

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

L'INGENIERIE DE SYSTEMES DANS L'ORGANISATION ET PLANIFICATION DES PROJETS
COMPLEXES

MÉMOIRE PRÉSENTÉ
COMME EXIGENCE PARTIELLE DE LA

MAÎTRISE EN GESTION DE PROJET

PAR
SUANNY JERALDINE BUITRAGO LEIVA

AVRIL 2022

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

SOMMAIRE

L'organisation et la planification des projets complexes présentent de plus en plus un grand défi pour les gestionnaires de projets. La recherche de la gestion des tâches, des ressources et du temps d'un projet, afin de livrer un produit ou un service qui répond aux besoins et aux attentes du marché, est toujours le principal objectif. Pour cela, comme tout projet dans la vie, il y a des limites, et en parlant en termes d'affaires, nous trouvons des facteurs tels que le calendrier, le budget, les ressources, l'infrastructure, le personnel disponible et la technologie, entre autres.

De même, les projets complexes visent le même objectif. Toutefois, dans ce contexte, la complexité fait référence aux projets qui comportent une ambiguïté ou une incertitude. Un projet est défini comme un ensemble planifié de tâches interdépendantes à exécuter au cours d'une période déterminée et dans le cadre de certaines contraintes de coûts et autres. Pour déterminer si un projet est complexe, il faut évaluer des facteurs tels que la technologie, le coût, le calendrier, les aspects politiques, juridiques et sociaux.

D'autre part, l'ingénierie des systèmes est un domaine interdisciplinaire de l'ingénierie, qui permet l'application technologique des théories des systèmes et l'étude de la réalité pour mettre en œuvre et optimiser des systèmes complexes. En d'autres termes, l'ingénierie des systèmes se concentre sur l'étude des systèmes.

Dans le cadre des projets complexes, cette étude a l'ambition d'être une contribution à l'efficacité de la gestion. En d'autres termes, grâce à cette étude, nous déterminerons comment l'ingénierie des systèmes peut devenir un outil qui aide à la planification et à la réussite d'un projet complexe, et donc, nous évaluerons si le facteur de planification et les bonnes pratiques aident un projet complexe à se développer plus efficacement.

Pour ce faire, nous avons interrogé quatorze chefs de projet qui ont participé à des projets complexes en utilisant certains des outils d'ingénierie des systèmes pour leurs projets.

Les résultats de cette étude nous ont permis de valider trois hypothèses, pour arriver à la conclusion que l'ingénierie des systèmes, la planification du projet et la mise en œuvre de bonnes pratiques favorisent la réussite d'un projet complexe.

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE	1
TABLE DES MATIÈRES	2
LISTE DES TABLEAUX	4
LISTE DES FIGURES	5
LISTE DES ABRÉVIATIONS	6
REMERCIEMENTS	7
INTRODUCTION.....	8
1. CONTEXTE : GESTION DE PROJET	8
1.1 Problématique générale	12
1.3 Problématique spécifique	13
1.4 Localisation de la recherche.....	14
1.5 Objectifs et questions de recherche.....	15
1.6 Périmètre de recherche	17
2. REVUE DE LA LITTÉRATURE.....	18
2.1 Objectif 1 : Identifier les principaux fondements de l'ingénierie des systèmes.	18
2.1.1 RQ1.1 : En quoi consiste la théorie des systèmes et quels sont les principes fondamentaux de l'ingénierie des systèmes ?.....	18
2.1.2 RQ1.2 : Quelle est la perspective de l'ingénierie des systèmes selon l'INCOSE ? ...	21
2.1.3 RQ1.3 : Quels sont les processus et les exigences en matière de conception de systèmes ?.....	23
2.1.4 RQ1.4 : Quels sont les méthodologies et les outils de la conception de systèmes ? .	28
2.2. Objectif 2 : Définir les éléments de la planification avec l'ingénierie des systèmes.	29
2.2.1 RQ1.5 : Quelles sont les étapes critiques de la planification fondée sur l'ingénierie des systèmes ?	29
2.3 Objectif 3 : Définir la complexité dans le contexte des projets complexes.....	33
2.3.1 RQ1.6 : En quoi consistent les projets complexes ?.....	33
2.3.2 RQ1.7 : Quelles sont les phases d'un projet complexe ?	36
2.3.3 RQ1.8 : Comment se déroule le cycle de vie des projets complexes ?	38
2.3.4 RQ1.9 : Qu'est-ce que la théorie de la complexité ?	41
2.3.5 RQ1.10 : En quoi consiste la planification et l'organisation de projets complexes ?	42
2.4 Objectif 4 : Identifier les bonnes pratiques dans le cadre de projets complexes.	52
2.4.1 RQ1.11 : En quoi consistent les bonnes pratiques ?	52
2.4.2 RQ1.12 : Quelles sont les bonnes pratiques utilisées dans les projets complexes ?	53
2.5 Objectif 5 : Identifier le succès dans le cadre de projets complexes	53

2.5.1	<i>RQ1.13 : Qu'est-ce que le succès dans un contexte de projet complexe?</i>	53
2.5.2	<i>RQ1.14 : Quels sont les indicateurs de réussite des projets complexes ?</i>	54
2.6	Hypothèses et cadre conceptuel	55
2.6.1.	Hypothèse 1 : Objectif 6 : Établir si la planification est un facteur clé de la réussite d'un projet complexe	56
2.6.2.	Hypothèse 2 : Objectif 7 : Établir l'influence de l'ingénierie des systèmes dans la relation de planification et la réussite d'un projet complexe.	57
2.6.3.	Hypothèse 3 : Objectif 8 : Établir l'influence des bonnes pratiques dans la relation planification et le succès d'un projet complexe.	57
2.6.4.	Conclusion.....	58
3.	MÉTHODOLOGIE	59
3.1	Contexte de l'étude	59
3.2	Échantillonnage.....	59
4.	RÉSULTATS ET DISCUSSION	60
4.1	Analyse descriptive de l'échantillon.....	60
4.2.	Analyse globale.....	60
4.2.1.	Analyse et interprétation des résultats.....	60
5.	DISCUSSION ET VÉRIFICATIONS DES HYPOTHÈSES	68
5.1.	Hypothèse 1.....	68
5.2.	Hypothèse 2.....	70
5.3.	Hypothèse 3.....	70
5.4	Synthèse à la lumière des résultats et discussions.....	72
5.4.1.	Objectif 6 : Établir si la planification est un facteur clé de la réussite d'un projet complexe	72
5.4.2.	Objectif 7 : Établir l'influence de l'ingénierie des systèmes dans la relation de planification et la réussite d'un projet complexe.	73
5.4.3.	Objectif 8 : Établir l'influence des bonnes pratiques dans la relation planification et le succès d'un projet complexe.....	74
6.	CONCLUSION	74
6.1.	Apport à la recherche	75
6.2.	Limites.....	76
7.	BIBLIOGRAPHIE	77
8.	ANNEXE	80
	81

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1 Objectifs de la revue de la littérature</i>	<i>15</i>
<i>Tableau 2 Processus affectés par la complexité dans la gestion de projet Source : Adapté de (Mejía, 2015)</i>	<i>41</i>
<i>Tableau 3 Étapes de la planification.....</i>	<i>56</i>
<i>Tableau 4 Modèles et outils de conception d'ingénierie des systèmes</i>	<i>57</i>
<i>Tableau 5 Quelques-unes des bonnes pratiques dans les projets</i>	<i>58</i>
<i>Tableau 6 Étapes de la planification.....</i>	<i>60</i>
<i>Tableau 7 Outils de planification de projets complexes</i>	<i>61</i>
<i>Tableau 8 Outils d'ingénierie des systèmes</i>	<i>63</i>
<i>Tableau 9 Utilité des bonnes pratiques</i>	<i>64</i>
<i>Tableau 10 Impact de l'utilisation des bonnes pratiques</i>	<i>66</i>
<i>Tableau 11 Récapitulation des étapes de la planification</i>	<i>68</i>
<i>Tableau 12 Récapitulation des bonnes pratiques.....</i>	<i>71</i>
<i>Tableau 13 Les meilleures pratiques les plus fréquemment utilisées pour la gestion de projets complexes ...</i>	<i>74</i>

LISTE DES FIGURES

Figure 1 Groupe de processus. Adapté de (Bar-Yam, Dynamique des systèmes complexes : études sur la non-linéarité, 2003)	9
Figure 2 Processus de planification. Adapté de (Whitty S. &, 2009).....	10
Figure 3 Processus d'exécution. Adapté de (Whitty S. &, 2009)	11
Figure 4 Processus de contrôle. Adapté de (Whitty S. &, 2009)	11
Figure 5 Recherches sur le thème de la gestion de projet au fil des ans	12
Figure 6 Localisation de la recherche dans les cadres de références théoriques.....	14
Figure 7 : Cadre conceptuel préliminaire.....	15
Figure 8 Le système. Adapté de (DeMarco, 2003).....	19
Figure 9 Principaux éléments d'un système. Adapté de (Blanchard & Blyler, 2016)	20
Figure 10 Systeme ouvert	20
Figure 11 Le cycle de vie du système. Adapté de (Blanchard & Blyler, 2016).....	21
Figure 12 Éléments d'un système. Adapté de (Hitchens, 2003).....	23
Figure 13 Le processus d'ingénierie système dans le cycle de vie. Adapté de (Blanchard & Blyler, 2016)	25
Figure 14 Exigences du système (analyse des besoins). Adapté de (Blanchard & Blyler, 2016)	26
Figure 15 Exemple QFD.....	27
Figure 16 Modèles et outils de conception technique du système. Adapté de (Blanchard & Blyler, 2016).....	28
Figure 17 Gestion et technologie appliquées au processus d'ingénierie des systèmes. Adapté de (Blanchard & Blyler, 2016).....	30
Figure 18 L'application des exigences de l'ingénierie des systèmes. Adapté de (Kosiakof & Sweet, 2003)	31
Figure 19 Les composantes de projets complexes. Adapté de (Harold Kerzner and Curl Beluck , 2010)	33
Figure 20 Catégories de complexité et causes associées. Adapté de (Project Management Institute., 2013)	34
Figure 21 Types de complexités. Adapté de (Holt, 2021).....	35
Figure 22 Phases du projet.	37
Figure 23 Éléments du cycle de vie.	39
Figure 24 Schéma général du fonctionnement d'une phase.....	40
Figure 25 Structure de répartition des risques avec sa catégorisation. Adapté de (Project Management Institute, 2004)	44
Figure 26 Exigences du client.....	45
Figure 27 Planification du projet. Adapté de (Briseño, 2003).....	46
Figure 28 Planification d'un projet	48
Figure 29 Alignement des caractéristiques des projet avec différentes méthodologies. Adapté de (Ziemelis, 2001).....	51
Figure 30 Triangle du projet gestion projects	52
Figure 31 Facteurs qui affecteront la capacité à atteindre les objectifs	55
Figure 32 Des facteurs qui peuvent empêcher la gestion de projet.....	55
Figure 33 Cadre conceptuel.....	56
Figure 34 Étapes de la planification	61
Figure 35 Outils de planification de projets complexes	62
Figure 36 Outils de d'ingénierie des systèmes	64
Figure 37 Utilité des bonnes pratiques	65
Figure 38 Impact de l'utilisation des bonnes pratiques	67

LISTE DES ABRÉVIATIONS

Abréviation	Signification originale	Signification en français
PMI	Project Management Institute	Institut de gestion de projet
SoS	System of Systems	Systèmes de Systèmes
INCOSE	International Council on Systems Engineering	Conseil international de l'ingénierie des systèmes
SE	Systems Engineering	Ingénierie des systèmes
PMP	Project Management Professional	Professionnel en gestion de projet
SEMP	Systems Engineering Management Plan	Plan de gestion de l'ingénierie des systèmes
IPMA	International project management association	Association internationale de gestion de projet

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je dédie ce mémoire à Dieu ; je lui dois tout ce que je fais et ce que je suis.

À ma famille, pour leur soutien inconditionnel, ils sont mon précieux trésor.

Mon père, Jaime Enrique Buitrago Cardenas, le guide, la direction, le soutien et l'appui dans ma vie.

Ma mère, Leonor Leiva Diaz, mon incomparable amie, conseillère, confidente et modèle.

Ma sœur Jeimmy Nataly Buitrago Leiva, mon amie pour toujours, référence, fierté et don de Dieu.

Au directeur et professeur de gestion de projet Darli Rodrigues Vieira pour son aide, sa disponibilité et son accompagnement tout au long de la recherche.

À tout le personnel administratif pour son aide et à l'Université du Québec à Trois-Rivières pour avoir ouvert ses portes afin de faire partie de cette grande étape de ma vie professionnelle.

INTRODUCTION

1. CONTEXTE : GESTION DE PROJET

En matière de gestion de projet, il faut remonter au début de la civilisation. (Hass K, 2009). Avant les années 1950, chaque projet était géré en fonction des besoins et des exigences individuels, c'est-à-dire que le projet était "sur mesure". Dans le même temps, des outils et des concepts tels que le diagramme de Gantt, qui sont restés en usage jusqu'à ce jour, ont commencé à être utilisés de manière systématique. Mais, à cette époque, les projets de génie civil nécessitaient des architectes et des ingénieurs. Comme il n'existait pas de normes de gestion de projet standardisées, ils étaient guidés par leur expertise et des critères arbitraires. Et c'est au cours de cette période qu'ont commencé à se développer deux projets de modélisation mathématique et de programmation qui ont contribué à définir des techniques aujourd'hui largement utilisées et utiles. Il s'agit de la méthode du chemin critique (CPM), et l'"Évaluation du programme et examen technique" ou PERT. Ce dernier, créé et développé par Booz-Allen and Hamilton en 1957, pour un programme de missiles balistiques Polaris au bureau des projets spéciaux de la marine américaine. À la fin de cette année-là, ces deux techniques étaient connues des entreprises privées et sont devenues populaires.

Puis, en 1969, le PMI a été fondé, une organisation sans but lucratif qui regroupe des entreprises et des institutions liées à la gestion de projet. Pendant ce temps, le PMI, par le biais du comité des normes et de collaborateurs (y compris des entreprises, des universités, des consultants en projet, etc.) a réalisé l'étude, l'évaluation et la révision des normes généralement acceptées au niveau international, donnant lieu aux normes qui représentent le corps de connaissances de la gestion de projet, dont le titre original est "Project Management Body of Knowledge" (PMBOK). La première édition a été publiée en 1987.

En 1998, l'American National Standards Institute (ANSI) et l'Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) ont reconnu le PMBOK comme une norme mondiale.

Maintenant que nous avons parcouru brièvement l'histoire de la gestion de projet, parlons des étapes qui composent un projet selon le PMI. Tout d'abord, les étapes d'un projet définissent les phases nécessaires à sa réalisation et façonnent également son cycle de vie. Ils sont donc comme un chemin à suivre. Un projet, selon le PMI, comporte cinq étapes : l'initiation, la planification du projet (appelée phase de conception), l'exécution du projet (appelée phase de production), le suivi et le contrôle du projet, et la phase de clôture du projet. Tous les projets ne passent pas par toutes les étapes, et parfois les projets peuvent être interrompus avant d'être achevés.

La figure 1 ci-dessous montre le groupe de processus.

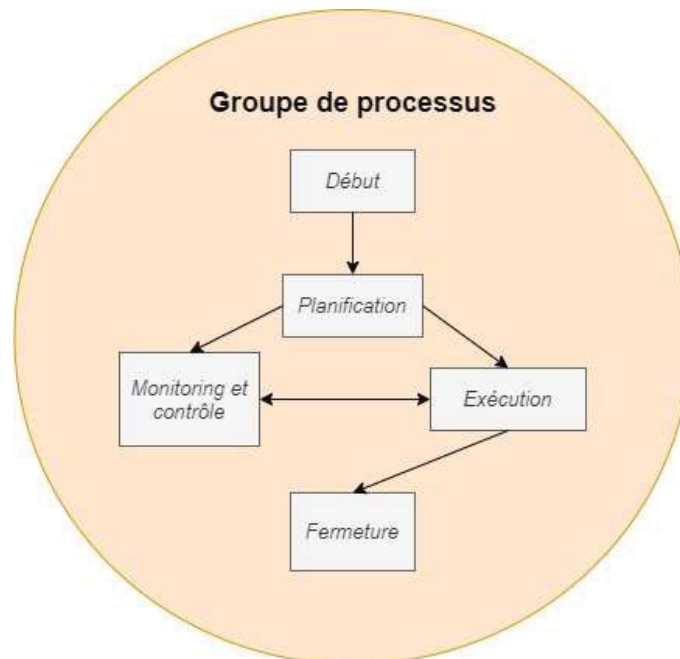


Figure 1 Groupe de processus. Adapté de (Bar-Yam, Dynamique des systèmes complexes : études sur la non-linéarité, 2003)

Cette première étape représente l'entrée, l'initiation, l'ouverture du projet. Dans la phase initiale de tout projet, il est très important de planifier et d'exécuter le plan d'action, bien que chaque projet ait ses propres particularités, la plupart d'entre eux ont des étapes nécessaires communes telles que les coûts, le calendrier, les résultats, les objectifs, entre autres. Cette étape du projet concerne les ressources, le personnel, les matériaux, le capital financier et les autres éléments de base avec lesquels le projet sera développé.

Une fois l'étape d'initiation terminée, l'étape de planification du processus suit. Elle consiste en une phase initiale d'identification, au cours de laquelle l'opportunité de développer un projet est analysée et l'idée principale du projet est formalisée ; c'est également au cours de cette phase que sont définis les objectifs généraux, qui représentent le but à atteindre.

L'étape suivante est l'étape d'exécution, qui correspond à la réalisation de toutes les tâches prévues dans la planification du projet. À leur tour, ces tâches, comme leur nom l'indique, permettent d'atteindre les objectifs proposés au départ. La figure 2 montre les éléments de la phase de planification.

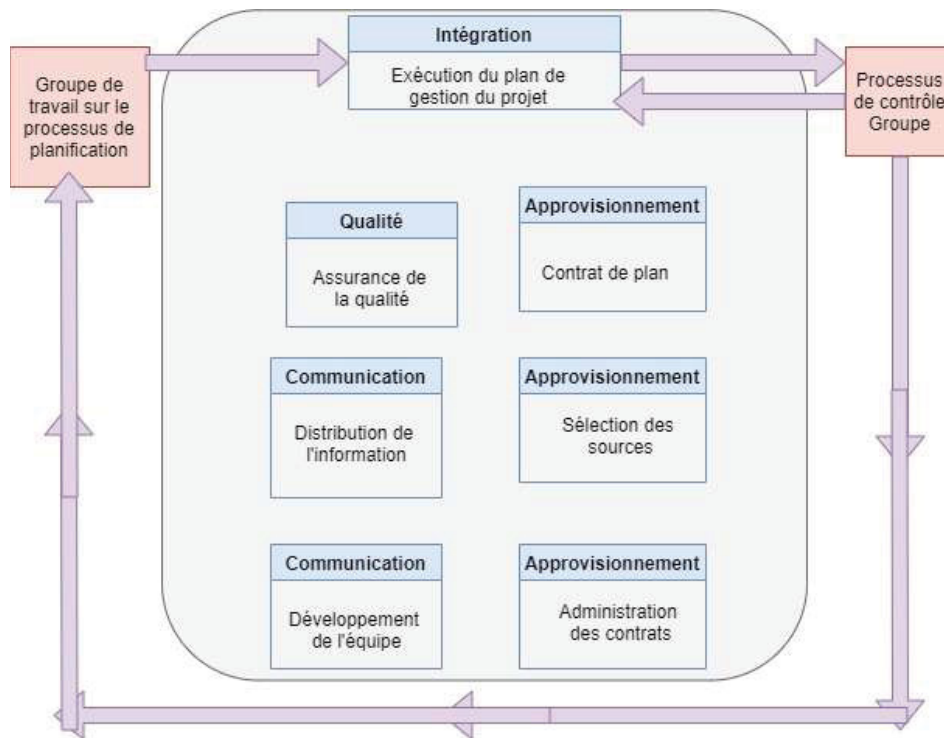


Figure 2 Processus de planification. Adapté de (Whitty S. &, 2009)

Cependant, pour mettre en œuvre un projet, il est nécessaire d'être clair sur ses étapes. En effet, après avoir fixé les objectifs et les avoir planifiés en détail et par écrit, il est temps de les exécuter. De cette manière, un retour d'information peut être donné et les éventuels écarts peuvent être corrigés. Ainsi, l'étape d'exécution commence par "faire ce qui est prévu", les tâches et activités établies doivent être réalisées. Chacun doit savoir ce qu'il a à faire, afin de pouvoir commencer dès que possible et sans délai. Ensuite, la communication et le suivi, les canaux de communication sont une priorité afin de superviser l'ensemble du processus. Ensuite, le contrôle, il est nécessaire de vérifier ce qui est fait pour voir s'il y a des déviations. Les réunions régulières avec l'équipe jouent ici un rôle essentiel. Et enfin, les corrections, sachant ce qui s'est passé par rapport sur le plan initial, les actions nécessaires peuvent être prises. De plus, le changement est un élément naturel et attendu dans tout projet, et il n'y a pas lieu de paniquer, les projets sont sujets au changement. Elle est également le résultat de modifications générées lors de la phase de conception, de différents changements dans l'environnement, du manque de matériaux ou de leur disponibilité, etc.

Les processus de l'étape de mise en œuvre sont présentés dans la figure 3 ci-dessous.

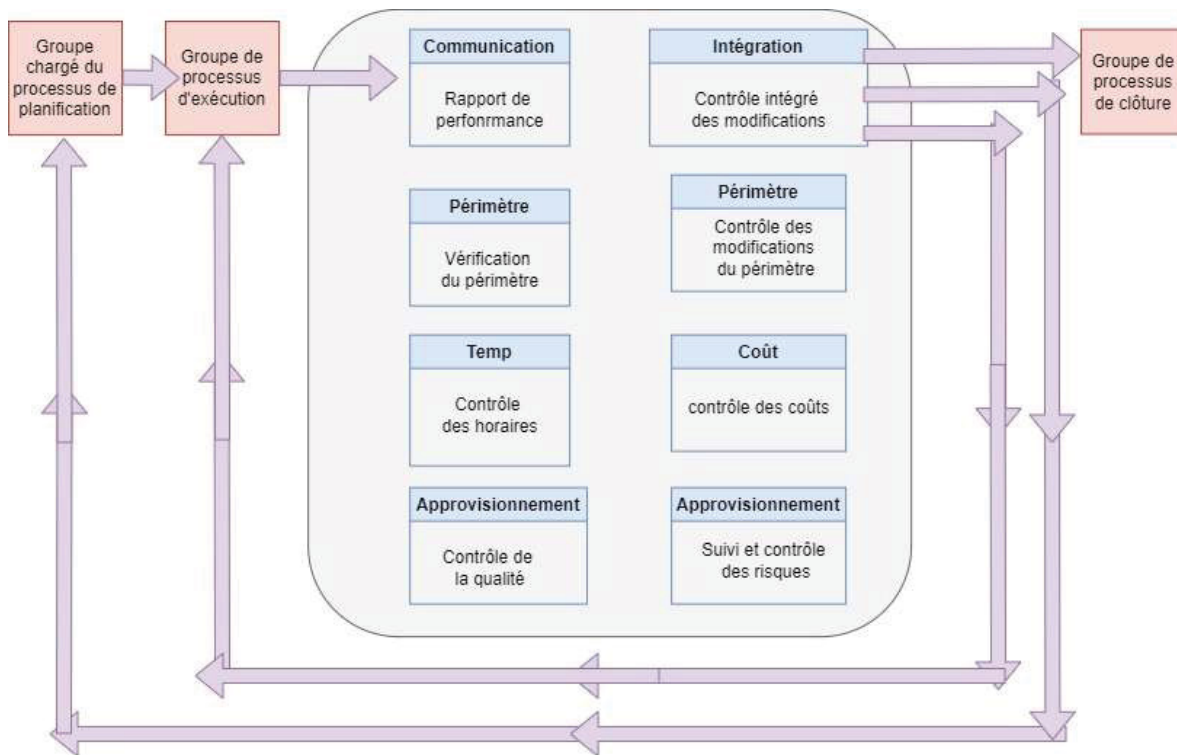


Figure 3 Processus d'exécution. Adapté de (Whitty S. &, 2009)

Enfin, la phase de clôture est l'aboutissement du processus de conception et le moment d'en faire le bilan. C'est-à-dire que, sur la base des activités nécessaires, les documents doivent être archivés et les résultats communiqués. Lors de la clôture, on constate si le projet a été bien ou mal réalisé et, en particulier, si les objectifs prévus (bénéfices) ont été atteints. Les processus de l'étape de clôture sont présentés dans la figure 4 ci-dessous.

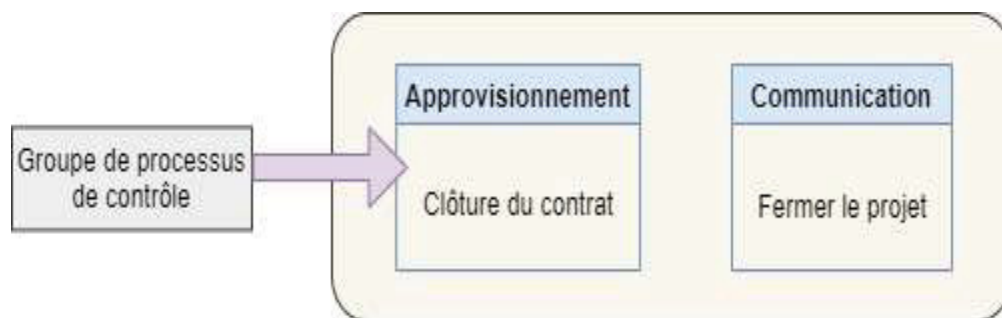


Figure 4 Processus de contrôle. Adapté de (Whitty S. &, 2009)

1.1 Problématique générale

Selon l'IPMA, le concept de "complexe" faisant référence à un projet a été établi en 2009 (27th IPMA World Congress). Toutefois, certains auteurs travaillaient déjà sur le sujet depuis longtemps, mais de manière isolée. Par exemple, selon l'IPMA, il existe des recherches datant des années 1950, qui indiquent que, pour la première fois, l'analyse de projet n'était pas classée comme un type normal de projet, de sorte qu'elle était appelée "problèmes complexes". (Morris, Pinto, & Söderlund, 2012).

D'une manière générale, un projet complexe est : a) un système complexe composé de différents éléments interconnectés pour atteindre un objectif, b) un système dynamique qui interagit en permanence avec son environnement (Arellano D, Danti J., & Pérez M.F, 2016).

D'un autre côté, les projets complexes sont menés sous les paradoxes des incertitudes et des ambiguïtés (Ven, A.H., Hargrave, & T.J., 2005), contrairement à ce qui se passe pour les projets au comportement simple. Lorsque le concept de complexité associé aux projets est mentionné, il faut reconnaître qu'il provient de la pensée systémique, une approche qui a servi de base à la gestion de projet. En d'autres termes, la gestion de projets complexes a été développée spécifiquement pour traiter les aspects d'incertitude et de chaos, en utilisant des outils qui sont construits sur un large éventail de disciplines liées à la complexité (Dombkins D. , 2008).

