

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

ORGANISATION ET GESTION DU CYCLE DE VIE DU PROJET
COMPLEXE

MÉMOIRE PRÉSENTÉ
COMME EXIGENCE PARTIELLE DE LA
MAÎTRISE EN GESTION DE PROJET

PAR
KOLSI AMIR

JUILLET 2025

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire. 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. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire requiert son autorisation.

SOMMAIRE

L'organisation et la gestion du cycle de vie des projets complexes joue un rôle clé dans la réussite des projets, en répondant aux exigences requises et en tenant compte de la maturité des équipes projet, ainsi que des normes et des contrats. Ce mémoire vise à explorer comment ces variables influencent l'organisation et la gestion des projets complexes, tout en proposant des solutions pour améliorer leur performance. Les exigences requises, comprenant une définition claire des besoins et des objectifs, constituent un facteur crucial pour assurer une ligne directrice cohérente et minimiser les risques.

De plus, dans la mesure où elle favorise la bonne définition des exigences requises et du contenu du projet, l'organisation et la gestion du cycle de vie du projet complexe est aussi impactée par la maturité de l'équipe.

Par ailleurs, les normes/référentiels et contrats jouent également un rôle déterminant dans l'organisation de la gestion du cycle de vie du projet complexe. Ils fournissent un cadre structurant pour les prises de décision.

Finalement, ce travail est structuré autour de plusieurs axes :

- Une introduction définissant le contexte général et les problématiques spécifiques.
- Une revue de littérature détaillant les concepts de projet complexe, la maturité en gestion de projet, les exigences, le cycle de vie, et les normes applicables.
- Une méthodologie combinant des approches quantitatives et qualitatives pour valider les hypothèses.
- Des résultats et des discussions illustrant les facteurs clés de succès identifiés pour améliorer la gestion des projets complexes.
- Pour conclure, cette recherche, à partir de l'analyse des exigences requises, niveau de maturité ainsi des normes et référentiels, fait ressortir les éléments clés pour réussite l'organisation et la gestion du cycle de vie du projet complexe.

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE	iii
TABLE DES MATIÈRES	iv
LISTE DES TABLEAUX.....	vii
LISTE DES FIGURES.....	viii
LISTE DES ABREVIATIONS	xi
REMERCIEMENTS	xii
CHAPITRE 1 : PROBLÉMATIQUE MANAGÉRIALE	1
1.1 INTRODUCTION	1
1.2 PROBLEMATIQUE GÉNÉRALE.....	3
1.3 PROBLÉMATIQUE SPÉCIFIQUE	9
1.4 LOCALISATION DE LA RECHERCHE.....	11
1.5 OBJECTIFS ET QUESTIONS DE RECHERCHE	12
1.6 PERIMÈTRE DE LA RECHERCHE.....	14
CHAPITRE 2 : REVUE DE LA LITTÉRATURE	16
2.1 PROJET COMPLEXE	16
2.1.1 Caractéristiques des Projets Complexes	16
2.1.2 Les Défis des Projets Complexes	19
2.1.3 Aptitudes essentielles pour la gestion des projets complexes	22
2.1.4 Approches et méthodologies dans les projets complexes	25
2.1.5 Succès des Projets Complexes	28
2.2 MATURITÉ EN GESTION DE PROJET	31
2.2.1 Définition	31
2.2.2 Les origines de la maturité	32
2.2.3 Les différents modèles de maturité	33
2.2.3.1 <i>BIM Capability Maturity Model (BIMCMM)</i>	35
2.2.3.2 <i>BIM Maturity Matrix (BIMMM)</i>	36
2.2.3.3 <i>Organizational BIM Assessment (OBIMA)</i>	37
2.2.3.4 <i>BIM Maturity Measure (BIMM)</i>	37

2.2.4	Les niveaux de maturité.....	38
2.2.5	Choix d'un référentiel de maturité	39
2.2.5.1	<i>CMMI</i>	40
2.2.5.2	<i>ISO/CEI 15504</i>	41
2.3	EXIGENCES REQUISES.....	42
2.3.1	Définition d'une Exigence et Critères de Qualité	42
2.3.2	Types d'Exigences.....	44
2.3.3	Processus de Gestion des Exigences.....	50
2.3.4	Méthodologies pour Gérer les Exigences.....	53
2.4	GESTION DU CYCLE DE VIE DU PROJET	56
2.4.1	Différentes étapes du cycle de vie d'un projet	57
2.4.2	Différents modèles d'approche de cycle de vie de projet.....	58
2.4.2.1	<i>Approche traditionnelle</i>	59
2.4.2.2	<i>Approche Agile</i>	59
2.4.2.3	<i>Approche hybride</i>	61
2.4.3	Risques et défis durant les phases de projet.....	62
2.4.4	Facteurs de succès du projet.....	65
2.5	NORMES ET CONTRATS	70
2.5.1	Les normes internationales.....	70
2.5.1.1	<i>ISO 9001</i>	70
2.5.1.2	<i>ISO 21500 :2021</i>	71
2.5.2	Les référentiels.....	74
2.5.2.1	<i>PMBOK 7^e édition</i>	74
2.5.2.2	<i>Prince 2 7^e édition</i>	78
2.5.3	Les Contrats.....	82
2.5.3.1	<i>Les types des contrats</i>	85
2.5.3.2	<i>Structure de la norme de gestion des contrats et l'approche contractuel management</i>	88
	CHAPITRE 3 :MÉTHODOLOGIE	92
3.1	Contexte de l'étude.....	92
3.2	Type de recherche et démarche méthodologique	92

3.3	Collecte des données	92
3.4	Traitement des données	93
3.5	Limites méthodologiques	93
CHAPITRE 4 : RÉSULTATS ET DISCUSSION		94
4.1	ANALYSE DESCRIPTIVE DE L'ECHANTILLON	94
4.2	Analyse globale	99
4.2.1	Analyse descriptive globale des résultats	99
4.2.1.1	<i>Analyse descriptive section 1</i>	<i>99</i>
4.2.1.2	<i>Analyse descriptive section 2</i>	<i>102</i>
4.2.1.3	<i>Analyse descriptive section 3</i>	<i>104</i>
4.3	DISCUSSION ET VÉRIFICATIONS DES HYPOTHÈSES	106
4.3.1	Hypothèse 1 : Les exigences requises ont un impact significatif sur l'organisation du cycle de vie des projets complexes.....	106
4.3.2	Hypothèse 2 : La maturité de l'équipe projet influence positivement l'organisation et la gestion du cycle de vie des projets complexes.....	109
4.3.3	Hypothèse 3 : L'application des normes et des contrats améliore la gestion du cycle de vie des projets complexes.....	112
CHAPITRE 5 : CONCLUSION.....		115
5.1	Apport à la recherche	116
5.2	Limites de la recherche.....	117
BIBLIOGRAPHIE		118
ANNEXE		122

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Objectifs de la revue de la littérature	13
Tableau 2 : Critères de succès des projets (Williams et al., 2022, p12)	31
Tableau 4 : Les principaux termes de maturité	32
Tableau 5 : Les dix principaux modèles de maturité BIM (adapté de Rashidian, S., Drogemuller, R., & Omrani, S.,2022)	35
Tableau 6 : les types d'exigences (adapté de Young, 2004).....	45
Tableau 7: Type d'exigences non-fonctionnelles (adapté de Young, 2004).....	47
Tableau 8 : Méthodologies hybrides courantes (Reiff et Schlegel 2022, p49)	61
Tableau 9: Les facteurs clé de succès Selon le cycle de vie d'un projet(Adapté de Pinto et Slevin, 1988).....	66
Tableau 10: Modèle de mesure du succès d'un projet (Turner et Zolin,2012)	69
Tableau 11:Les domaines d`ISO21500 et les bénéfices attendus en projets complexes(ISO21500:2021)	73
Tableau 12:Compilation de quelques différences entre, PMBOK et PRINCE2 (Bakhirkin, 2025, p423)	81
Tableau 13: Récapitulation des réponses de la section 1	107
Tableau 14: niveau de maturité d`équipe projet selon les critères	110
Tableau 15: Perception de l'influence sur le cycle de vie.....	110

LISTE DES FIGURES

Figure 1: VOSviewer.....	6
Figure 2 : Localisation de la recherche	12
Figure 3 : Cadre conceptuel	12
Figure 4: définition d'un projet complexe (adapté de Williams, T. M., Samset, K., & Volden, G. H. (2022))	16
Figure 5: Caractéristiques d'un projet complexe selon différents points de vue (adapté de Bakhshi, et al,2016,p.1205)	18
Figure 6: Défis liés à la surveillance du projet.....	20
Figure 7: Les 7 aptitudes pour gérer un projet complexe	22
Figure 8: Outil de workflow de sélection des méthodologies agiles (Jamie Lynn Cooke, 2014)27Figure 9 : Approche intégrée des critères de succès dans les projets(site consulté (https://pmiquebec.qc.ca/approche-integree-criteres-succes-projets/),2 janvier 2025, PMI Lévis Québec)	30
Figure 10: Les niveaux de maturité (Kerzner, 2011)	38
Figure 11: Processus de recueil des exigences.....	43
Figure 12: Classification des exigences non fonctionnelles (Sommerville, 2011, p88)	50
Figure 13: Hiérarchie des exigences	50
Figure 14: traçabilité des exigences	54
Figure 15: Phase de cycle de vie du projet (PMBOK 5th édition, 2013, p39)	58
Figure16: différence entre méthode agile et classique (site consulté https://www.appvizer.fr/magazine/operations/gestion-de-projet/methode-classique-gestion-de-projet , 15 janvier 2025, Zoom sur la méthode classique de gestion de projet).....	60
Figure 17: Les dimensions de la gestion des risques (Thamhain, 2013) ..	64

Figure 18: Relation entre les principes de gestion de projet et les domaines de performance du projet (Guide PMBOK 7th édition,2021)	75
Figure 19: les 7 principes du PRINCE2.....	79
Figure 20: Processus de gestion du contrat (Jean-Charles Savornin, 2016, p56)	84
Figure 21: Archivage des communications (Jean-Charles Savornin, 2016, p68)	85
Figure 22: Cube du CM Model (Schuhmann & Eichhorn, 2020, p37).....	90
Figure 23: Les secteurs d'activité des répondants	95
Figure 24: Répartition des rôles principaux	96
Figure 25: expérience des répondants	97
Figure 26: Budget moyen des projets	98
Figure 27: Effectif de l'organisation	99
Figure 28: Influence des exigences sur la gestion des projets complexes	100
Figure 29: Les approches utilisées pour gérer les exigences dans les projets complexes	101
Figure 30: L'impact des méthodologies sur la réussite des projets complexes	102
Figure 31: Niveau de maturité des équipes projet	103
Figure 32: Influence d'une équipe expérimentée sur la gestion du cycle de vie	104
Figure 33: L'impact des normes et référentiels sur la gestion des projets complexes	105
Figure 34:L'impact des contrats sur la gestion du cycle de vie des projets complexes	106
Figure 35: la clarté des exigences et la structuration du cycle de vie du projet	109
Figure 36: Influence de la maturité des équipes sur la gestion du cycle de vie	112

Figure 37: Impact Des Normes Et Contrats Sur La Gestion Du Cycle De Vie

..... 113

LISTE DES ABBREVIATIONS

ANSI	American National Standards Institute
BIMM	BIM Maturity Measure
BIM	Building Information Modeling
BIMCMM	BIM Capability Maturity Model
CICRG	Computer Integrated Construction Research Group
CMM	Capability Maturity Model
CMMI	Capability Maturity Model Intégration
ENF	exigences non fonctionnelles
FCS	Facteurs de succès
IPMA	International Project Management Association
KPA	key process areas
OBIMA	Organizational BIM Assessment
PMI	Project Management Institutue
PMBOK	Project Management Body of Knowledge
PMMM	Project Management Maturity Model
QMMG	Quality Management Maturity Grid
SOS	system of system
TOPP	Technologie, Organisation, Processus/ Protocoles
VUCA	Volatile-Uncertain-Complex-Ambiguous

REMERCIEMENTS

La réalisation de ce mémoire n'aurait jamais été possible sans le soutien de nombreuses personnes que je tiens à remercier sincèrement dès les premières lignes de ce travail.

Tout d'abord, je souhaite exprimer toute ma gratitude à ma famille, qui m'a toujours encouragé et soutenu, tant sur le plan émotionnel que financier. Leur présence constante et leur confiance en moi ont été une source de motivation inestimable tout au long de ce parcours. Sans leur appui, je n'aurais probablement jamais entamé cette belle aventure de maîtrise.

Je remercie tout particulièrement ma chère épouse, qui m'a accompagné dès mes premiers pas au Canada. Elle continue chaque jour à me soutenir avec bienveillance et patience, rendant cette expérience d'autant plus enrichissante.

Je tiens également à adresser mes plus sincères remerciements à mon directeur de recherche, le professeur Darli Rodrigues Vieira, pour m'avoir proposé ce sujet de mémoire, pour sa disponibilité, et pour ses conseils avisés qui ont grandement contribué à l'aboutissement de ce travail.

À toutes ces personnes, merci du fond du cœur.

CHAPITRE 1 : PROBLÉMATIQUE MANAGÉRIALE

1.1 INTRODUCTION

Dans un contexte dynamique, les organisations se sont trouvées confrontées à gérer des projets complexes, qui se caractérisent souvent par leur incertitude élevée, par leur diversité et par leur fort besoin d'une gestion rigoureuse et méthodique pour garantir leur succès. Les projets complexes se distinguent souvent par un objectif ambitieux, une grande portée, une longue durée, un grand budget, un haut niveau d'incertitude et risques élevés, par des interdépendances multiples, par des dépendances importantes et par une grande diversité de parties prenantes.

Par exemple, la complexité croissante des projets de construction, avec leurs normes de qualité élevées, l'intégration des technologies de construction passives et actives, et leurs fortes contraintes de coûts et de délais, exige de plus en plus l'intervention de spécialistes techniques nombreux et diversifiés. Cela requiert la coordination, l'organisation et la gestion de tous les acteurs impliqués à tous les étapes de projet technique. (Cerezo-Narváez, A., 2020).

On peut dire qu'un projet est complexe lorsque les entrées sont nombreuses, interagissent les unes avec les autres et créent des situations ou des problèmes difficiles à prévoir. Il y'a plusieurs autres définitions sur le sujet, selon baccarini « *a complex Project is made up of many varied interdependent parts that can be operationalized in terms of differentiation and interdependence* » (Baccarini, 1996, p.201).

Comprendre la complexité d'un projet est essentiel tant pour les universitaires qui étudient les projets que pour les praticiens du domaine. En effet la complexité n'est ni comprise ni gérée de manière adéquate tant qu'il n'existe pas de règles générales à suivre, mais cela change de projet à projet. L'idéal c'est d'avoir des outils pour analyser cette complexité dans le cadre de chaque projet pour qu'on puisse avoir une meilleure

compréhension de celle-ci et donc de la gérer. (Oehmen, J., Thuesen, C., Parraguez, P., & Gerald, J. 2015).

L'organisation et la gestion du cycle de vie des projets complexes ne se limitent pas à une simple planification, mais reposent sur des éléments essentiels tels que les exigences requises, la maturité des équipes projets, ainsi que le respect des normes et des contrats en vigueur. Ces variables interagissent pour influencer la performance globale des projets. Comme l'a souligné (Kerzner, 2009), la définition précise des exigences est un facteur clé pour aligner les objectifs et réduire les risques, tout au long du cycle de vie d'un projet. De plus, le respect des normes internationales, comme celles de ISO 21500(2021), garantit une structure organisationnelle adaptée et conforme aux bonnes pratiques.

Par ailleurs, la réussite d'un projet complexe nécessite une approche globale, qui dépasse les aspects techniques pour intégrer également des dimensions humaines et organisationnelles. Comme le rappellent (Pinto, 2007), une gestion efficace des projets complexes repose non seulement sur des outils techniques, mais aussi sur une compréhension approfondie des interactions entre les différentes dimensions organisationnelles et humaines.

Dans cette perspective, la maîtrise des méthodes et des outils d'optimisation de la gestion des projets complexes est indispensable, afin de mettre en place une organisation efficace, capable de piloter l'ensemble du cycle de vie du projet.

Dans le cadre de notre mémoire, nous tentons de répondre à la problématique suivante : comment organiser efficacement la gestion du cycle de vie des projets complexes afin d'en maximiser la réussite ?

À travers cette recherche, nous apportons des éléments de réponse à la problématique soulevée, en cherchant à identifier les meilleures pratiques ainsi que les outils les plus adaptés aux spécificités des projets complexes. Dans ce contexte, le présent mémoire s'articule autour de plusieurs chapitres. Initialement, un premier chapitre met en évidence le cadre théorique et les fondements. Le deuxième chapitre est consacré à la revue de la

littérature tandis que le troisième est présenté pour traiter de la méthodologie. Le quatrième chapitre présente l'analyse et la discussion des résultats et le cinquième chapitre est dédié à la conclusion.

1.2 PROBLEMATIQUE GÉNÉRALE

Dans un environnement dynamique, les projets complexes sont devenus une réalité incontournable dans divers secteurs industriels tels que la construction, l'ingénierie et les technologies de l'information. Dans le cadre des projets complexes, la présence d'un grand nombre d'acteurs combinés à des interactions multiples et imprévisibles, constitue un véritable défi pour les gestionnaires de projet. Malgré les avancées en gestion de projet, de nombreuses organisations peinent à structurer efficacement le cycle de vie des projets complexes, ce qui conduit souvent à des dépassements de coûts, des retards et dans certains cas, à des échecs totaux (Kerzner, 2009).

L'une des principales causes de ces difficultés réside dans une gestion des exigences, souvent incomplète ou mal définie dès le début du projet. De plus, la maturité des équipes projet, ainsi que l'application des normes et des contrats, sont des éléments souvent sous-estimés, bien qu'ils influencent directement la performance globale du projet.

Dans le cadre des projets complexes, la capacité à organiser la gestion du cycle de vie représente un défi majeur, tout au long de la réalisation du projet, afin d'en garantir la réussite. Quand les exigences sont bien établies, l'organisation du projet devient un élément déterminant dans la réussite de chacune de ses phases (Madauss, 2024). La planification structurée, l'identification des étapes clés et la mise en place d'un mécanisme de gouvernance assurent une meilleure visibilité sur les choix effectués, tout en garantissant une gestion efficace des ressources utilisées. Ainsi, un cycle de vie bien planifié facilite la maîtrise des éléments critiques : délais, coûts, qualité et risques.

Selon Madauss (2024), la réussite d'un projet dépend fortement d'une approche systémique et interdisciplinaire dès les premières phases. Cette approche permet de repérer dès le début les éléments qui rendent le projet complexe et d'y répondre avec une organisation adaptée. Elle met aussi en valeur l'importance de relier chaque phase du projet à des choix importants, ce qui aide à trouver un bon équilibre entre les nouvelles idées, ce qui est techniquement possible, et les limites du budget.

C'est dans cette logique que la structuration du cycle de vie devient plus qu'un outil : elle constitue une stratégie de gestion. Par ailleurs, le besoin de gérer les changements omniprésents dans les projets complexes est une réalité incontournable (Madauss, 2024).

