diagramme : les boucles homéostatiques ou négatives (qui contiennent un nombre impair des arcs négatifs) ont pour objectif de ramener le système vers un état d'équilibre et les boucles de rétrocontrôle positif (qui contiennent un nombre pair des arcs négatifs ou zéro arc négatif) ont tendance à amplifier les causes des phénomènes observés. Nous avons identifié cinq boucles fermées principales (en réalité, nous avons observé qu'il existe 96 boucles dans le modèle proposé). Le questionnaire que nous avons administré nous a amené à conceptualiser les mécanismes de pilotage des compétences dans six situations « perturbantes » différentes.

*Situation 1 : dysfonctionnement au niveau de la coopération entre les membres de l'équipe projet*

La figure 6 présente les boucles de régulation mises en œuvre pour pallier à une telle situation. Toutes ses boucles sont de types homéostatiques et de polarité négative.

En cas de dysfonctionnement au niveau de la coopération entre les membres de l'équipe projet ERP, le système se régule à court terme par une sensibilisation du personnel sur l'importance et le rôle de l'ERP pour l'entreprise (boucle 1), la motivation de membres de l'équipe projet (boucle 2) ainsi que par la multiplicité des contrôles (boucle 3).

**Figure 6: Diagramme causal à court terme de la situation 1**

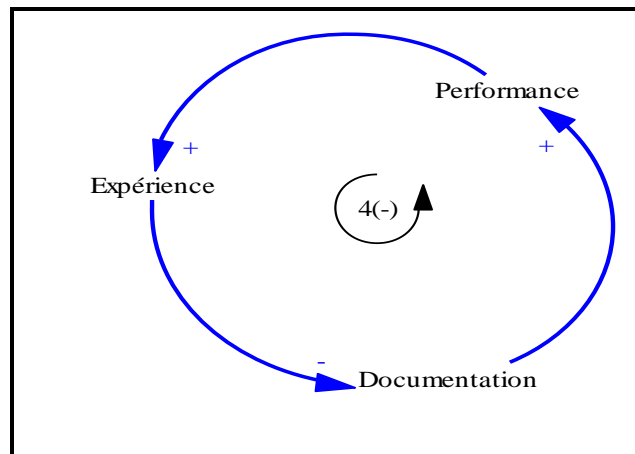


*Situation 2 : manque d'expertise au sein des membres de l'équipe projet*

La figure 7 présente les boucles de régulation mises en œuvre pour pallier à cette situation.

A court terme, le manque d'expertise au sein des membres de l'équipe projet se régule par un enrichissement de la documentation pour que le personnel puisse avoir des informations mises à jour (boucle 4) (voir figure 7).

**Figure 7: Diagramme causal à court terme de la situation 2**



*Situation 3 : dysfonctionnement au niveau de la prévision des risques (dépassement budgétaire et/ou délai) – uniquement à moyen terme -*

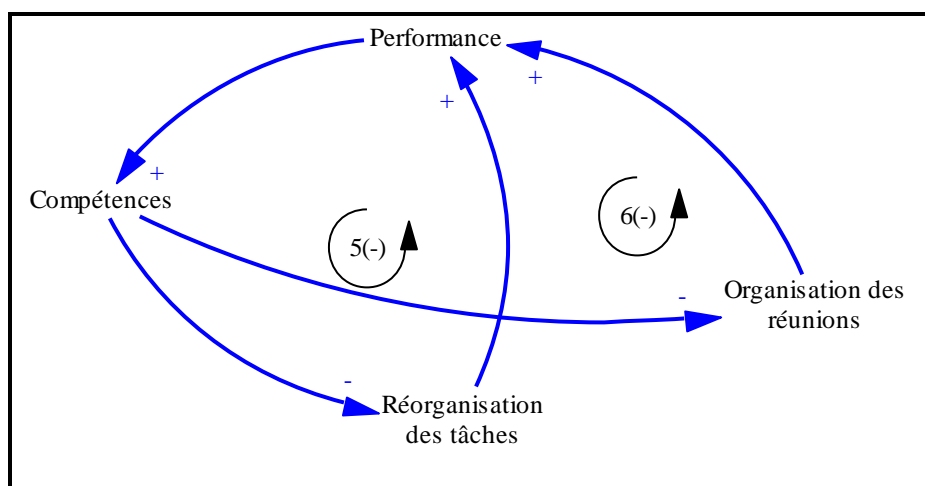
Dans cette situation, aucune décision n'est prise à court terme.

*Situation 4 : constat de compétences insuffisantes ou non adaptées*

La figure 8 présente les boucles de pilotage pour répondre à cette situation.

A court terme, pour réduire cette insuffisance de compétences, les membres de l'équipe projet sont amenés à réorganiser les tâches (boucle 5) ou à organiser des réunions afin de partager informations et idées (boucle 6) (voir figure 8).

**Figure 8: Diagramme causal à court terme de la situation 4**

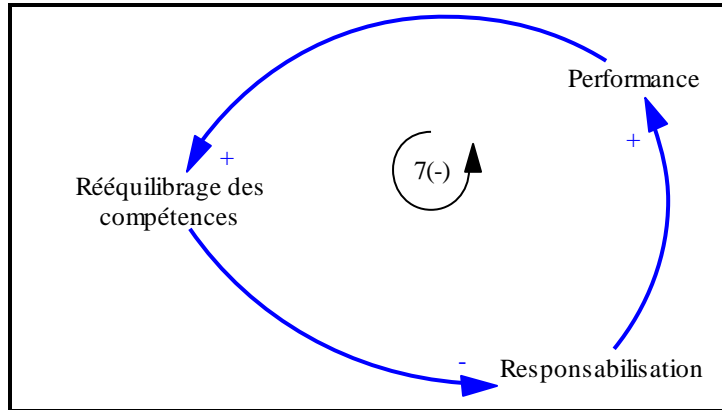


*Situation 5 : besoin de rééquilibrage des compétences actuelles avec des compétences futures*

La figure 9 présente les boucles de contrôle pour pallier à cette situation.

En cas d'inadéquation entre les compétences actuelles et futures, une régulation peut s'effectuer, à court terme, par la prise progressive de nouvelles responsabilités de l'équipe projet (boucle 7).

**Figure 9: Diagramme causal à court terme de la situation 5**

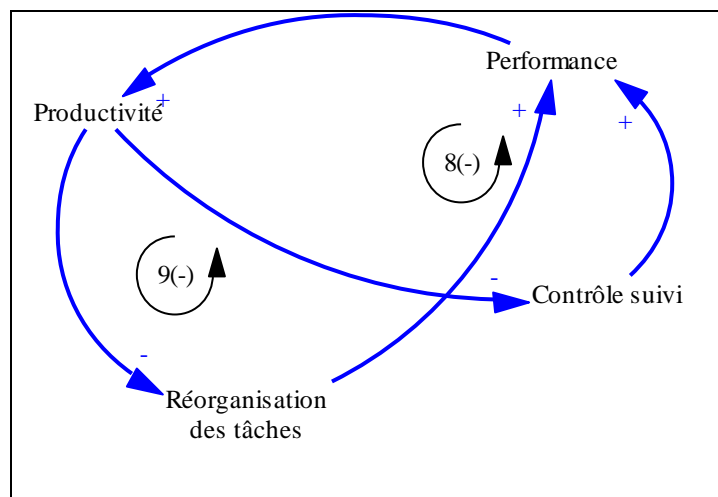


*Situation 6 : baisse de productivité du personnel*

La figure 10 présente les boucles de régulation mises en œuvre pour pallier à cette situation.

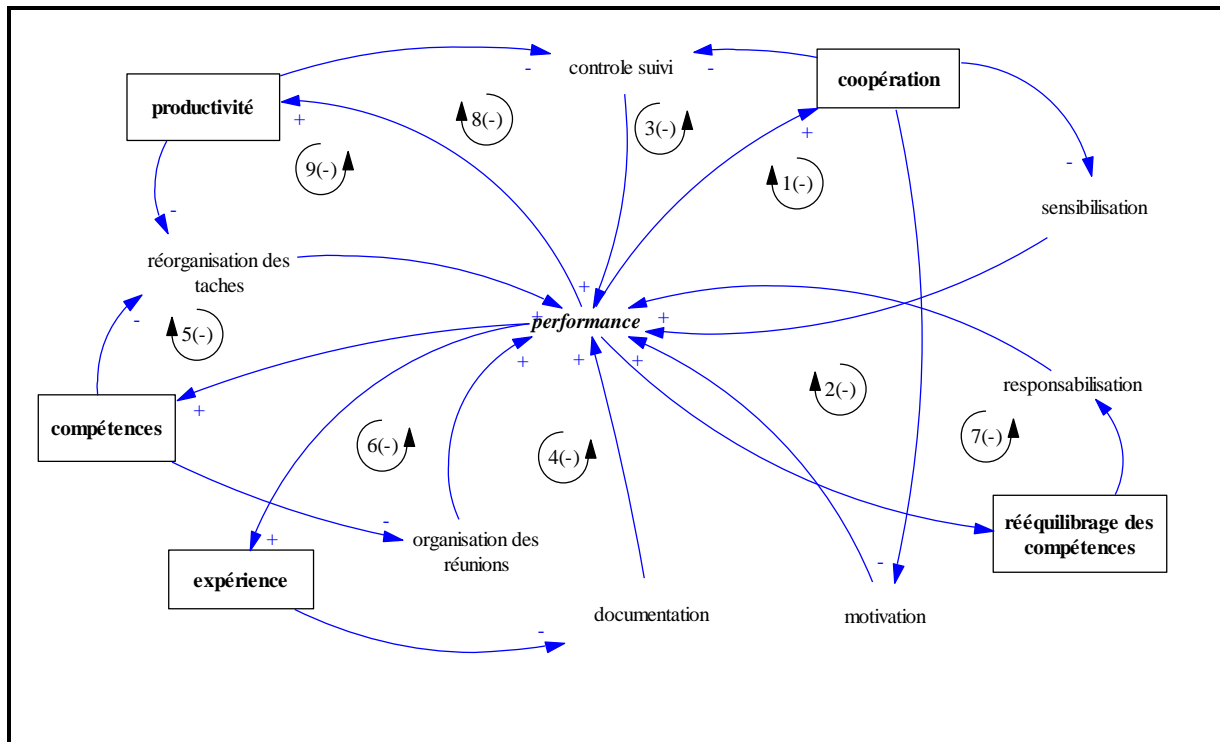
La baisse fréquente de la productivité du personnel se régule à court terme par la multiplicité des contrôles (boucle 8), ou la réorganisation des tâches (boucle 9) (voir figure 10).

**Figure 10: Diagramme causal à court terme de la situation 6**



La figure 11 représente le modèle de pilotage des compétences. Ce schéma s'élabore à partir de la fusion des boucles de décision précédentes. Les variables de commande sont figurés dans des cadres.

**Figure 11: Modèle de pilotage des compétences à court terme**



Ces diagrammes causaux permettent de percevoir et de comprendre le système dans sa complexité et par rapport à sa finalité, de mieux le saisir dans son dynamisme et son évolution. Ce schéma permet d'améliorer la compréhension du comportement des chefs de projet ERP et de mieux comprendre la stabilité de la performance du projet face à des situations imprévisibles.

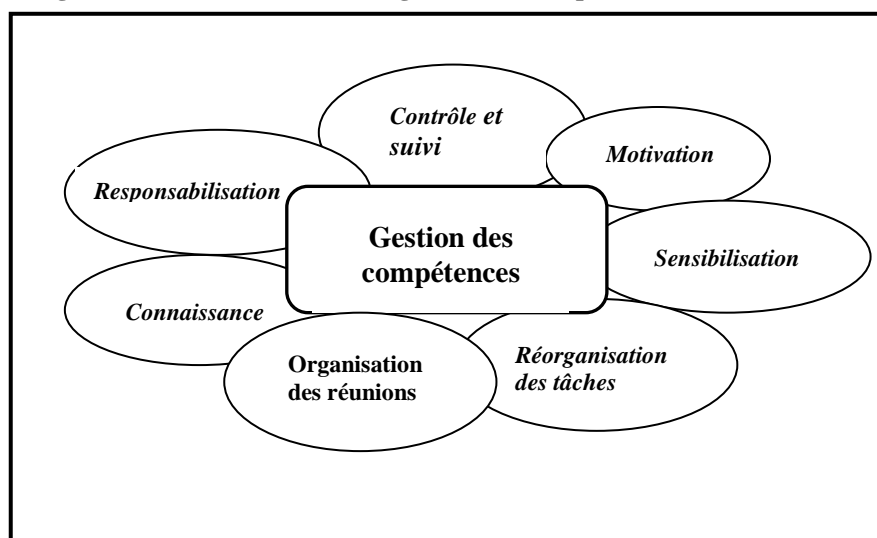
Néanmoins, Notre recherche ne s'est intéressée qu'aux actions à court terme concernant le pilotage global de la gestion des compétences et ces neuf boucles homéostatiques illustrent nos observations empiriques concernant les décisions face aux dysfonctionnements.

### **6.3. PARTICULARITES DE MISE EN ŒUVRE DU MODELE GENERIQUE A COURT TERME**

#### **6.3.1. LES INDICATEURS DU MODÈLE À COURT TERME**

La figure 12 présente les variables influentes dans la gestion des compétences. Ces indicateurs, relevés de l'enquête, sont les plus sensibles. Ils seront mesurés de manière continue durant les simulations des modèles pour détecter et réagir devant des dysfonctionnements éventuels.

**Figure 12: Les indicateurs de la gestion des compétences à court terme**



**Les variables d'action :** Par ailleurs, dix variables d'action correspondant aux réponses des entreprises pour réajuster leur mode de gestion, ont pu être identifiées:

- *Le contrôle et suivi:*

Cette action correspond à la multiplicité des contrôles des ordres et des informations. La désaffection du personnel, ou le cloisonnement entre plusieurs groupes ne peuvent que ralentir la circulation de l'information et la mise à jour des données stratégiques [219]. Dans plusieurs situations de mise en œuvre des systèmes ERP, d'importantes résistances se manifestent, allant parfois jusqu'à des blocages des informations qui mettent en péril à la fois les membres de l'équipe projet, leurs efficacités et l'avancement du projet [34]. Le chef de projet est amené à vérifier si les informations et les ordres sont partagés avec tous les intervenants du projet pour favoriser leurs engagements. La diffusion à temps des informations aide beaucoup dans la gestion des changements qui pourrait survenir lors du projet.

Selon les interrogés de notre enquête la multiplicité des ordres et des informations est parmi les décisions prises par le chef de projet pour encourager la coopération entre les membres de l'équipe projet et augmenter leur productivité.

- *La sensibilisation du personnel:*

La sensibilisation du personnel constitue l'épine dorsale de tout projet. La sensibilisation des acteurs du projet ERP est une condition majeure pour former une équipe unie en s'assurant que les membres de l'équipe communiquent bien et s'intègrent ensemble [33]. La sensibilisation concerne l'ensemble des activités mises



en œuvre en vue d'engager dans le projet de changement tous les acteurs. Selon Ménard et Bernier [217], elle consiste à communiquer la vision et faire participer les acteurs dès le départ et stimuler leur participation en leur permettant d'exprimer leur opinion.

Selon notre enquête, la sensibilisation du personnel est une action à mettre en œuvre lors des problèmes au niveau de la coopération au sein de l'équipe.

- *La motivation du personnel :*

Dans le contexte d'un projet, la motivation d'une équipe est la satisfaction d'un certain nombre de besoins conscients et inconscients [5]. Elle constitue l'ingrédient clé dans la gestion effective de l'équipe projet [155].

Cette compétence implique la mise en place d'une équipe de la taille et de la composition voulues qui convient au projet d'implémentation de l'ERP en créant un climat propice à la créativité et la collaboration chez les membres de l'équipe [49]. Il s'agit de motiver ces membres et de les autoriser pour l'exécution et la réalisation du projet afin de les amener à accroître leur productivité [338].

En cas de dysfonctionnement au niveau de la coopération entre les membres de l'équipe projet et lorsqu'il ya une baisse fréquente de leur productivité, la décision de la motivation du personnel s'avère importante.

- *Les connaissances :*

Cette variable d'action correspond à la documentation. La gestion de projet ERP à forte transformation organisationnelle exige une documentation importante. Pour cela, le chef de projet doit recueillir et analyser les informations nécessaires. La documentation est une composante principale pour améliorer les connaissances du personnel. Une bonne politique documentaire est celle dont le contenu est explicite, pratique, compréhensible et adaptée au contexte opérationnel de l'entreprise [97].

Le chef de projet ERP pourra adopter certaines mesures s'il constate un manque d'expertise au sein de son équipe telle que la documentation [32]. Cette documentation est employée pour répondre aux questions et aux doutes qui pourraient surgir pendant les tâches de la gestion de projet.

- *La réorganisation des tâches :*

En fonction des besoins mis en évidence pour le projet, il est nécessaire souvent de réorganiser l'équipe projet par son chef qui constate une insuffisance de compétences ou manque de productivité [32]. La réorganisation des tâches permet de constituer une équipe plus cohérente et plus impliquée.

Selon les interrogés de notre enquête, le chef de projet prend la décision de réorganiser les tâches au sein de son équipe pour combler le manque de compétences ou la baisse de leur productivité.

- *La responsabilisation du personnel:*

Le principe de la responsabilisation, dans la gestion de projet, se traduit par la mise en regard pour chaque acteur de l'objectif à atteindre et du plan d'action correspondant [30]. Lors de besoin de rééquilibrage des compétences actuelles avec des compétences futures, le chef de projet prend la décision de s'engager à responsabiliser les intervenants à réaliser leurs tâches et à améliorer leurs connaissances en gestion de projet ERP afin de combler l'écart. Dans ce cas, l'objectif principal du chef de projet est de s'assurer que l'ensemble des cibles s'approprie le projet.

- *L'organisation des réunions*

L'organisation des réunions ou ateliers permettent aux membres de l'équipe projet de s'accorder sur les procédures et méthodes de travail à adopter par exemple et permettent surtout de manière formelle ou informelle de travailler en groupe avec le même objectif afin d'échanger leurs connaissances et leurs expériences [30]. Il ne faut pas négliger non plus que ces réunions peuvent permettre de faire passer des messages et notamment de donner sa place au projet.

Les responsables interviewés affirment que des réunions périodiques sont conduites avec la direction générale pour le suivi du déroulement du projet ERP. Dans ces réunions, les membres de l'équipe projet prennent plus de connaissances concernant les ERP. Pour cela, les réunions sont menées en cas de constat de compétences insuffisantes ou non adaptées.

### *Les variables de commande ou de contrôle*

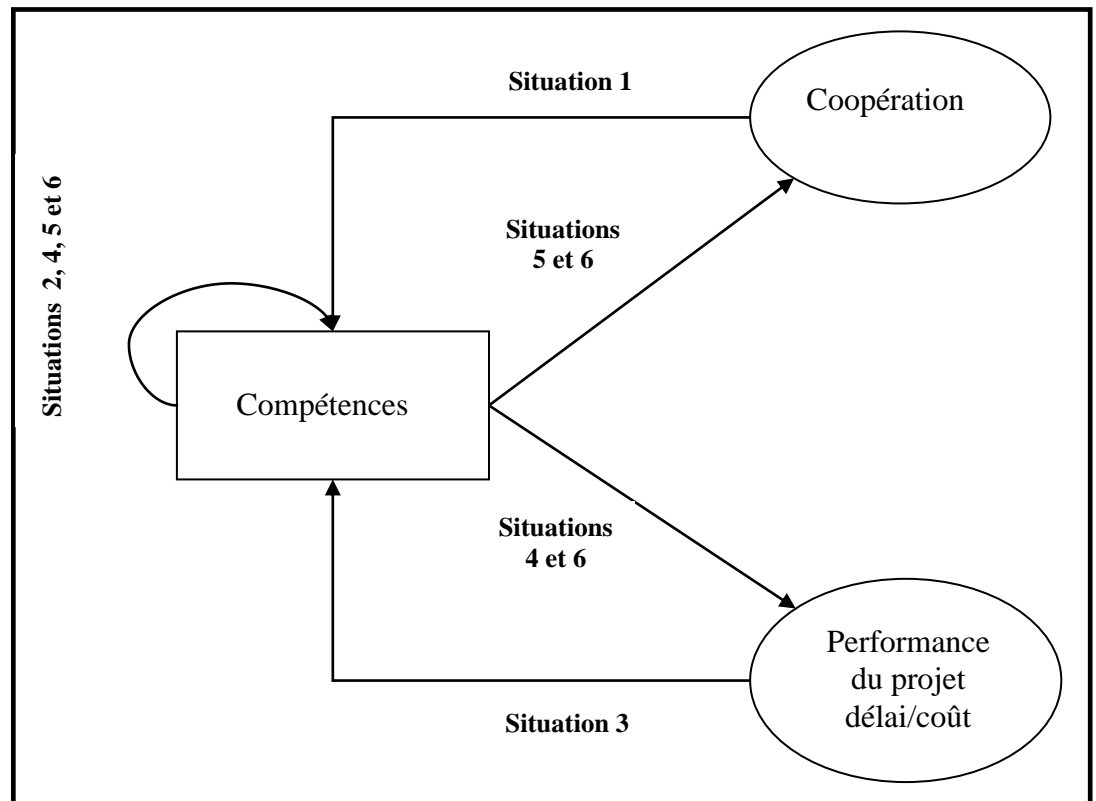
Dans le cadre de notre vision globale de la gestion des compétences lors de la mise en œuvre du système ERP axée sur une problématique comportementale nous identifions cinq variables de contrôle que nous avons traité au chapitre 2:

- *La coopération*
- *La productivité du personnel*
- *L'expérience du personnel*
- *Les compétences du personnel*
- *Le rééquilibrage des compétences*

#### **6.3.2. PRINCIPE DES HYPOTHÈSES DU MODÈLE À COURT TERME**

Comme le montre la figure 13, il existe des relations de causalité entre trois variables de contrôle seulement telles que les compétences, la coopération et la performance (délai/coûts). Ce qui nous permet de mieux comprendre les interactions entre les éléments de la problématique.

**Figure 13: Principe des hypothèses du modèle à court terme**



Cette hypothèse se compose de trois niveaux d'idées distincts. Le premier niveau représente l'interaction entre les compétences et la coopération. Le second niveau constitue les compétences en soi-même. Finalement, le troisième niveau représente l'interaction entre les compétences et la performance du projet.

#### ***Premier niveau: compétences – coopération***

La coopération est contrôlée par les compétences en cas d'un besoin de rééquilibrage des compétences actuelles (situation 5) et une baisse de productivité des personnels (situation 6).

Ainsi, les compétences sont contrôlées par la coopération en cas de manque de coopération entre les membres de l'équipe projet ERP (situation 1).

#### ***Deuxième niveau: compétences***

Les compétences sont contrôlées par eux-mêmes en cas de manque d'expertise au sein des membres de l'équipe projet (situation 2), de constat des compétences insuffisantes ou non adoptées (situation 4), de besoin de rééquilibrage des compétences actuelles avec des compétences futures (situation 5) et lorsqu'il y a une baisse de productivité des personnels (situation 6).

Il a été constaté dans l'enquête que la variable compétences était la plus contrôlée car elle agit sur la coopération, la performance du projet (délai/coût) et sur elle-même.

#### ***Troisième niveau: compétences – performance du projet***

La performance du projet est contrôlée par les compétences en cas de constat de compétences insuffisantes ou non adoptées (situation 4) et en cas de baisse de productivité des personnels (situation 6).

Par ailleurs, les compétences sont contrôlées par la performance du projet en cas de dysfonctionnement au niveau de la prévision des risques (délai/ coût) (situation 3).

### **6.4. UNE PROPOSITION DU MODELE DE LA GESTION DES COMPETENCES A COURT TERME**

#### **6.4.1. LE MODELE DU SYSTEME OPERANT**

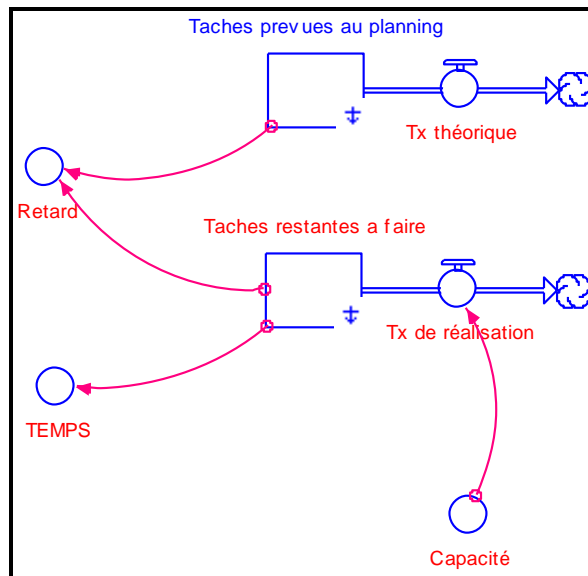
Rappelons que notre recherche s'intéresse à la compréhension des mécanismes décisionnels, ce qui nécessite toutefois la représentation complète de la gestion des compétences avec ses trois composantes telles que le système opérant et les systèmes d'information et de pilotage.

Le système opérant est important pour la fermeture des boucles cybernétiques par des mesures continues de terrain.

A court terme, nous représentons le modèle opérant comme une boîte noire avec des intrants et extrants des flux. A ce niveau hiérarchique de décision, le système opérant se représente comme un processus de réalisation des tâches (voir figure 14).

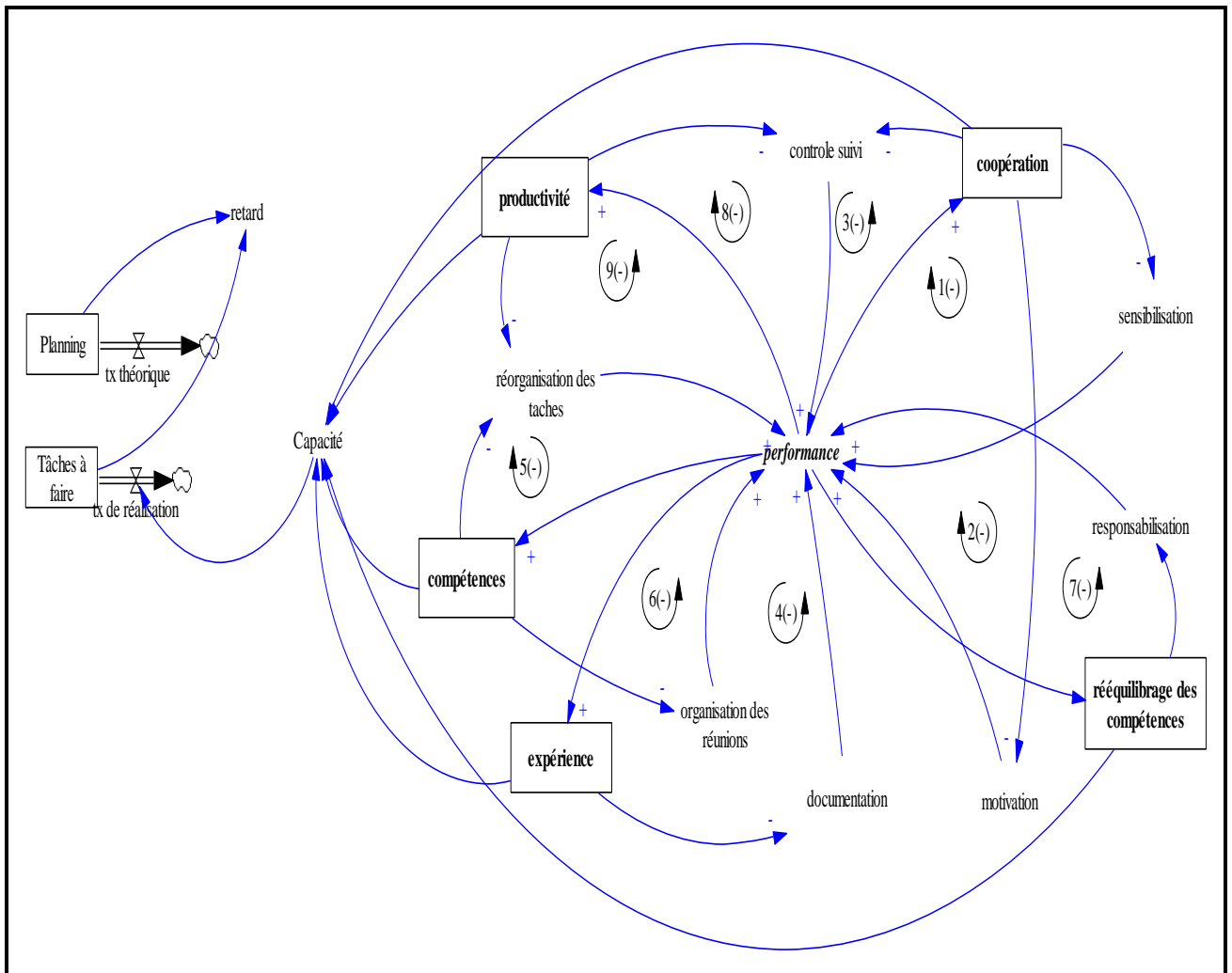
Dans le système opérant, le retard du projet résulte de la différence entre des tâches prévues au planning et celles restantes à faire qui dépendent du taux de réalisation. Nous avons considéré que le nombre de tâches prévues au planning est égale au nombre de jours pour la mise en œuvre du système ERP, c'est-à-dire, l'objectif est de réaliser une tâche par jour.

**Figure 14: Modèle du système opérant à court terme**



Pour cela, nous représentons dans la figure 15 le modèle de pilotage complété par le modèle de système opérant pour constituer le macro-modèle complet.

**Figure 15: Macro-modèle de pilotage des compétences**



Nous remarquons dans ce modèle qu'il ya cinq variables de commande qui agissent sur le système opérant à savoir ; la productivité, les compétences, la coopération, l'expérience et le rééquilibrage.

Cependant, la performance est définie par confirmation entre objectifs préalablement fixé et le résultat atteint. C'est un concept qui mesure donc le degré d'atteinte des objectifs. Nous considérons alors la performance comme étant l'état d'avancement du projet en termes de respect de délai et de budget prévus. Pour cela, elle se représente, dans notre modèle, comme une variable objectif, elle n'influe pas directement sur la capacité mais elle influe sur les autres variables. En d'autre terme, la performance subit les fluctuations exogènes des autres variables.

#### 6.4.2. LES MODÈLES DESCRIPTIFS D'ACTIVATION DES INDICATEURS DE CONTRÔLE À COURT TERME

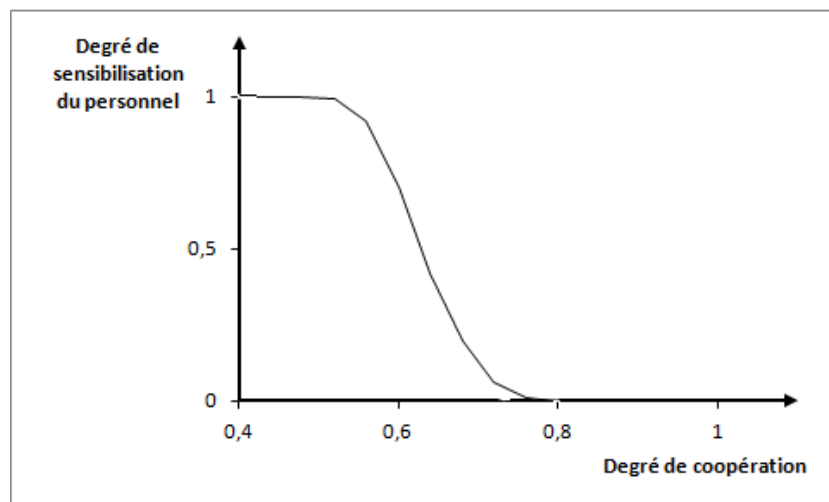
Dans ce paragraphe, nous présentons les différentes fonctions de transfert  $f$  qui décrivent les relations non linéaires entre les différentes variables du modèle de type  $y = f(x)$  avec  $0 \leq f(x) \leq 1$ .

Il s'agit souvent d'une représentation empirique d'un phénomène social dont la forme quantitative n'est qu'une représentation de la réalité.

*La boucle 1 :*

Le terrain nous a montré que l'influence du niveau de la coopération sur la sensibilisation du personnel pourrait être représentée sous forme d'une courbe comme l'indique la figure 16.

**Figure 16: Influence de la coopération sur la sensibilisation**

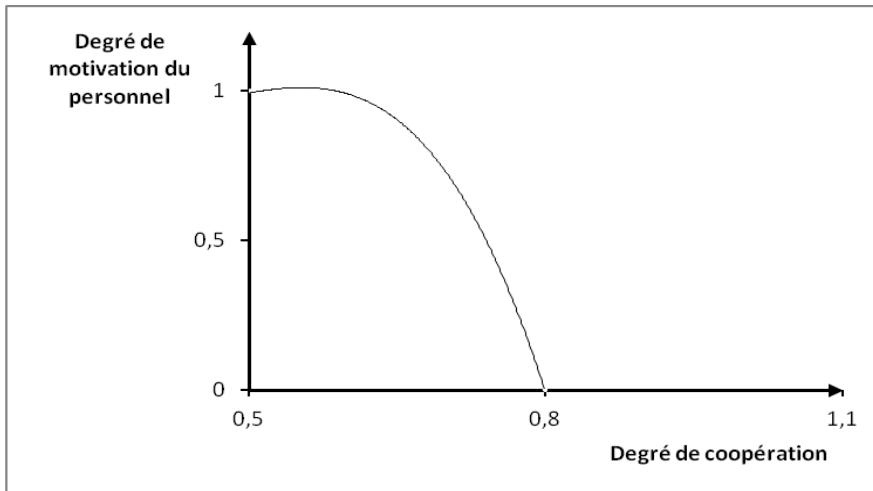


A partir d'un niveau de coopération de 40%, la sensibilisation du personnel atteint son maximum jusqu'à que la coopération s'améliore (55%). Puis, le responsable décide de réduire progressivement la sensibilisation pour l'arrêter à un niveau de 80% de coopération.

*La boucle 2 :*

La motivation du personnel agit également sur la coopération d'après la courbe de la figure 17. La courbe est de type parabolique. Elle montre que le responsable accélère la motivation lorsque le niveau de coopération est de 50% ; puis il la baisse graduellement jusqu'à la supprimer pour un niveau de coopération de 80%.

**Figure 17: Influence de la coopération sur la motivation**



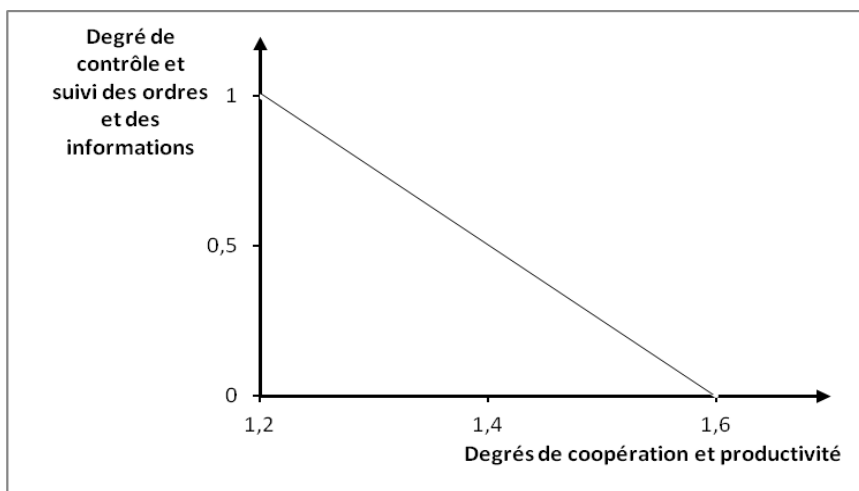
Nous remarquons que le responsable accorde plus de priorité à la motivation du personnel qu'à leur sensibilisation.

*Les boucles 3 et 8 :*

Le taux du contrôle des ordres et des informations agit sur la coopération et la productivité comme l'indique la figure 18.

Le niveau minimal de la productivité et la coopération ayant été fixé à 120% pour que les boucles 3 et 8 réagissent. A un niveau supérieur à leur valeur minimal, le contrôle des ordres et des informations diminue progressivement pour s'annuler à un niveau de 160% de productivité et de coopération.

**Figure 18: Influence de la coopération et productivité sur le contrôle des ordres**

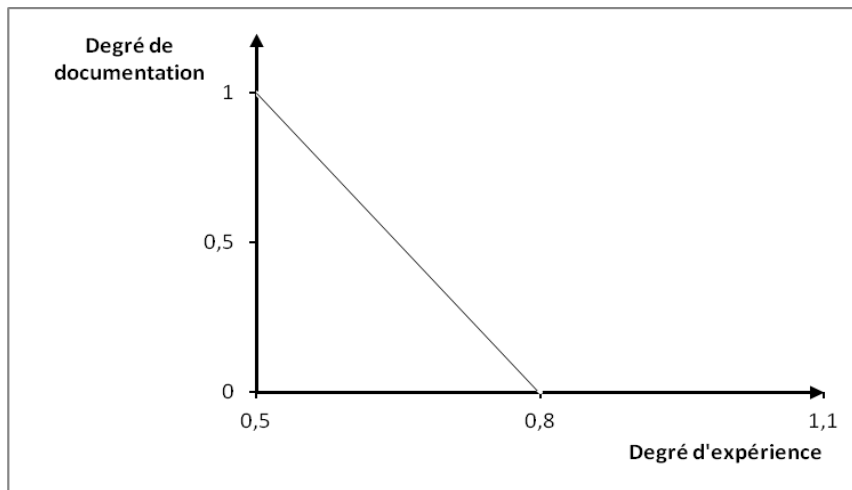




#### *La boucle 4 :*

Nous avons observé sur le terrain que le niveau d'expérience influe sur la documentation (voir figure 19). En effet, lorsque le niveau d'expérience est faible (50%), la documentation atteint son maximale pour améliorer les connaissances des membres de l'équipe projet. On arrête cette documentation dès que le niveau d'expérience est amélioré et atteint 80%.

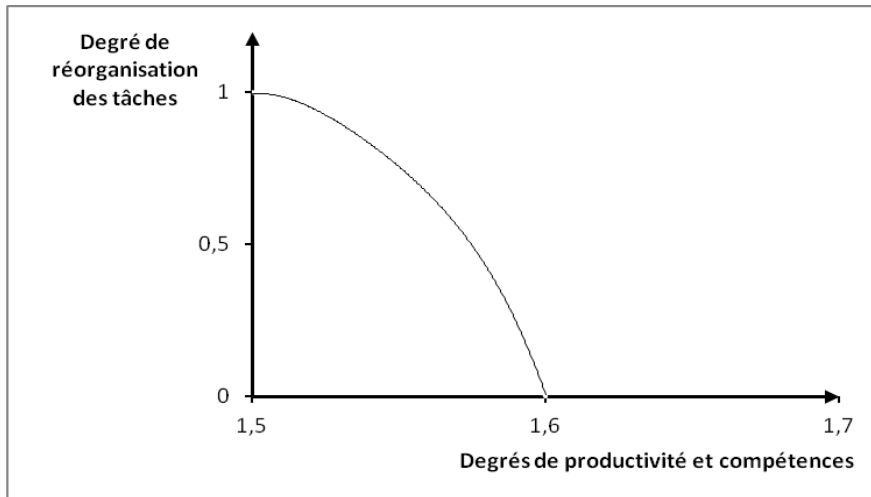
**Figure 19: Influence de l'expérience sur la documentation**



#### *Les boucles 5 et 9:*

En cas de compétences insuffisantes ou de baisse de productivité, l'effort de la réorganisation est poursuivi. La courbe de la figure 20 montre qu'à partir d'un niveau de 150% de compétences et de productivité, la réorganisation des tâches est maximale. Elle est réduite progressivement lorsque le niveau de compétences et de productivité s'améliore. Cette influence améliore la performance du projet ERP et diminue le retard.

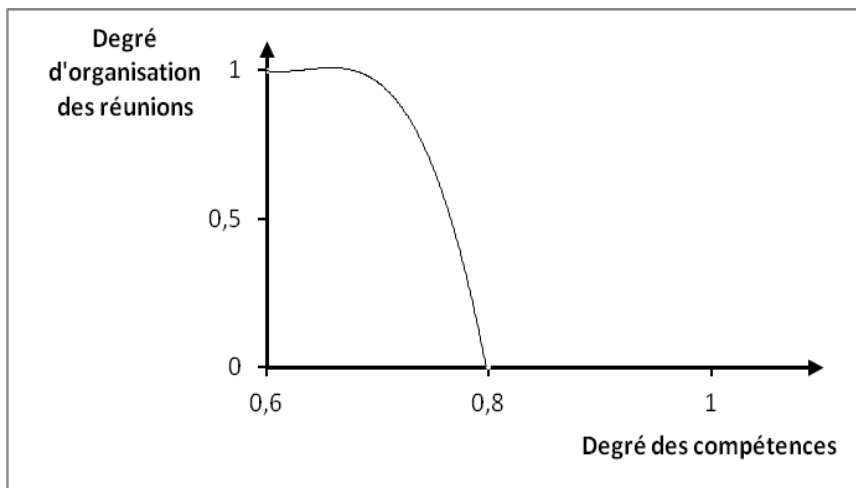
**Figure 20: Influence de la productivité et des compétences sur la réorganisation des tâches**



*La boucle 6 :*

L'organisation des réunions dépend du niveau des compétences. En cas de compétences insuffisantes ou non adaptées, le nombre de réunions s'élève pour trouver des solutions aux problèmes rencontrés. Le terrain nous a permis de représenter la courbe de l'influence des compétences sur l'organisation des réunions.