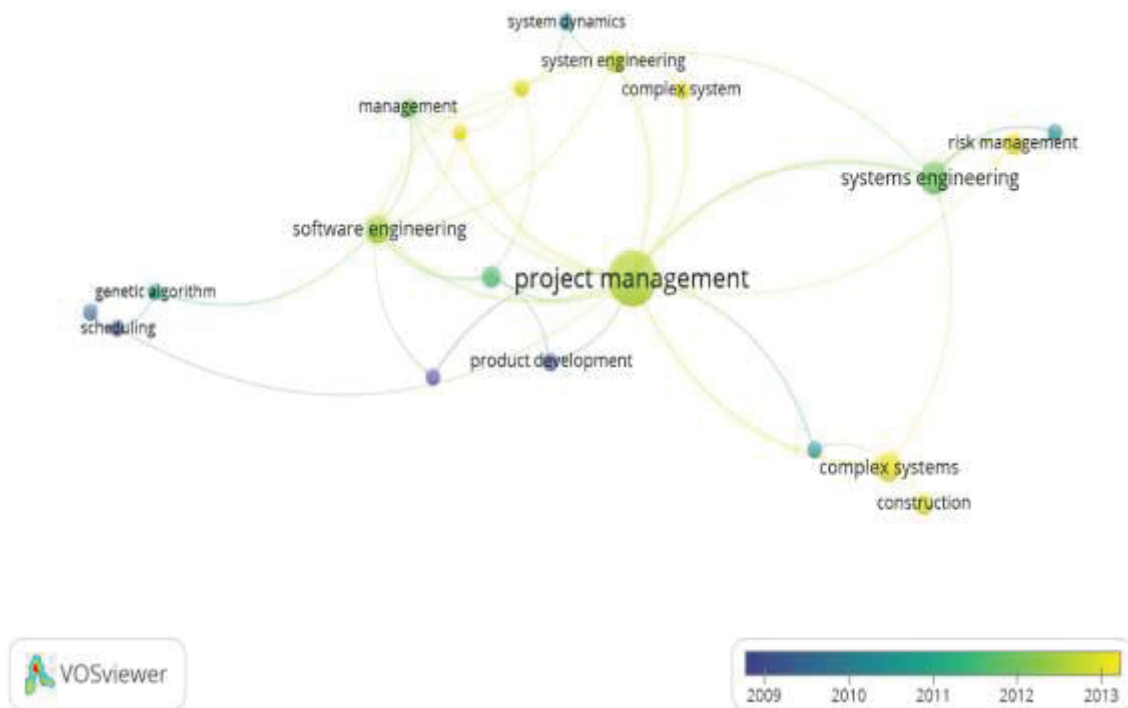


Figure 5 Recherches sur le thème de la gestion de projet au fil des ans.

Mot-clé : *Gestion de projet*

Réalisé avec : VOSviewer.

Cependant, plusieurs auteurs ont fait avancer les concepts de complexité et de gestion de projet mais ce n'est qu'en 1995 que les deux concepts sont associés, avec l'identification par Payne de la complexité avec la multiplicité des interfaces entre les projets, entre les projets et l'organisation, avec

la gestion des managers et avec le choix du degré d'intégration sur plusieurs projets qui est souhaitable ou pratique (Payne, Management of multiple simultaneous projects: a state-of-the-art review., 1995). En 1996, en l'espace d'un an, la gestion de projets complexes était fortement associée à la gestion de la complexité, a déclaré M. Baccarini (Bennett, International Construction Project Management: General Theory and Practice. Butterworth-Heinemann, 1991). D'autres chercheurs affirment que la fonction la plus importante d'un directeur de production est la gestion de la complexité (Hill, Production/Operations Management Prentice-Hall, 1983). Dans d'autres publications, le terme de complexité est établi comme un lien entre la condition d'un système complexe et sa compréhension (Bar-Yam, Dinámica de Sistemas Complejos: studies in nonlinearity, 2003).

La recherche bibliographique effectuée avec un logiciel appelé VOSViewer et présentée dans la figure 5, avec le mot-clé : *Gestion de projet*, montre que l'ingénierie des systèmes et la gestion de projet font l'objet de nombreuses recherches récentes. Il s'agit d'un sujet qui, comme le montre la figure 5, présente de recherche croissante. Et il en va de même pour la question des systèmes complexes. Cependant, il n'est toujours pas clair si l'ingénierie des systèmes est considérée comme utile et précieuse pour la gestion de projets complexes. Par conséquent, dans cette recherche, nous souhaitons connaître et comprendre les facteurs clés dans le domaine de l'ingénierie des systèmes pour obtenir la plus grande satisfaction dans les projets complexes. Pour répondre à cette question, les opinions de certains chefs de projet seront analysées.

1.3 Problématique spécifique

Il est parfois assez difficile de démontrer au sein d'une organisation l'avantage ou la valeur ajoutée de la pratique de l'ingénierie des systèmes d'une manière qui justifie ses coûts. En outre, dans le cadre d'un projet impliquant l'utilisation d'outils d'ingénierie des systèmes, il est généralement difficile de maximiser le succès, notamment dans les projets de grande envergure et techniquement complexes impliquant de nombreux acteurs et organisations. Dans ces cas, il est essentiel de gérer les ressources disponibles, tant humaines que matérielles, car les écarts par rapport aux objectifs et aux estimations initiales peuvent être modifiés.

D'autre part, nous pensons généralement qu'une planification correcte nous aide à établir la priorité de chacune des activités et à mieux contrôler le temps pour exécuter un projet avec la qualité et le succès souhaités. Cependant, en est-il de même lorsqu'il s'agit de projets complexes, et quel est l'impact de la planification lorsqu'il s'agit de projets complexes?

Enfin, en matière de gestion de projet, connaître les meilleures pratiques de gestion de projet est le moyen le plus efficace d'éviter l'échec des projets, si répandu dans les organisations de tous les secteurs du monde. Les meilleures pratiques de gestion de projet apportent de nombreux avantages à ceux qui les mettent en œuvre (Wiley & Sons, 2010). Cependant, pour les projets complexes, on ne sait pas encore grand-chose de la réactivité de leurs applications.

Dans cette recherche, nous nous concentrerons sur trois aspects, l'impact de l'ingénierie des systèmes, de la planification et des meilleures pratiques dans la réussite de la gestion de projets complexes.

1.4 Localisation de la recherche

L'ingénierie des systèmes examine le système de l'extérieur, c'est-à-dire son interaction avec d'autres systèmes et son environnement, ainsi que de l'intérieur. (Sweet & Kossiakof, 2003). Le sujet porte sur la contribution de l'ingénierie des systèmes en tant qu'agent d'organisation et de planification dans des projets complexes qui répondent à des critères spécifiques de réussite de projet. Dans ce contexte, cette étude vise à contribuer à la recherche scientifique dans ces domaines, en recherchant une meilleure compréhension des pratiques d'ingénierie des systèmes dans la gestion de projets complexes. La démarche scientifique de cette étude regroupe trois grands thèmes :



Figure 6 Localisation de la recherche dans les cadres de références théoriques

L'application de l'ingénierie des systèmes englobe de nombreux composants et pratiques qui permettent à l'organisation d'atteindre ses objectifs. Le contexte du projet est d'analyser la complexité comme un tout intégré afin qu'il soit possible, à partir d'une meilleure connaissance du projet, de mieux le maîtriser et de le simplifier par l'application de techniques de gestion de projet avancées.

Les champs utiles pour le cadre de cette étude sont présentés ci-dessus et dans le graphique afin de simplifier la compréhension :

- Ingénierie des systèmes
- Gestion de projets complexes
- Organisation et planification de projets

1.5 Objectifs et questions de recherche

En tenant compte de nos objectifs spécifiques, une première ébauche a été élaborée sur la base des principaux cadres conceptuels à aborder. En commençant par la planification du projet, nous ajouterons l'ingénierie des systèmes et les bonnes pratiques de gestion de projet comme variable modératrice pour terminer par l'évaluation de la réussite du projet complexe.

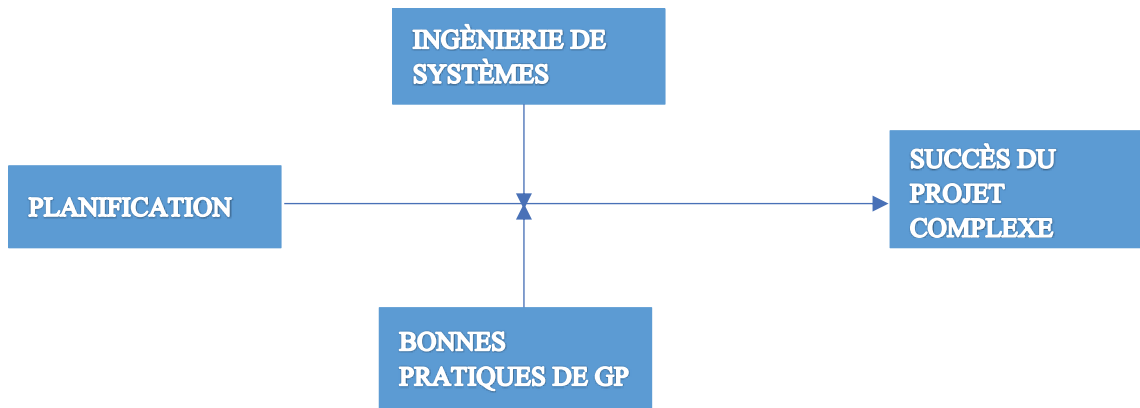


Figure 7 : Cadre conceptuel préliminaire

Par conséquent, ce projet de recherche cherche à définir et à établir comment l'ingénierie des systèmes contribue de manière significative à la gestion des projets complexes, une interconnexion sera faite dans ces trois domaines, à savoir l'ingénierie des systèmes, la gestion de projet et les projets complexes. Maintenant, afin d'ancrer l'idée principale de la recherche, nous proposons de **déterminer la contribution de l'ingénierie des systèmes dans la gestion organisationnelle et dans la planification de projets complexes**. Le tableau 1 résume les objectifs et les questions de recherche, alignés sur l'analyse documentaire.

Tableau 1 Objectifs de la revue de la littérature

Objectifs de l'étude	Questions de recherches
<p>Objectifs/ Partie 1 Identifier / Définir</p> <p><u>Objectif 1</u> : Identifier les principaux fondements de l'ingénierie des systèmes.</p>	<p><i>QR1.1</i> : En quoi consiste la théorie des systèmes et quels sont les principes fondamentaux de l'ingénierie des systèmes ?</p> <p><i>QR1.2</i> : Quelle est la perspective de l'ingénierie des systèmes selon l'INCOSE ?</p> <p><i>QR1.3</i> : Quels sont les processus et les exigences en matière de conception de systèmes ?</p> <p><i>QR1.4</i> : Quels sont les</p>

	méthodologies et les outils de la conception de systèmes ?
<u>Objectif 2</u> : Définir les éléments de la planification avec l'ingénierie des systèmes.	<i>QR1.5</i> : Quelles sont les étapes critiques de la planification fondée sur l'ingénierie des systèmes ?
<u>Objectif 3</u> : Définir la complexité dans le contexte des projets complexes.	<i>QR1.6</i> : En quoi consistent les projets complexes ? <i>QR1.7</i> : Quelles sont les phases d'un projet complexe ? <i>QR1.8</i> : Comment se déroule le cycle de vie des projets complexes ? <i>QR1.9</i> : Qu'est-ce que la théorie de la complexité ? <i>QR1.10</i> : En quoi consiste la planification et l'organisation de projets complexes ?
<u>Objectif 4</u> : Identifier les bonnes pratiques dans le cadre de projets complexes.	<i>QR.1.11</i> : En quoi consistent les bonnes pratiques ? <i>QR.1.12</i> : Quelles sont les bonnes pratiques utilisées dans les projets complexes ?
<u>Objectif 5</u> : Identifier le succès dans le cadre de projets complexes	<i>QR.1.13</i> : Qu'est-ce que le succès dans un contexte de projet complexe ? <i>QR.1.14</i> : Quels sont les indicateurs de réussite des projets complexes ?
Objectifs/ Partie 2 Analyser / comprendre <u>Objectif 6</u> : Établir si la planification est un facteur clé de la réussite d'un projet complexe	<i>QR2.1</i> : Quelle est l'importance de la planification dans le succès des projets complexes ? <i>QR2.2</i> : Quels sont les principaux outils de planification d'un projet complexe ?
<u>Objectif 7</u> : Établir l'influence de l'ingénierie des systèmes dans la relation de planification et la réussite d'un projet complexe.	<i>QR2.3</i> : Comment la relation planification - réussite des projets complexes est-elle modérée par l'ingénierie des systèmes ? <i>QR2.4</i> : Quels sont les outils et techniques d'ingénierie des systèmes les plus fréquemment utilisés pour les projets complexes ?
<u>Objectif 8</u> : Établir l'influence des bonnes pratiques dans la	<i>QR2.5</i> : Quelles sont les meilleures pratiques les plus fréquemment

relation planification et le succès d'un projet complexe.	utilisées pour la gestion des projets complexes ? QR2.6 : Comment la mise en œuvre des meilleures pratiques impacte sur la réussite des projets complexes ?
---	--

1.6 Périmètre de recherche

Afin de contribuer au développement de la gestion de projet, cette recherche propose de présenter l'ingénierie des systèmes comme un outil de gestion permettant d'accroître le succès des projets complexes. Elle évaluera également si la mise en œuvre de la planification et des meilleures pratiques a un impact positif lorsqu'il s'agit d'un projet complexe.

L'objectif est d'analyser les données et résultats à travers l'affirmation ou le rejet des hypothèses soulevées. Les sources d'information seront les enquêtes, qui révéleront ce qui est nécessaire pour répondre et réaliser les objectifs proposés.

Cependant, la portée générale est axée sur une contribution utile à la science de la gestion des projets complexes et sur le fait que cette recherche informera les futurs projets et recherches dans ce domaine.

2. REVUE DE LA LITTÉRATURE

À travers une revue de littérature avec des sources scientifiques dans les domaines de la conception complexe et de l'ingénierie des systèmes, nous cherchons à déterminer la relation entre elles et leur importance ou pertinence. Par conséquent, ce contexte théorique permettra d'acquérir des concepts pertinents pour aborder un projet complexe dans lequel l'ingénierie des systèmes sera fortement liée. Dans la section 2.6, vous trouverez le cadre conceptuel final de la recherche.

2.1 Objectif 1 : Identifier les principaux fondements de l'ingénierie des systèmes.

2.1.1 RQ1.1 : En quoi consiste la théorie des systèmes et quels sont les principes fondamentaux de l'ingénierie des systèmes ?

Chaque jour, de nouvelles inventions et idées changent le mode de vie de nombreuses personnes dans la société grâce à l'ingénierie des systèmes. Pour un ingénieur système, son rôle dans une entreprise est d'avoir la charge de rechercher, de planifier, de développer et de gérer toutes sortes de systèmes dans l'entreprise. De même, il analyse, conçoit et développe de nouveaux systèmes d'information pour l'entreprise. Et d'autre part, planifier, analyser, concevoir, développer et évaluer des projets informatiques, des systèmes d'investissement et de production. Maintenant, à l'instar d'autres professions, l'ingénierie des systèmes peut se spécialiser dans divers domaines. Par exemple, dans : développement de logiciels, gestion de l'information, réseaux de communication, robotique, intelligence artificielle, et même dans le domaine de l'économie.

Selon Jon Holt, auteur du livre *Systems Engineering Demystified: A practitioner's handbook for developing complex systems using a model-based approach*, il existe trois causes principales de défaillance des systèmes : Complexité : chaque projet a son propre degré de complexité, qui dépend de nombreux facteurs, mais ne peut être contrôlé ou géré. La communication : lorsque la communication échoue ou est ambiguë. La compréhension : la compréhension peut être prise en compte jusqu'à la formulation claire d'hypothèses et le raisonnement de chacun des différents points de vue. (Holt, 2021)

Afin d'aborder ce chapitre de manière adéquate et complète, nous allons commencer par les concepts de base. Tout d'abord, le *Merriam-Webster's Collegiate Dictionary*, définit un système comme "un groupe d'éléments interagissant régulièrement et interdépendants qui forment un tout unifié". D'autre part, Gregory Watson, dans son livre *Business Systems Engineering*, déclare : "Un système est un regroupement de parties qui fonctionnent ensemble pour atteindre un objectif commun". (Watson, 1994)

Et après avoir clarifié le concept de systèmes, il est nécessaire d'aborder un sujet très important dans ce contexte, à savoir la méthodologie de la théorie générale des systèmes

Von Bertalanffy, biologiste et philosophe autrichien, connu principalement pour sa théorie des systèmes, définit la G.S.T. (*General System Theory*, G.S.T.) comme "un domaine logique et mathématique dont la mission est la formulation et la dérivation de principes applicables aux systèmes en général". Pour West Churchman, la G.S.T. "est une façon de penser les systèmes et leurs

composants. Lorsqu'on étudie un phénomène, il faut d'abord identifier l'objectif poursuivi et seulement ensuite sa structure". De plus, pour appliquer les concepts fondamentaux de la *General System Theory* et pour le faire efficacement, il existe un cadre d'analyse des cibles, dont le premier est un modèle théorique, qui ne représente que des phénomènes de niveau général, qui peuvent exister dans de nombreuses disciplines différentes. Le premier cadre de référence présente un objectif de haut niveau de confiance par la découverte de similitudes dans les constructions théoriques des diverses disciplines de la connaissance et aussi le développement de méthodes théoriques pour les domaines d'étude. Et le deuxième cadre de référence consiste à hiérarchiser les disciplines de la connaissance en fonction de la complexité organisationnelle de leurs composantes. Et si nous faisons référence à la tendance générale de l'application pratique de la théorie des systèmes, nous trouvons des disciplines telles que la théorie de l'information, la théorie de la décision, l'ingénierie des systèmes, la théorie des jeux et la cybernétique.

Dans le contexte des caractéristiques générales de la définition d'un système, nous voyons qu'un système est contenu dans une certaine forme de hiérarchie, ou en d'autres termes, présent dans l'évaluation des facteurs externes liés au système. Comme on peut le voir sur la figure 8, les entrées d'un système sont fixées en fonction des besoins du système, ses contraintes varieront en fonction de la particularité de chaque système, tout comme les ressources pour finalement produire un système qui répond aux besoins du consommateur. Ci-dessous, vous pouvez voir les principales parties d'un système.

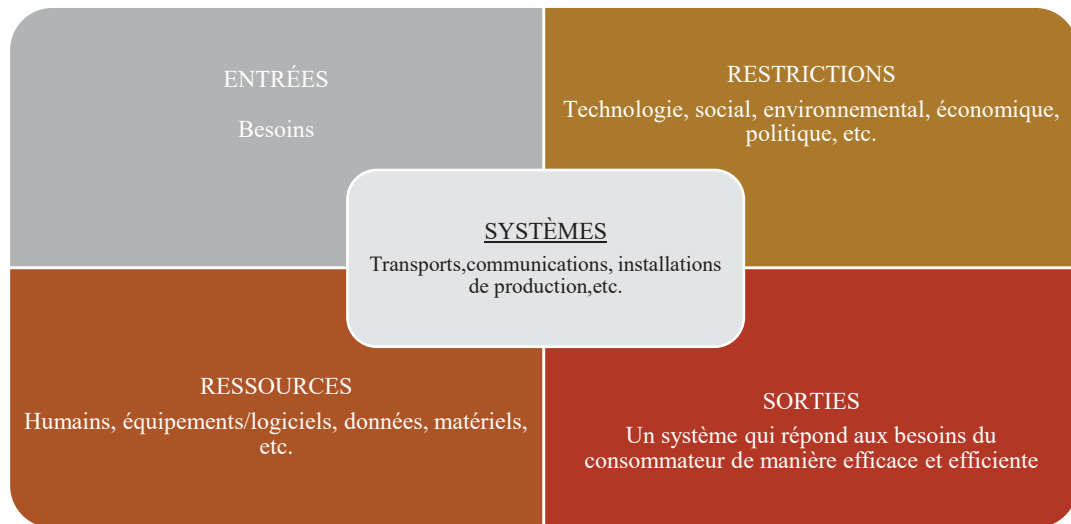


Figure 8 Le système. Adapté de (DeMarco, 2003)

Cependant, les principaux éléments d'un système exercent une valeur sur le système, chacun d'eux remplissant correctement sa fonction produira le bon fonctionnement du système. Les principaux éléments d'un système sont présentés ci-dessous.

Personnel opérationnel	Personnel de maintenance	Formation à la maintenance	Biens immobiliers et installations opérationnelles	Informatiques et logiciels
Ressources consommables	Informations/Données	Équipe d'opération	Données de maintenance	Matériel de transport et de manutention
Pièces de rechange/réparations et inventaire	Formation des opérateurs	Équipement de test, support et logiciel de maintenance	Installations de maintenance	Autres éléments

Figure 9 Principaux éléments d'un système. Adapté de (Blanchard & Blyler, 2016)

D'autre part, sur la base de la connexion de rétroaction, les systèmes de contrôle sont classés en deux types : les systèmes à boucle fermée et les boucles ouvertes. Les boucles fermées sont celles qui sont relativement autonomes et n'interagissent pas de manière significative avec leur environnement et ceux qui sont ouverts sont ceux qui interagissent avec leur environnement, comme l'illustre la figure 10.

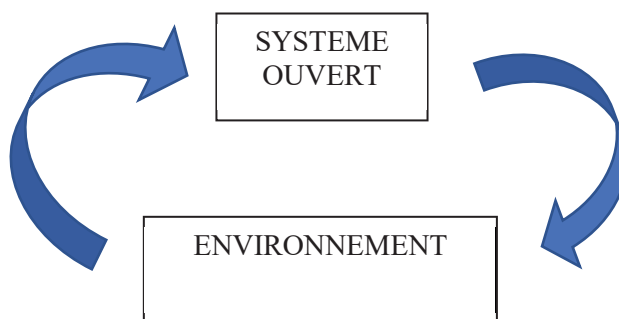


Figure 10 Systeme boucle fermée et ouvert

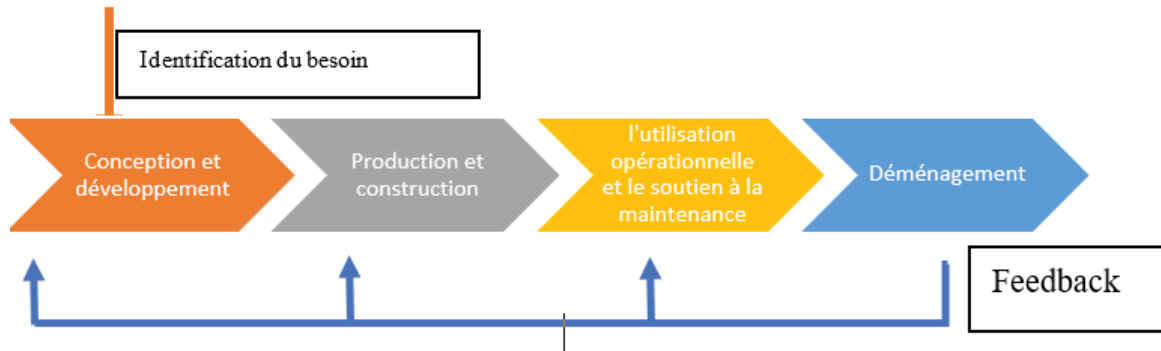


Figure 11 Le cycle de vie du système. Adapté de (Blanchard & Blyler, 2016)

Le cycle de vie d'un projet est l'ensemble des phases dans lesquelles les projets sont divisés pour faciliter leur gestion. Cette division est effectuée par les chefs de projet, comme le montre la figure 11.

D'autre part, le modèle en cascade est couramment utilisé pour décrire le cycle de vie d'un système, qui analyse et identifie les phases de conception et de test, d'analyse des besoins, de mise en œuvre, etc. (Frantz, 1995).

Aujourd'hui, dans le monde interconnecté dans lequel nous vivons, très peu de systèmes fonctionnent indépendamment. Et c'est là qu'intervient le concept de systèmes de systèmes (SoS), qui rassemble de nombreux systèmes pour exécuter une tâche ou atteindre un objectif global qu'aucun système composant ne peut réaliser ou atteindre à lui seul. En effet, chaque système individuel conserve sa propre fonction et sa propre gestion, son propre objectif et gère ses propres ressources tout en se coordonnant au sein du SoS et en s'adaptant aux objectifs du SoS. Selon l'INCOSE, un SoS peut être défini comme : "Un ensemble de systèmes composants qui produisent des résultats qui ne peuvent pas être atteints par des systèmes individuels". (INCOSE UK, 2010). L'objectif d'un système de systèmes est de tirer le maximum de valeur d'un grand système lorsque vous comprenez comment chacun des composants fonctionne et interagit. Par exemple, un réseau de soins de santé peut être considéré comme un SoS, car il intègre dans son système de soins aux clients de nombreux systèmes, tels que la pharmacie et la vaccination, entre autres.

De nombreux ingénieurs systèmes travaillent souvent dans un contexte de SoS à un moment donné de leur carrière (certains peut-être sans s'en rendre compte). Lorsqu'un ingénieur système travaille sur un système constitutif ou travaille directement sur la fonctionnalité du SoS, il doit prendre en compte les exigences d'évolution à long terme de chacun de ses composants. S'ils n'ont pas conscience du contexte plus large du SoS, les ingénieurs des systèmes constitutifs distincts courent le risque que leur système rencontre des difficultés à répondre aux exigences opérationnelles à long terme, même s'il répond actuellement à ses exigences immédiates.

2.1.2. RQ1.2 : Quelle est la perspective de l'ingénierie des systèmes selon l'INCOSE ?

Le système, selon l'INCOSE (International Council On Systems Engineering), s'agit d'une construction, c'est-à-dire d'un ensemble d'éléments différents dont les objectifs ou les résultats sont destinés à être plus importants et meilleurs que si un seul système était utilisé. Les éléments ci-dessus

peuvent être tout ce qui a le potentiel de produire des résultats au niveau du système, c'est-à-dire des programmes, des équipements, des personnes, des installations, des documents, des informations et des politiques.

Cependant, Selon l'INCOSE (International Council On Systems Engineering), sur la base du concept d'ingénierie des systèmes en tant qu'approche interdisciplinaire de la réalisation et de la relation réussies des systèmes, qui cherche également à répondre à tous les besoins du client, la documentation des exigences, la synthèse de la conception et la validation du système.

Le processus de l'ingénierie des systèmes repose sur une méthodologie itérative qui favorise la découverte, l'apprentissage et l'amélioration continue. La compréhension des propriétés émergentes d'un système peut donc être réalisée à partir de la compréhension des interrelations entre les éléments du système et de leur relation avec l'ensemble (système). En raison de la causalité circulaire, où une variable du système peut être à la fois la cause et l'effet d'une autre, même le plus simple des systèmes peut avoir des propriétés émergentes imprévues et imprévisibles. (Barker, 2003).

Afin de proposer des produits différenciés sur le marché de manière efficace et rentable, une organisation doit savoir quelles sont les failles dans ses capacités globales. Un individu doit savoir quelles compétences lui permettraient d'être plus efficace, développer ces capacités et disposer d'une norme pour prouver et communiquer ses niveaux de compétences. La plupart des évolutions, mais surtout celles de l'ingénierie des systèmes, se font par l'expérience et la formation sur le tas. En principe, 70 % du développement se fait par l'expérience, 20 % par le mentorat et seulement 10 % par la formation à la compréhension des concepts de base, alors que le mentor aide les ingénieurs de système en développement à absorber les bonnes leçons de l'expérience pratique. L'INCOSE a élaboré un cadre de compétences en l'ingénierie des systèmes basé sur le travail du chapitre britannique de l'INCOSE, qui est appelé le cadre de compétences en ingénierie des systèmes de l'INCOSE. L'utilisation de ce cadre peut donner aux employés la possibilité d'analyser leurs capacités et d'évaluer la nécessité d'une formation, d'un accompagnement ou de nouvelles missions de travail pour combler les insuffisances constatées lors de l'évaluation (INCOSE UK, 2010). Le cadre définit trois classes de compétences et aligne les compétences pertinentes sur chaque classe. Les cours portent sur la pensée systémique, la pensée holistique du cycle de vie et la gestion de l'ingénierie des systèmes. Le cadre a défini quatre niveaux de compétences : sensibilisation, professionnel supervisé, professionnel et expert. (Sillitto, 2012)

Les propriétés qui se retrouvent généralement dans les types de systèmes que rencontrent les ingénieurs systèmes sont les suivantes : 1. Un système existe dans un "contexte" ou un environnement plus large.

Le contexte comprend un "environnement opérationnel", un "environnement de menace" et un "environnement de ressources" (Hitchens, 2003).