Les projets changent constamment, que ce soit au niveau des besoins, des technologies ou des attentes des clients. Cette évolution demande donc une gestion du cycle de vie qui soit souple et réactive. Pour l'illustrer, des chercheurs présentent une étude de cas dans le domaine aéronautique, montrant que la gestion des modifications techniques requiert une bonne coordination entre les outils, les procédures, les documents et les rôles de chacun. Intégrer cette gestion dans le cycle de vie permet de mieux s'adapter aux imprévus, tout en limitant les risques d'échec ou de dépassement de budget. (Pourzarei, H., Ghnaya, O., Rivest, L. & Boton, C., 2024)

Ainsi, à partir de ces observations théoriques et pratiques, il devient essentiel de réfléchir à la manière dont l'organisation de la gestion du cycle de vie des projets complexes peut être structurée pour mieux s'adapter aux changements et tirer parti des compétences des acteurs. Cela demande également de considérer le rôle que peuvent jouer les normes et les contrats pour encadrer et renforcer cette organisation tout au long du projet.

Devant ces constats, il devient essentiel de mieux comprendre comment les organisations structurent concrètement la gestion du cycle de vie de leurs projets complexes. Cela suppose d'analyser la manière dont elles intègrent les exigences, mobilisent la maturité de leurs équipes et s'appuient sur des cadres normatifs ou contractuels pour orienter l'ensemble du processus. Dans cette optique, cette recherche

vise à identifier les pratiques actuelles, les leviers de performance ainsi que les éventuels obstacles rencontrés sur le terrain. En interrogeant plusieurs professionnels engagés dans des projets complexes, ce mémoire cherche à mettre en lumière les liens entre la structuration du cycle de vie et la réussite des projets complexes. Il s'agit aussi de contribuer à une meilleure compréhension des dynamiques organisationnelles propres à ces contextes à fort niveau d'incertitude.

Afin de mieux comprendre ces enjeux, une analyse bibliométrique a été réalisée à l'aide de VOSviewer, qui permet d'identifier les tendances de recherche et les concepts clés associés à la gestion des projets complexes.

Voici les étapes pour générer une carte avec VOSviewer dans la Figure 1 :

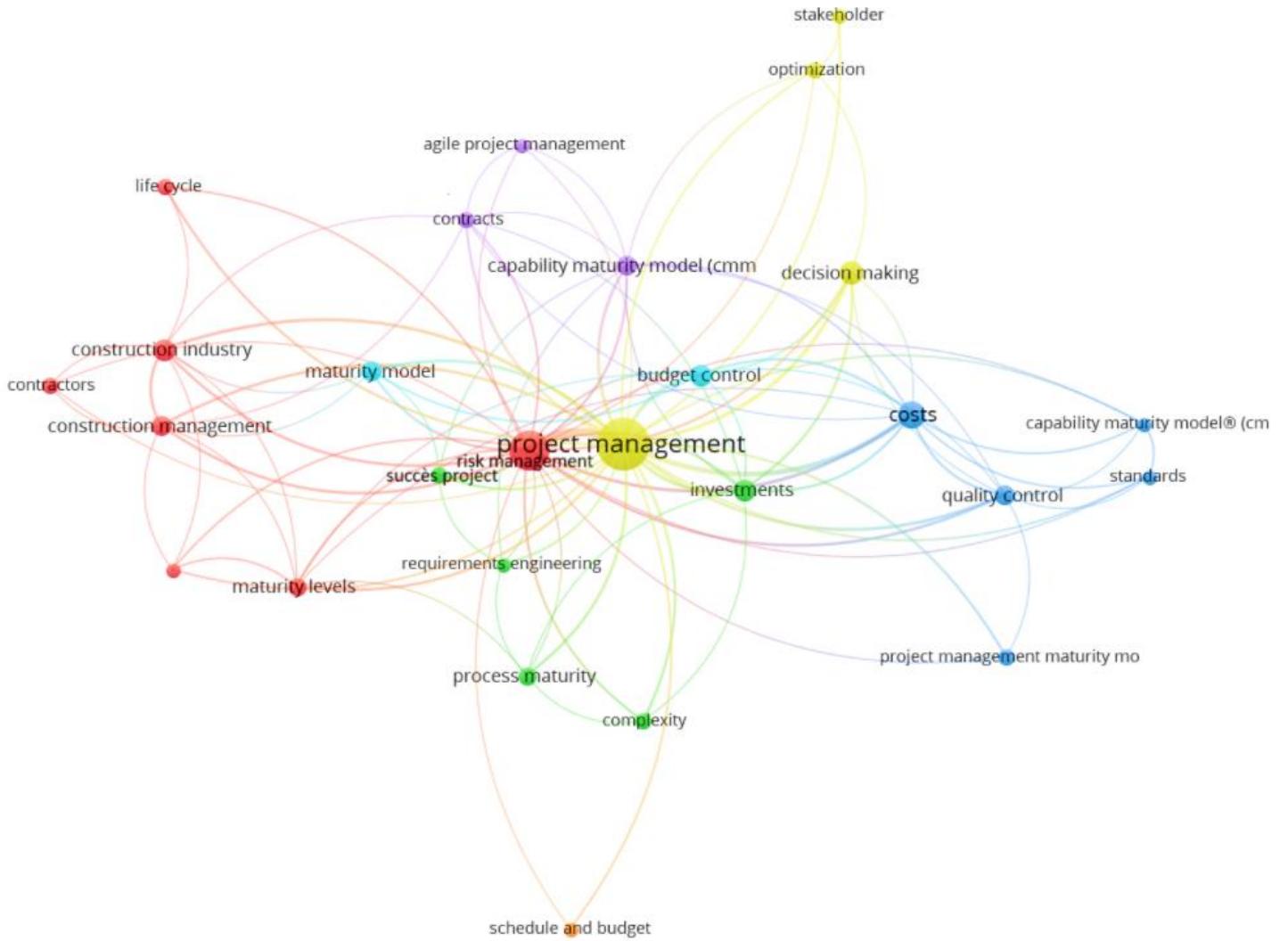


Figure 1: VOSviewer

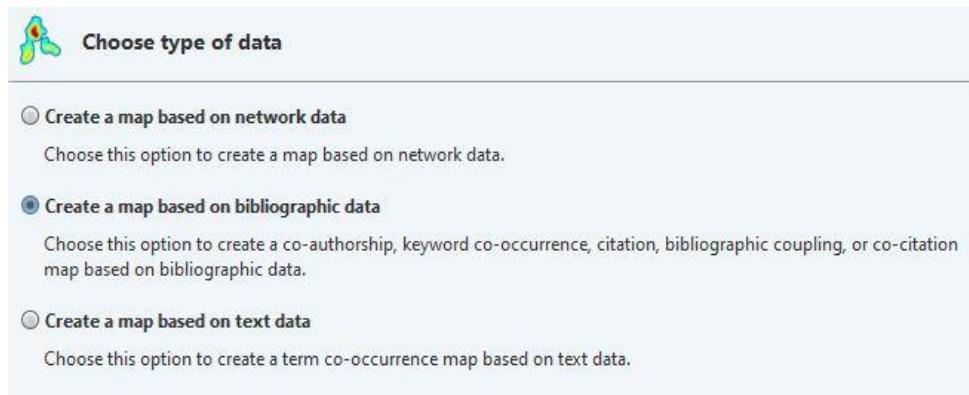
Tout d'abord nous avons commencé notre recherche en utilisant des mots-clés tels que : Project management, maturity, complexity.

Nous avons effectué cette recherche dans les articles ainsi que dans les résumés abstracts et les mots-clés. Cela nous a permis d'obtenir 418 documents. Par la suite, nous avons affiné notre sélection en ciblant les domaines d'étude, notamment l'ingénierie et les

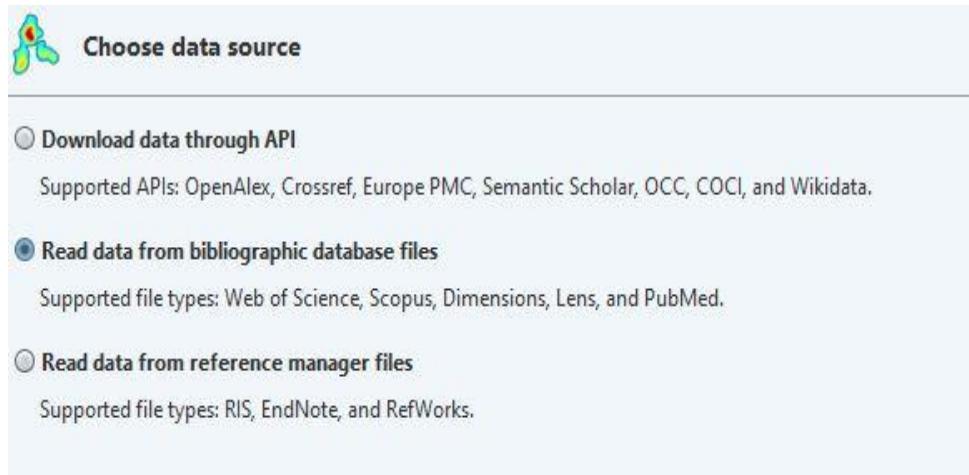
sciences de la gestion ; nous avons également filtré le type de document pour ne conserver que les articles scientifiques et les revues, en limitant la langue à l'anglais uniquement. Après ces filtres nous avons retenu 95 documents. Enfin, nous avons exporté l'ensemble des résultats au format CSV.

Ensuite, à l'aide du logiciel VOSviewer, on suit les étapes suivantes :

- 1) Sélection du type de données : Dans VOSviewer, nous avons choisi « Create a map based on bibliographic data » afin de générer une carte à partir de métadonnées scientifiques issues de Scopus (auteurs, mots-clés, titres, etc.).



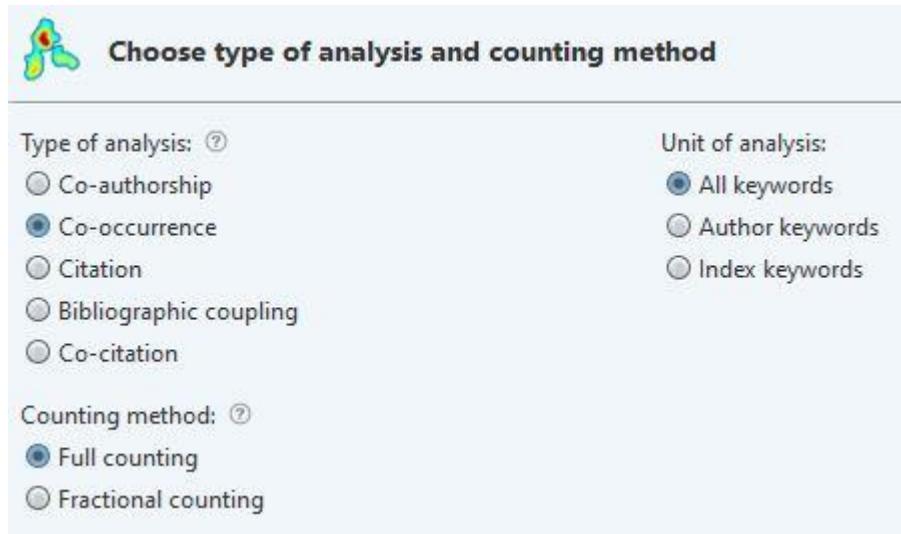
- 2) Choix de la source de données : Nous avons choisi pour « Read data from bibliographic database files ». Cette option permet de lire un fichier bibliographique extrait de Scopus.



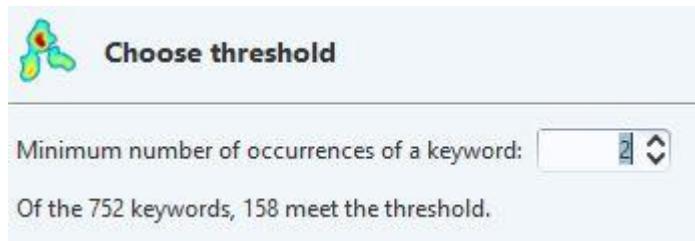
- 3) Importation du fichier Scopus : Le fichier au format .csv, exporté depuis Scopus, a été importé dans VOSviewer.



- 4) Paramètres d'analyse :



- 5) Définition du seuil de fréquence :



Les données extraites depuis Scopus concernent des publications liées à la gestion de projet. Ces données ont été analysées avec VOSviewer afin d'explorer les cooccurrences des mots-clés.

Nous avons utilisé un seuil minimal de deux occurrence, ce qui a permis de retenir 158 mots-clés sur un total de 752. L'analyse par co-cooccurrence et All keywords a généré

une carte illustrant les liens entre des concepts clés tels que Project management, complexity, risk, success, maturity.

L'analyse bibliométrique réalisée à l'aide de VOSviewer met en évidence la centralité du concept de « Project management », qui apparaît comme un nœud principal autour duquel s'articulent plusieurs thématiques clés. Parmi celles-ci, on retrouve un regroupement de termes liés au secteur de la construction (tels que construction management, contractors, maturity levels, risk management), ce qui souligne l'importance et la fréquence des recherches sur les projets complexes dans ce domaine.

Par ailleurs, des termes tels que quality control, standards, et capability maturity model sont fortement associés à la qualité et à l'amélioration des processus, indiquant un intérêt marqué pour la structuration et la rigueur dans la conduite des projets.

L'analyse révèle également la présence de concepts en lien avec la prise de décision, la gestion des coûts et du budget, ainsi que la complexité organisationnelle, illustrant ainsi la diversité des dimensions à maîtriser pour assurer la réussite des projets complexes.

Enfin, les notions de contracts et agile project management témoignent de l'évolution des pratiques, où la souplesse méthodologique et la gestion contractuelle jouent un rôle stratégique dans l'adaptation aux réalités changeantes des projets.

1.3 PROBLÉMATIQUE SPÉCIFIQUE

Dans le cadre des projets complexes, la gestion du cycle de vie des projets complexes ne se limite pas à une simple succession d'étapes prédefinies. Elle devient une approche essentielle, structurée et évolutive qui influence directement le succès du projet sous tous ses aspects. Selon les référentiels internationaux (PMBOK, ISO 21500), le cycle de vie d'un projet est généralement structuré en cinq grandes phases : lancement,

planification, exécution, surveillance et clôture. Cependant, dans les projets à forte complexité, cette linéarité théorique est souvent mise à l'épreuve par des imprévus, des changements d'exigences, des contraintes multiples et des environnements instables.

La problématique spécifique de ce mémoire tient au fait que, bien que les phases du cycle de vie d'un projet soient bien connues, leur mise en œuvre dans les projets complexes soulève d'importants défis en termes d'organisation, de coordination et d'adaptation.

En effet, la structuration du cycle de vie dans ce type de projet doit intégrer non seulement des considérations techniques, mais aussi des éléments humains, contractuels, normatifs et décisionnels. La gestion du cycle de vie devient alors un levier essentiel de gouvernance, permettant de relier les enjeux stratégiques aux activités opérationnelles.

Dans un premier temps, ce mémoire a pour objectif d'analyser les pratiques actuelles en matière d'organisation du cycle de vie dans les projets complexes, en s'appuyant sur une revue de littérature combinant des sources scientifiques, des référentiels normatifs et des contributions issues du monde professionnel.

Dans un deuxième temps, l'objectif est d'observer et d'analyser comment des entreprises évoluant dans des secteurs complexes (comme la construction, l'ingénierie, l'industrie, la santé ou les technologies de l'information) structurent au quotidien la gestion du cycle de vie de leurs projets, à travers un questionnaire ciblé. Envoyées à des entreprises, les réponses permettront d'évaluer comment les exigences, la maturité des équipes ainsi que les cadres normatifs ou contractuels influencent cette organisation.

Dans un troisième temps, les résultats permettront d'établir une synthèse comparative entre les bonnes pratiques théoriques et les pratiques réelles observées, pour dégager des recommandations concrètes permettant d'améliorer l'organisation de la gestion du cycle de vie dans les projets complexes.

En résumé, Ce mémoire étudie les relations directes existantes entre les exigences requises et l'organisation de la gestion du cycle de vie des projets complexes. Au même

temps, et de façon indirecte, le travail cherche à évaluer la relation entre maturité et normes /référentiels et l'organisation de la gestion du cycle de vie du projet complexe.

1.4 LOCALISATION DE LA RECHERCHE

La gestion de projets complexes repose sur plusieurs dimensions essentielles qui influencent leur organisation et leur succès. Cette étude s'inscrit dans un cadre scientifique, permet d'analyser les interactions entre les exigences requises, la maturité des équipes projet et l'application des normes et des contrats dans l'organisation du cycle de vie des projets complexes.

L'objectif de cette recherche est de mieux comprendre comment ces trois dimensions interagissent et contribuent à la réussite des projets complexes, en apportant des solutions pratiques et adaptées aux organisations. La figure 2 illustre les interactions entre les différents axes de cette recherche :

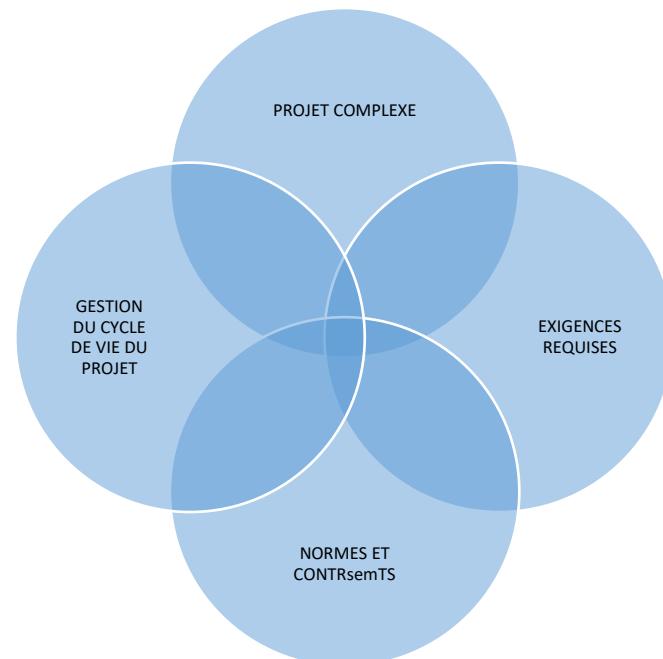


Figure 2 : Localisation de la recherche

1.5 OBJECTIFS ET QUESTIONS DE RECHERCHE

Cette section définit les objectifs généraux et spécifiques de l'étude, ainsi que les questions de recherche qui guideront l'analyse et la méthodologie employée.

La Figure 3 illustre les interactions entre les différentes variations qui influencent la gestion du cycle de vie des projets complexes.