**Figure 21: Influence des compétences sur l'organisation des réunions**

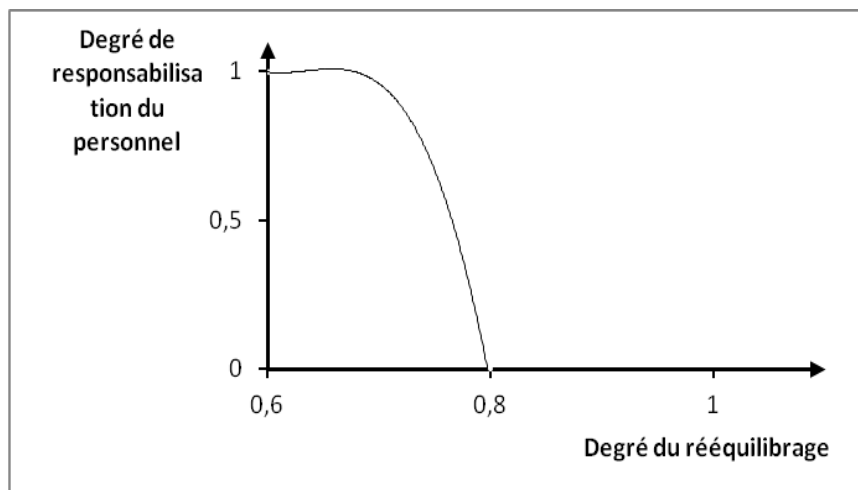


Le responsable prend la décision d'augmenter la fréquence de l'organisation des réunions à partir d'un niveau de compétences représentant que 60%. A un seuil fixé à 80% du niveau des compétences, toutes les réunions sont annulées.

*La boucle 7 :*

Le besoin de rééquilibrage des compétences actuelles et futures agit sur la responsabilisation qui se représente dans la figure 22 par un coefficient variant entre 0 et 1 (1 pour responsabilisation maximale et 0 pour pas de responsabilisation). Une responsabilisation maximale est effectuée dans le cas où le rééquilibrage atteint 60%. Alors que ce coefficient est de 0 lorsque le rééquilibrage s'améliore et aboutit 80%.

**Figure 22: Influence du rééquilibrage sur la responsabilisation**



## 6.5. ELABORATION D'UN MODELE FLUX-STOCKS

A travers notre enquête et en se basant sur nos observations sur le terrain, nous avons constaté que lors de dysfonctionnements de la gestion des compétences, la majorité des répondants donne une importance dans un ordre décroissant aux contrôle et suivi des ordres et des informations, puis à la réorganisation des tâches et enfin à la motivation. De ce fait, nous avons choisi l'équation représentant le taux d'amélioration de la performance comme suit :

$$\text{Amélioration\_PERF} = \text{if } \text{ratio\_PERF} < 1 \text{ then } (\text{if } \text{retard} = 0 \text{ then } 0 \text{ else } ((4 * \text{Contrôle\_et\_suivi} + 3 * \text{Réorganisation} + 2 * \text{Motivation} + \text{Responsabilisation} + \text{Sensibilisation} + \text{Organisation\_réunion} + \text{Meilleure\_documentation}) / 13)) \text{ ELSE } 0$$

Une équation du taux avec des poids identiques permet aux boucles de réagir de la même façon. Pour cela, nous avons choisi une équation du taux d'entrée représentant l'amélioration

de la performance avec des poids différents. Ce taux d'un modèle de dynamique des systèmes représente dans notre cas la politique choisie par le décideur.

Certains répondants trouvent que la multiplicité des contrôles et le suivi des ordres et des informations est une solution prioritaire pour l'amélioration de la coopération entre le personnel et l'augmentation de leur productivité. De ce fait, nous avons choisi un poids de 4 à cette variable d'action.

Nous avons attribué un poids de 3 à la réorganisation des tâches puisque cette action contrôle la productivité du personnel et leurs compétences. Ainsi, la motivation du personnel paraît plus importante que les autres variables d'action, ce qui nous permet de choisir un poids de 2 pour la motivation. Alors que la sensibilisation du personnel, l'organisation des réunions et la documentation ont le même poids.

Cette équation représente deux cas :

- 1<sup>er</sup> cas : si le ratio perf < 1 c'est-à-dire si le niveau de performance est inférieur à la valeur désirée (0,8), alors deux conditions sont évoquées. Si le retard est nul, nous avons considéré le chef de projet ne réagit pas. Cependant, s'il ya un retard, le chef de projet cherche à améliorer la performance à travers l'équation suivante :

$$\text{Amélioration\_PERF} = (4 * \text{Contrôle\_et\_suivi} + 3 * \text{Réorganisation} + 2 * \text{Motivation} + \text{Responsabilisation} + \text{Sensibilisation} + \text{Organisation\_réunion} + \text{Meilleure\_documentation}) / 13$$

- 2<sup>ème</sup> cas : si ratio perf > 1, ce qui signifie le niveau de performance est supérieur à la valeur désirée, dans ce cas le chef de projet ne réagit pas.

### 6.5.1. FORMALISATION MATHÉMATIQUE DES POLITIQUES DE DÉCISION À COURT TERME

Du diagramme des causalités élaboré précédemment, nous proposons des équations aux différences finies permettant de caractériser notre modèle.

Dans les modèles de dynamique des systèmes, il est nécessaire de distinguer deux types de variables fondamentales : variable de niveau (stock) et variable de taux (flow). Les variables de niveau représentent les résultats accumulés dans le temps. Ce sont des variables qui représentent l'état (physique ou informationnel) du système en l'instant  $t$ . Les variables de taux représentent le taux de changement des niveaux.

En général, si un niveau a  $j$  flux entrée-sortie, l'équation continue de ce niveau est :

$$\text{Niveau}(t) = \text{Niveau}(0) + \int_0^t (\sum_j \text{Entrée} - \text{Sortie}) * dt$$

Cette équation explique que pendant un intervalle de temps  $dt$ , le changement de valeur du niveau est mesuré par la différence entre ce qui entre et ce qui sort. Si un modèle a  $n$  niveaux, il a mathématiquement un système de  $n$  équation différentielles du premier ordre. Selon Popper (1973), les variables de niveau sont indépendantes du moins au premier degré et ces interdépendances se situent au niveau des flux qui modifient les niveaux. Les variables de niveau expriment non seulement l'état du système mais aussi les intégrations des flux.

Les variables de taux dépendent des variables de niveaux ou des variables auxiliaires.

Dans notre recherche, les différentes variables se définissent comme suit :

$X_{perf}$  : la variable de niveau performance

$X_{coop}$  : la variable de niveau coopération

$X_{comp}$  : la variable de niveau compétence

$X_{prod}$  : la variable de niveau productivité

$X_{reeq}$  : la variable de niveau rééquilibrage

$X_{exp}$  : la variable de niveau expérience

Valeur désirée : la valeur du variable de niveau souhaité = 0,8

- **Ajustement du niveau de coopération**

Le niveau de coopération peut se décrire par l'équation aux différences finies suivante :

$$X_{coop}(t) = X_{coop}(t - dt) + (Amél\_X_{coop} - Dég\_X_{coop}) * dt$$

$$Amél\_X_{coop} = \text{if ratio\_X}_{perf} \geq 1 \text{ then } 0 \text{ else } (\text{ratio\_X}_{perf} - \text{ratio\_X}_{coop})$$

$$Dég\_X_{coop} = \text{if ratio\_X}_{perf} < 1 \text{ then } (\text{fluctuations\_negatives\_X}_{coop} + 1 - \text{ratio\_X}_{perf}) \\ \text{else } \text{fluctuations\_negatives\_X}_{coop}$$

Avec

$X_{coop}(t)$  : le niveau de la coopération à l'instant  $t$

$X_{coop}(0)$  : la valeur initiale de la coopération égale à la valeur désirée

$Amél\_X_{coop}$  : le taux d'amélioration du niveau de la coopération

$Dég\_X_{coop}$  : le taux de dégradation du niveau de la coopération

$\text{Alpha\_random\_2} = \text{RANDOM}(0, \text{alpha } 2)$

alpha 2 c'est la perturbation exogène sur la coopération

$\text{ratio\_Xcoop} = \text{Xcoop}/\text{valeur\_désirée}$  ; Ce coefficient est le rapport entre le niveau de coopération et la valeur initiale. Il permet d'agir sur le taux d'amélioration et le taux de dégradation pour rechercher l'équilibre et avoir le niveau de coopération désirée.

#### ▪ **Ajustement du niveau des compétences**

Le niveau des compétences à l'instant  $t$  est déterminé en fonction de l'historique de la différence entre le taux d'amélioration et de dégradation des compétences, et du niveau de compétences :

$$\text{Xcomp}(t) = \text{Xcomp}(t - dt) + (\text{Amél\_Xcomp} - \text{Dég\_Xcomp}) * dt$$

$\text{Amél\_Xcomp} = \text{if ratio\_Xcomp} \geq 1 \text{ then } 0 \text{ else } (\text{ratio\_Xperf} - \text{ratio\_Xcomp})$

$\text{Dég\_Xcomp} = \text{if ratio\_Xperf} < 1 \text{ then } (\text{fluctuations\_negatives\_Xcomp} + 1 - \text{ratio\_Xperf})$   
else  $\text{fluctuations\_negatives\_Xcomp}$

Avec

$\text{Xcomp}(t)$  : le niveau des compétences à l'instant  $t$

$\text{Xcomp}(0)$  : la valeur initiale des compétences égale à la valeur désirée

$\text{Amél\_Xcomp}$  : le taux d'amélioration du niveau de compétences

$\text{Dég\_Xcomp}$  : le taux de dégradation du niveau de compétences

$\text{Alpha\_random\_3} = \text{Random}(0, \text{alpha } 3)$

alpha 3 c'est la perturbation exogène sur les compétences

$\text{ratio\_Xcomp} = \text{Xcomp}/\text{valeur\_désirée}$  ; Ce coefficient est le rapport entre le niveau de compétence et la valeur initiale. Il permet d'agir sur le taux d'amélioration et le taux de dégradation pour rechercher l'équilibre et avoir le niveau de compétence désiré.

#### ▪ **Ajustement du niveau de productivité**

Le niveau de productivité à l'instant  $t$  se détermine par l'équation suivante :

$$\text{Xprod}(t) = \text{Xprod}(t - dt) + (\text{Amél\_Xprod} - \text{Dég\_Xprod}) * dt$$

$\text{Amél\_Xprod} = \text{if ratio\_Xprod} \geq 1 \text{ then } 0 \text{ else } (\text{ratio\_Xperf} - \text{ratio\_Xprod})$

Dég\_Xprod = if ratio\_Xperf <1 then (fluctuations\_negatives\_Xprod+ 1- ratio\_Xperf)  
else fluctuations\_negatives\_Xprod

Avec

Xprod (*t*) : le niveau de la productivité à l'instant *t*

Xprod (0) : la valeur initiale de la productivité égale à la valeur désirée

Amél\_Xprod : le taux d'amélioration du niveau de la productivité

Dég\_Xprod : le taux de dégradation du niveau de la productivité

Alpha\_random\_4=Random (0, alpha 4)

alpha 4 c'est la perturbation exogène sur le rééquilibrage

ratio\_Xprod = Xprod/valeur\_désirée ; Ce coefficient est le rapport entre le niveau de productivité et la valeur initiale. Il permet d'agir sur le taux d'amélioration et le taux de dégradation pour rechercher l'équilibre et avoir le niveau de compétence désiré.

- **Ajustement du niveau du rééquilibrage**

Le niveau du rééquilibrage peut se décrire par l'équation aux différences suivante

$$Xreeq(t) = Xreeq(t - dt) + (Amél\_Xreeq - Dég\_Xreeq) * dt$$

Amél\_Xreeq = if ratio\_Xreeq >=1 then 0 else (ratio\_Xperf- ratio\_Xreeq)

Dég\_Xreeq = if ratio\_Xperf <1 then (fluctuations\_negatives\_Xreeq+ 1- ratio\_Xperf)  
else fluctuations\_negatives\_Xreeq

Avec

Xreeq(*t*) : le niveau du rééquilibrage à l'instant *t*

Xreeq(0) : la valeur initiale du rééquilibrage égale à la valeur désirée

Amél\_Xreeq : le taux d'amélioration du niveau du rééquilibrage

Alpha\_random\_5=Random (0, alpha 5)

alpha 5 c'est la perturbation exogène sur l'expérience

ratio\_Xreeq = Xreeq/valeur\_désirée; Ce coefficient est le rapport entre le niveau de rééquilibrage et la valeur initiale. Il permet d'agir sur le taux d'amélioration et le taux de dégradation pour rechercher l'équilibre et avoir le niveau de rééquilibrage désiré.

- **Ajustement du niveau d'expérience**

Le niveau d'expérience à l'instant  $t$  est déterminé en fonction de l'historique du taux d'amélioration des expériences, et du niveau d'expérience :

$$X_{\text{exp}}(t) = X_{\text{exp}}(t - dt) + (\text{Amél\_Xexp}) * dt$$

$$\text{Amél\_Xexp} = \text{if } X_{\text{exp}} \leq 1 \text{ then (if ratio\_Xexp } < 1 \text{ then (1-ratio\_Xexp)/dt else 0) else 0}$$

Avec

$X_{\text{exp}}(0)$  : la valeur initiale de l'expérience égale à la valeur désirée

$\text{Amél\_Xexp}$  : le taux d'amélioration du niveau de l'expérience

$\text{ratio\_Xexp} = X_{\text{exp}}/\text{valeur\_désirée}$  ; Ce coefficient est le rapport entre le niveau d'expérience et la valeur initiale. Il permet d'agir sur le taux d'amélioration pour rechercher l'équilibre et avoir le niveau d'expérience désiré.

#### ▪ **Ajustement de la performance**

La performance à l'instant  $t$  se calcule à partir de l'équation suivante :

$$X_{\text{perf}}(t) = X_{\text{perf}}(t - dt) + (\text{Amél\_Xperf} - \text{Dég\_Xperf}) * dt$$

$$\text{Amél\_Xperf} = \text{if ratio\_Xperf} < 1 \text{ then (if retard} = 0 \text{ then 0 else ((4*Contrôle_et_suivi+3*Réorganisation+2*Motivation+Responsabilisation+Sensibilisation+Organisation_réunion +Meilleure_documentation)/13)) ELSE 0}$$

$$\text{Dég\_Xperf} = \text{fluctuations\_negatives\_Xperf}$$

Avec

$X_{\text{perf}}(t)$  : le niveau de performance à l'instant  $t$

$X_{\text{perf}}(0)$  : la valeur initiale de performance égale à la valeur désirée

$\text{Amél\_Xperf}$  : le taux d'amélioration du niveau de performance

$\text{Dég\_Xperf}$  : le taux de dégradation du niveau de performance

$$\text{Alpha\_random\_1} = \text{Random}(0, \text{alpha } 1)$$

$\text{alpha } 1$  c'est la perturbation exogène sur la performance

$\text{ratio\_Xperf} = X_{\text{perf}}/\text{valeur\_désirée}$ ; Ce coefficient est le rapport entre le niveau de performance et la valeur initiale. Il permet d'agir sur le taux d'amélioration et le taux de dégradation pour rechercher l'équilibre et avoir le niveau de performance désiré.



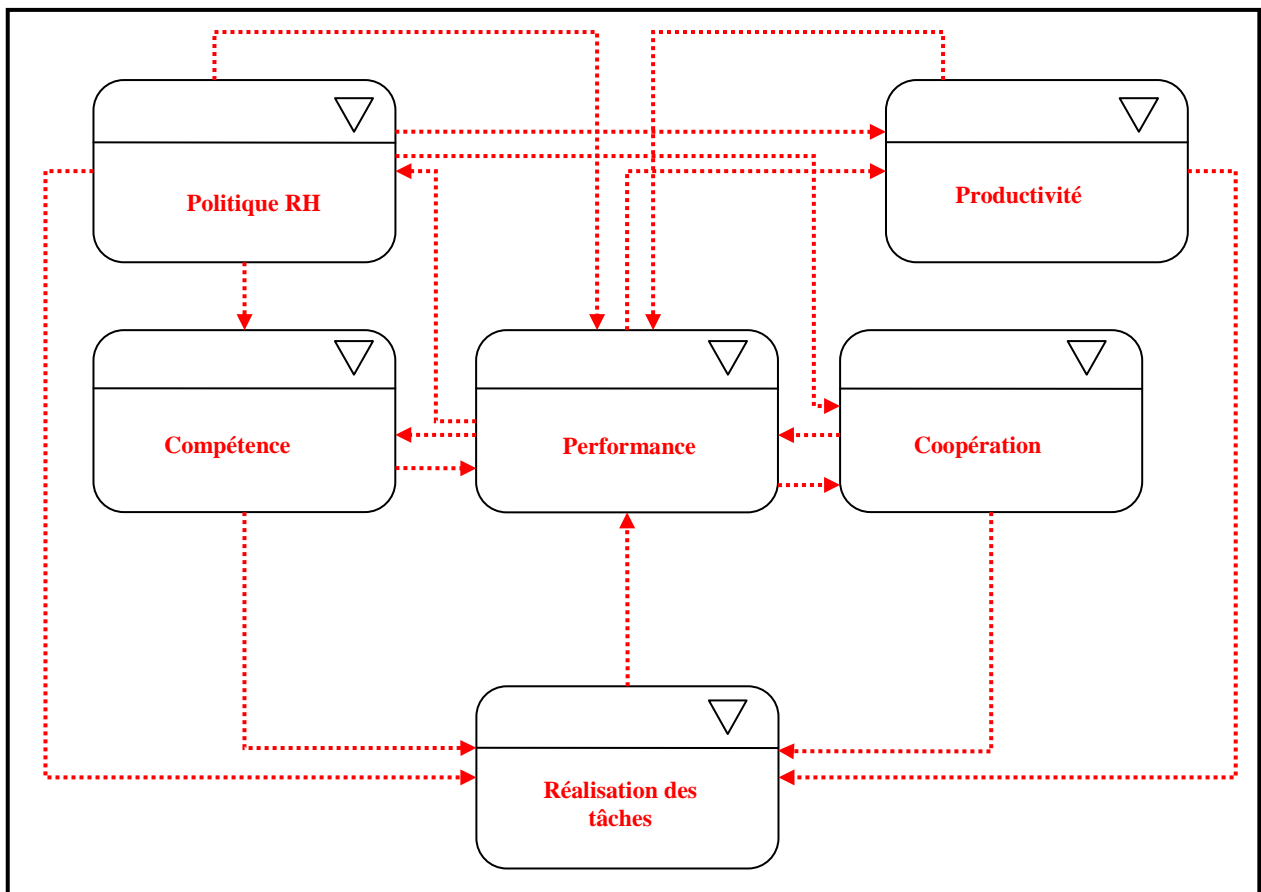
L'ajustement de la performance dépend de plusieurs facteurs tels que le contrôle et la suivi, la meilleure documentation, la responsabilisation, la sensibilisation, l'organisation des réunions, de la réorganisation des tâches et de la motivation. Pour nous, la contribution à la performance est tributaire d'une combinaison de ces facteurs.

### 6.5.2. ARCHITECTURE GLOBALE DU MODÈLE FLUX-STOCKS PROPOSÉ

Basé sur le diagramme de causalité et les formulations mathématiques, le modèle de dynamique des systèmes est construit à l'aide du logiciel de simulation dynamique *Ithink*.

Dans la figure 23, nous présentons la structure générale du modèle. Ces systèmes sont représentés par quelques composants principaux : coopération, compétence, productivité, politique ressources humaines (rééquilibrage des compétences), performance et réalisation des tâches.

Figure 23: Architecture générale du modèle de gestion des compétences à court terme



Ces composants sont développés dans le diagramme de flux-stocks présenté en Annexe 2 et les équations du modèle en détail sont présentées dans l'Annexe 3.

## **6.6. VALIDATION DU MODÈLE PAR SIMULATION**

### **6.6.1. SIMULATION AVEC LES DONNÉES RÉELLES**

Nous avons simulé le modèle sans perturbations exogènes pour vérifier l'état d'équilibre du modèle. Désirant que la performance, la coopération, la productivité, l'expérience, le rééquilibrage et les compétences soient égales à la valeur désirée (0,8), les résultats montrent que le modèle maintient son équilibre pendant toute la simulation (400 jours). Par conséquent, il n'y a pas de retard et que toutes les tâches planifiées sont réalisées.

### **6.6.2. LA VALIDATION DU MODÈLE**

En se basant sur les conseils de Walliser [322], le processus de généralisation des modèles consiste à élargir le champ de validité par rapport aux quatre paramètres suivants : l'objectivité, l'universalité, la permanence et la globalité des modèles [303].

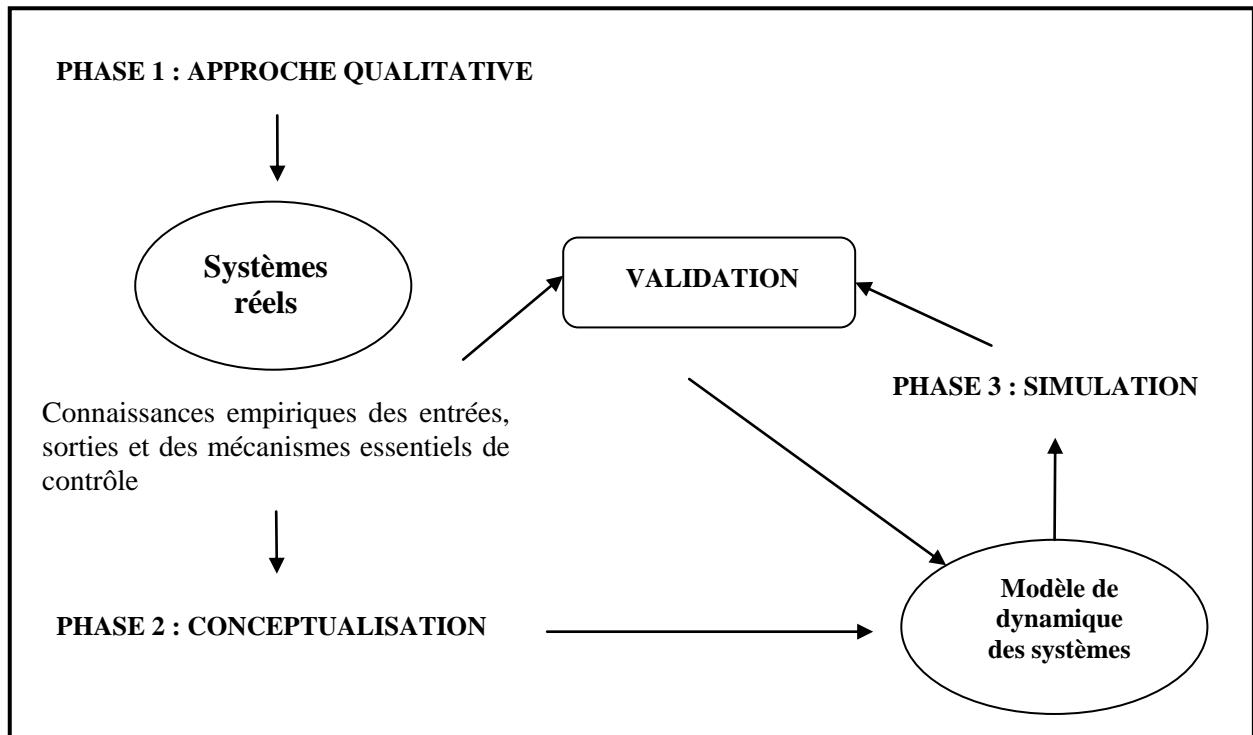
Néanmoins, la validité d'un modèle doit être associée à la validité de ses objectifs. Le jugement reste cependant subjectif. En fait, le problème est d'ordre épistémologique.

La démarche globale de validation de notre modèle inspirée par Thiel [304] est schématisée dans la figure 24.

Les modèles doivent être validés en tenant compte de deux aspects principaux : structurel et comportemental [113]. La structure de ce modèle a été conçue à l'aide d'une approche qualitative de la gestion des compétences qui a permis une compréhension partielle de mécanismes de décision par un audit systémique et une enquête intensive. Une conceptualisation des connaissances a conduit à des schémas cybernétiques de décision et des modèles génériques. Notre modèle sera simulé et son comportement analysé à partir d'un scénario faiblement perturbé. Cette démarche nous permet de tester d'une part le fonctionnement du modèle et d'autre part, son robustesse.

Il est également important de noter qu'il n'existe pas de théories sur les comportements de ces systèmes complexes, ce qui rend le processus de validation beaucoup moins rationnel [110].

Figure 24: Démarche de validation des modèles [304]



Enfin, nous retenons également comme jugement de validité de notre modèle un référentiel basé sur les différentes discussions avec les responsables des entreprises qui nous a permis d'analyser la réactivité à court terme des acteurs lors des dysfonctionnements pour construire notre modèle de dynamique des système que nous avons présenté précédemment.

### ***En résumé***

Ce chapitre que nous venons d'exposer a constitué les bases fondamentales de nos travaux. Il découle de nos investigations sur le terrain et du référentiel théorique que nous avons retenu.

Par rapport à notre problématique, nous avons plus particulièrement développé la modélisation des systèmes d'information et pilotage des compétences. Quatorze boucles de feedback ont été conceptualisées à partir d'indicateurs les plus sensibles dégagés de l'enquête préalable. Ces variables commandent individuellement ces différentes boucles de régulation.

Enfin, nous avons construit un modèle flux-stocks de simulation de la gestion des compétences. Le chapitre suivant permettra à l'aide de ce modèle d'étudier le comportement du système face à des dysfonctionnements. L'objectif sera ensuite de proposer des politiques de décisions nécessaires afin de faire face à des fluctuations et des aléas.

# Chapitre 7

## Résultats des simulations

La simulation des modèles a pour objectif d'analyser la dynamique du pilotage des compétences face à des perturbations. Les types et les niveaux de perturbations des variables se définissent aussi bien d'après les observations réelles que d'après des choix à priori intéressants et jugés réalistes.

Parmi les multiples scénarios possibles, nous choisissons de traiter un cas qui traduit des perturbations observés dans la réalité sur un horizon à court terme.

Ce chapitre est consacré à la présentation et l'analyse des résultats de la recherche. Nous expliquons tout d'abord le principe de la simulation et l'analyse des résultats. Ensuite, nous présentons le cas observé sur le terrain et nous étudions le comportement du modèle face aux perturbations exogènes. Nous étudions également la prééminence des différentes boucles du modèle. Puis, nous proposons quelques scénarios relevés à travers l'enquête. Enfin, nous présentons l'apport de cette recherche pour l'amélioration du pilotage des compétences.

- 7.1. Principe de la simulation et de l'analyse des résultats
- 7.2. Présentation du cas observé sur le terrain
- 7.3. Comportements du face aux perturbations exogènes
- 7.4. Etude de sensibilité des différentes boucles de régulation
  - 7.4.1. La suppression boucle par boucle
  - 7.4.2. Proposition de modèle simplifié
- 7.5. Proposition de quelques scénarios relevés à travers l'enquête
- 7.6. Apport de la recherche pour l'amélioration du pilotage des compétences

## 7.1. PRINCIPE DE LA SIMULATION ET DE L'ANALYSE DES RÉSULTATS

L'enquête menée auprès des entreprises a permis d'identifier les principaux mécanismes de décision suite à des fluctuations déséquilibrant le pilotage des compétences. Un modèle a été proposé intégrant l'ensemble de ces mécanismes non linéaires. La simulation permettra d'améliorer notre connaissance du comportement global de ce système complexe, en essayant d'identifier des boucles de feedback prééminentes ou encore inutiles.

Pour provoquer différentes réactions du modèle, nous le soumettrons à des scénarios réalistes correspondant à des activités plausibles en entreprises. Ce qui nous permettra de perturber l'ensemble des mécanismes inter-connectés de ce modèle.

Les différents indicateurs de contrôle des modèles à court sont instanciés durant la simulation par des tables de pseudo-nombres au hasard. Chaque variable est décrite par sa distribution de probabilité subjective découlant de l'enquête préalable. A chaque pas de calcul, un tirage au sort s'effectue pour les cinq variables de contrôle.

Dans un premier temps, les différentes boucles de pilotage seront testées individuellement avec un système opérant simplifié de manière à valider chaque mécanisme représenté. Dans un deuxième temps, après assemblage de l'ensemble ces boucles, le modèle complet sera simulé en activant de façon aléatoire toutes les variables de commande. Plusieurs simulations seront lancées et les résultats analysés.

La démarche d'analyse des résultats des simulations du modèle global se décompose comme suit :

- Analyse de stabilité du modèle : nous observons le comportement du modèle à partir de différents scénarios. Il s'agit d'analyser les résultats les plus significatifs suite à une baisse occasionnelle de 30% et des variations exogènes aléatoires des variables de commande entre 0 et 30% ;
- Etude de prééminence des boucles : il s'agit d'une étude de sensibilité des différentes boucles permettant de mettre en évidence des mécanismes prééminents grâce à une inhibition successive de chacune des boucles de contrôle. La comparaison des comportements du modèle avec toutes ses boucles et avec une boucle en moins (prise une à une) a permis d'identifier les mécanismes inefficaces ou peu efficaces et les mécanismes essentiels (*cf.* prééminentes).

Nous avons retenu cette démarche basée sur une perturbation globale et graduelle du modèle. D'autres scénarios auraient pu être menés en croisant différents paramètres et en utilisant par exemple les plans d'expériences [286].

## **7.2. PRESENTATION DU CAS DES PROJETS ERP EN TUNISIE**

Les figures 16, 17, 18, 18, 19, 20, 21 et 22 montrant les différentes fonctions de transfert de notre modèle, ainsi que la figure 15 élaboré à partir de l'enquête nous permettent de réaliser les simulations.

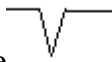
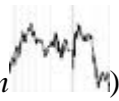
Pour analyser la stabilité de notre modèle, nous allons effectuer de différentes perturbations des variables de commandes.

La gestion des compétences est influencée par les perturbations au niveau de ses cinq variables de commande:

- La productivité
- La coopération
- Les compétences
- Le rééquilibrage des compétences
- L'expérience : il s'agit d'un cumul de connaissances et d'expertise. Donc, l'expérience ne peut pas être perturbée, dans notre cas.

Nous allons examiner les effets de différents degrés de fluctuations de ces variables sur le comportement du modèle selon deux types (voir tableau 17).

**Tableau 17: Les différents types de fluctuations exogènes**

Types d'évolution	Description
<i>Variations exceptionnelles et répétitives</i>	<p>Une baisse occasionnelle très importante des variables de commande</p> <p>On ne choisit qu'un <i>Pulse négatif</i> qui fait baisser les valeurs des variables de commande</p> 
<i>Variations aléatoires</i>	<p>Les variables fluctuent selon une distribution uniforme entre <math>(-\alpha)</math> et 0</p>  <p>(Random)</p> <p>Nous aurions pu choisir une loi binomiale générant des perturbations négatives de valeur <math>(-\alpha)</math> avec une probabilité donnée</p>

### 7.2.1. COMPORTEMENT DU MODÈLE FACE A DES PERTURBATIONS EXOGÈNES EXCEPTIONNELLES ET RÉPÉTITIVES

Les variations exceptionnelles et répétitives sont simulées à partir de  $t=10$  jours qui correspond à la mise en régime permanent du modèle après une période transitoire.

#### ➤ Perturbation de la productivité

Nous avons simulé une baisse occasionnelle tous les 10 jours des valeurs des variables de productivité de  $(-30\%)$  à partir de  $t=10$  jours (équivalent à une pulse de  $-30\%$  tous les 10 jours). Les fluctuations de la productivité provoquent une forte accélération dans la boucle 9 (la réorganisation des tâches) pour améliorer la performance, alors que la boucle 8 (le contrôle et le suivi des ordres et des informations) réagit avec une intensité moins importante. Ceci s'explique par le recours des chefs de projet ERP à la réorganisation des tâches lors des perturbations.

Nous remarquons également que lorsque le niveau de la productivité diminue, les actions de réorganisation des tâches et le contrôle et le suivi des ordres et des informations commencent à se renforcer jusqu'à le niveau de productivité atteint sa valeur désirée (80%).



Au niveau du système opérant, la diminution du niveau de la productivité entraîne une augmentation dans le retard. Tandis que, quand le niveau de la productivité aboutit 80%, le retard reste stable.

A  $t= 400$  jours (fin du projet), ces fluctuations conduisent un retard de 6 jours, soit 1,5% du délai total et la productivité atteint 77%.

#### ➤ **Perturbation de la coopération**

Nous avons simulé une variation exceptionnelle et répétitive chaque 10 jours du degré de coopération de (-30%) à partir de  $t= 10$  jours. Pour faire face à ces fluctuations, les boucles 2 (la motivation du personnel) et 3 (contrôle et suivi des ordres et des informations) agissent efficacement pour aboutir la performance désirée. Cependant, la boucle 1 (sensibilisation) réagit rarement.

On peut dire que le décideur choisit de motiver le personnel en premier lieu, et la multiplicité des contrôles et suivis des ordres et des informations en deuxième lieu. Il recourt à la sensibilisation qu'au cas du faible niveau de coopération.

Ces perturbations agissent également sur le délai du projet. En cas de diminution du niveau de la coopération, le retard augmente. Ce dernier reste stable lorsque le niveau de coopération est à 80%. A  $t= 400$  jours, le retard s'élève à 6 jours soit 1,5% du délai et la coopération n'atteint que 78%.

#### ➤ **Perturbation des compétences**

A  $t=10$  jours, nous avons effectué une variation exceptionnelle et répétitive chaque les 10 jours du niveau des compétences de (-30%). La réorganisation des tâches (boucle 5) et l'organisation des réunions (boucle 6) s'intensifient pour atteindre une performance désirée (80%). Nous remarquons que la boucle 5 réagit mieux que la boucle 6. Ce qui explique le recours du décideur à l'organisation des réunions dans le cas où le niveau des compétences est très faible.

Lorsque le degré des compétences se dégrade, le retard s'élève progressivement. Cependant, ce dernier reste stable dans le cas où le niveau des compétences est à 80%, ce qui montre la robustesse des boucles.

A la fin du projet, cette variation exceptionnelle et répétitive entraîne un retard 6 jours soit 1,5% du délai.

### ➤ **Perturbation du rééquilibrage**

A partir de  $t= 10$  jours, nous avons simulé une variation exceptionnelle et répétitive chaque les dix jours au niveau du rééquilibrage des compétences de (-30%). Un bon niveau de performance (80%) est assuré grâce à une bonne évolution de la boucle 7 qui permet d'accélérer la responsabilisation du personnel.

Nous constatons que la responsabilisation atteint son maximum (égale à 100%) dans le cas où la valeur du rééquilibrage des compétences est très faible (60%), ce qui est conforme avec la fonction de transfert décrivant la relation entre la responsabilisation et le niveau du rééquilibrage des compétences.

Au niveau du système opérant, ces perturbations agissent également sur les délais. En fait, le retard se stabilise lorsque la boucle 7 montre sa robustesse, et il s'élève lorsque le niveau du rééquilibrage se dégrade. A  $t= 400$  jours, le délai augmente de près de 1,5% soit 6 jours pour un niveau du rééquilibrage des compétences de 77%.

### ➤ **Perturbation simultanée de toutes les variables**

Nous avons effectué une baisse occasionnelle et simultanée tous les dix jours au niveau de toutes les variables de commande de (-30%) à partir de  $t= 10$  jours. Ces fluctuations agissent efficacement sur toutes les boucles pour améliorer la performance.

Curieusement, dans ce cas particulier, le modèle amène à supprimer le retard du projet. Ce qui peut s'expliquer par les fluctuations simultanées de toutes les boucles.

Après la période transitoire du modèle entre le début du projet et le dixième jour, le retard augmente d'un jour, pour diminuer ensuite. La phase où le retard est supprimé montre la robustesse de toutes les boucles. A  $t= 330$  jours, le retard s'élève à 3 jours soit 0,75% du délai et toutes les boucles s'accélèrent pour atteindre une performance désirée (80%).

### *Synthèse des observations*

Nous constatons que lorsque nous effectuons une variation exceptionnelle et répétitive sur chaque variable individuellement, le retard du projet augmente de 6 jours. En revanche, en cas où ces fluctuations agissent sur toutes les variables simultanément, le délai reste stable et donc il n'y a pas de retard. On peut dire qu'une boucle individuelle n'a pas de force suffisante pour annuler le retard.

## 7.2.2. COMPORTEMENT DU MODÈLE FACE À DES PERTURBATIONS EXOGÈNES ALÉATOIRES

### ➤ **Perturbation de la productivité**

Nous avons simulé des variations aléatoires permanentes des niveaux de productivité entre 0 et 30% (avec une probabilité de 50%). Les fluctuations de la productivité provoquent une forte accélération dans la boucle 9 (la réorganisation des tâches) pour assurer une performance désirée (80%). Alors que la boucle 8 (le contrôle et le suivi des ordres et des informations) réagit avec une intensité moins importante. Ceci s'explique par le recours des chefs de projet ERP à la réorganisation des tâches lors des perturbations.

Au niveau du système opérant, la dégradation du niveau de la productivité entraîne une augmentation dans le retard d'une façon linéaire. A  $t=400$  jours, le retard s'élève à 60 jours soit 15% du délai pour un niveau de productivité de 64%. Donc, les boucles 8 et 9 n'ont pas de force suffisante pour corriger le retard suite à 50% des fluctuations de la productivité.

### ➤ **Perturbation de la coopération**

Nous avons effectué des variations exogènes aléatoires des niveaux de coopération entre 0 et 30% avec une probabilité de 50%. Nous constatons que les boucles 1 (la sensibilisation du personnel), 2 (la motivation du personnel) et 3 (la multiplicité du contrôle et suivi des ordres et des informations) réagissent différemment devant ce type de perturbation, tout en garantissant un niveau de performance de 80%.

Ces variations aléatoires et permanentes entraînent une forte augmentation du retard, et ceci à cause des perturbations de la coopération qui ne se régule pas tout au long du projet.

A  $t=400$  jours, le retard s'élève à 60 jours soit 15% du délai. Ceci s'explique par le fait que les boucles des différentes actions à savoir la multiplicité des contrôles et suivi des ordres et des informations, la motivation du personnel et leur sensibilisation ne réagissent pas suffisamment pour assurer une coopération stable. Ces boucles permettent d'assurer que 70% du niveau de la coopération.

### ➤ **Perturbation des compétences**

Nous avons simulé des variations aléatoires et permanentes des niveaux des compétences entre 0 et 30% avec une probabilité de 50%. Les boucles 5 (la réorganisation des tâches) et 6

(l'organisation des réunions) s'intensifient inégalement pour avoir une performance désirée (80%). Face à ces fluctuations, nous remarquons que le décideur accorde une priorité à la réorganisation des tâches.

Une perturbation des compétences trop importante se constate tout au long du projet, ce qui cause une aggravation du retard qui s'élève à 60 jours à la fin du projet (à  $t = 400$  jours). Ce qui explique l'insuffisance des boucles 5 et 6 à réagir pour garantir un niveau des compétences acceptable (80%) puisqu'elles assurent que 71%. On peut dire que ces boucles sont sensibles à ce type de fluctuation et sont dans l'incapacité de récupérer la stabilité du niveau des compétences.

#### ➤ **Perturbation du rééquilibrage des compétences**

Nous avons simulé des variations aléatoires permanentes des niveaux du rééquilibrage des compétences entre 0 et 30% (avec une probabilité de 50%). Les fluctuations du rééquilibrage provoquent une forte accélération dans la boucle 7 par la responsabilisation du personnel afin d'assurer une performance acceptable (80%).

Au niveau du système opérant, la dégradation du niveau du rééquilibrage des compétences entraîne une augmentation dans le retard d'une façon linéaire. De ce fait, à  $t = 400$  jours, le retard s'élève à 59 jours soit 14,75% du délai avec un niveau du rééquilibrage qui atteint que 61%. Donc, la boucle 7 n'a pas suffisamment de force pour supprimer le retard suite à 50% des fluctuations du rééquilibrage. Bien que l'action de la responsabilisation aboutisse en plusieurs tentatives son maximum (100%), elle se trouve dans l'incapacité de stabiliser le niveau du rééquilibrage.