Un système possède les éléments suivants :

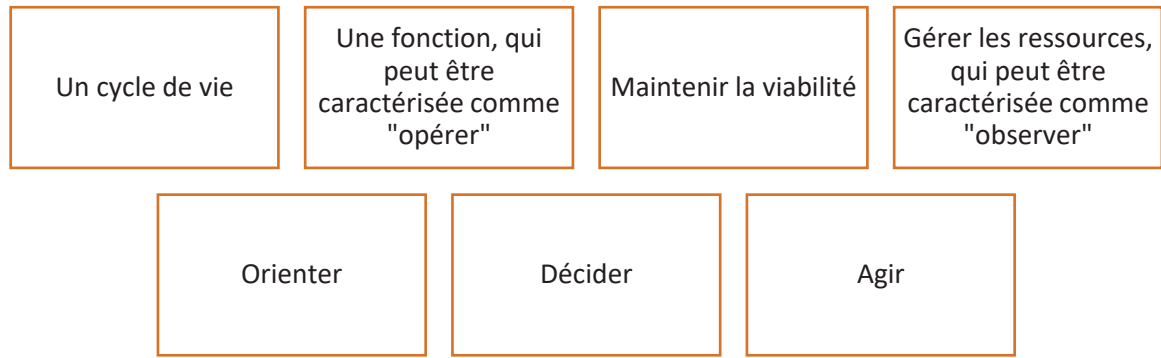


Figure 12 Éléments d'un système. Adapté de (Hitchens, 2003)

Parmi les autres propriétés "parfois vraies" que les ingénieurs système peuvent rencontrer, citons les suivantes 1. Un système peut exister indépendamment de l'intentionnalité humaine. 2. Peut faire partie d'un « OU » de plusieurs "systèmes conteneurs" plus grands. 3. Un système peut être autosuffisant, auto-organisé et évoluer de manière dynamique (ces systèmes comprennent les "systèmes adaptatifs complexes"). 4. Un système peut offrir des " capacités ", c'est-à-dire des caractéristiques qui fournissent un potentiel d'interaction en " offrant la possibilité de faire quelque chose " .

Un système peut être clairement délimité et distinct de son contexte, par exemple les personnes, la Terre, le système solaire, les avions, les voitures, les trains, les navires. (Norman, 1990)

Un système peut être technique (nécessitant un système de contrôle de la qualité), sa conception requiert une ou plusieurs disciplines, social, écologique, environnemental ou une combinaison de tout ou partie de ces éléments. (Hayek, 1967)

2.1.3 RQ1.3 : Quels sont les processus et les exigences en matière de conception de systèmes ?

En premier lieu, le processus d'ingénierie des systèmes commence généralement par la reconnaissance d'un "besoin" pour quelque chose (Holt, 2021). Cependant, l'une des étapes les plus importantes de ce processus est la définition du problème. Cela nécessite une description complète du besoin ou du problème actuel, en gardant à l'esprit les facteurs de performance quantitatifs importants, afin que les résultats puissent fournir un besoin clair et réel du client. Lorsque la définition du problème est claire et précise, nous procédons à une analyse complète des besoins, afin d'établir les exigences spécifiques du système pour traduire le désir précédemment défini. En outre, les technologies de l'information basées sur l'internet et le cloud étant de plus en plus intégrées dans tous les types de produits, ceux-ci doivent être développés dans une perspective de systèmes humains cyber-physiques (CPH), comme le souligne l'initiative Industrie 4.0, qui exige l'intégration d'une approche d'ingénierie des systèmes (SE) soutenue par l'ingénierie des systèmes basée sur les modèles (MBSE) avec les méthodologies et les outils PLM (Menshenin, Moreno, Brovar, & Fortin, 2021).

La collecte d'informations sur les besoins, les préférences et les goûts des consommateurs est le principal objectif de l'étude de marché. Pour réaliser cette étape de la manière la plus appropriée, nous pouvons prendre en compte des aspects pertinents tels que la distribution opérationnelle ou le déploiement, qui sont les sites des utilisateurs où le système va fonctionner, le type de période, la

distribution géographique, le nombre de composants principaux du système. Définir des scénarios ou des profils cibles du système ; élaborer un ensemble de profils opérationnels qui reflètent les facteurs "dynamiques" essentiels à la réalisation de l'objectif du système donné. Énoncer clairement les exigences d'utilisation telles que : utilisation du système, pourcentage de la capacité totale utilisée, cycles marche/arrêt par mois, heures de fonctionnement du système par jour, cycles d'utilisation, etc. De même, les exigences d'efficacité, qui sont les exigences du système spécifiées quantitativement, c'est-à-dire la fiabilité du système (comme les taux de défaillance), le temps moyen entre les entretiens, le taux de disponibilité, le temps d'arrêt pour entretien, l'utilisation des installations, le coût du cycle de vie, le taux de sécurité, etc. Cependant, l'impact environnemental est un autre facteur important dans la prise de décision, comme la température, les vibrations, le bruit, l'humidité, le terrain, entre autres.

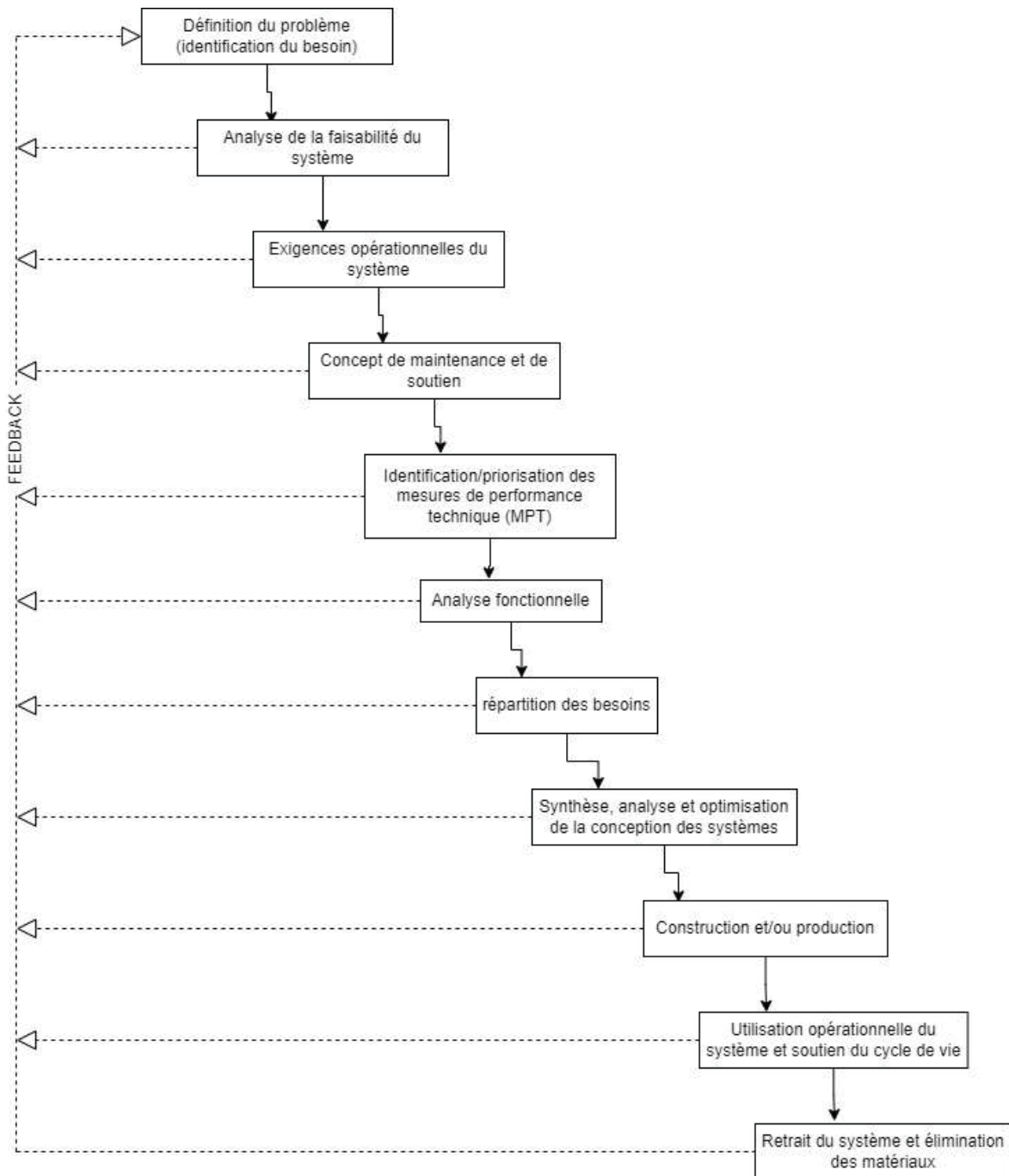


Figure 13 Le processus d'ingénierie système dans le cycle de vie. Adapté de (Blanchard & Blyler, 2016)

En termes de logistique et de soutien à la maintenance du système, il est pertinent de mentionner que très peu d'attention est accordée à ce processus, puisqu'il est présent à la fin ou après le cycle de vie selon les études.

La première maintenance est la maintenance organisationnelle, qui est effectuée sur le lieu des opérations (par exemple, dans l'aéronef, le véhicule, la chaîne de production ou les installations de

communication). En général, les opérations de ce niveau de service se résument à des contrôles périodiques du bon fonctionnement de l'équipement, au diagnostic des éléments du système, à des contrôles visuels, à des aménagements extérieurs, à la validation des logiciels, ainsi qu'à la dépose et au changement de certains composants. Le deuxième niveau de service est qualifié de service intermédiaire et est effectué par des organisations et des installations mobiles, semi mobiles. Les composants finaux de ce niveau sont également susceptibles d'être réparés ou retirés. Autre aspect important : le personnel de maintenance, lequel doit être parfaitement entraîné et équipé pour effectuer cette opération de maintenance plus détaillée que la maintenance organisationnelle. Le troisième niveau est dénommé maintenance dépositaire ou fournisseur, celui-ci constitue le type de maintenance le plus haut et autorise l'exécution de tâches qui excèdent les capacités disponibles au niveau intermédiaire, c'est-à-dire que l'on peut fournir à ce niveau, de grands équipements complexes, de grosses quantités de pièces de rechange, des dispositifs de contrôle environnemental, etc. Quant aux politiques de réparation, elles comprennent qu'un article doit être prévu pour être irréparable, réparable partiellement ou entièrement réparable.

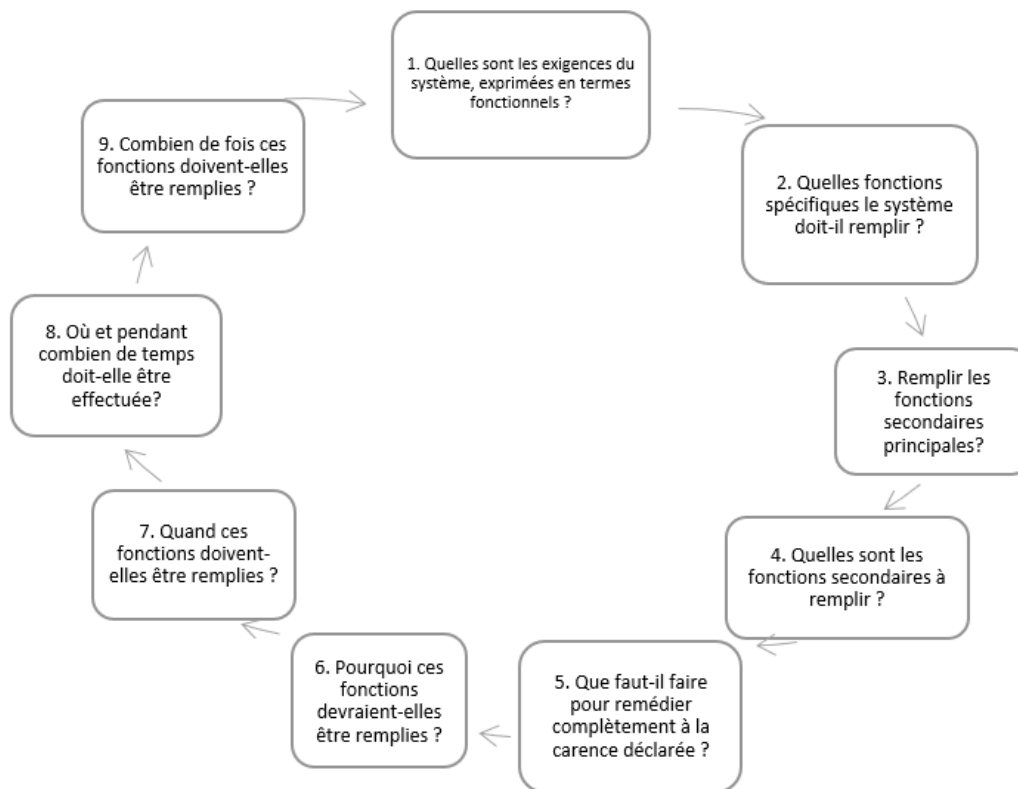


Figure 14 Exigences du système (analyse des besoins). Adapté de (Blanchard & Blyler, 2016)

À présent, lors de la phase d'identification et de priorisation des mesures de performance technique (MPT), ce qui est important dans cette phase, c'est de savoir de quelle manière répondre à ces besoins et de déterminer de quelle manière les résultats seront évalués pour la validation du système, en tenant compte de l'ordre d'importance. Pour faciliter le processus de hiérarchisation, on utilise un arbre des objectifs.

Maintenant, la méthode QFD (Quality Function Deployment) constitue un excellent outil qui peut

être utilisé pour instaurer la communication nécessaire entre les concepteurs et le consommateur, c'est-à-dire, le client (Baccarini, 1996). Les joints de ces matrices sont appelés "maison de la qualité". Un exemple est illustré à la figure 15 ci-dessous.

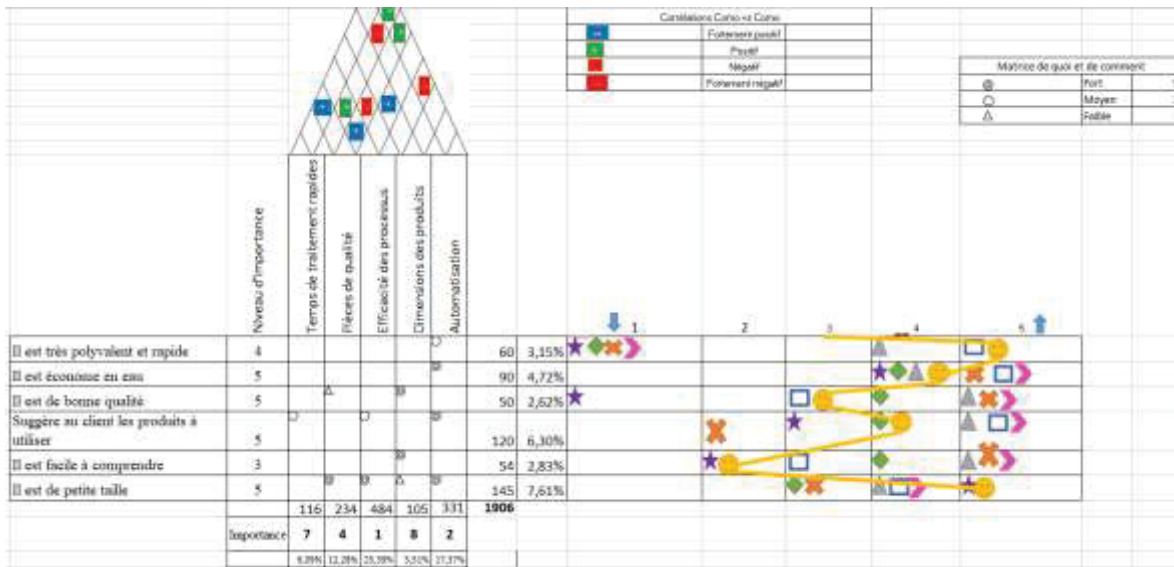


Figure 15 Exemple QFD

Maintenant, l'analyse fonctionnelle, qui vise à conclure le processus de conception, de mise au point d'une façon complète et logique. Selon cette théorie, l'analyse fonctionnelle ne consiste pas à étudier le "système" lui-même, dans le sens d'une masse, ou d'un état, à maintenir ou d'un événement à produire, mais à analyser et à mettre en évidence la relation entre le système et l'environnement, à savoir la différence entre les deux. La base de l'analyse fonctionnelle est constituée des exigences de la demande et de la représentation des activités de haut niveau. Le produit de l'analyse fonctionnelle est : a) une collection de schémas fonctionnels, qui décrivent ces activités et, b) le flux des informations par l'utilisation des spécificités qui sont les schémas fonctionnels.

Lorsque les exigences de haut degré ont été définies, il faut identifier et développer des besoins de design spécifiques pour les éléments d'équipement critiques, les modules logiciels majeurs, les équipements applicables, le personnel, les supports importants, etc.

S'assurer que le produit reflète les objectifs et les aspirations du client est l'objectif principal du processus de construction dans l'ingénierie des systèmes. Ceci devrait inclure deux activités clés : 1. Management et soutien durables. Il faudra assurer une maintenance planifiée et non planifiée tout au long de la période d'utilisation du système afin de garantir que, si une panne survient, elle puisse être résolue aussi rapidement et efficacement que possible. 2. Recherche toujours l'amélioration. Étant donné la volonté croissante de faire évoluer les régimes et d'intégrer de nouvelles techniques pour les "améliorer", il est important que le système reste opérationnel.

Il convient pour cela de considérer les frais d'acquisition, d'utilisation du système au cours de son existence, les obligations de mise hors service du système et la destruction des composants. Ces composants sont évalués pour déterminer si c'est le cas : 1) ils sont indispensables et totalement réutilisés dans une autre partie du système, 2) ils sont démontables et partiellement réutilisables, 3)

ils sont réutilisables après quelques adaptations, ou 4) ils ne sont pas du tout récupérables. Bien sûr, les matières restantes devront être traitées par une forme quelconque d'élimination. Et avec ça, nous avons achevé les étapes de l'ingénierie des systèmes.

2.1.3.1 EXIGENCES DE CONCEPTION DU SYSTÈME

La mission est la conception d'un ensemble de systèmes, établie comme activité systématique nécessaire, à partir de la détermination du besoin de l'utilisateur, à la vente et à la fourniture d'un objet capable de répondre à ce besoin. Il existe des étapes qui traversent la phase de la conception et qui prennent en considération les critères et les exigences de conception.

Néanmoins, comme nous l'avons déjà mentionné, les différents projets d'ingénierie des systèmes peuvent avoir une large gamme d'exigences de design à évaluer dans la phase de design, et les exigences doivent donc être catégorisées en fonction de leur degré de priorité. Les catégories dépendent donc des exigences, de sa complexité et de la dimension du projet. Une de ses disciplines est le génie logiciel, qui s'occupe du procédé de création de logiciels, le génie agile, qui se compose de six étapes selon le livre *Software Project Survival Guide*, écrit par S. McConnell, et dont les étapes débutent par la programmation du projet, suivie de son analyse des besoins, puis de sa conception, de son encodage, de son test et de son analyse, et de sa gestion. Toutefois, les techniques de fiabilisation constituent une autre branche nécessaire. L'ingénierie de la maintenabilité, qui traite du conditionnement des éléments, du diagnostic, de leur accessibilité, de la normalisation des pièces, de leur montage de leur interchangeabilité, et de leur marquage, etc. Cependant, la facilité de maintenance est la capacité d'un élément à être maintenu. Et l'ingénierie des ressources humaines, par exemple, les logiciels, le matériel, les installations, les éléments de maintenance et les données. (Handley & Tolk, 2021).

2.1.4 RQ1.4 : Quels sont les méthodologies et les outils de la conception de systèmes ?

Afin de passer en revue certaines de ces exigences, nous présentons la figure suivante, qui traduit une large combinaison de méthodes et d'outils utilisés avec succès au cours de l'histoire.

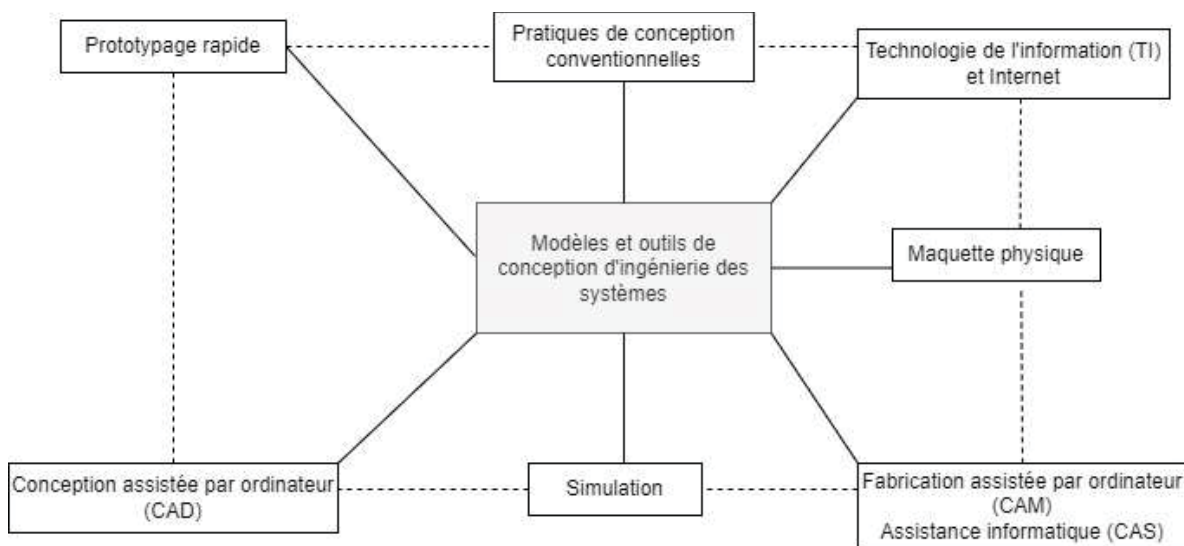


Figure 16 Modèles et outils de conception technique du système. Adapté de (Blanchard & Blyler,

2016)

Ces outils sont conçus pour éviter les erreurs humaines, mettre en œuvre des initiatives de normalisation pour une meilleure qualité et une réduction des coûts. (Batista & Monsuez, 2021)

La théorie et l'analyse des fréquences. Une bonne connaissance des bases de la statistique et de la théorie des chances est nécessaire pour appréhender les notions et les concepts de fiabilité et de maintenabilité et pour appliquer quelques méthodes de gestion de programme (par exemple, l'analyse des risques).

Une étude plus approfondie et plus complète des besoins du système peut maintenant être effectuée à un moment précoce de la phase de conception, lorsque les effets sur le cycle de vie sont les plus significatifs. En plus, un processus de grâce peut évoluer à partir de : la faculté de transmettre des données rapidement et efficacement, de transmettre des informations à plusieurs personnes et/ou organisations simultanément, et de pouvoir intégrer rapidement des modifications de conception.

2.2. Objectif 2 : Définir les éléments de la planification avec l'ingénierie des systèmes.

2.2.1. *RQ1.5* : Quelles sont les étapes critiques de la planification fondée sur l'ingénierie des systèmes ?

La clé de la mise en œuvre réussie de tout programme est la planification précoce (Blanchard & Blyler, 2016). Parmi les différentes activités de l'ingénierie des systèmes se trouvent l'organisation, le management et la technologie. Pour atteindre les objectifs visés, ces actions doivent être réalisées correctement. La phase de planification, en revanche, commence par la définition des exigences du programme et se prolonge par le plan de management du programme, aussi appelé PMP.

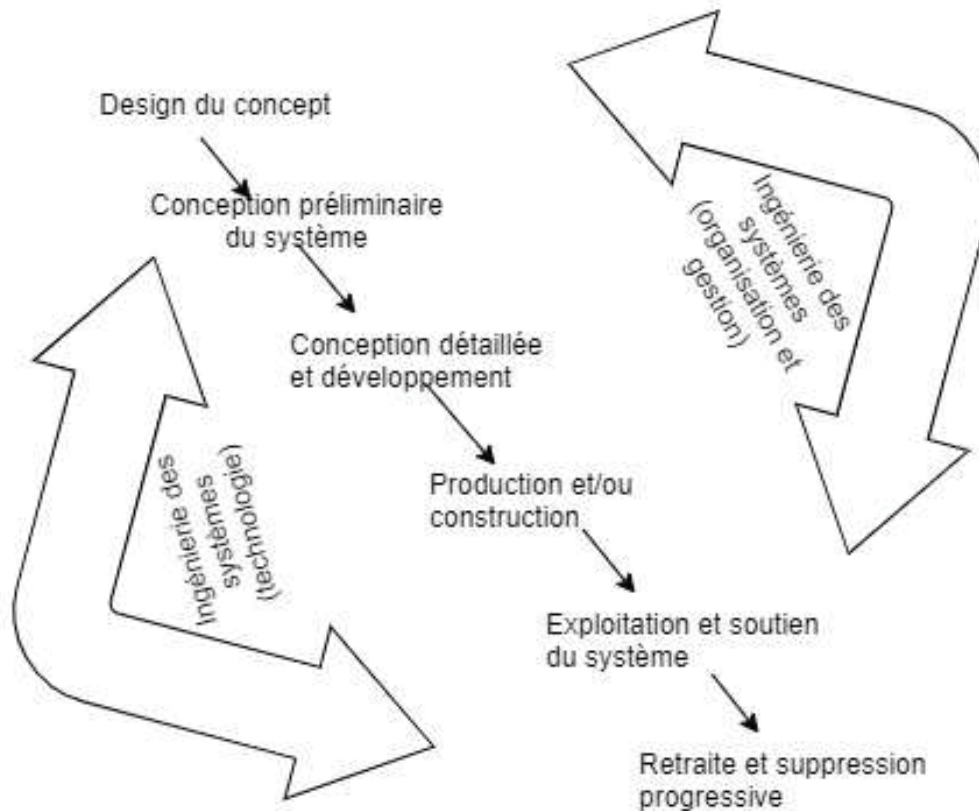


Figure 17 Gestion et technologie appliquées au processus d'ingénierie des systèmes. Adapté de (Blanchard & Blyler, 2016)

Définir les exigences du projet c'est la première étape du travail de planification. Tout d'abord, les prestataires potentiels sont identifiés, ensuite, le procédé global de l'intégration du système est lancé, les interactions (internes et externes) sont analysées et finalement, les risques sont identifiés. La planification de projet nécessite également des étapes méthodiques et systématiques dans la poursuite d'un objectif, en clarifiant pourquoi et quand ce qui est fait. La planification de projet est une activité qui peut être réalisée de différentes manières et avec différents outils, mais toujours avec le même objectif : réaliser le meilleur projet possible. Cependant, la planification correcte d'un projet d'ingénierie des systèmes doit se faire étape par étape, comme le montre la figure 17, il est possible d'observer la gestion et la technologie appliquées au processus d'ingénierie des systèmes. Il faut commencer par le plus important, définir l'objectif, et suivre un ordre établi. En outre, il est conseillé de le faire avec du temps, afin de placer chaque programme, ressource et besoin au bon endroit.