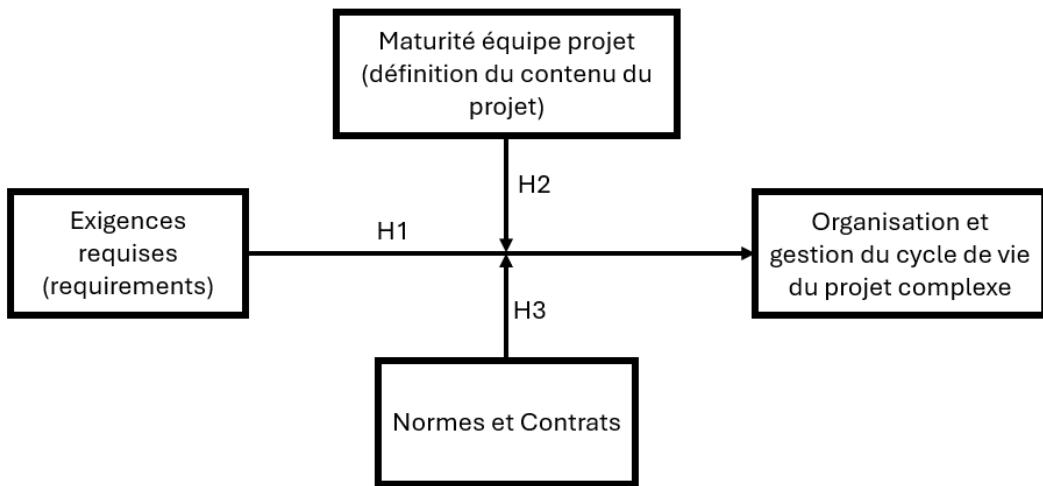


Figure 3 : Cadre conceptuel

Le cadre conceptuel présenté à la figure 3 constitue le socle de cette recherche, en illustrant les principaux facteurs influençant l'organisation de la gestion du cycle de vie des projets complexes. Il s'articule sur trois dimensions centrales : les exigences requises, la maturité de l'équipe projet, et l'usage des normes et contrats. Ces éléments sont envisagés comme des leviers stratégiques pour structurer bien les différentes phases du cycle de vie d'un projet. Les hypothèses formulées (H1, H2, H3) postulent que ces variables exercent une influence significative sur la manière dont les projets complexes

sont planifiés, piloter et maîtrisés. Ce modèle cherche à démontrer que la réussite de tels projets ne dépend pas uniquement sur des outils de gestion, mais repose sur une coordination stratégique entre exigences claires, équipes compétentes et cadres normatifs bien définis. Il guide ainsi l'analyse empirique de cette étude.

Afin de mieux structurer cette recherche, nous avons identifié cinq axes d'analyse majeurs, qui seront explorés tout au long du mémoire :

1-Mieux comprendre la complexité des projets.

2-L'importance de la maturité organisationnelle.

3-La gestion des exigences dans un environnement complexe.

4-L'optimisation du cycle de vie des projets complexes.

5-Le cadre réglementaire et contractuel dans la gestion des projets.

L'objectif principal de cette recherche est d'analyser l'influence des exigences requises, de la maturité des équipes projet et des normes et des contrats sur l'organisation et la gestion du cycle de vie des projets complexes.

Pour atteindre cet objectif, la recherche s'articule autour des objectifs spécifiques et des questions représentées dans le tableau 1 suivant :

Tableau 1: Objectifs de la revue de la littérature

Objectifs de recherche	Questions de recherche
O1. Étudier les caractéristiques et les défis des projets complexes.	QR1. Quels sont les principaux défis liés à la gestion des projets complexes ? QR2. Quels sont les facteurs clés de succès pour optimiser leur organisation ?
O2. Analyser l'impact des exigences requises sur l'organisation et la gestion du cycle de vie du projet complexe	QR3. Comment la gestion des exigences influence-t-elle la structuration des projets complexes ? QR4. Quels outils et méthodologies permettent d'optimiser la gestion des exigences ?

O3. Évaluer l'influence de la maturité des équipes projets sur la gestion et la performance des projets complexes.	QR5.Dans quelle mesure la maturité des équipes impacte-t-elle la performance et la coordination des projets complexes ? QR6.Quels modèles de maturité sont les plus adaptés à la gestion des projets complexes ?
O4. Examiner le rôle des normes et des contrats dans l'organisation du cycle de vie des projets complexes.	QR7.Comment l'application des normes internationales influence-t-elle la gestion du cycle de vie des projets complexes ? QR8. Les contrats bien définis permettent-ils de mieux structurer le cycle de vie des projets ?
O5. Identifier les approches méthodologiques les plus adaptées pour structurer la gestion des projets complexes et minimiser les risques.	QR9.Quelle est l'efficacité des approches traditionnelles, agiles et hybrides dans la gestion des projets complexes ? QR10.comment structurer un cadre organisationnel efficace pour améliorer la gestion du cycle de vie des projets complexes ?

Les hypothèses sont appuyées sur les éléments du cadre conceptuel, c'est-à-dire, les relations entre les variables indépendante (exigences requises) et dépendante (organisation et gestion du cycle de vie du projet complexe). Les hypothèses sont également appuyées sur les variables modératrices (maturité et normes/référentiels)

-Hypothèse 1 : Les exigences requises ont un impact significatif sur l'organisation et la gestion du cycle de vie des projets complexes.

-Hypothèse 2 : La maturité de l'équipe projet influence positivement l'organisation et la gestion du cycle de vie des projets complexes.

-Hypothèse 3 : L'application des normes et des contrats améliore la gestion du cycle de vie des projets complexes.

1.6 PERIMÈTRE DE LA RECHERCHE

Cette recherche porte sur l'organisation et la gestion du cycle de vie des projets complexes, en analysant l'influence des exigences requises, de la maturité des équipes de

projet et des normes et contrats. Elle se concentre sur les secteurs de la construction, de l'aéronautique, de l'automobile, de la santé, de l'industrie manufacturière, de l'industrie de détail et des technologies de l'information (TI), où la gestion de projet complexe constitue un enjeu majeur.

CHAPITRE 2 : REVUE DE LA LITTÉRATURE

2.1 PROJET COMPLEXE

Les projets complexes occupent une place de plus en plus importante dans la gestion de projet actuel, notamment dans les contextes marqués par l'incertitude, la complexité des interactions entre les activités et la diversité des parties prenantes, ce qui engendre des défis majeurs.

Plusieurs facteurs peuvent contribuer à la complexité d'un projet, tels que la technologie, l'envergure du projet, ses objectifs, ainsi que les dynamiques sociales et politiques en jeu. La figure 4 illustre la structure d'un projet complexe :

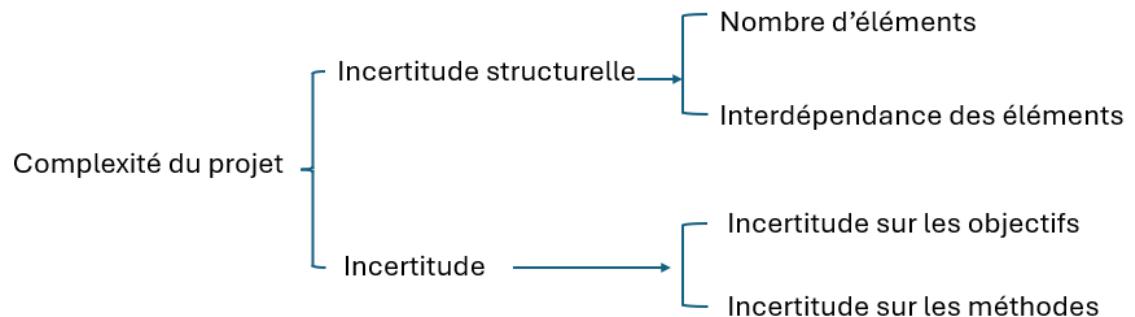


Figure 4 : définition d'un projet complexe (adapté de Williams, T. M., Samset, K., & Volden, G. H. (2022))

2.1.1 Caractéristiques des Projets Complexes

Les projets complexes se caractérisent par un haut niveau d'incertitude, une grande diversité et une forte interconnexion entre leurs divers éléments. D'après les recherches menées par Martinsuo, M., Geraldi, J., Gustavsson, T. K., & Lampel, J. (2020), la complexité d'un projet peut être appréhendée sous plusieurs perspectives, incluant des

dimensions techniques, organisationnelles et environnementales. La complexité technique se rapporte à la sophistication des technologies employées, ainsi qu'aux interactions entre les sous-systèmes, tandis que la complexité organisationnelle concerne la diversité des parties prenantes et le nombre d'équipes engagées. Enfin, la complexité environnementale englobe les facteurs externes au projet, tels que les réglementations, les normes sociales et les conditions économiques.

Le standard identifie ainsi six caractéristiques principales des projets complexes : ils impliquent généralement des systèmes adaptatifs composés de sous-systèmes interconnectés ; ils présentent une incertitude significative quant à la définition de leur portée ; ils sont souvent répartis sur plusieurs sites ; ils subissent des fluctuations environnementales et internes constantes ; leur mise en œuvre s'effectue par le biais d'une planification par vagues ; enfin, ils ne peuvent pas être facilement fragmentés en éléments plus petits aux limites clairement définies.

Geraldi, J., Maylor, H., & Williams, T. (2011) proposent une classification des projets, fondée sur le degré de certitude. Ils distinguent ainsi deux dimensions essentielles des projets complexes : la complexité structurelle, qui renvoie au nombre d'éléments du projet et à leur interdépendance, et l'incertitude, qui englobe à la fois l'incertitude liée aux objectifs et celle liée aux méthodes employées (Geraldi, et al., 2011).

D'autre part, Baccarini (1996) a utilisé 2 approches le premier met l'accent sur la différenciation et la connectivité tandis que le second introduit la complexité en tant que concept subjectif mettant l'accent sur la difficulté de comprendre l'objet. Selon Baccarini, la complexité structurelle et la complexité du projet peuvent être déduites en fonction de l'intégrité de la communication, de la coordination et du contrôle.

Après vient le point de vue des SOS (system of system sont des systèmes intégrés à grande échelle, hétérogènes et pouvant fonctionner indépendamment les uns des autres, mais mis en réseau pour un objectif commun), Snowden étant parmi les leaders de ce point de vue reconnaît qu'il existe des différences de causalité entre les types de systèmes.

Snowden a donc défini 4 catégories de systèmes organisationnels: simple, compliqué, complexe et chaotique tout en distinguant leurs limites. (Snowden, 2002).

La figure 5 présente les caractéristiques d'un projet complexe selon différents points de vue :

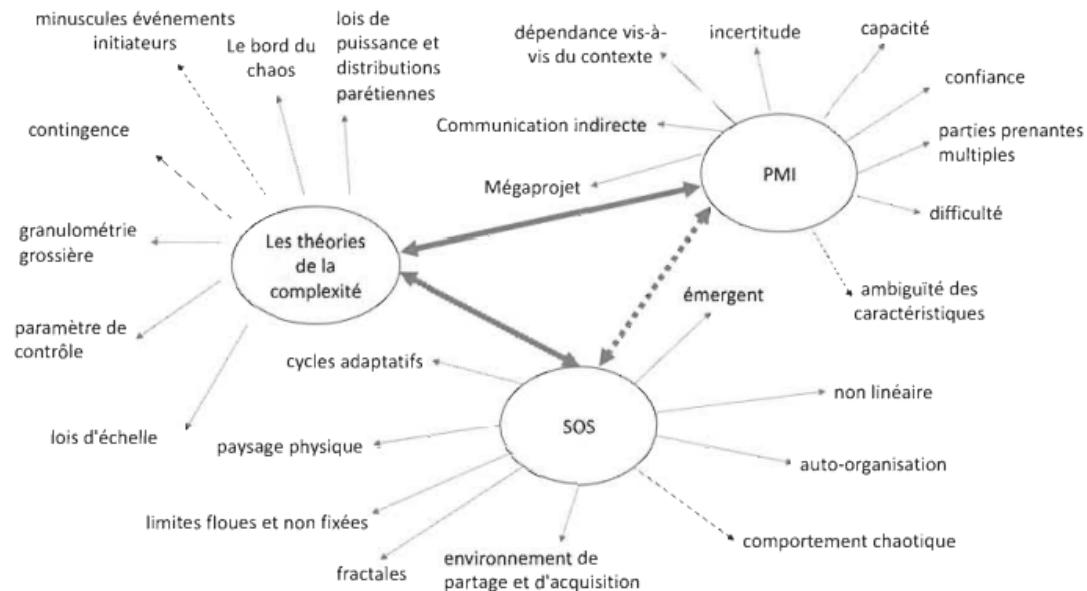


Figure 5 : Caractéristiques d'un projet complexe selon différents points de vue (adapté de Bakhshi, et al,2016,p.1205)

Kerzner, H. (2009) dans son ouvrage intitulé « Gestion de projet complexe », approfondit leur analyse des projets complexes. Ce projet complexe se caractérise par une portée significative et un énoncé des travaux qui n'est pas entièrement défini. De plus, il peut s'agir d'un projet où le nombre d'interactions nécessaires à l'exécution des tâches est élevé, ce qui complique considérablement le processus d'intégration. La complexité d'un projet peut être évaluée par la diversité géographique qui engendre des différences culturelles, et rend difficile une intégration totale. Cette complexité peut également être caractérisée par les dimensions de taille et par celles de durée. Un projet, dont l'envergure et le coût sont élevés, et dont le délai est prolongé, est souvent associé à des modifications

significatives qui peuvent impacter à la fois le budget et le calendrier. De manière générale, les projets complexes et de grande envergure rencontrent souvent des problèmes de dépassement des coûts et de retards dans leur exécution. Les projets complexes ne se mesurent pas seulement à leur taille, mais aussi à la façon dont leurs différentes parties s'assemblent. La difficulté d'un projet se manifeste lorsqu'il devient difficile de prévoir les événements à venir et les conséquences des choix effectués au cours de sa réalisation. (Kerzner, 2009)

Cet aléa provient d'une réaction en chaîne, où une modification dans un domaine peut entraîner des conséquences imprévues dans d'autres. Cela souligne l'importance d'une planification rigoureuse et d'une gestion souple pour assurer la réussite des projets complexes, qui se distinguent par plusieurs caractéristiques spécifiques les différenciant des projets plus simples ou linéaires. (Remington & Pollack, 2016)

2.1.2 Les Défis des Projets Complexes

La figure 6 l'illustre : les défis liés à la surveillance du projet. Selon Gerald, J., Maylor, H. et Williams, T. (2011), l'incertitude constitue la caractéristique la plus essentielle et la plus marquante des projets complexes. Elle rend difficile toute prédition précise des résultats. En raison de l'évolution rapide des conditions, des technologies et des attentes des parties prenantes, ils soulignent que cette incertitude peut provenir de multiples sources : risques techniques, modifications des exigences des clients, ainsi que de facteurs externes comme les régulations gouvernementales ou les fluctuations économiques.

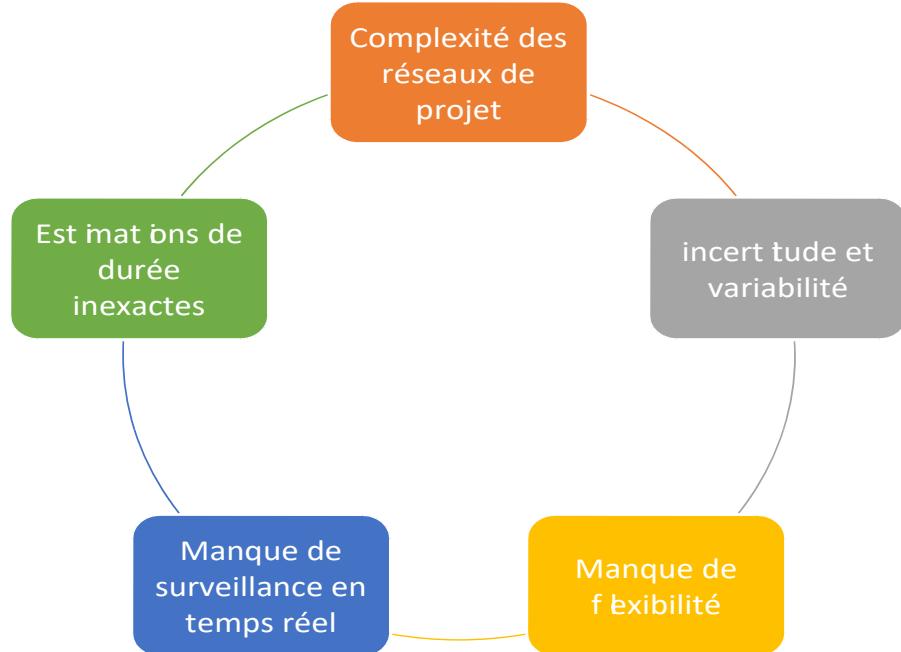


Figure 6 : Défis liés à la surveillance du projet

En se fondant sur la définition d'un projet complexe, de nombreux acteurs sont impliqués. Il y a une grande incertitude et des changements fréquents dans les objectifs, le tout dans un environnement hétérogène. Ce dernier pose de nombreuses difficultés pour assurer la réussite du projet. Dans ce cadre, selon Kathleen B. Hass (2009), le premier défi auquel un projet complexe peut être confronté est le manque de visibilité. Il est généralement difficile d'accéder à des informations actualisées, véritablement fiables, précises et suffisamment détaillées pour avoir une vision claire et bien comprendre ce qui se passe à chaque phase du projet. Cela a un impact direct sur le contrôle du projet : la connaissance et l'accès à une information fiable sont des armes essentielles pour maintenir les projets sur la bonne voie. D'un autre côté, le souci qui découle du grand nombre de personnes impliquées est celui de l'organisation. Il est complexe de bien s'organiser, quand il y a beaucoup d'intervenants, spécialement s'ils viennent de milieux différents. Les responsables ressentent souvent un certain désordre et ont besoin de regrouper toutes les informations, les étapes et les outils du projet en un seul endroit. Cela leur permettrait de planifier, d'exécuter et de générer des rapports sans perte de temps. Cette nécessité est également liée à la difficulté d'accéder à l'information, en raison de son

manque de centralisation. Les modifications fréquentes dans un projet complexe représentent un vrai défi pour la gestion des changements (Hass, 2009). Ces changements peuvent souvent entraîner des coûts supplémentaires, des retards, des malentendus et même des conflits. Pourtant, ils sont souvent minimisés et ignorés.

Une autre caractéristique importante des projets complexes est qu'ils peuvent généralement se déduire les uns des autres. Autrement dit, certaines parties du projet sont interconnectées, et leur élaboration correcte constitue à la fois une condition essentielle et un impératif pour la réussite globale du projet. Cette interdépendance complique donc la gestion, car ce qui se produit dans une partie peut affecter non seulement cette partie, mais également d'autres composantes du projet. On peut citer, dans le cadre d'un projet de construction de bâtiment, l'exemple d'un retard dans la livraison des matériaux : cela ralentit les travaux et a un impact sur l'ensemble du calendrier du projet.

De nombreux chercheurs affirment qu'il est difficile de saisir pleinement des concepts véritablement complexes. Reconnaître que le projet représente une réalité exceptionnelle semble constituer la première étape pour en assurer une gestion efficace. L'idée de système adaptatif complexe, soulève la question de la prévisibilité des comportements de tous les projets, contrairement à ce que l'on attend d'un système mécanique. Les éléments générateurs de l'incertitude, en raison de la non-linéarité, peuvent inclure entre autres la complexité technique, des décisions floues ou inopportunes, des événements imprévus, ainsi qu'une perte de confiance dans la gestion technologique du projet ou envers les autres parties prenantes. (Remington, 2011).

Les compétences requises pour être considéré comme un talent dans le monde réel ont beaucoup évolué ces dernières années. À ce moment, les employeurs recherchent des travailleurs qui sont expérimentés, plus libre, plus indépendants et capables de transmettre leurs expériences, pour relever les défis de la concurrence dans l'économie mondiale.