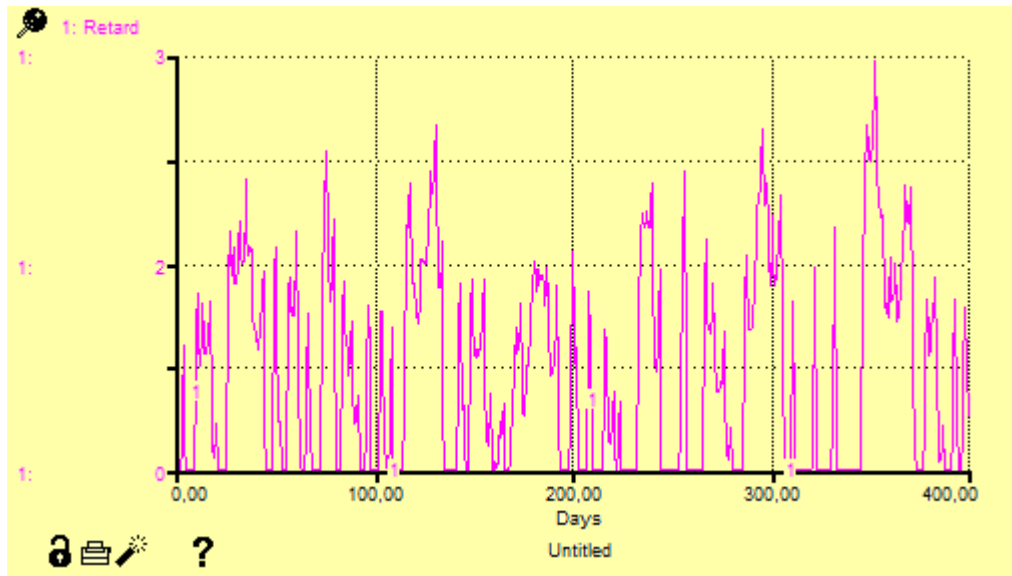
#### ➤ **Perturbation simultanée de toutes les variables**

Nous avons effectué des variations aléatoires et simultanées entre 0 et 30% au niveau de toutes les variables de commande à savoir la productivité, la coopération, les compétences et le rééquilibrage des compétences. Pour garantir une meilleure performance, toutes les boucles s'accélérent.

Il est curieux de constater que le modèle amène à annuler le retard du projet en provoquant des fluctuations simultanées de toutes les boucles.

Nous remarquons également dans la figure 25 que le retard oscille durant le projet entre 0 et 3 jours. En effet, le retard est supprimé lorsque les niveaux de toutes les variables de commande sont au-delà de leurs valeurs désirées (> 80%). Cependant, il commence à augmenter dans le cas où les boucles sont incapables de se récupérer.

**Figure 25: Influence des perturbations simultanées sur toutes les variables**



### *Synthèse des observations*

Nous observons que lorsque nous effectuons des variations aléatoires sur chaque variable individuellement, le retard du projet augmente de près 15%. En revanche, en cas où ces variations agissent sur toutes les variables simultanément, le délai est supprimé. Nous pouvons dire qu'une boucle individuelle n'a pas suffisamment de force pour annuler le retard suite à 50% des fluctuations des variables et elle se trouve dans l'incapacité de garantir le niveau de sa variable de commande désirée.

D'après les résultats des deux types de fluctuations, nous constatons que les boucles réagissent mieux individuellement face à une variation exceptionnelle et répétitive, puisque le retard à la fin du projet ne représente que 1,5% du délai.

Nous remarquons également que le modèle se comporte mieux lorsque ses boucles réagissent simultanément, elles ont une force suffisante pour annuler le retard face aux variations aléatoires et les variations exceptionnelles et répétitives.

### **7.3. ETUDE DE SENSIBILITE DES DIFFERENTES BOUCLES DE REGULATION**

« L'analyse de sensibilité d'un système dynamique consiste à étudier les effets produits par des paramètres et des conditions initiales sur son propre comportement » [319]. Une étude de sensibilité des mécanismes de décision à leur variable de commande, a permis de vérifier l'efficacité individuelle de chacune des boucles. L'inhibition de certaines d'entre elles, a permis également de mesurer leur efficacité et d'expliquer leur contribution au comportement global du système.

Il s'agit donc d'étudier la sensibilité du modèle à une sollicitation simultanée de la totalité des variables de commande. Dans ce cas et d'après ce que nous avons montré précédemment, le modèle se comporte bien face aux perturbations puisque le retard est supprimé. Donc, il existe un ou des mécanismes qui permettent réagir suffisamment pour garantir un projet dans son délai prévu.

Dans ce qui suit, nous allons ôter boucle par boucle et vérifier les boucles les plus efficaces.

#### **7.3.1. LA SUPPRESSION BOUCLE PAR BOUCLE**

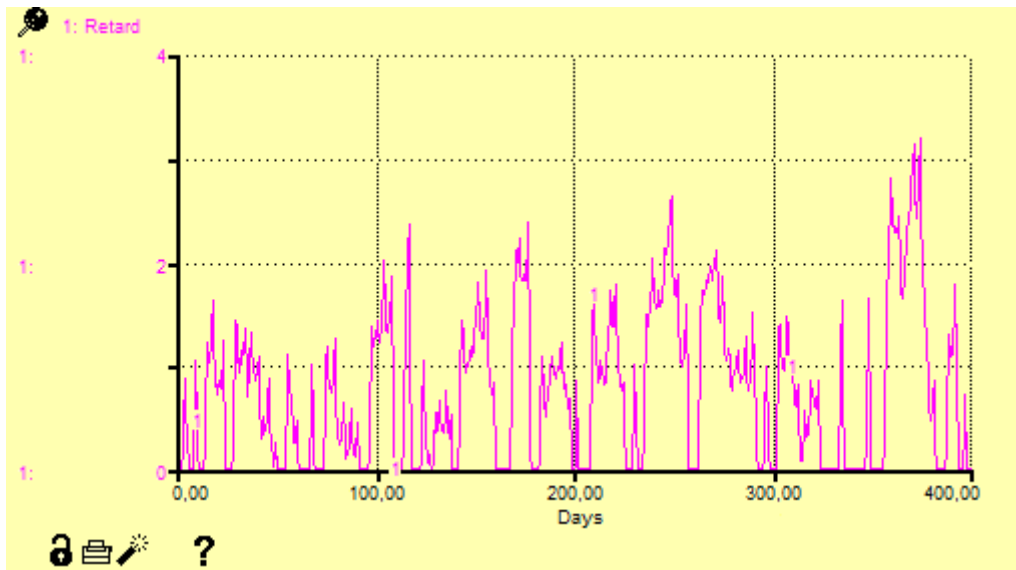
##### **➤ La suppression de la sensibilisation (boucle 1)**

Nous éliminons la boucle 1 qui contrôle la coopération par la sensibilisation, et nous observons que les boucles 2 (la motivation du personnel) et 3 (contrôle et suivi des ordres et des informations) s'accélèrent pour garantir un niveau de coopération acceptable (80%).

Cette inhibition de la boucle 1 amène le retard à osciller entre 0 et 3 jours pour s'annuler à  $t=400$  jours (voir figure 26). Ceci s'explique par la robustesse des boucles 2 et 3 agissant sur la coopération.

Il apparaît que la boucle 1 n'est pas utile dans ce scénario perturbant et l'effet sur la coopération provient donc des autres boucles de contrôle.

**Figure 26: Influence de la suppression de la boucle 1 sur le retard**

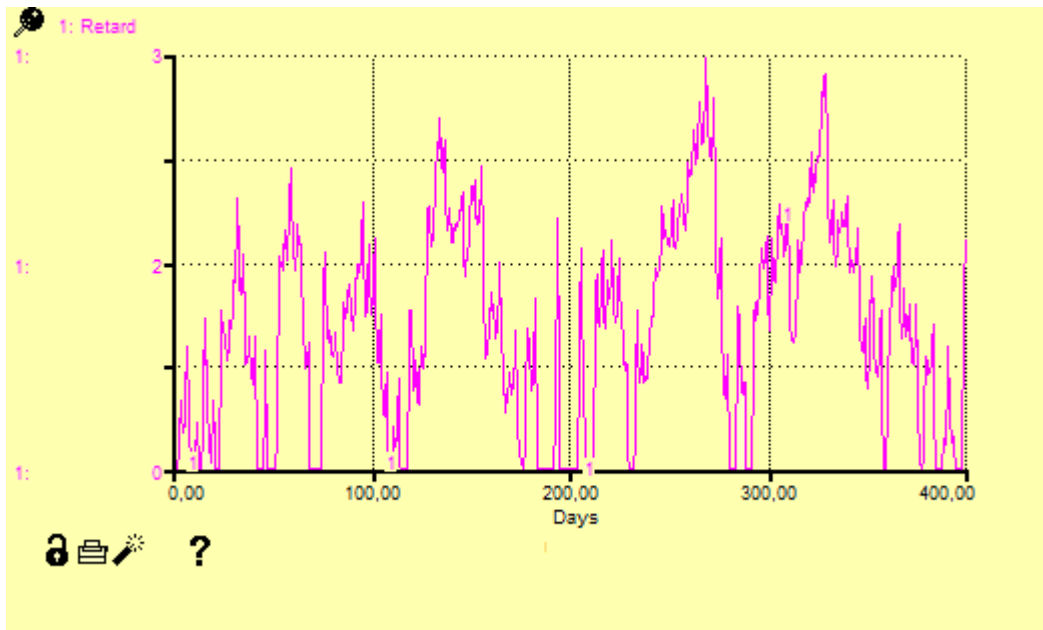


➤ **La suppression de la motivation du personnel (boucle 2)**

La suppression de la boucle 2 (la motivation du personnel) contrôlant la coopération conduit à la dégradation de la performance (79%) et de la coopération (66%). Nous remarquons que cette boucle améliore le niveau de la coopération et également de la performance quand elle est présente.

L'inhibition de cette boucle entraîne une variation du retard tout au long du projet (voir figure 27). Ce qui explique l'incapacité des boucles 1 et 3 agissant sur la coopération à assurer un niveau de performance acceptable. A  $t=400$  jours, le retard s'élève à 2 jours soit 0,5%. Cette boucle est constatée prééminente et nous ne pouvons pas la supprimer du modèle.

Figure 27: Influence de la suppression de la boucle 2 sur le retard

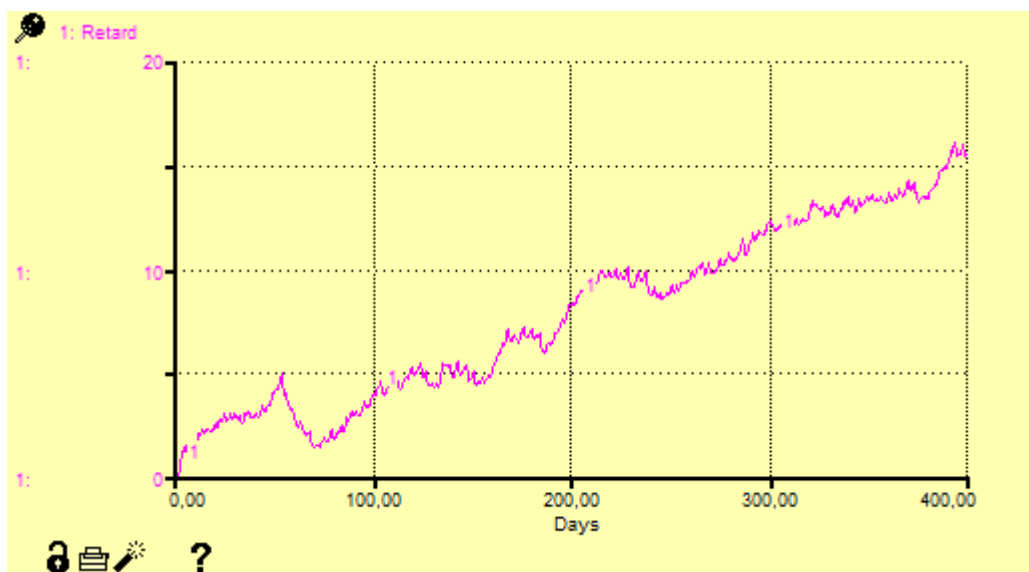


➤ **La suppression du contrôle et suivi des ordres et des informations (boucles 3 et 8)**

La multiplicité des contrôle et suivi des ordres et des informations agit simultanément sur la coopération et la productivité. La courbe de la figure 28 dévoile que l'élimination de ces boucles provoque une augmentation du retard par pallier durant le projet. Nous observons qu'à  $t=50$  jours, le retard s'élève à 5 jours pour diminuer ensuite à un jour. A partir de  $t=70$  jours, il augmente fortement pour atteindre 16 jours à la fin du projet.

Ceci signifie que ces boucles sont prééminentes et on ne peut pas les éliminer du modèle.

Figure 28: Influence de la suppression des boucles 3 et 8 sur le retard

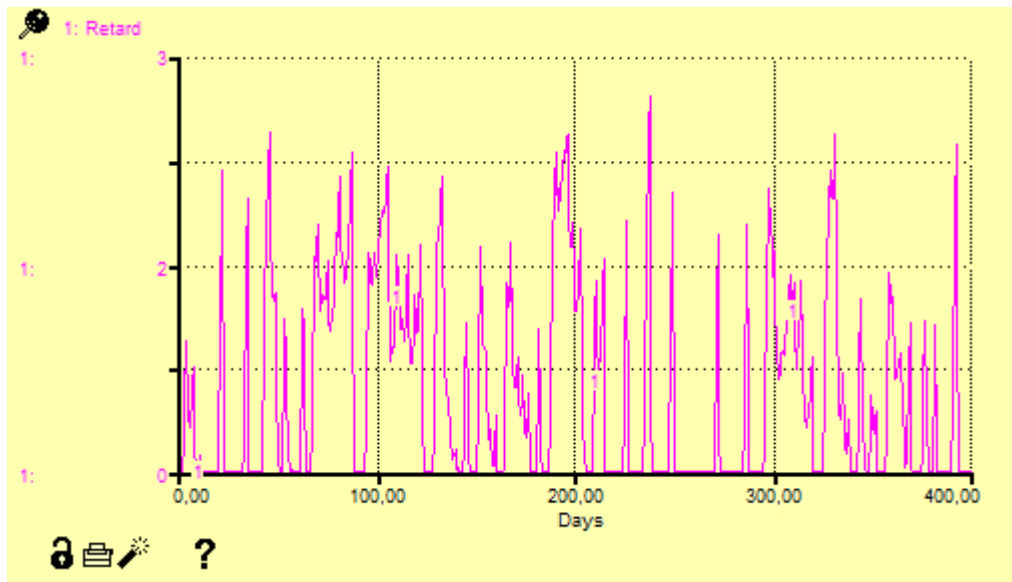




➤ **La suppression de la meilleure documentation (boucle 4)**

La boucle 4 est actionnée en cas de manque d'expérience au sein de l'équipe projet ERP par une meilleure documentation. La suppression de cette boucle entraîne l'annulation du retard à  $t=400$  jours, après une oscillation entre 0 et 2 jours (voir figure 29). L'effet sur le retard provient donc des autres boucles de contrôle.

**Figure 29: Influence de la suppression de la boucle 4 sur le retard**

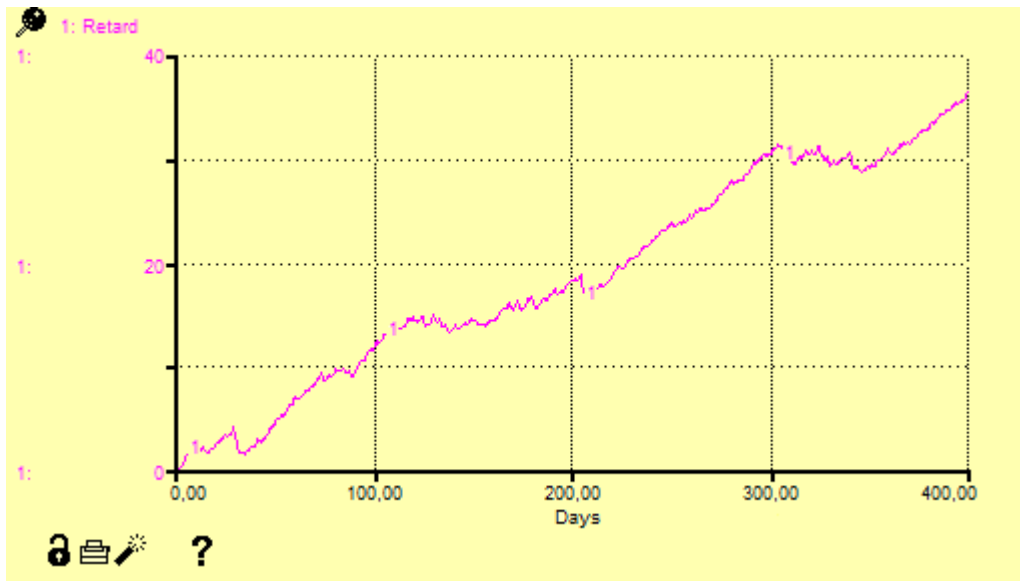


➤ **La suppression de la réorganisation des tâches (boucles 5 et 9)**

La suppression des boucles 5 et 9 contrôlant la productivité des membres de l'équipe projet et les compétences par la réorganisation des tâches mène à l'augmentation du retard. Alors qu'en présence de ces boucles, nous remarquons l'amélioration de la performance.

L'inhibition de ces boucles entraîne une augmentation du retard durant le projet pour atteindre 37 jours à  $t=400$  jours, soit 9,25% du délai (voir figure 30). Nous observons dans cette figure la progression du retard par pallier, ce qui montre l'incapacité des autres boucles à annuler le retard. Ces boucles sont utiles et nous ne pouvons pas les supprimer du modèle.

Figure 30: Influence de la suppression des boucles 5 et 9 sur le retard



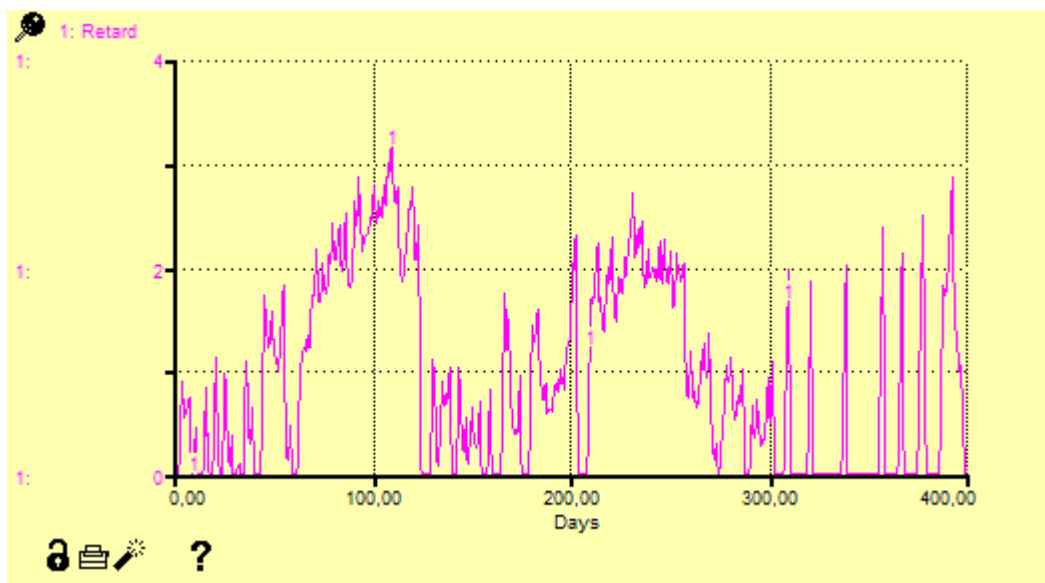
➤ **La suppression de l'organisation des réunions (boucle 6)**

Nous éliminons la boucle 6 qui contrôle les compétences par l'organisation des réunions. Nous constatons que toutes les autres boucles de contrôle s'accélèrent pour garantir un niveau de performance acceptable (80%).

Cette inhibition de la boucle 6 amène le retard à osciller entre 0 et 3 jours pour s'annuler à  $t=400$  jours (voir figure 31). Ceci s'explique par la robustesse de la boucle 5 agissant sur les compétences.

Il apparait que la boucle 6 n'est pas utile dans ce scénario et nous pouvons la supprimer.

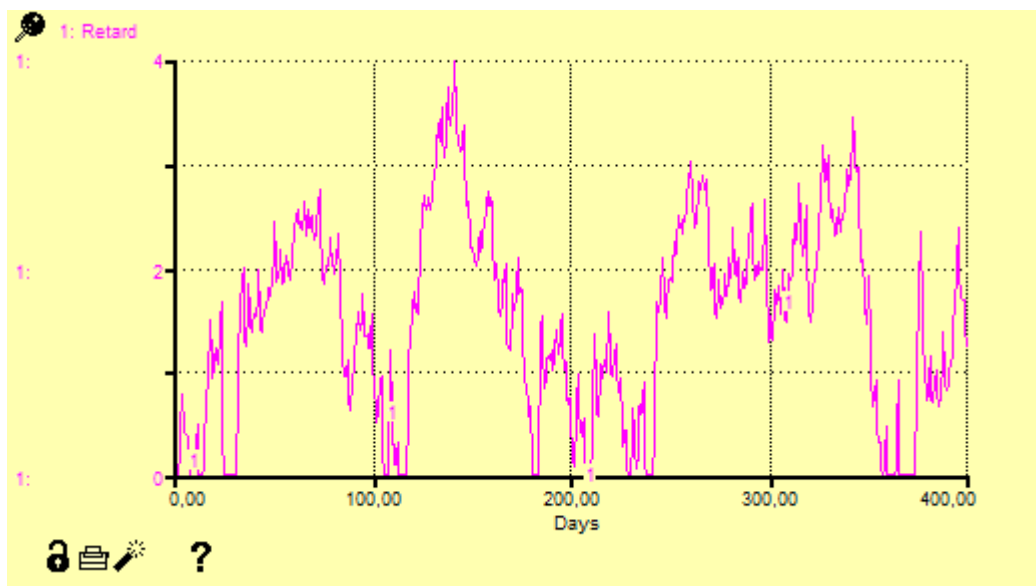
Figure 31: Influence de la suppression de la boucle 6 sur le retard



### ➤ La suppression de la responsabilisation (boucle 7)

En supprimant la boucle 7 contrôlant le rééquilibrage des compétences par la responsabilisation, le retard fluctue durant le projet (voir figure 32). Nous observons que le retard atteint son maximum (4 jours) à  $t=140$  jours et s'annule en plusieurs tentatives. Ce qui signifie que toutes les autres boucles s'intensifient pour récupérer le retard, mais elles ne sont pas assez suffisantes. A  $t=400$  jours, le retard s'élève à un jour soit 0,25% du délai. Nous pouvons considérer ce retard comme négligeable et supprimer cette boucle.

Figure 32: Influence de la suppression de la boucle 7 sur le retard



### *Synthèse des observations (suppression de boucle une par une)*

A court terme, nous constatons que le modèle est capable de réagir devant les perturbations et amène à supprimer le retard. Cependant, les difficultés se situent au niveau de l'efficacité des différentes boucles. En effet, nous remarquons également que certaines boucles de régulation sont inutiles pour des faibles sollicitations de leur variable de commande. Ces boucles sont les boucles 1, 4, 6 et 7 agissant respectivement sur la coopération du personnel, leur expérience, leurs compétences et le rééquilibrage de leurs compétences. Ce qui signifie que les boucles 2, 3, 5, 8 et 9 sont prééminentes et que les actions à savoir la motivation du personnel, la multiplicité des contrôles et suivi des ordres et des informations et la réorganisation des tâches sont importantes pour l'amélioration de la performance et la mise en œuvre du système ERP dans son délai.

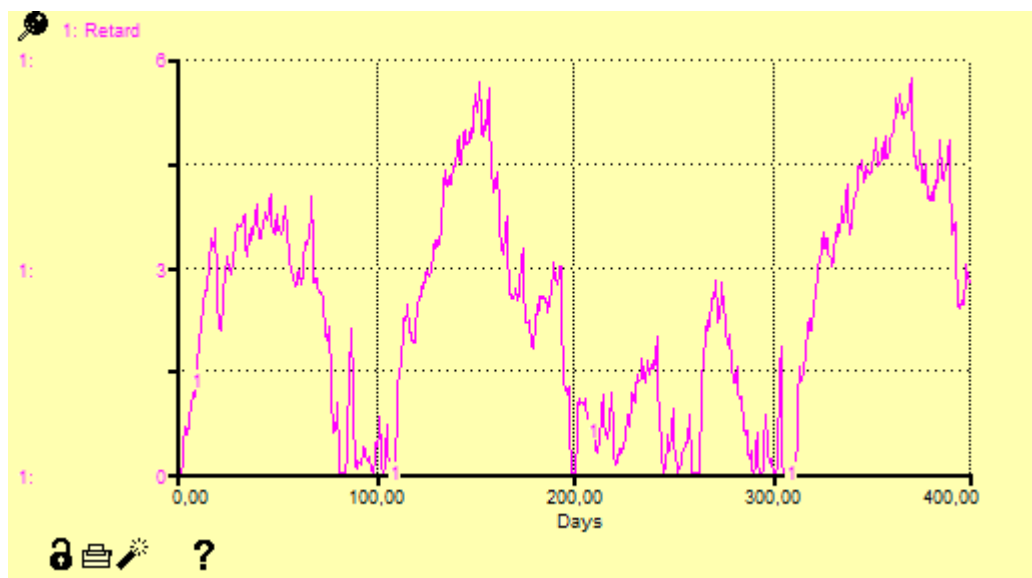
### 7.3.2. PROPOSITION DE MODÈLE SIMPLIFIÉ

#### ➤ Un modèle simplifié en supprimant les boucles inutiles

Nous avons effectué des variations aléatoires entre 0 et 30% à un modèle simplifié. Ce modèle est composé des boucles prééminentes (2, 3, 5, 8 et 9) et toutes les variables de commande (la productivité, la coopération, l'expérience, les compétences et le rééquilibrage).

Les résultats montrent qu'en présence de toutes les variables de commandes, le retard varie entre 0 et 6 jours durant le projet ERP (voir figure 33). Il atteint son maximum à  $t= 150$  jours et  $t=470$  jours, et il essaie de s'annuler en plusieurs fois. Mais à  $t= 400$  jours, le retard s'élève à 3 jours.

Figure 33 : Influence de la suppression des boucles inutiles sur le retard



#### ➤ Un modèle simplifié en supprimant les boucles inutiles et leurs variables de commande

Nous avons simulé des variations aléatoires et permanentes entre 0 et 30% au modèle simplifié en inhibant les boucles inefficaces et leurs variables de commande. Nous avons pu supprimer que les variables rééquilibrage des compétences et expérience du personnel puisque les autres variables (la coopération du personnel et les compétences sont contrôlés par d'autres actions (la motivation du personnel, la multiplicité des contrôles et suivi des ordres et des informations, et la réorganisation des tâches).

La perturbation de ce modèle simplifié provoque une annulation du retard. En comparant ce résultat avec celui du modèle simplifié précédant (suppression des boucles inutiles), nous

constatons que les variables de commande à savoir le rééquilibrage des compétences et l'expérience du personnel provoquent l'augmentation du retard puisque ces variables ne sont plus contrôlées. Donc, il serait mieux de supprimer ces deux variables de commande.

➤ **Un modèle simplifié sans la boucle 2 (la motivation du personnel)**

Nous avons simulé des variations aléatoires entre 0 et 30% d'un modèle simplifié comportant les boucles 3 et 8 qui régulent la coopération et la productivité du personnel par le contrôle et suivi des ordres et des informations, et les boucles 5 et 9 qui régulent la productivité et les compétences du personnel par la réorganisation des tâches.

Ces perturbations provoquent une augmentation du retard qui atteint, à  $t=400$  jours, 7% du délai soit 28 jours. Ce qui s'explique par l'insuffisance de ces boucles à amener le modèle à supprimer le retard du projet et l'efficacité de la boucle 2 (la motivation du personnel).

➤ **Un modèle simplifié sans les boucles 3 et 8 (contrôle et suivi)**

Dans ce cas, nous avons proposé un modèle simplifié qui se compose de la boucle 2, régulant la coopération par la motivation du personnel, et des boucles 5 et 9, contrôlant la productivité et les compétences du personnel par la réorganisation des tâches. Ensuite, nous avons effectué des variations aléatoires et permanentes entre 0 et 30%. Nous remarquons que le retard s'élève à 3 jours, soit 0,75% du délai. Ce qui montre que ces boucles ne sont pas assez suffisantes pour assurer un projet ERP dans ses délais. Ces mécanismes sont donc efficaces.

➤ **Un modèle simplifié sans les boucles 5 et 9 (la réorganisation des tâches)**

Nous avons proposé un modèle simplifié composé de la boucle 2, contrôlant la coopération par la motivation du personnel, et des boucles 3 et 8, contrôlant la coopération et la productivité du personnel. Puis, nous avons simulé des variations aléatoires entre 0 et 30%.

A  $t=400$  jours, ces perturbations entraînent un retard de 60 jours soit 15% du délai. Ceci signifie que les boucles 2, 3 et 8 n'ont pas assez de force à récupérer le retard et que les mécanismes contrôlant la productivité et les compétences sont essentiels.

*Proposition de modèle simplifié de pilotage des compétences*

En comparant toutes ces propositions, nous remarquons d'une part qu'il existe des boucles de régulation prééminentes (à savoir la motivation du personnel, la réorganisation des tâches et la

multiplicité des contrôles et suivis des ordres et des informations) , alors que d'autres boucles ont été jugées inutiles et même dans certains cas préjudiciables (la meilleure documentation, l'organisation des réunions, la sensibilisation et la responsabilisation du personnel).

D'autre part, nous constatons la nécessité de conserver les boucles de régulation prééminentes. Nous notons également que nous avons pu proposer un modèle simplifié composé des mécanismes de contrôle efficaces permettant de supprimer le retard et implanter le système ERP sans dépassement de délai qui est un objectif primordial pour le chef de projet et son équipe. Ce modèle simplifié est constitué du système opérant et les boucles 2, 3, 5, 8 et 9.

#### **7.4. PROPOSITION DE QUELQUES SCENARIOS RELEVES A TRAVERS L'ENQUETE**

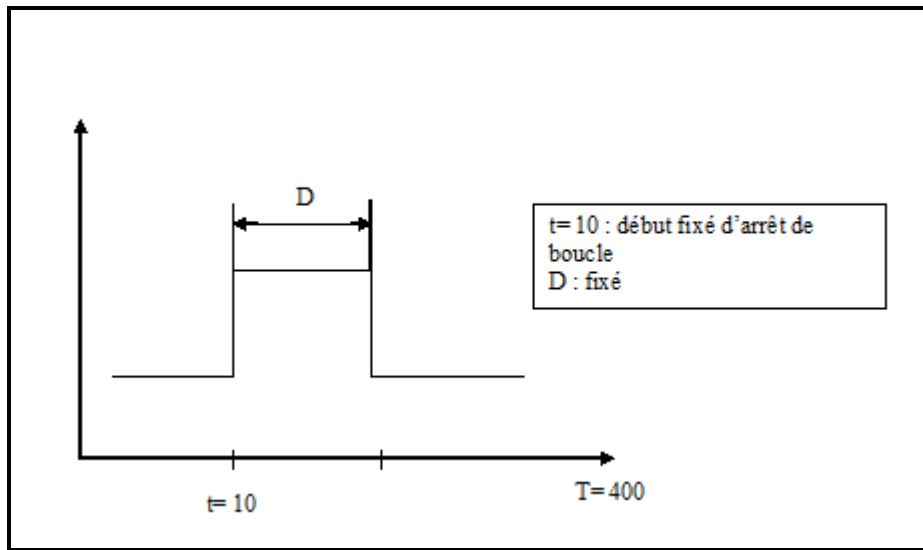
Nous analysons certains mécanismes de décision dans le système de la gestion des compétences. Des comportements particuliers et spécifiques à court terme sont exposés suite aux défaillances relevées à travers la pré-enquête. Ces défaillances ont été des arrêts constants et aléatoires du projet conduisant à des discontinuités dans le pilotage. Ce qui nous permet d'étudier l'influence de telles défaillances sur la dynamique globale et la performance du projet.

##### **➤ Scénario 1 : l'arrêt constant du projet**

A travers notre pré-enquête, nous avons remarqué que des arrêts volontaires provoquent souvent des défaillances au pilotage du projet. Ces arrêts peuvent correspondre aux réorganisations des bases de données, la mise à jour des applications, les opérations de maintenance préventive et autres opérations de perfectionnement.

Pour mieux expliquer ce scénario d'arrêt constant, on le représente dans la figure 34:

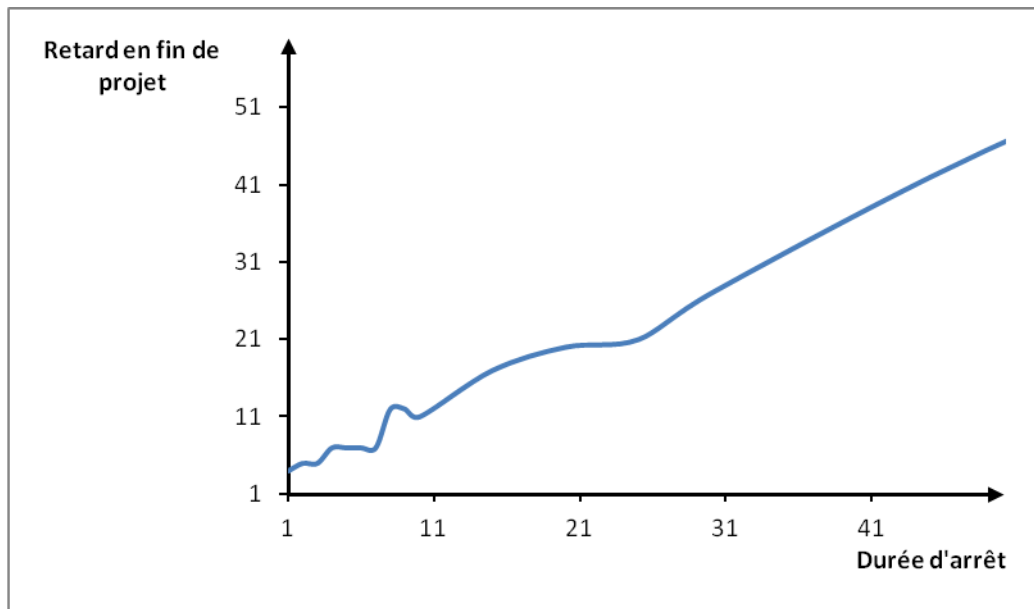
Figure 34: Représentation du scénario 1



Ce scénario indique l'arrêt des boucles à partir de  $t=10$  jours. Cet arrêt a une durée fixe. Nous proposons le modèle et les équations de ce scénario dans l'annexe 4.

Nous varions la durée fixée  $D$  afin de pouvoir représenter la courbe de variation du retard en fonction de la durée d'arrêt (voir figure 35) .

Figure 35: Variation du retard (scénario 1)



D'après cette figure, nous observons que la courbe du retard évolue par paliers. En effet, dans le cas où l'arrêt varie entre un et 3 jours, le retard, à la fin du projet, est de 5 jours, et un arrêt entre 4 et 7 jours provoque un retard de 7 jours. Par contre, au-delà de 8 jours d'arrêt du projet, le retard évolue presque proportionnellement avec le nombre de jours d'arrêt.

Ceci s'explique par l'incapacité du modèle à assurer un projet ERP dans ses délais, malgré la présence de mécanismes efficaces. Il vaut mieux donc au décideur d'arrêter le projet ERP 7 jours que 8 jours et 10 jours mieux que 20 jours. Ce qui nous paraît logique. Mais en cas d'un repos obligé du projet pour maintenance par exemple, le décideur a intérêt de l'arrêter 3 jours seulement puisque ceci cause que 5 jours de retard soit 1,25% du délai.

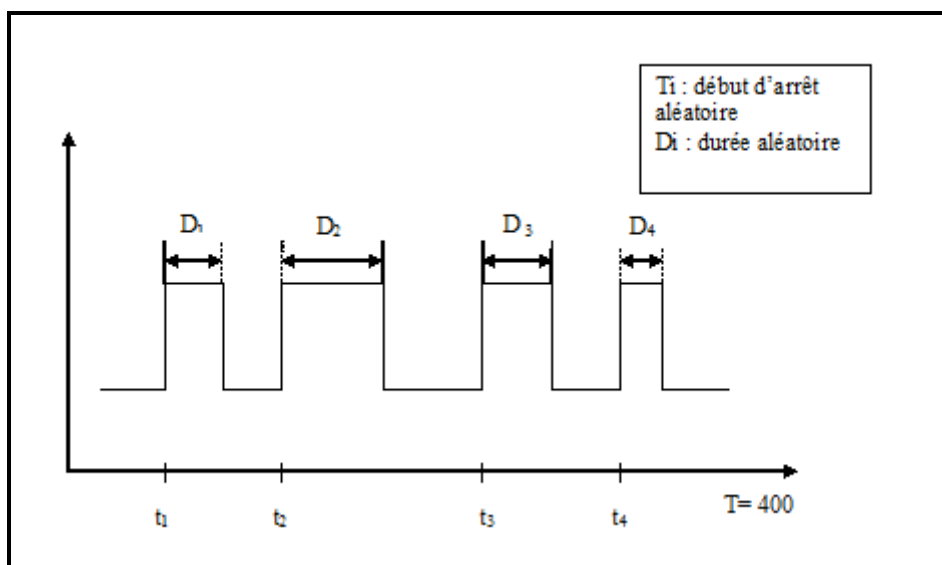
Les simulations ont mis en évidence, dans ce cas, la sensibilité du modèle et sa difficulté à réagir devant cette défaillance.

### ➤ Scénario 2 : l'arrêt aléatoire avec durée aléatoire

Des arrêts aléatoires ou imprévisibles dans les boucles peuvent entraîner des conséquences et des perturbations graves pour le projet comme son retard et des dépassements budgétaires.

Nous avons proposé un modèle et les équations présentant ce scénario dans l'annexe 5. Ce scénario se représente comme l'indique la figure 36 qui montre que durant le projet ERP, il peut y avoir des arrêts aléatoires à différents instants  $t_i$  avec à chaque fois une durée aléatoire de l'arrêt  $D_i$ .

Figure 36: Représentation du scénario 2



D'après nos observations sur le terrain, ces arrêts imprévus tout au long du projet ne dépassent pas les 50 jours. Pour cela, nous avons choisi de faire des simulations pour des  $D_i$  inférieures à 50 jours.

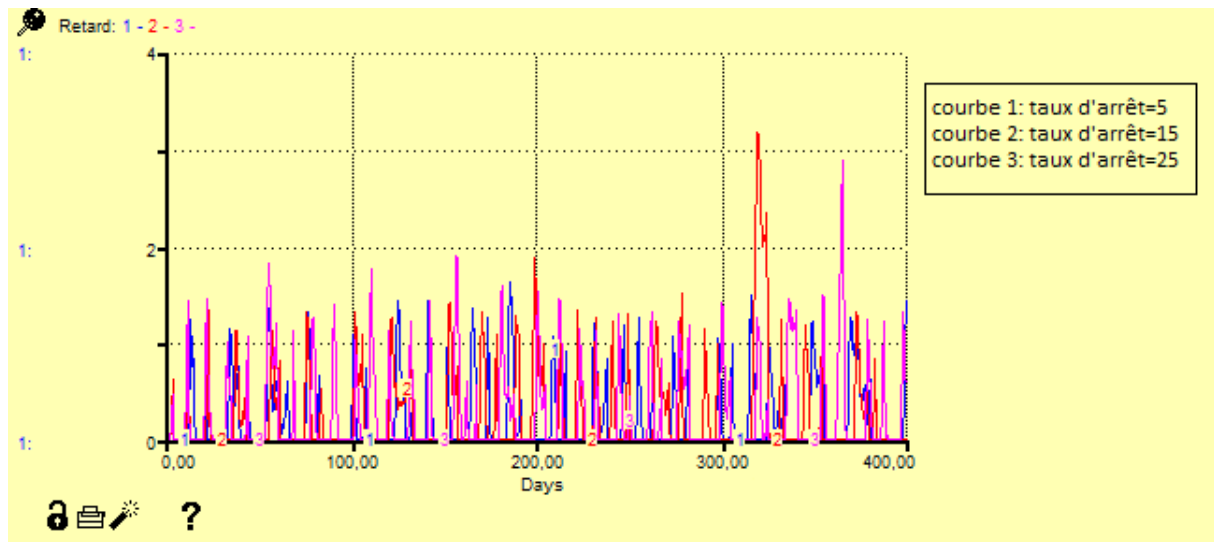


Nous constatons qu'en faisant varier le nombre de jours d'arrêt (ne dépassant pas les 50 jours), le retard reste toujours très faible. Ceci peut s'expliquer par la robustesse des boucles face à ces arrêts aléatoires. Ce modèle peut donc garantir une mise en œuvre du système ERP dans le délai prévu.

La figure 37 représente un exemple de l'évolution du retard selon la variation du taux d'arrêt (avec une fréquence aléatoire de moyenne variant de 5 à 25) pour une durée moyenne de l'arrêt de 2 jours.

Nous remarquons que dans les trois cas le retard est quasiment résorbé tout au long du projet de 400 jours.

Figure 37: Evolution du retard suite aux variations du taux d'arrêt



Malgré ces arrêts aléatoires successifs, le modèle de gestion des compétences à court terme a toujours pu éviter l'amplification du retard. Cela s'explique par la capacité du chef de projet à gérer face à ce type dysfonctionnement, et ce en s'appuyant sur une politique basée sur la motivation du personnel, la multiplicité du contrôle des ordres et des informations et la réorganisation des tâches.