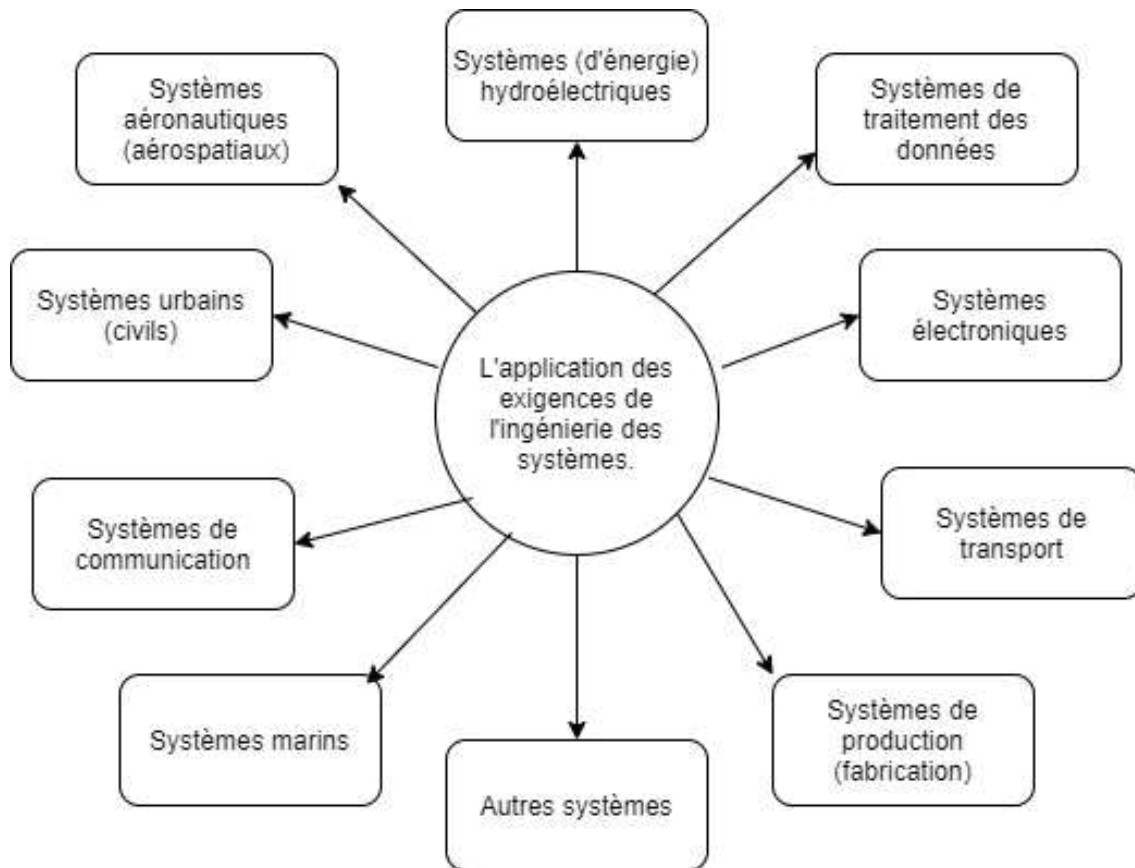


Figure 18 L'application des exigences de l'ingénierie des systèmes. Adapté de (Kossiakof & Sweet, 2003)

Chaque projet d'ingénierie commence par l'établissement des exigences (opérationnelles, techniques, fonctionnelles, de sécurité, entre autres) du projet, ces exigences permettront le développement du processus de conception de l'ingénierie à différents niveaux, c'est-à-dire conceptuel, de base et détaillé ; après la phase de conception, suivent les phases de construction et de mise en œuvre. De plus, une fois le projet mis en œuvre, il faut vérifier la conformité totale avec les exigences qui ont initialement lancé le projet, ce qui est fait dans la phase de validation. La dernière phase comprend la documentation du projet.

Voici une brève description de chacune des phases importantes en lesquelles un projet d'ingénierie peut être divisé.

Phase I : Exigences du projet. Appelé la phase initiale de tout projet d'ingénierie, dans cette phase une approche complète est maintenue avec les utilisateurs et les clients afin de déterminer les exigences opérationnelles, techniques et fonctionnelles ainsi que les restrictions possibles du projet. Cette phase vise à énoncer les objectifs fixés par le client et à rassembler les informations nécessaires pour développer une approche d'ingénierie répondant aux souhaits du client et des utilisateurs. Il est important de noter que les principales activités à réaliser au cours de cette phase sont : l'élicitation des besoins, l'analyse des besoins, la spécification des besoins, la validation des besoins et la certification des besoins.

Phase II : Design conceptuel. Sur la base des exigences établies lors de la phase précédente, le processus de conception technique commence, qui se divise en conception conceptuelle, conception de base et conception détaillée. L'objectif de la phase de conception est de générer des concepts ou des schémas de conception alternatifs qui peuvent apporter des solutions aux exigences établies par les clients et les utilisateurs. Cette phase nécessite une base théorique spécialisée.

Phase III : Appelée conception de base ; au cours de cette phase, le projet conceptuel généré au cours de la phase précédente sera modélisé, analysé, testé et évalué. Cette phase, également appelée phase de conception préliminaire, a pour objectif d'identifier les principaux attributs des concepts et des schémas de conception. Sur la base du dessin conceptuel présenté comme une solution théorique possible, des études de faisabilité technique et économique sont réalisées afin de déterminer la technologie qui répond le mieux aux exigences opérationnelles, techniques et fonctionnelles établies par les clients et les utilisateurs.

Phase III : Appelé la conception détaillée. Cette phase commence une fois que la conception la plus appropriée sur le plan technologique a été sélectionnée, dans le but d'affiner et de définir en détail la conception finale. Elle est consacrée à la documentation des spécifications de fabrication et à leur justification. Il est recommandé que le client examine et approuve la conception finale avant de commencer cette phase. Cette phase nécessite une formation technique spécialisée.

Phase IV : Construction : Dans cette phase, toutes les activités liées à la construction, à la fabrication et à l'élaboration de la conception approuvée par le client sont réalisées. Ce processus spécial commence par l'acquisition de matériaux et se déroule selon le calendrier d'activités établi. En ce qui concerne les matériaux, la livraison en temps voulu des ressources requises doit être garantie et donner ainsi une continuité à tous les processus de fabrication et à l'élaboration du design final. L'importance de cette phase réside dans la matérialisation des spécifications de conception.

Phase V : C'est la mise en œuvre du projet. Dans cette phase, les activités liées à l'assemblage, la connexion, le couplage et l'intégration des produits de la phase précédente, c'est-à-dire la construction, sont réalisées.

Phase VI : C'est la validation du projet. Dans cette phase, toutes les activités nécessaires sont réalisées pour vérifier que la conception déjà mise en œuvre répond à toutes les exigences opérationnelles, techniques et fonctionnelles établies dans la première phase du projet. Dans cette phase, plusieurs tests sont effectués pour valider le bon fonctionnement de chacun des aspects opérationnels établis par les utilisateurs et supervisés par le client.

Phase VII : Enfin, cette phase est connue sous le nom de documentation du projet. C'est ici que sont réalisées toutes les activités liées à l'élaboration des documents d'ingénierie finaux du projet, qui seront utilisés pour pouvoir exploiter la conception mise en œuvre, ainsi que pour faciliter les travaux de maintenance corrective et préventive.

D'autre part, les projets d'ingénierie sont utilisés pour générer des solutions technologiques à des situations problématiques qui peuvent survenir dans différents systèmes industriels, comme le montre

la figure 18, l'ingénierie des systèmes couvre de nombreuses applications, par exemple, dans l'élaboration de l'ingénierie des bâtiments commerciaux ou industriels.

2.3 Objectif 3 : Définir la complexité dans le contexte des projets complexes.

2.3.1. *RQI.6* : En quoi consistent les projets complexes ?

Le terme "système complexe" désigne un ensemble de composants connectés les uns aux autres et qui interagissent, c'est-à-dire qu'ils sont liés entre eux et réagissent également à l'environnement (Hayek, 1967). La caractéristique principale des systèmes complexes est qu'il n'y a pas de commande centrale ni aucune unité de traitement unique (Ancona & Caldwell, 1990) Autrement dit, la mécanique du système réagit à des éléments qui ne viennent pas de l'entité centrale. En outre, un système est compliqué quand il nécessite une quantité élevée d'informations et une analyse pour être compris et géré, mais que tous ses traitements reposent sur une unité centrale, l'entité de gestion de l'information. Ainsi, par exemple, un véhicule est un système simple, comme un ordinateur, qui est lui aussi un élément complexe, mais lorsque nous faisons référence à l'organisme humain, il s'agit d'un système complexe. En effet, l'économie et le transport, sont autant de systèmes complexes. Il est essentiel de tenir compte des commanditaires et des responsables fonctionnels, des caractéristiques d'interaction des projets, notamment la participation des équipes de travail pluridisciplinaires. Ceci s'étend à tous les acteurs concernés, y compris les acteurs directs et indirectes, les institutions, les individus, les entités, etc. La figure 19 ci-dessous montre les composantes des projets complexes.

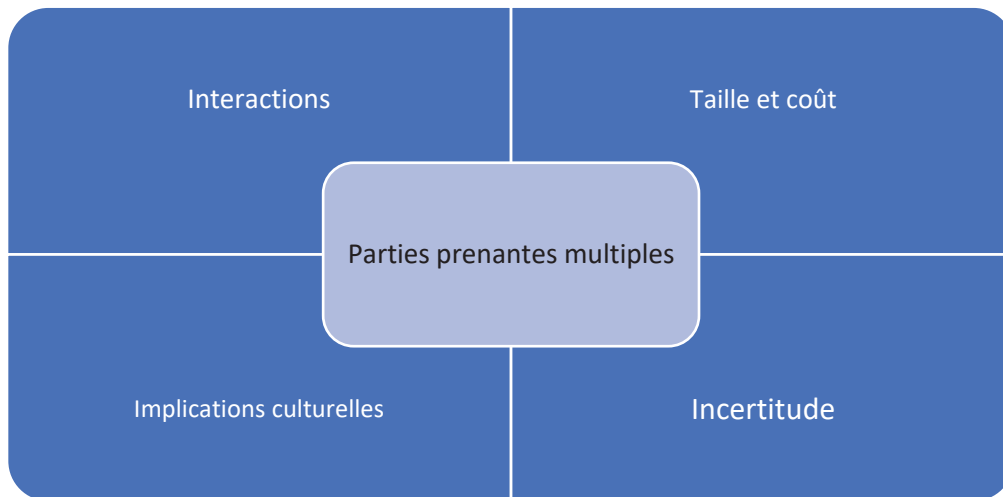


Figure 19 Les composantes de projets complexes. Adapté de (Harold Kerzner and Curl Beluck , 2010)

Pour déterminer le degré de complexité des systèmes, il faut, selon un chercheur du Massachusetts Institute of Technology, définir trois points fondamentaux : la difficulté de la description du système, la complexité de la création du système et le fonctionnement du système (Lloyd, S., 2001). La gestion

de projet vise à créer des séries de règles simples de conduite et d'interaction entre ses éléments, menant au respect du comportement requis pour produire les effets escomptés par le projet.

Conformément à un article publié en 2021, la diversité est organisée selon les dimensions ci-après. Les principales menaces concernent la " mentalité de silo " et les procédures qui définissent le fonctionnement de la structure de gestion (Bennett, International Construction Project Management: General Theory and Practice, 1991). La démarche doit s'infiltrer parmi les sous-systèmes de l'organisation, appelés aussi les ressources. La figure 20 illustre les différentes catégories de complexité et leurs causes associées.

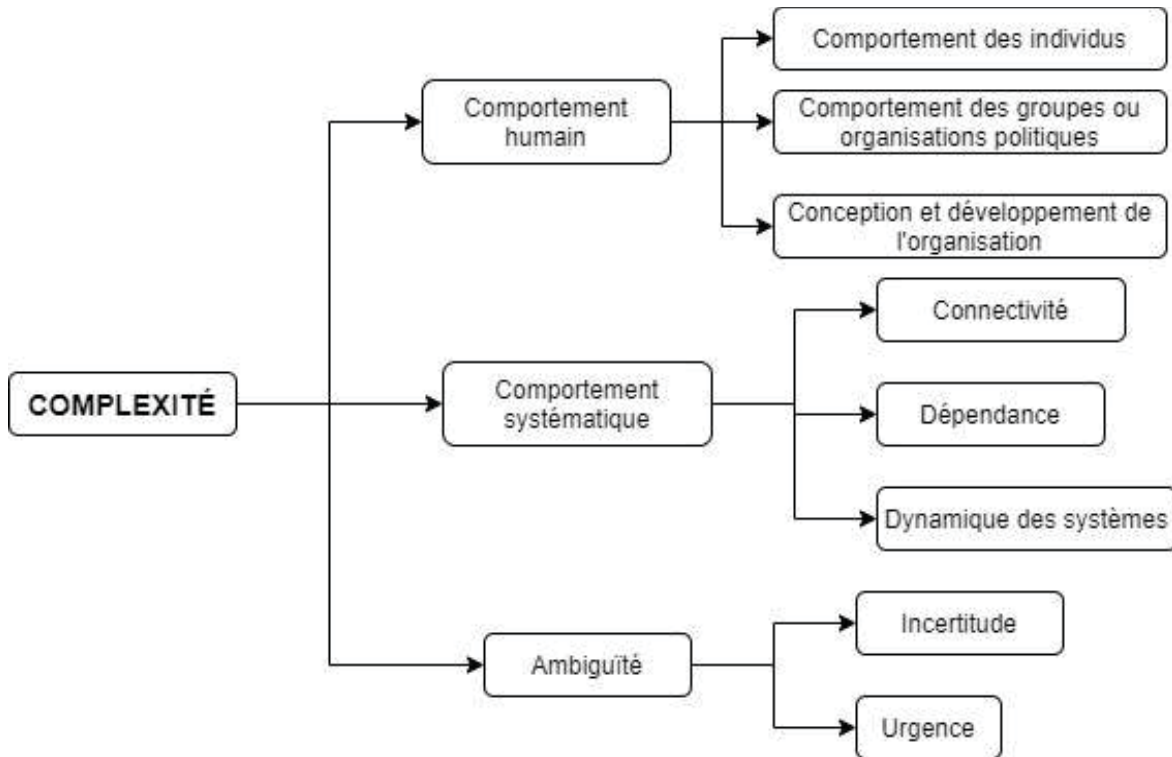


Figure 20 Catégories de complexité et causes associées. Adapté de (Project Management Institute., 2013)

Le mot complexité signifie l'entrelacement ou la connexion de divers éléments. C'est-à-dire qu'au sein de la théorie, elle fait référence à une relation ou à une connexion entre plusieurs éléments. L'objet d'étude, contrairement aux autres théories, n'est pas établi en tant que tel, mais il est admis qu'un élément ne doit pas être analysé dans sa simplicité.

2.3.1.1 Projets complexes

La gestion de projets complexes a spécialement été développée pour tenir compte des aspects d'incertitude et de chaos, grâce à des outils qui utilisent un large éventail de disciplines relatives à la complexité (Dombkins D. , 2008).

De nombreux auteurs ont perfectionné les concepts de "complexité" et de "gestion de projet", mais

ce n'est qu'en 1995 que les deux concepts se sont combinés, avec l'identification par Payne de la complexité comme la multitude d'interfaces entre les projets, entre les projets et l'organisation, entre la gestion des gestionnaires et le choix du degré d'intégration, et parmi de nombreux autres projets (Payne, 1995). Pour Baccarini, un an plus tard, à savoir en 1996, la direction de projets complexes est globalement associée à la gestion de la complexité. Il convient de noter que les praticiens définissent souvent leurs projets comme simples ou complexes lorsqu'ils discutent des questions de gestion. Selon d'autres chercheurs, la fonction la plus importante d'un directeur de production est de maîtriser la complexité (Hill, 1983). Dans d'autres ouvrages, le terme complexité est posé comme un lien entre la condition d'un système complexe et la capacité de le comprendre (Bar-Yam, 2003). Mais les différentes définitions de la complexité sont classées par Baccarini selon deux aspects fondamentaux : l'interrelation des parties (nombreuses et variées) et le caractère compliqué et diffus (Baccarini, 1996).

David Snowden, en 1999, a créé le cadre Cyneefin, dont il a présenté une application solide de la théorie de l'exhaustivité dans la gestion. Donner des réponses possibles à des situations ou des conditions incertaines. Et de nos jours, ce domaine d'application a trouvé sa place dans la gestion de la clientèle, le management et la gestion de la supply chain (Kurtz, 2003).

Dans le domaine scientifique, la complexité est un concept utilisé pour décrire une méthode nouvelle de penser au sujet du comportement général de plusieurs unités fondamentales interagissant entre elles, telles que les atomes, les molécules, les neurones, les bits d'ordinateur ou les groupes humains, entre autres. Toutefois, dans le domaine des mathématiques, le fondement de la théorie du chaos se trouve dans la détermination d'un élément appelé fractal, qui garde son identité à n'importe quelle échelle, et peut être reproduit à l'infini, ceci est possible car il constitue de nouvelles combinaisons où la composante initiale est toujours identique et l'ensemble résultant différent. Suivant certaines études, le caractère imprévisible de la situation future est sa caractéristique principale (dans la plupart des cas) (CEBRIÁN, J., L, 1998). En effet, dans les théories réductionnistes, la magnitude d'une cause correspond à son effet, tandis que dans les domaines de la complexité, les fonctions non linéaires entraînent une incohérence souvent étonnante entre la cause et l'effet.

Les types de complexité sont illustrés ci-dessous dans la figure 21.

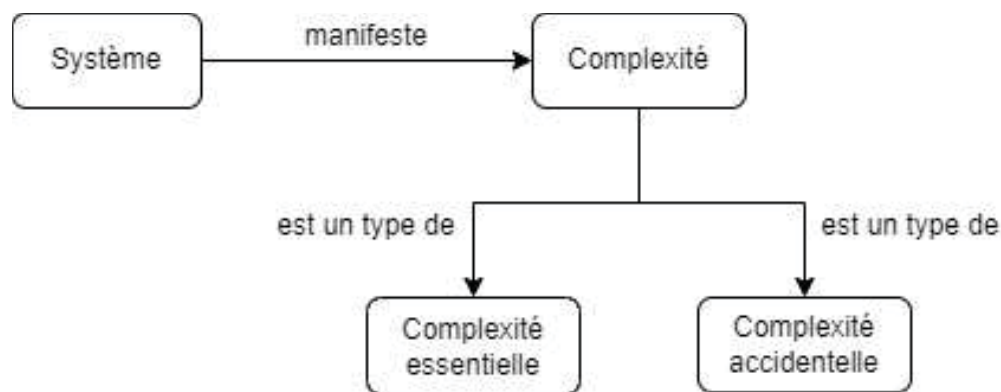


Figure 21 Types de complexités. Adapté de (Holt, 2021)

La complexité essentielle correspond à la complexité naturelle propre au système. Le mot "essentiel" désigne la complexité se manifestant par l'essence du système. Il est impossible de réduire la complexité fondamentale d'un système, mais on peut gérer et maîtriser cette complexité pour autant, bien sûr, que l'on ait pu identifier cette dernière au départ (Holt, 2021). La compatibilité peut assurément être réduite, ce qui fait partie de la conception de systèmes. En effet, le fait d'identifier clairement la complexité d'un projet a des implications sur sa gestion, car cela conduirait à un changement significatif dans la manière de le gérer (Handley & Tolk, 2021). Ainsi, la réalisation d'un projet donné peut passer de la stabilité et de la prévisibilité à son instabilité et à son échec. La constante recherche de compétitivité et d'efficacité oblige les organisations à planifier le niveau d'effort approprié pour la gestion de tout type de projet et à mettre en place des méthodes permettant d'évaluer les facteurs et les décisions de manière cohérente et objective. Cependant, si les entreprises veulent être innovantes et se projeter en tant que leaders du marché plutôt qu'en tant que suiveurs, les catégories de projets approuvés sont potentiellement floues et ne respectent pas ces critères. Cette situation est un cas de projets complexes.

2.3.2 *RQ1.7* : Quelles sont les phases d'un projet complexe ?

Pour la productivité d'une entreprise, il existe peu de choses aussi importantes que la gestion de ses projets complexes, qui procurent des avantages considérables.

ANALYSE DE LA FAISABILITÉ DU PROJET

Il constitue la phase initiale d'un projet et son objectif est juger et vérifier si l'entreprise doit ou non démarrer un tel projet. L'analyse de faisabilité doit comprendre au minimum les activités suivantes :

- Création du journal de suivi dans l'outil de gestion de l'entreprise.
- Portée du projet
- Analyse préliminaire
- Analyse des risques : réalisation du projet
- Analyse de faisabilité : coût, qualité et temps

Si l'analyse de faisabilité est positive, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de raisons initiales de ne pas entreprendre le projet, nous pouvons passer à la deuxième phase du processus. La figure 22 ci-dessous illustre les phases d'un projet.

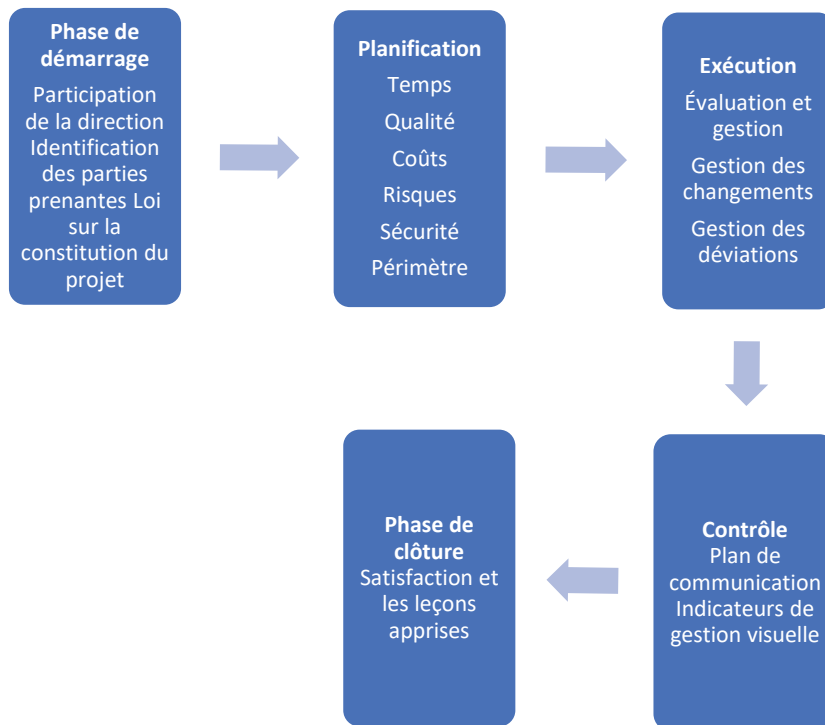


Figure 22 Phases du projet.

LA PLANIFICATION DÉTAILLÉE DES TRAVAUX À EFFECTUER

Cette phase a pour but de détailler les missions et les ressources requises pour gérer le projet de manière claire. En effet, une erreur de calcul dans cette phase peut être très défavorable à l'entreprise. Les principales activités de cette phase sont :

- Étude de faisabilité.
- Connaître les exigences auxquelles le système doit répondre (fonctions et contraintes de contexte).
- Assurez-vous que les exigences sont réalisables.
- Formaliser l'accord avec les utilisateurs.
- Effectuer une planification détaillée.

Si le projet est finalement approuvé, rédigez un contrat avec toutes les conditions de l'accord.

MISE EN ŒUVRE DU PROJET

C'est la phase qui présente généralement le moins de problèmes et où les entreprises deviennent expertes. Les principales activités sont détaillées ci-dessous :

- Identifier les solutions technologiques pour chacune des fonctions du système.
- Allouer des ressources matérielles pour chaque fonction.
- Proposer (identifier et sélectionner) des sous-traitants.
- Établir des méthodes de validation de la conception.

- Ajuster - spécifications du produit.
- Superviser et contrôler le projet.

LE SUIVI ET LE CONTRÔLE DES TRAVAUX

Il s'agit de l'une des étapes les plus importantes pour garantir le succès du projet, tout comme la planification. Trois types d'activités sont essentiellement réalisées dans cette phase :

- Générer le produit ou le service prévu par le projet.
- Intégrer des éléments externalisés ou acquis à l'extérieur.
- Valider que le produit résultant répond aux exigences de conception définies précédemment et, si nécessaire, apporter les ajustements nécessaires à la conception pour corriger les lacunes, les erreurs ou les incohérences.

FERMETURE DU PROJET

Pour vérifier que le projet ne présente pas de goulots d'étranglement avant sa clôture, l'objectif de cette phase est de mettre en place un test institutionnel. Au travers d'une liste de vérification ou d'une liste de contrôle cette phase est usuellement réalisée. Les objectifs de ce processus sont les suivantes :

- Exploitation : veiller à ce que le projet soit utilisé comme prévu.
- Maintenance des produits logiciels
- Clôture formelle du projet par toutes les personnes impliquées dans le projet (parties prenantes).
- Soutien du projet.
- Analyse des résultats par rapport aux estimations initiales.
- Mise à jour la base de connaissances avec tous les apprentissages.

2.3.3 *RQ1.8* : Comment se déroule le cycle de vie des projets complexes ?

Chaque projet d'ingénierie a ses propres objectifs liés à la réalisation d'un produit, d'un processus et de services qui doivent être générés par différentes activités. L'ensemble des phases des différents processus de production est appelé "cycle de vie". Il convient de mentionner que certaines de ces activités peuvent être regroupées en phases car, dans leur ensemble, elles contribuent à la réalisation d'un produit ou d'un service intermédiaire, indispensable pour poursuivre vers le produit final et faciliter ainsi la gestion de la complexité du projet.

Tout d'abord, pour les projets, la division en phases dans les processus d'élaboration représente une première étape dans la gestion de leur complexité. En outre, la conception de modèles de cycle de vie fait appel à l'expérience afin d'employer l'approche la plus adaptée aux besoins.

2.3.3.1 ÉLÉMENTS DU CYCLE DE VIE

Selon le modèle de cycle de vie de la figure 23, la transmission des phases peut être étendue par des boucles de rétroaction, de manière que ce qui est conceptuellement considéré comme une seule phase puisse être réalisé plus d'une fois au cours d'un projet, en bénéficiant de la rétroaction provenant des

résultats intermédiaires qui sont produits (rétroaction) à chaque phase d'exécution.

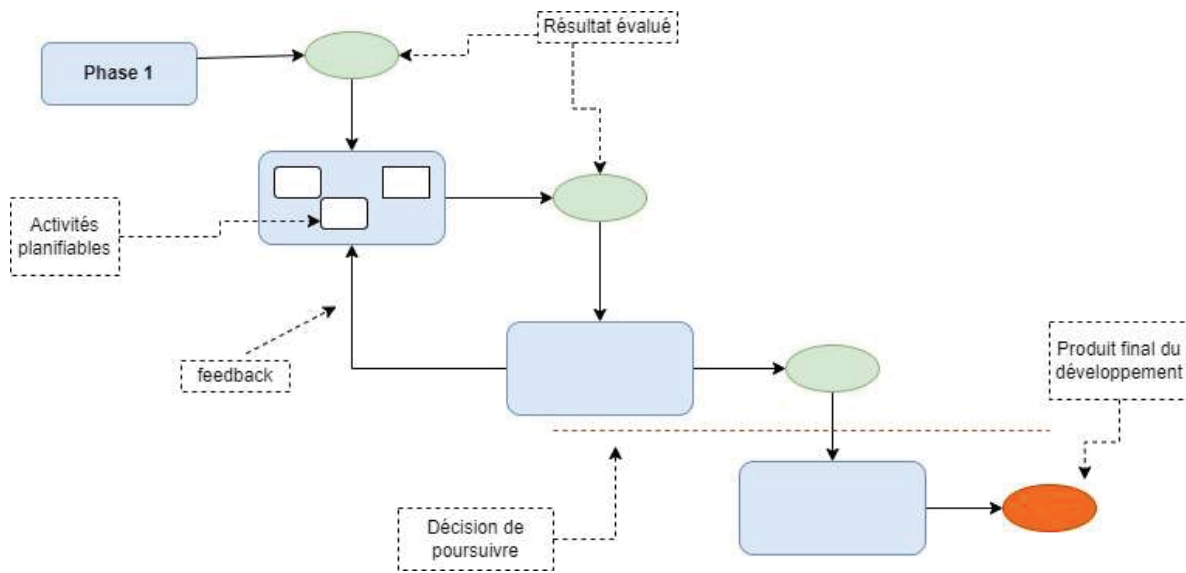


Figure 23 Éléments du cycle de vie.

Afin de suivre correctement l'avancement des phases d'un projet, une précision suffisante est nécessaire lorsqu'il s'agit de spécifier les résultats tangibles, c'est-à-dire les produits intermédiaires qui sont attendus des tâches effectuées au cours de chaque phase. En général, ces sorties délimitent les étapes entre les phases.