2.1.3 Aptitudes essentielles pour la gestion des projets complexes

D'après (Thomas & Mengel,2008), la gestion de projet évolue en tant que discipline d'intérêt majeur. Les organisations professionnelles du monde entier tendent de plus en plus à mettre en place des normes de gestion de projet, ainsi que des processus de certification. Un grand nombre de cours et d'outils d'évaluation sont régulièrement offerts par des formateurs et des consultants. Les organisations investissent dans la formation, les méthodologies, etc. Pourtant, les projets continuent d'échouer à un rythme effarant. Il est donc essentiel d'apporter de nouveaux processus et des perspectives adaptées pour améliorer les pratiques de gestion de projet notamment dans des environnements de plus en plus incertains et dynamiques. Les gestionnaires doivent pouvoir gérer efficacement les multiples interactions l'imprévisibilité et les interdépendances typiques des projets complexes. La figure 7 illustre les sept aptitudes clés que doit développer un gestionnaire pour faire face à la complexité. Au centre se trouve la communication compétence transversale indispensable pour coordonner les acteurs, gérer les attentes et résoudre les conflits, autour gravit, autres dimensions complémentaires :



Figure 7 : Les 7 aptitudes pour gérer un projet complexe

Les compétences nécessaires pour réussir le travail sur le projet a beaucoup évolué ces dernières années. Les employeurs insistent pour que la main-d'œuvre soit bien préparée, davantage adaptable, responsable et capable de partager ses savoirs, afin de répondre aux exigences de l'économie mondiale. La plupart des employeurs attendent aujourd'hui des travailleurs qui excellent dans de nombreuses compétences Soft Skill, telles que le travail en équipe et le développement des groupes. Ils sont désireux d'exploiter ces compétences non techniques essentielles acquises au cours des études et des périodes d'expérience professionnelle, plutôt que de se contenter de connaissances spécifiques à un diplôme (Pant & Baroudi, 2008).

Des études récentes ont examiné la réussite en gestion de projet et mis en lumière des idées intéressantes sur les compétences des gestionnaires. Le leadership partagé, la compétence sociale et l'intelligence émotionnelle, la communication, les compétences en politique organisationnelle, et l'importance des visions, des valeurs, et des nouvelles idées ont émergé comme des compétences requises pour les chefs de projet en milieu complexe (Thomas & Mengel, 2008). Keegan et Den Hartog (2004) mettent en avant l'importance des relations mutuelles et dynamiques, ainsi que du leadership partagé, en tant que compétence essentielle des gestionnaires, compte tenu de la nature temporaire des projets et des relations interdépendantes et imbriquées entre le leader et son équipe de projet.

D'ailleurs, les gestionnaires de projets doivent avoir une polyvalence aussi bien au niveau technique qu'au niveau social, cela permet d'être capables de gérer des équipes dynamiques et créatives, qui peuvent réaliser les objectifs des projets dans un contexte changeant, au-delà des divisions fonctionnelles de l'entreprise (Keegan & Den Hartog, 2004). D'ailleurs, Kendra et Taplin (2004) ont souligné l'importance de ces compétences visées sur les besoins du client, la flexibilité et la maîtrise de soi, considérées comme étant le plus essentielles dans cet environnement et donc elles devraient faire partie des compétences clés requises dans la profession de gestion de projets. Selon Kendra et Taplin (2004), pour réussir l'intégration de la gestion de projet, les organisations doivent adopter des valeurs et des croyances communes alignées sur les aspects sociaux et techniques de

la gestion de projet, pour d'atteindre leurs objectifs commerciaux de l'organisation. De plus, à partir d'une révision de cas, Christenson et Walker mettent en avant des preuves montrant que la vision du projet joue un rôle clé dans la réussite du projet et que la communication efficace et la vision claire du projet exercent un impact sur les résultats du projet. Ils concluent même qu'une vision de projet peut être un élément clé de la réussite d'un projet. Enfin, Christenson et Walker, (2004), Azim, S., Gale, A., Lawlor-Wright, T., Kirkham, R., Khan, A., et Alam, M. (2010) ont mené une étude qualitative afin de mieux comprendre les perspectives des praticiens sur la complexité des projets, ainsi que les facteurs qui y contribuent.

Parmi les conclusions, ils ont souligné l'importance des compétences liées aux processus, ainsi que des compétences humaines, qui jouent un rôle clé. Les compétences techniques sont primordiales et indispensables pour la planification et le contrôle, alors que les capacités humaines sont essentielles pour la mise en œuvre de ces plans. C'est pour cette raison que les experts soulignent l'importance de maintenir un équilibre et d'optimiser l'utilisation de ces compétences afin de garantir le succès des projets complexes.

L'analyse préliminaire met en lumière l'importance des compétences non techniques, telles que la communication, la motivation, la délégation, et l'appropriation, ainsi que les qualités de leadership, notamment chez le chef de projet. La communication joue un rôle central à chaque étape de l'organisation du projet, aussi dans la relation avec le client externe, puisque la plupart des difficultés rencontrées dans les projets complexes proviennent souvent de lacunes en communication.

Une communication claire et efficace facilite l'acceptation mutuelle, soutient la coopération et augmente la motivation de l'équipe. La responsabilité, le pouvoir et la délégation sont également des éléments essentiels pour maintenir et renforcer l'unité de l'équipe et son engagement. Pour garantir le succès du projet, le chef de projet doit avoir confiance en son équipe et lui donner des responsabilités en délégant le travail. Cet aspect est le plus important dans le cas d'un projet structurellement complexe, parce qu'une

personne seule ne peut pas gérer plusieurs problèmes en même temps. Elle doit déléguer des responsabilités à différents niveaux pour surmonter et réduire la complexité du projet. (Azim et al., 2010)

Dans un projet complexe, les chefs de projet doivent reconnaître et identifier les compétences des équipes, les orienter, les motiver et les soutenir pour atteindre leurs objectifs, et favoriser leurs travaux. Strang affirme que la réussite de la gestion de projet repose sur des compétences interpersonnelles. Les compétences techniques et les aptitudes cognitives jouent un rôle central dans la réussite en gestion de projet. Il insiste aussi sur l'importance de comprendre la situation et les personnes, tout en adoptant un leadership dynamique et approprié (Strang, 2003). El-Sabaa (2001) a regroupé les compétences de gestion de projet en six catégories : communication, organisation, constitution d'équipes, leadership, capacité d'adaptation et compétences technologiques. Pour avoir une administration efficace, il est nécessaire d'avoir des compétences humaines, conceptuelles et techniques, qui peuvent être développées séparément. (El-Sabaa, 2001) affirme que les compétences interpersonnelles jouent un rôle central dans la réussite de la gestion de projet. Il souligne que les compétences humaines des gestionnaires de projet ont un impact plus important sur les pratiques de gestion de projet que les compétences techniques, dont l'influence est relativement moindre

2.1.4 Approches et méthodologies dans les projets complexes

Pour gérer efficacement les projets complexes, il est nécessaire d'utiliser des approches et des méthodologies appropriées à leur nature. Parmi les approches les plus utilisées et qui aident à bien gérer les changements et l'incertitude de façon plus flexible, est l'agilité. Selon (Adam, 2023), l'agilité ne constitue pas simplement une flexibilité accrue, mais représente une approche structurée qui permet aux organisations de gérer systématiquement l'incertitude et les changements imprévus. Bien que l'agilité soit particulièrement adaptée aux environnements volatiles et complexes (VUCA), elle ne remplace pas totalement les méthodes traditionnelles à la flexibilité des pratiques agiles,

pour répondre efficacement aux besoins variés des projets complexes. Cette combinaison permet notamment de bénéficier de la précision et du contrôle dans les phases nécessitant une planification rigoureuse, tout en conservant une grande capacité d'adaptation, face aux changements fréquents et aux nouvelles exigences.

Les méthodologies agiles, notamment Scrum et Kanban, comme le montre la Figure 8, se focalise sur la collaboration, la flexibilité et la capacité de réponse, ce qui aide les équipes de projet à s'adapter rapidement aux nouvelles informations et aux changements d'exigences (Schwaber & Beedle, 2001). Selon plusieurs auteurs, si le projet était clairement défini et si les facteurs de succès étaient bien identifiés, l'équipe de projet devrait sélectionner la méthode et le style de gestion conforme. À titre d'exemple, Highsmith (2009) recommande l'utilisation des méthodes agiles pour les projets présentant un fort niveau d'incertitude car elles offrent plus de flexibilité et d'adaptabilité que les approches traditionnelles, la figure 8 illustre un outil d'aide à la décision proposée par Jamie Lynn Cooke (2014) permettant de choisir la méthodologie agile la plus adaptée selon la nature du projet à travers un workflow (arbre décisionnel) le gestionnaire est guidé en répondant à quelques questions clés telle que

- le projet concerne-t-il un nouveau développement logiciel ou de la maintenance?
- les utilisateurs métiers sont-ils disponibles?
- l'équipe est-elle composée d'au moins 4 à 8 membres?
- le projet exige-t-il une documentation importante?

Selon les réponses l'outil propose une méthode agile spécifique comme scrum lean ddm XP ou simplement des pratiques agiles sélectionnées :

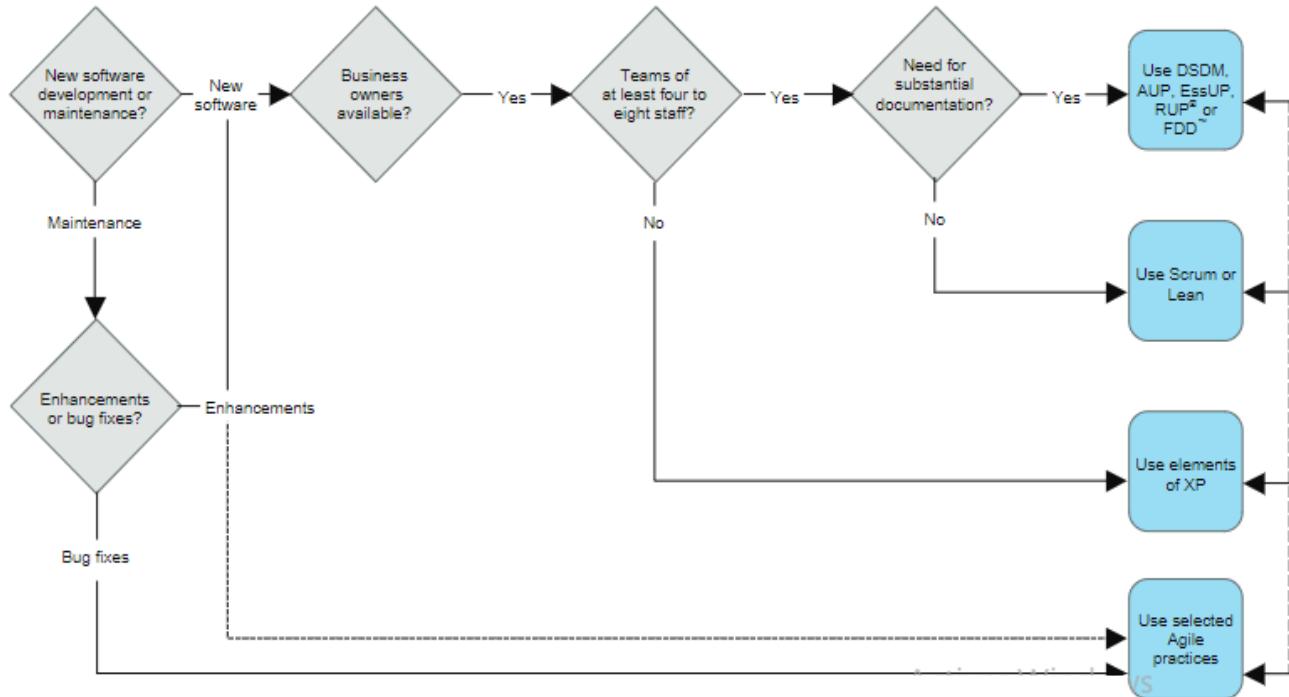


Figure 8 : Outil de workflow de sélection des méthodologies agiles (Jamie Lynn Cooke, 2014)

Ainsi, Highsmith affirme que l'approche agile est plus capable de réussir dans un environnement où peu de parties prenantes sont engagées dans la réalisation du projet, alors qu'une méthode de gestion plus traditionnelle, ainsi que le modèle « Waterfall », seraient alors recommandés. (Highsmith, 2009)

Les approches hybrides mélangeant des éléments des méthodologies traditionnelles et agiles pour qu'elles puissent répondre d'une façon plus efficace aux besoins des projets complexes. Elles incluent la flexibilité des approches agiles, afin de donner plus d'avantage à la planification structurée propre aux méthodes traditionnelles pour des projets ou certaines phases nécessitant une planification détaillée et rigoureuse. Cette méthode est recommandée, toutefois certains préfèrent utiliser une méthode plus itérative. Bien que l'agilité présente de nombreux avantages, elle ne permet pas toujours de maîtriser l'ensemble des dimensions des projets complexes. C'est pourquoi de nombreuses organisations optent pour des approches hybrides, qui combinent des

éléments des méthodes agiles avec ceux des méthodes de gestion de projet traditionnelles. Les approches hybrides permettent de profiter de la précision en termes de planification et de suivi des méthodes traditionnelles, tout en conservant la flexibilité requise pour s'adapter aux changements et aux imprévus.

Afin de garantir le succès d'un projet, il est essentiel de choisir une méthodologie de gestion de projet pertinente. Les approches hybrides connaissent une croissance en popularité dans l'environnement en perpétuelle mutation. L'explication de cette tendance réside, avant tout, dans leur capacité à concilier souplesse et prévisibilité, et en incluant des techniques de gestion de projet basées sur la planification et les méthodes Agile. Des études internationales menées dans divers secteurs révèlent une adoption des méthodologies hybrides.

Cette croissance dans les pratiques peut être accordée aux grandes performances des modèles hybrides par rapport aux méthodologies Agile et Plan-driven, qui sont confirmées par des recherches récentes.

Outre que les méthodologies agiles et hybrides, la gestion systémique forme une approche fondamentale pour la gestion des projets complexes. Elle insiste sur l'importance de relier les différentes composantes du projet et sur la compréhension des relations entre elles. Elle permet d'anticiper de manière plus efficace la façon dont les différentes parties du projet interagissent et de limiter les effets en chaîne, qui peuvent survenir, lors de modifications apportées à l'une des parties.

La gestion systémique est spécialement utile pour gérer les projets complexes où les interdépendances entre les sous-systèmes qui sont nombreuses et où les décisions prises dans un domaine peuvent entraîner des répercussions significatives dans d'autres.

2.1.5 Succès des Projets Complexes

Il apparaît clairement que la notion de succès doit être élargie afin d'inclure les objectifs stratégiques fondamentaux du projet. Une telle approche permet de se

demander : cette réussite correspond-elle réellement à nos attentes initiales ? Avec le temps, plusieurs écrivains ont commencé à différencier ce qu'on peut appeler le succès tactique –ou le succès en gestion de projet, c'est-à-dire l'efficacité d'un projet : a-t-il respecté les spécifications initiales établies au départ ? –et le succès stratégique (c'est-à-dire le succès du projet mesuré par son efficacité : a-t-il généré les résultats et les bénéfices attendus ?) Chaque projet d'ingénierie a des objectifs spécifiques qui concernent la création d'un produit, d'un processus ou de services. Cela se fait à travers différentes activités. L'intégralité des étapes des différents processus de production est généralement connue par le terme de "cycle de vie. Il est essentiel de préciser que certaines de ces activités peuvent être regroupées en phases, car elles jouent un rôle clé dans la création d'un produit ou d'un service intermédiaire indispensable pour progresser au produit final et gérer plus efficacement la complexité du projet.

D'abord, pour les projets, diviser les processus en phases est une première étape pour gérer cette complexité. Ensuite, élaborer des modèles de cycle de vie nécessite une certaine expérience pour choisir la meilleure approche la mieux adaptée aux exigences spécifiques. La figure 9 illustre cette évolution vers une approche intégrée des critères de succès en dépassant le traditionnel triangle coûtant qualité elle montre que dans les projets actuels ces 3 éléments doivent être complétés par d'autres facteurs clés tels que l'incertitude la durabilité la complexité les attentes des clients et des parties prenantes :

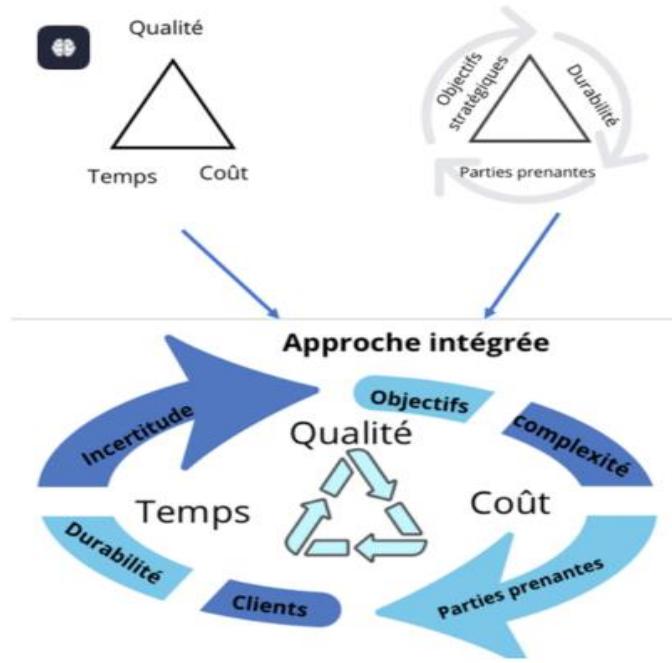


Figure 9 : Approche intégrée des critères de succès dans les projets (site consulté (<https://pmiquebec.qc.ca/approche-integree-criteres-succes-projets/>), 2 janvier 2025, PMI Lévis Québec)

Cependant, même dans ce contexte, la notion de « réussite stratégique » n'est pas toujours clairement définie pour diverses raisons. Nous allons examiner cinq questions spécifiques, qui seront toutes traitées plus en détail dans ce chapitre. Tout d'abord, les grands projets publics ont une durée de vie prolongée, ce qui signifie que le « succès » peut évaluer ce projet, sur le plan à court ou à long terme. L'une des définitions les plus marquantes du succès d'un projet dans ce domaine vient peut-être des travaux réalisés avec l'Agence américaine pour le développement international, puis avec les nations unies par (Williams et al., 2022). Cette définition caractérise le succès du projet selon cinq dimensions, comme le montre le Tableau 2 suivant, allant du projet immédiat à ses bénéfices immédiats, jusqu'aux aspects plus larges et à long terme.

Tableau 2 : Critères de succès des projets (Williams et al., 2022, p12)

<i>The Project</i>	<i>Short-Term</i>	
	1 Efficiency	Was the project well managed?
	2 Effectiveness	Were the goals achieved?
	3 Relevance	How useful was the output to the organisation?
	4 Impact	Was the goal appropriate to the organisation's purpose?
	5 Sustainability	Are the benefits sustainable in the longer term?
<i>Wider concerns</i>		
		<i>Longer-term</i>

Le problème des projets complexes est un vrai défi pour la gestion de projet. Pour gérer la complexité et l'incertitude, les chefs de projet doivent mettre en œuvre des solutions adaptables, en s'appuyant sur des technologies modernes et en assurant une collaboration constante avec toutes les parties prenantes. Les études futures devraient s'attacher à développer des méthodes plus systématiques et à évaluer l'influence des nouvelles technologies sur la gestion des projets complexes.