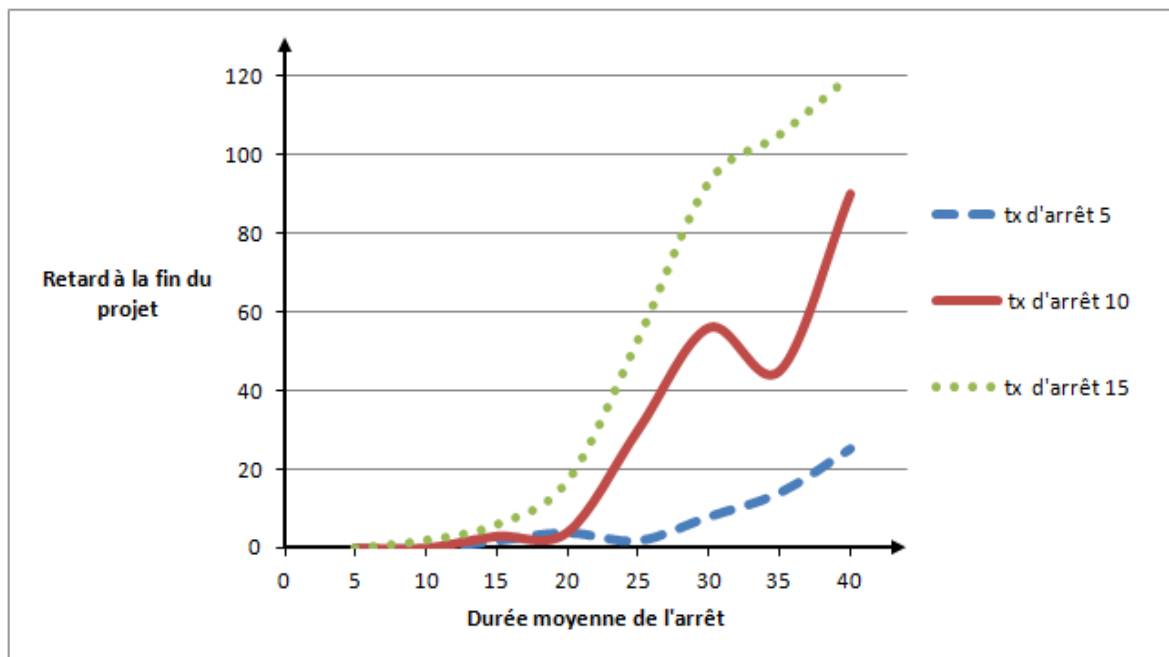
Curieusement, nous avons effectué des simulations avec des durées d'arrêt du projet plus élevées pour des fréquences moyennes d'arrêts 5, 10 et 15. Les résultats de ces simulations nous ont permis d'élaborer le tableau 18.

Tableau 18: Les résultats des simulations suite au scénario 2

Durée moyenne de l'arrêt	Fréquence moyenne d'arrêt= 5		Fréquence moyenne d'arrêt= 10		Fréquence moyenne d'arrêt= 15	
	Durée totale d'arrêt	Retard en fin de projet	Durée totale d'arrêt	Retard en fin de projet	Durée totale d'arrêt	Retard en fin de projet
5	20	0	47	0	67	0
10	45	0	76	0	110	2
15	60	2	116	3	133	6
20	95	4	121	4	163	17
25	100	2	159	30	191	53
30	104	8	180	56	235	93
35	108	14	182	45	246	105
40	150	25	209	90	250	120

A partir du tableau 18, nous présentons, dans la figure 38, les courbes des variations du retard à la fin du projet en fonction de la durée moyenne d'arrêt.

Figure 38: Variation du retard suite au scénario 2



D'après le tableau et la figure 38, nous remarquons que pour une durée moyenne inférieure à 15 jours d'arrêts, les projets arrêtés 5 fois en moyenne et celui arrêté 10 fois en moyenne subissent un retard en fin de projet faible d'environ 3 jours.

Ainsi, au-delà de cette durée moyenne, le retard du projet qui supporte 10 arrêts augmente fortement. Une tentative de minimisation du retard explique la bosse de la courbe à une durée

moyenne d'arrêt de 35 jours (correspond à une durée totale de l'arrêt de 182 jours). Le retard augmente ensuite.

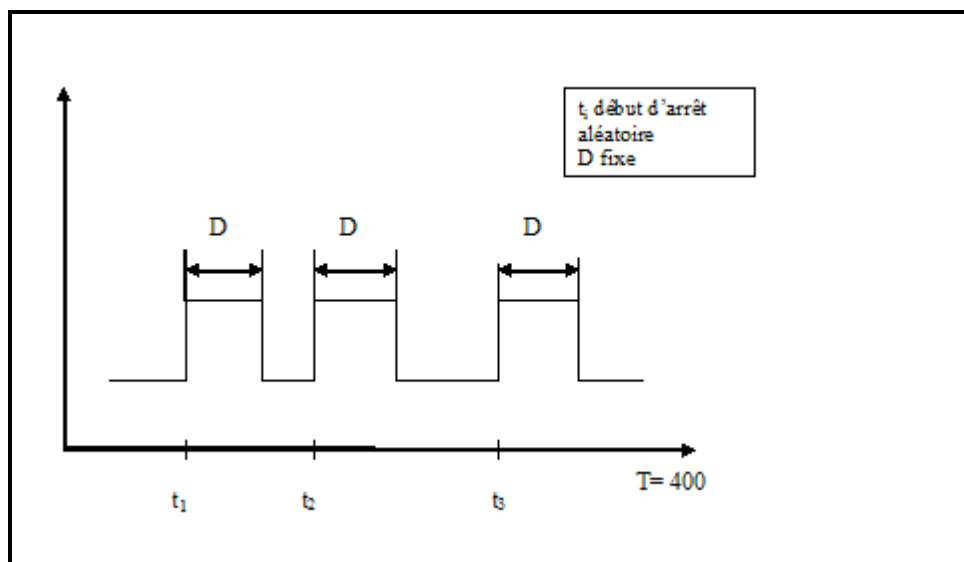
Nous constatons, également, que le retard à la fin du projet pour une fréquence moyenne de 5 arrêts diminue pour une durée moyenne de 25 jours qui correspond à une durée totale d'arrêt du projet de 100 jours soit 25% de retard sur l'ensemble du projet .

Nous observons comme l'indique la figure 38, le retard à la fin du projet pour 15 arrêts en moyenne s'élève fortement. Cela signifie que le chef de projet est incapable à supprimer ou réduire le retard devant une durée d'arrêt importante. Ce qui conduit à un dépassement de délai grave, il atteint 120 jours (30% du délai du projet) pour une durée totale d'arrêt du projet de 250 jours correspondant à des durées aléatoires de moyenne 40 jours.

➤ **Scénario 3 : le retard dans le fonctionnement de toutes les boucles de régulation (arrêt aléatoire avec durée fixe)**

Parmi les dysfonctionnements relevés du terrain, nous avons également remarqué des retards dans le lancement des boucles de régulation. Ces retards conduisent fréquemment à des discontinuités dans le pilotage du projet. Ils peuvent se représenter comme un arrêt aléatoire mais avec une durée fixe donnée (voir figure 39). Nous avons proposé le modèle et les équations présentant ce scénario dans l'annexe 6.

Figure 39: Représentation du scénario 3



Cette figure montre que durant le projet ERP, il peut y avoir des arrêts aléatoires du projet à l'instant  $t_i$  avec une durée d'arrêt fixe  $D$ .

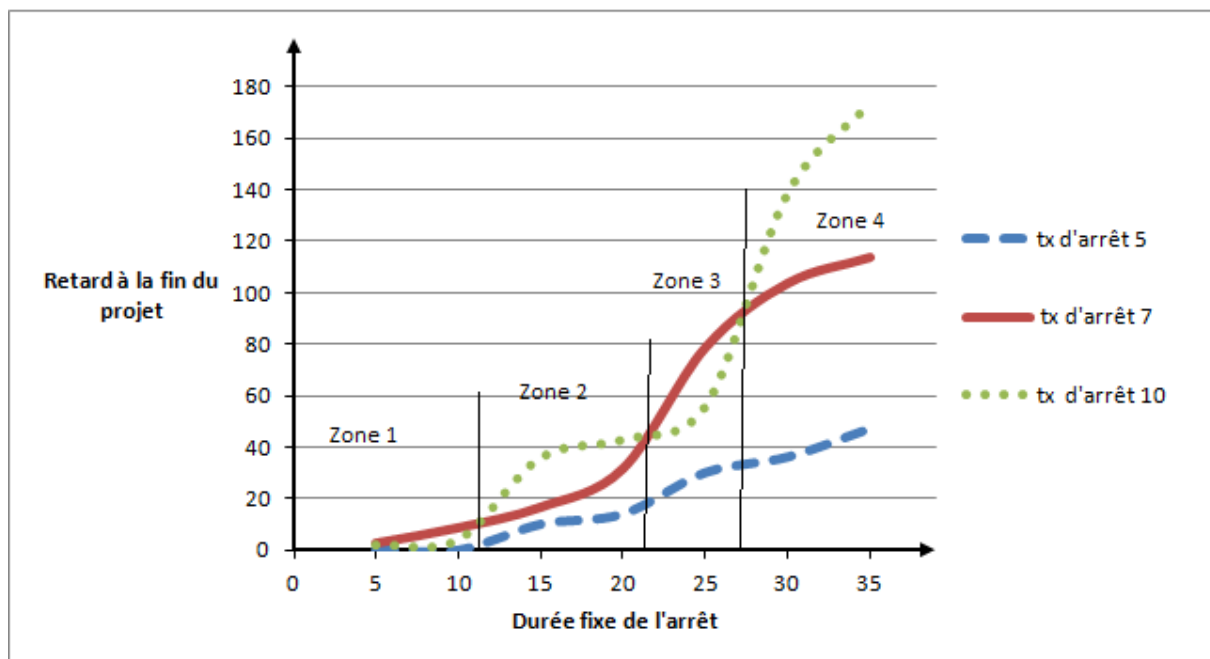
Nous avons effectué plusieurs simulations avec des fréquences moyennes d'arrêt de 5, 7 et 10 et de différentes valeurs de durée d'arrêt. Ce qui nous a permis d'élaborer le tableau 19.

Tableau 19: Les résultats des simulations suite au scénario 3

Durée fixe de l'arrêt	Fréquence moyenne d'arrêt= 5		Fréquence moyenne d'arrêt= 7		Fréquence moyenne d'arrêt= 10	
	Durée totale d'arrêt	Retard à la fin du projet	Durée totale d'arrêt	Retard à la fin du projet	Durée totale d'arrêt	Retard à la fin du projet
5	40	0	65	3	70	2
10	80	0	95	9	150	4
15	105	10	135	17	180	36
20	140	14	150	32	200	43
25	175	30	225	79	225	56
30	180	36	240	104	270	139
35	210	47	245	114	280	174

A partir des résultats du tableau 19, nous avons présenté, dans la figure 40, les variations du retard à la fin du projet en fonction de la durée fixe de l'arrêt pour 5, 7 et 10 arrêts en moyenne.

Figure 40: Variation du retard suite au scénario 3



Ces courbes représentent différentes réactions au niveau du retard à la fin du projet suivant 4 zones. Nous remarquons que dans la zone 1 le retard de fréquence moyenne d'arrêt 7 est plus élevé que celui de la fréquence moyenne d'arrêt 10. Cela signifie que sept arrêts du projet avec une durée fixe de 10 jours (durée totale d'arrêt est de 95 jours) provoque un retard plus

important que 10 arrêts avec une durée fixe de 10 jours (durée totale d'arrêt est de 150 jours). Ceci est dû à la capacité du chef de projet à minimiser le retard lorsque la durée totale de l'arrêt du projet est de 150 jours.

Nous constatons également que le retard d'un projet qui subit 5 arrêts avec une durée de 10 jours est nul, alors que celui d'un projet subit 10 arrêts pour une durée de 5 jours est 2 jours. Il vaut mieux donc au chef de projet d'arrêter le projet 5 fois jours pour une durée fixe de 10 jours au lieu de l'arrêter 10 fois pour une durée fixe de 5 jours.

Comme nous pouvons l'observer dans la figure 40, les zones 2 et 4 montrent que le retard pour un taux moyen d'arrêt du projet de 10 est plus élevé que ceux des taux moyens d'arrêts de 5 et 7. Cela n'est qu'une réaction habituelle qui justifie que plus que le projet s'arrête, plus que le retard à la fin du projet augmente.

Par ailleurs, dans la zone 3, le retard de la courbe représentant un taux moyen d'arrêt de 10 fois est moins élevé que celui de la courbe représentant un taux moyen d'arrêt de 7. Par exemple, le retard à la fin d'un projet qui s'arrête 10 fois avec une durée fixe d'arrêt de 25 jours (durée totale de l'arrêt est de 225 jours) est de 56 jours. Cependant, le retard pour un projet qui subit 7 arrêts avec la même durée fixe d'arrêt 25 jours (durée totale de l'arrêt est de 225 jours) est de 79 jours. Cela explique que le chef de projet est capable souvent de minimiser le retard en augmentant le nombre d'arrêt du projet pour une durée d'arrêt fixe.

En comparant les résultats des simulations du scénario 2 et ceux du scénario 3, nous constatons que pour une durée totale d'arrêt de 180 jours, le chef de projet se trouve devant trois situations :

- Cas n°1 : arrêter le projet 10 fois en moyenne pour une durée aléatoire de moyenne 30 jours. Ce qui conduit à un retard à la fin du projet de 56 jours.
- Cas n°2 : arrêter le projet 5 fois en moyenne pour une durée fixe de 30 jours. Ce qui entraîne un retard de 36 jours.
- Cas n°3 : arrêter le projet 10 fois en moyenne pour une durée fixe de 15 jours. Le retard s'élève donc à 36 jours.

Face à ces trois situations, il vaut mieux que le chef de projet choisisse le cas 2 ou le cas 3 puisque le retard dans ces deux cas est de 36 jours.

Aussi, d'après les deux tableaux 18 et 19, nous observons également que pour une durée totale d'arrêt du projet de 150 jours, trois cas se présentent :

- Cas n°1 : arrêter le projet 5 fois en moyenne pour une durée aléatoire de moyenne 40 jours. Ce qui entraîne un dépassement de délai de 25 jours.
- Cas n°2 : arrêter le projet 7 fois en moyenne pour une durée fixe de 20 jours. Ce qui conduit à un retard à la fin du projet de 32 jours.
- Cas n°3 : arrêter le projet 10 fois en moyenne pour une durée fixe de 10 jours. Le projet subit un retard de 4 jours.

Ayant l'objectif de réduire le retard à la fin du projet, il est préférable que le projet subisse 10 arrêts pour une durée fixe de 10 jours (cas n°3) puisque le retard est de 4 jours seulement.

Ces observations ont montré que notre modèle est très sensible aux décisions d'arrêt aléatoire avec durée aléatoire, et moins sensible aux décisions d'arrêt aléatoire mais avec durée fixe.

Les résultats des simulations de ces différents scénarios proposent qu'une politique de décision, basée sur la motivation du personnel, la multiplicité des contrôles des ordres et des informations et la réorganisation des tâches, puisse aider le chef de projet à minimiser le retard et à améliorer la performance du projet ERP face à des arrêts fixes ou aléatoires. Le comportement du modèle est réactif souvent devant des arrêts importants du projet puisque des tentatives de suppression ou de réduction du retard sont observées.

### **7.5. Apport de la recherche pour l'amélioration du pilotage des compétences**

Nous avons tenté un retour sur nos travaux en nous situant au niveau de l'utilisateur. Notre enquête sur la gestion compétences dans différents types d'entreprises, devrait nous faciliter la mise dans ces conditions.

Au premier abord, notre modèle paraît simplifier la réalité. Il pouvait permettre d'approcher différemment les problèmes complexes que les chefs de projet doivent résoudre à l'aide de la dynamique des systèmes. En d'autres termes, la dynamique des systèmes constitue un cadre conceptuel d'analyse de systèmes complexes. Elle permet de répondre au problème de compréhension de la pensée systémique et de la complexité dynamique [114].

En effet, pour résoudre un problème, il faut comprendre le système dans son ensemble et la dynamique des systèmes aide à identifier la complexité et l'incertitude par l'entremise de la modélisation mettant l'emphase sur le principe de rétroaction de l'information [114].

Dans la réalité, les mécanismes que nous avons simulés, sont mis en œuvre pour assurer une performance acceptable, c'est-à-dire respect du budget et des délais. Nos préconisations

consistent dans certains cas, à supprimer quelques unes de ces décisions, ce qui aura par conséquent de réduire les coûts indirects et même d'améliorer la performance.

Cette recherche a permis une formalisation qualitative des différents mécanismes de régulation permettant un regard systémique sur les corrections à apporter face à des défaillances multiples que connaissent les projets ERP. Un modèle de simulation inspiré de la dynamique des systèmes de Forrester [112] a été développé et de multiples scénarios ont été simulés permettant une meilleure compréhension du pilotage des compétences. En fait, nous croyons que la simulation a permis de présenter un modèle descriptif utilisant un ensemble de variables contextuelles pour résoudre les problèmes.

Les résultats montrent que lorsque nous effectuons soit des variations exceptionnelles et répétitives soit des variations aléatoires simultanément sur toutes les variables de commande, le modèle peut supprimer le retard.

En outre, les résultats de l'analyse de sensibilité dévoilent que la gestion des compétences est assez sensible aux perturbations. Ces résultats montrent que la motivation du personnel régulant la coopération entre les membres de l'équipe projet, la multiplicité des contrôles et suivis des ordres et des informations régulant la productivité du personnel et la coopération, et la réorganisation des tâches régulant les compétences et la productivité du personnel représentent les mécanismes les plus efficaces dans le modèle du pilotage des compétences.

Cette stratégie devrait être adoptée pour permettre effectivement de minimiser les retards et par conséquent les coûts imprévus. De ce fait, nous concluons que le modèle de gestion des compétences à court terme est capable de réagir pour faire face aux aléas et fluctuations, et ceci grâce à une politique reposant sur la motivation du personnel, la réorganisation des tâches et la multiplicité des contrôles et suivi des ordres et des information.

Enfin, les simulations des différents scénarios ont exposé que notre modèle est très sensible aux décisions d'arrêt aléatoire avec durée aléatoire, et moins sensible aux décisions d'arrêt aléatoire mais avec durée fixe. Ainsi, ces résultats ont dévoilé que le modèle de pilotage des compétences a pu garantir la mise en œuvre des ERP sans retard malgré les arrêts aléatoires ne dépassant pas une durée totale de 50 jours. Ces résultats ont montré que le comportement du modèle est réactif souvent devant des arrêts importants du projet puisque des tentatives de suppression ou de réduction du retard sont observées.

### *En résumé*

Dans ce chapitre, nous avons analysé et comparé les résultats des différentes simulations du modèle proposé de la gestion des compétences.

Dans notre modèle, nous avons observé des boucles de régulation prééminentes. D'autres boucles ont été jugées inutiles et même dans certains cas préjudiciables.

Nos principaux résultats de recherche obtenus montrent qu'à court terme, la gestion des compétences est capable de réagir pour faire face à des perturbations de l'environnement grâce à une politique de régulation qui repose sur la motivation du personnel, la réorganisation des tâches et la multiplicité des contrôles et suivi des ordres et des information.

Ces différentes observations ont donc apporté une meilleure connaissance de la dynamique du pilotage des compétences.



# **Chapitre 8**

## **Résultats complémentaires**

Les résultats de l'enquête nous ont permis de construire notre modèle sur un horizon court terme.

Nous avons également choisi dans ce chapitre de présenter quelques résultats complémentaires d'analyses qualitative et statistique de cette enquête.

Il s'agit notamment de tenter de classer les décisions de gestion des compétences à court, moyen et long terme. L'enquête a également permis de représenter les boucles cybernétiques de décision de pilotage des compétences sur un autre horizon le moyen terme.

8.1. Résultat 1 : Classification des décisions de gestion des compétences
---

8.2. Résultat 2 : Boucles cybernétiques de décision à moyen terme
---

## 8.1. RESULTAT 1 : CLASSIFICATION DES DECISIONS DE GESTION DES COMPETENCES

Nous avons fait le choix d'une approche par la dynamique des systèmes. Cependant, une analyse des données a été menée en parallèle de cette étude et a fait l'objet d'une publication dans le Revue Française de Gestion Industrielle.

Cette étude ne détectera que les mécanismes facilement identifiables. L'aspect dynamique des prises de décision en gestion des compétences est totalement absent de cette approche, ce qui conduit à une explication partielle des comportements.

Les décisions prises par les différents chefs de projet ont été étudiées séparément après une répartition hiérarchique sur les différents horizons temporels. Les réponses correspondent à 21 variables de décisions  $d_{i,j}$  avec  $i$  le type de décision (de 1 à 14) et  $j$  le numéro de situation (de 1 à 6). Le tableau 20 représente le codage des décisions relevées dans l'enquête et exposées de manière matricielle.

**Tableau 20: Codage des variables**

	Situations					
	1	2	3	4	5	6
1. formation du personnel	$d_{1,1}$	$d_{1,2}$		$d_{1,4}$		$d_{1,6}$
2. recrutement		$d_{2,2}$		$d_{2,4}$		
3. multiplicité des contrôles des ordres et des informations	$d_{3,1}$					$d_{3,6}$
4. sensibilisation du personnel	$d_{4,1}$					
5. motivation du personnel	$d_{5,1}$					$d_{5,6}$
6. documentation		$d_{6,2}$				
7. organisation d'un comité de pilotage			$d_{7,3}$			
8. révision du planning			$d_{8,3}$			
9. organisation des réunions				$d_{9,4}$		
10. réorganisation des tâches				$d_{10,4}$		$d_{10,6}$
11. mise à jour des compétences					$d_{11,5}$	
12. intervention de la direction générale					$d_{12,5}$	
13. responsabilisation des membres de l'équipe projet					$d_{13,5}$	
14. heures supplémentaires						$d_{14,6}$

Dans un premier temps, nous avons tenté de classer ces décisions selon les typologies, d'Antony [10], Gorry et Scott Morton [131] et de Simon [82] comme le montre le tableau 21. Les décisions répertoriées dans ce tableau sont aussi bien issues des résultats de l'enquête intensive que de l'analyse de contenu des interviews préalables. Il est constaté une absence de décisions de planification programmables et non programmables.

Les décisions à court terme de régulation de la gestion des compétences ne présentent pas une grande complexité de leur processus. Elles doivent être prises rapidement avec des règles de décision simples pour assurer une continuité de la gestion du projet ERP. Les décisions de plus haut niveau (de pilotage à moyen terme) sont quant à elles plus complexes au sens de Simon.

**Tableau 21: Essai de classification des décisions de gestion des compétences**

Niveau des décisions selon R. N. Antony

Décisions classées par méthode selon Simon		Décisions de régulation (court terme)	Décisions de pilotage (moyen terme)	Décisions de planification (long terme)
	<b>Décisions programmables</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Multiplier les contrôles (<math>d_{3,1}</math>; <math>d_{3,6}</math>)</li> <li>• Documentation (<math>d_{6,2}</math>)</li> <li>• Organiser des réunions (<math>d_{9,4}</math>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Former le personnel (<math>d_{1,1}</math>; <math>d_{1,2}</math>; <math>d_{1,4}</math>; <math>d_{1,6}</math>)</li> <li>• Mise à jour des compétences individuelles et collectives (<math>d_{11,5}</math>)</li> <li>• Intervention de la direction générale (<math>d_{12,5}</math>)</li> </ul>	
<b>Décisions non programmables</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensibiliser le personnel (<math>d_{4,1}</math>)</li> <li>• Motiver le personnel (<math>d_{5,1}</math>; <math>d_{5,6}</math>)</li> <li>• Réorganiser les tâches (<math>d_{10,4}</math>; <math>d_{10,6}</math>)</li> <li>• Responsabiliser les membres de l'équipe projet (<math>d_{13,5}</math>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recruter (<math>d_{2,2}</math>; <math>d_{2,4}</math>)</li> <li>• Organiser un comité de pilotage (<math>d_{7,3}</math>)</li> <li>• Réviser le planning (<math>d_{8,3}</math>)</li> <li>• Ajouter des heures supplémentaires (<math>d_{14,6}</math>)</li> </ul>		

L'enquête a permis d'analyser 651 réponses correspondant aux décisions face à des dysfonctionnements de la gestion des compétences. Ce nombre peut paraître faible mais les non réponses au questionnaire s'expliquent essentiellement par des problèmes de confidentialité et dans certains cas de compréhension des questions posées.

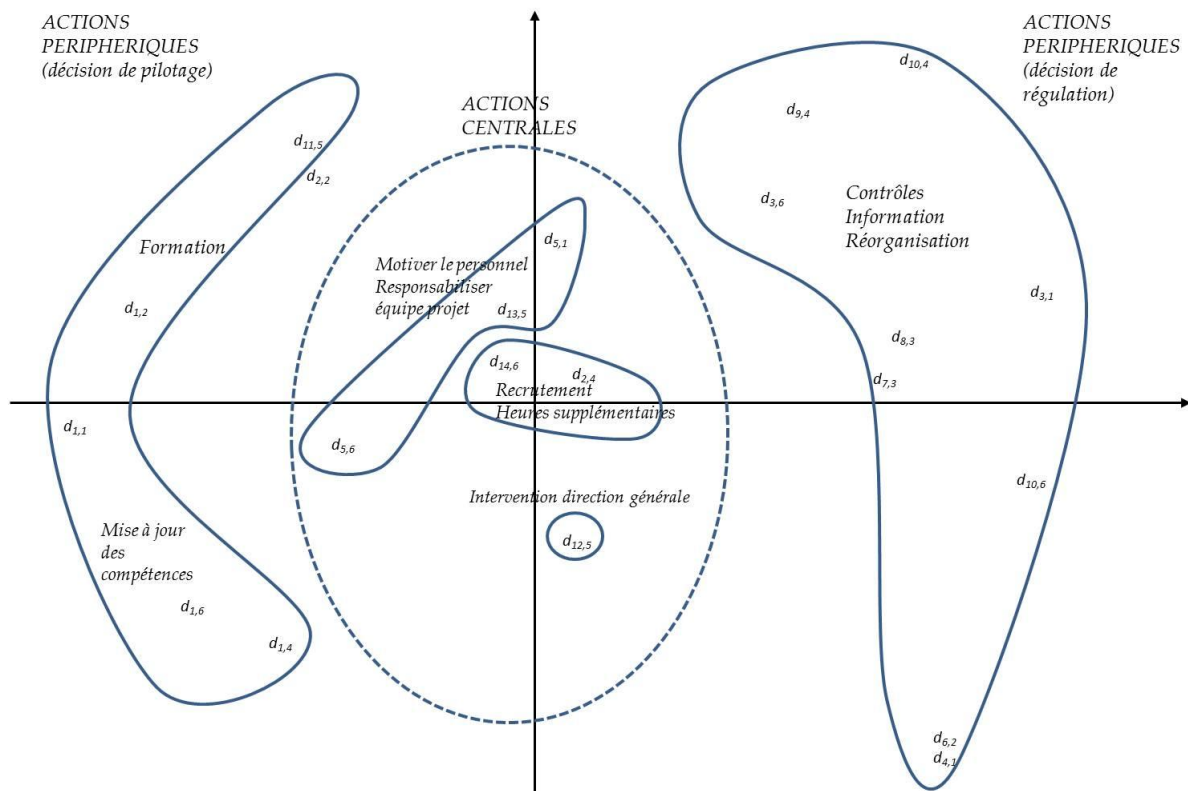
La méthode de l'analyse multi variée est donc choisie plus précisément l'analyse factorielle des composantes multiples (AFC).

- **L'analyse des décisions à court terme**

Les décisions à court terme correspondant à 21 variables de base sont positionnées dans le plan factoriel en figure 41. Il s'agit d'une association de décisions identiques devant des problèmes différents. Cette démarche permet de vérifier la cohérence dans les réponses des entreprises.

La figure 41 montre un regroupement de décisions de pilotage vers la gauche du graphique à l'opposé de celles de régulation ce qui confirme la classification présentée dans le tableau précédent. Cependant, un résultat tout à fait intéressant fait apparaître trois actions « centrales » qui sont le recrutement, la motivation du personnel et l'intervention de la direction générale qui se démarquent ainsi de cette classification.

**Figure 41: Typologie des décisions sur les deux premiers axes factoriels (décisions à court et moyen terme)**



- **L'analyse des décisions à moyen terme**

Sur l'horizon moyen terme, l'analyse a porté sur les mêmes variables de décisions du court terme. Les valeurs des 2 premiers vecteurs propres expliquent 40% de l'inertie totale.

La figure 41 montre que le premier axe factoriel oppose des décisions de type ressources humaines à des décisions de réorganisation alors que l'axe 2 représente une échelle des décisions de faible à forte complexité.

L'axe horizontal du premier vecteur propre pourrait correspondre selon nous au type de décision. Deux groupes principaux peuvent être proposés l'une dans la zone négative du graphique qui correspond aux décisions de type « ressources humaines » (motivation, recrutement, formation...) et dans la zone positive les décisions de réorganisation (révision du planning, organisation des réunions, réorganisation des tâches,...).

L'axe vertical pourrait représenter la dimension complexité. Dans la partie négative des ordonnées du graphique figurent les décisions de faible complexité et dans la partie positive les décisions plus complexes au sens de Simon [283].

La figure 41 a également permis d'identifier des décisions centrales se distinguant des décisions opérationnelles habituelles.

- **L'analyse des décisions à long terme**

Les résultats de notre enquête ont montré que les décisions prises par nos répondants se sont limitées aux seuls horizons court et moyen termes. D'ailleurs, aucun chef de projet n'a mentionné de décisions à long terme, ce qui peut signifier que la notion de pilotage des compétences au sein des projets ERP se limite à leur niveau à des comportements réactifs et à moyen terme sans portée stratégique.

Nous retenons ici la classification des décisions par niveau d'Antony [10, 177] et la classification par méthode de H.A. Simon [282]. A partir de ces deux représentations de base, des auteurs ont proposé une représentation « croisée » des décisions par niveau et par méthode [131]. En exploitant leurs travaux et en les rapportant aux problèmes de production, on a pu proposer un tableau qui représente une typologie des décisions dans la gestion des compétences. Les décisions répertoriées dans ce tableau sont issues des résultats de l'enquête intensive et de l'analyse de contenu d'interviews.

Pour résumer ces investigations, l'analyse de données a difficilement pu apporter un regard « dynamique » sur ces décisions et un échantillon plus important aurait probablement rendu

encore plus difficile une quelconque classification de tels comportements. Malgré cette critique, cette enquête a essentiellement permis une formalisation qualitative de ces différents mécanismes de régulation permettant un regard systémique sur les corrections à apporter face à des défaillances multiples que connaissent les projets ERP. Des modèles de simulation inspirés de la dynamique des systèmes de Forrester [112] ont été développés et de multiples scénarios ont été simulés permettant une meilleure compréhension du pilotage des compétences.

## **8.2. RESULTAT 2 : BOUCLES CYBERNETIQUES DE DECISION A MOYEN TERME**

L'enquête nous a permis de collecter des réponses décrivant les comportements des entreprises à moyen terme face à des situations perturbantes.

Le tableau 22 présente les variables fondamentales des modèles à court et moyen terme.

**Tableau 22: Les variables principales des modèles à court et moyen terme**

<b>Variables</b>	<b>Définitions</b>
Formation du personnel	Elle est influencée par le niveau des compétences, de la productivité et de l'expérience ;
Multiplicité des contrôles des ordres et des informations	Elle est influencée par le niveau de la coopération et de la productivité
Sensibilisation du personnel	Elle est influencée par le niveau de la coopération
Motivation du personnel	Elle est influencée par le niveau de la coopération
Recrutement	Elle est influencée par le niveau de l'expérience et des compétences
Documentation	Elle est influencée par le niveau d'expérience
Intervention du comité du pilotage	Elle est influencée par la prévision des risques (budget/coût)
Révision du planning	Elle est influencée par la prévision des risques
Organisation des réunions	Elle est influencée par le niveau des compétences
Réorganisation des tâches	Elle est influencée par le niveau de la productivité et des compétences
Mise à jour des compétences individuelles et collectives	Elle est influencée par le niveau du rééquilibrage
Intervention de la direction générale	Elle est influencée par le niveau du rééquilibrage
Responsabilisation des membres de l'équipe projet	Elle est influencée par le niveau du rééquilibrage
Heures supplémentaires	Elle est influencée par le niveau de la productivité

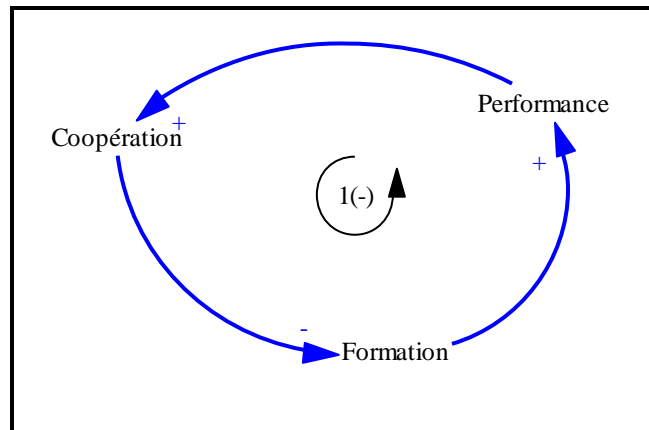
Ceci nous permet déjà de formaliser ces différents mécanismes.

*Situation 1 : dysfonctionnement au niveau de la coopération entre les membres de l'équipe projet*

La figure 42 présente les boucles de régulation mises en œuvre pour pallier à une telle situation. Toutes ses boucles sont de types homéostatiques et de polarité négative.

La boucle 1 modélise les mécanismes de décision face au dysfonctionnement au niveau de la coopération entre les membres de l'équipe projet ERP. Dans ce cas, les entreprises intensifient leur effort de formation de leurs équipes.

Figure 42: Diagramme causal à moyen terme de la situation 1

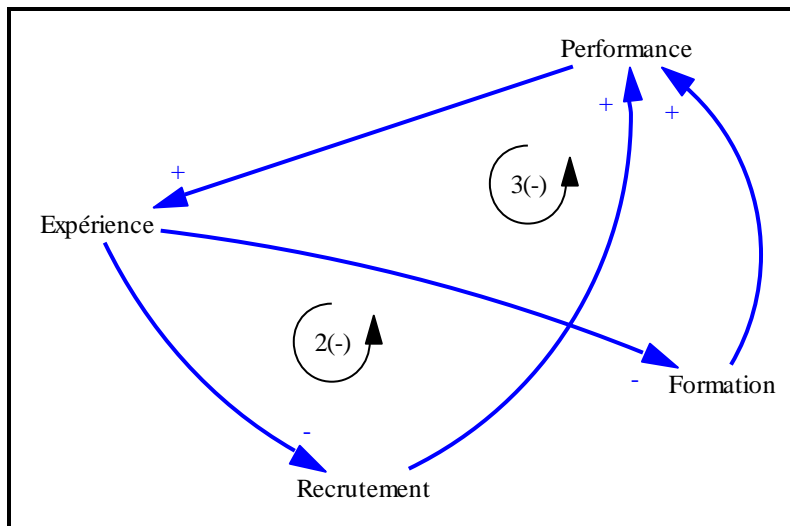


*Situation 2 : manque d'expertise au sein des membres de l'équipe projet*

La figure 43 présente les boucles de régulation mises en œuvre pour pallier à cette situation.

A moyen terme, les boucles de la figure 43 représentent le comportement des chefs de projet face au manque de l'expertise au sein des membres de l'équipe projet. Dans cette circonstance, il est fréquemment observé des actions progressives de recrutement des personnes ayant des expériences dans la mise en place des progiciels (boucle 2) ou de formation (boucle 3).

Figure 43: Diagramme causal à moyen terme de la situation 2



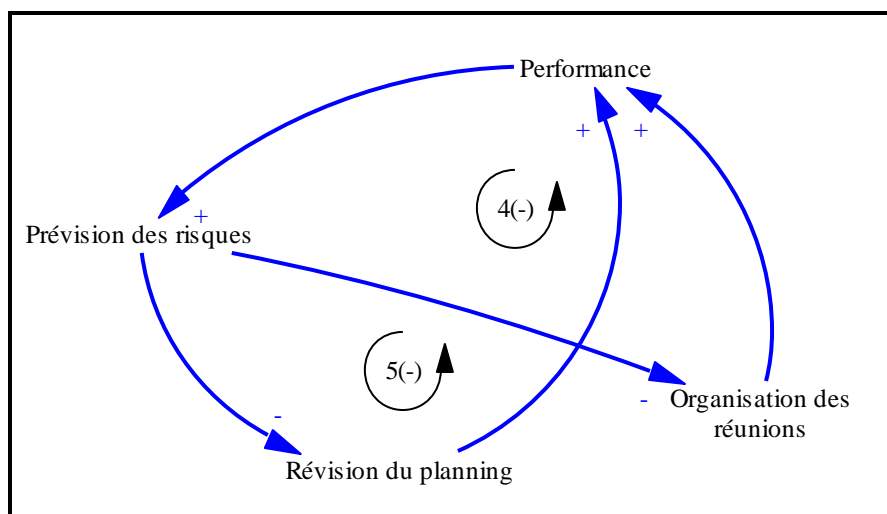


*Situation 3 : dysfonctionnement au niveau de la prévision des risques (dépassement budgétaire et/ou délai) – uniquement à moyen terme -*

La figure 44 présente les boucles de régulation mises en œuvre pour pallier à cette situation déclenchée uniquement à moyen terme.

A moyen terme, ces boucles modélisent le processus de décision en cas d'incapacité à prévoir les risques tels que le dépassement des délais et du budget, et ce par la création d'un comité de pilotage visant à la résolution des problèmes (boucle 4) ou encore par une révision du planning (boucle 5).

**Figure 44: Diagramme causal à moyen terme de la situation 3**

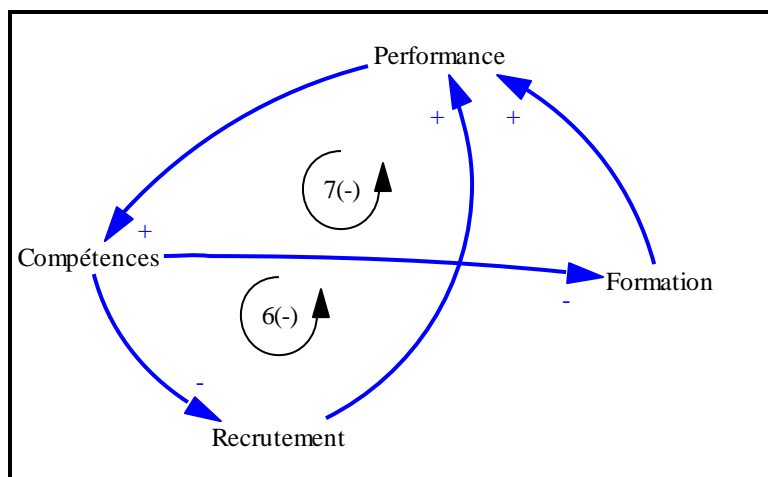


*Situation 4 : constat de compétences insuffisantes ou non adaptées*

La figure 45 présente les boucles de pilotage pour répondre à cette situation.

A moyen terme, dans cette situation, les chefs de projet intensifient le recrutement (boucle 6) et la formation du personnel (boucle 7).

**Figure 45: Diagramme causal à moyen terme de la situation 4**

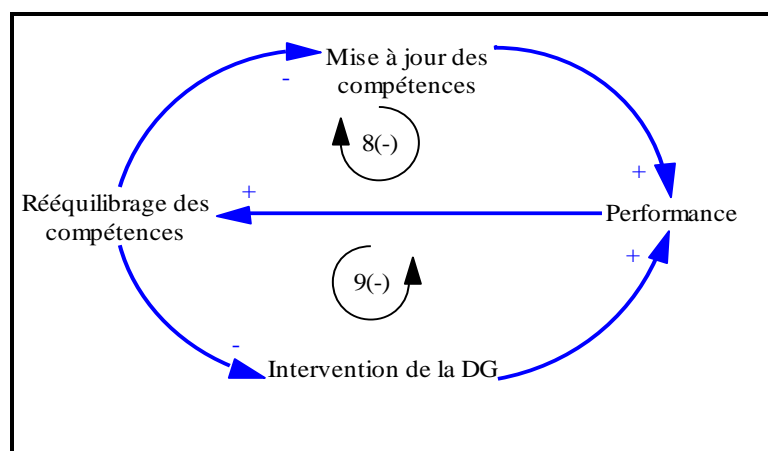


*Situation 5 : besoin de rééquilibrage des compétences actuelles avec des compétences futures*

La figure 46 présente les boucles de contrôle pour pallier à cette situation.

A moyen terme, il est observé une mise à jour des compétences individuelles et collectives (boucle 8) ou une intervention directe de la direction générale (boucle 9).