Phases : Une phase est un groupe d'activités liées à un objectif dans le contexte du développement du projet. Il est construit en associant des tâches (activités élémentaires) qui peuvent avoir en commun une certaine partie de la trajectoire d'un projet. Le regroupement temporel des tâches exige des délais correspondant à la répartition des ressources (humaines, financières ou matérielles). Ainsi, chaque phase d'un projet peut être qualifiée de "micro-projet" en soi, constitué d'un groupe de micro-phases. Une autre raison de fractionner une phase en sous-phases plus petites peut être de séparer les parties temporaires du projet qui sont externalisées à d'autres organisations, ce qui exige des processus de gestion différents. Chaque phase est définie par un groupe d'éléments observables de l'extérieur, tels que les activités auxquelles elle fait référence, les contributions (résultats de la phase précédente, ou produits nécessaires à la phase, expériences des projets précédents), les sorties (résultats à exploiter

par la phase suivante, accumulation d'expériences, preuves ou résultats obtenus) et la section interne de la phase.

Outputs : Les résultats intermédiaires. Ils peuvent être matériels (composants, équipements) ou non matériels (documents, logiciels). La figure 23 ci-dessous montre un schéma général du fonctionnement d'une phase.

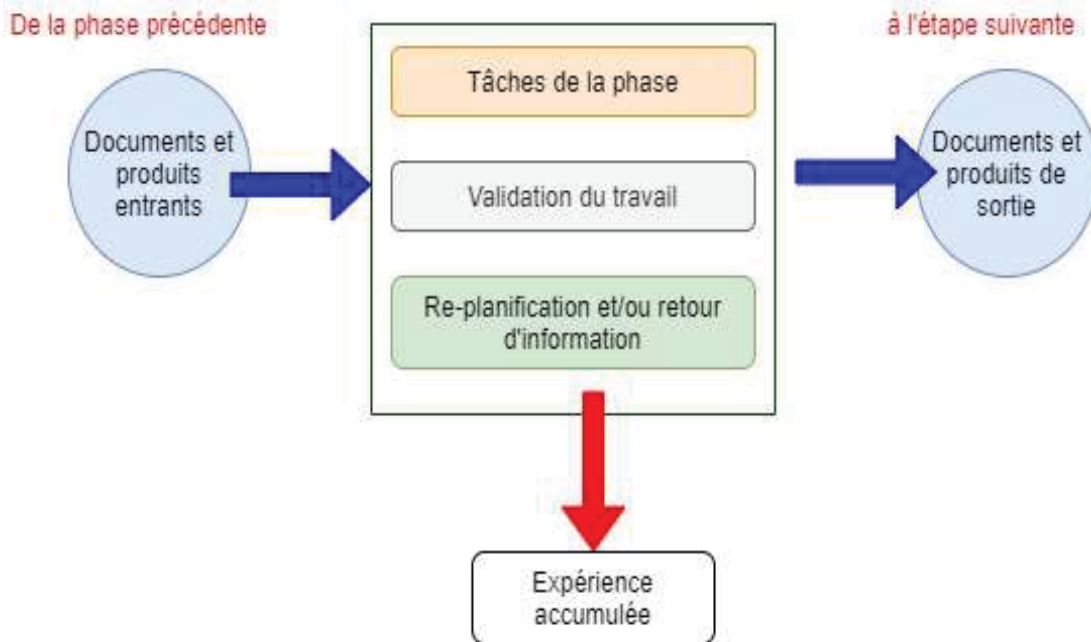


Figure 24 Schéma général du fonctionnement d'une phase

D'autre part, lorsqu'on parle de la complexité et des changements qui influencent le cycle de vie du projet, on peut comprendre qu'au niveau général, les processus qui nécessitent d'établir la position relative d'une variable par rapport à une autre est très concernés par l'analyse de la complexité. Le tableau 2 ci-dessous montre les processus affectés par la complexité dans la gestion de projet.

Tableau 2 Processus affectés par la complexité dans la gestion de projet. *Adapté de (Mejía, 2015)*

Parties prenantes - Gestion	La hiérarchisation et le classement des parties prenantes sont d'une importance vitale afin de recevoir un engagement sûr et de pouvoir être certain du plan de gestion pour le bien du projet. La définition des variables qui les classent indique le niveau de complexité de l'analyse.
Gestion du périmètre	La sélection et la hiérarchisation, en vue d'une négociation ultérieure, des exigences qui définissent le périmètre d'un projet, obéissent à des variables de nature complexe.
Gestion des délais et des coûts	La définition des activités, la durée, la séquence, les dépendances, les ressources, les estimations sont des processus d'analyse qui impliquent des variables importantes de complexité.
Gestion des communications	Les communications sont fondamentalement complexes en raison du facteur humain qu'elles impliquent. L'augmentation du nombre de personnes intéressées ou impliquées dans le projet accroît de façon polynomiale le nombre de canaux de communication.
Gestion des risques	Dans la gestion des risques, l'analyse des variables, clé de l'identification des risques, et l'analyse de la gravité des risques, associée à la probabilité et à l'impact, sont les éléments d'un système complexe.
Gestion des acquisitions	Dans la gestion des achats, la présence de fournisseurs ou de tiers dans le projet introduit une variable de complexité dans l'analyse. Il a été pleinement démontré que l'augmentation du nombre d'entrepreneurs ou de fournisseurs crée un environnement complexe pour le projet et augmente l'effort administratif et de contrôle.

2.3.4 RQ1.9 : Qu'est-ce que la théorie de la complexité ?

Edward Lorenz, un météorologue, a en effet été la première personne à se pencher sur la théorie du chaos. En fait, c'est lui qui a proposé la théorie de l'effet papillon. Selon cette théorie, si un papillon bat des ailes dans une autre partie du monde, par exemple en Amérique du Sud, il provoque une brève perturbation dans l'atmosphère. Cette petite perturbation peut causer un changement radical du temps

en Amérique du Nord. Il peut générer un ouragan ou arrêter un ouragan à l'endroit où il aurait dû commencer. (Curlee & Gordon, 2011).

Tous les domaines de la science sont concernés par la théorie de la complexité (Gruhl, 1992). L'astrophysicien George Contopoulos estime que "le chaos est un phénomène aussi nécessaire que l'ordre". Elle apparaît dans les systèmes gouvernés par des lois naturelles strictes quand ces systèmes sont instables", c'est-à-dire quand toute modification des conditions initiales de ces systèmes, quelle que soit leur taille, peuvent provoquer des perturbations imprévisibles. Et en accord avec cela, nous sommes en mesure de dire que les plus récents développements scientifiques semblent ouvrir une manière d'étudier des objets extrêmement complexes sans avoir besoin d'une réduction radicale de ceux-ci. Nous constatons de la même manière que les êtres humains, qui constituent des êtres sociaux en interaction constante avec leur environnement, répondent aux caractéristiques de ces objets. Pour en donner une définition, ce terme provient essentiellement de la théorie de la complexité, désignant une nouvelle façon d'aborder la réalité et concevant par la même occasion une méthode de connaissance et d'analyse scientifique, qui est apparue dans les années 80 du siècle dernier. Il s'agit toutefois d'une approche holistique, dynamique, en mouvement, qui privilégie également l'auto-observation, de sorte qu'elle se remette en question, en pouvant déclarer ses propres lacunes et contradictions. En d'autres termes, la théorie de la complexité est issue des principes de base de la théorie du chaos. Ainsi, les deux théories présentent de nombreuses similitudes, mais sont également différentes, l'une postulant le chaos et l'autre l'ordre complexe. Pendant de nombreuses années, la théorie du chaos est restée un hobby pour les mathématiciens et les scientifiques. Elle n'a pas du tout été prise au sérieux car il était impossible de lui trouver une application dans le monde réel. (Curlee & Gordon, 2011). Selon cette théorie, un grand nombre de choses qui ne semblent pas avoir de l'ordre en ont en réalité. Et quand les scientifiques qualifient quelque chose d'aléatoire, il s'agit en fait de la théorie du chaos. L'équation de l'attracteur de Lorentz a démontré clairement l'ordre existant dans le monde du chaos. Par exemple, il a découvert que l'atmosphère ne peut jamais atteindre un état d'équilibre, c'est-à-dire qu'elle est toujours dans un état de chaos.

2.3.5. *RQ1.10* : En quoi consiste la planification et l'organisation de projets complexes ?

Pour le dire très simplement, la conception de projets complexes suit la même logique rationnelle que celle utilisée dans la gestion de projet, et peut même être comparée à la logique de la vie quotidienne. Par exemple, si une personne doit partir à telle heure pour prendre le train X et arriver au travail avant que le reste des collaborateurs n'arrivent pour préparer l'espace de réunion. Si l'on attribue une lettre à chacune des activités pour la symboliser, on peut construire un diagramme PERT en ordonnant la succession et les dépendances dans le développement de toute la chaîne. En d'autres termes, la planification d'un projet complexe suit la même logique élémentaire que la planification d'un projet simple.

Toutefois, compte tenu de la complexité et de l'internationalisation croissantes des projets, il est vital pour les entreprises d'appliquer les méthodes et les outils qui, au vu de l'expérience et des résultats, aident les industries à améliorer leur compétitivité et leurs performances en économisant les ressources et en maximisant la création de valeur pour le client grâce à une gestion optimale des projets.

D'autre part, les projets industriels exigent de plus en plus le respect des délais, car cela a un impact sur le démarrage des installations et, par conséquent, sur le retour sur investissement. C'est pourquoi la réduction des risques et de la marge d'erreur est l'un des objectifs de la conception et de la planification du développement des projets, surtout si ceux-ci sont complexes. Pour cela, l'utilisation de méthodologies telles que les diagrammes PERT (Program Evaluation and Review Technique) ou CPM (Critical Path Method) est d'une importance capitale si vous voulez trouver un système suffisamment efficace. Toutefois, nous allons maintenant nous concentrer sur les risques.

Tout d'abord, refuser le risque ne constitue pas une position gagnante. Si le projet n'est pas risqué, ne le faites pas (DeMarco, 2003). Le principe de base de la gestion des risques est l'incertitude, les conséquences de la survenue d'un risque et la probabilité de sa survenue. Selon le PMI, lorsque le risque se produit, il peut produire des effets favorables ou défavorables sur les objectifs du projet. (Project Management Institute., 2013).

Cette définition implique que le risque est lié à l'incertitude. La probabilité peut être envisagée sous deux angles, la méthode des probabilités logiques et l'analyse des fréquences. L'analyse de fréquence consiste à calculer mathématiquement un certain type d'observation sur le nombre total d'observations. La théorie des probabilités se réfère aux preuves en faveur de l'affirmation d'une déclaration faite à l'avance. D'autre part, la connaissance préalable de projets aux objectifs similaires permet aux experts du projet de définir la majorité des conséquences ou déviations possibles du projet. Il permet aussi d'analyser et de mesurer la probabilité d'occurrence et le degré d'impact correspondant (Knight, 1921). Par conséquent, le niveau d'incertitude se borne à définir la valeur de la probabilité si la plupart des solutions de rechange susceptibles de se présenter au cours de l'élaboration du projet sont connues. En exposant les fondements des domaines de connaissance de la gestion des temps et des coûts, il a été démontré que, outre leurs principaux composants et leur exécution, ils devaient être ajustés à la réalité des projets. (Vose, 2008).

Selon le PMI, les risques ont une origine et, lorsqu'ils se produisent, un impact. Néanmoins, le risque lié au projet n'est pas toujours une mauvaise chose, c'est une occasion d'améliorer la réalisation des objectifs du projet (Harold Kerzner and Curl Beluck , 2010).

Par ailleurs, un des principaux organismes de gestion de projet, le PMI, a identifié six processus de base pour une bonne gestion des risques. La première consiste en la planification du risque, c'est-à-dire la définition des risques et leur gestion respective ; l'identification des risques : identifier les risques susceptibles d'affecter le projet et documenter leurs caractéristiques ; l'évaluation des risques : effectuer une analyse quantitative pour hiérarchiser chaque risque ; la quantification : évaluation quantifiée de chaque risque, afin de connaître les conséquences possibles. (Kurtz, 2003).

2.3.5.1. Identification des risques

La perception des risques pendant tout le cycle de vie du projet est un facteur clé de sa réussite. Pour assurer l'identification des risques, des réunions personnelles et de groupes de travail sont organisées au sein des projets. Au cours de ces réunions, le plan du projet, le plan de base de gestion des risques, les ressources d'information précédentes (historique) et la documentation sur la portée sont examinés.

Il convient de mentionner le fait que le résultat de tout ce processus peut être enregistré dans le "registre des risques". Le registre des risques est uniquement un modèle standardisé avec certains champs établis comme utiles pour la gestion des informations sur les risques. La figure 25 ci-dessous illustre la structure de partage des risques et sa caractérisation.

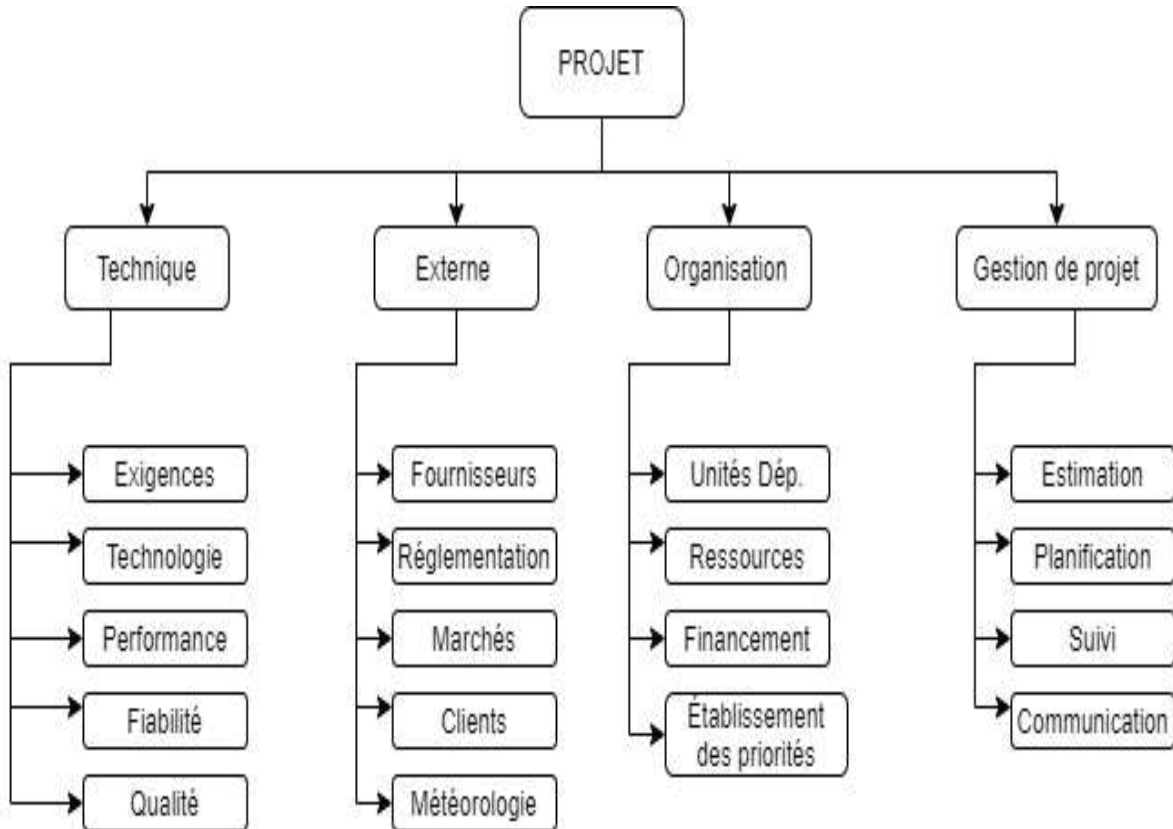


Figure 25 Structure de répartition des risques avec sa catégorisation. Adapté de (Project Management Institute, 2004)

Les risques associés au projet doivent être pris en compte dès le départ, comme le montre la figure 26. D'un autre côté, la complexité des projets et la complexité de leur gestion sont des concepts qui suscitent un intérêt croissant. En d'autres termes, la gestion d'un projet demande du temps et de l'argent, mais le respect des meilleures pratiques contribue à : établir des priorités dans les ressources de l'entreprise et s'assurer qu'elles sont effectivement utilisées ; le planning et le budget dès le départ (Hansen, Haug, Afandi, & Hvam, 2021). Promouvoir une communication cohérente entre le personnel, les fournisseurs et les clients ; réduire les risques ; satisfaire les besoins des différentes parties prenantes; augmenter la satisfaction des clients ; obtenir une nouvelle perspective de l'initiative; limiter les dérapages en définissant avec précision la portée; améliorer la qualité du travail et la productivité; acquérir un avantage concurrentiel et améliorer les résultats.

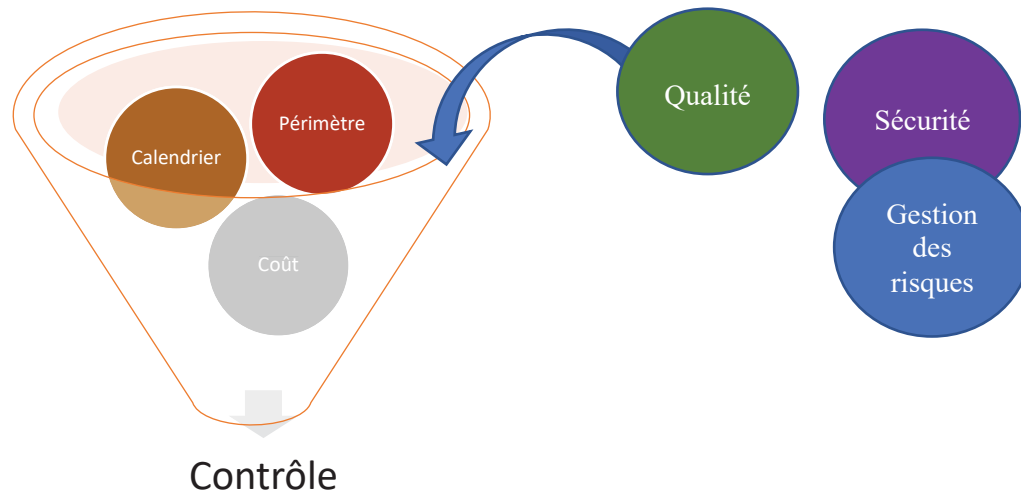


Figure 26 Exigences du client

Cependant, les gestionnaires de projets complexes attachent de l'importance aux données objectives, aux méthodes parfaites et aux analyses claires. Tout le monde convient qu'un projet géré avec succès a été terminé à temps, avec des résultats de qualité et sans perdre une seule ressource, humaine ou financière. La complexité vient, tout d'abord, du fait que toutes les variables qui aboutissent à la réalisation du projet sont liées entre elles. Dans un tel environnement, il faut éviter certaines erreurs : ignorer les petites modifications de temps ou de budget qui, en dépit de leur impact minime sur le moment, peut engendrer une tendance difficile à rectifier par la suite. Il est donc possible d'utiliser des approches telles que le diagramme PERT (Program Evaluation and Review Technique) ou le CPM (Critical Path Method).

Il existe actuellement plusieurs méthodologies qui facilitent la planification de projets complexes, il s'agit de modèles permettant de présenter et de planifier les processus qui constituent les projets. Le diagramme PERT permet de visualiser simplement les différentes activités d'un projet et les relations de priorité entre elles. Par exemple, si vous devez imprimer des prospectus, vous devez d'abord les concevoir. De cette façon, on obtient une carte, autrement dit une feuille de route permettant de déterminer le chemin le plus rapide et le plus fructueux.

Un plan de projet se constitue de plans concernant chacun des aspects suivants : Ressources humaines : utilisation efficace du personnel pertinent, ce qui suppose de former et inciter les employés à accomplir avec succès les tâches assignées; Risques : évaluer et identifier les risques et augmenter les chances de réussite du projet; Qualité : les examens et les inspections doivent être définis et programmés de manière à assurer une mise en place efficace des méthodes de gestion du projet ; Plan de communication : ce plan définit quelles informations doivent être envoyées, à qui, à quelle fréquence et dans quel format. Des listes de contacts, des fiches de communication et des plans de communication sont établis ; Plan métrique : des mécanismes sont instaurés pour suivre et apprécier le développement du projet ; Plan des exigences : détermine les exigences, la (les) personne(s) responsable(s) de leur mise en œuvre, les schémas pour rendre compte de l'avancement et des

examens, ainsi que leur ordre de priorité; Plan de travail : les outils ou les modèles servent à observer le déroulement du projet du plus haut niveau au niveau le plus détaillé. (Miller, 2000)

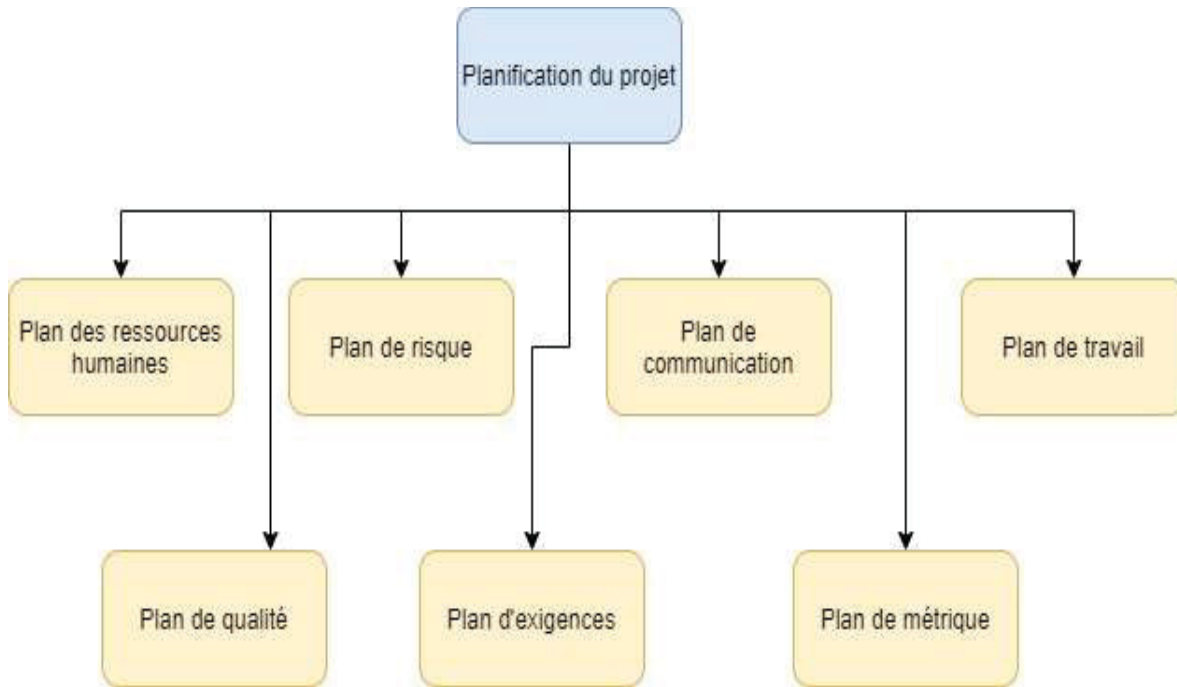


Figure 27 Planification du projet. Adapté de (Briseño, 2003)

Le principal objectif de la planification d'un projet est de rapprocher le plus possible le devis de la réalité. McConnell suggère les options suivantes en matière de planification efficace des projets : 1. établir un objectif de planification, sans fixer de limite maximale à la date de réalisation du projet, jusqu'à ce que la phase de conception détaillée, la conception des produits ou au moins la définition des besoins aient été achevées. 2. Des évaluations approximatives redéfinies à mesure de la progression du projet.

Les phases du cycle de vie comprennent :

- Planification. Dans la phase de planification, le client prend la décision de réaliser un projet. La section de planification a peut-être été élaborée plusieurs années plus tard et fait partie du plan global stratégique de la société en question.
- Faisabilité. En phase de faisabilité, l'équipe de projet tente de vérifier la faisabilité de la demande à partir de toutes les ressources pertinentes. Il peut s'agir de perspectives financières, chronologiques, technologiques et, parfois, politiques. La phase de faisabilité peut inclure une étude de marché approfondie pour déterminer la demande prévisible des clients ou du marché pour le service ou le produit final.
- Résumé. Le résumé de projet est essentiellement un énoncé de ce que le client espère exactement du projet. Dans le cas d'un centre d'appel neuf, le

dossier de projet peut préciser le nombre de postes d'appel, la faculté de traiter les échanges, le temps d'attente maximal, la nature et l'étendue des installations de soutien, etc.

- Propositions de base ou générales. L'étape qui suit consiste généralement à mettre au point une série de propositions de base qui correspondent aux besoins du cahier de charges. Ces propositions sont habituellement des tentatives de fond pour répondre aux lignes directrices du cahier des charges et présenter une solution de création possible qui soit viable sur le plan commercial.
- Prototypes. Il est normal, pour certains secteurs d'activité, de mettre au point une sorte de prototype pouvant être pleinement éprouvé et testé avant le début de la pleine production. Le prototype peut être testé et perfectionné pendant de longues années avant le début de la production intégrale de la conception finale. Un bon exemple est la conception d'un nouvel avion, où une évaluation très poussée des prototypes est nécessaire avant de commencer la production intégrale de la conception. Dans certains cas, des prototypes peuvent s'avérer très coûteux et prendre plusieurs années à développer. (Baccarini, 1996).
- Développement de la conception finale. Lorsque le prototype a été adapté et que toutes les informations en retour ont été introduites dans le système de conception, on peut commencer la production complète.
- Appels d'offres et accords contractuels. Quelques organisations produisent tout elles-mêmes. Le plus souvent, même s'ils possèdent leurs installations de production, les fabricants se fournissent auprès de fournisseurs externes et achètent de nombreux éléments finis. Un exemple de cela serait Ford. Ford fait appel à des concepteurs et à des monteurs et les voitures en question sont assemblées dans les chaînes de production de l'entreprise, toutefois, une part importante des composants est directement achetée auprès de prestataires extérieurs.

Les étapes de la production d'un système :

- Fabrication : Le système sera assemblé au cours du processus de fabrication. Il peut s'agir d'un processus unique (un bâtiment) ou itératif (la fabrication de composants).
- Mise en service : Cette action peut être simple dans le cas de certains systèmes et plus complexe dans d'autres.
- Démarrage : La construction d'un nouveau type de sous-marin peut nécessiter plusieurs mois. Cela peut nécessiter des semaines de tests du moteur pendant que le navire est à l'ancre, et ensuite des tests prolongés en mer et en surface. Chacune de ces phases peut impliquer de nombreuses manœuvres et simulations, puis de nombreux calculs et ajustements. La marine n'acceptera le sous-marin que si le contractant a réalisé tous les tests de mise en route nécessaires.
- Opération : Pendant la phase opérationnelle, le système sera activement utilisé aux fins auxquelles il a été conçu à l'origine. Les nouveaux bâtiments, conçus pour une vie utile de 60 ans ou plus, constituent des exemples de systèmes de longue durée. À l'autre extrême, les roquettes lunaires Saturn V ont été élaborées comme des systèmes à usage unique.

o Déclassement. Le déclassement consiste à mettre le système au rebut ou à l'arrêter. Comme indiqué ci-dessus, cet acte pourra être très simple dans certains cas et beaucoup plus complexe dans d'autres. Il suffit d'éteindre son moteur et de le déposer à un centre de recyclage pour mettre immédiatement hors service un véhicule d'occasion. Dans certains systèmes, comme ceux impliquant des processus toxiques ou des contaminations nucléaires, l'arrêt n'est pas suffisant. Le processus de fermeture lui-même peut exiger le démontage laborieux des barres de combustible, et la maintenance des systèmes de refroidissement pendant une durée considérable. Même après la fermeture d'un réacteur, il reste radioactif. La technologie actuelle permet de prendre plusieurs décennies pour assurer la décontamination des réacteurs et des systèmes contaminés.

o Élimination et recyclage : La dernière phase consiste à assurer l'élimination et le recyclage.

La figure 28 illustre la planification d'un projet.