2.2 MATURITÉ EN GESTION DE PROJET

2.2.1 Définition

La maturité est un concept présent dans de nombreux domaines. Ce terme évoque un état final résultant d'un processus de développement. Ce processus se compose de plusieurs étapes, débutant par un stade initial et incluant divers stades intermédiaires avant d'atteindre la maturité. Ce concept propose de qualifier ou de quantifier le développement d'un sujet donné. Il offre le potentiel de mesurer l'acquisition de capacités propres à des échelons de développement. Cette évaluation permet d'identifier les capacités à acquérir pour atteindre le niveau désiré. Ainsi, le développement vers la maturité peut se décrire sous forme de modèles de maturité permettant d'en mesurer le niveau sous forme

d'étalonnage. Ces modèles virtuels se caractérisent par l'utilisation d'une échelle de stades progressifs, appelés niveaux de maturité.

Celle-ci permet de situer l'entreprise en identifiant le niveau qui reflète le mieux sa situation actuelle. En fonction de ses objectifs et de ses besoins, l'entreprise peut évaluer le niveau de maturité qu'elle vise et entreprendre les démarches nécessaires pour l'atteindre. Le modèle de maturité permet donc de cadrer les capacités à acquérir pour atteindre le niveau désiré. Jusqu'à présent, il existe de nombreux modèles de maturité utilisés dans les domaines du développement logiciel, de la gestion, de la construction, de l'innovation, etc. (Crawford, 2006). Les définitions de la maturité sont présentées dans le tableau 4 suivant :

Tableau 3 : Les principaux termes de maturité

Terme	Définition
Maturité	Etat final de perfection suite à un développement à travers ces stades.
Mesure de la maturité	Localisation du niveau de maturité de l'entreprise.
Degré de maturité	La répartition du rendement de l'entreprise selon les étapes initiales vers les étapes avancées.
Modèle de maturité	Une méthodologie pratique décrivant une gradation des niveaux de maturité selon le positionnement dans l'organisation.

2.2.2 Les origines de la maturité

Le concept de maturité prend origine dans le domaine de la gestion de la qualité. En 1979, Crosby offre le premier modèle de maturité, la « QMMG, Quality Management Maturity Grid » (Renken, 2004). Ce modèle se présente en cinq niveaux : « Uncertainty, Awakening, Enlightenment, Wisdom et Certainty ». Ces niveaux sont caractérisés par une progression, c'est-à-dire qu'avant d'atteindre le stade « Certainty », l'entreprise devra

traverser progressivement un par un les autres niveaux de maturité. Ce type de modèle est formé d'une matrice descriptive, puisque les indicateurs de chaque phase de maturité correspondent parfaitement à un degré de performance.

En effet, après dix ans, le département de défense des États-Unis finance le développement du « Capability Maturity Model (CMM) » pour la sécurité informatique. Contrairement à la matrice de Crosby, le but de ce modèle de maturité est de mesurer les compétences de ses partenaires dans le développement logiciel (Fraser, Moultrie et Gregory, 2002). À cette époque, les échecs des projets informatiques se répetaient fréquemment et leur réussite dépendait de la qualité de la gestion du projet. Ce modèle de maturité propose donc la maîtrise de « key process areas (KPA) », c'est-à-dire une série de capacités spécifiques pour la gestion d'un projet afin d'atteindre un niveau de maturité donné. Lorsque ces compétences sont maîtrisées et cumulées, l'entreprise est qualifiée pour ce niveau de maturité. Évidemment, elle devra accumuler des capacités supérieures ou améliorer ses propres aptitudes en gestion pour pouvoir atteindre le niveau suivant (CMMI, 2002). Ce modèle est ainsi de nature cumulative.

2.2.3 Les différents modèles de maturité

Le modèle de maturité a pour but d'améliorer l'efficacité en évaluant comment le travail est organisé et réalisé. Il sert de point de repère pour analyser les pratiques actuelles et les rendre plus performantes. Pour l'utiliser dans un projet, il faut d'abord mesurer le niveau de maturité lié à l'exécution du plan, puis ajuster la stratégie pour l'améliorer en continu. Il existe plusieurs modèles de maturité en gestion de projet, présentés comme suit :

*Capability Maturity Model Integration (Team, 2002) ;(Matrane, O., Talea, M., & Okar, C., 2014,)

*Berkeley PM Process Maturity Model (Kwak & Ibbs, 2002) (Matrane et al., 2014)

*PMSolutions Project Management Maturity Model, (Crawford, J.K.2006);
(Matrane et al. ,2014)

*Organizational Project Management Maturity Model OPM3"(Strang, 2003)
(Matrane et al.,2014)

*Portfolio, Program & Project Management Maturity Model « P3M3»;(Matrane et al. ,2014)

*Project Management Maturity Model (Kerzner, H.2003); (Matrane et al.,2014)

Ces modèles utilisent la classification en 10 domaines du PMBOK 6^e édition et le Capability Maturity Model Intégration (CMMI,2002). Ils évalueront la maturité en passant du niveau 1 au niveau 5. Le Tableau 5 suivant résume les principaux modèles de maturité BIM. Ces modèles sont comparés selon leur pays d'origine, leur échelle organisationnelle, leur année de publication, leur type ainsi que leur style d'évaluation.

Tableau4 : Les dix principaux modèles de maturité BIM (adapté de Rashidian, S., Drogemuller, R., & Omrani, S.,2022)

10 Modèles de maturité les plus utilisés						
Noms du modèle	Auteurs	Échelle organisationnelle	Année	Type de modèles	Pays d'origine	Style d'évaluation
BIMCMM	I-CMM et NIBS	Projet et organisation	2007	Matrice de maturité et Modèle cumulatif	États-Unis	Certification
BIM Competency Index	Succar	Individuel	2013	Variation de l'échelle Likert	Australie	Moyenne
BIM Maturity Measure (BIMM)	Arup	Projet	2012	Matrice de maturité	États-Unis	Pointage
BIM Quicksan	Van Berlo et associés	Organisation	2009	Variation de l'échelle Likert	Pays-Bas	Pourcentage
BIM Proficiency Matrix	Indiana University	Projet	2009	Matrice de maturité	États-Unis	Certification
Macro Maturity Matrix	Succar et Kassem	Marché	2015	Matrice de maturité	Australie	Moyenne
BIM Maturity Matrix (BIMMM)	Succar	Tous	2010	Matrice de maturité	Australie	Pointage
Organizational BIM Assessment (OBIMA)	CIC Research Group (CICRG)	Organisation - Spécifique aux clients	2012	Matrice de maturité	États-Unis	Pointage
VDC and BIM Scorecard	CIFE	Organisation	2013	Variation de l'échelle Likert	États-Unis	Pourcentage
Buildings Owners BIM Competency framework	Giel et Issa	Organisation – Spécifique aux clients	2013	Inconnu	États-Unis	Inconnu

Parmi les dix modèles BIM existants présenté dans le tableau au-dessus, quatre modèles ont été sélectionnés pour enrichir le nouveau modèle de maturité. Ces modèles ont été sélectionnés pour de multiples raisons qui seront définies dans les sections suivantes. Cependant, les autres modèles ont été ignorés puisqu'ils utilisaient un type de modèle différent ou une échelle organisationnelle autre que celle du projet et de l'organisation, nuisant à la comparaison.

2.2.3.1 *BIM Capability Maturity Model (BIMCMM)*

Le premier modèle de maturité BIM retenue est le « BIM Capability Maturity Model (BIMCMM) ». Celui-ci a été inspiré du CMM et réalisé pour standardiser l'implémentation BIM dans les projets aux États-Unis (National BIM Standard). Cette

méthode permet d'encourager les clients à utiliser le BIM dans les projets. Le BIMCMM permet la certification d'un projet BIM. Ce type de certification peut être comparé au type de pointage par lequel le nombre de points accumulés donne le niveau de certification BIM. Le BIMCMM est le seul modèle avec un type hybride entre le modèle cumulatif et la matrice descriptive. Ce modèle fut le premier modèle de maturité BIM créé et il a donc largement inspiré les modèles de maturité BIM subséquents. Cependant, aucun d'autres modèles de maturité n'a utilisé ce type hybride entre les modèles cumulatif et descriptif. Bien qu'il soit difficile d'en conclure d'une manière définitive, il est probable que le type de modèle cumulatif n'ait pas été considéré comme le plus approprié pour les modèles de maturité visant à faciliter l'implémentation du BIM dans l'industrie de la construction. Ce modèle a été notamment sélectionné, puisqu'il identifie des indicateurs favorisant l'intégration des pratiques du BIM à travers la chaîne de l'approvisionnement. (Hamdi & Leite, 2012)

2.2.3.2 *BIM Maturity Matrix (BIMMM)*

Le « BIM Maturity Matrix BIMMM » comme il a été mentionné précédemment, un modèle de maturité pour toutes les échelles organisationnelles. Il catégorise les indicateurs selon chacune de ses échelles. Plusieurs enjeux liés à la mise en place du BIM sont regroupés dans un seul indicateur, ce qui rend chaque élément plus complexe à analyser. Le modèle de maturité est donc complexe à utiliser et peu adapté à la diversité des contextes et des projets. En comparant le BIMMM aux modèles existants, il est préférable de limiter chaque descripteur à un ou deux critères de performance, afin de garder un modèle souple et plus facile à appliquer malgré tout. Succar reste un des experts les plus qualifiés en maturité BIM, grâce à la qualité de ses articles et à la multiplicité de ses modèles de maturité. La BIMMM, sa théorie et ses autres matrices sont donc un incontournable pour inspirer un nouveau modèle de maturité BIM. Le modèle de Succar s'appuie sur une recherche approfondie de la science, entourant le concept de maturité et des enjeux de l'implémentation du BIM (Succar.B., 2010).

2.2.3.3 *Organizational BIM Assessment (OBIMA)*

Le « Organizational BIM Assessment » développé par Computer Integrated Construction Research Group (CICRG,2013) de l’Université de Pennstate est une matrice descriptive qui répond à l’échelle organisationnelle d’une entreprise et au domaine du client, des maîtres d’ouvrage et des gestionnaires d’immeubles (CICRG,2013). Ce modèle de maturité est le premier à intégrer des concepts provenant des théories du changement organisationnel, en lien avec l’introduction d’une technologie de l’information.

Le CICRG adapte son modèle selon les besoins spécifiques du client, en intégrant des notions de capacités organisationnelles et procédurales nécessaires à une mise en œuvre réussie. Pour une transition efficace, il prévoit une démarche d’évaluation de la situation actuelle ou cible et d’identifier les ressources nécessaires. (CICR, 2013)

L'évaluation organisationnelle du projet OBIMA, dans le contexte de la construction, est une analyse systématique de la structure, des processus, des ressources et de la capacité d'une organisation impliquée dans un projet de construction à atteindre ses objectifs de manière efficace et efficiente.

L'évaluation organisationnelle du projet OBIMA est un outil essentiel pour garantir la réussite du projet de construction en optimisant la manière dont l'organisation fonctionne et interagit avec les différentes parties prenantes.

2.2.3.4 *BIM Maturity Measure (BIMM)*

Le modèle de maturité BIMM a été développé par la compagnie Arup, en collaboration avec le CICRG. Ce modèle est principalement issu du modèle Organization BIM Assessment (Duncan et Aldwinckle, 2014) et est, en fait, la version de l’OBIMA, à l’échelle organisationnelle d’un projet, adaptée aux différents acteurs de la chaîne d’approvisionnement. Leurs données proviennent des meilleures pratiques du BIM, identifiées lors des projets d’Arup et de l’expertise théorique du CICRG. Dans le modèle

du BIMM, chacun des acteurs identifiés possède son propre onglet dans un document Excel, ce qui aboutit à une vingtaine d'onglets pour un seul et même modèle.

2.2.4 Les niveaux de maturité

Il est possible de bien décrire les fondements de l'excellence en gestion de projet, comme le modèle de maturité de gestion de projet (PMMM), qui comprend cinq niveaux tels que présentés dans la figure 10 suivante. Chacun des cinq niveaux représente un degré de maturité différent dans la figure suivante :

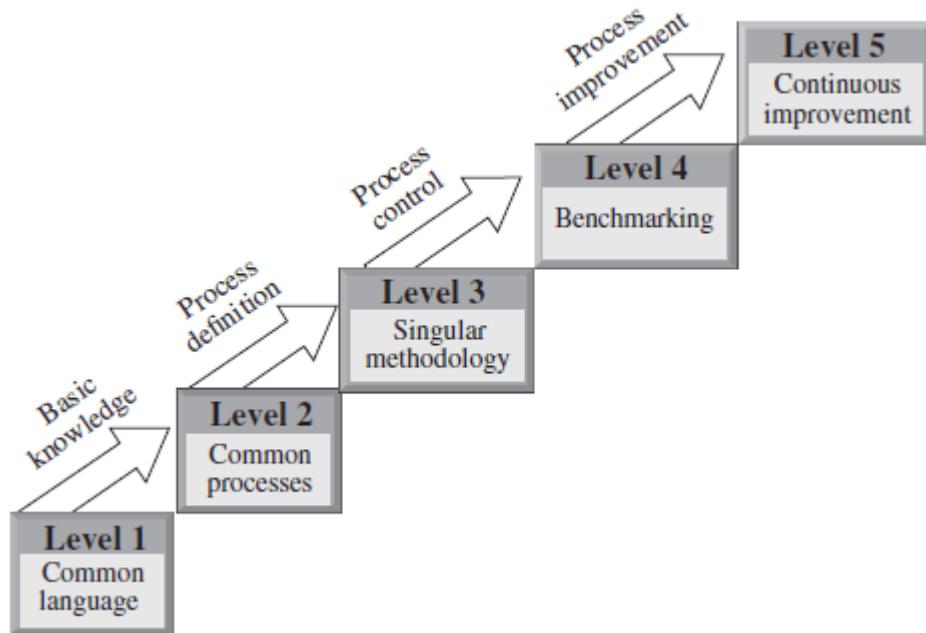


Figure 10 : Les niveaux de maturité (Kerzner, 2011)

Niveau 1 > Langage commun : À ce niveau, l'organisation reconnaît l'importance de la gestion de projet et la nécessité d'une bonne compréhension des bases, y compris la terminologie associée. Cependant, toutes les entreprises n'utilisent pas la même terminologie.

Niveau 2 > Processus communs : L'organisation reconnaît l'importance de définir et de standardiser les processus, afin de reproduire les succès d'un projet à un autre. Cela inclut l'application et le soutien des principes de gestion de projet à d'autres méthodologies utilisées au sein de l'entreprise.

Niveau 3 > Méthodologie unique : L'organisation combine toutes ses méthodologies en une seule, centrée sur la gestion de projet, ce qui crée des synergies et simplifie le contrôle des processus. À ce niveau, les entreprises peuvent également adopter une approche flexible, permettant aux gestionnaires de projet de personnaliser les outils en fonction des besoins spécifiques des clients.

Niveau 4 > Analyse comparative : L'organisation reconnaît la nécessité d'améliorer continuellement ses processus pour maintenir un avantage concurrentiel. Cela implique de réaliser des analyses comparatives régulières, en choisissant soigneusement les éléments et les références à évaluer.

Niveau 5 > Amélioration continue : L'organisation utilise les informations issues des analyses comparatives pour évaluer et décider comment elles peuvent améliorer l'efficacité des processus de gestion de projet.

2.2.5 Choix d'un référentiel de maturité

Nous retrouvons dans la littérature, deux référentiels principaux dans le champ des modèles de maturité. Ces deux référentiels clés sont nés dans le domaine du génie logiciel. Les modèles de maturité ont obtenu une grande visibilité avec le CMMI et l'ISO/CEI 15504. Ils constituent l'aboutissement de décennies de développement et d'affinement. Ces modèles génériques ont été adaptés à des contextes spécifiques, car divers domaines de développement logiciel ont des besoins en processus de qualité spécifiques, auxquels il convient de répondre.

2.2.5.1 CMMI

Le cas le plus reconnu de modèle de maturité, est le CMMI. La représentation complète du CMMI en tant qu'ensemble de domaines de processus et de pratiques définis à chacun de ses cinq niveaux de maturité, a été lancée en 1991 et les travaux se sont poursuivis par la suite. Bien que le CMMI provienne du domaine du développement logiciel, les concepts de maturité des processus qu'il contient peuvent être appliqués de manière générique à des processus non logiciels. Les modèles d'intégration CMMI sont des collections de meilleures pratiques qui aident les organisations à améliorer leurs processus. (Paulk, 2009)

Selon l'architecture du modèle CMMI, comportant les 5 niveaux, ceux-ci peuvent décrire une étape progressive ou un plateau, ou bien représenter une expression de capacité ou un autre attribut mesurable par le modèle.

- Au niveau 1, INITIAL, les processus souhaitables sont inexistant ou ponctuels, sans contrôle organisationnel.
- Au niveau 2, REPRODUCTIBLE ou GÉRÉ, les processus sont de plus en plus raffinés et reproductibles, mais uniquement dans le cadre d'équipes ou des projets individuels. Il n'y a pas de normes d'organisation.
- Au niveau 3, DÉFINI, les processus sont standardisés au sein de l'organisation sur la base des meilleures pratiques identifiées en interne ou à partir de sources externes. Les connaissances et les meilleures pratiques commencent à être partagées en interne. Cependant, les processus peuvent encore ne pas être largement adoptés.
- Au niveau 4, MESURÉ ou GÉRÉ QUANTITATIVEMENT, l'organisation a largement adopté les processus standards et commence à surveiller leur application à l'aide de métriques définies.
- Au niveau 5, OPTIMISÉ, l'organisation tente d'optimiser et d'affiner ses processus pour accroître son efficacité, au sein de l'organisation d'abord et, plus largement, au sein de son secteur d'activité.

2.2.5.2 ISO/CEI 15504

En 1993, l'Organisation internationale de normalisation (ISO) a lancé son projet SPICE (Software Process Improvement and Capability determination). L'objectif de SPICE était de soutenir le développement, la validation et la transition d'une norme internationale pour l'évaluation des processus logiciels. Le projet a mené à la publication d'une norme d'évaluation des processus, ISO/CEI 15504.

ISO/CEI 15504 (2003) était la norme internationale pour l'évaluation des processus jusqu'à son remplacement progressif par la norme ISO/CEI 33304 depuis 2015. L'ISO/CEI 15504-2 définit un cadre de mesure pour la capacité des procédés, définie comme une caractérisation de la capacité d'un procédé à répondre aux objectifs d'affaires actuels ou projetés. Le cadre fournit une échelle ordinaire en six points pour l'évaluation de la capacité. Des études empiriques détaillées, dans le cadre des essais SPICE, ont démontré la cohérence interne et la validité prédictive de cette échelle.

La famille ISO/CEI 33304 élargit le champ d'application et la portée de l'ISO/CEI 15504 et se concentre sur les concepts clés de modèle de référence de processus, de modèle d'évaluation de processus et de cadre de mesure de processus. Selon le principe de ISO/CEI 33301, il existe 3 catégories de processus :

- 1) les processus principaux qui décrivent le cycle de vie
- 2) les processus organisationnels
- 3) les processus de soutien.