**Figure 46: Diagramme causal à moyen terme de la situation 5**

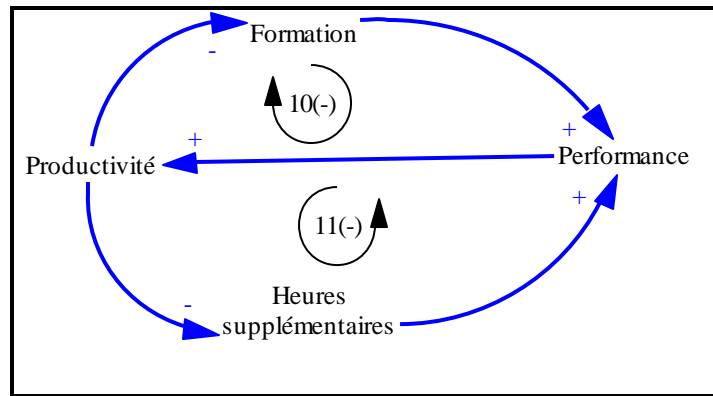


*Situation 6 : baisse de productivité du personnel*

La figure 47 présente les boucles de régulation mises en œuvre pour pallier à cette situation.

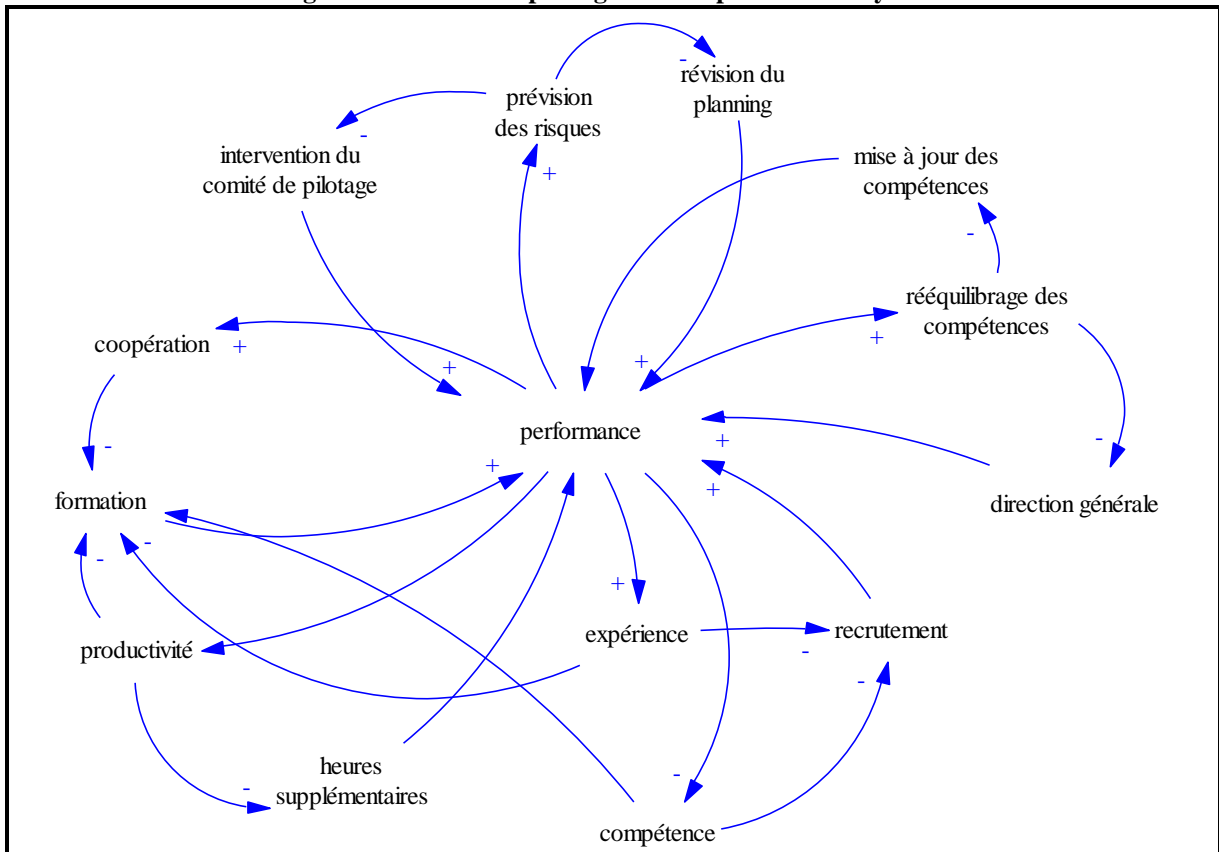
A moyen terme, dans cette circonstance, il est fréquemment observé des actions progressives de la formation des membres de l'équipe projet (boucle 10) ou le recours à des heures supplémentaires (boucle 11).

**Figure 47: Diagramme causal à moyen terme de la situation 6**



La figure 48 représente le modèle de pilotage des compétences à moyen terme. Ce schéma s'élabore à partir de la fusion des boucles de décision précédentes.

**Figure 48: Modèle de pilotage des compétences à moyen terme**



## **Chapitre 9**

### **Limites et perspectives de la recherche**

Ce travail de recherche présente certaines limites inhérentes à la méthodologie et au modèle de dynamique des systèmes. Dans ce chapitre, nous évoquons, d'abord, les limites de cette recherche. Ensuite, nous exposons des perspectives de recherche à savoir les modifications structurelles de notre modèle.

9.1. Limites de la recherche

9.2. Perspectives de la recherche

## 9.1. LIMITES DE LA RECHERCHE

En premier abord, rappelons que la phase d'exploration des entreprises tunisiennes à travers la pré-enquête, a été à la base de la conception de notre modèle de gestion des compétences. Nous listons les limites de cette démarche.

<b>Limites de notre approche</b>	<b>Solutions préconisées</b>
Le choix des entreprises et leur nombre insuffisant La qualité et l'exactitude des réponses relevées sur le terrain	Poursuite de ce type d'enquête par interviews auprès d'autres entreprises

En deuxième lieu, les interviews que nous avons menées ont permis d'élaborer le questionnaire qui a été envoyé à différentes entreprises tunisiennes ayant implanté le système ERP. Les limites et leurs solutions préconisées de cette méthode sont présentées ci-dessous.

<b>Limites de notre approche</b>	<b>Solutions préconisées</b>
Le faible nombre des entreprises enquêtées La qualité et l'exactitude des réponses au questionnaire Pas d'analyses statistiques évoluées	Poursuite de cette enquête avec le même questionnaire  Exploiter les données actuelles à partir d'autres méthodes descriptives

A partir d'un état de l'art, de l'enquête préalable et d'une enquête intensive, nous avons élaboré notre modèle de simulation. Nous citons les limites de notre modèle ci-dessous.

<b>Limites de notre modèle</b>	<b>Solutions préconisées</b>
Le modèle n'est pas générique	Elaborer des modèles à partir des mêmes hypothèses mais en se basant sur un nouveau référentiel de connaissances
Seul le modèle à court terme qui est simulé	Effectuer des simulations sur un modèle à moyen terme et étudier les interactions entre les deux modèles hiérarchiques

Le système opérant a une structure simplifiée	Concevoir de nouveaux modèles avec un système opérant plus élaboré
Seules certaines variables essentielles sont présentées dans le modèle	Effectuer une nouvelle enquête

Le modèle à court terme a été simulé de manière continue. Les résultats ont été analysés.

<b>Limites et critiques des résultats</b>	<b>Solutions préconisées</b>
Des scénarios limités	Créer d'autres scénarios perturbateurs et les croiser
Validité des résultats obtenus	Appliquer sur le terrain les recommandations
Limites des résultats obtenus	Enrichir les résultats par d'autres simulations sous d'autres conditions

## 9.2. PERSPECTIVES DE LA RECHERCHE

Les limites présentées dans la partie précédente nous conduisent à proposer de nouvelles pistes de recherche.

- La limite concernant le caractère non générique modèle nous amène à une proposition de modification structurelle de ce modèle de dynamique des systèmes à court terme en tenant en compte d'autres situations de dysfonctionnements. En effet, l'examen des données issues de notre enquête souligne la prépondérance de quelques facteurs. Cependant, d'autres facteurs non mentionnés précédemment, ont également été mis en avant par les chefs de projet à savoir :

***Le manque de l'information*** : l'analyse du contenu des entretiens a montré que tous les répondants considèrent le manque d'information comme une des causes provoquant la défaillance du système ERP. Des propos comme « indisponibilité, non fiabilité de l'information, ou bien, non contrôle de l'information », sont souvent tenus par les personnes interviewées. Cette lacune s'explique par une communication insuffisante entre le chef du projet et les membres de l'équipe. Ce constat vient confirmer les avis d'experts comme Kerzner [164].

Un des répondants a suggéré une information continue sur l'avancement du projet et sur les modifications effectuées de manière à recueillir un feedback des acteurs concernés. En effet, cela leur permet de percevoir la réaction des futurs utilisateurs de l'ERP afin de tenir compte de certaines de leurs suggestions de manière à améliorer ainsi la qualité de l'implantation de cet outil au sein de l'organisation.

***L'absence d'équipe équilibrée :*** nous avons observé que l'équipe chargée de l'implantation se compose souvent de responsables de service, d'informaticiens, de consultants et de key users qui ont déjà une certaine maîtrise des procédés de travail et des processus de l'entreprise. Cependant, le personnel nouvellement recruté qui utilisera l'ERP est rarement impliqué dans le pilotage du projet, selon nous constitue une erreur.

Selon la plupart des répondants, les membres de l'équipe projet ont généralement une longue expérience et une bonne qualification professionnelle : « ils sont pour la plupart ingénieurs et managers et ont pour la majorité d'entre eux une formation universitaire mais ne sont jamais affectés à plein temps sur le projet ». Ils y consacrent entre 50% à 70% de leur temps de travail ce qui peut poser des problèmes de disponibilité, leur activité principale étant prioritaire sur le projet dans lequel ils s'impliquent.

***Le manque d'exploitation des compétences :*** les répondants de notre enquête ont tous signalé que la sélection des ressources, les compétences techniques et organisationnelles à déployer constituent une phase cruciale dans la mise en œuvre du projet. Ils répliquent « définir la composition de l'équipe projet est une opération. Il convient d'abord d'identifier quels acteurs sont susceptibles d'être concernés, ce qui est loin d'être évident puisque chaque individu a sa vision personnelle et partielle du problème ».

Enfin, le dimensionnement de l'équipe projet est également un point important relevé qui représente entre 40 et 60% du coût complet du projet [86].

Le chef de projet doit également être capable de répartir les tâches du projet selon les compétences des membres de son équipe tout en veillant à ce qu'ils aient le sens de la négociation, qu'ils soient patients et qu'ils respectent la confidentialité. Donc, il recherche plutôt des tempéraments en accord avec les nécessités et les spécificités du projet, tout en veillant à la complémentarité entre ces différentes personnalités.

***La non prise en compte de la culture de l'entreprise :*** Les chefs de projet signalent que les caractéristiques géographiques et culturelles de l'entreprise sont des facteurs importants à prendre en considération. Les difficultés d'adaptation, le stress et les résistances au changement chez les utilisateurs finaux, demandent pour le chef de projet des compétences relatives à la conduite du changement et à la gestion des ressources humaines [306]. Un projet ERP peut également affecter la culture de l'entreprise. Si les employés n'y sont pas suffisamment préparés, il peut y avoir risque de rejet. Un dirigeant d'entreprise nous a mentionné que « le chef de projet doit avoir une capacité créatrice sur la base de ses connaissances et de ses expériences passées et qu'il se doit d'inventer une nouvelle vision de l'organisation ».

Il ressort également de cette enquête qu'un projet ERP doit se concentrer sur une certaine autonomie de l'équipe projet, sur une recherche de flexibilité, de coopération et de communication entre les membres. Enfin, certains chefs de projet nous ont signalé l'enjeu et la difficulté de conserver les personnes les plus compétentes au sein de l'entreprise évitant ainsi qu'elles s'orientent sur des sociétés plus lucratives leur offrant des conditions plus attractives.

Il serait intéressant de développer un modèle plus élargie à court terme en se basant sur tous ces facteurs

- La seconde piste porte sur une réflexion de la conception d'un modèle avec un système opérant plus élaboré tel que le cycle « rework ». Ce dernier a été développé par plusieurs chercheurs en gestion de projet à savoir Lyneis et Ford [199] et Cooper et Lee [73]. Ce type de système est de nature récursive qui permet de créer des comportements problématiques

Ces perspectives ouvrent différentes voies de recherche permettant notamment :

- d'améliorer la capacité à réagir de manière efficace afin de faire face aux fluctuations et aux incertitudes qui peuvent rencontrer la gestion du projet ERP ;
- d'assurer une coordination plus étroite entre différentes politiques permettant d'améliorer la gestion des compétences et la performance de la mise en œuvre du système ERP ;
- d'enrichir l'analyse de stabilité de ce système dynamique en provoquant des perturbations.



## **Conclusion de la deuxième partie**

A partir des résultats de la pré-enquête et l'enquête auprès des chefs de projets ERP en Tunisie, nous avons pu proposer un modèle de pilotage des compétences à court terme selon une démarche cybernétique. Ensuite, nous avons développé les résultats des simulations correspondants à différents scénarios de perturbations des mécanismes de pilotage des compétences.

Nous avons également présenté quelques résultats complémentaires d'analyses qualitative et statistique de cette enquête. Il s'agit notamment d'une classification des décisions de gestion des compétences à court, moyen et long terme et d'une représentation des boucles cybernétiques de décision de pilotage des compétences sur un autre horizon le moyen terme.

Enfin, nous avons présenté les limites et les perspectives de cette recherche.

## CONCLUSION GENERALE

La vulnérabilité des projets ERP en Tunisie face à des aléas et des fluctuations, nécessite de nos jours un meilleur pilotage et une réactivité de la gestion des compétences.

Ce travail de recherche se propose d'apporter des éléments de compréhension des défaillances d'implantation des systèmes ERP dans un contexte de pays émergent tel la Tunisie.

La complexité des mécanismes de régulation nous a conduit à orienter cette thèse vers l'amélioration du contrôle du pilotage de la gestion des compétences au sein de projets ERP s'exprimant par de fréquents ajustements visant à corriger les écarts par rapport aux objectifs de délais et de budget. Ce travail a mis en évidence la complexité des décisions de pilotage des compétences au niveau de la conduite de projets ERP. En effet, dès les premiers contacts avec des chefs de projet ERP, nous avons pu constater que les décisions étaient prises de manière réductionniste et que de nombreuses ruptures et discontinuités dégradaient la gestion et le contrôle des projets.

Au départ, nous étions inspirés par le programme de mise à niveau visant le développement des ressources humaines spécialisées dans les technologies d'informations. Nous avons ensuite réalisé une pré-enquête auprès de chefs de projet ERP en Tunisie. Tout en s'appuyant sur la littérature existante, cette pré-enquête nous a permis, de construire un questionnaire sous forme d'audit cybernétique afin de mener une enquête intensive qui a été analysée qualitativement et traitée quantitativement.

Suite à cette démarche, nous avons conçu un modèle de simulation correspondant à la gestion des compétences sur deux horizons temporels de décision dont on a traité seulement celui du court terme. Les résultats obtenus par la simulation continue et dynamique du modèle à court terme, ont mis en évidence différents comportements que nous n'avons pas pu observer dans une analyse statistique par méthodes multidimensionnelles.

Dans l'objectif d'amélioration de la connaissance des mécanismes de pilotage, nous avons proposé une description du fonctionnement de la gestion des compétences et nous nous sommes intéressés aux défaillances dans le pilotage même du projet et aux mécanismes de contrôle, aspects non traités à notre connaissance dans la littérature actuelle.

Les contributions de cette thèse sont constituées d'une part des apports scientifiques et d'autres part des apports opérationnels.

### ➤ **Apports scientifiques de la recherche**

Nous avons mené cette recherche en nous intéressant aux défaillances dans le pilotage des compétences.

Un modèle de dynamique des système basé sur les principes de Forrester a permis d'analyser la stabilité du système et les variations des délais dans un contexte de perturbation exogène. Le comportement de ce modèle a été étudié et discuté tout en montrant qu'un modèle de dynamique des systèmes permet d'améliorer notre compréhension de cette problématique du pilotage, il pourrait être utile comme outil d'aide à la décision pour la gestion des compétences. En effet, l'accent a été mis sur l'étude de l'influence des mécanismes de régulation et de décision sur le comportement global du modèle de pilotage des compétences.

Cette recherche nous a permis d'avoir une description cinématique de la gestion des compétences basée sur un système opérant simplifié, un modèle à court terme qui représente les systèmes d'information et de pilotage.

En nous référant à Forrester [113], les modèles de la dynamique des systèmes sont essentiellement conçus pour représenter et prévoir les caractéristiques comportementales des systèmes et non pour prédire les états futurs. Nous avons donc adopté initialement une vision continue permettant d'étudier les structures fondamentales du système avec la possibilité ensuite, d'affiner un modèle continu grâce à l'introduction de discontinuité dans les variations des variables [300, 301]. Grâce à cette approche, notre recherche a pu porter un « regard » dynamique sur les comportements des acteurs de gestion de projet ERP, qui n'ont pas été mentionnés dans d'autres travaux de recherche. Il est en effet plus courant d'observer des recherches proposant des modèles permettant d'améliorer la performance par différents outils classiques, plutôt que d'analyser le comportement dynamique globale d'un modèle de gestion des compétences soumis à des perturbations exogènes. C'est pour ces raisons que la dynamique des systèmes nous a paru la méthode la plus pertinente pour mener notre recherche et une analyse de la dynamique de la gestion des compétences en général.

Cette recherche a constitué une description dynamique des comportements observés par simulation du modèle de la gestion des compétences à court terme sous différents scénarios de perturbation.

Les résultats de cette simulation que notre modèle à court terme de gestion des compétences est capable de réagir pour faire face à des perturbations de l'environnement grâce à une politique de régulation qui repose sur la motivation du personnel, la réorganisation des tâches

et la multiplicité des contrôles et suivi des ordres et des informations. Ces différents mécanismes ont pu garantir une meilleure performance et supprimer le retard. De plus, une explication des mécanismes de régulation sensibles s'est avérée intéressante.

Ainsi, les résultats de la simulation de quelques scénarios relevés à travers l'enquête ont montré que le comportement du modèle est réactif souvent devant des arrêts importants du projet puisque des tentatives de suppression ou de réduction du retard sont observées.

#### ➤ **Apports opérationnels de la recherche**

La portée opérationnelle de cette recherche est de proposer des améliorations du pilotage des compétences face à des situations futures qui concernent la mise en œuvre du système ERP. Celle-ci est à la fois bénéfique pour les entreprises qui sont en cours d'implantation d'un système ERP, mais également pour celles qui envisagent d'acquérir et d'implanter un tel outil.

Pour la première catégorie, un cadre d'évaluation de dysfonctionnement du projet ERP est proposé au chapitre 3. Ce cadre permet de justifier cet investissement en évaluant ses retombées et anticipant les problèmes qu'elles peuvent rencontrer.

Pour la deuxième catégorie, il s'agit de formuler un cadre cohérent de la mise en œuvre de l'ERP basée sur l'expérience des premières, et d'en tirer profit (sur la base des résultats de ce travail). En effet, les entreprises peuvent espérer une amélioration de leur performance et tirer profit d'une implantation ERP, en sachant que l'atteinte de cet objectif est conditionnée afin de déterminer les bénéfices d'implantation d'un ERP.

D'ores et déjà, les résultats des simulations peuvent constituer une mise en évidence de l'utilité et de la prééminence de certains mécanismes de régulation. Cette recherche pourrait fournir une aide à la décision au chef de projet lui permettant d'améliorer le fonctionnement de ces boucles de régulation ou de les inhiber.

## Bibliographie

- [1] ABDEL-HAMID, Tarek. The Dynamics of Software Development Project Management: An Integrative System Dynamics Perspective. Unpublished PhD Thesis. Massachusetts Institute of Technology. Cambridge, MA. 1984.
- [2] AKKERMANS H. A systems approach to facilitating inter-organizational network development. *System Dynamics Review*, 2001, 17, 3, pp. 40-57.
- [3] AKTOUF O. Méthodologie des sciences sociales et approche qualitative des organisations. 3e éd. Presses de l'Université du Québec. Québec.1992.
- [4] AL MASHARI M, ZAIRI M. Information and business process equality: the case of SAP R/3 implementation. *Electronic Journal on Information Systems in developing countries*, 2000, 2, pp1-15.
- [5] AMGHAR A. Management de projets: du savoir-faire au savoir faire-faire, 2001, Editions J. C. I. Inc, Canada.
- [6] AMID A, MOALAGH M, RAVASAN A.Z. Identification and classification of ERP critical failure factors in Iranian industries. *Information Systems*, 2012, 37, 3, pp. 227–237.
- [7] ANDERSON P. Complexity theory and organization science. *Organization Science*, 1999, 10, 3, pp 216-232.
- [8] ANDREAS I, NICOLAOU S. Firm Performance Effects in Relation to the Implementation and Use of Enterprise Resource Planning. *Journal of Information Systems*, 2004, 18, 2, pp 79-105.
- [9] ANGERHOFER B.J, ANGELIDES M.C. System dynamics modelling in supply chain management: Research review, *Proceeding of the Winter Simulation Conference.*, 2000/ Ed.
- [10] ANTHONY R.N. Planning and control systems: A framework for analyses , Boston, Harvard University, Graduate School of Business Administration, Division of Research. 1965.
- [11] ARMBRÜSTER T, GLÜCKLER J. Organizational change and the economics of management consulting: A response to Sorge and van Witteloostuijn. *Organization Studies*, 2007, 28, 12, pp 1873-1885.
- [12] ASLLANI A, ETTKIN L. An entropy-based approach for measuring project uncertainty. *Academy of Information and Management Sciences Journal*, 2007, 10, 1, pp 31-45.
- [13] ASTLEY W.G. Administrative science as socially constructed truth. *Administrative Science Quarterly*, 1985, 30, pp 497-513.

- [14] ATLAN, H. Entre le cristal et la fumée, Paris : Seuil. 1979.
- [15] AUBERT B.A, RIVARD S, PARTY M. Managing IT sourcing risk: lessons learned. Série Scientifique, Cirano. 2001.
- [16] AUBERT-LOTARSKI A, NKIZAMACUMU D, KOZLOWSKI D. Agir en situation complexe- L'approche systémique, Note de synthèse 4, 2005. [http://www.esen.education.fr/fileadmin/user\\_upload/Contenus/Profils/gapfpe/kits/grh\\_app/notes\\_synthese/note\\_4\\_approche\\_systemique.pdf](http://www.esen.education.fr/fileadmin/user_upload/Contenus/Profils/gapfpe/kits/grh_app/notes_synthese/note_4_approche_systemique.pdf)
- [17] AUBRET J, GILBERT P, PIGEYRE F. Management des compétences, Paris : Dunod. 2002.
- [18] BAILE S, CHAABOUNI J, CHATTI H. Une évaluation des capacités organisationnelles d'implantation d'un ERP dans les PME — Un modèle de gouvernance du succès de la TI selon une approche basée sur les ressources. ACFAS. 2010
- [19] BAKKER A.B, SCHAUFELI W.B. Positive organizational behavior: engaged employees in flourishing organizations. Journal of Organizational Behavior, 2008 29, pp 147-154.
- [20] BANCROFT N, SEIP H, SPRENGEL A. Implementing SAP R/3, 2ème éd, Manning Publications. 1998.
- [21] BANCROFT N. Implementing SAP R/3: How to introduce a large system into a large organization », Manning/ Prentice Hall, London, UK, in Deltour, F. 1996.
- [22] BANKS J, CARSON J.S, NELSON B.L. Discrete event system simulation, 2nd Edition, Prentice-Hall International Series in Industrial and Systems Engineering, W.J. Fabrycky and J.H. Mize Editors. 1995.
- [23] BARKI H, PINSONNEAULT, A. Explaining ERP implementation effort and benefits with organizational integration. Cahier du Gresi, 2002, 02-01.
- [24] BARKI H, RIVARD S, TALBOT J. Toward an assessment of Software Development Risk. Journal of Management Information Systems, 1993, 10, 2, pp 203- 225.
- [25] BARKI, H, HARTWICK J. Interpersonal Conflict and its Management in Information Systems", MIS Quarterly, 2001, 25, 195-228.
- [26] BARLAS, Y. System dynamics: Systemic feedback modelling for policy analysis, In Knowledge for Sustainable Development – An Insight into the Encyclopedia of Life Support Systems, UNESCO-Eolss Publishers, Paris, France, Oxford, UK, 2002, pp 1131-1175.
- [27] BEARD, J.W. ET SUMNER, M. Seeking Strategic Advantage in the Post-Net Era: 2004.

- [28] BERARD, Céline. Le processus de décision dans les systèmes complexes : une analyse d'une intervention systémique. Thèse de doctorat, Université de Paris-Dauphine et Université du Québec à Montréal. 2009.
- [29] BERGER P.L, LUCKMANN T. La construction sociale de la réalité, Méridiens Klincksieck, 1986, pp 31-68.
- [30] BERGHMAN Ingrid. L'accompagnement du changement : facteur clé de succès d'un projet d'ERP, Thèse professionnelle, Université de Mines, 2003.
- [31] BERNARD C. Introduction à l'étude de la médecine expérimentale, Bordas, 1966, pp 86-116.
- [32] BERNARD J.G, RIVARD S, AUBERT B.A. L'exposition au risque d'implantation des ERP : éléments de mesure et d'atténuation. Cahier de la Chaire de gestion stratégique des technologies de l'information, 2002, 02, 06, pp 1702-2215.
- [33] BERNIER C, ROY V. L'évolution des rôles dans la gestion des projets TI : le cas des ERP. Cahier du Gresi, 2002, 2-10, ISSN 0832-7203.
- [34] BERNIER C, BAREIL C, RONDEAU A. transformer l'organisation par la mise en œuvre d'un ERP : une appropriation à trois niveaux, Gestion, 2002, 27, pp 24-33.
- [35] BERTALANFFY L.V. An essay on the relativity of categories", Philosophy of Science, 1955, 225, pp243-263.
- [36] BERTRAND Y, GUILLEMET P. Les organisations, une approche systémique, Paris, Ed.Chotard, 1989.
- [37] BESSON, P. Les ERP à l'épreuve de l'organisation. Système d'Information et Management, 1999, 4, 4, pp21-51.
- [38] BIDAN M. Fédération et Intégration des applications du Système d'information de Gestion. Systèmes d'Information et Management, 2004, 9, pp. 1-20.
- [39] BIDAN M, EL AMRANI R, GREFFOY-MAROMAT B *et al.* PGI, flexibilités, organisation du travail et représentation dans les moyennes et grandes entreprises. Rapport DARES-Ministère du travail. 2002.
- [40] BILODEAU, Christian. Communication de l'information stratégique en management de projet et de programme: une application de la dynamique des systèmes. Thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal. 2008.
- [41] BINGI P, SHAMA M, GODLA J. Critical Issues affecting an ERP implementation. Information Systems Management, Summer, 1999, 16, 3, pp 7-14.
- [42] BLAUG, M. Des idées reçues aux idées de Popper. In BLAUG M. (Coord.), La méthodologie économique, Paris, Economica, 1982, pp. 4-25.
- [43] BOTTA-GENOULAZ V, MILLET P.A, GRABOT B. A survey on the recent research literature on ERP systems", Computers in Industry, 2005, 56, pp 510-522.

- [44] BOUMANE A, TALBI A, TAHON C, BOUAMI D. Contribution à la modélisation de la compétence, (MOSIM'06) : Modélisation, Optimisation et Simulation des Systèmes : Défis et opportunités: ' 03 au 05 avril 2006 - EMI, Rabat - Maroc.
- [45] BOUTEILLER D, GILBERT P. Réflexions croisées sur la gestion des compétences en France et en Amérique du Nord. *Relations industrielles / Industrial Relations*, 2005, 60, 1, p. 3-28.
- [46] BOUTIN Pascal. Définition d'une méthodologie de mise en œuvre et de prototypage d'un progiciel de gestion d'entreprise (ERP). Thèse de doctorat, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne. 2001.
- [47] BOYE M, ROPERT G. Gérer les compétences dans les services publics, Editions d'Organisation, 1994, 203 p.
- [48] BRAILSFORD S, HILTON N. A Comparison of Discrete Event Simulation and System Dynamics for Modelling Healthcare Systems. School of Management, University of Southampton, UK, 2001. [http://eprints.soton.ac.uk/35689/1/glasgow\\_paper.pdf](http://eprints.soton.ac.uk/35689/1/glasgow_paper.pdf)
- [49] BRANDEL M. The New Project Manager, *Computerworld*, 2006, 40,15, pp 43-46.
- [50] BREHM L, HEINZL A, MARKUS LM. Tailoring ERP systems: A spectrum of choices and their implications. *Proceedings of the Hawaii International Conference on System Sciences*, 2001, 34.
- [51] BRUNETTO G. Fusion d'entreprises et intégration des systèmes d'information. AIMS, XVème Conférence Internationale de Management Stratégique, Annecy/Genève, 2006, 13-16 juin.
- [52] BURRELL G, MORGAN G. *Sociological paradigms and organizational analysis*, Heinemann, 1979, 432 p.
- [53] CAILLAUD, J. Le projet ERP : Un Projet D'organisation Peu Propice à L'apprentissage Organisationnel. Communication au colloque IPAG / IAE de Nice, 2006, 14p.
- [54] CALDAS MP, WOOD T. How consultants Can Help Organizations Survive the ERP Frenzy. *Research Paper, EAESP/FGV, Sao Paulo, Brazil*. 1998.
- [55] CALISIR F, CALISIR F. The Relation of Interface Usability Characteristics, Perceived Usefulness, and Perceived Ease of Use to End-User Satisfaction with Enterprise Resource Planning (ERP) Systems. *Computers in Human Behavior*, 2004, 20, 4, pp 505-515.
- [56] Capron B, Kuiper D, Levy L. *Methodology for avoiding failure. Manufacturing Systems*, Wheaton. 1995.
- [57] CAREL G, GIARD V, MIDLER C. Management de projet et gestion des ressources humaines. Technical report, Cahier de recherche de l'IAE. 2001.



- [58] CARUSO, D. Six ways to ensure an ERP implementation delivers value. *Manufacturing Business Technology*, Highlands Ranch, 2007, 25, 8, pp 27.
- [59] CEREOLA S.J. The performance effects of latent factors on assimilation of commercial open-source ERP software on small-medium enterprises, Virginia Commonwealth University, Richmond, Virginia.
- [60] CHAABOUNI, A. Implantation d'un ERP : antécédents et conséquences. XVème Conférence Internationale de Management Stratégique, Annecy/Genève, 2006, 13-16 Juin.
- [61] CHALMERS, A.F. *Qu'est-ce que la science?*, Éditions La Découverte, 1987, p. 21-37.
- [62] CHAN R, ROSEMAN M. Integrating knowledge into process models - A case study. *Proceedings of the Twelfth Australasian Conference on Information Systems*, Australia: Southern Cross University. 2001
- [63] CHANG S, GABLE G.G. A comparative analysis of major ERP lifecycle implementation: management and support issues in Queensland government", *Pacific Asia Conference on Information Systems*, 2001, 5, pp1152-1166.
- [64] CHEN I. J. Planning for ERP systems: analysis and future trend. *Business Process Management Journal*, 2001, 7, 5, pp 374-386.
- [65] CHEVRIER, J. *La spécification de la problématique*. 2004.
- [66] CHIVA-GOMEZ, R. Repercussions of complex adaptive systems on product design management. *Technovation* 2004, 24, pp 707-711.
- [67] CHO, S. A distributed time-driven simulation method for enabling real-time manufacturing shop floor control. *Computers & Industrial Engineering*, 2005, 49, 4, pp 572–590.
- [68] CLADAS M.P, WOOD T. Stripping the “Big Brother”: Unveiling the backstage of the ERP Fad”, *Research Paper, EAESP/FGV, Sao Paulo, Brazil*. 1999.
- [69] CLELAND, D. *Project Management: Strategic Design and Implementation*. TAB Professional and Reference Books. 1990.
- [70] CLEMONS EK, THATCHER ME, ROW MC. Identifying sources of reengineering Failures: A Study of the Behavioural factors Contributing to reengineering Risks. *Journal of Management Systems*, 1995, 12, 2, pp 9-36.
- [71] CLEMONS. E.K. Using scenario analysis to manage the strategic risks of reengineering. *Sloan Management Review*, 1995, 36, 4, pp 61.
- [72] COAT F, FAVIER M. Passage à l'ERP et refonte du système d'information : le cas des ASF. *Système d'Information et Management*, 1999, 4, 4, pp. 107-128.
- [73] COOPER K, LEE G. Managing the Dynamics of Projects and Changes at Fluor. the 27 International Conference of the System Dynamics Society, 2009, 28 pages.

- [74] CORNET A, RONDEAU A, BAREIL C *et al.* Typologie des processus de transformation et performance de la GRH. Actes du Congrès AGRH, Montréal, 2004, 15p.
- [75] COSGROVE W. ERP progress Report. CIO magazine, Octobre 2001.
- [76] COTTELEER M.J. ERP: Payoffs and Pitfalls. Harvard Business School Working Knowledge, 2002. <http://hbswk.hbs.edu/item.jhtml?id=3141&t=operations>.
- [77] COURTOT H. Les risques liés à la gestion des acteurs d'un projet. Actes de Recherche GREGOR, IAE de Paris. 1997.
- [78] CROWLEY A. Training treadmill. PC Week, 1999, 15, pp 121- 233.
- [79] CURIEN N, PONSSARD J.P, WALLISER B. Rationalité inductive et rationalité déductive dans les outils d'aide à la décision », Actes du Colloque sur le développement des sciences et pratiques des organisations, « l'aide à la décision dans l'organisation », AFCET, Paris, les 10-11-12 Mars 1987, pp 63-67, in Thiel, D. « Vers une meilleure connaissance du comportement dynamique des systèmes de production : conception de modèles génériques et simulation continue », Thèse de doctorat en sciences, Université de droit, d'économie et des sciences d'Aix-Marseille III. 1993.
- [80] DAVE O, CELIA R. Justifying Enterprise Resource Planning Adoption. Journal of Information Technology, 2002, 17, pp.199–213.
- [81] DAVENPORT T. Harvard. Mission Critical. Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts. 2000.
- [82] DAVENPORT T.H. Putting the enterprise into the enterprise system. Harvard Business Review, 1998, 76, 4, pp. 121–131.
- [83] DAVIS DL, DAVIS DF. The effect of training techniques and personal characteristics on training end users of Information Systems. Journal of Management InformationSystem, 1990, p93-110.
- [84] DAVIS A, O'DONNELL J. Modelling complex problems: system dynamics and performance measurement. Management Accounting, 1997, p. 1820.
- [85] DEFELIX C.H. Ce que gérer les compétences veut dire. SEES et Revue Economique et sociale, 2003, pp 121-128.
- [86] DEIXONNE J.L. Piloter un projet ERP, Dunod, Paris, 2001, 261p.
- [87] DEJOUX C. Les compétences au cœur de l'entreprise. Editions d'organisation, deuxième tirage, 2001, 165 p.
- [88] DEKETELE J.M, ROEGIERS X. Méthodologie du recueil d'informations, 3ème édition, édition Bruxelles. 1996.
- [89] DELANNOY, DEVEDJIAN, HELLOUIN. Les causes d'échecs de projets ERP. Rapport d'autopsie de projets ERP, 2005.

<http://webcampus.fundp.ac.be/claroline/backends/download.php?url...cidReset=true&cidReq=DTICM331> (accès 23/02/2009).

- [90] DELONE WH, MCLEAN ER. Information System Success: The Quest for the Dependent Variable. *Information Systems Research*, 1992, 3, 1.
- [91] DELTOUR F, LECONTE P, MOURRAIN A. Contingences du projet ERP dans les PME : construction d'un cadre d'analyse basé sur les risques et compétences. Actes de la conférence de l'AIM, 13-14 décembre 2008, Paris.
- [92] DESREUMAUX A, ROMELAER P. Investissement et organisation. Dans Charreaux G. (Coord.), « Images de l'investissement », Vuibert, 2001pp 61-114.
- [93] DONNADIEU G, KARSKY M. La systémique, penser et agir dans la complexité. Paris : Editions de liaisons, 2002.
- [94] DUNCAN WR. A guide to the project management body of knowledge. Project Management Institute. 1996.
- [95] DURAND T. L'alchimie de la compétence. *Revue française de gestion*, janvier-février, 2000 pp 84-102.
- [96] EL AMRANI R. Le rôle de la conduite du changement dans le succès d'un ERP à Air France. *Gérer et comprendre*, 2007, 90, p 67-81.
- [97] EL AMRANI, R. Vision organisationnelle cible comme facteur de réussite d'un projet ERP: le cas SAP chez l'entreprise Consto. 8ème colloque de l'AIM, Grenoble. 2003.
- [98] EL AMRANI R, SAINT-LEGER G. Le pari des centres de compétences dans la stabilisation des organisations en phase post-projet ERP, *Systèmes d'Information et Management*. 2011, 1, 16, pp 69-112.
- [99] ELMEZIANE K, CHUANMIN S, ELMEZIANE M. The Importance of Critical Success Factors of Enterprise Resources Planning Implementation In China. 2011, 1, 6, pp 1-10.
- [100] ELMEZIANE K, ELMEZIANE M. Enterprise Resources Planning Systems Implementation Success In China. *Business and Management Review* 2012, 1, 12, pp 01 – 09.
- [101] ELRAGAL A, AL-SERAFI A. M. The Effect of ERP System Implementation on Business Performance: An Exploratory Case-Study. *Communications of the IBIMA*, 2011, Article ID 670212, 20 pages.
- [102] ERSHLER J, GRABOT B. Gestion de production : fonctions, techniques et outils, Paris, Hermès Science Publications. 2001.
- [103] ESTEVES J, PASTOR J, CASANOVAS J. Using the Partial Least Squares (PLS) Method to Establish Critical Success Factors Interdependence in ERP Implementation Projects. Technical Research Report, Universidad Politecnica of Catalunya, March 2002.

- [104] ESTEVES J, PASTOR J. An ERP Lifecycle-Based Research Agenda. First International Workshop on EMRPS, Venice, Italy. 1999.
- [105] ETTIEN F, BAILE S. L'impact Individuel des ERP, un Axe D'évaluation des Changements Induits. AIM, 2007, 27p.
- [106] EVRARD M, PRAS B, ROUX E. Market Etudes et recherches en marketing : fondements, méthodes, 3e éd. Paris Dunod. 1993.
- [107] EWUSI-MENSAH K. Critical Issues in Abandoned Information Systems Development Projects. Communications of the ACM, 1997, 40, 9, pp 74-80.
- [108] FEDERICI T. Factors Influencing ERP Outcomes in SMEs: a Post Introduction Assessment. Journal of Enterprise Information, 2009, 22 (1/2), pp 81-98.
- [108] FISHER, D.M, KIANG M.Y, FISHER, S.A, CHI R.T. Evaluating mid-level ERP software. Journal of Computer Information Systems, 2004, 45, 1, pp 38-46.
- [109] FORD, D.N., STERMAN, J.D. Expert knowledge elicitation to improve formal and mental models. System Dynamics Review, 1998, 14, 4, pp 309-340.
- [110] FORRESTER J.W. Industrial Dynamics : A major breakthrough for decision makers. Harvard Business Review, 1958, 36, 4, pp 37-66.
- [111] FORRESTER JW. Collected papers of Jay W. Forrester. Productivity Press, 1975, 284p.
- [112] FORRESTER, J.W. Industrial dynamics, Portland (OR): Productivity Press. 1961.
- [113] FORRESTER, J.W. Industrial Dynamics. Cambridge, Massachusetts, MIT Press, 6ème edition. 1969.
- [114] FORRESTER, J.W. The beginning of system dynamics. The McKinsey Quaterly, 1995, 4, pp 4-16.
- [115] FOURATI, F. Veille stratégique : de l'évaluation de l'utilisation des agents intelligents à la prise de décision. Thèse de doctorat, Université Paris Dauphine. 2006.
- [116] FOUREZ, G. La construction des sciences – Les logiques des inventions scientifiques, Bruxelles: De Boek Université. 1996.
- [117] FREDRICKSON J.W, MITCHELL T.R. Strategic decision processes: comprehensiveness and performance in an industry with an unstable environment. Academy of Management Journal, 1984, 27, 2, pp 399-423.
- [118] FRYLING, M. The Dynamics of ERP Success. 2007.  
<http://www.systemdynamics.org/conferences/2007/proceed/papers/FRYLI113.pdf>  
 (accès 23/12/2008)
- [119] GACOGNE, V. Les modèles de Dynamiques des Systèmes, outils d'aide à la décision? Exemple d'un modèle développé dans le cadre de l'appel à propositions « Périurbanisation et villes durables » du PREDIT3 : Le modèle Dynacité. 2009.