Figure 28 Planification d'un projet

2.3.5.2 Méthodologies de projets complexes

L'une des parties les plus complexes de toute activité et des équipes est la gestion des processus. Méthodologies les plus utilisées - le développement de projets sont :

- Waterfall : cette méthode, également appelée " cascade ", est utilisée de manière traditionnelle.
 - Agile : méthodologie RAD (développement rapide d'applications), Scrum étant la plus répandue.
- Ensuite, nous analyserons chacun d'entre eux.

2.3.5.3 La méthodologie Waterfall

Cette méthodologie est une méthode linéaire de développement de logiciels et a constitué la méthode la plus employée au cours des 30 dernières années. La succession suivie par la

présente méthode se compose des phases suivantes :

Acquisition et consignation des exigences, conception, élaboration, essais, résolution de bogues et derniers ajustements, diffusion.

Chacune de ces étapes est complétée avant que soit lancée l'étape suivante. En outre, il existe généralement, entre chacune d'elles, des événements bloquants qui permettent de ne pas accéder à la suivante en cas de mauvaise validation (par exemple, les exigences doivent impérativement être validées par le client avant de passer à la phase de conception).

Avantages de la méthodologie Waterfall

Il est évident que l'utilisation de cette méthodologie contribue de manière positive à la réalisation d'un projet :

- Les développeurs et les clients concluent un accord très tôt dans le projet. De ce fait, la planification et la création sont plus simples et plus directes.
- L'avancement du projet peut plus facilement se mesurer et se contrôler, dans la mesure où la portée totale du projet fait l'objet d'une connaissance préalable.
- Pendant la phase de développement, les vérificateurs peuvent élaborer des scripts de vérification à partir de la documentation relative aux exigences, pendant la phase de codage.
- À l'exception des révisions, des validations et des réunions d'avancement, le client n'est pas absolument nécessaire après la définition des besoins.
- Enfin, les logiciels pourront être élaborés de manière plus minutieuse et plus attentive, à partir de la compréhension plus exhaustive de chacun des produits logiciels.

Aspects négatifs de la méthode Waterfall :

- Cette méthodologie, dans sa forme traditionnelle, ne laisse pratiquement aucune place aux changements ou révisions imprévus.
- Le modèle en cascade se concentre trop peu sur l'utilisateur final ou le client final d'un projet.
- La méthodologie de la cascade insiste pour que les équipes attendent la quatrième étape sur six pour tester leurs produits, même si le fait de laisser la phase de test à la dernière moitié d'un projet est généralement risqué.

Et un inconvénient du processus de développement en cascade consiste en la possibilité que le client soit insuffisant par rapport au programme livré. Étant donné que tous les produits livrables proviennent d'exigences documentées, le client peut ne percevoir ce qui doit être livré que si c'est presque terminé.

2.3.5.4 La méthodologie Agile

Permet une approche souple des projets les plus complexes développés dans des milieux dynamiques et changeants. Scrum contribue à améliorer le travail collaboratif entre les équipes. Il s'agit d'une méthodologie qui consiste à aider les membres d'une équipe à apprendre et à se structurer à partir de leurs expériences, tout en traitant les problèmes et en faisant le point sur les réussites et les échecs. Tout cela sous couvert d'une série d'outils et de moyens de communication destinés à permettre une organisation plus agile des équipes. C'est le mode de gestion idéal lorsque l'on entreprend des projets

dans des milieux complexes nécessitant des résultats rapides et pour qui la flexibilité est une exigence essentielle. Scrum assure l'agilité et le résultat, toujours, la qualité. Si tout le travail prévu au cours du sprint ne peut être réalisé, les tâches sont replacées dans l'ordre des priorités et intégrées au sprint suivant.

- Si mettre l'application sur le marché constitue une priorité, les méthodologies agiles permettent de produire une base logicielle fonctionnelle qui peut être étendue par itérations successives.
- Le développement est orienté vers l'utilisateur.

2.3.5.5. Inconvénients de la méthodologie agile

- Le fonctionnement de la méthodologie agile est optimal si tous les membres de l'équipe de développement sont pleinement impliqués dans le projet.

- Étant donné que la méthode Agile se limite à la livraison à l'intérieur d'un calendrier donné et à la redéfinition fréquente des priorités, il existe une possibilité que certains éléments fixés pour la livraison à l'intérieur du calendrier, et que cela augmente le coût du projet.

- Le système doit subir une réduction de la valeur globale. Ce problème se pose avec plus de précision dans le cas de projets à grande échelle ou pour des systèmes à niveau d'intégration élevé.

Chaque projet, en raison de ses propriétés intrinsèques, exige des formes de direction différentes. Il est préférable d'étudier le projet en détail, et d'étudier les circonstances de l'environnement et du client lui-même. Parfois, l'application complète d'une méthodologie, que l'on soit en cascade ou agile, est assez complexe. Par conséquent, il existe une méthodologie appelée l'Agile hybride, c'est une approche méthodologique hybride. Cette méthodologie, basée sur Scrum, permet de lisser la courbe pour s'y adapter, tout en gardant l'introspection, la transparence et la force d'itération des méthodologies agiles, mais en introduisant certaines caractéristiques des méthodologies d'approche plus traditionnelles, ce par quoi les environnements peu formés et les équipes et le client se sentent plus à l'aise.

La figure 29 ci-dessous montre l'alignement des caractéristiques des projets avec les différentes méthodologies.

ALIGNEMENT DES CARACTÉRISTIQUES DES PROJETS AVEC DIFFÉRENTES MÉTHODOLOGIES

PROJETS CARACTÉRISTIQUES/FACTEURS	AGILE	WATERFALL
Disponibilité client	Nécessite un client disponible tout au long du projet.	Nécessite un client disponible pour début et jalons du projet
Rapidité	Il est préférable de fournir de la valeur au client tôt plutôt que d'avoir une portée complète.	Une gamme complète d'exigences est poursuivie, privilégiant la vitesse dans la fourniture de valeur au client.
Exigences	Les modifications sont les bienvenues à tout moment au cours du projet. Ces changements ont un impact sur le coût, le temps ou le périmètre du projet	Fonctionne pour les environnements dont le départ et dans lesquels les conditions qui y donnent naissance, nous estimons qu'elles sont peu ou pas changeantes.
Priorisation des exigences	La hiérarchisation par valeur garantit que les fonctionnalités les plus précieuses sont mises en œuvre en premier, réduisant ainsi le risque d'avoir un produit inutilisable une fois les fonds épuisés. L'efficacité des fonds est maximisée Réduit le risque d'échec total en permettant un succès « partiel »	L'approche « tout faire d'accord » garantit que le client obtient tout ce qu'il a demandé; Cette approche du « tout ou rien », augmente le risque d'échec.
Équipe de travail	Petites équipes dédiées avec un haut niveau de coordination et de synchronisation. Des équipes pluridisciplinaires.	La coordination/synchronisation des équipes n'a lieu que dans les moments d'intégration des parties. Les équipes sont spécialisées.
Budget	Fonctionne mieux dans les environnements Time & Material ou mixtes. Dans les environnements avec un prix fermé, un stress excessif est généré.	Il fonctionne dans les environnements à prix fermé. Si des changements sont souhaités, ils doivent être activés pas les processus de Change, et ils génèrent généralement des augmentations de budget.

Figure 29 Alignement des caractéristiques des projet avec différentes méthodologies. Adapté de (Ziemelis, 2001)

2.4 Objectif 4 : Identifier les bonnes pratiques dans le cadre de projets complexes.

2.4.1 RQ1.11 : En quoi consistent les bonnes pratiques ?

Les "bonnes pratiques" sont celles dont l'application correcte augmente les chances de succès (Project Management Institute, 2004).

Pour le chef de projet, l'application de ces bonnes pratiques garantit une augmentation de la probabilité de réussite du projet, ainsi que des réductions de temps et de coûts, qui sont des variantes importantes qui se reflètent dans le succès du projet.

La figure 30 montre le triangle de la gestion de projet. Pour l'initiation du projet, un exemple de bonne pratique est l'utilisation d'une "charte de projet", un document initial (résumé) qui initie formellement le projet (gestion).

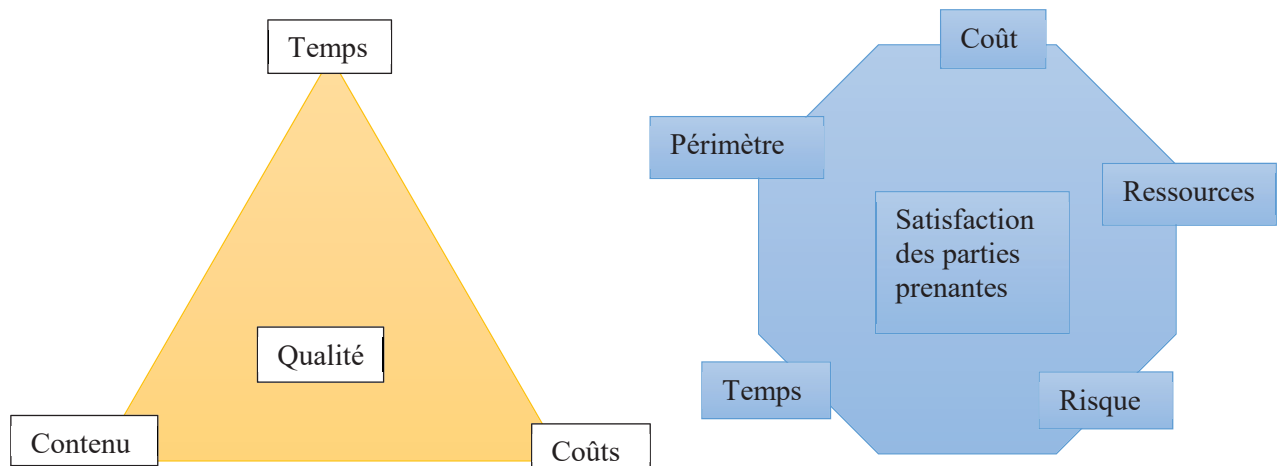


Figure 30 Triangle du projet gestion projects

Voici quelques-uns des critères importants à prendre en compte :

-Cohérence de la triple contrainte :

Lors de tout projet, un concept de triple contrainte nous permet de connaître les facteurs clés de succès à équilibrer et ajuster à tout moment afin d'atteindre la réussite du projet.

À cette triple contrainte s'ajoutent les risques et la gestion des talents (ressources) humains.

-Équilibre entre les parties prenantes :

Les parties prenantes, selon le PMBOK, sont toutes celles qui sont affectées, tant positivement que négativement. L'équilibre des parties prenantes doit être analysé avant la poursuite du projet, afin de savoir si nous avons plus d'opposants ou d'alliés.

-Niveau d'autorité :

Il faut savoir si le chef de projet aura le niveau minimum d'autorité, partielle ou totale, pour la gestion du projet en charge, c'est-à-dire si le "contrôle du budget, le "contrôle de la disponibilité des ressources" et son "rôle managérial" à lui seront élevés ou presque, contrôlés par un manager fonctionnel, selon la structure et la culture de l'organisation (fonctionnelle - matricielle - projetée), sachant cela est vital et permet d'avoir réellement la gestion du projet, avec l'objectif de le mener au succès.

2.4.2 RQ1.12 : Quelles sont les bonnes pratiques utilisées dans les projets complexes ?

Il y a actuellement plusieurs bonnes pratiques à mettre en œuvre dans les projets complexes, mais d'après le PMI, les suivantes sont essentielles pour une gestion réussie des projets complexes :

- Planification du projet : gagner du temps dans cette phase de préparation peut s'avérer très coûteux lorsque l'échéance approche.
- Mettre au point un plan de travail réaliste.
- Une bonne gestion des risques : lors de l'aménagement, il est important de rester vigilant, afin d'éviter l'apparition de reculs qui n'auraient pas pu être anticipés.
- Portée du projet : savoir la gérer, ou la négocier avec les sponsors ou les parties prenantes, n'est pas une tâche préalable au début des travaux, mais cette compétence doit être mise en pratique chaque fois qu'un changement est nécessaire ou que de nouvelles propositions sont reçues dont l'impact affecte la racine de la planification initiale. De même, essayez de faire preuve d'asepsie en autorisant de petits changements qui, bien qu'apparemment insignifiants par rapport au planning, pourraient, s'ils s'accumulent, avoir un impact beaucoup plus important que prévu.
- Maîtriser les procédures liées aux rôles de responsabilité dans un projet : réviser régulièrement le plan de travail, suivre les fluctuations budgétaires, suivre les activités en cours et mettre à jour le calendrier sont quelques-unes des tâches que tout chef de projet doit couvrir. Bien entendu, des questions telles que la qualité, la communication, les exigences légales et autres méritent également une attention prioritaire.

Cependant, il existe d'autres aspects très importants dans le cadre de projets complexes, qui complètent finalement les aspects mentionnés ci-dessus, à savoir :

- Obtenir une nouvelle perspective sur l'initiative et la façon dont elle s'inscrit dans la stratégie de l'entreprise.
- Établir des priorités dans les ressources de l'entreprise et veiller à leur utilisation efficace.
- Évitez les dérapages en étant capable de définir avec précision la portée, le calendrier et le budget dès le départ.
- Favoriser une communication cohérente entre le personnel, les fournisseurs et les clients.
- Augmenter la satisfaction des clients.

2.5 Objectif 5 : Identifier le succès dans le cadre de projets complexes

2.5.1 RQ1.13 : Qu'est-ce que le succès dans un contexte de projet complexe?

Comme le suggère la définition d'un projet, il y a une orientation vers des objectifs plus élevés et à long terme. Les paramètres importants de ces objectifs seront le retour sur investissement, la rentabilité, la concurrence et la capacité du marché.

Aujourd'hui, la réussite du projet au sens large signifie que nous répondons aux attentes dans le respect des délais et du budget. Par exemple, si la durée d'un projet est estimée à six mois et qu'une

modification de l'étendue du projet est approuvée, ce qui implique une prolongation d'un mois, la date d'achèvement est maintenant ajustée à sept mois. Si cette situation est tout à fait logique, vous serez peut-être surpris par le nombre d'organisations qui ne trouvent pas justifié d'ajuster les attentes initiales.

Toutefois, la même logique s'applique au budget. Il doit être ajusté en fonction des demandes de changement approuvées. Si vous voulez plus de travail, vous devez payer plus cher (ou réduire le champ d'action sur un autre front). Cela dépendra des décisions prises par les parties prenantes.

Ainsi, pour l'instant, notre définition d'un calendrier et d'un budget réussis est que le projet peut se terminer dans les limites de sa date d'achèvement et de son budget initiaux, ajustés en fonction de toute demande de changement approuvée.

Un problème: les tolérances. Vous ne connaissez pas la date d'achèvement et le coût exacts du projet tant que celui-ci n'est pas terminé. Toutes les données avant ce point sont une estimation. Les estimations sont par nature imprécises. Il ne faut pas s'attendre à ce que le gestionnaire de projet arrive exactement aux mêmes valeurs que les estimations. Lorsque vous démarrez un projet, vous devez définir une tolérance comprise entre 10 et 15 %. Ainsi, si le projet dépasse de 15 % votre estimation initiale, il y a lieu de s'en réjouir et non de le dénigrer.

Cela dit, nous savons que certains projets n'ont aucune tolérance. Certains projets ont un budget et/ou une date d'achèvement fixes qui ne peuvent être dépassés. Si c'est le cas, il faut définir dès le départ que la tolérance est de 0 %. De cette façon, le chef de projet peut gérer correctement les contraintes de ce calendrier et/ou de ce budget. Cependant, pour la plupart des projets, il est normal d'avoir une tolérance raisonnable.

Sur la base de la logique ci-dessus, la définition de la réussite est que le projet est achevé avec une marge de manœuvre allant jusqu'à 15% du calendrier et du budget, ajustée pour toute demande de changement approuvée.

2.5.2 RQ1.14 : *Quels sont les indicateurs de réussite des projets complexes ?*

La capacité à atteindre ces objectifs dépend d'un certain nombre de variables et de facteurs, énumérés ci-après dans les figures 31 et 32 :

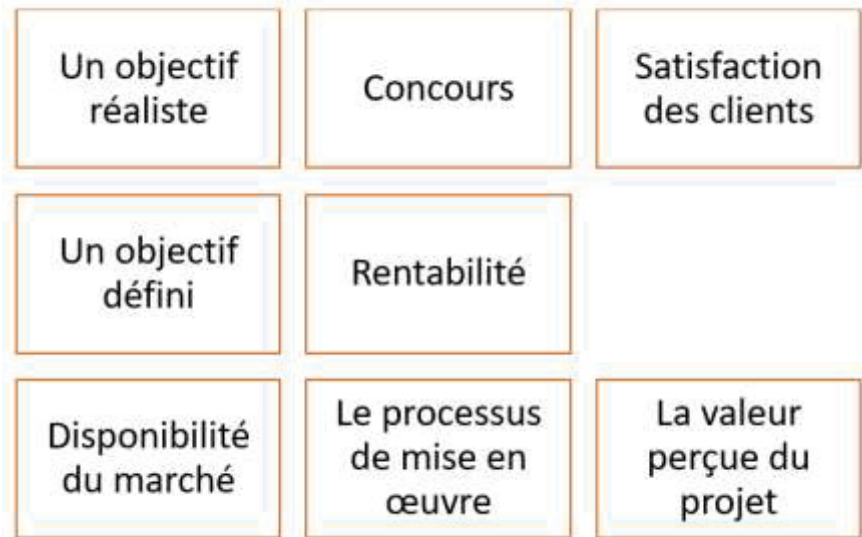


Figure 31 Facteurs qui affecteront la capacité à atteindre les objectifs



Figure 32 Des facteurs qui peuvent empêcher la gestion de projet

En raison de ces facteurs, une gestion de projet réussie exige une planification engagée dans la réussite du projet, la désignation minutieuse d'un chef de projet qualifié, la prise de temps pour définir correctement le projet, une planification correcte des activités du projet, des flux d'informations corrects et adéquats, des activités changeantes pour obtenir des changements fréquents dans la dynamique, une prise en compte des objectifs personnels des employés avec leurs performances et leurs récompenses, et un redémarrage lorsque des erreurs d'exécution ont été détectées. Ces facteurs peuvent augmenter les chances de réussite du projet.

2.6 Hypothèses et cadre conceptuel

Pour commencer, le processus d'élaboration des hypothèses a été basé sur les concepts des quatre éléments du cadre conceptuel (ingénierie des systèmes, réussite des projets complexes, bonnes

pratiques de gestion de projet et planification), avec la planification comme point de départ, la réussite des projets complexes comme objectif et l'ingénierie des systèmes ainsi que les bonnes pratiques de gestion de projet comme variables modératrices.

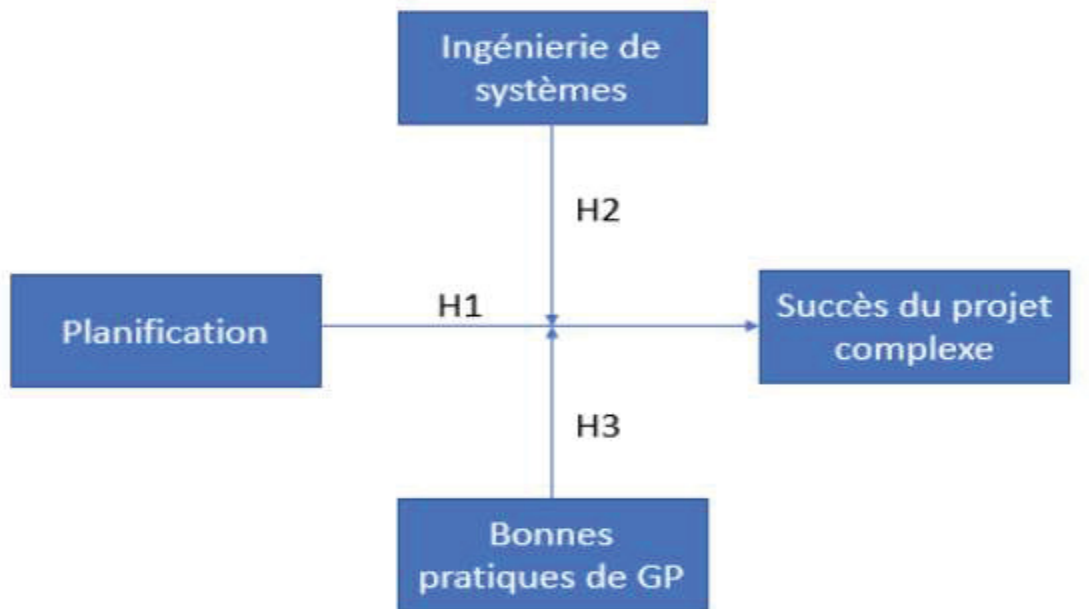


Figure 33 Cadre conceptuel

2.6.1. Hypothèse 1 : Objectif 6 : Établir si la planification est un facteur clé de la réussite d'un projet complexe

QR2.1 : Quelle est l'importance de la planification dans le succès des projets complexes ?

QR2.2 : Quels sont les principaux outils de planification d'un projet complexe ?

Hypothèse 1 : La planification du projet favorise à la réussite d'un projet complexe

ÉTAPES DE LA PLANIFICATION
Analyse de faisabilité et définition des objectifs
Définition du périmètre
Identification des coûts et des ressources
Élaboration d'un plan de travail complet
Examen du plan en place
Évaluation

Tableau 3 Étapes de la planification

2.6.2. Hypothèse 2 : Objectif 7 : Établir l'influence de l'ingénierie des systèmes dans la relation de planification et la réussite d'un projet complexe.

QR2.3 : Comment la relation planification - réussite des projets complexes est-elle modérée par l'ingénierie des systèmes ?

QR2.4 : Quels sont les outils et techniques d'ingénierie des systèmes les plus fréquemment utilisés pour les projets complexes ?

Hypothèse 2 : L'ingénierie des systèmes modère positivement la relation entre la planification et la réussite d'un projet complexe

Modèles et outils de conception d'ingénierie des systèmes
Technologie de l'information (TI) et Internet
Maquette physique
Fabrication assistée par ordinateur (CAM) Assistance informatique (CAS)
Simulation
Conception assistée par ordinateur (CAD)
Prototypage rapide
Pratiques de conception conventionnelles

Tableau 4 Modèles et outils de conception d'ingénierie des systèmes

2.6.3. Hypothèse 3 : Objectif 8 : Établir l'influence des bonnes pratiques dans la relation planification et le succès d'un projet complexe.

QR2.5 : Quelles sont les meilleures pratiques les plus fréquemment utilisées pour la gestion des projets complexes ?

QR2.6 : Comment la mise en œuvre des meilleures pratiques impacte sur la réussite des projets complexes ?

Hypothèse 3 : Les bonnes pratiques en matière de gestion de projet modèrent positivement la relation entre la planification et la réussite d'un projet complexe.

Les bonnes pratiques dans les projets comprennent :
L'adaptation
Être attentif au projet et à sa gestion
Les relations interpersonnelles

Gestion de l'intégration des projets aux niveaux cognitif, contextuel et du processus.
L'environnement dans lequel les projets fonctionnent
Code d'éthique et de déontologie

Tableau 5 Quelques-unes des bonnes pratiques dans les projets

2.6.4. Conclusion

Nous avons tout d'abord repris les principaux points mis en évidence dans l'analyse documentaire afin de développer le modèle conceptuel présenté, de construire une relation entre eux et de les adapter au thème général des projets complexes. Ce sont : Ingénierie des systèmes, réussite des projets complexes, bonnes pratiques de gestion de projet et planification.

Les rapports ainsi établis devraient nous permettre de vérifier nos objectifs et répondre à nos questions de recherche afin de valider nos hypothèses.

C'est pourquoi un questionnaire a été adressé à des chefs de projet qui avaient eu l'occasion de gérer des projets complexes en matière de développement national et international, et à qui l'on a demandé de faire part de leur expérience, ce qui devrait nous permettre d'enrichir la recherche. Grâce à la réponse à ce questionnaire, il sera possible de satisfaire à la deuxième partie des questions de recherche.

3. MÉTHODOLOGIE

Grâce à l'analyse de la littérature, nous disposons de plusieurs outils clés de l'ingénierie des systèmes. Cette section se concentre donc sur la manière dont l'approche méthodologique a été utilisée pour répondre à nos questions de recherche. Ainsi, la présente partie du document nous permettra de comprendre le cadre conceptuel de l'étude ainsi que de vérifier ou de rejeter les hypothèses émises.

3.1 Contexte de l'étude

Tout d'abord, l'objectif de cette étude est d'identifier les outils clés de l'ingénierie des systèmes et l'influence de divers facteurs pertinents pour la gestion de projets complexes. Dès lors, la population cible de cette recherche est constituée de chefs de projet impliqués ou ayant eu une expérience dans des projets complexes, utilisant des outils d'ingénierie des systèmes pour leur développement.

Nous avons choisi de collecter les données par questionnaire pour atteindre nos objectifs. Cette approche a été choisie en raison de son efficacité et de sa rapidité à recueillir des informations, et du fait qu'elle permet de toucher un plus grand nombre de personnes à un coût moindre. Les données recueillies ont été analysées statistiquement, à l'aide de diagrammes statistiques conventionnels, afin de fournir une visualisation des résultats obtenus.

Le questionnaire est divisé en quatre sections :

Section 1 : Cette rubrique présente les données générales du gestionnaire de projet.

Section 2 : L'influence de la planification pour les projets complexes : Cette section vise à comprendre la pertinence qualitative de la phase de planification pour la gestion de projets complexes.

Section 3 : L'influence de l'ingénierie des systèmes pour la relation entre la planification et la réussite d'un projet complexe

Section 4 : Impact des bonnes pratiques de gestion de projet sur la relation entre la planification et la réussite d'un projet complexe : La présente section vise à déterminer le degré d'influence des bonnes pratiques de gestion de projet sur la relation entre la planification et la réussite d'un projet complexe.

3.2 Échantillonnage

Afin de recueillir des informations auprès des chefs de projet, un questionnaire a été préparé et leur a été envoyé par courriel. Il faut préciser dans cette section que les gestionnaires de projet ont été sélectionnés parmi ceux qui avaient été impliqués dans des projets complexes et/ou qui avaient des connaissances dans ce domaine.

Nous avons reçu 14 réponses sur les 15 enquêtes envoyées.

Pour sélectionner notre échantillon, vu que la gestion de projets complexes peut être effectuée dans de multiples secteurs, il a été demandé dans l'enquête au chef de projet de préciser son domaine de spécialisation.

4. RÉSULTATS ET DISCUSSION

La présente section présente les résultats de notre étude. Premièrement, la synthèse des résultats indiquant les réponses à la deuxième partie de nos questions de recherche. Nous aborderons ensuite la contribution de notre étude et enfin ses limites.

Quatorze chefs de projet, qui développent leurs projets complexes dans différents secteurs tels que le transport, les produits pharmaceutiques, l'agriculture/mines, la fabrication/construction, le conseil, l'énergie, l'informatique, l'ingénierie et l'aéronautique, ont participé à cette étude.

La plupart d'entre eux étaient dans le domaine de l'aéronautique. Avec un nombre moyen de projets réalisés par an de 11 à 20 projets et 6 à 10 projets complexes par an ; Dont il est mentionné qu'en moyenne 80% des répondants utilisent l'ingénierie des systèmes dans leurs projets complexes.

4.1 Analyse descriptive de l'échantillon

Au cours de cette recherche, l'échantillon se constitue de 14 chefs de projet de différentes industries et secteurs, impliqués dans des projets complexes, ils sont bien informés et apportent donc une contribution majeure à cette recherche. Les chefs de projet ont été choisis parmi les listes de contacts généralement connus au sein du service de gestion de projets de l'UQTR. Le questionnaire comprend des informations sur le secteur d'activité, le nombre de projets réalisés par an, le nombre de projets complexes réalisés par an, le budget moyen des projets complexes réalisés et le nombre moyen de projets complexes utilisant un outil d'ingénierie des systèmes.