Il s'agit d'une simplification utile par rapport à CMMI qui comporte 24 catégories de processus. ISO/CEI 33304 recommande de porter une attention particulière à la complexité. La complexité est un défi qui doit être relevé, lors de la construction de tout modèle de maturité. Un équilibre doit être trouvé entre avoir trop de mesures, d'attributs et de questions, débouchant sur la création d'évaluations laborieuses, et ne pas avoir suffisamment d'attributs pour pouvoir effectuer des évaluations précises et cohérentes. (Ragaisis, S., Peldzius, S., & Simenas, J., 2010)

2.3 EXIGENCES REQUISES

2.3.1 Définition d'une Exigence et Critères de Qualité

Tout projet débute par un besoin, et il définit ce qu'il faut réaliser, à travers un produit ou un système, afin de répondre aux attentes des parties concernées. La gestion devient plus complexe dans les projets complexes, en raison de l'augmentation des interdépendances et des variations des exigences, au fil du temps. La complexité grandissante des systèmes actuels, combinés aux effets de la digitalisation souligne l'importance de maîtriser avec rigueur les besoins afin d'assurer le succès du projet.

Dans ce sens, Koelsch (2016) souligne que l'identification des exigences est une activité critique dans l'ingénierie système. Une exigence, bien définie, exprime clairement un besoin, une attente ou une condition à satisfaire par un produit ou un service. Cette compréhension claire constitue une étape déterminante pour réduire les risques de dépassements budgétaires, de retards, ainsi que d'inadéquation du produit final aux attentes initiales des parties prenantes.

En effet, Koelsch mentionne que près de 60 % des erreurs détectées dans les projets d'ingénierie système sont dues à une mauvaise définition des exigences dès la phase initiale du projet. L'insistance sur la nécessité d'utiliser un langage clair et spécialisé permet également à tous les intervenants d'avoir une compréhension commune des besoins du projet, et d'éviter ainsi les multiples interprétations, source de conflits ou d'erreurs coûteuses. (Koelsch, 2016). Par ailleurs, Koelsch présente les caractéristiques d'une bonne exigence, qui incluent notamment :

- Précision et exactitude : chaque exigence doit être exacte et clairement formulée.
- Complétude : elle doit couvrir totalement un besoin précis sans ambiguïté.
- Consistance : une exigence ne doit pas être en conflit avec d'autres exigences, ni en dupliquer.

-Vérifiabilité : une exigence doit pouvoir être vérifiée par inspection, démonstration, simulation ou analyse.

-Traçabilité : elle doit pouvoir être suivie de sa source jusqu'à son implémentations finale.

La figure 11 suivante présente le processus du recueil des exigences :

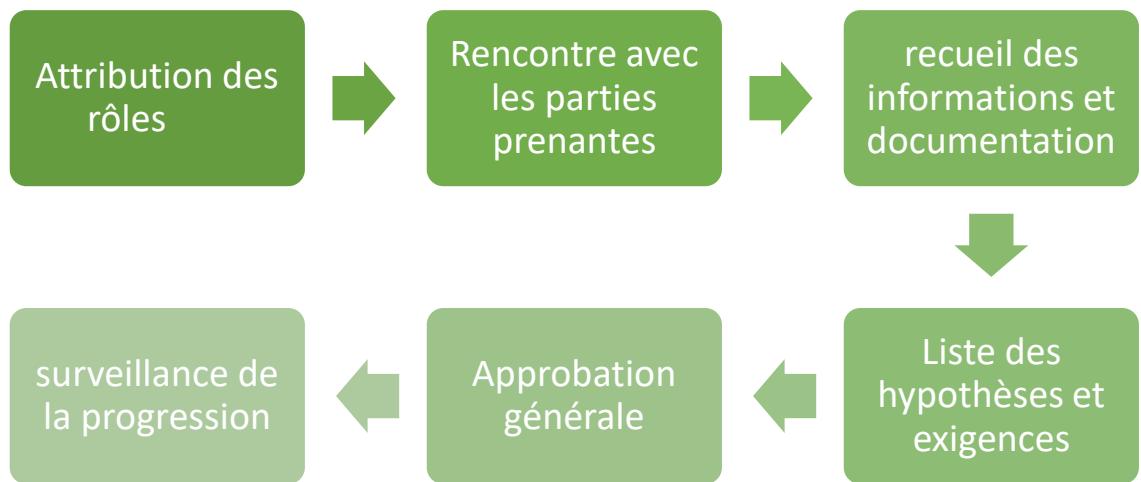


Figure 11: Processus de recueil des exigences

Koelsch explique que les exigences doivent être claires, complètes, et vérifiables, sans quoi elles perdent leur valeur et peuvent devenir source de confusion, voire de conflit entre les parties prenantes. Il écrit que « toute exigence doit être écrite de façon à pouvoir être comprise de la même manière par toutes les personnes impliquées » (Koelsch, 2016), ce qui implique un langage technique accessible, dépourvu de jargon inutile, mais suffisamment rigoureux pour éviter les interprétations multiples. La lisibilité et la traçabilité sont aussi essentielles. Chaque exigence doit pouvoir être suivie depuis sa source jusqu'à sa validation finale.

L'auteur met également en garde contre plusieurs erreurs fréquentes : certaines exigences sont inutiles, d'autres sont mal placées dans le document, voire toxiques, car elles introduisent des risques ou des contradictions. Pour éviter cela, il préconise un processus rigoureux d'élicitation des exigences, qui va au-delà de la simple collecte de besoins. Cette phase implique une investigation active pour révéler les véritables attentes des parties prenantes. Il recommande pour cela l'usage combiné d'outils variés : entretiens, questionnaires, observation directe, scénarios, et surtout le prototypage qui permet de valider les exigences de manière concrète. Enfin, Koelsch souligne que les exigences doivent être toujours validées et évolutives. La validation vise à garantir que les exigences sont bien comprises et acceptées par toutes les parties. Quant à l'évolutivité, elle est importante dans le contexte des projets complexes, où les exigences peuvent évoluer. Cela implique l'importance de documenter chaque modification, de maintenir une traçabilité rigoureuse et d'adopter une gestion du changement adaptée (Koelsch, 2016).

2.3.2 Types d'Exigences

Les critères fonctionnels définissent les caractéristiques essentielles que le système doit avoir. Selon Pichler (2010), ils décrivent des opérations particulières comme le traitement des données, la création de rapports ou l'intégration avec d'autres systèmes. Bien que ces exigences soient bien définies au début du projet, elles peuvent être ajustées au fur et à mesure que les besoins des utilisateurs et des parties prenantes évoluent. Dans les projets complexes, il est important de gérer les exigences fonctionnelles, car même de petites modifications peuvent avoir un impact majeur sur d'autres éléments du projet. Il y a de nombreux types d'exigences. Le tableau 6 adapté de Yong (2004) présente quelques types d'exigences importants dont la compréhension facilitera alors la gestion du projet :

Tableau 5 : les types d'exigences (adapté de Young, 2004)

TYPE	DESCRIPTION
Exigences commerciales	Des activités principales d'une entreprise sont guidées par ses objectifs commerciaux, les exigences qui ont découlent jouent un rôle essentiel dans la réussite d'un système qui ne peut être efficace que s'il y répond et contribue à atteindre les objectifs de l'organisation
Exigence fonctionnelle	Un attribut nécessaire dans un système indique ce que le système ou l'un de ses produits doit accomplir.
Exigence de performance	Un attribut nécessaire d'un système définit le niveau de performance auquel une fonction doit être réalisée, ainsi que les conditions nécessaires pour que cette fonction soit accomplie.
Exigences relatives au produit	Un attribut qu'un produit doit posséder pour répondre à l'usage prévu par un utilisateur.
Exigences en matière d'ingénierie	Un élément central d'un système décrit la manière dont ces fonctions doivent être exécutées, on parle souvent dans ce cas d'exigences non fonctionnelles celle-ci regroupe des aspects tels que la fiabilité la réalisation, la portabilité, la maintenabilité la compatibilité la vérifiabilité la prévisibilité la sécurité et la gestion de l'information l'efficacité des ressources l'exhaustivité et les facteurs humains
Contrainte de conception	Une limitation d'un système basée sur le besoin d'utiliser ou d'interagir avec d'autres composantes ou systèmes.
Exigences d'interface	Un attribut nécessaire dans un système qui résulte de l'interaction ou de la communication entre des systèmes indépendants ou des composantes de systèmes.

Les besoins fonctionnels sont les fonctionnalités et les comportements nécessaires d'une solution opérationnelle, qui sont clairement exprimés et sans ambiguïté. Ils sont importants à la conception, au développement, aux tests et à la mise en œuvre du système. Par exemple, ils incluent la gestion des connexions sécurisées, le traitement des paiements

avec génération de reçus, et la validation des données pour garantir leur exactitude et leur cohérence. Selon Koelsch (2016), les exigences fonctionnelles sont celles qui décrivent les comportements attendus du système, c'est-à-dire les actions, le processus ou les résultats que le système doit produire. Il les qualifie d'éléments essentiels, car ces exigences traduisent directement les besoins des utilisateurs et les objectifs métiers en fonctionnalités concrètes à développer. Il précise que ces exigences doivent être observables, mesurables et exprimées clairement. L'auteur identifie plusieurs sous-types d'exigences fonctionnelles qu'il classe selon leurs fonctions dans le système :

Règle métier : Ce sont les logiques spécifiques au domaine d'activité que le système doit appliquer. Elles peuvent inclure des calculs, des limites, des validations ou des processus à respecter. Par exemple, le système doit réviser toutes les transactions dépassant la limite de crédit autorisée.

Fonction Administrative : Elle inclut l'authentification, la gestion des droits d'accès, l'audit, la gestion des utilisateurs et la journalisation. Ce sont des fonctions de qualité et de gestions essentielles à tout environnement contrôlé.

Transaction : Il s'agit des opérations que les utilisateurs effectuent sur le système, tels que la saisie de données, la modification, la suppression, la validation ou l'annulation. Chaque transaction doit être documentée, comptée précisément avec ses entrées, ses sorties et ses règles d'exception.

Interface externe : Ce sont les interactions prévues entre le système et les entités externes, comme d'autres logiciels, des équipements matériels, des bases de données ou des services web. Une exigence fonctionnelle doit indiquer clairement le format, le protocole et les conditions de l'échange.

Exigence de conformité : Certaines exigences sont imposées par des normes réglementaires, industrielles ou juridiques. Elles doivent être traduites en fonctions opérationnelles concrètes. Prenons l'exemple du système qui doit conserver les documents comptables pendant une période minimale de 7 ans.

Exigences structurelles : elles concernent la manière dont certaines fonctions sont construites techniqueusement, y compris la structure des bases de données, les algorithmes utilisés ou les formats de fichiers requis pour certaines opérations.

Sauvegarde et récupération : ces exigences précisent comment le système doit gérer la persistance des données et sa capacité à restaurer son état après une panne. Cela inclut la fréquence des sauvegardes, la récupération après le sinistre ou la continuité de service.

En fait, la catégorie des exigences non fonctionnelles présentée dans le tableau 7 inclut tous les critères utilisés pour évaluer la qualité d'un produit ou d'un service. Elle reflète notamment des aspects comme la performance, la sécurité ou l'ergonomie sans pour autant indiquer des actions précises à réaliser, elle vise à garantir que le système dépasse les exigences minimales pour répondre aux attentes des parties prenantes et contribuer à sa réussite.

Tableau 6: Type d'exigences non-fonctionnelles (adapté de Young, 2004)

Type d'exigences non-fonctionnelles	Description
Exigences visibles liée à la performance	C'est exigence précise comment le système doit fonctionner en définissant des critères visant d'abord à assurer une performance de haute qualité puis à réduire les interruptions, et enfin à répondre aux attentes des utilisateurs. Elle couvre notamment des aspects tels que la fiabilité la disponibilité la facilité d'utilisation et la sécurité
Exigences qui soutiennent l'évolution du système au fil du temps	C'est exigence définit la capacité de système à s'adapter et à évoluer progressivement, à mesure que le nombre d'utilisateurs et le volume de données augmentent et que les besoins évoluent et l'englobent des aspects tels que les évolutivité l'adaptabilité la maintenabilité et l'extensibilité

Selon Koelsch (2016), les exigences non fonctionnelles définissent comment un système doit se comporter plutôt que ce qu'il fait. Elles ne décrivent pas des fonctionnalités visibles, mais les caractéristiques de qualité, les contraintes de performance, les règles de sécurité ou les critères d'acceptabilité que le système doit respecter pour être viable, fiable et conforme aux attentes des utilisateurs. Il affirme que ces exigences sont souvent négligées ou bien sous-estimées, alors qu'elles sont essentielles à la satisfaction des utilisateurs finaux et à la robustesse du système dans son environnement réel. Il note que l'omission ou l'imprécision des exigences non fonctionnelles conduit fréquemment à des projets qui, quoique fonctionnels, sont rejetés ou peu utilisés, faute d'utilisabilité de performance ou de fiabilité. Les exigences non fonctionnelles doivent, tout comme les exigences fonctionnelles, être claires, mesurables, testables et vérifiables. Koelsch insiste sur le fait qu'on ne doit pas se contenter d'expression vague ou rapide, sécurisé ou convivial. Ces critères doivent être accompagnés de valeurs mesurables. Par exemple, le système doit répondre à une requête de recherche en moins de 2 secondes dans 95% des cas. D'après l'auteur il existe une classification détaillée regroupant plus de 30 types d'exigences non fonctionnelles, que l'on peut regrouper en grandes catégories, dont les plus importantes sont :

Performance et capacités : temps de réponse, temps de traitement, débit, tolérance au stress, limite de charge.

Fiabilité et disponibilité : taux de panne autorisé, continuité de services, fréquence de sauvegarde, reprise après sinistre.

Sécurité et confidentialité : protection des données sensibles, contrôle d'accès, gestion des droits, audit habilité.

Maintenabilité et évolutivité : facilité de mise à jour, modularité, capacité à intégrer de nouvelles fonctionnalités.

Interopérabilité : capacité du système à échanger des données avec d'autres systèmes ou composantes.

Portabilité et compatibilité : fonctionnement sur différentes plateformes matérielles ou logicielles, compatibilité descendante ou ascendante.

Utilisabilité et ergonomie : facilité d'apprentissage, accessibilité, expérience d'utilisateur, capacité d'adaptation pour un nouvel utilisateur.

Conformité réglementaire ou standardisée : respect des normes légales ou des standards de qualité industrielle, stabilité du système, facilité de la conception des tests de validation, notamment en matière de couverture de code et d'instrumentation. (Koelsch, 2016)

Selon Kerzner (2009), les exigences non fonctionnelles (ENF) ont un impact significatif sur la conception du système et les choix technologiques dans les projets complexes. Par exemple, dans un projet où la sécurité est prioritaire il est essentiel de définir dès les premières phases des ENF claires et rigoureuses afin d'assurer la réussite de la solution.

La figure 12 illustre cette idée en présentant une classification détaillée des différents types d'exigences non fonctionnelles, selon Somerville (2011) elle distingue notamment :

- Les exigences produit (efficacité, fiabilité, portabilité)
- Les exigences organisationnelles (standards, implémentation, livraison)
- les exigences externes (sécurité, législation, éthique, interopérabilité)

Cette structure montre bien que les exigences non fonctionnelles ne se limitent pas à des performances techniques mais concernent également des aspects organisationnels réglementaires et humains qui doivent être intégrés dès la phase de planification dans les projets complexes :

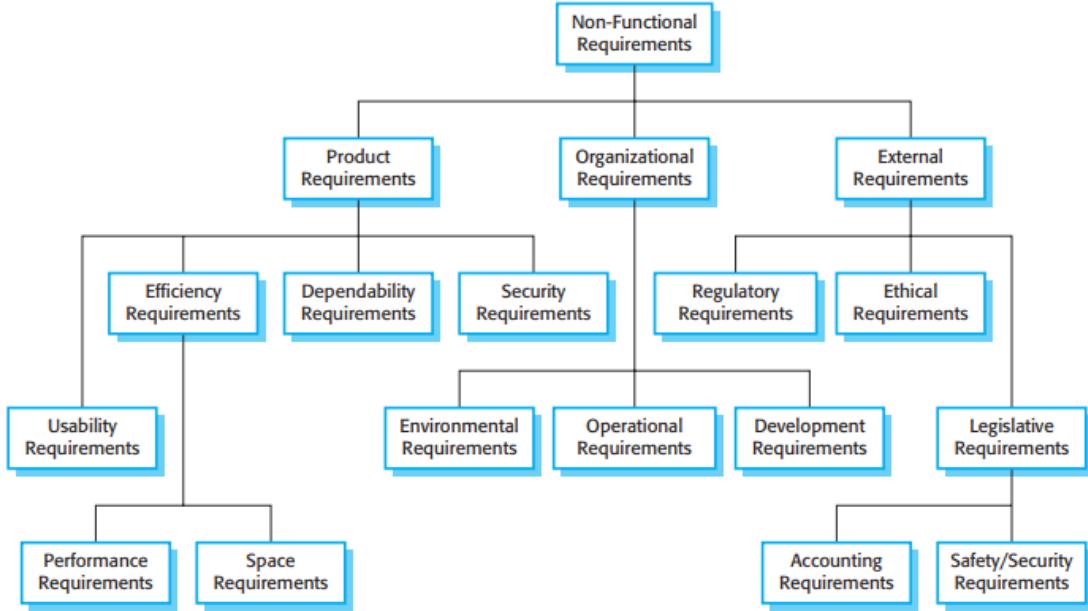


Figure 12: Classification des exigences non fonctionnelles
(Sommerville, 2011, p88)

2.3.3 Processus de Gestion des Exigences

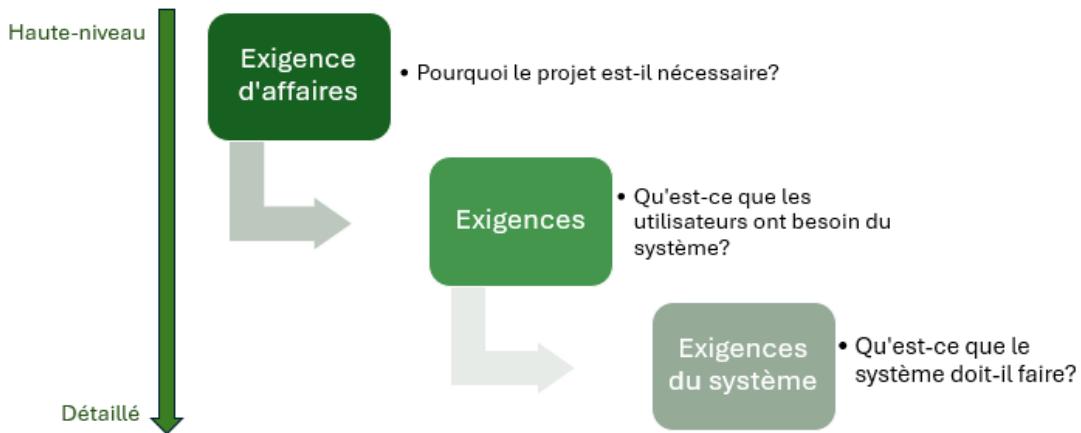


Figure 13: Hiérarchie des exigences

La figure 13 présente le processus d'exigences : il s'agit d'un ensemble générique d'activités qui aide à définir ou à développer les demandes d'un projet. Bien que les activités soient décrites de manière séquentielle, chaque activité peut être réalisée indépendamment ou de façon itérative, dépendamment des besoins du projet ou du programme. Chaque groupe d'activités est présenté en détail dans les sections suivantes :

- Évaluation des besoins :

L'évaluation des besoins aident à définir et à détecter un problème ou une opportunité commerciale réelle en général au niveau du portefeuille avant le début d'un programme ou d'un projet spécifique.