[http://www.mountvernon.fr/Les\\_modeles\\_de\\_dynamique\\_des\\_systemes/VGacogne\\_1\\_Imai2009.pdf](http://www.mountvernon.fr/Les_modeles_de_dynamique_des_systemes/VGacogne_1_Imai2009.pdf)

- [120] GAGNON S. Gérer le changement au sein d'une main-d'oeuvre professionnelle: le cas d'un centre hospitalier. *Gestion*, 2009, 34, 1, pp 20-26.
- [121] GALASSO F, THIERRY C. Aide à la planification avec incertitude, imprécision et incomplétude sur la demande. 2008. [http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/23/57/17/PDF/FG\\_CT\\_Hal.pdf](http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/23/57/17/PDF/FG_CT_Hal.pdf)
- [122] GAREL G, GIARD V, MIDLER C. Management de projet et gestion des ressources humaines. Gregor, IAE de Paris. 2001.
- [123] GATTIKER T.F, GOODHUE D.L. What Happens After ERP Implementation: Understanding the Impact of Interdependence and Differentiation on Plant-Level Outcomes. *MIS Quarterly*, 2005, 29, 3, September, pp 559-585.
- [124] GAUTHIER, B. Recherche sociale: De la problématique à la collecte de données, 4ème édition. Sainte-Foy: Presses de l'Université du Québec, 2004, 51-84.
- [125] GELBARD R, PLISKIN N, SPIEGLER I. Integrating system analysis and project management tools. *International Journal Project Management*, 2002, 20, 6, pp 461-468.
- [126] GENELOT D. Manager dans la complexité, réflexions à l'usage des dirigeants, Editions Insep Consulting. 1992.
- [127] GIARD V. Gestion de projets, Economica. 1991.
- [128] GILBERT JT. Reducing the risks from innovation", *Journal of Systems Management*, 1996, 47, 1, pp 12-16.
- [129] GLASS R.L. Software Runaways, Upper Saddle River, NJ, Prentice Hall PTR. 1998.
- [130] GLOBERSON S, ZWIKAEEL O. The Impact of the Project Manager on Project Management Planning Processes. *Project Management Journal*, 2002, 33, 3, pp. 58-64.
- [131] GORRY G.A, SCOTT MORTON M.S. A framework for management information system. Cambridge, MA, Sloan management review (M.LT.), 1971,13, 1, pp 55-70.
- [132] GOULD M, FREEMAN R. The Art of Project Management: A Competency Model For Project Managers. 2004, pp 1-11. <http://csis.pace.edu/pclc/art.pdf>, (Accès le 01/06/2006).
- [133] GRAHAM A.K, ARIZA A. Dynamic, hard and strategic questions : using optimization to answer a marketing resource allocation question. *System Dynamics Review*, 2003, 19, 1, pp 27-46.
- [134] GROSS PHB, GINZBERG MJ. Barriers to the adoption of Application Software Packages. *Systems, Objectives, Solutions*, 1984, 14, p 211-226.

- [135] GROVER V, JEONG S.R, KETTINGER W.J, TENG J.T.C. The implementation of Business Process Reengineering”, *Journal of Management Systems*, 1995, 12, 1, pp 109-144.
- [136] GUFFOND J.L, LECONTE G. Les ERP puissants outils d’organisation du changement industriels. *Revue Sciences de la Société* 2004, 61, pp 33-51.
- [137] GUIMAREAS T, BOND W. Empirically assessing the impact of BPR on manufacturing firms. *International Journal of Operations and Production Management*, 1996, 16, 8, pp 5-28.
- [138] GULLA J.A, BRASETHVIK T. On the challenges of the business modelling in large-scale reengineering projects. Norwegian University of Science and Technology. 2000.
- [139] GUPTA O, PRIYADARSHINI K, MASSOUD S, AGRAWAL S.K. Enterprise Resource Planning: A Case of a Blood Bank. *Industrial Management & Data Systems*, 2004, 104, 7, pp 589-603.
- [140] HADDARA M. Exploring ERP Adoption Cost Factors, *Computer Technology and Application*, 2012, 3, pp 250-261.
- [141] HALLÉ M.F, RENAUD J, RUIZ A. Progiciels de gestion intégrée : Expériences d’implantation dans cinq entreprises Québécoises. *Logistique & Management*, 2005, 13, 2, pp 25-38.
- [142] HAMMER M. Up the ERP revolution”, *Informationweek*, 1999, N°720.
- [143] HASSAIRI, A.F. Evaluation des investissements en systèmes et technologies de l’information: Cas des EDI chez les équipementiers automobiles. Thèse de doctorat, 23 Février 2001, Université des Sciences Sociales de Toulouse.
- [144] HASSANZADEH S, GOURC D, MARMIER F, BOUGARET S. Decision-making in R&D projects, a framework based on fuzzy logic. *International Conference on Production Research*, Stuttgart (Germany). 2011.
- [145] HAWA M. Improving the role played by humans in the development of enterprise engineering and integration projects through training based on multimedia. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 2002, 15, 4, pp. 335-344.
- [146] HITT L.M, WU D.J, ZHOU X. Investment in Enterprise Resource Planning: Business impact and productivity measures. *Journal of Management Information Systems*, 2002, 19, 1, pp 71-98.
- [147] HLADY-RISPAL M. La méthode des cas : Application à la recherche en gestion. DeBoeck Université, Bruxelles, 2002, p.245.
- [148] HOLLAND C.P, LIGHT B. A Critical Success Factors Model for Enterprise Resource Planning Implementation. *IEEE Software*. 1999, 16, 3, pp. 30-36.

- [149] HOLLAND C.P, LIGHT B, GIBSON N. A Critical Success Factors Model for Enterprise Resource Planning Implementation. In Proceeding of the 7th European Conference on Information Systems, 1999, 1, pp. 273- 287, June. Copehagen.
- [150] HOUZE E, MEISSONIER R, PEROTIN P. Influence de la Culture Métier dans la non Adoption d'un PGI : cas d'une PME High Tech. AIM, 2005, 9p.
- [151] HOWICK S. Using System Dynamics to Analyse Disruption and Delay in Complex Projects for Litigation: Can the Modeling Purposes Be Met. Journal of Operational Research Society 2003, 54, pp 222-229.
- [152] HSIAO Y.D, YANG C.C, LIN W.T, LEE W.C. A study on key failure factors for introducing enterprise resource planning. Human Systems Management, 2007, 26, pp139–152.
- [153] HUANG S.Y, HUANG S.M, WU T.H, LIN W.K. Process Efficiency of the Enterprise Resource Planning Adoption. Industrial Management & Data Systems, 2009, 109, 8, pp 1085-1100.
- [154] HUMBERT M, MARTIGNONI N, RENNARD J.P. Moodle : analyse d'un succès, AIM, 2007, 13p.
- [155] INDELICATO G. Essential people skills for projects managers, Project Management Journal, 2005, 36, 4, pp 81.
- [156] ISKANIUS P. The ERP Project Risk Assessment – A case study. Proceedings of the World Congress on Engineering, 2009, 1, July 1- 3, London, U.K.
- [157] ISKANIUS P. Risk management of ERP Projects in manufacturing SMES. Information Resources Management Journal, 2010, 23, 3, pp 60-75.
- [158] JOGLEKAR N, FORD D.N. Product development resource allocation with foresight. European Journal of Operational Research, 2005, 160, pp 72-87.
- [159] JOMAA H. Les Déterminants de la Création de Valeur par les TIC : Le Cas des Projets ERP. Rapport de la cigref, 2005, pp.53-69.  
[http://www.cigref.fr/cigref/livelink.exe/fetch/9159/531563/Recherche\\_CIGREF\\_cahier\\_n2\\_web.pdf?nodeid=531564&vernum=0](http://www.cigref.fr/cigref/livelink.exe/fetch/9159/531563/Recherche_CIGREF_cahier_n2_web.pdf?nodeid=531564&vernum=0), accès le 19/1/2009
- [160] KALE V. Implementing SAP R/3: the guide for business and technology managers. Indianapolis, Sams Publishing. 2000.
- [161] KEARNS G.S, SABHERWAL R. Strategic Alignment Between Business and Information Technology: A Knowledge-Based View of Behaviors, Outcome, and Consequences. Journal of Management Information Systems, 2007, 23, 3, pp 129-162.
- [162] KEEN PGW. Information Systems and Organizational Change. Communications of the ACM, 1981, 24, 1.

- [163] KEIL M, MANN J, RAY A. Why software projects escalate: an empirical analysis and test of four theoretical modes. *MIS Quarterly*, 2000, 24, 4, p 631-664.
- [164] KERZNER H. *Project Management: a systems Approach for Planning, Scheduling and Controlling*, New York, NY, John Wiley et Sons. 2001.
- [165] KING FS, BURGESS TF. Beyond critical success factors : a dynamic model of enterprise system innovation. *International Journal of Information Management*, 2006, 26, 2, pp 59-69.
- [166] KIRSCH L.J. *Software Project Management: An Integrated Perspective for an Emerging Paradigm*. R.W. Zmud (ed), *Framing the Domains of IT Research : Glimpsing the Future Through the Past*, Pinnaflex Educational Resources Inc, 2000. pp 285-304.
- [167] KLEIM RL. Risk management for business process reengineering projects”, *Information Systems Management*, 2000, 17, 4, p 71-74.
- [168] KLIR J, VALACH M. *Cybernetic modelling*, Prague, SNTL. 1965.
- [169] KRAEMMERGAARD P, MOLLER C. A research framework for studying the implementation of Enterprise Resource Planning (ERP) systems. *Proceedings of IRIS 23, Laboratorium for Interaction Technology, University of Trollhatten Uddevalla*. 2000.
- [170] KUMAR R, NTI K.O. National cultural values and the evolution of process and outcome discrepancies in international strategic alliances. *The Journal of Applied Behavioral Science*, 2004, 40, 3, pp 344-361.
- [171] KUMAR V, MAHESHWARI B, KUMAR U. An investigation of critical management issues in ERP implementation: empirical evidence from Canadian organizations. *Technovation*, 2003, 23, 10, pp 793-807.
- [172] KURUPPUARACHCHI P.R, MANDAL P, SMITH R. IT Project Implementation Strategies for Effective Changes: A Critical Review. *Logistics Information Management*, 2002, 15, 2, pp 126-137.
- [173] LA PRESSE. Programme national de mise à niveau - Consolidation de l'investissement immatériel. 2009. <http://fr.allafrica.com/stories/200909180346.html> (accès 12/12/2009).
- [174] LAMPRECHT J.L. *Appliquer les norms ISO 9000 dans les PME, PMI*, Editions AFNOR. 1996.
- [175] LANDRY, M. A note on the concept of "problem". *Organization Studies*, 1995, 16, 2, pp 315-343.
- [176] LANGENWALTER G. *Enterprise Resources Planning and Beyond: Integrating Your Entire Organization*, St. Lucie Press, Boca Raton, FL. 2000.



- [177] LAROCHE H. From decision to action in organizations: decision-making as a social representation. *Organization Science*, 1995, 6, 1, pp 62-75.
- [178] LASNIER F. Réussir la formation par compétences, Guérin, Montréal. 2000.
- [179] LAUKKANEN S, SARPOLA S, HALLIKAINEN P. Enterprise Size Matters: Objectives and Constraints of ERP Adoption. *Journal of Enterprise Information Management*, 200720, 3, pp 319-334.
- [180] LAW A, KELTON W. *Simulation Modeling and Analysis*, 3ème édition, Mc Graw Hill. 2000.
- [181] LE BOERF G. *Ingénierie et évaluation des compétences*, 3ième édition, Editions. 2000.
- [182] LE BOTERF G. *Construire les compétences individuelles et collectives : les réponses à 90 questions*, 3ème édition, Editions d'Organisation. 2004.
- [183] LE BOTERF G. *De la compétence, essai sur un attracteur étrange*, Paris : Les Editions d'organisation. 1995.
- [184] LE BOULAIRE M, RETOUR D. *Gestion des compétences, stratégie et performance de l'entreprise : quel est le rôle de la fonction RH ?*. Congrès de l'AGRH, Dakar, SENEGAL, 2008, 70, pp 51-68.
- [185] LE MOIGNE J.L. *Les systèmes de décision dans les organisations*, Presses Universitaires de France, 1974, 244 p.
- [186] LE MOIGNE J.L. *La théorie du système général, théorie de la modélisation?*, PUF, 1977-1994.
- [187] LE MOIGNE J.L. *Les épistémologies constructivistes, Que sais-je?*, Paris, PUF. 1995.
- [188] LE MOIGNE J.L. *La modélisation des systèmes complexes*. Paris, Dunod. 1990.
- [189] LEBRATY J.F. *Aide à la décision et écartés bancaires: Une approche en terme de rationalité procédurale*. *Système d'Information et Management*, 2000, 5, 3, pp 3-28.
- [190] LECONTE P, MOURRAIN A. *Contingences du projet ERP dans les PME: construction d'un cadre d'analyse basé sur les risques et compétences*», Conférence de AIM (Association Information et Management), 13-14 décembre, Paris. 2008.
- [191] LEMAIRE L. *Systèmes ERP, emplois et transformations du travail*. Fondation Travail – Université ASBL. 2002.
- [192] LEQUEUX J.L. *Manager avec les ERP, Progiciels de Gestion Intégrés et Internet*. Les Editions d'Organisation, Paris. 2002.
- [193] LEVY-LEBOYER C. *La gestion des compétences*, Editions d'Organisation, 1997.
- [194] LIN E, HSIEH C, *The seven deadly risk factors*. *Journal of Systems Management*, 1995, 46, 6, p 48-53.

- [195] LOO R. Working towards best practices in project management : a Canadian study. international journal of Project Management, 2000, 20, pp.93-98.
- [196] LOUADI M. Comment réussir l'implantation d'un ERP: Les facteurs clés de succès dans des entreprises tunisiennes. Le Manager, 2002, 75, pp 38-39.
- [197] LOUART P, PENAN H. La valeur des connaissances en gestion. Communication des actes des XIV Journées des IAE, Nantes. 1998.
- [198] LYNCH R.K. Nine pitfalls in implementing packaged applications software. Journal of Information Systems Management, 1985, 2, 2, pp 88-92.
- [199] LYNEIS J.M, FORD D.N. System Dynamics Applied to Project Management: a survey, assessment, and directions for future research”, Systems Dynamic Review, 2007, 23, pp 157-189.
- [200] LYTIMEN K, MATHIASSEN L, ROPPENEN J. Attention shaping and software risk: a categorical analysis f four classical risk management approaches. Informatique systems research, 1998, 9, 3, pp 233-256.
- [201] LYTTINEN K, HIRSCHEIM R. Information systems failure: a survey and classification of the empirical literature. Oxford Surveys in Information Technology, Oxford, Compass Ed. 1987.
- [202] MABERT VA, SONI A, VENKATARAMANAN MA. Une enquête concernant les ERP dans les entreprises industrielles américaines. Revue Française de Gestion Industrielle, 2001, 19, N°4.
- [203] MADERS H. Conduire une équipe projet, Éditions d'Organisation. 2000.
- [204] MADSEN S.R, MILLER D, JOHN C.R. Readiness for Organizational Change: Do Organizational Commitment and Social Relationships in the Workplace Make a Difference?. Human Resource Development Quarterly, 2005, 16, 2, pp 213-233.
- [204] MAJED A. Enterprise-Wide Information Systems: The Case of SAP R/3 Application. In Proceedings of the Second International Conference on Enterprise Information Systems, 2000, pp 3-8.
- [205] MALHOTRA R, TEMPONI C. Critical decisions for ERP integration: Small business issues, International Journal of Information Management, 2010, 30, 1, pp 28-37.
- [206] MARCHESNAY M. Quelques propositions méthodologiques appropriées aux sciences de gestion. Actes du colloque des 13-14 Novembre 1985, Méthodologies fondamentales en gestion, l'implicite et le normatif dans les modèles, FNEGE ISEOR, pp 53-61, in Thiel, D., (1993), « Vers une meilleure connaissance du comportement dynamique des systèmes de production : conception de modèles génériques et simulation continue », Thèse de doctorat en sciences, Université de droit, d'économie et des sciences d'Aix-Marseille III.

- [207] MARCINIAK R. Piloter les technologies de l'informatique et des télécoms- Modèles et outils, ouvrage collectif, éditions Weka. 2001.
- [208] MARKUS L, TANIS C. The enterprise experience – From adoption to success » R. W. Zmud (Ed) in framing the domains of IT Research : Glimsng the future from the past, Cincinatti, OH, Pinnaflex Educationnal resources Inc 2000.
- [209] MARKUS M.L, AXLINE S, PETRIE D, TANIS C. Learning from the adapters' experiences with ERP: problems encountered and success achieved. Journal of Information Technology, 2000,15, pp 245-265.
- [210] MARKUS M.L, TANIS C. The Enterprise Systems Experience- From Adoption to Success. Claremont Graduate University, California, 1999, 10, pp 173-206.
- [211] MASSOT P, FEISTHAMMEL D. Pilotage des compétences et de la formation: des méthodes et outils inédits, AFNOR, 2001, 203p.
- [212] MASSOTTE P, CORSI P. La complexité dans les processus de décision et de management, Hermes Science Publications, Lavoisier, Paris. 2006.
- [213] MCGINNIS T.C, HUANG Z. Rethinking ERP success: A new perspective from knowledge management and continuous improvement. Information & Management, 2007, 44, pp 626–634.
- [214] MCKEEN J.D, SMITH H.A. Managing External Relationships in IS. Proceedings of the Hawaii International Conference on Information Systems, N.34. 2001.
- [215] MEDEF. L'influence des contextes nationaux sur le management par les compétences. Cahier1, Objectif compétences, des pratiques européennes innovantes, France. 2002.
- [216] MEKADMI S, BAILE S. La conduite du changement dans un projet ERP: deux retours d'expériences. 11th Conference of the Association Information and Management (AIM), Luxembourg, 2006, 14p.
- [217] MENARD C, BERNIER C. Le cas d'une mise en œuvre ERP réussie aux centres hospitaliers de Lasalle et de Verdum, Gestion, 2004, 4, pp 61-68.
- [219] MEYSONNIER F, POURTIER F. ERP: changement organisationnel et contrôle de gestion, Actes du 25<sup>ème</sup> Congrès de l'AFC, 2004, 18 p.
- [220] MEZGHANI K, MEZGHANI L. Rôles des compétences managériales des responsables des affaires dans l'alignement stratégique des ERP: proposition d'un modèle de recherche », XVIIIème Conférence Internationale de Management Stratégique AIMS, Nice, 28 -31 mai. 2008.
- [221] MILLET P.A. Une étude de l'intégration organisationnelle et informationnelle : Application aux systèmes d'informations de type ERP. Thèse de doctorat de l'INSA de Lyon, 14 octobre 2008.
- [222] MILLING P. Understanding and managing innovation processes », System Dynamics Review, 2008, 18, pp 73-86.

- [223] MORECROFT J.D.W, STERMAN J.D. Modeling for Learning Organizations, Portland, OR:Productivity Press, 1994, 400 pages
- [224] MORIN E. Introduction à la pensée complexe, Edition Seuil, 2005, 158 p.
- [225] MORIN E. Sciences et consciences de la complexité, Echanges recueillis par C. ATLAS et J-L. Le Moigne, Aix en Provence, Librairie de l'Université. 1984.
- [226] MORIN E. Les sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur, Paris : Seuil. 2000.
- [227] MORLEY C. Gestion d'un projet système d'information, Paris, Masson. 1996.
- [228] MORLEY C. Gestion d'un projet système d'information, principes, techniques, mise en œuvre et outils, Dunod, 2ème édition, Paris, 2000, 285p.
- [229] MOTWANI J, MIRCHANDANI D, MADAN M, GUNASEKARAN A. Successful implementation of ERP projects: evidence from two case studies. International Journal of Production Economics, 2002, 75, 1/2, pp 83.
- [230] MURPHY K.E, SIMON S.J. Intangible Benefits Valuation in ERP Projects. Information Systems Journal, 2002, 12, pp 301-320.
- [231] NICOLAOU A.I. Quality of postimplementation review for enterprise resource planning systems. International Journal of Accounting Information Systems, 2004, 5, pp 25– 49
- [232] NORRIS G, WRIGHT I, HURLEY JR, DUNLEAVY J, GIBSON A. SAP: An executive's comprehensive guide, New York, Wiley. 1998.
- [233] O'LEARY D. Enterprise Resource Planning Systems, Cambridge University Press. 2000.
- [234] OGUNLANA S, LI H, SUKHERA F. System dynamics approach to exploring performance enhancement in a construction organization. Journal Constr. Eng. Management, 2003, 129, 5, pp 528–536.
- [235] OUADAHI J, GUÉRIN G. Pratiques de gestion mobilisatrices et implantation d'un système d'information Une évaluation qualitative. Relations Industrielles / Industrial Relations, 2007, 62, 3, pp 540-564.
- [236] PAILLÉ P. L'analyse par théorisation ancrée. Cahiers de recherche sociologique, 1994, 23, pp 146-181.
- [237] PARR A, SHANKS G. A model of ERP project implementation. Journal of Information Technology, V, 2000, 15, pp 289-303.
- [238] PARR A, SHANKS G. A Model of ERP Project Implementation. Journal of Information Technology, 2000, 15, 2, pp 289-303.
- [239] PARR A.N, SHANKS G, DARKE P. The Identification of Necessary Factors For Successful Implementation of ERP Systems. In O.Ngwenyama, L.D.Introna,

- M.D.Myers and J.I.DeCross (Eds), "New Information Technologies in Organisational Process", Boston, Kluwer Academic Publishers, 1999, pp. 99-119.
- [240] PENA-MORA F, PARK M. Dynamic planning for fast-tracking building construction projects. *ASCE Journal of Construction Engineering and Management*, 2001, 127, 6, pp 445-456.
- [241] PERRET V, GIROT-SÉVILLE M. Fondements épistémologiques de la recherche, Dans Thiétart, R.A. (Dir.), *Méthodes de recherche en management*, Dunod, 2007, pp 13-33.
- [242] PETTIGREW AM. Longitudinal Field Research on Change: Theory and Practice. *Organization Science*, 1990, 1, 3, pp 267-292.
- [243] PEYRAT-GUILLARD D, SAMIER N. TIC, implication et climat social : vers une autonomisation sous contraintes des salariés. *Revue de Gestion des Ressources Humaines*, 2004, 51, 39-56.
- [244] PIAGET J. Les courants de l'épistémologie scientifique contemporaine, Dans Piaget J. (Dir.), *Encyclopédie de la Pléiade, Logique et connaissance scientifique*, Gallimard, 1967, pp 1225- 1271.
- [245] PICARD R. Les impacts humains des changements organisationnels autour des TIC. *Pistes*, 2007, 9, 2, 18p. <http://www.pistes.uqam.ca/v9n2/pdf/v9n2a7.pdf>.
- [246] PIERREVAL H. Simulation combinée discret/continu : étude du cas d'une fonderie. 6ème Conférence Francophone de MODélisation et SIMulation – MOSIM'06, Rabat, Maroc. 2006.
- [247] PIERREVAL H, BRUNIAUX R, CAUX C. A continuous simulation approach for supply chains in the automotive industry. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 2007, 15, 2, pp 185–198.
- [248] PILLOU J.F. Introduction à la conduite de projet. 2007. <http://www.commentçamarche.net>, (Accès le 08/02/2007).
- [249] PITURRO M. How midsize companies are buying ERP. *Journal of Accountancy*, 1999, 188, pp 41-48.
- [250] PLAZA M, ROHLF K. Learning and performance in ERP implementation projects: A learning-curve model for analyzing and managing consulting costs. *International Journal Production Economics*, 2008, 115, pp72-85.
- [251] POPPER J. La dynamique des systèmes: Principes et applications, Les éditions d'Organisation, Eyrolles éditeur, Paris. 1973.
- [252] POPPER K.R. La logique de la découverte scientifique, Payot, 1973, pp 23-43. (Publié pour la première fois en 1935)
- [253] PRAZ A. « Méthodes et Techniques » 2004,

[http://www.a-lex.com/diplome/IMG/article\\_PDF/article\\_21.pdf](http://www.a-lex.com/diplome/IMG/article_PDF/article_21.pdf), (accès le 14/12/2009).

- [254] RAJAGOPALAN N, RASHEED A.M.A, DATTA D.K. Strategic decision processes: critical review and future directions. *Journal of Management*, 1993, 19, 2, pp 349-384.
- [255] REINBOLD M.F, BREILLOT J.M. Gérer la compétence dans l'entreprise, éditions L'Harmattan, Paris. 1993.
- [256] REPENNING N. A dynamic model of resource allocation in multi-project research and development systems. *System Dynamics Review*, 2000, 16, 3, pp 173-212.
- [257] REPENNING N. A simulation-based approach to understanding the dynamics of innovation implementation. *Organization Science*, 2002, 13, 2, pp 109-127.
- [258] RIVERA I, VINCK D, PENZ B. Appropriation des nouvelles connaissances par les acteurs industriels lors du processus de choix d'un ERP. IPI: Information Compétences et Connaissances dans les systèmes productifs, Autrans, France, 22-23 janvier 2004, pp 121-134.
- [259] ROBERT-DEMONTROND P. Méthodes d'observation et d'expérimentation, Apogée, ISBN: 2-84398-169-7. 2004.
- [260] ROBERTS L. Process reengineering: the key to achieving breakthrough success. Milwaukee, WI, ASQC Press. 1994.
- [261] ROBERTS H.J, BARRAR P.R.N. MRPII implementation: key factors for success. *Computer Integrated Manufacturing Systems*, 1992, 5, 1, pp 31-38.
- [262] ROBERTS N, ANDERSEN D, DEAL R, GARET M, SHAFFER W. Introduction to Computer Simulation, Portland, OR: Productivity Press, Chapitres 1-2 et 3. 1983.
- [263] RODRIGUES A, BOWERS J. System dynamics in project management: a comparative analysis with traditional methods. *System Dynamics Review*, 1996, 12, 2 (été).
- [264] ROMEYER C. Analyse des obstacles à l'implantation d'un système d'information hospitalier traçant les activités: quels enseignements pour les SI et la traçabilité ?. Communication du 8ème colloque de l'AIM, 21-23 mai. 2003.
- [265] ROPPONEN J, LYYTINEN K. Components of software development risk: how to address them? A project manager survey. *IEEE Transactions on software Engineering*, 1999, 26, 2, pp 98-112.
- [266] ROSARIO J.G. "On the leading edge: critical success factors in ERP implementation projects", *Business World*. 2000.
- [267] ROSS J.W, VITALE M.R. The ERP revolution surviving vs thriving. *Information Systems Frontiers*, 2000, 2, 2, pp 233-241.

- [268] ROWE F. Cohérence, intégration informationnelle et changement : esquisse d'un programme de recherche à partir des Progiciels Intégrés de Gestion. *Systèmes d'Information et Management*, 1999, 4, p.3-20.
- [269] ROYER I, ZARLOSKI P. "Echantillon(s)" in Thiétart et al. (dir), *Méthodes de recherché en Management*, Paris, Dunod. 1999.
- [270] RUDOLPH J.W, REPENNING N.P. Disaster dynamics: understanding the role of quantity in organizational collapse. *Administrative Science Quarterly*, 2002, 47, 1, pp 1-30.
- [271] SAINT LÉGER G, NEUBERT G, PICHOT L. Projets ERP: Incidence des spécificités des entreprises sur les facteurs clés de succès. 7ème colloque de l'AIM, Hammamet, Tunisie. 2002.
- [272] SANTOS J, SERRANO N, SARRIEGI J.M. Dynamic aspects of an ERP implementation project. 2005.  
<http://www.systemdynamics.org/conferences/2005/proceed/papers/SANTO219.pdf>
- [273] SAP. Integrated Talent Management with SAP ERP HCM. 2009.  
<http://www.SAP.com> (accès 13/12/2009).
- [274] SCHMIDT R, LYYTINEN K, KEIL M, CULE P. Identifying Software Project Risks: An International Delphi Study. *Journal of Management Information Systems*, 2001, 17, 4, pp 5-36.
- [275] SCOTT JE, VESSEY L. Implementing Enterprise Resource Planning Systems: the role of learning from failure. *Information Systems Frontiers*, 2002, p 213-232.
- [276] SECONDE E, LE BILAN N. Quels sont aujourd'hui les freins de l'implantation d'un ERP dans les PME PMI en France ?. Reims Management School, Tema, 03. 2002.
- [277] SEDERA D, GABLE, G, CHAN T. "ERP success: Does organisation Size Matter?" Pacific Asia Conference on Information Systems (PACIS), Adelaide, South Australia. 2003.
- [278] SHAKIR M. An ES Process Framework for Understanding the Strategic Decision Making Process of ES Implementation. *Res. Lett. Inf. Math. Sci.*, 2000, 2, pp 47-53.
- [279] SHANG S, SEDDON P.B. A Comprehensive Framework For Classifying the Bneefits of ERP Systems. *Proceedings of the 2000 Americas Conference on IS*, Long Beach California, August 10-08-2000, pp 1005-1014
- [280] SHANKS G, PARR A. A Model of ERP Project Implementation. *Journal of Information Technology*, 2000, 15, pp 289-303.
- [281] SHERER SA. Purchasing software systems: managing the risk. *Information & Management*, 1993, 24, 5, pp 257-267.
- [282] SIMON H.A. *The new science of management decision*, New York et Evaston, Harper & Row, Publishers, 1960, 50 p.

- [283] SIMON H.A. *Administrative Behavior. A Study of Decision-Making Processes*. The Free Press. Traduction française de la 3<sup>è</sup> édition : *Administration et Processus de Décision*. Economica, 1983, 321 p.
- [284] SKOK W. ET LEGGE M. Evaluating enterprise resource planning systems using an interpretive approach. *Knowledge and Process Management*, 2002, 9, 2, pp 72-82.
- [285] SOH WL, KIEN SS, TAY-YAP J. Cultural Fits and Misfits: Is ERP a Universal Solution ?, *Communication of the ACM*, 2000, 43, 4, P 47-51.
- [286] SOUVAY P. *Plans d'expériences. Méthode Taguchi*, AFNOR, 2002, 53 pages.
- [287] STANLEIGH M. Effecting successful change management initiatives. *Industrial and commercial training*, 2008, 40, 1, pp 34-37.
- [288] STEFANOU C.J. Supply Chain Management (SCM) and organizational key factors for successful implementation of enterprise resource planning (ERP) systems. *Proceeding of the Americas Conference on Information Systems (AMCIS)*, 1999, p 800.
- [289] STEPHANOU C. Organisational Key Success Factors for implementing SCM/ERP systems to support decision making. *Journal of Decisions Systems. ERP and its Impact on Decision Making*, 10, 1/2001, pp 49-64.
- [290] STERLING B. Installation doesn't have to be painful. *Computing Canada*, 1999, 25, 12, pp 3-20.
- [291] STERMAN J.D. *System Dynamics Modeling for Project Management*. Cambridge, MA: Sloan School of Management, MIT. 1992.
- [292] STERMAN J.D. *Business dynamics: Systems thinking and modelling for a complex world*, Boston, Mass.: Irwin/McGraw-Hill. 982. 2000.
- [293] STERMAN J.D. Learning in about complex systems, Dans Stermann, J.D. *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*, Boston, MA: Irwin McGraw Hill, Chapitre 1. 2000.
- [294] STERMAN J.D. System dynamics modeling: Tools for learning in a complex world. *California Management Review*, 2001, 43, 4, pp 8-25.
- [295] SUMNER M. Risk factors in enterprise wide/ERP projects. *Journal of Information Technology*, 2000, 15, pp 317-327.
- [296] TAYLOR T, FORD D.N. Tipping point dynamics in development projects. *System Dynamics Review*, 2006, 22, 1, pp 51-71.
- [297] TAYLOR T, FORD D.N. Managing Tipping Point Dynamics in Complex Construction Projects. *ASCE Journal of Construction Engineering and Management*, 2008, 134, 6, pp 421-431.



- [298] TCHOKOGUÉ A, BAREIL C, DUGUAY C.R. Key lessons from the implementation of an ERP at Pratt & Whitney Canada. *International Journal of Production Economics*, 2005, 95, pp 151-163.
- [299] THEMISTOCLEOUS M, IRANI Z, O'KEEF RM, PAUL R. ERP problems and application integration issues: An empirical survey. *Business Process Management Journal*, 2001, 17, 3, pp 195-204.
- [300] THIEL D. Vers une meilleure connaissance du comportement dynamique des systèmes de production : conception de modèles génériques et simulations. Thèse de doctorat, Université d'AixMarseille III, France. 1993.
- [301] THIEL D. Modèles génétiques de comportement des systèmes de production », *Revue Internationale de Systémique*, AFCET, Dunod, 1993, 7, 2, pp 117-142.
- [302] THIEL D. Analysis of the behaviour of production systems using continuous simulation. *International Journal of Production Research*, 1996, 34, 11, pp 3227-3251.
- [303] THIEL D. Pour une approche cybernétique des mécanismes de décision de production. *Revue Française de Gestion*, FNEGE, 1996, 107, pp 25-31.
- [304] THIEL D. La dynamique des systèmes: Complexité et chaos, Eds. Hermès, collection systèmes complexes.1998.
- [305] THIETART R-A, ET AL. *Méthodes de Recherche en Management*, Paris, Dunod. 1999.
- [306] THOMAS L. Implantation d'un Progiciel de Gestion Intégré : analyse des liens entre les phases du projet, l'approche de la gestion du changement, les difficultés et rôles du chef de projet, thèse de doctorat en sciences de gestion, Université de la Méditerranée Aix-Marseille II), 13 juillet 2005.
- [307] TOMAS JL. ERP et progiciels intégrés : la mutation des systèmes d'information, Paris, Dunod. 1999.
- [308] TOMAS J.L. ERP et progiciels de gestion intégrées : sélection, déploiement et utilisation opérationnelle, 3ème édition, Dunod. 2002.
- [309] TOOLE TM. A project management causal loop diagram. ARCOM Conference, London, UK, Sep 5-7, 2005, 10 pages.
- [310] TROTT P, HOECHT A. Enterprise Resource Planning (ERP) and its Impact on the Innovative Capability of the Firm. *International Journal of Innovation Management*, 2004, 8, 4, pp 381-398, Imperial College Press
- [311] UMBLE E, HAFT R, UMBLE M. Enterprise Resource Planning: Implementation procedures and Critical Success Factors. *European journal of Operational research*, 2003, 46, pp. 241-257.
- [312] UMBLE E.J, UMBLE M.M. Avoiding ERP implementation failure. *Industrial Management*, 2002, 44, 1, pp 24-33.

- [313] VALENTIN D, VASILE F. L'implantation de l'ERP : Facteurs Clés de Succès et Impact sur la Performance. *The Journal of the Faculty of Economics*, 2008, 4, 1, pp 1353-1357.
- [314] VAN SLOOTEN K, YAP L. Implementing ERP information systems using SAP", *Proceedings of the Americas Conference on Information Systems*, 5. 1999.
- [315] VANDAIE R. The role of organizational knowledge management in successful ERP implementation projects. *Knowledge-Based Systems*, 2008, 21, pp 920–926.
- [316] VELCU O. Exploring the Effects Of ERP Systems on Organizational Performance: Evidence from Finnish Companies. *Industrial Management & Data Systems*, 2007, 107, 9, pp 1316-1334.
- [317] VIDON N, DUBOIS E, MICHEL JP. Retour d'expérience, projets d'innovation dans les TIC. *Actes du Congrès Francophone du Management de Projet, AFITEP, Paris*, 2001, pp 139-150.
- [318] VIRGILI S. Repenser le Rôle des Acteurs et des Outils de Gestion dans la Dynamique de Changement: Une Perspective Communicationnelle », *XIème Conférence de l'AIMS, Paris ESCP-EAP*, 2002, 27p.
- [319] VO THI LE H. Modélisation dynamique des flux logistiques de la filière avicole française dans un contexte de crise sanitaire. *Thèse de doctorat, Université de Nantes*. 2009.
- [320] WAARTS E, VAN EVERDINGENA M, VAN HILLEGERSBERGB J. The Dynamics of Factors Affecting the Adoption of Innovations. *The Journal of Product Innovation Management*, 2002, 19, pp 412–423.
- [321] WACHEUX F. *Méthodes Qualitatives et recherche en gestion*, Paris, Economica. 1996.
- [322] WALLISER B. *Systèmes et modèles : Introduction critique à l'analyse des systèmes*, Paris, (eds.) Seuil. 1977
- [323] WATERIDGE J. Training for IS/IT project managers: a way forward. *International Journal of Project Management*, 1997, 15, 5, pp 283-288.
- [324] WATSON E.E, SCHNEIDER H. Using ERP systems in education. *Communications of the Association for Information Systems*, 1999, 1, 9.
- [325] WEE S. Juggling toward ERP success: keep key success factors high. *ERP news*, février, 2000. <http://www.erpnews.com.erpnews/erp904/02get.html>.
- [326] WELTI N. *Successful SAP R/3 implementation : practical management of ERP projects*. Harlow, Adisson-Wesley.1999.
- [327] WESTON F.C. ERP implementation and project management. *Production and Inventory Management Journal*, 42, third quarter. 2001.

- [328] WIDEMAN RM. Risk Management. *Project Management Journal*, 1986, 17, 4, pp 20-27.
- [329] WIENDAHL H.P, WORBS J. Simulation based analysis of complex production systems with methods of non-linear dynamics. *Journal of Materials Processing Technology*, 2003, 139, pp 28-34.
- [330] WIENER N. *Cybernetics, or control and communication in the animal and the machine*, Libraries Hermann & Cie (Paris), The MIT Press (Cambridge, Mass.) et Wiley (New York). 1948.
- [331] WILLCOCKS L, GRIFFITHS C. Predicting risk or failure in large scale IT projects. *Technology forecasting and social change*, 1994, 47, 2.
- [332] WOLSTENHOLME E.F. *System Enquiry – A system dynamics approach*, Chichester: John Wiley & Sons, in Rodrigues, A. “The role of system dynamics in Project Management: A comparative analysis with traditional models”, *International System Dynamics Conference*. 1994.
- [333] WONG A, SCARBROUGH H, CHAU P.Y.K, DAVISON, R. Critical Failure Factors in ERP Implementation. 2005. [www.pacis-net.org/file/2005/395.pdf](http://www.pacis-net.org/file/2005/395.pdf) (accès 07/12/2009).
- [334] Worou R.D. Impact des pratiques de gestion des ressources humaines sur l’acceptation de l’ERP dans les entreprises en Afrique : cas de deux entreprises en Afrique de l’Ouest, *Actes du congrès AGRH*, Dakar, 2008, 22p.
- [335] WU J.H, WANG Y.M. Measuring ERP success: the ultimate users' view. *International Journal of Operations & Production Management*, 2006, 26, 8, pp 882–903.
- [336] YANG C.C, LIN W.T, LIN, M.Y, HUANG J.T. A study on applying FMEA to improving ERP introduction. An example of semiconductor related industries in Taiwan. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 2006, 23, 3, pp 298-322.
- [337] YU M.C. Employees’ Perception of Organizational Change: The Mediating Effects of Stress Management Strategy. *Public Personnel Management*, 2009, 38, 1, pp 17-32.
- [338] ZIMMERER T.W, YASIN M.M. A Leadership profile of American project managers, *Project Management Journal*, 1998, 29, 1, pp 31-38.
- [339] ZGHAL R. *Méthodologie de recherche en sciences sociales*, Editions C. L. E., 1992, 119p.
- [340] ZHANG Z, LEE MATTHEW, K.O, HUANG P, ZHANG L, HUANG X. A framework of ERP systems implementation success in China: an empirical study. *International Journal of Production Economics*, 2005, 98, 1, pp 56–80.

- [341] ZVIRAN M, PLISKIN N, LEVIN R. Measuring user satisfaction and perceived usefulness in the ERP context. *Journal of computer information systems*, 2005, pp 43-52.

## Annexe 1: Questionnaire

1. Veuillez entourer le type de votre décision (court terme, moyen terme ou long terme) selon les situations décrites ci-dessous :

**Abréviations :**

**CT** ..... Court Terme..... (journée, semaine)

**MT** ..... Moyen Terme .. (mois, semestre, année)

**LT**..... Long Terme ..... (3 à 5 ans)

**Situation 1 :** En cas de dysfonctionnement au niveau de la coopération entre les membres de l'équipe projet, la décision suivante est prise à :

Formation du personnel	CT	MT	LT
Multiplicité des contrôles des ordres et des informations	CT	MT	LT
Sensibilisation du personnel	CT	MT	LT
Motivation du personnel	CT	MT	LT
Autre (précisez) : .....	CT	MT	LT

**Situation 2 :** En cas de manque d'expertise au sein des membres de l'équipe projet, la décision suivante est prise à :

Formation du personnel	CT	MT	LT
Recrutement	CT	MT	LT
Documentation	CT	MT	LT
Autre (précisez) : .....	CT	MT	LT

**Situation 3 :** En cas de dysfonctionnement au niveau de la prévision des risques (dépassement budgétaire et/ou délai), la décision suivante est prise à :

Organiser un comité de pilotage qui encadre les gens et corrige les problèmes qui peuvent apparaître	CT	MT	LT
Révision du planning	CT	MT	LT
Autre (précisez) : .....	CT	MT	LT

**Situation 4 :** En cas de constat de compétences insuffisantes ou non adaptées, la décision suivante est prise à :

Formation du personnel	CT	MT	LT
Recrutement	CT	MT	LT
Organisation des réunions	CT	MT	LT
Réorganisation des tâches	CT	MT	LT
Autre (précisez) : .....	CT	MT	LT

**Situation 5 :** En cas de besoin de rééquilibrage des compétences actuelles avec des compétences futures, la décision suivante est prise à :

Mise à jour des compétences individuelles et collectives	CT	MT	LT
Intervention de la direction générale	CT	MT	LT
Responsabilisation des membres de l'équipe projet	CT	MT	LT
Autre (précisez) : .....	CT	MT	LT

**Situation 6 :** Lorsqu'il y a une baisse de productivité des personnels, la décision suivante est prise à :

Motivation du personnel	CT	MT	LT
Formation du personnel	CT	MT	LT
Multiplicité des contrôles	CT	MT	LT
Réorganisation des tâches	CT	MT	LT
Heures supplémentaires	CT	MT	LT
Autre (précisez) : .....	CT	MT	LT

**2. Au cours de l'implantation du système ERP,**

Quel est le nombre de blocages rencontrés lors du projet qui ont aboutit à des arrêts temporaires de l'implantation du système ERP ?