4.2. Analyse globale

4.2.1. Analyse et interprétation des résultats

a) L'influence de la planification pour les projets complexes

L'objectif de cette section est d'obtenir une compréhension qualitative du degré d'influence de la planification et de chacune de ses étapes respectives sur le développement de projets complexes. La présentation de l'analyse se fait sous forme de diagramme. Cette partie du questionnaire nous permettra d'aborder et de vérifier l'hypothèse 1. Cette initiative a pour objectif d'évaluer le niveau d'importance dans les projets complexes de certains des outils de planification de la gestion de projet les plus représentatifs, tels que le RCA (Root Cause Analysis), le diagramme d'Ishikawa, les diagrammes de flux, les listes de contrôle, les histogrammes, entre autres.

Tableau 6 Étapes de la planification

ÉTAPES DE LA PLANIFICATION	Pas du tout important	Pas important	Neutre	Important	Très important
Évaluation				5	9
Examen du plan mise en place				5	9
Élaboration d'un plan de travail complet				4	10
Identification des coûts et des ressources				4	10
Définition du périmètre				3	11
Analyse de faisabilité et définition des objectifs			3	3	8

Le diagramme obtenu à partir du tableau 6 est présenté ci-dessous :

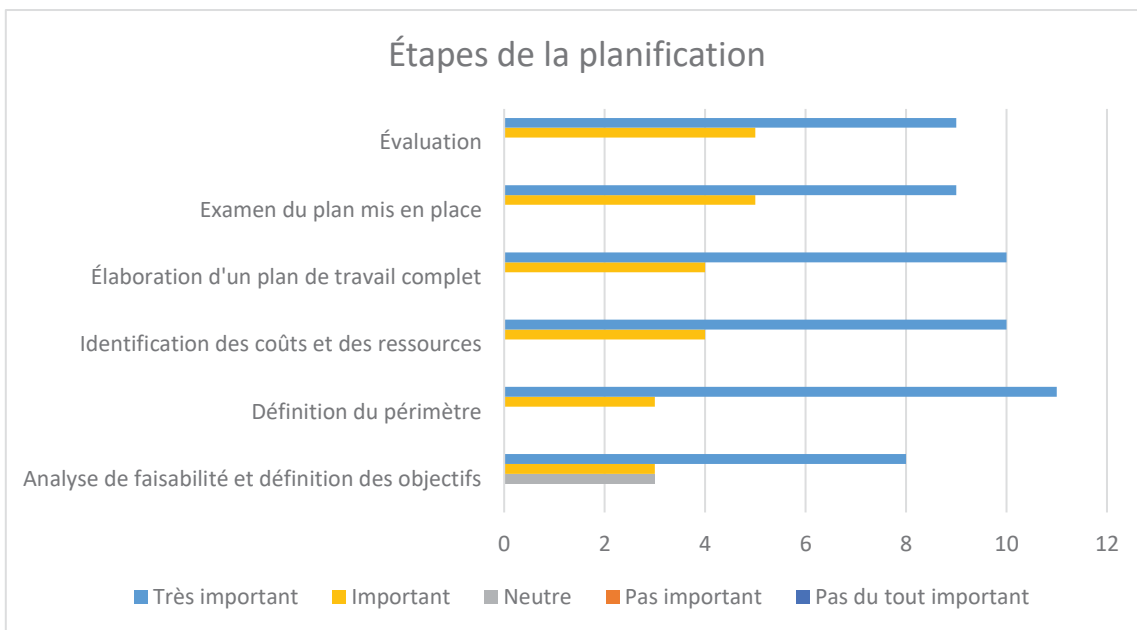


Figure 34 Étapes de la planification

Après le classement, nous obtenons le résultat "très important" en tant que variable dominante pendant toutes les phases de planification. Il s'agit de définir le champ d'application, de rédiger un plan de travail complet et de déterminer les coûts et les ressources, qui sont les éléments les plus importants des phases de planification.

Tableau 7 Outils de planification de projets complexes

<i>Outils de planification de projets complexes</i>	Pas du tout utile	Pas utile	Neutre	Utile	Très utile
WBS				6	8
Réseau PERT			1	3	10
Chemin critique				1	13
Diagramme de Gantt				6	8
Diagrammes de dispersion			6	5	3
Pareto			3	5	6
Histogrammes			5	4	5
Listes de contrôle			1	8	5
Diagrammes de flux			5	1	8
Diagramme d'Ishikawa			7	4	3
RCA (Root Cause Analysis)			2	6	6

Le diagramme obtenu à partir du tableau 7 est présenté ci-dessous :

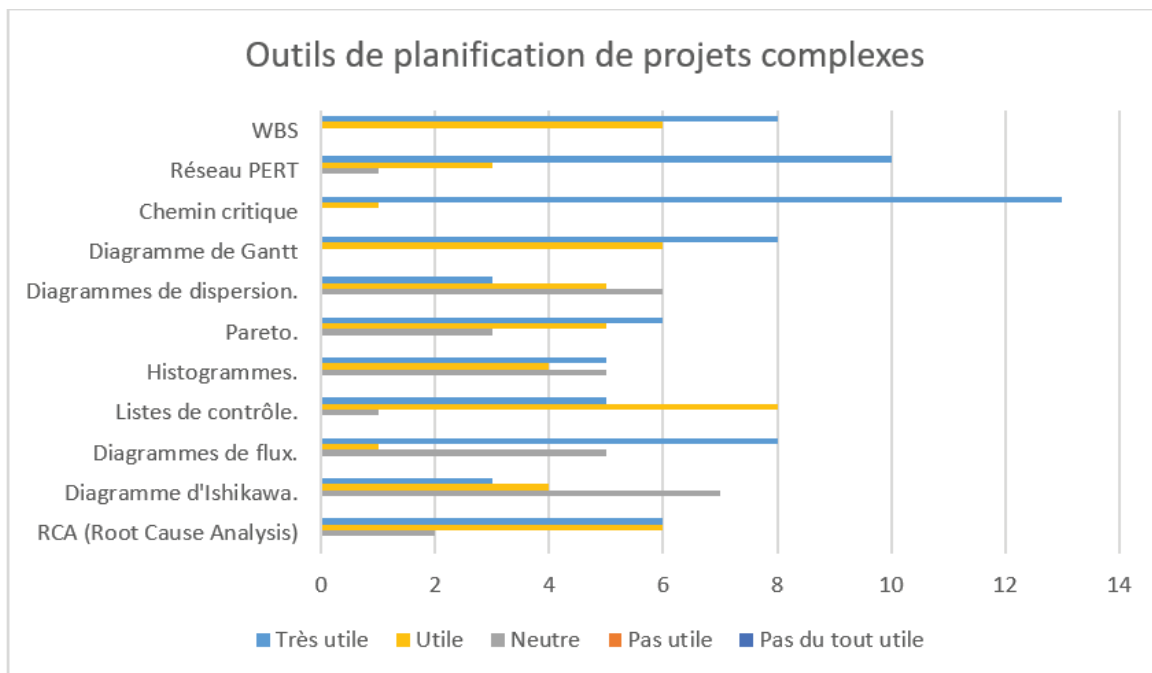


Figure 35 Outils de planification de projets complexes

Maintenant, pour l'analyse des outils pour la planification de projets complexes, nous obtenons que les plus importants sont :

- Chemin critique, avec 13 managers revendiquant un niveau très utile.
- Réseau PERT, avec 10 managers déclarant un niveau très utile.
- WBS, avec 8 managers déclarant un niveau très utile.
- Diagramme de Gantt, avec 8 managers déclarant un niveau très utile.
- Organigramme, avec 8 managers affirmant un niveau très utile.

b) *L'influence de l'ingénierie des systèmes pour la relation entre la planification et la réussite d'un projet complexe.*

L'objectif de cette section est d'avoir un aperçu de l'influence de l'ingénierie des systèmes sur la relation entre la planification et le succès des projets complexes. L'analyse sera présentée sous la forme d'un diagramme. Cette partie du questionnaire nous permettra d'aborder et de tester l'hypothèse 2. L'accent est également mis sur les principaux outils d'ingénierie des systèmes utilisés dans la gestion de projet, tels que les technologies de l'information (TI) et Internet, la maquette physique, la fabrication assistée par ordinateur (CAM), le support assisté par ordinateur (CAS) et la simulation, entre autres. Tout d'abord, nous avons commencé cette section par une question à choix multiple, demandant au chef de projet quel impact, selon son expérience, l'ingénierie des systèmes a sur le succès et la planification de projets complexes.

Le résultat montre que l'impact de l'ingénierie des systèmes a été très positif sur la relation entre la planification et la réussite des projets complexes.

Tableau 8 Outils d'ingénierie des systèmes

Outils d'ingénierie des systèmes	Pas du tout inutile	Inutile	Neutre	Utile	Très utile
Pratiques de conception conventionnelles			1	10	3
Prototypage rapide			1	1	12
Conception assistée par ordinateur (CAD)	1			6	7
Simulation			1		13
Fabrication assistée par ordinateur (CAM) Assistance informatique (CAS)	1		2	2	9

Maquette physique	1		1	7	5
Technologie de l'information (TI) et Internet				2	12

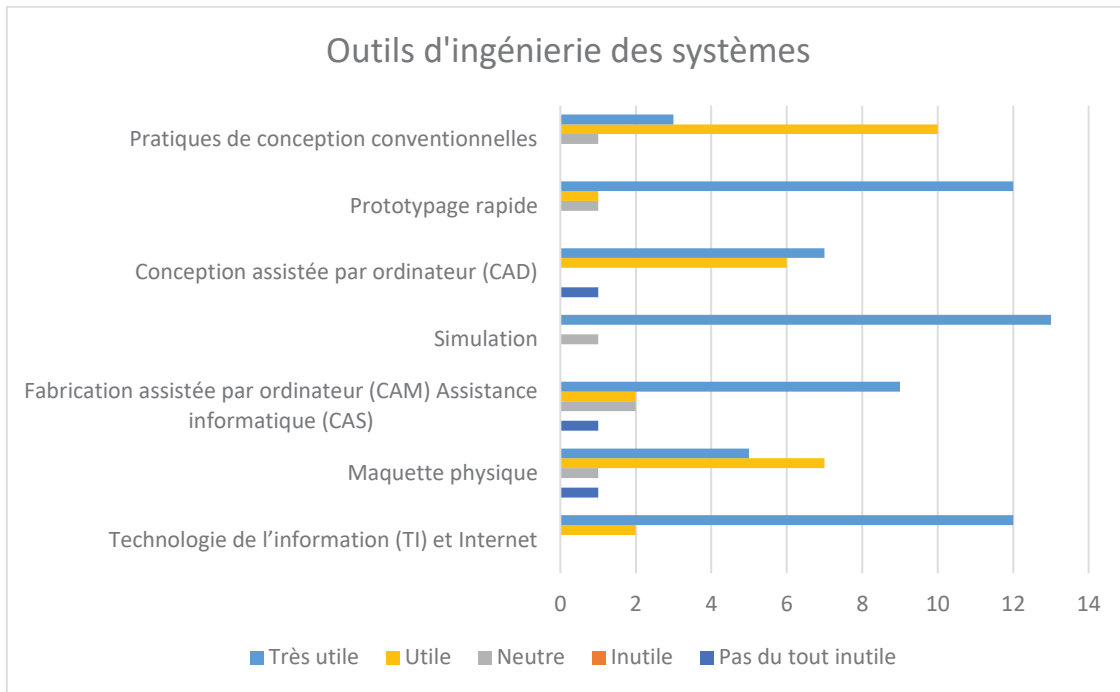


Figure 36 Outils de d'ingénierie des systèmes

L'analyse des outils d'ingénierie des systèmes montre que les outils qui peuvent potentiellement influencer la relation entre la planification et le succès des projets complexes sont les suivants :

- La simulation, avec 13 managers déclarant qu'elle est très utile.
- Le prototypage rapide, avec 12 responsables déclarant qu'il est très utile.
- Les technologies de l'information, avec 12 managers déclarant qu'elles sont très utiles.

c) *L'influence des bonnes pratiques de gestion de projet pour la relation entre la planification et la réussite d'un projet complexe.*

L'objectif de cette section est de comprendre l'influence des bonnes pratiques de gestion de projet sur la relation entre la planification et la réussite d'un projet complexe. L'analyse sera présentée sous la forme d'un diagramme. Cette partie du questionnaire nous permettra d'aborder et de tester l'hypothèse 3. Nous avons examiné dans cette section les principales bonnes pratiques de gestion de projet, à savoir l'adaptation, la prise en compte du projet et de sa gestion, les rapports interpersonnels, la prise en charge de l'intégration du projet au niveau cognitif, du contexte et du processus, entre autres.

Tableau 9 Utilité des bonnes pratiques

Les bonnes pratiques	Pas du tout inutile	Inutile	Neutre	Utile	Très utile
Code d'éthique et de déontologie			5	8	1
L'environnement dans lequel les projets fonctionnent			1	6	7
Gestion de l'intégration des projets aux niveaux cognitif, contextuel et du processus.				3	11
Les relations interpersonnelles				5	9
Être attentif au projet et à sa gestion				2	12
L'adaptation			2	7	5

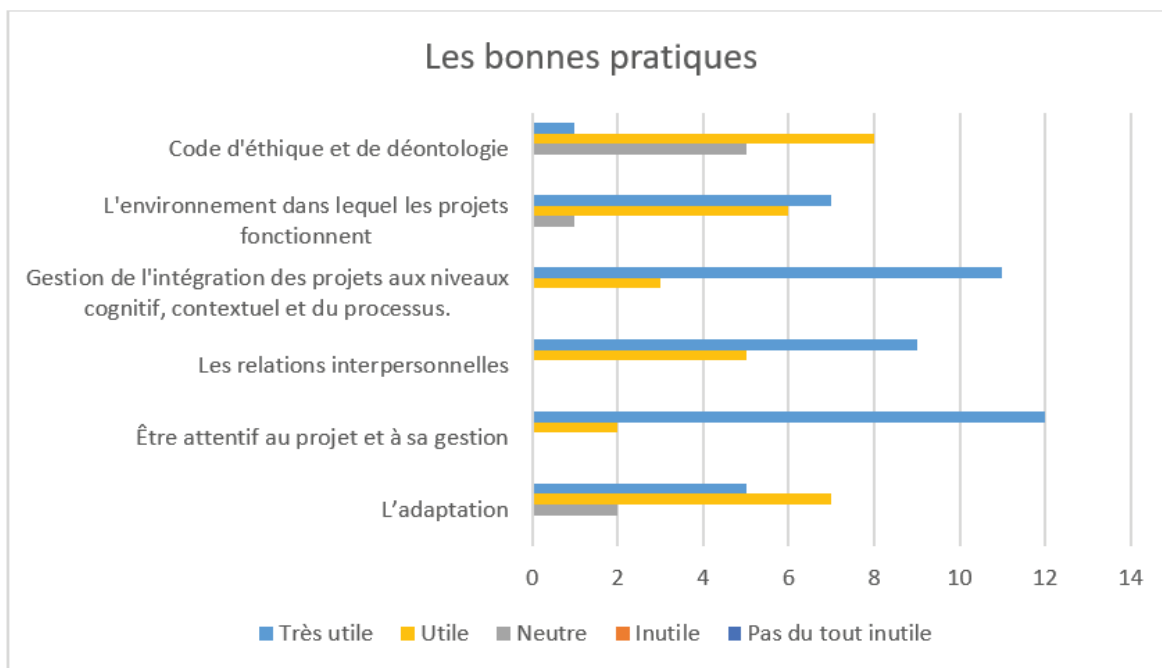


Figure 37 Utilité des bonnes pratiques

Dans cette phase, les résultats sont les suivants :

- Les bonnes pratiques d'adaptation sont utiles
- Être attentif au projet et à sa gestion est très utile

- Les relations interpersonnelles sont très utiles
- La gestion de l'intégration des projets aux niveaux cognitif, contextuel et des processus est très utile.
- L'environnement dans lequel les projets fonctionnent est très utile.
- Le code d'éthique et de déontologie est utile.

Tableau 10 Impact de l'utilisation des bonnes pratiques

Les bonnes pratiques	Très négativement	Négativement	Neutre	Positivement	Très positivement
Code d'éthique et de déontologie			4	1	9
L'environnement dans lequel les projets fonctionnent			3	4	7
Gestion de l'intégration des projets aux niveaux cognitif, contextuel et du processus.			1	2	11
Les relations interpersonnelles				10	4
Être attentif au projet et à sa gestion			1	5	8
L'adaptation				4	10

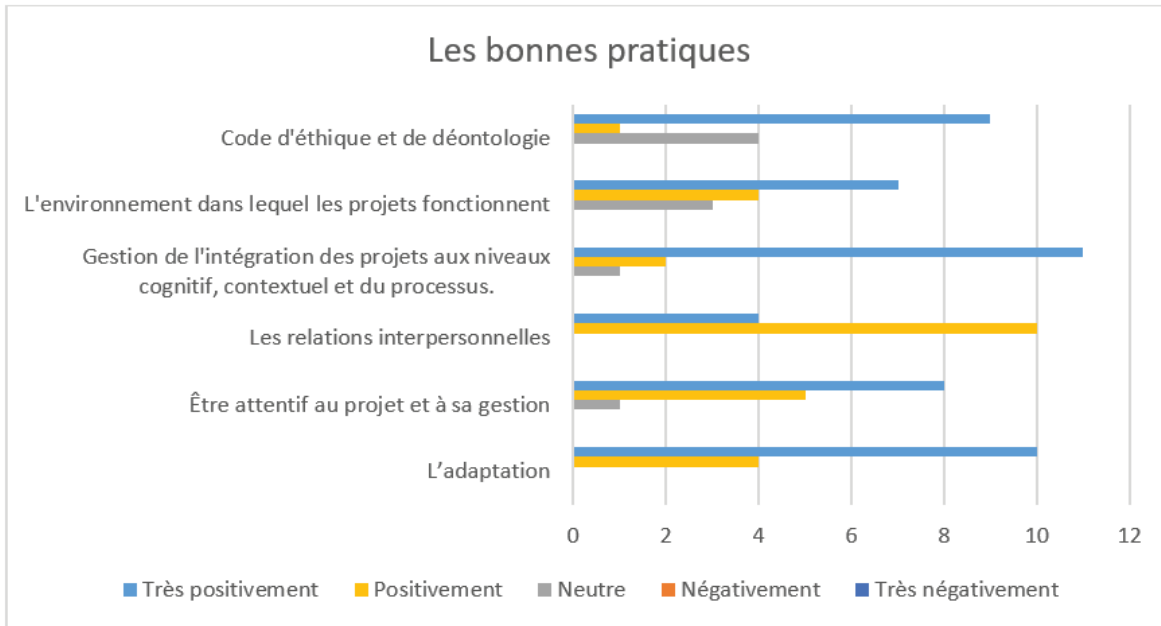


Figure 38 Impact de l'utilisation des bonnes pratiques

Pour l'étape suivante, les résultats sont :

- Les bonnes pratiques d'adaptation ont un impact très positif sur la relation entre la planification et la réussite du projet.
- Être attentif au projet et à sa gestion a un impact très positif sur la relation entre la planification et la réussite du projet.
- Les relations interpersonnelles ont un impact positif sur la planification et la réussite des projets.
- La gestion de l'intégration du projet aux niveaux cognitif, contextuel et du processus a un impact positif sur la relation entre la planification du projet et sa réussite.
- L'environnement dans lequel les projets fonctionnent a un impact très positif sur la relation entre la planification et la réussite du projet.
- Le code d'éthique et de déontologie a un impact très positif sur la relation entre la planification du projet et sa réussite.

5. DISCUSSION ET VÉRIFICATIONS DES HYPOTHÈSES

5.1. Hypothèse 1

Hypothèse 1 : La planification du projet favorise à la réussite d'un projet complexe

Le résultat de cette hypothèse se réfère à la section 2 du questionnaire, en fonction des réponses recueillies auprès des chefs de projet.

Avec le tableau suivant, on peut vérifier et répondre à cette hypothèse.

Tableau 11 Récapitulation des étapes de la planification

<i>ÉTAPES DE LA PLANIFICATION</i>	Neutre	Important	Très important
Analyse de faisabilité et définition des objectifs	3	3	8
Définition du périmètre		3	11
Identification des coûts et des ressources		4	10
Élaboration d'un plan de travail complet		4	10
Examen du plan mis en place		5	9
Évaluation		5	9

- Analyse de faisabilité et définition des objectifs : Cette étape est fondamentale, une vision intégrale doit nous renvoyer à l'analyse de l'environnement et de l'impact qu'elle a sur lui ; elle doit aussi considérer l'analyse de la situation interne. Sur elle ; elle doit également prendre en compte l'analyse de la situation interne, en identifiant les acteurs, les zones, les processus identifier les acteurs, les domaines, les processus, etc. L'enquête a mis en évidence son importance avec un score de 8 gestionnaires de projet qui ont affirmé que cette étape est très importante pour le bon déroulement de la planification. La finalité du diagnostic est d'avoir une vision réaliste, de manière à définir les changements ou améliorations à apporter et ainsi construire un plan de travail pour atteindre les objectifs du projet. Un programme de travail pour atteindre les objectifs souhaités. Il convient de mentionner que sans les objectifs, il n'y a pas de clarté sur l'endroit où nous voulons arriver, à partir du diagnostic nous avons une vue d'ensemble des problèmes généraux et spécifiques, qui va nous permettre d'atteindre les objectifs souhaités. Et les problèmes spécifiques du projet, ce qui conduit à l'élaboration

d'objectifs généraux et spécifiques dans le but de l'objectif à atteindre compte tenu de l'ensemble des actions qui seront développées tout au long de l'opération, le long de l'itinéraire de travail. Une fois que les stratégies et actions proposées auront été mises en œuvre.

- Définition du périmètre : Il s'agit de l'étape définie comme la plus importante dans les réponses reçues par les chefs de projet. Il a obtenu un score de 11 sur 14. Ce processus se termine par le plan détaillé du projet, qui génère un document qui servira de base aux décisions futures.

Au minimum, il devrait inclure :

- Description du produit, précisant les caractéristiques techniques et commerciales à atteindre.
 - Liste des produits livrables avec les sous-produits à produire.
 - Objectifs et spécifications des critères quantifiables à atteindre par le projet, tels que la qualité, le coût ou le délai.
- Identification des coûts et des ressources : L'identification des ressources nécessite un examen de ces facteurs en tant qu'intrants :
 - Facteurs environnementaux de l'entreprise. Certains de ces facteurs sont :
 - La culture de l'organisation.
 - Infrastructure (installations et équipements).
 - Les ressources humaines.
 - Conditions du marché.
 - Les atouts des processus de l'organisation. Il s'agit notamment de :
 - Politiques formelles et informelles liées aux activités de planification, procédures et directives.
 - Liste des activités passées du projet.
 - Déclaration la portée du projet. Il est tenu compte de :
 - Les livrables, les contraintes (limitant les options de l'équipe) et les hypothèses (facteurs mesurables pour la planification, tels que les heures de travail) qui ont été documentés.

À ce stade, les gestionnaires ont déclaré un niveau d'importance élevé, 10 sur 14 ont eu cette réponse.

- Élaboration d'un plan de travail complet : Cette étape a connu un niveau très élevé de 10 cadres sur 14. Il est mentionné que les 4 autres gestionnaires ont jugé cette étape importante. Un plan de travail est un schéma décrivant un ensemble de buts et de processus par lesquels une équipe ou un individu peut atteindre ses objectifs. Il permet également au lecteur de mieux comprendre la portée du projet. Dans l'environnement professionnel ou universitaire, les plans de travail vous aideront à rester organisé pendant la réalisation d'un projet.
- Examen du plan mis en place : Lors de cette phase, on constate que 9 managers trouvent le contrôle de gestion très important et 5 le considèrent comme important, et que le contrôle de

gestion est un complément indispensable à la planification, puisqu'il s'agit d'une phase importante pour la réussite d'un projet, puisqu'elle permet de consolider le projet. Cette phase doit comprendre les processus nécessaires au suivi, à l'examen et au contrôle de l'avancement du projet. En outre, le suivi doit porter à la fois sur les processus définis et sur les résultats attendus.

- Évaluation : La planification stratégique adopte une vue panoramique de l'environnement de l'organisation. Les plans stratégiques expriment la finalité de l'organisation et définissent un ensemble d'objectifs à long terme que l'organisation doit s'efforcer d'atteindre afin de tirer parti des opportunités et d'éviter les menaces hypothétiques. Cette dernière étape de la planification a reçu une réponse très similaire à celle des précédentes, puisque 9 des gestionnaires ont déclaré qu'elle était très importante, et 5 qu'elle était importante.

Cependant, à un niveau général, il a été constaté que tous les gestionnaires de projet ont déclaré que les étapes de planification étaient importantes pour le développement réussi du projet complexe.

En conséquence, à partir de cette analyse, on peut affirmer que nous acceptons l'hypothèse 1, pour laquelle la planification de projet favorise la réussite d'un projet complexe.

5.2. Hypothèse 2

Hypothèse 2 : L'ingénierie des systèmes modère positivement la relation entre la planification et la réussite d'un projet complexe

Selon les réponses recueillies auprès des chefs de projet, la réponse à cette hypothèse se réfère à la section 3 du questionnaire.

En revanche, la question clé relative à l'hypothèse 2 du questionnaire a reçu une réponse unanime, à savoir que 100% des chefs de projet interrogés ont déclaré que l'ingénierie des systèmes a un impact très positif sur la relation entre le succès et la planification des projets complexes.

Nous acceptons donc clairement et immédiatement l'hypothèse 2, selon **laquelle l'ingénierie des systèmes modère positivement la relation entre la planification et la réussite d'un projet complexe.**

5.3. Hypothèse 3

Hypothèse 3 : Les bonnes pratiques en matière de gestion de projet modèrent positivement la relation entre la planification et la réussite d'un projet complexe.

Selon les réponses recueillies auprès des chefs de projet, la réponse à cette hypothèse se réfère à la section 4 du questionnaire.

Cette hypothèse peut être vérifiée grâce au tableau ci-dessous.

Tableau 12 Récapitulation des bonnes pratiques

Les bonnes pratiques	Neutre	Positivement	Très positivement
L'adaptation		4	10
Être attentif au projet et à sa gestion	1	5	8
Les relations interpersonnelles		10	4
Gestion de l'intégration des projets aux niveaux cognitif, contextuel et du processus.	1	2	11
L'environnement dans lequel les projets fonctionnent	3	4	7
Code d'éthique et de déontologie	4	1	9

- L'adaptation : En effet, le lancement d'un nouveau projet, avec un nouveau personnel, de nouveaux horaires, de nouvelles ressources, de nouveaux coûts, tout cela demande de l'organisation, de la planification, mais aussi un sens du changement, s'adapter au changement est la meilleure façon de voir la clarté des objectifs.

Maintenant, pour cette première bonne pratique, 4 gestionnaires de projet ont considéré la relation entre la planification et la réussite du projet comme positive et 10 comme très positive.

- Être attentif au projet et à sa gestion : Grâce à une écoute attentive de votre part et de vos progrès, vous pouvez ajuster le calendrier de réalisation du projet en le révisant jour après jour au fur et à mesure de l'avancement des travaux. Vérifiez régulièrement que vos progrès sont conformes au plan et modifiez-le si nécessaire. Soulignez ce qui va bien, ce qui a besoin d'être amélioré et les mesures correctives à prendre.

Néanmoins, dans cette pratique, le nombre de réponses neutres était de 1, le nombre de réponses positives de 5 et le nombre de réponses très positives de 8.

- Les relations interpersonnelles : Les bonnes relations humaines au sein d'une entreprise sont un facteur très important de réussite, non seulement avec le client, mais aussi en interne au sein de l'équipe qui constitue le capital humain de l'entreprise.

Pour cette bonne pratique, les réponses des gestionnaires de projet penchent plutôt vers l'importance avec un score de 10, les autres gestionnaires de projet ont déclaré qu'elle était très importante.

- Gestion de l'intégration des projets aux niveaux cognitif, contextuel et du processus : Il s'agit de la coordination de tous les éléments d'un projet. Cela englobe des activités telles que la coordination des tâches, des ressources, des parties prenantes et de tout autre élément du

projet, ainsi que la gestion des conflits entre les différents aspects d'un projet, la recherche de compromis entre des demandes concurrentes et l'évaluation des ressources.