Lorsque la réalisation d'un programme ou d'un projet subit des influences externes entraînant un éloignement des considérations initiales, il est important de réévaluer les besoins pour vérifier que les décisions précédentes sont toujours pertinentes.

La planification de la gestion des exigences est réalisée à travers un plan de gestion des exigences ou un plan d'analyse commerciale constitue un élément clé dans la planification globale du projet

- Élicitation des exigences :

Dans ce cadre, l'équipe collecte les informations essentielles afin d'élaborer les exigences de la solution. L'élicitation est l'activité consistant à recueillir des informations auprès des parties prenantes et d'autres sources pour mieux comprendre les besoins de l'entreprise, afin de résoudre un problème ou de saisir une opportunité, et d'identifier les préférences et les conditions des parties prenantes pour la solution qui répondra à ces besoins.

- Analyse des exigences :

Ce domaine se concentre sur l'examen, la décomposition et la synthèse des informations obtenues en un ensemble d'exigences exploitables, qui répondent aux buts et objectifs énoncés.

- Suivi et contrôle des exigences :

Les exigences sont régulièrement suivies grâce à une surveillance et d'un contrôle constant pour garantir que la portée du produit est gérée tout au long du projet. Toute modification des exigences est intégrée uniquement après approbation.

- Evaluation de la solution :

L'évaluations de la solution portent sur les activités menées pour valider une solution en cours de mise en œuvre ou déjà déployé.

- Clôture du projet ou de la phase :

Une fois le programme ou le projet achevé, le produit, le service ou le résultat passe de la phase de développement à celle de maintenance. Les processus d'évaluation de la solution sont réalisés selon les besoins pour garantir que la solution continue à apporter la valeur attendue, et répond toujours aux objectifs de l'entreprise. (Project Management Institute, 2017).

Dans les projets complexes, il est d'autant plus essentiel de gérer les exigences que les systèmes sont souvent interconnectés et en constante évolution. Les systèmes complexes requièrent une gestion des exigences souple, capable de s'ajuster aux nouvelles informations et aux changements imprévus. De plus, l'évolution vers la numérisation et l'intégration de technologies innovantes, notamment l'intelligence artificielle et l'automatisation, ajoute une dimension supplémentaire de complexité dans la gestion des demandes de changement.

Selon Butler, Vijayasarathy et Roberts (2020), la gestion des exigences est essentielle dans les projets de développement logiciel, en particulier dans les contextes dynamiques où les besoins des utilisateurs peuvent se modifier rapidement et de manière imprévisible. Ils recommandent une méthode itérative de gestion des exigences, en accord avec les méthodes agiles, afin de relever les défis des projets complexes.

2.3.4 Méthodologies pour Gérer les Exigences

Recueillir les exigences joue un rôle central dans la gestion des exigences et peut être réalisée à l'aide de différentes méthodes. Leffingwell et Widrig (2003) identifiant plusieurs techniques courantes de collecte des exigences, parmi ces techniques, on trouve les interviews, les groupes de discussion, les observations, les questionnaires et les ateliers de travail.

Les interviews offrent un moyen pour obtenir des informations détaillées et précises directement auprès des parties prenantes, tandis que les groupes de discussion favorisent les échanges d'idées et la comparaison de plusieurs points de vue. Les observations permettent de saisir le contexte des processus en cours, tandis que les questionnaires peuvent collecter des informations quantitatives auprès d'un large éventail de participants. Les ateliers de travail, quant à eux, sont efficaces pour élaborer collectivement des exigences et résoudre les divergences entre les parties prenantes.

Dans le diagramme en V illustré à la figure14 suivante, chaque phase de test vérifie la satisfaction des spécifications associées à la phase de conception ou à la mise en œuvre correspondante. Dans l'exemple, les tests d'acceptation valident les exigences, les tests d'intégration vérifient la conception de l'architecture, les tests unitaires vérifient la conception des modules, etc. La validation a généralement lieu à la fin du cycle de vie de développement, lors des tests d'acceptation avec le client.

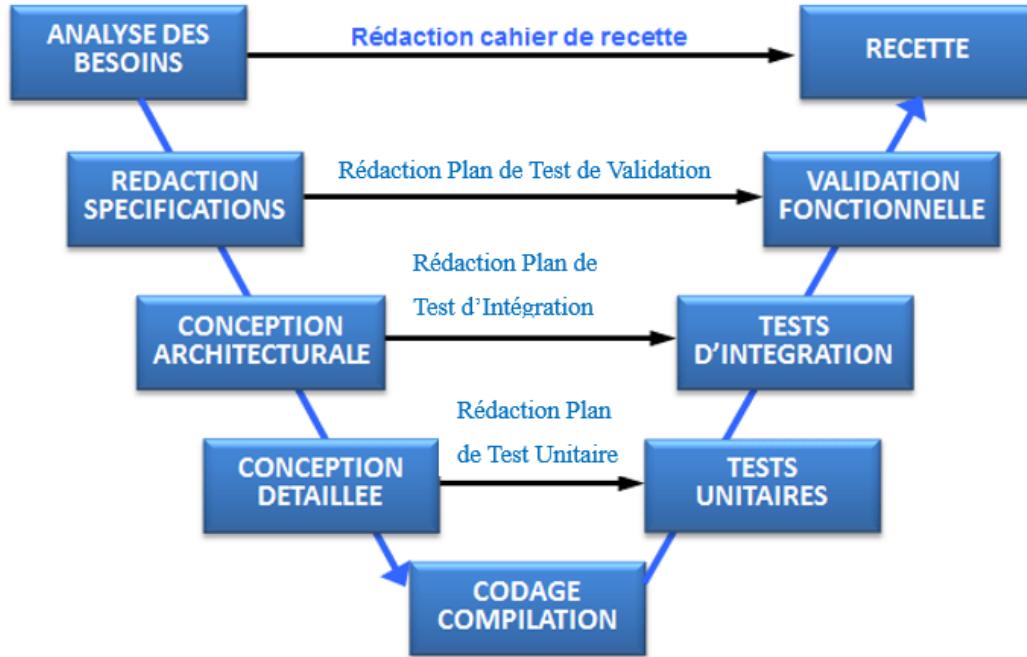


Figure 14 : traçabilité des exigences

L'analyse des exigences joue un rôle essentiel dans la vérification et la garantie que les exigences recueillies sont claires, cohérentes et faisables. Elle inclut généralement la création de modèles ou de diagrammes pour bien comprendre les liens entre les exigences et les systèmes associés.

Selon Sommerville (2011), les diagrammes de cas d'utilisation sont très utiles pour décrire les interactions des utilisateurs avec le système, tandis que les modèles de flux de données permettent de mieux comprendre les processus de circulation des données dans le système. L'analyse des exigences permet d'identifier les incohérences, les redondances et les lacunes, ce qui aide à affiner les exigences et à s'assurer qu'elles sont complètes et bien définies.

L'identification, la documentation, la validation et le suivi des exigences dans les projets complexes sont des étapes fondamentales dans la gestion des exigences. Ces étapes

sont souvent itératives, surtout dans les environnements complexes où les exigences peuvent changer au fil du temps.

L'identification des exigences commence habituellement par une série de discussions avec les parties prenantes. Selon (Koelsch, 2016), cette phase est déterminante pour prévenir les dérives du projet. Une définition inappropriée des exigences peut conduire à des retards, à des dépassements de coûts, voire à l'échec du projet. La fluidité des échanges entre les parties prenantes joue un rôle clé pour garantir une compréhension commune des objectifs du projet et que tous restent autour des objectifs définis.

La rédaction des exigences assure leur traçabilité et simplifie le processus de validation durant l'ensemble du projet. Selon Kerzner (2009), il est conseillé d'utiliser des outils logiciels comme IBM Rational DOORS ou JIRA pour optimiser la gestion et la traçabilité des exigences dans des projets complexes.

Dans les systèmes complexes, il est essentiel de modéliser les exigences afin de saisir les interdépendances qui existent entre les divers éléments du système. L'emploi de diagrammes UML est conseillé pour illustrer de manière visuelle les exigences ainsi que leurs relations. Cette méthode permet aux équipes la bonne compréhension des exigences fonctionnelles et non fonctionnelles tout en simplifiant l'analyse des impacts liés aux changements.

La gestion des exigences est confrontée à une difficulté fréquente associée aux changements fréquents qui peuvent survenir au cours du projet. Les projets complexes sont souvent influencés par des éléments externes tels que les nouvelles réglementations, les progrès technologiques ou les attentes évolutives des utilisateurs (Butler et al., 2020). Ils mettent en avant que la flexibilité soit importante pour bien gérer ces changements, mais qu'elle doit être encadrée rigoureusement pour empêcher tout écart par rapport aux objectifs du projet.

Un autre enjeu réside dans la transmission des exigences techniques aux parties prenantes ne disposant pas de compétences techniques. Des incompréhensions entre les

équipes techniques et les parties prenantes peuvent provoquer des retards remarquables dans l'exécution du projet. Il est donc essentiel de disposer d'une documentation claire et d'assurer une communication efficace afin de garantir une compréhension mutuelle des exigences et des objectifs.

Les méthodologies agiles, comme Scrum ou Extrême Programming (XP), offrent une gestion adaptable des exigences, surtout dans les projets complexes où les besoins peuvent changer rapidement. L'option d'une approche itérative facilite aux équipes de valider régulièrement les exigences avec les parties prenantes et de modifier les objectifs du projet par rapport aux besoins qui se manifestent.

Une bonne gestion des demandes de changement est essentielle pour garantir le bon déroulement des projets complexes. Les équipes peuvent diminuer les risques en appliquant des méthodes sérieuses pour identifier, documenter et surveiller les demandes, afin de s'assurer que le produit final corresponde aux attentes des personnes concernées. Il est aussi essentiel d'être adaptable, de s'ajuster et d'utiliser des outils récents pour gérer efficacement les demandes dans des environnements de projet en constante évolution.

2.4 GESTION DU CYCLE DE VIE DU PROJET

La gestion de cycle de vie de projet constitue une étape clé de la gestion de projets, comprenant une succession de phases qui encadrent le projet depuis sa création jusqu'à sa clôture. Ainsi, l'objectif de ce processus est de structurer le travail, d'organiser les ressources et de garantir la réalisation des objectifs du projet avec efficacité et efficience.

À travers cet article, nous analysons d'une manière approfondie la gestion du cycle de vie du projet, en explorant ses différentes phases, les méthodologies applicables et les approches possibles, afin de gérer efficacement le cycle de vie dans les contextes de projets complexes.

2.4.1 Différentes étapes du cycle de vie d'un projet

Selon le PMI (2017), la gestion de projet comprend cinq étapes principales : l'initiation, la planification, l'exécution, le suivi et le contrôle, et enfin la clôture.

1. Etape de définition du projet :

À ce stade, on peut identifier les différents problèmes et opportunités repérés, on établit les objectifs et critères nécessaires pour réussir le projet, et on mentionne les obstacles et les risques.

2. Étape de création du plan du projet :

Durant cette étape, les chefs de projet déterminent les activités à réaliser, évaluent leur durée, identifient les ressources nécessaires, construisent et examinent le réseau du projet, et préparent la proposition.

3. Étape de lancement du plan du projet :

Cette étape vise à recruter et organiser l'équipe de projet, à mettre en place les règles de travail, à actualiser les ressources du projet, ainsi qu'à planifier et à documenter les tâches fixées pour atteindre les objectifs.

4. Etape de suivi et contrôle du projet :

Cette étape comprend la rédaction de rapports d'avancement, l'installation de processus pour gérer les changements, la définition de processus pour résoudre les problèmes, le suivi de l'avancement du projet par rapport au plan, ainsi que la modification des plans en cas de besoin.

5. Etape de clôture du projet :

Cette phase consiste à obtenir l'approbation du client, livrer les résultats du projet, finaliser la documentation effectuez un audit post-implantation et rédiger le rapport final de projet.

La figure 15 résume les phases de cycle de vie du projet :

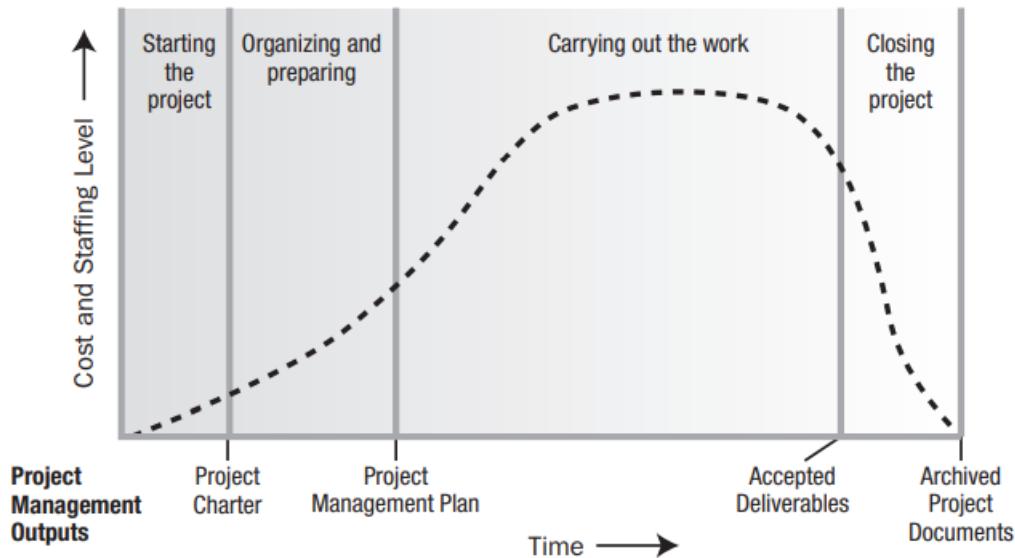


Figure 15: Phase de cycle de vie du projet (PMBOK 5th édition, 2013, p39)

2.4.2 Différents modèles d'approche de cycle de vie de projet

Selon plusieurs auteurs, une fois que le projet est défini et que les facteurs de succès ont été déterminés, l'équipe de projet devra déterminer la méthode et le style de gestion adaptés.

Par exemple, Highsmith (2009) suggère que la méthode agile devrait être appliquée surtout pour les projets ayant un degré d'incertitude élevé. Par ailleurs, il mentionne que l'approche agile a davantage de chance de réussite dans un environnement où peu de parties prenantes sont impliquées dans la réalisation du projet, et que dans ce cas, une méthode de gestion plus traditionnelle (« Waterfall ») est préférable.

Par ailleurs, Shenhar et Dvir (2007) suggèrent également d'adapter la méthodologie au type de projet. Par exemple, les projets structurellement complexes

nécessiteront une formalisation de la documentation. À l'inverse, un projet simple pourrait être réalisé sans documentation formelle.

2.4.2.1 Approche traditionnelle

Les méthodes classiques de gestion de projet sont employées depuis de nombreuses années. Elles suivent souvent un processus linéaire, connu sous le nom de « **cascade** », où les différentes étapes du projet sont réalisées dans un ordre précis, en respectant des plans et des délais établis à l'avance.

Cette approche met fortement l'accent sur une planification détaillée, où les besoins, les objectifs, le calendrier et les ressources sont clairement définies et établies dès le départ. De plus, les activités sont rigoureusement contrôlées, ce qui limite les possibilités de modifications en cours de projet. (Kerzner, 2022).

Turner (2010) souligne que ces méthodes traditionnelles manquent souvent de flexibilité pour s'adapter aux évolutions des besoins ou des objectifs ce qui peut poser un problème en cas d'imprévu ou de changement dans le contexte de projet.

2.4.2.2 Approche Agile

L'approche agile est une méthode qui repose sur des étapes répétées et des améliorations progressives. Elle privilégie la souplesse, la capacité à s'adapter et le travail en équipe. L'objectif de cette méthode est de créer de la valeur pour les clients en livrant des produits de façon continue et progressive. De plus, elle incite les personnes concernées à s'impliquer activement durant tout le projet. (Highsmith, 2009).

L'approche agile en gestion de projets met l'accent sur l'autonomie des équipes qui doivent être en mesure de s'organiser elles-mêmes de façon indépendante. Autrement dit, il est important de garantir la bonne communication au sein de l'équipe, de travailler efficacement en collaboration et de prendre des décisions collectivement.

Par ailleurs, il est important de s'adapter aux changements au lieu de suivre aveuglément le plan initial.

La figure 16 illustre de manière comparative ces deux méthodologies en mettant en évidence leurs différences fondamentales en termes de structure de processus et de logique de gestion. Du côté gauche l'approche classique suit une séquence linéaire planification vers réalisation vers contrôle vers clôture, tout changement nécessite une replanification formelle. À droite l'approche agile notamment le cadre scrum adopte un fonctionnement cyclique par sprint avec des revues fréquentes une forte communication d'équipe et l'adaptation rapide aux besoins du client.

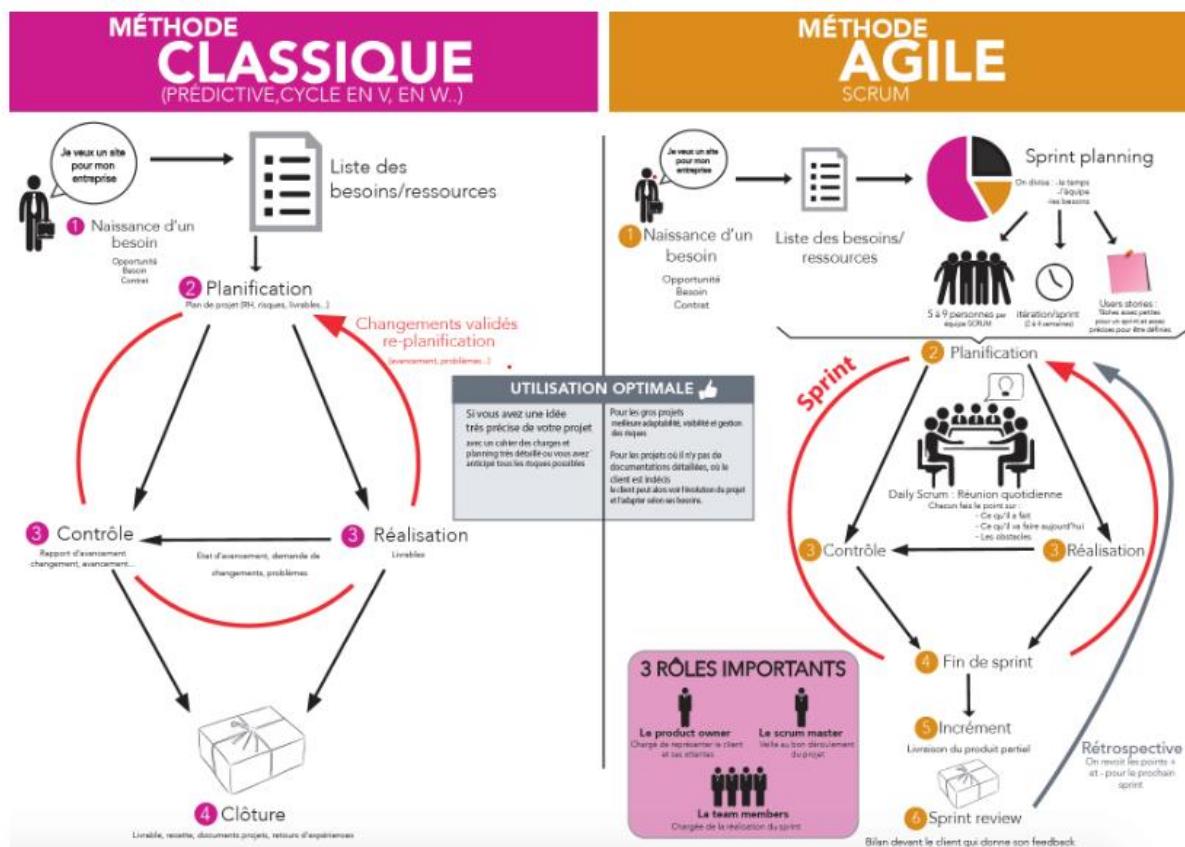


Figure 16 : déférence entre méthode agile et classique (site consulté <https://www.appvizer.fr/magazine/operations/gestion-de-projet/methode-classique-gestion-de-projet>, 15 janvier 2025, Zoom sur la méthode classique de gestion de projet)

2.4.2.3 *Approche hybride*

Reiff et Schlegel (2022, p.45) définissent l'approche hybride en gestion de projet comme un mélange de méthodologies traditionnelles et Agiles. Cela permet de bénéficier des atouts de chaque méthodologie pour exploiter leurs avantages respectifs.