Quel est le taux d'absentéisme du personnel appartenant aux départements concernés par l'implantation du système ERP?

Par rapport au planning initial, combien de jours de retard a pris votre projet ?

**Au cours du projet, avez-vous eu recours à des compétences nouvelles (internes ou externes) par rapport à ce qui était planifié initialement ?**

- Oui  Non

*Si oui, quel est le nombre de personnes auxquelles vous avez eu recours ?*

**Avez-vous effectué des changements dans l'équipe initiale du projet ?**

- Oui  Non

*Si oui, combien de personnes ont été changées ?*

**3. Globalement, êtes vous satisfait de l'implantation du système ERP ?**

- Satisfait(e)  Moyennement satisfait(e)  Insatisfait(e)

*Si vous êtes insatisfait, quelles sont les raisons de votre insatisfaction ?*

**4. Parmi les difficultés suivantes, les quelles ont été rencontrées lors de l'implantation du système ERP dans votre entreprise :**

- Insuffisance de la formation
- Insatisfaction des utilisateurs
- Manque de compétences nécessaires
- Incapacité à prévoir les risques de l'implantation du système ERP
- Manque d'expertise au sein de l'équipe de projet
- Manque de coopération et de communication entre les membres de l'équipe projet
- Dépassement de l'échéancier
- Dépassement du budget
- Autres : .....

## Annexe 2 : Modèle de gestion des compétences avec système opérant à court terme

Figure A.1 : Sous-ensemble 1 – Performance

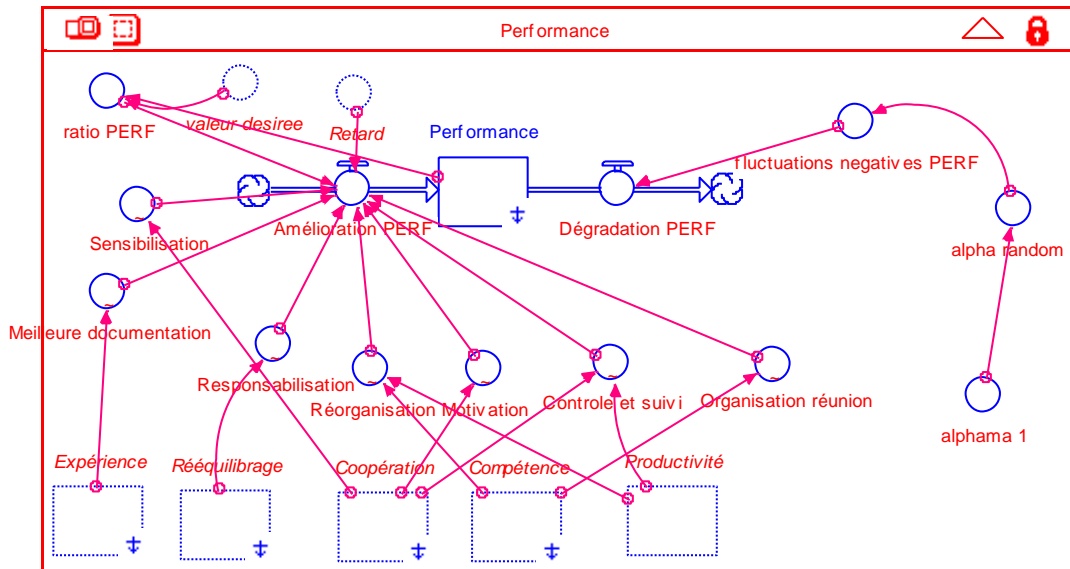
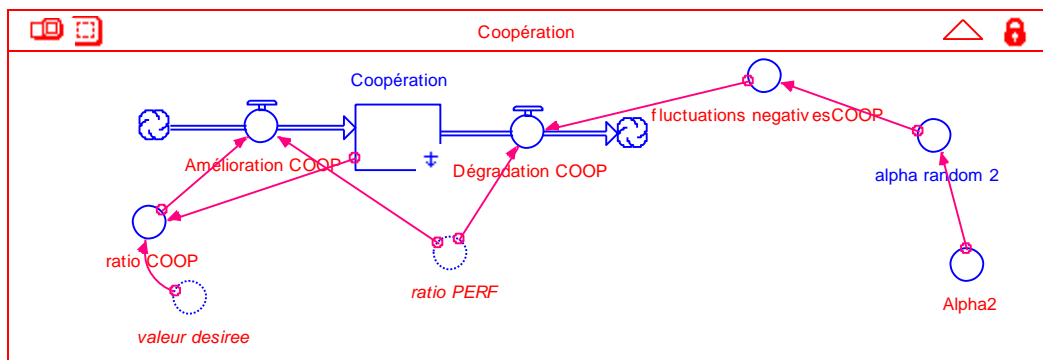
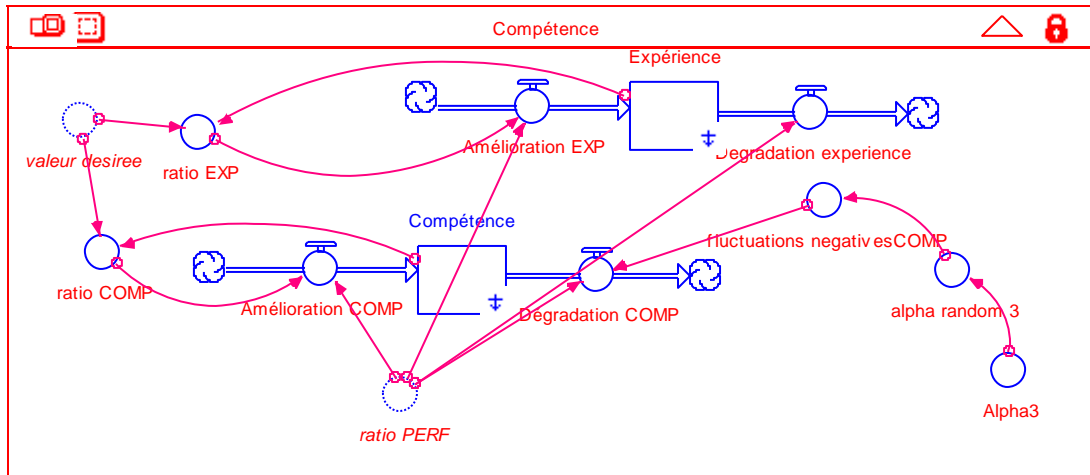


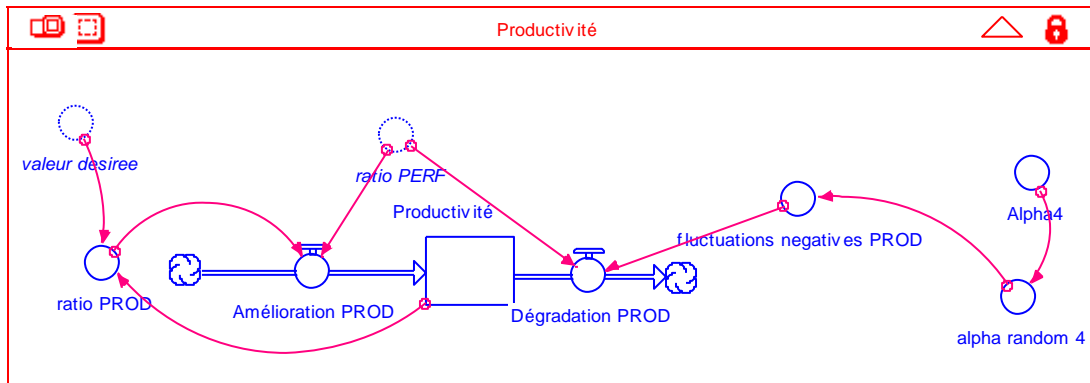
Figure A.2 : Sous-ensemble 2 – Coopération



**Figure A.3 : Sous-ensemble 3 – Compétence**



**Figure A.4 : Sous-ensemble 4 – Productivité**



**Figure A.5 : Sous-ensemble 5 - Politique Ressources Humaines**

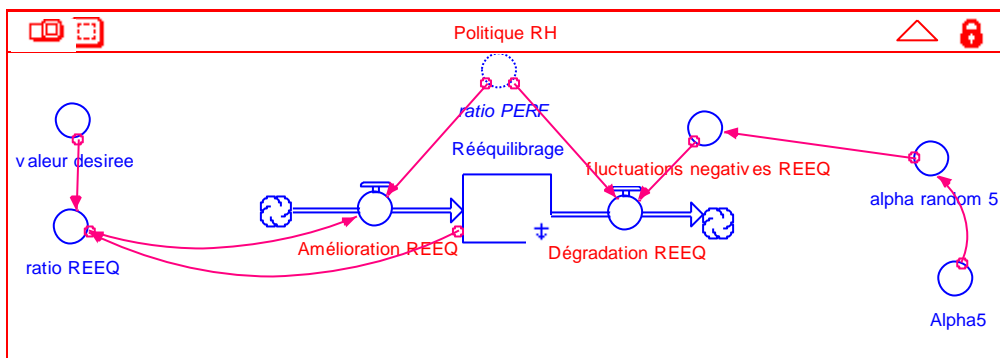
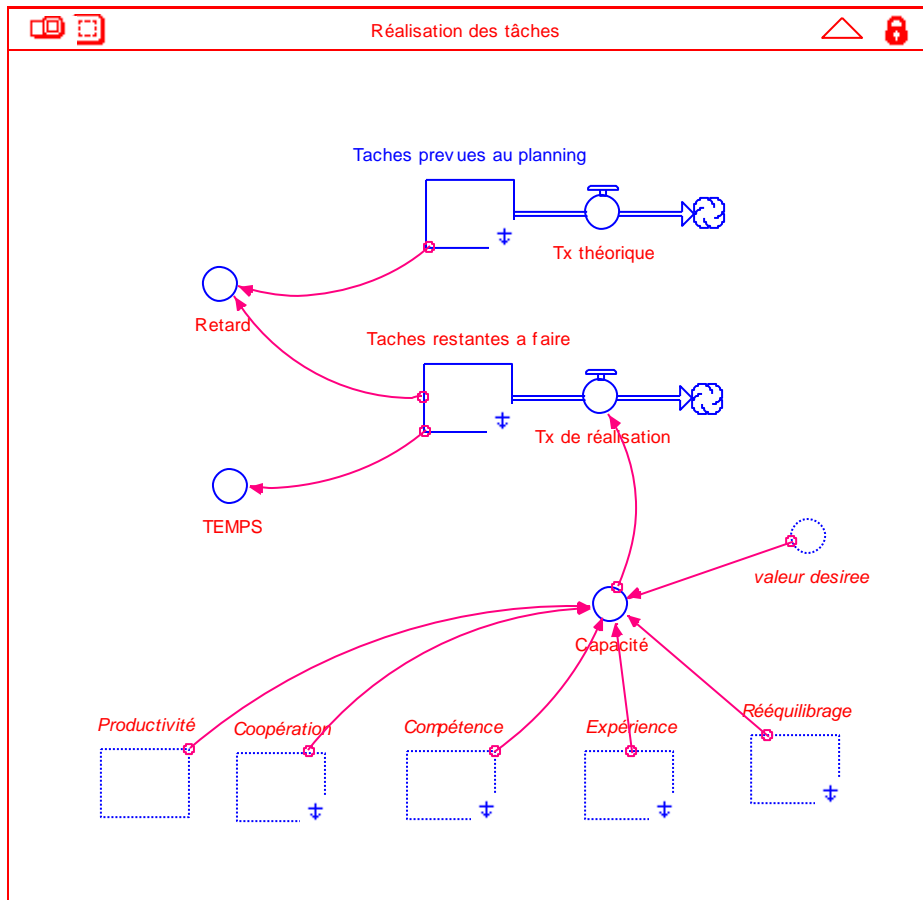




Figure A.6 : Sous-ensemble 6 – Réalisation des tâches



## Annexe 3 : Les équations de Forrester du modèle de dynamique des systèmes

### Sous ensemble 1 - Performance

Performance(t) = Performance(t - dt) + (Amélioration\_PERF - Dégradation\_PERF) \* dt  
INIT Performance = valeur\_desiree

INFLOWS:

Amélioration\_PERF = if ratio\_PERF < 1 then (if retard = 0 then 0 else ((4\*Controle\_et\_suivi+3\*Réorganisation+2\*Motivation+Responsabilisation+Sensibilisation+Organisation\_réunion+Meilleure\_documentation)/13)) ELSE 0

OUTFLOWS:

Dégradation\_PERF = fluctuations\_negatives\_PERF

Alpha1 = 0.3

alpha\_random\_1 = RANDOM (0, Alpha1)

ratio\_PERF = Performance/valeur\_desiree

*Controle\_et\_suivi* = GRAPH (Coopération+Productivité)

(1.20, 1.00), (1.24, 0.9), (1.28, 0.815), (1.32, 0.715), (1.36, 0.61), (1.40, 0.52), (1.44, 0.39), (1.48, 0.295), (1.52, 0.185), (1.56, 0.1), (1.60, 0.00)

*Meilleure\_documentation* = GRAPH (Expérience)

(0.5, 0.98), (0.53, 0.885), (0.56, 0.8), (0.59, 0.69), (0.62, 0.6), (0.65, 0.495), (0.68, 0.4), (0.71, 0.3), (0.74, 0.185), (0.77, 0.09), (0.8, 0.00)

*Motivation* = GRAPH (Coopération)

(0.5, 1.00), (0.53, 1.00), (0.56, 1.00), (0.59, 1.00), (0.62, 0.975), (0.65, 0.91), (0.68, 0.815), (0.71, 0.66), (0.74, 0.515), (0.77, 0.26), (0.8, 0.00)

*Organisation\_réunion* = GRAPH (Compétence)

(0.6, 1.00), (0.62, 0.89), (0.64, 0.8), (0.66, 0.7), (0.68, 0.595), (0.7, 0.5), (0.72, 0.4), (0.74, 0.295), (0.76, 0.2), (0.78, 0.105), (0.8, 0.00)

*Réorganisation* = GRAPH (Productivité+Compétence)

(1.50, 1.00), (1.51, 0.975), (1.52, 0.95), (1.53, 0.905), (1.54, 0.83), (1.55, 0.76), (1.56, 0.665), (1.57, 0.545), (1.58, 0.425), (1.59, 0.255), (1.60, 0.00)

*Responsabilisation* = GRAPH (Rééquilibrage)

(0.6, 1.00), (0.62, 1.00), (0.64, 1.00), (0.66, 1.00), (0.68, 0.985), (0.7, 0.955), (0.72, 0.91), (0.74, 0.775), (0.76, 0.6), (0.78, 0.4), (0.8, 0.00)

*Sensibilisation* = GRAPH (Coopération)

(0.4, 1.00), (0.44, 1.00), (0.48, 1.00), (0.52, 0.98), (0.56, 0.86), (0.6, 0.55), (0.64, 0.29), (0.68, 0.1), (0.72, 0.025), (0.76, 0.00), (0.8, 0.00)

### Sous ensemble 2- Coopération

Coopération(t) = Coopération(t - dt) + (Amélioration\_COOP - Dégradation\_COOP) \* dt

INIT Coopération = valeur\_desiree

INFLOWS:

Amélioration\_COOP = if ratio\_COOP >= 1 then 0 else (ratio\_PERF - ratio\_COOP)

OUTFLOWS:

Dégradation\_COOP = if ratio\_PERF < 1 then (fluctuations\_negatives\_COOP + 1 - ratio\_PERF) else fluctuations\_negatives\_COOP

Alpha2 = 0.3

alpha\_random\_2 = RANDOM (0, Alpha2)

ratio\_COOP = Coopération / valeur\_desiree

### Sous ensemble 3 - Compétence

Compétence(t) = Compétence(t - dt) + (Amélioration\_COMP - Dégradation\_COMP) \* dt

INIT Compétence = valeur\_desiree

INFLOWS:

Amélioration\_COMP = if ratio\_COMP >= 1 then 0 else (ratio\_PERF - ratio\_COMP)

OUTFLOWS:

Dégradation\_COMP = if ratio\_PERF < 1 then (fluctuations\_negatives\_COMP + 1 - ratio\_PERF) else fluctuations\_negatives\_COMP

Alpha3 = 0.3

alpha\_random\_3 = RANDOM (0, Alpha3)

ratio\_COMP = Compétence / valeur\_desiree

Expérience(t) = Expérience(t - dt) + (Améliation\_EXP - Dégradation\_experience) \* dt

INIT Expérience = valeur\_desiree

INFLOWS:

Améliation\_EXP = if ratio\_EXP >= 1 then 0 else (ratio\_PERF - ratio\_EXP)

OUTFLOWS:

Dégradation\_experience = if ratio\_PERF < 1 then (1 - ratio\_PERF) else 0

ratio\_EXP = Expérience / valeur\_desiree

### Sous ensemble 4 - Productivité

Productivité(t) = Productivité(t - dt) + (Améliation\_PROD - Dégradation\_PROD) \* dt

INIT Productivité = valeur\_desiree

INFLOWS:

Améliation\_PROD = if ratio\_PROD >= 1 then 0 else (ratio\_PERF - ratio\_PROD)

OUTFLOWS:

Dégradation\_PROD = if ratio\_PERF < 1 then (fluctuations\_negatives\_PROD + 1 - ratio\_PERF) else fluctuations\_negatives\_PROD

Alpha4 = 0.3

alpha\_random\_4 = RANDOM (0, Alpha4)

ratio\_PROD = Productivité / valeur\_desiree

### Sous ensemble 5 - Politique Ressources Humaines

Rééquilibrage(t) = Rééquilibrage(t - dt) + (Amélioration\_REEQ - Dégradation\_REEQ) \* dt

INIT Rééquilibrage = valeur\_desiree

INFLOWS:

Amélioration\_REEQ = if ratio\_REEQ >= 1 then 0 else (ratio\_PERF - ratio\_REEQ)

OUTFLOWS:

Dégradation\_REEQ = if ratio\_PERF < 1 then (fluctuations\_negatives\_REEQ + 1 - ratio\_PERF) else fluctuations\_negatives\_REEQ

Alpha5 = 0.3

alpha\_random\_5 = RANDOM (0, Alpha5)

ratio\_REEQ = Rééquilibrage/valeur\_desiree

### Sous ensemble 6 - Réalisation des tâches

Taches\_prevues\_au\_planning(t) = Taches\_prevues\_au\_planning(t - dt) + (- Tx\_théorique) \* dt

INIT Taches\_prevues\_au\_planning = 400

OUTFLOWS:

Tx\_théorique = 1

Taches\_restantes\_a\_faire(t) = Taches\_restantes\_a\_faire(t - dt) + (- Tx\_de\_réalisation) \* dt

INIT Taches\_restantes\_a\_faire = 400

OUTFLOWS:

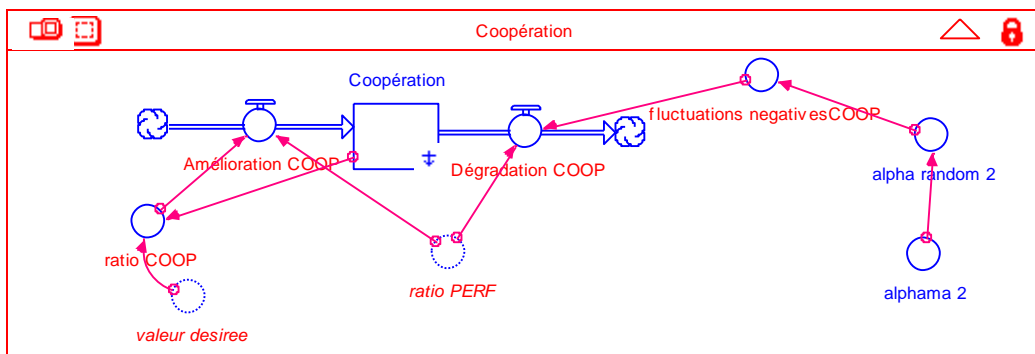
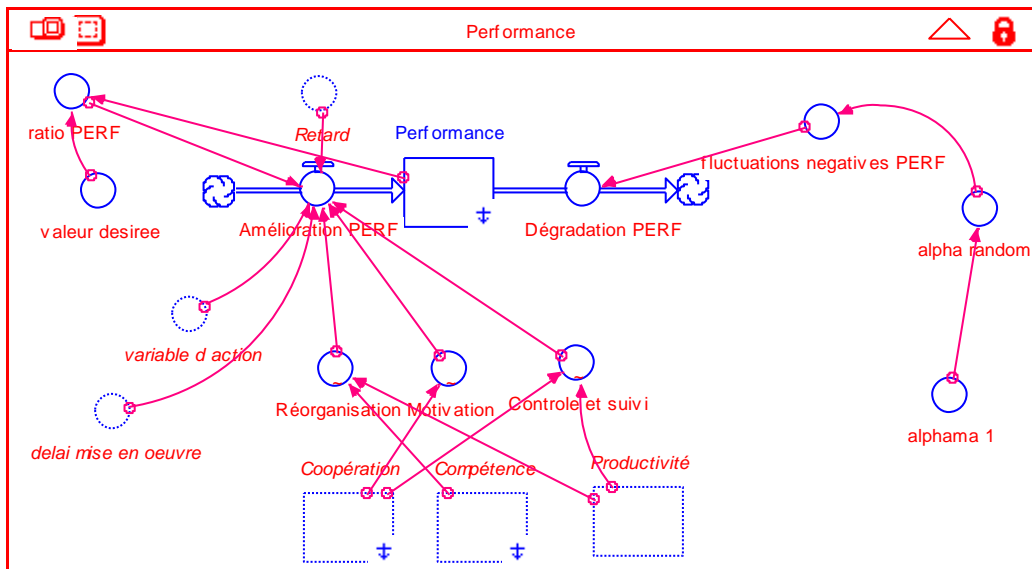
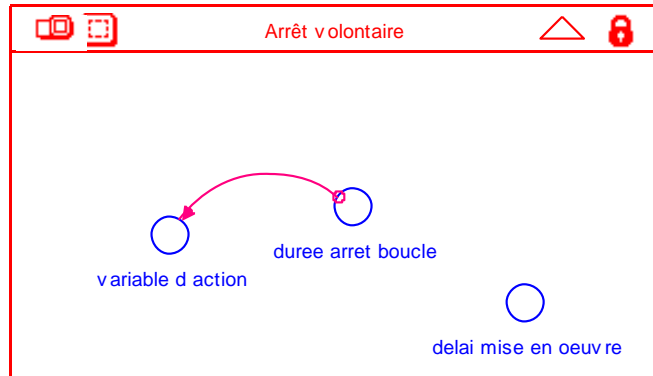
Tx\_de\_réalisation = Capacité

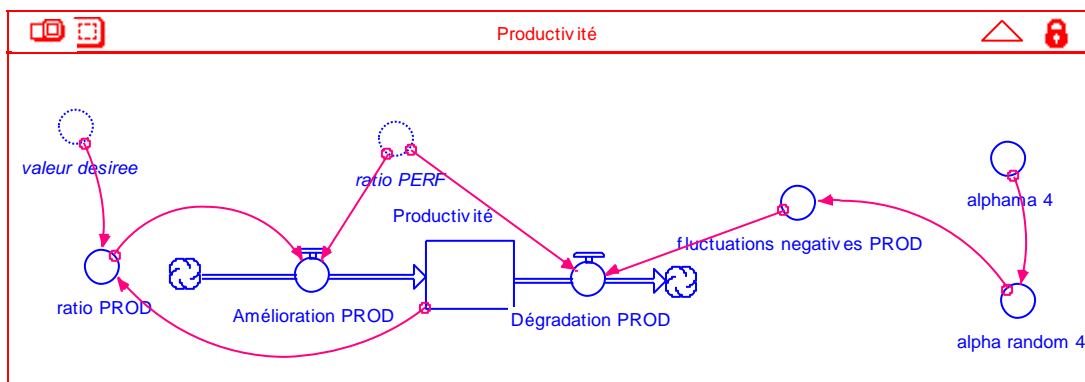
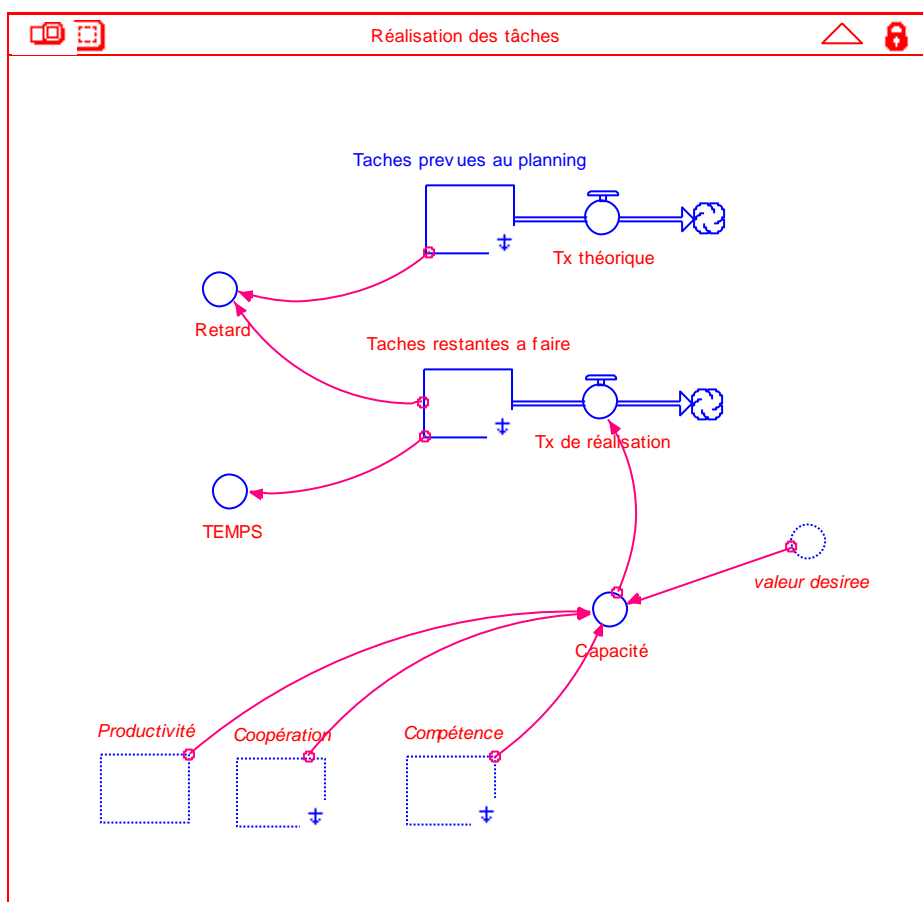
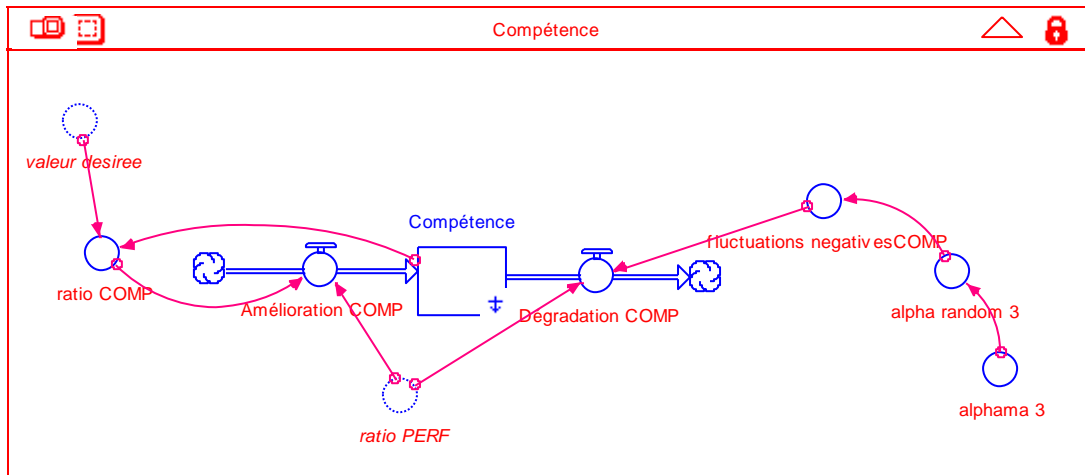
Capacité = Compétence\* Coopération\* Expérience\* Productivité\* Rééquilibrage/valeur\_desiree^5

Retard = if (Taches\_prevues\_au\_planning - Taches\_restantes\_a\_faire) < 0 then (Taches\_restantes\_a\_faire - Taches\_prevues\_au\_planning) else 0

TEMPS = if Taches\_restantes\_a\_faire = 0 then STOPTIME else 0

# Annexe 4 : Scénario 1 – Modèle et équations avec arrêt constant





Compétence(t) = Compétence(t - dt) + (Amélioration\_COMP - Dégradation\_COMP) \* dt  
 INIT Compétence = valeur\_desiree  
 INFLOWS:  
 Amélioration\_COMP = if ratio\_COMP >= 1 then 0 else (ratio\_PERF - ratio\_COMP)  
 OUTFLOWS:  
 Dégradation\_COMP = if ratio\_PERF < 1 then (1 - ratio\_PERF) else  
 fluctuations\_negativesCOMP  
 Coopération(t) = Coopération(t - dt) + (Amélioration\_COOP - Dégradation\_COOP) \* dt  
 INIT Coopération = valeur\_desiree  
 INFLOWS:  
 Amélioration\_COOP = if ratio\_COOP >= 1 then 0 else (ratio\_PERF - ratio\_COOP)  
 OUTFLOWS:  
 Dégradation\_COOP = if ratio\_PERF < 1 then (1 - ratio\_PERF) else  
 fluctuations\_negativesCOOP  
 Performance(t) = Performance(t - dt) + (Amélioration\_PERF - Dégradation\_PERF) \* dt  
 INIT Performance = 0.8  
 INFLOWS:  
 Amélioration\_PERF = if ratio\_PERF < 1 then (if retard = 0 then 0 else (if variable\_d\_action = 1  
 then 0 else  
 ((4\*Controle\_et\_suivi + 3\*Réorganisation + 2\*Motivation) / 9) / delai\_mise\_en\_oeuvre)) ELSE 0  
 OUTFLOWS:  
 Dégradation\_PERF = fluctuations\_negatives\_PERF  
 Productivité(t) = Productivité(t - dt) + (Amélioration\_PROD - Dégradation\_PROD) \* dt  
 INIT Productivité = valeur\_desiree  
 INFLOWS:  
 Amélioration\_PROD = if ratio\_PROD >= 1 then 0 else (ratio\_PERF - ratio\_PROD)  
 OUTFLOWS:  
 Dégradation\_PROD = if ratio\_PERF < 1 then (1 - ratio\_PERF) else  
 fluctuations\_negatives\_PROD  
 Taches\_prevues\_au\_planning(t) = Taches\_prevues\_au\_planning(t - dt) + (- Tx\_théorique) \*  
 dt  
 INIT Taches\_prevues\_au\_planning = 400  
 OUTFLOWS:  
 Tx\_théorique = 1  
 Taches\_restantes\_a\_faire(t) = Taches\_restantes\_a\_faire(t - dt) + (- Tx\_de\_réalisation) \* dt  
 INIT Taches\_restantes\_a\_faire = 400  
 OUTFLOWS:  
 Tx\_de\_réalisation = Capacité  
 alphama\_1 = 0.3  
 alphama\_2 = 0.3  
 alphama\_3 = 0.3  
 alphama\_4 = 0.3  
 alpha\_random\_1 = RANDOM(0, alphama\_1)  
 alpha\_random\_2 = RANDOM(0, alphama\_2)  
 alpha\_random\_3 = RANDOM(0, alphama\_3)  
 alpha\_random\_4 = RANDOM(0, alphama\_4)  
 Capacité = Compétence \* Coopération \* Productivité / valeur\_desiree ^ 3  
 delai\_mise\_en\_oeuvre = 2  
 duree\_arret\_boucle = 50  
 fluctuations\_negativesCOMP = if alpha\_random\_3 > 0 then alpha\_random\_3 else 0

```

fluctuations_negativesCOOP = if alpha_random_2>0 then alpha_random_2 else 0
fluctuations_negatives_PERF = if alpha_random_1>0 then alpha_random_1 else 0
fluctuations_negatives_PROD = if alpha_random_4>0 then alpha_random_4 else 0
ratio_COMP = Compétence/valeur_desiree
ratio_COOP = Coopération/valeur_desiree
ratio_PERF = Performance/valeur_desiree
ratio_PROD = Productivité/valeur_desiree
Retard      =      if      (Taches_prevues_au_planning-Taches_restantes_a_faire)<0
then(Taches_restantes_a_faire-Taches_prevues_au_planning) else 0
TEMPS = if Taches_restantes_a_faire=0 then STOPTIME else 0
valeur_desiree = 0.8
variable_d_action = step(1,10)+step(-1,10+duree_arret_boucle)

```

```

Controle_et_suivi = GRAPH(Coopération+Productivité)
(1.20, 1.00), (1.24, 0.9), (1.28, 0.815), (1.32, 0.715), (1.36, 0.61), (1.40, 0.52), (1.44, 0.39),
(1.48, 0.295), (1.52, 0.185), (1.56, 0.1), (1.60, 0.00)

```

```

Motivation = GRAPH(Coopération)
(0.5, 1.00), (0.53, 1.00), (0.56, 1.00), (0.59, 1.00), (0.62, 0.975), (0.65, 0.91), (0.68, 0.815),
(0.71, 0.66), (0.74, 0.515), (0.77, 0.26), (0.8, 0.00)

```

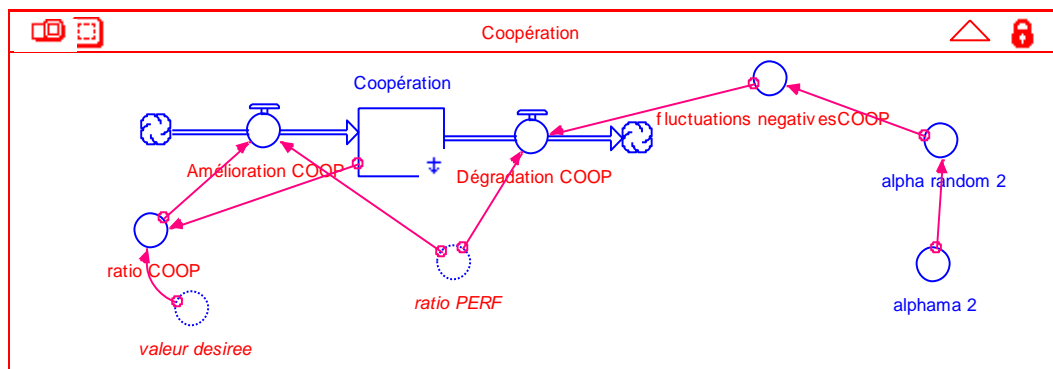
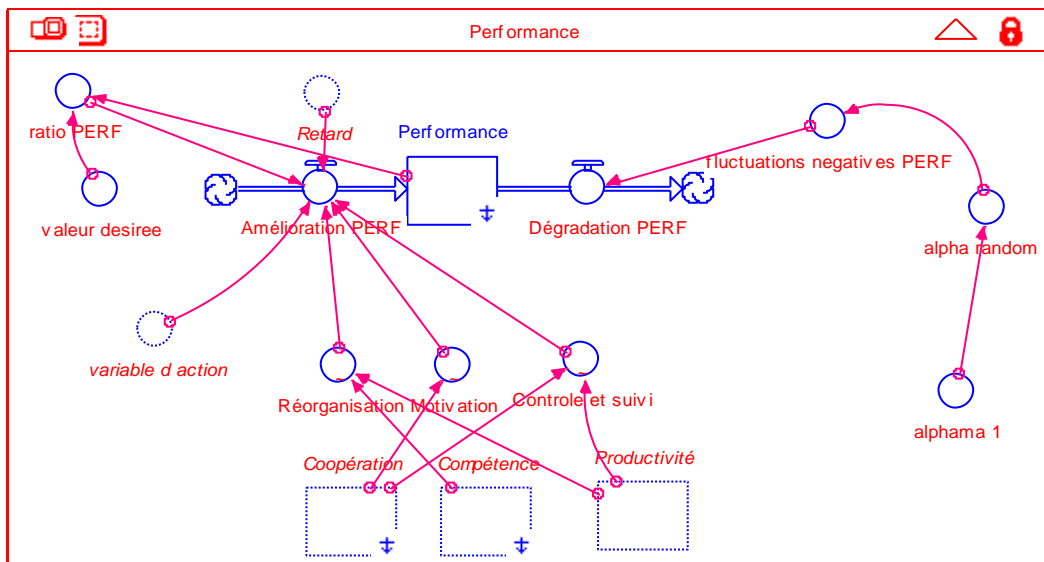
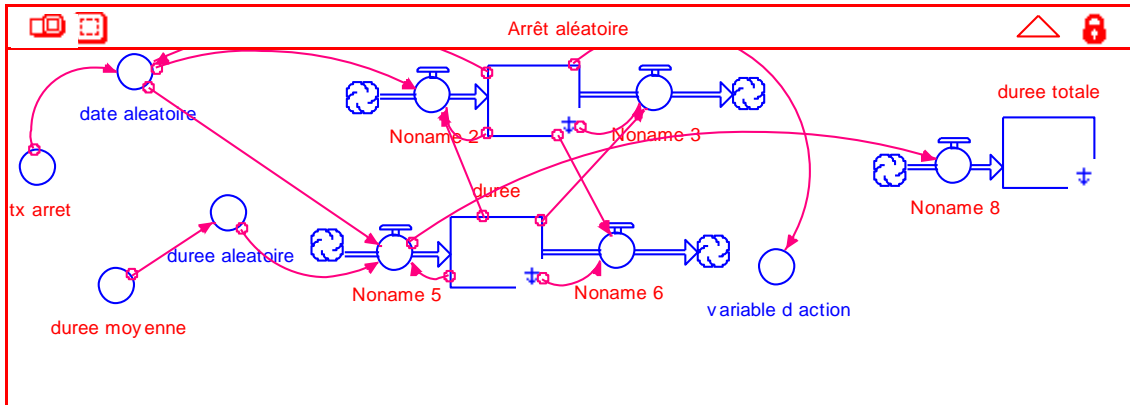
```

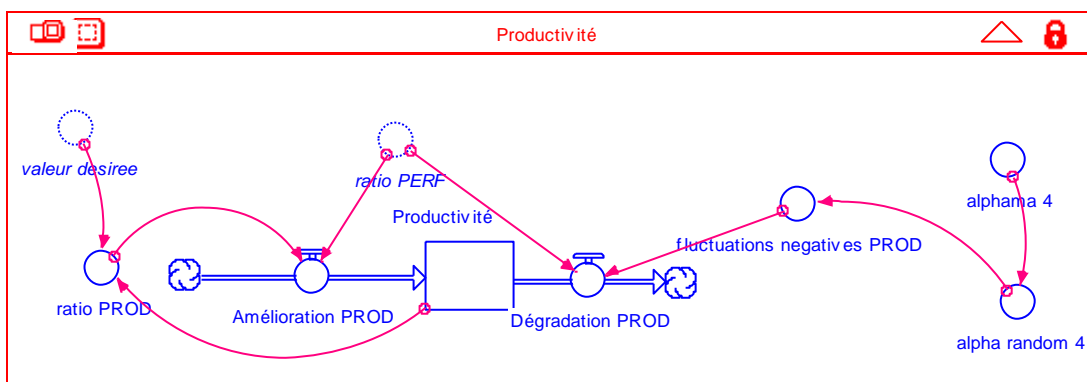
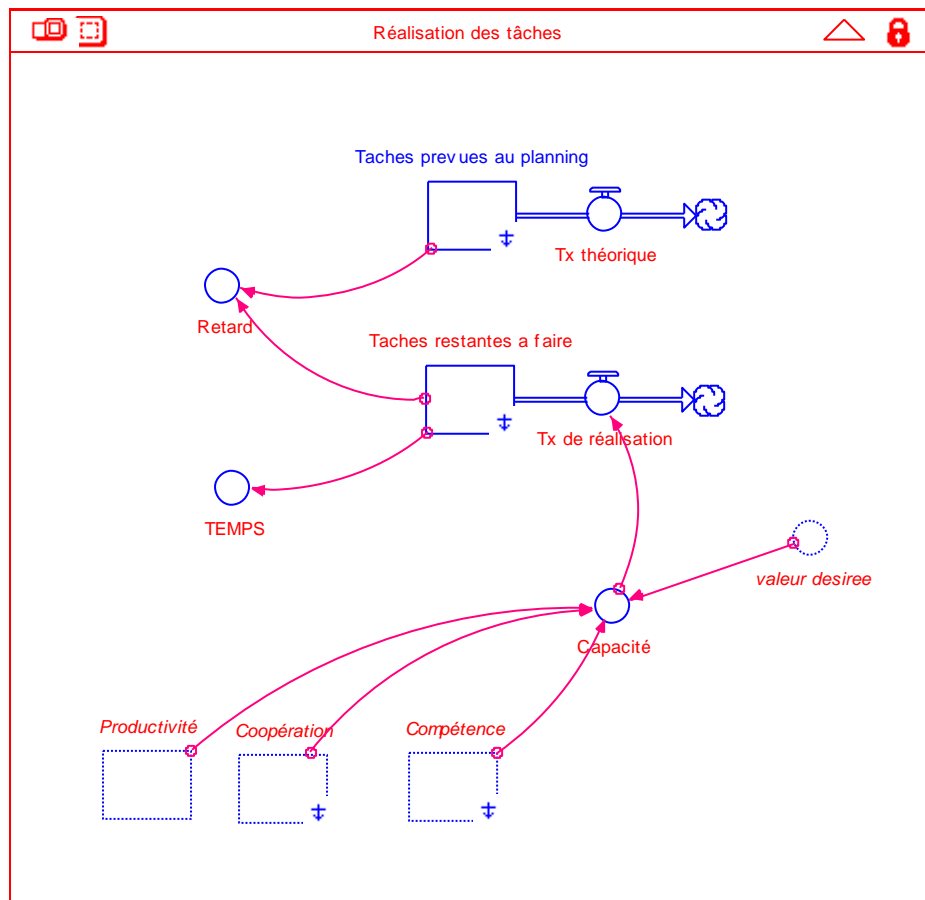
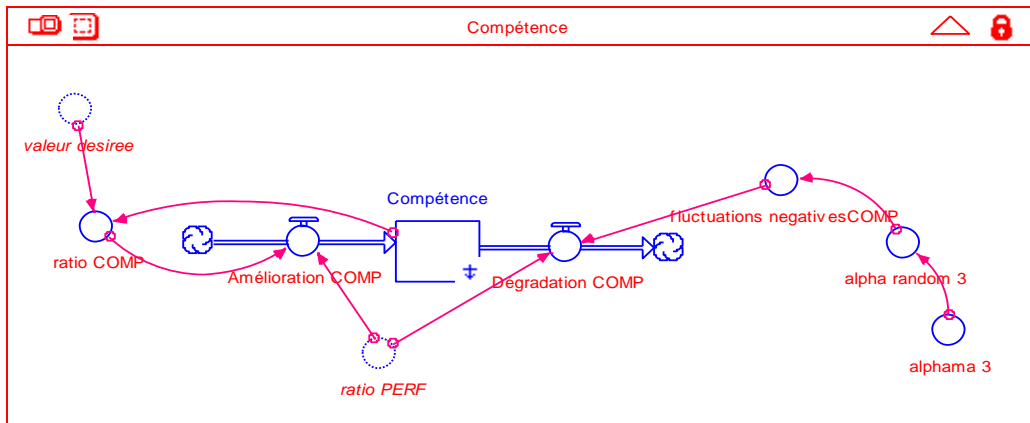
Réorganisation = GRAPH(Productivité+Compétence)
(1.50, 1.00), (1.51, 0.975), (1.52, 0.95), (1.53, 0.905), (1.54, 0.83), (1.55, 0.76), (1.56, 0.665),
(1.57, 0.545), (1.58, 0.425), (1.59, 0.255), (1.60, 0.00)