Pour cette bonne pratique, nous avons reçu une réponse neutre, deux réponses importantes et onze réponses très importantes de la part de nos gestionnaires de projet.

- L'environnement dans lequel les projets fonctionnent : Les projets fonctionnent dans des environnements avec des contraintes imposées par l'organisation elle-même, telles que sa structure organisationnelle et le cadre de gouvernance défini. Le gestionnaire de projet doit comprendre ces environnements afin de comprendre et d'identifier d'où vient l'autorité ou qui est responsable au sein de l'organisation. L'interaction de divers facteurs au sein de l'organisation crée un système unique qui influence les projets opérant dans ce système.

Cependant, en ce qui concerne cette bonne pratique importante, les gestionnaires de projet l'ont déclarée neutre trois fois, 4 fois importante et 7 fois très importante.

- Code d'éthique et de déontologie : La définition simple et claire est que l'éthique est un ensemble de valeurs et de principes moraux à partir desquels un individu oriente sa conduite dans la société, son travail et son environnement professionnel, afin de lui permettre de prendre des décisions et de mener à bien son projet. Cependant, cette bonne pratique importante a reçu un score de 4 comme neutre, 1 comme important et 9 comme très important de la part de nos gestionnaires de projet.

Cependant, à un niveau général, il a été constaté que tous les gestionnaires de projet ont déclaré que l'application de bonnes pratiques a un impact très positif sur la relation entre la planification et la réussite d'un projet complexe. **En conséquence, à partir de cette analyse, on peut affirmer que nous acceptons l'hypothèse 3, pour laquelle les bonnes pratiques en matière de gestion de projet modèrent positivement la relation entre la planification et la réussite d'un projet complexe.**

5.4 Synthèse à la lumière des résultats et discussions

Objectifs Partie 2 Analyser / comprendre

5.4.1. Objectif 6 : Établir si la planification est un facteur clé de la réussite d'un projet complexe

QR2.1 : Quelle est l'importance de la planification dans le succès des projets complexes ?

La planification est une étape fondamentale dans la gestion de projet, c'est la base pour le bon développement du projet, pour les projets complexes cela implique un plus grand effort de planification, un plus grand dévouement et temps pour coordonner toutes les ressources disponibles pour le projet complexe d'une manière adéquate. Nous pouvons donc affirmer que l'importance de la planification, selon les enquêtes réalisées, est significativement élevée pour le succès des projets complexes.

QR2.2 : Quels sont les principaux outils de planification d'un projet complexe ?

Dans le monde des projets complexes, il est très utile d'utiliser des outils qui nous permettent d'évaluer, d'analyser et d'obtenir des résultats plus efficaces. Cependant, certains d'entre eux se distinguent dans la pratique, que ce soit en raison du secteur de développement du projet ou de la connaissance et de la maîtrise de cet outil par chaque gestionnaire de projet. Nous avons constaté, par exemple, dans les réponses données par nos chefs de projet, que la majorité des responsables développant leurs projets dans le domaine de la construction ont indiqué que l'outil organigramme était d'une importance neutre, tandis que la liste de contrôle était un outil très utile pour eux. Cependant, nous avons constaté que les chefs de projet du secteur aéronautique (qui constituent la majorité des répondants), connaissent assez bien tous les outils de planification, des plus basiques aux plus complexes, tous mentionnant l'outil chemin critique comme très important, ainsi que le diagramme d'Ishikawa, l'OTP et les diagrammes à barres.

En résumé, il est conclu que les principaux outils de planification d'un projet complexe sont le chemin critique, le réseau PERT, le WBS, le diagramme de Gantt, la liste de contrôle, l'organigramme, le Pareto et le RCA (Root Cause Analysis). (Voir figure 36).

5.4.2. Objectif 7 : Établir l'influence de l'ingénierie des systèmes dans la relation de planification et la réussite d'un projet complexe.

QR2.3 : Comment la relation planification - réussite des projets complexes est-elle modérée par l'ingénierie des systèmes ?

Selon les réponses obtenues par questionnaires de projet, et si nous regroupons les réponses "positives" et "très positives" en un seul ensemble "positif". On peut affirmer que la totalité des réponses étaient qu'effectivement l'ingénierie des systèmes influence positivement la relation entre la planification et le succès des projets complexes.

De plus, cette réponse est cohérente avec les évaluations faites ci-dessus, l'ingénierie des systèmes pour la gestion de projet a un grand potentiel d'aide, grâce aux différents outils qu'elle comprend, cette discipline scientifique peut contribuer à obtenir des résultats plus efficaces et efficaces dans des projets complexes.

QR2.4 : Quels sont les outils et techniques d'ingénierie des systèmes les plus fréquemment utilisés pour les projets complexes ?

Cette rubrique du questionnaire tient compte du fait que les réponses sont conditionnées par des facteurs tels que les connaissances acquises par chacun des chefs de projet sur chaque outil, mais aussi par le besoin qu'à chaque secteur d'utiliser un outil particulier. Par exemple, pour la construction, l'outil de conception assistée par ordinateur (CAO) est utile, pour le secteur aéronautique et industriel, c'est la simulation qui est largement utilisée en raison de son approche efficace de la réalité.

Toutefois, d'après les réponses de nos chefs de projet, les outils d'ingénierie des systèmes sont largement utilisés dans tous les domaines, la simulation arrivant en tête des outils les plus utiles,

suivie du prototypage rapide, des technologies de l'information (TI) et des pratiques de conception conventionnelles.

5.4.3. Objectif 8 : Établir l'influence des bonnes pratiques dans la relation planification et le succès d'un projet complexe.

QR2.5 : Quelles sont les meilleures pratiques les plus fréquemment utilisées pour la gestion des projets complexes ?

En effet, selon les résultats obtenus par nos chefs de projet, ce chapitre a une signification principalement personnelle, car le résultat reflétera les bonnes pratiques les plus fréquentes utilisées par chaque chef de projet pour ses projets.

Dans ce cas, la focalisation et la gestion du projet arrivent en premier avec un résultat de 12, suivies de la gestion de son intégration au niveau cognitif, contextuel et des processus avec un résultat de 11.

Tableau 13 Les meilleures pratiques les plus fréquemment utilisées pour la gestion de projets complexes

<u>Les bonnes pratiques</u>	<u>Très utile</u>
Être attentif au projet et à sa gestion	12
Gestion de l'intégration des projets aux niveaux cognitif, contextuel et du processus.	11

QR2.6 : Comment la mise en œuvre des meilleures pratiques impacte sur la réussite des projets complexes ?

Selon cette réponse, comme attendu, les bonnes pratiques ont indiqué une grande importance pour les relations de planification et pour le succès du projet, car toutes les bonnes pratiques obtiennent des scores essentiellement positifs et très positifs, mais selon les réponses de nos chefs de projet, la gestion de l'intégration du projet sur le plan cognitif, contextuel et du processus obtient le meilleur score.

Il faut également noter que les bonnes pratiques sont déclarées comme très importantes pour la gestion de projet, donc pour un projet complexe, leur utilisation est également un facteur qui peut grandement aider au succès et à la réalisation du projet complexe.

6. CONCLUSION

Cette étude nous permet de vérifier que l'ingénierie des systèmes est un outil qui a un impact positif sur l'organisation et la planification des projets complexes. Il s'agit essentiellement d'un domaine

interdisciplinaire de l'ingénierie qui se concentre sur la manière de concevoir et de gérer des systèmes complexes d'ingénierie tout au long de leur cycle de vie. Cependant, lorsqu'il s'agit de planifier et d'organiser des projets complexes, l'ingénierie des systèmes déclenche un certain nombre d'outils utiles pour augmenter la probabilité de réussite du projet ; des sujets tels que l'ingénierie des exigences, la fiabilité, la logistique, la coordination de différentes équipes, les tests et l'évaluation, la durabilité et bien d'autres disciplines font une différence considérable lorsqu'il s'agit de projets importants ou complexes.

Aujourd'hui, d'un point de vue global, l'ingénierie des systèmes aide à l'organisation de projets complexes en générant des méthodes plus efficaces afin de maintenir les restrictions et les conditions idéales pour chaque projet. Par exemple, l'ingénierie de contrôle, les processus de travail, les études organisationnelles, les méthodes d'optimisation et les outils de gestion des risques sont quelques-uns des outils d'ingénierie des systèmes les plus importants pour l'organisation de projets complexes. De même, l'ingénierie des systèmes assure une bonne gestion de la planification des projets complexes en garantissant que tous les aspects probables d'un projet ou d'un système sont considérés et intégrés dans un tout, c'est-à-dire que les entrées et les sorties, les données, les facteurs externes et internes, les ressources, les composants et les informations sont fusionnés dans un tout, en réalisant le paramétrage de chaque élément en fonction des variables de coût et de temps établies dans chaque projet.

6.1. Apport à la recherche

À partir des résultats, nous avons identifié l'influence des trois facteurs suivants : l'ingénierie des systèmes, les bonnes pratiques relationnelles et la planification sur l'impact sur la réussite des projets complexes. Nous avons également examiné quels sont les outils d'ingénierie des systèmes les plus fréquemment utilisés pour le développement réussi d'un projet complexe et nous avons également évalué certains des outils de planification. Quelle est l'importance de la planification dans le succès des projets complexes ? Quels sont les principaux outils de planification d'un projet complexe ? Comment la relation planification réussite des projets complexes est-elle modérée par l'ingénierie des systèmes ? Quels sont les outils et techniques d'ingénierie des systèmes les plus fréquemment utilisés pour les projets complexes ? Quelles sont les meilleures pratiques les plus fréquemment utilisées pour la gestion des projets complexes ? Quelles sont les meilleures pratiques les plus fréquemment utilisées pour la gestion des projets complexes ? Le traitement des résultats et la discussion nous a permis de répondre à ces questions. Grâce à la réalisation de nos objectifs de recherche, nous avons pu répondre à notre problème spécifique. Cette étude nous a également permis de vérifier la relation entre les différentes variables influençant un projet complexe. Les résultats peuvent servir aux gestionnaires de projets pour prendre en compte l'influence entre les différentes variables dans la conception de leurs projets. Par ailleurs, cette recherche estime que l'ingénierie des systèmes constitue un outil utile dans un projet complexe et que, à travers les différents outils qu'elle offre, on peut avoir un processus plus efficace et augmenter les chances de succès du projet.

Par ailleurs, via l'expérience et les connaissances des chefs de projet, ce travail ouvre également la possibilité aux futurs chefs de projet d'avoir une vision plus précise des outils les plus utilisés afin de mieux les connaître et de pouvoir obtenir à la fois une trajectoire professionnelle plus riche et des projets plus aboutis.

6.2. Limites

Tout d'abord, l'échantillon utilisé dans la recherche était de 14 personnes, ce qui présente une image statistiquement pas assez représentative pour trouver des réponses qui pourraient s'avérer plus précises pour mieux soutenir les hypothèses.

En outre, étant donné que les outils mentionnés, que ce soit l'ingénierie des systèmes ou des outils de planification tels que les bonnes pratiques, ne constituent que certains des nombreux outils utilisés par les chefs de projet, tous n'ont pas été pris en compte, ce qui réduit le champ d'application.

Par conséquent, il serait intéressant que les recherches futures touchent un plus grand nombre de chefs de projet. En outre, il serait intéressant de traiter davantage d'outils d'ingénierie et de planification des systèmes. En bref, à titre personnel, ce travail de recherche a contribué à une compréhension plus globale de la gestion des projets complexes et de l'importance que les gestionnaires de projet accordent à l'utilisation d'outils d'ingénierie des systèmes aux fins de la réussite d'un projet complexe.

7. BIBLIOGRAPHIE

- 27th IPMA World Congress. (s.d.). Shanghai.
- Ancona, & Caldwell. (1990). *Boundary Management. Research Technology Management*.
- Arellano D, Danti J., & Pérez M.F. (2016). *Proyectos y Sistemas Complejos. PMI-INCOSE*.
- Baccarini. (1996). *The concept of project complexity –a review. International Journal of Project Management* (Vol. 14).
- Barker, B. (2003). *Determining Systems Engineering Effectiveness. Conference on Systems Integration, Stevens Institute of Technology*. NJ.: Hoboken.
- Bar-Yam, Y. (2003). *Dinámica de Sistemas Complejos: studies in nonlinearity*. Westview Press.
- Bar-Yam, Y. (2003). *Dynamique des systèmes complexes : études sur la non-linéarité*. Ed. Westview Press. .
- Batista, L., & Monsuez, B. (2021). Design Strategies for Integrating Artificial Intelligence into Systems Engineering Environment. *Computer Science and System Engineering Institut Polytechnique de Paris*, 3.
- Bennett, J. (1991). *International Construction Project Management: General Theory and Practice*. Butterworth-Heinemann. Oxford.
- Bennett, J. (1991). *International Construction Project Management: General Theory and Practice*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Blanchard, B. S., & Blyler, J. E. (2016). *SYSTEM ENGINEERING MANAGEMENT*. New Jersey.
- Briseño. (2003). *planificacion del proyecto*. New York.
- CEBRIÁN, J., L. (1998). *La red*. Madrid.Taurus.
- Curlee, W., & Gordon, R. L. (2011). *COMPLEXITY THEORY AND PROJECT MANAGEMENT*. e United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- DeMarco, T. y. (2003). *Waltzing with bears-risks on projects*. Dorset: Dorset House Publishing.
- Dombkins, D. (2008). *The Integration of Project Management and Systems Thinking. A chapter published in the annual publication of International Project Management Association*. XXIX.
- Dombkins, D. (2008). *The Integration of Project Management and Systems Thinking. A chapter published in the annual publication of International Project Management Association* (Vol. XXIX).
- Frantz, W. F. (1995). *The Impact of Systems Engineering on Quality & Shedule - Empirical Evidence*. St. Louis: INCOSE International Symposium.
- Gruhl, W. (1992). *Lessons Learned, Cost/Schedule Assessment Guide*. United States: InternalPresentation, NASA.
- Handley, H. A., & Tolk, A. (2021). A Framework of Human Systems Engineering. Applications and Case Studies. *IEEE Press Editorial Board*, 11.
- Hansen, Z. N., Haug, . A., Afandi, S., & Hvam, L. (2021). Complexity management in project organisations. *German Academic Society for Production Engineering (WGP)*, 2.
- Harold Kerzner and Curl Beluck . (2010). *Managing Complex Projects* . United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- Hass K, B. (2009). *Managing complex projects a new model. Management concepts*.
- Hayek, F. A. (1967). *The theory of complex phenomena*. Londonn: Routledge & Kegan Paul.

- Helbrough, B. (1995). *Computer assisted collaboration—the fourth dimension of project* (Vol. 13). International Journal of Project Management.
- Hill, T. (1983). *Production/Operations Management* Prentice-Hall. New Jersey.
- Hill, T. (1983). *Production/Operations Management* Prentice-Hall. New Jersey.
- Hitchens, D. K. (2003). *Advanced Systems Thinking, Engineering, and Management*. Boston, MA: Artech House.
- Holt, J. (2021). *Systems Engineering Demystified. A practitioner's handbook for developing complex systems using a model-based approach*. Birmingham: Packt Publishing Ltd.
- Honour, E. (2004). *Understanding the Value of Systems Engineering. Proceeding of the INCOSE International Symposium*. Toulouse, France.
- Honour, E. (2006). *A Practical Program of Research to Measure Systems Engineering Return on Investment. Proceeding of the Sixteenth Annual Symposium of the International Council on Systems Engineering*. Orlando, Florida.
- INCOSE UK. (2010).
- Knight, F. (1921). *Risk, uncertainty and profit*. Washington: Beard Books.
- Kossiakof, A., & Sweet, W. (2003). *Systems Engineering Principles and Practices*. NY: Wiley & Sons.
- Kurtz, C. &. (2003). *The new dynamics of strategy: Sense-making in a complex and complicated world* (Vol. 3). IBM Systems Journal.
- Lloyd, S. (2001). *Measures of complexity a non-exhaustive*. Massachusetts: Department of Mechanical Engineering. Massachusetts Institute of Technology. .
- McKinnie, R. (2007). *The application of complexity theory to the field of project management*. UMI No. 3283983.
- Mejía, G. C. (2015). *Revue des sciences stratégiques.*, 23, 34.
- Menshenin, Y., Moreno, C., Brovar, Y., & Fortin, C. (2021). Integration of MBSE and PLM: complexity and uncertainty. *Skolkovo Institute of Science and Technology*, 2.
- Mertens, L. (1996).
- Miller, R. (2000). *The Strategic Management of Large Engineering Projects*. MIT Press.
- Morris, P., Pinto, J., & Söderlund, J. (2012). *The Oxford Handbook of Project Management*.
- Norman, D. (1990). *The Design of Everyday Things*. New York, NY: Doubleday.
- Orăștean, R., Ogorean, C., & Mărginean, S. C. (2021). Organizations and performance in a complex world. *26th International Economic Conference of Sibiu (IECS)*, 79.
- Payne, J. (1995). *Management of multiple simultaneous projects: a state-of-the-art review* (Vol. 3). International Journal of Project Management.
- Payne, J. (1995). *Management of multiple simultaneous projects: a state-of-the-art review*. (Vol. 3). International Journal of Project Management.
- Project Management Institute. (2004). *A guide to the Project Management Body of Knowledge: (PMBOK guide)*. Project Management Institute.
- Project Management Institute. (2013). *Comment se débrouiller dans un environnement complexe*. Pennsylvania: PMI: PMI.
- Sillitto, H. G. (2012). *Integrating Systems Science, Systems Thinking, and Systems Engineering: Understanding the Differences and Exploiting the Synergies*. Rome, Italy: International Council on Systems Engineering.: Proceedings of the 22nd Annual INCOSE International Symposium. .

- Strogatz, S. (2004). *Sync: the emerging science of spontaneous order*. Penguin Press Science Series. Ed. Penguin. .
- Sweet, & Kossiakof. (2003). *Systems Engineering Principles and Practices*.
- Ven, V. d., A.H., Hargrave, & T.J. (2005). *The use of buffers in project management: the trade-off between stability and makespan*.
- Vose, D. (2008). *Risk analysis: a quantitative guide*. Wiley.
- Whitty, S. &. (2009). *And then came Complex Project Management (revised)*. (Vol. 27). International Journal of Project Management.
- Whitty, S., & Maylor, H. (2009). *And then came Complex Project Management (revised)*. International Journal of Project Management,.
- Wiley, J., & Sons. (2010). *Managing Complex Projects*. New Jersey: Wiley.
- Ziemelis, K. &. (2001). *Complex Systems*. *Nature Insight Review* (Vol. 410). Ed. Nature.

8. ANNEXE

QUESTIONNAIRE :

L'INGENIERIE DE SYSTEMES DANS L'ORGANISATION ET PLANIFICATION DES PROJETS COMPLEXES

Tout d'abord, nous tenons à vous remercier d'avoir pris le temps de répondre à ce questionnaire. Nous vous sommes très reconnaissants pour le temps et la sincérité que vous avez consacrés à répondre aux questions.

Ce questionnaire est destiné à la recherche, l'objectif est de déterminer s'il existe une influence positive lors de la mise en œuvre de la planification, de l'ingénierie des systèmes et des meilleures pratiques dans les projets complexes.

Afin de mener à bien cette recherche dans les meilleures conditions pour obtenir des résultats statistiques, nous sollicitons votre collaboration en tant que chef de projet, en fonction de votre formation et de votre expérience. Ce questionnaire vous prendra environ 15 - 20 minutes de votre temps.

Il est important de mentionner que toutes vos réponses resteront strictement confidentielles, personne ne pourra accéder aux informations que vous nous fournirez, afin de garantir votre identité et la confidentialité de vos informations.

Pour ce questionnaire, il n'y a pas de questions vraies ou fausses, il s'agit de faire appel à votre expérience et à vos connaissances pour répondre.

Le questionnaire est divisé en quatre sections :

Section 1 : Données générales du chef de projet

Section 2 : L'influence de la planification pour les projets complexes

Section 3 : L'influence de l'ingénierie des systèmes pour la relation entre la planification et la réussite d'un projet complexe

Section 4 : L'influence des bonnes pratiques de gestion de projet pour la relation entre la planification et la réussite d'un projet complexe

Merci de votre collaboration

Section 1 : Données générales du chef de projet

1.1. Secteur du développement de projets complexes :

- Transport
- Pharmaceutique
- Agriculture/mine
- Manufacturier/construction
- Consultation
- Energie
- Technologie de l'information
- Ingénierie
- Autre

1.2. Nombre de projets réalisés par année :

- 1 à 5 projets
- 6 à 10 projets
- 11 à 20 projets
- Plus de 20 projets

1.3. Nombre de projets complexes réalisés par année :

- 1 à 5 projets
- 6 à 10 projets
- 11 à 20 projets
- Plus de 20 projets

1.4. Budget moyen des projets complexes réalisés :

- Moins de 50 k\$
- Entre 50 k\$ et 199 k\$
- Entre 200 k\$ et 499 k\$
- Entre 500 k\$ et 999 k\$
- Plus de 1 000 000 \$

1.5. Nombre de projets complexes réalisés en utilisant l'ingénierie des systèmes :

- 0 projets
- 1 à 5 projets
- 6 à 10 projets
- 11 à 20 projets
- Plus de 20 projets

Section 2 : L'influence de la planification pour les projets complexes

Les questions suivantes sont liées aux étapes de la planification, que vous connaissez très bien en tant que chef de projet (une brève description sera donnée ci-dessous). Nous allons vous poser quelques questions afin d'obtenir votre point de vue en fonction de votre expérience et de vos connaissances.

RCA (Root Cause Analysis) Il s'agit d'une méthode de résolution des problèmes qui vise à empêcher la réapparition d'un problème ou d'un défaut en identifiant ses causes.

Diagramme d'Ishikawa Également appelé "diagramme en arête de poisson" : il s'agit d'une représentation graphique simple dans laquelle on peut voir une sorte de colonne vertébrale centrale de manière relationnelle, qui est une ligne dans le plan horizontal, représentant le problème à analyser, qui est inscrit à sa droite.

Diagrammes de flux Est un terme collectif pour un diagramme représentant un flux ou un ensemble de relations dynamiques dans un système.

Listes de contrôle Fournit une liste étendue des résultats à produire, en plus des livrables clés du projet, pour assurer la clôture du projet.

Histogrammes Est une représentation graphique d'une variable sous forme de barres, où la surface de chaque barre est proportionnelle à la fréquence des valeurs représentées.

Pareto Est un graphique permettant d'organiser les données par ordre décroissant, de gauche à droite et séparées par des barres. Il vous permet d'attribuer un ordre de priorité.

Diagrammes de dispersion Ou le nuage de points, constitue la représentation graphique de la relation entre deux variables de niveau de mesure proportionnelle.

Diagramme de Gantt Est un outil graphique dont le but est d'afficher le temps prévu pour différentes tâches ou activités sur une durée totale donnée.

Chemin critique Est la séquence des activités du projet qui s'additionnent pour former la plus longue durée globale. Cela détermine le temps le plus court possible pour réaliser le projet.

Réseau PERT Elle fournit une méthode et des moyens pratiques pour décrire, représenter, analyser et suivre de manière logique les tâches (en) et le réseau des tâches à réaliser dans le cadre d'une action à entreprendre ou à suivre. Le diagramme PERT représente le planning des travaux par un graphe de dépendances.

WBS Est un outil fondamental qui consiste en une décomposition hiérarchique, orientée vers les livrables, du travail à exécuter par l'équipe de projet pour atteindre les objectifs du projet et créer les livrables requis, où chaque niveau descendant de la SRT représente une définition progressivement détaillée du travail du projet.

2.1. Selon vous, quel est le niveau de pertinence des étapes de planification pour les projets complexes ?

<i>ÉTAPES DE LA PLANIFICATION</i>	Pas du tout important	Pas important	Neutre	Important	Très important
Analyse de faisabilité et définition des objectifs					
Définition du périmètre					
Identification des coûts et des ressources					
Élaboration d'un plan de travail complet					
Examen du plan mis en place					
Évaluation					

2.2. Selon votre expérience, merci d'évaluer l'importance de chaque outil pour la planification de projets complexes en fonction de son utilité :

<i>Outils de planification de projets complexes</i>	Pas du tout utile	Pas utile	Neutre	Utile	Très utile
RCA (Root Cause Analysis)					
Diagramme d'Ishikawa.					
Diagrammes de flux.					
Listes de contrôle.					
Histogrammes.					
Pareto.					
Diagrammes de dispersion.					
Diagramme de Gantt					
Chemin critique					
Réseau PERT					
WBS					

Section 3 : L'influence de l'ingénierie des systèmes pour la relation entre la planification et la réussite d'un projet complexe.

Les questions suivantes font référence à la relation entre les projets complexes et l'ingénierie des systèmes, une brève description sera donnée ci-dessous :

Ingénierie des systèmes est un domaine interdisciplinaire de l'ingénierie qui permet d'étudier et de comprendre la réalité, dans le but de mettre en œuvre ou d'optimiser des systèmes complexes. Les modèles et outils de conception d'ingénierie des systèmes sont :

Les technologies de l'information (TI) font référence aux réseaux, à l'équipement, aux logiciels, ainsi qu'aux systèmes d'entrepôt et de gestion des données d'une entreprise.

Maquette physique représentation physique ou virtuelle réduite d'une structure construite dans le but d'étudier des aspects particuliers d'une conception architecturale ou de présenter un projet.

Fabrication assistée par ordinateur (CAM) Assistance informatique (CAS) est l'utilisation de logiciels pour contrôler les machines-outils et les outils connexes dans la fabrication de pièces.

Simulation est l'imitation du fonctionnement d'un processus ou d'un système du monde réel dans le temps.

Conception assistée par ordinateur (CAD) est l'utilisation de logiciels qui permettent de réaliser une modélisation géométrique d'un objet afin de pouvoir simuler des tests en vue d'une fabrication.

Prototypage rapide permet aux entreprises de démontrer la faisabilité de leurs idées, de faire évoluer ces concepts pour obtenir des prototypes reproduisant très fidèlement l'aspect et le fonctionnement des produits finis, et de faire passer une série d'étapes de validation aux produits en vue d'une production de masse.

3.1. Selon vous, comment l'ingénierie des systèmes impacte la relation entre la réussite et la planification des projets complexes?

- Très négatif
- Négatif
- Neutre
- Positif
- Très positif

3.2. Selon vos connaissances, quels sont les outils d'ingénierie des systèmes les plus utilisés chez vous pour les projets complexes ?

Les étapes de la planification	Pas du tout inutile	Inutile	Neutre	Utile	Très utile
Technologie de l'information (TI) et Internet					
Maquette physique					
Fabrication assistée par ordinateur (CAM) Assistance informatique (CAS)					
Simulation					
Conception assistée par ordinateur (CAD)					
Prototypage rapide					
Pratiques de conception conventionnelles					

Section 4 : L'influence des bonnes pratiques de gestion de projet pour la relation entre la planification et la réussite d'un projet complexe.

4.1 Selon votre expérience, quel est le niveau d'importance respectif de chaque bonne pratique dans la gestion des projets complexes ?

Les bonnes pratiques	Pas du tout inutile	Inutile	Neutre	Utile	Très utile
L'adaptation					
Être attentif au projet et à sa gestion					
Les relations interpersonnelles					
Gestion de l'intégration des projets aux niveaux cognitif, contextuel et du processus.					
L'environnement dans lequel les projets fonctionnent					
Code d'éthique et de déontologie					

4.2 Selon votre expérience, comment chaque bonne pratique modère la relation planification et réussite du projet ?

Les bonnes pratiques	Très négativement	Négativement	Neutre	Positivement	Très positivement
L'adaptation					
Être attentif au projet et à sa gestion					
Les relations interpersonnelles					
Gestion de l'intégration des projets aux niveaux cognitif, contextuel et du processus.					
L'environnement dans lequel les projets fonctionnent					
Code d'éthique et de déontologie					

MERCI BEAUCOUP !!