```



## Annexe 5 : Scénario 2 – Modèle et équations avec arrêt aléatoire

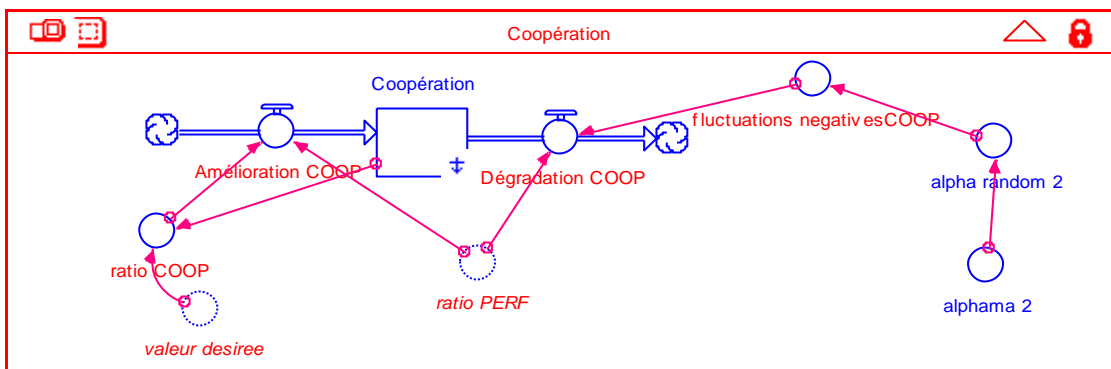
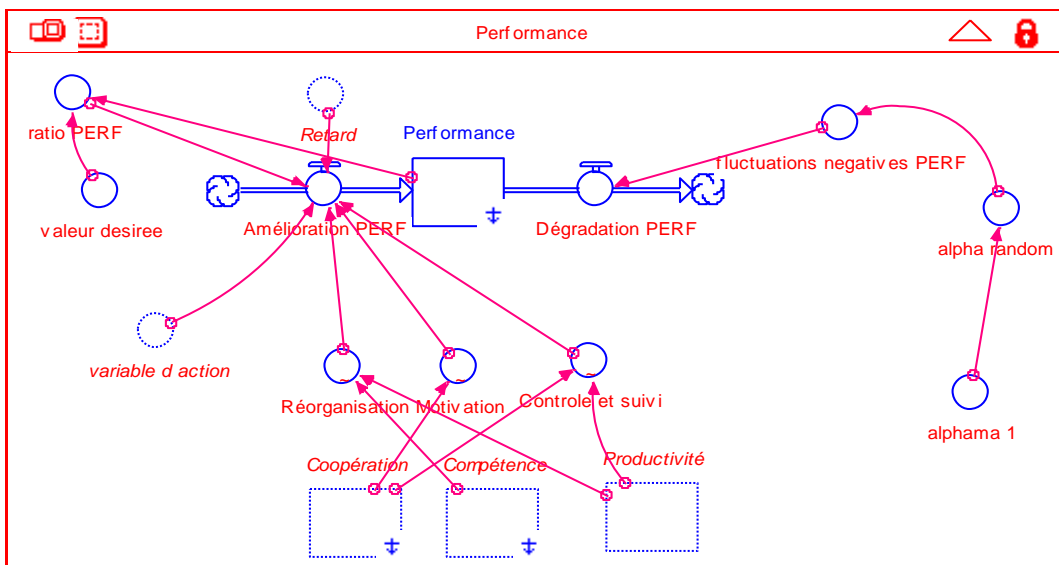
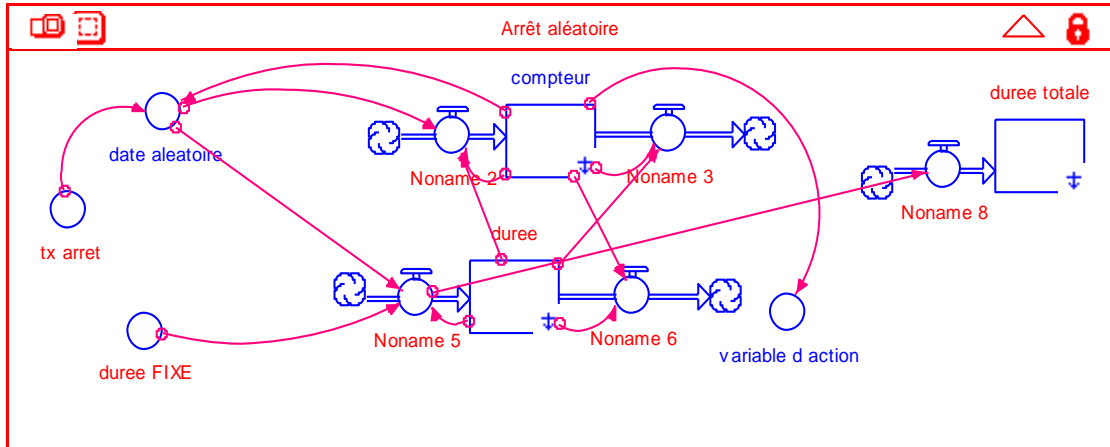


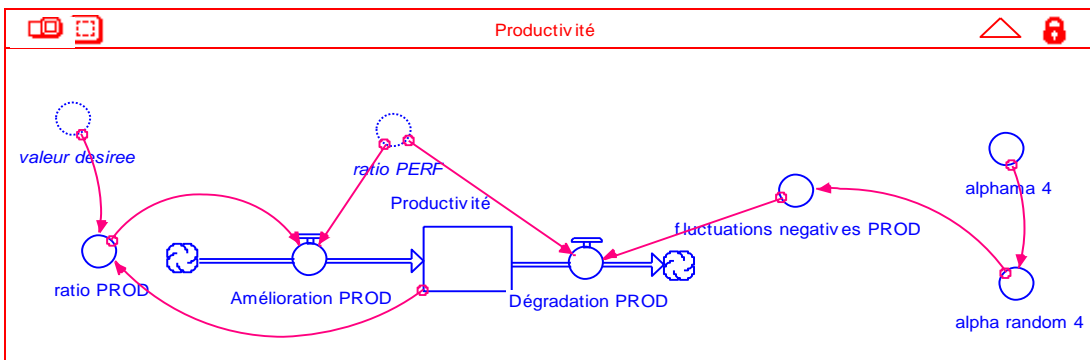
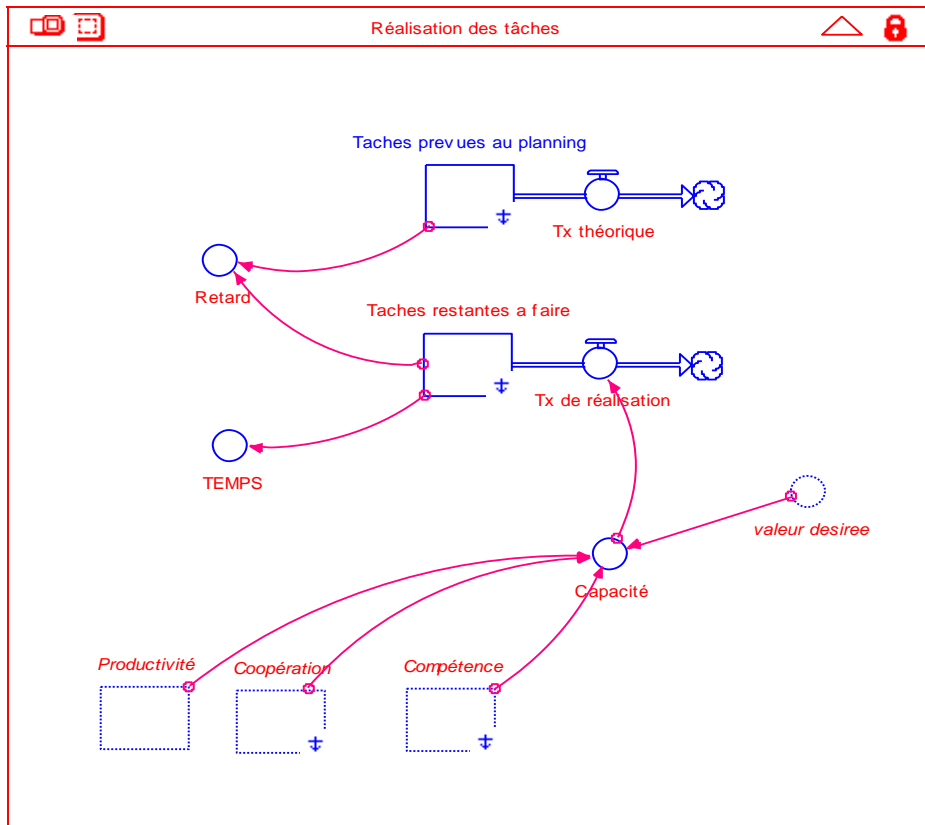
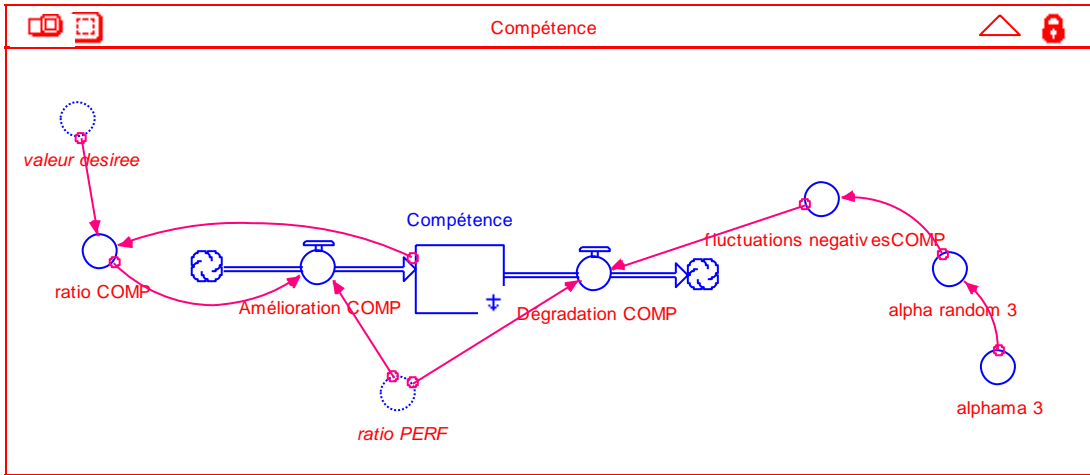


Compétence(t) = Compétence(t - dt) + (Amélioration\_COMP - Dégradation\_COMP) \* dt  
 INIT Compétence = valeur\_desiree  
 INFLOWS:  
 Amélioration\_COMP = if ratio\_COMP >= 1 then 0 else (ratio\_PERF - ratio\_COMP)  
 OUTFLOWS:  
 Dégradation\_COMP = if ratio\_PERF < 1 then (1 - ratio\_PERF) else fluctuations\_negatives\_COMP  
 compteur(t) = compteur(t - dt) + (Noname\_2 - Noname\_3) \* dt  
 INIT compteur = 0  
 INFLOWS:  
 Noname\_2 = if compteur = 0 then (if compteur = duree then 0 else (if date\_aleatoire = 1 then 1 else 0)) else 1  
 OUTFLOWS:  
 Noname\_3 = if compteur = 0 then 0 else (if compteur = duree then (compteur + 1) / dt else 0)  
 Coopération(t) = Coopération(t - dt) + (Amélioration\_COOP - Dégradation\_COOP) \* dt  
 INIT Coopération = valeur\_desiree  
 INFLOWS:  
 Amélioration\_COOP = if ratio\_COOP >= 1 then 0 else (ratio\_PERF - ratio\_COOP)  
 OUTFLOWS:  
 Dégradation\_COOP = if ratio\_PERF < 1 then (1 - ratio\_PERF) else fluctuations\_negatives\_COOP  
 duree(t) = duree(t - dt) + (Noname\_5 - Noname\_6) \* dt  
 INIT duree = 0  
 INFLOWS:  
 Noname\_5 = if duree = 0 then (if date\_aleatoire = 1 then duree\_aleatoire / dt else 0) else 0  
 OUTFLOWS:  
 Noname\_6 = if duree = 0 then 0 else (if compteur = duree then (duree + 1) / dt else 0)  
 duree\_totale(t) = duree\_totale(t - dt) + (Noname\_8) \* dt  
 INIT duree\_totale = 0  
 INFLOWS:  
 Noname\_8 = Noname\_5  
 Performance(t) = Performance(t - dt) + (Amélioration\_PERF - Dégradation\_PERF) \* dt  
 INIT Performance = 0.8  
 INFLOWS:  
 Amélioration\_PERF = if ratio\_PERF < 1 then (if retard = 0 then 0 else variable\_d\_action \* (4 \* Controle\_et\_suivi + 3 \* Réorganisation + 2 \* Motivation) / 9) ELSE 0  
 OUTFLOWS:  
 Dégradation\_PERF = fluctuations\_negatives\_PERF  
 Productivité(t) = Productivité(t - dt) + (Amélioration\_PROD - Dégradation\_PROD) \* dt  
 INIT Productivité = valeur\_desiree  
 INFLOWS:  
 Amélioration\_PROD = if ratio\_PROD >= 1 then 0 else (ratio\_PERF - ratio\_PROD)  
 OUTFLOWS:  
 Dégradation\_PROD = if ratio\_PERF < 1 then (1 - ratio\_PERF) else fluctuations\_negatives\_PROD  
 Taches\_prevues\_au\_planning(t) = Taches\_prevues\_au\_planning(t - dt) + (- Tx\_théorique) \* dt  
 INIT Taches\_prevues\_au\_planning = 400  
 OUTFLOWS:  
 Tx\_théorique = 1

$Taches\_restantes\_a\_faire(t) = Taches\_restantes\_a\_faire(t - dt) + (- Tx\_de\_réalisation) * dt$   
 INIT Taches\_restantes\_a\_faire = 400  
 OUTFLOWS:  
 Tx\_de\_réalisation = Capacité  
 alphama\_1 = 0.3  
 alphama\_2 = 0.3  
 alphama\_3 = 0.3  
 alphama\_4 = 0.3  
 alpha\_random\_1 = RANDOM(0,alphama\_1)  
 alpha\_random\_2 = RANDOM(0,alphama\_2)  
 alpha\_random\_3 = RANDOM(0,alphama\_3)  
 alpha\_random\_4 = RANDOM(0,alphama\_4)  
 Capacité = Compétence\*Coopération\*Productivité/valeur\_desiree^3  
 date\_aleatoire = if compteur=0 then MONTECARLO(tx\_arret) else 0  
 duree\_aleatoire = if poisson(duree\_moyenne)=0 then 1 else poisson(duree\_moyenne)  
 duree\_moyenne = 2  
 fluctuations\_negativesCOMP = if alpha\_random\_3>0 then alpha\_random\_3 else 0  
 fluctuations\_negativesCOOP = if alpha\_random\_2>0 then alpha\_random\_2 else 0  
 fluctuations\_negatives\_PERF = if alpha\_random\_1>0 then alpha\_random\_1 else 0  
 fluctuations\_negatives\_PROD = if alpha\_random\_4>0 then alpha\_random\_4 else 0  
 ratio\_COMP = Compétence/valeur\_desiree  
 ratio\_COOP = Coopération/valeur\_desiree  
 ratio\_PERF = Performance/valeur\_desiree  
 ratio\_PROD = Productivité/valeur\_desiree  
 Retard = if (Taches\_prevues\_au\_planning-Taches\_restantes\_a\_faire)<0  
 then(Taches\_restantes\_a\_faire-Taches\_prevues\_au\_planning) else 0  
 TEMPS = if Taches\_restantes\_a\_faire=0 then STOPTIME else 0  
 tx\_arret = 25  
 valeur\_desiree = 0.8  
 variable\_d\_action = if compteur=0 then 1 else 0  
 Controle\_et\_suivi = GRAPH(Coopération+Productivité)  
 (1.20, 1.00), (1.24, 0.9), (1.28, 0.815), (1.32, 0.715), (1.36, 0.61), (1.40, 0.52), (1.44, 0.39),  
 (1.48, 0.295), (1.52, 0.185), (1.56, 0.1), (1.60, 0.00)  
 Motivation = GRAPH(Coopération)  
 (0.5, 1.00), (0.53, 1.00), (0.56, 1.00), (0.59, 1.00), (0.62, 0.975), (0.65, 0.91), (0.68, 0.815),  
 (0.71, 0.66), (0.74, 0.515), (0.77, 0.26), (0.8, 0.00)  
 Réorganisation = GRAPH(Productivité+Compétence)  
 (1.50, 1.00), (1.51, 0.975), (1.52, 0.95), (1.53, 0.905), (1.54, 0.83), (1.55, 0.76), (1.56, 0.665),  
 (1.57, 0.545), (1.58, 0.425), (1.59, 0.255), (1.60, 0.00)

## Annexe 6 : Scénario 3 – Modèle et équations avec retard de fonctionnement des boucles





Compétence(t) = Compétence(t - dt) + (Amélioration\_COMP - Dégradation\_COMP) \* dt  
 INIT Compétence = valeur\_desiree  
 INFLOWS:  
 Amélioration\_COMP = if ratio\_COMP >= 1 then 0 else (ratio\_PERF - ratio\_COMP)  
 OUTFLOWS:  
 Dégradation\_COMP = if ratio\_PERF < 1 then (1 - ratio\_PERF) else  
 fluctuations\_negatives\_COMP  
 compteur(t) = compteur(t - dt) + (Noname\_2 - Noname\_3) \* dt  
 INIT compteur = 0  
 INFLOWS:  
 Noname\_2 = if compteur = 0 then (if compteur = duree then 0 else (if date\_aleatoire = 1 then 1  
 else 0)) else 1  
 OUTFLOWS:  
 Noname\_3 = if compteur = 0 then 0 else (if compteur = duree then (compteur + 1) / dt else 0)  
 Coopération(t) = Coopération(t - dt) + (Amélioration\_COOP - Dégradation\_COOP) \* dt  
 INIT Coopération = valeur\_desiree  
 INFLOWS:  
 Amélioration\_COOP = if ratio\_COOP >= 1 then 0 else (ratio\_PERF - ratio\_COOP)  
 OUTFLOWS:  
 Dégradation\_COOP = if ratio\_PERF < 1 then (1 - ratio\_PERF) else  
 fluctuations\_negatives\_COOP  
 duree(t) = duree(t - dt) + (Noname\_5 - Noname\_6) \* dt  
 INIT duree = 0  
 INFLOWS:  
 Noname\_5 = if duree = 0 then (if date\_aleatoire = 1 then duree\_FIXE / dt else 0) else 0  
 OUTFLOWS:  
 Noname\_6 = if duree = 0 then 0 else (if compteur = duree then (duree + 1) / dt else 0)  
 duree\_totale(t) = duree\_totale(t - dt) + (Noname\_8) \* dt  
 INIT duree\_totale = 0  
 INFLOWS:  
 Noname\_8 = Noname\_5  
 Performance(t) = Performance(t - dt) + (Amélioration\_PERF - Dégradation\_PERF) \* dt  
 INIT Performance = 0.8  
 INFLOWS:  
 Amélioration\_PERF = if ratio\_PERF < 1 then (if retard = 0 then 0 else  
 variable\_d\_action \* (4 \* Controle\_et\_suivi + 3 \* Réorganisation + 2 \* Motivation) / 9)) ELSE 0  
 OUTFLOWS:  
 Dégradation\_PERF = fluctuations\_negatives\_PERF  
 Productivité(t) = Productivité(t - dt) + (Amélioration\_PROD - Dégradation\_PROD) \* dt  
 INIT Productivité = valeur\_desiree  
 INFLOWS:  
 Amélioration\_PROD = if ratio\_PROD >= 1 then 0 else (ratio\_PERF - ratio\_PROD)  
 OUTFLOWS:  
 Dégradation\_PROD = if ratio\_PERF < 1 then (1 - ratio\_PERF) else  
 fluctuations\_negatives\_PROD  
 Taches\_prevues\_au\_planning(t) = Taches\_prevues\_au\_planning(t - dt) + (- Tx\_théorique) \*  
 dt  
 INIT Taches\_prevues\_au\_planning = 400  
 OUTFLOWS:  
 Tx\_théorique = 1

$Taches\_restantes\_a\_faire(t) = Taches\_restantes\_a\_faire(t - dt) + (- Tx\_de\_réalisation) * dt$   
 INIT Taches\_restantes\_a\_faire = 400  
 OUTFLOWS:  
 Tx\_de\_réalisation = Capacité  
 alphama\_1 = 0.3  
 alphama\_2 = 0.3  
 alphama\_3 = 0.3  
 alphama\_4 = 0.3  
 alpha\_random\_1 = RANDOM(0,alphama\_1)  
 alpha\_random\_2 = RANDOM(0,alphama\_2)  
 alpha\_random\_3 = RANDOM(0,alphama\_3)  
 alpha\_random\_4 = RANDOM(0,alphama\_4)  
 Capacité = Compétence\*Coopération\*Productivité/valeur\_desiree^3  
 date\_aleatoire = if compteur=0 then MONTECARLO(tx\_arret) else 0  
 duree\_FIXE = 20  
 fluctuations\_negativesCOMP = if alpha\_random\_3>0 then alpha\_random\_3 else 0  
 fluctuations\_negativesCOOP = if alpha\_random\_2>0 then alpha\_random\_2 else 0  
 fluctuations\_negatives\_PERF = if alpha\_random\_1>0 then alpha\_random\_1 else 0  
 fluctuations\_negatives\_PROD = if alpha\_random\_4>0 then alpha\_random\_4 else 0  
 ratio\_COMP = Compétence/valeur\_desiree  
 ratio\_COOP = Coopération/valeur\_desiree  
 ratio\_PERF = Performance/valeur\_desiree  
 ratio\_PROD = Productivité/valeur\_desiree  
 Retard = if (Taches\_prevues\_au\_planning-Taches\_restantes\_a\_faire)<0  
 then(Taches\_restantes\_a\_faire-Taches\_prevues\_au\_planning) else 0  
 TEMPS = if Taches\_restantes\_a\_faire=0 then STOPTIME else 0  
 tx\_arret = 3  
 valeur\_desiree = 0.8  
 variable\_d\_action = if compteur=0 then 1 else 0  
 Controle\_et\_suivi = GRAPH(Coopération+Productivité)  
 (1.20, 1.00), (1.24, 0.9), (1.28, 0.815), (1.32, 0.715), (1.36, 0.61), (1.40, 0.52), (1.44, 0.39),  
 (1.48, 0.295), (1.52, 0.185), (1.56, 0.1), (1.60, 0.00)  
 Motivation = GRAPH(Coopération)  
 (0.5, 1.00), (0.53, 1.00), (0.56, 1.00), (0.59, 1.00), (0.62, 0.975), (0.65, 0.91), (0.68, 0.815),  
 (0.71, 0.66), (0.74, 0.515), (0.77, 0.26), (0.8, 0.00)  
 Réorganisation = GRAPH(Productivité+Compétence)  
 (1.50, 1.00), (1.51, 0.975), (1.52, 0.95), (1.53, 0.905), (1.54, 0.83), (1.55, 0.76), (1.56, 0.665),  
 (1.57, 0.545), (1.58, 0.425), (1.59, 0.255), (1.60, 0.00)



## Liste des tableaux

<b>Tableau 1: Motifs d'adoption du système ERP [54].....</b>	<b>22</b>
<b>Tableau 2: Les bénéfices du système ERP [279].....</b>	<b>23</b>
<b>Tableau 3: ERP : les bénéfices attendus [207].....</b>	<b>24</b>
<b>Tableau 4: Compilation de différents travaux de recherche ayant traité les critères de mesure du succès/échec lors de l'implantation du système ERP [306].....</b>	<b>32</b>
<b>Tableau 5: Les types d'échecs d'implantation des ERP [37].....</b>	<b>33</b>
<b>Tableau 6: Les différentes causes de dysfonctionnements du projet ERP inspiré par Thomas [306] .....</b>	<b>36</b>
<b>Tableau 7: La répartition des entretiens semi directifs .....</b>	<b>83</b>
<b>Tableau 8: Les principales idées des entretiens effectués .....</b>	<b>86</b>
<b>Tableau 9: La répartition selon la ville .....</b>	<b>91</b>
<b>Tableau 10: La répartition selon l'effectif.....</b>	<b>92</b>
<b>Tableau 11: La répartition selon le secteur d'activité.....</b>	<b>92</b>
<b>Tableau 12: La répartition selon le nom du système ERP implanté .....</b>	<b>93</b>
<b>Tableau 13: La répartition selon la durée du projet.....</b>	<b>93</b>
<b>Tableau 14: La répartition selon la durée du projet en fonction du nom du système ERP implanté.....</b>	<b>94</b>
<b>Tableau 15: La répartition selon le secteur d'activité en fonction de la durée du projet</b>	<b>94</b>
<b>Tableau 16: Les variables principales du modèle à court terme .....</b>	<b>99</b>
<b>Tableau 17: Les différents types de fluctuations exogènes.....</b>	<b>128</b>
<b>Tableau 18: Les résultats des simulations suite au scénario 2 .....</b>	<b>146</b>
<b>Tableau 19: Les résultats des simulations suite au scénario 3 .....</b>	<b>148</b>
<b>Tableau 20: Codage des variables.....</b>	<b>154</b>
<b>Tableau 21: Essai de classification des décisions de gestion des compétences.....</b>	<b>155</b>
<b>Tableau 22: Les variables principales des modèles à court et moyen terme .....</b>	<b>159</b>

## Liste des figures

<b>Figure 1: Les rôles de la gestion des compétences [47] .....</b>	<b>44</b>
<b>Figure 2: Symboles des composantes en simulation [223] .....</b>	<b>65</b>
<b>Figure 3: Correspondance entre modèle de simulation et gestion du temps [247] .....</b>	<b>67</b>
<b>Figure 4: Approche objectiviste vs subjectivisme [52].....</b>	<b>77</b>
<b>Figure 5: Schéma systémique des systèmes de gestion des compétences [300].....</b>	<b>98</b>
<b>Figure 6: Diagramme causal à court terme de la situation 1 .....</b>	<b>100</b>
<b>Figure 7: Diagramme causal à court terme de la situation 2 .....</b>	<b>101</b>
<b>Figure 8: Diagramme causal à court terme de la situation 4 .....</b>	<b>101</b>
<b>Figure 9: Diagramme causal à court terme de la situation 5 .....</b>	<b>102</b>
<b>Figure 10: Diagramme causal à court terme de la situation 6 .....</b>	<b>102</b>
<b>Figure 11: Modèle de pilotage des compétences à court terme .....</b>	<b>103</b>
<b>Figure 12: Les indicateurs de la gestion des compétences à court terme .....</b>	<b>104</b>
<b>Figure 13: Principe des hypothèses du modèle à court terme .....</b>	<b>107</b>
<b>Figure 14: Modèle du système opérant à court terme .....</b>	<b>109</b>
<b>Figure 15: Macro-modèle de pilotage des compétences.....</b>	<b>110</b>
<b>Figure 16: Influence de la coopération sur la sensibilisation .....</b>	<b>111</b>
<b>Figure 17: Influence de la coopération sur la motivation.....</b>	<b>112</b>
<b>Figure 18: Influence de la coopération et productivité sur le contrôle des ordres.....</b>	<b>112</b>
<b>Figure 19: Influence de l'expérience sur la documentation.....</b>	<b>113</b>
<b>Figure 20: Influence de la productivité et des compétences sur la réorganisation des tâches .....</b>	<b>114</b>
<b>Figure 21: Influence des compétences sur l'organisation des réunions.....</b>	<b>114</b>
<b>Figure 22: Influence du rééquilibrage sur la responsabilisation .....</b>	<b>115</b>
<b>Figure 23: Architecture générale du modèle de gestion des compétences à court terme .....</b>	<b>121</b>
<b>Figure 24: Démarche de validation des modèles [304].....</b>	<b>123</b>
<b>Figure 25: Influence des perturbations simultanées sur toutes les variables .....</b>	<b>133</b>
<b>Figure 26: Influence de la suppression de la boucle 1 sur le retard .....</b>	<b>135</b>
<b>Figure 27: Influence de la suppression de la boucle 2 sur le retard .....</b>	<b>136</b>
<b>Figure 28: Influence de la suppression des boucles 3 et 8 sur le retard .....</b>	<b>136</b>
<b>Figure 29: Influence de la suppression de la boucle 4 sur le retard .....</b>	<b>137</b>

<b>Figure 30: Influence de la suppression des boucles 5 et 9 sur le retard .....</b>	<b>138</b>
<b>Figure 31: Influence de la suppression de la boucle 6 sur le retard .....</b>	<b>138</b>
<b>Figure 32: Influence de la suppression de la boucle 7 sur le retard .....</b>	<b>139</b>
<b>Figure 33 : Influence de la suppression des boucles inutiles sur le retard.....</b>	<b>140</b>
<b>Figure 34: Représentation du scénario 1.....</b>	<b>143</b>
<b>Figure 35: Variation du retard (scénario 1).....</b>	<b>143</b>
<b>Figure 36: Représentation du scénario 2.....</b>	<b>144</b>
<b>Figure 37: Evolution du retard suite aux variations du taux d'arrêt.....</b>	<b>145</b>
<b>Figure 38: Variation du retard suite au scénario 2.....</b>	<b>146</b>
<b>Figure 39: Représentation du scénario 3.....</b>	<b>147</b>
<b>Figure 40: Variation du retard suite au scénario 3.....</b>	<b>148</b>
<b>Figure 41: Typologie des décisions sur les deux premiers axes factoriels (décisions à court et moyen terme) .....</b>	<b>156</b>
<b>Figure 42: Diagramme causal à moyen terme de la situation 1 .....</b>	<b>160</b>
<b>Figure 43: Diagramme causal à moyen terme de la situation 2 .....</b>	<b>160</b>
<b>Figure 44: Diagramme causal à moyen terme de la situation 3 .....</b>	<b>161</b>
<b>Figure 45: Diagramme causal à moyen terme de la situation 4 .....</b>	<b>162</b>
<b>Figure 46: Diagramme causal à moyen terme de la situation 5 .....</b>	<b>162</b>
<b>Figure 47: Diagramme causal à moyen terme de la situation 6 .....</b>	<b>163</b>
<b>Figure 48: Modèle de pilotage des compétences à moyen terme.....</b>	<b>163</b>

## Table des matières

<b>REMERCIEMENTS</b> .....	<b>2</b>
<b>SOMMAIRE</b> .....	<b>4</b>
<b>INTRODUCTION GENERALE</b> .....	<b>5</b>
<b>PARTIE 1. ETAT DE L'ART</b> .....	<b>111</b>
<b>Chapitre 1 : Complexité de la gestion du projet ERP</b> .....	<b>13</b>
1.1. DÉFINITIONS .....	14
1.2. LA GESTION DU PROJET ERP .....	16
1.3. L'ORGANISATION DU PROJET ERP.....	19
1.4. LES BENEFICES DU PROJET ERP .....	21
1.5. DIFFICULTES DURANT L'IMPLANTATION D'UN ERP .....	26
<b>Chapitre 2 : Causes d'échec de la mise en œuvre des ERP</b> .....	<b>30</b>
2.1. COMMENT DEFINIR L'ECHEC ET LE SUCCES DU PROJET ERP ? .....	31
2.2. LES FACTEURS CLES DE SUCCES .....	33
2.3. LES RAISONS D'ECHEC D'IMPLANTATION DE L'ERP .....	35
<b>Chapitre 3 : Défaillances dans le pilotage des compétences</b> .....	<b>40</b>
3.1. DEFINITION DE LA COMPETENCE .....	41
3.2. LA GESTION DES COMPETENCES DANS LE CADRE DE L'IMPLANTATION DE L'ERP .....	43
3.3. LES DYSFONCTIONNEMENTS DE LA GESTION DES COMPÉTENCES .....	46
<b>Chapitre 4 : Modélisation systémique du pilotage des projets</b> .....	<b>52</b>
4.1. DÉFINITION DE LA DYNAMIQUE DES SYSTÈMES .....	53
4.1.1. La cybernétique et la notion du système .....	53
4.1.2. L'approche systémique.....	55
4.1.3. Complexité et incertitude dans les systèmes .....	57
4.2. PRINCIPE DE LA DYNAMIQUE DES SYSTÈMES .....	59
4.2.1. Les concepts de base de la dynamique des systèmes .....	60
4.2.2. Les étapes principales de construction des modèles.....	62
4.2.3. Les principes de la simulation dynamique .....	64
4.3. L'UTILISATION DE LA DYNAMIQUE DES SYSTÈMES ET GESTION DE PROJET. 67	
<b>PARTIE 2. PRESENTATION ET ANALYSE DES RESULTATS DE LA RECHERCHE</b> .....	<b>72</b>
<b>Chapitre 5 : Méthodologie de la recherche</b> .....	<b>74</b>
5.1. POSITIONNEMENT ET CHOIX MÉTHODOLOGIQUES.....	75
5.1.1. Dimensions d'un positionnement paradigmatique .....	75
5.1.2. Positionnement méthodologique .....	77
5.2. LA PRÉ-ENQUÊTE AUPRÈS DES CHEFS DE PROJET ERP EN TUNISIE.....	81

5.2.1.	Déroulement de la pré-enquête par interviews .....	81
5.2.2.	Analyse de contenu des interviews.....	83
5.3.	ENQUÊTE QUALITATIVE PAR QUESTIONNAIRE CYBERNÉTIQUES .....	88
5.3.1.	Méthodes d'enquête.....	88
5.3.2.	Choix de l'échantillon .....	90
<b>Chapitre 6 : Modèle de dynamique des systèmes .....</b>		<b>96</b>
6.1.	REPRESENTATION DU MODELE DE DYNAMIQUE DES SYSTEMES .....	97
6.2.	MODELISATION DES SOUS SYSTEMES D'INFORMATION ET DE PILOTAGE .....	98
6.2.1.	Les variables des modèles .....	98
6.2.2.	Boucles cybernétiques de décision.....	99
6.3.	PARTICULARITES DE MISE EN ŒUVRE DU MODELE GENERIQUE A COURT TERME .....	103
6.3.1.	Les indicateurs du modèle à court terme .....	103
6.3.2.	Principe des hypothèses du modèle à court terme .....	107
6.4.	UNE PROPOSITION DU MODELE DE LA GESTION DES COMPETENCES A COURT TERME .....	108
6.4.1.	Le modèle du système opérant .....	108
6.4.2.	Les modèles descriptifs d'activation des indicateurs de contrôle à court terme.....	111
6.5.	ELABORATION D'UN MODELE FLUX-STOCKS .....	115
6.5.1.	Formalisation mathématique des politiques de décision à court terme .....	116
6.5.2.	Architecture globale du modèle flux-stocks proposé .....	121
6.6.	VALIDATION DU MODÈLE PAR SIMULATION .....	122
6.6.1.	Simulation avec les données réelles .....	122
6.6.2.	La validation du modèle .....	122
<b>Chapitre 7 : Résultats des simulations .....</b>		<b>125</b>
7.1.	PRINCIPE DE LA SIMULATION ET DE L'ANALYSE DES RÉSULTATS .....	126
7.2.	PRESENTATION DU CAS DES PROJETS ERP EN TUNISIE.....	127
7.2.1.	Comportement du modèle face a des perturbations exogènes exceptionnelles et répétitives .....	128
7.2.2.	Comportement du modèle face à des perturbations exogènes aléatoires .....	131
7.3.	ETUDE DE SENSIBILITE DES DIFFERENTES BOUCLES DE REGULATION .....	134
7.3.1.	La suppression boucle par boucle.....	134
7.3.2.	Proposition de modèle simplifié.....	140
7.4.	PROPOSITION DE QUELQUES SCENARIOS RELEVES A TRAVERS L'ENQUETE	142
7.5.	Apport de la recherche pour l'amélioration du pilotage des compétences .....	150
<b>Chapitre 8 : Résultats complémentaires .....</b>		<b>153</b>
8.1.	RESULTAT 1 : CLASSIFICATION DES DECISIONS DE GESTION DES COMPETENCES .....	154

8.2.	RESULTAT 2 : BOUCLES CYBERNETIQUES DE DECISION A MOYEN TERME...	158
<b>Chapitre 9 : Limites et perspectives de la recherche.....</b>		<b>164</b>
9.1.	LIMITES DE LA RECHERCHE.....	165
9.2.	PERSPECTIVES DE LA RECHERCHE .....	166
<b>CONCLUSION GENERALE .....</b>		<b>170</b>
<b>Bibliographie.....</b>		<b>173</b>
<b>Annexe 1 : Questionnaire .....</b>		<b>197</b>
<b>Annexe 2 : Modèle de gestion des compétences avec système opérant à court terme....</b>		<b>199</b>
<b>Annexe 3 : Les équations de Forrester du modèle de dynamique des systèmes .....</b>		<b>202</b>
<b>Annexe 4 : Scénario 1 – Modèle et équations avec arrêt constant.....</b>		<b>205</b>
<b>Annexe 5 : Scénario 2 – Modèle et équations avec arrêt aléatoire .....</b>		<b>209</b>
<b>Annexe 6 : Scénario 3 – Modèle et équations avec retard de fonctionnement des boucles .....</b>		<b>213</b>
<b>Liste des tableaux .....</b>		<b>217</b>
<b>Liste des figures .....</b>		<b>218</b>
<b>Table des matières .....</b>		<b>220</b>

---

**TITRE en anglais**

Management skill's dysfunctions in ERP projects in Tunisia: A system dynamics approach

---

**RÉSUMÉ en anglais**

The causes of failure of ERP projects are widely recognized and have been the subject of numerous publications. This research aims to identify new weaknesses explaining dysfunctions in management skills in these projects. The objective of this thesis is to better understand some dysfunctions control mechanism and to study their impact on the overall project performance. In fact, little research has focused on phenomena that cause rupture of cycle and are the source of instability in the skill's management leading to delays and budget overruns. We propose to approach differently the concept of uncertainty through a representation of altered mechanism's causing discrepancies in process, scheduled tasks and their actual implementation. From this conceptual representation based on forrester's system dynamic paradigm, we developed a simulation model for studying these dynamic behaviors.