Parmi les configurations hybrides les plus documentées, Water-Scrum-Fall combine un cadrage amont/aval en waterfall avec une réalisation en Scrum ; waterfall-agile conserve un cadrage prédictif mais maintient l'aval en agile ; le Hybrid V-Model confie l'amont et l'aval au V-model et le cœur (design/implémentation/tests unitaires) à Scrum ; enfin agile-stage-Gate Marie la gouvernance stage-Gate avec des sprints Scrum au sein de chaque étape.

Le Tableau 8 selon Reiff et Schlegel résume la structure par phase et l'usage attendu.

Tableau 7 : Méthodologies hybrides courantes (Reiff et Schlegel 2022, p49)

Approche	Phase initial	Phase de réalisation	Phase final
Water-Scrum-Fall	Waterfall : analyse des besoins, planification	Scrum : design, développement, implémentation(itératif)	Waterfall : intégration, tests
Waterfall-Agile	Waterfall : analyse des besoins, planification	Agile : design, développement, implémentation(sprints)	Agile : tests, ajustements
Hybrid V-Model	V-Model : exigences utilisateur et système, planification	Scrum : design, implémentation, unit tests	V-Model : intégration, tests système
Agile-Stage-Gate	Stage-Gate (découvertes, cadrage) + Scrum pour l'opérationnel	Stage-Gate (développement) + Scrum (sprints)	Stage-Gate (tests/validation/lancement) + Scrum au besoin

2.4.3 Risques et défis durant les phases de projet

Kendrick (2015) souligne que chaque étape d'un projet est accompagnée de divers risques et défis, ce qui rend essentiel de bien comprendre les pièges potentiels.

Cela permet aux gestionnaires de projets de mieux structurer leur travail et de trouver des solutions plus efficaces pour limiter les risques. Au démarrage d'un projet plusieurs incertitudes proviennent souvent des parties prenantes, notamment en lien avec l'analyse de rentabilité, la disponibilité des ressources et leur degré d'implication (Kendrick, 2015).

Durant la phase de planification, il est souvent difficile de faire des estimations précises des tâches, de gérer la complexité du calendrier et l'incertitude liée à la gestion des risques (Kerzner, 2022). Selon le PMI (2017, p. 456), pendant la phase d'exécution, les risques proviennent souvent de problèmes imprévus pendant l'exécution des tâches, des écarts par rapport au plan initial, ou des changements inattendus qui peuvent affecter le périmètre, le calendrier ou le financement du projet.

Cela met en évidence que la bonne communication pendant cette phase est primordiale. Le suivi et le contrôle sont souvent complexes, car ils impliquent de surveiller divers paramètres, de gérer le plan en cas d'ajustement et de gérer les risques et problèmes qui apparaissent.

Pour éviter l'échec d'un projet, il est donc important d'avoir des outils de contrôle performants (Kendrick, 2015). Le PMI (2017, p.41) souligne que les gestionnaires de projets en phase de clôture doivent garantir l'accomplissement de toutes les activités, tout en mettant une grande importance à l'apprentissage et le partage des connaissances.

Ignorer cet aspect peut entraîner une perte d'informations précieuses pour les projets à venir. De plus, durant chaque étape, les gestionnaires prennent des décisions cruciales qui influencent le succès du projet. La phase de lancement définit l'orientation des projets, la phase de planification établit le plan directeur, la phase d'exécution le met

en œuvre, la phase de suivi veille si le projet est progressé comme prévu. Et enfin la phase de clôture permet à l'organisation d'évaluer le succès global de projets et d'en tirer des enseignements pour l'avenir.

L'approche traditionnelle en gestion des risques attribue un niveau de risque au projet en fonction de son impact sur les objectifs du projet (temps, coût et portée) sans identifier la cause de l'impact (Shenhar et Dvir, 2007).

Dans la gestion d'un projet complexe, puisque les facteurs de succès vont au-delà du temps, du coût et de la portée, le management des risques doit se faire dans l'optique de trouver et gérer les causes possibles de ces risques pour éviter qu'ils n'affectent le succès du projet. Selon Thamhain (2013), la capacité de gérer les risques dans les projets complexes dépend de trois variables. Ces variables représentées par un cube à la figure suivante. Ainsi le degré d'incertitude, la complexité du projet et l'impact affecte la méthode de management des risques du projet et les ressources affectées à la gestion des risques.

Dans le modèle proposé par Thamhain dans la figure 17, plus le projet est complexe, plus la gestion des risques doit être faite de façon préventive. Les risques n'ayant pas d'impact au départ du projet peuvent facilement devenir un risque majeur s'ils ne sont pas gérés tôt dans le projet (effet domino). L'identification des risques au départ et les mesures prises pour trouver les causes des risques sont donc des éléments clés pour le gestionnaire de projets complexes.

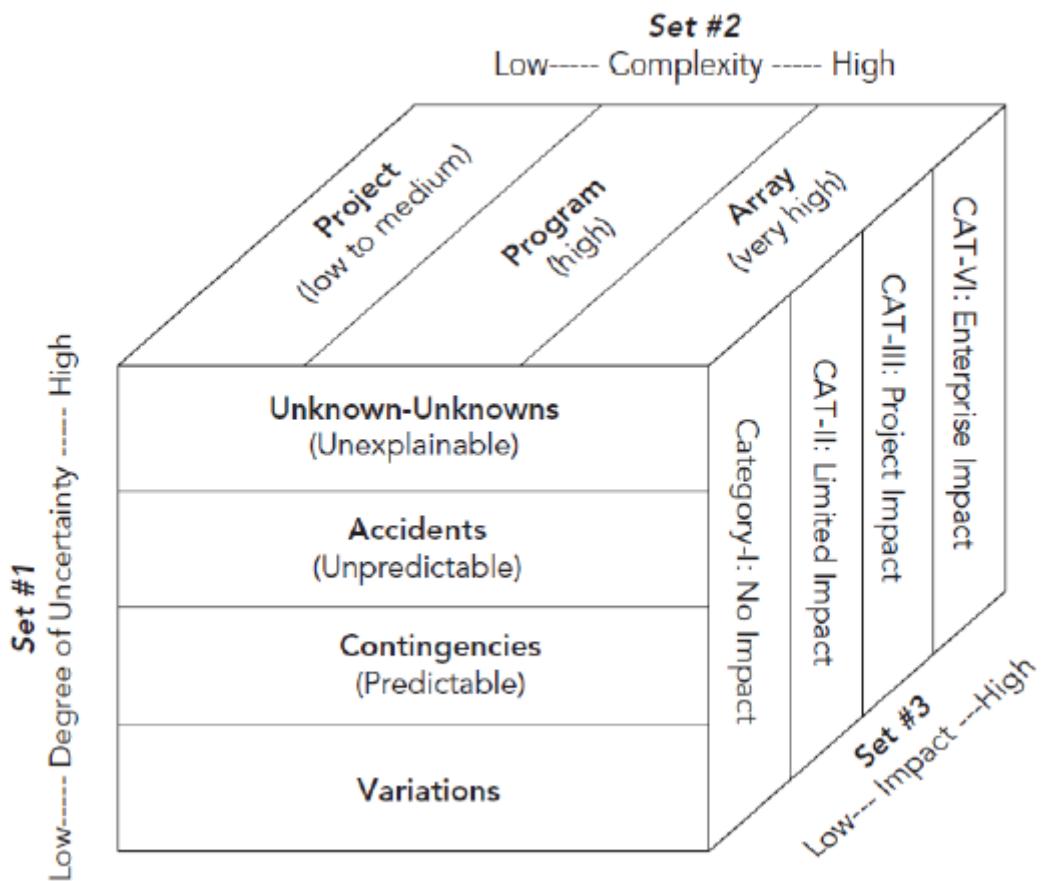


Figure 17: Les dimensions de la gestion des risques (Thamhain, 2013)

Par ailleurs, Maylor et Turner (2017) ont réalisé 43 ateliers avec 143 participants afin d'identifier des pistes pour mieux gérer les projets complexes.

Parmi les pistes de solutions identifiées, les participants ont proposé de simplifier le projet dès le départ afin de réduire les risques. Il est notamment suggéré de prévoir des plans plus détaillés et de regrouper les parties prenantes, ce qui faciliterait la communication et limiterait les ambiguïtés. De plus, la même étude recommande d'introduire une flexibilité budgétaire permettant de s'adapter aux variations de rythme de projets et aux imprévus réduisant ainsi les risques liés aux coûts.

2.4.4 Facteurs de succès du projet

Pinto et Slevin (1988) furent les premiers à donner une base scientifique à l'étude des facteurs clés de succès en gestion de projet avant leur travaux la plupart des recherches provenaient surtout de praticiens relatant leur expérience sans véritable démarche empirique pour combler cette lacune ils ont mené en 1988 une étude rigoureuse sur 159 projets de recherche et développement leur résultat montre :

- Qu'il existe 14 facteurs de succès dont 10 contrôlés par l'équipe de projet et 4 échappant à son contrôle. (voir tableau 9)
- Que l'importance de chaque facteur varie selon la phase du projet un facteur peut être crucial à une étape mais secondaire voir inutile à une autre.

Tableau 8: Les facteurs clé de succès Selon le cycle de vie d'un projet(Adapté de Pinto et Slevin, 1988)

Facteur	Explications
1-Conception	-la mission du projet -l'écoute des clients
2-planification	-la mission du projet -le soutien de la direction générale -l'approbation du client -l'urgence(facteur extérieur)
3-exécution	-la mission du projet -les compétences du chef du projet -la gestion des problèmes -la planification et la programmation -les tâches techniques -l'écoute des clients
4-clôture	-les tâches techniques -la mission du projet -l'écoute des clients

Le Triangle d'or, qui repose sur trois concepts fondamentaux de réussite, à savoir le Coût, le Délai et la Qualité, a été identifié par les recherches d'Olsen, il y a plus de cinquante ans comme des critères essentiels pour évaluer le succès d'un projet. Plusieurs chercheurs, comme Belassi et Tukel (1996) ont souligné que ces trois critères traditionnels ne suffisent pas pour définir pleinement le succès d'un projet.

D'autres éléments, généralement pertinents lors de la phase de livraison, peuvent aussi être pris en compte. Les critères temporaires aident à suivre les étapes effectuées jusqu'à ce jour. Toutefois, il faut noter que l'utilisation des coûts comme un outil de contrôle permettent de mesurer les progrès, mais ne représentent pas le succès du projet. Il est clair que le respect des délais et/ou des budgets doivent être respecter par certains

projets. Par exemple, dans le cas d'un projet lié au millénaires le respect des délais est essentiel, parce que tout retard pourrait entraîner des complications.

Ces éléments sont souvent qualifiés de mesures de résultats, car ils mettent l'accent sur la gestion efficace du projet, en s'assurant que tout est fait correctement. Contrairement aux équipes fonctionnelles classiques, la gestion de projet adopte une approche différente, ce qui fait que l'évaluation des performances devient un critère fondamental pour déterminer le succès d'un projet. En particulier, ceux concernant les systèmes essentiels pour certains projets, la qualité représente le facteur le plus important.

L'objectif principal est de s'assurer que le produit final est correct, dans ce contexte le temps et le coût passent au 2ème plan tandis que le résultat final devient la priorité. On ne se demande plus si les choses ont été faites correctement, mais plutôt si le résultat est satisfaisant, une évaluation qui ne peut être faite qu'après la réalisation du projet (Atkinson, 1999). Les projets qui ne tiennent pas compte des résultats et des avantages obtenus ne sont pas considérés comme achevés. Bien que le temps soit un des critères de la fonction de processus, il semble souvent dominer les autres, car l'évaluation après la mise en œuvre n'est pas toujours possible. Le temps n'est pas un élément déterminant, et les critères de livraison ne sont qu'un ensemble de mesures permettant d'évaluer le succès.

La version du guide corpus des connaissances en management de projet (PMBOK, 2017) dit que le succès de projet doit non seulement être défini par les mesures du temps, du coût, du périmètre et de la qualité de management de projet, mais doit également tenir compte des objectifs de projet. Ces facteurs de succès vont varier également selon les parties prenantes et la perception dans le temps du projet. Ainsi, Shenhar et Dvir (2007) ont proposé d'identifier les facteurs de succès selon 5 catégories soient l'efficacité, l'impact sur l'équipe, l'impact sur le client, l'impact sur l'entreprise et la préparation pour le futur.

En 2012, Turner et Zolin vont venir compléter ce modèle en introduisant la notion du temps dans la mesure du succès. Selon le modèle, le succès du projet est mesuré à différents moments soit à la fin de la réalisation du projet, quelques mois plus tard et des années plus tard. Ce modèle permet entre autres de reconnaître le succès des projets au-delà de la perspective du client.

Le client détermine le succès du projet immédiatement à la fin de sa réalisation et se limite la plupart du temps aux indicateurs de temps, coût et portée. De plus, ce modèle permet de distinguer l'usage du produit par rapport à la réalisation du projet lui-même. (Turner & Zolin, 2012)

Le tableau 10 suivant présente un modèle évolutif de mesure du succès, qui distingue trois niveaux d'évaluation :

- Les livrables immédiats (Project Output) en fin de projet : délais, coûts, performances techniques.
- Les résultats différés (Project Outcome) quelques mois après : satisfaction, bénéfices, réputation.
- Les impacts durables (Impact) après plusieurs années : innovation, valeur à long terme, compétitivité.

Ce modèle met également en évidence que les critères de succès varient selon le type de parties prenantes (client, utilisateur, équipe projet, fournisseurs, public, etc.). Il souligne ainsi la nécessité d'une approche multidimensionnelle et adaptée au contexte, pour évaluer pleinement la performance d'un projet.

Tableau 9: Modèle de mesure du succès d'un projet (Turner et Zolin, 2012)

Results Timescale	Project Output End of Project	Project Outcome Plus Months	Impact Plus Years
Investor or owner	Time Cost Features Performance	Performance Profit Reputation Consumer loyalty	Whole life value New technology New capability New competence New class
Project executive or project sponsor	Features Performance Time and cost	Performance Benefits Reputation Relationships Investor loyalty	Future projects New technology New capability New class
Consumers	Time Price of benefit Features	Benefit Price of product Features Developments	Competitive advantage Price of product Features Developments
Operators/users	Features Performance Documentation Training	Usability Convenience Availability Reliability Maintainability	New technology New capability New competence New class
Project manager and project team	Time Cost Performance Learning Camaraderie Retention Well-being	Reputation Relationships Repeat business	Job security Future projects New technology New competence
Senior supplier (design and/or management)	Completed work Time and cost Performance Profit from work Safety record Risk record Client appreciation	Performance Reputation Relationships Repeat business	Future business New technology New competence
Other suppliers (goods, materials, works, or services)	Time Profit Client appreciation	Reputation Relationships Repeat business	Future business New technology New competence
Public	Environmental impact	Environmental impact Social costs Social benefits	Whole life social cost-benefit ratio

2.5 NORMES ET CONTRATS

2.5.1 Les normes internationales

Dans la gestion de projet, il est essentiel de suivre les normes et les contrats pour officialiser les ententes et les responsabilités des parties impliquées. Les normes donnent des directives pour les procédures et les méthodes à respecter, alors que les contrats établissent les conditions et les modalités de réalisation du projet.

2.5.1.1 ISO 9001

L'intégration des normes comme ISO 9001:2015 dans la gestion du cycle de vie des projets permet de faciliter l'organisation et introduire des contraintes. Adam (2023) explique que, bien que la norme ISO 9001 ne mentionne pas explicitement les pratiques agiles, elles partagent plusieurs valeurs fondamentales du manifeste Agile, comme l'orientation client, l'amélioration continue et l'implication des collaborateurs. Ces valeurs créent un terrain favorable à une approche de gestion adaptative, surtout dans des environnements complexes ou incertains (VUCA).

La norme impose un cadre clair pour planifier, contrôler et surveiller les processus. Cela assure un suivi rigoureux du projet en facilitant la traçabilité des exigences, l'évaluation des risques et de la documentation des résultats. Ces éléments structurants renforcent la stabilité et la qualité et la conformité du cycle de vie, contribue ainsi à sécuriser l'ensemble des projets. Cependant, l'auteur attire aussi l'attention sur les zones grises. Jusqu'à quel point une organisation peut-elle adopter des méthodes agiles sans compromettre sa conformité ISO ?

Trop de souplesse peut générer des conflits avec les exigences normatives tandis qu'un excès de formalisme peut bloquer la réactivité et l'innovation. Le défi réside donc dans la recherche d'un équilibre entre la rigueur du système qualité et la flexibilité opérationnelle. La norme ISO 9001 ne limite pas formellement l'autonomie des équipes.

Elle exige simplement que les résultats soient atteints de manière fiable et traçable. Ainsi, les équipes agiles auto organisées ne sont pas incompatibles avec les exigences ISO, à condition qu'elles démontrent leur capacité à atteindre les objectifs fixés et à améliorer leur processus en continu.

En termes d'enjeux, l'ISO 9001 introduit plusieurs défis organisationnels :

- La nécessité de définir des interfaces claires entre les processus classiques et agiles.
- Le maintien de la documentation requise malgré des pratiques de gestion plus légères.
- La coordination entre équipes agiles et directions, notamment dans les projets hybrides où coexistent différentes méthodes.

En conclusion, les exigences liées à la norme ISO 9001 ne bloquent pas la gestion de projets agiles. Elles imposent un cadre structurant qui peut renforcer la cohérence et la performance du projet, à condition d'être appliquée avec intelligence. Elles offrent des repères précieux pour organiser les activités, gérer les risques et garantir la qualité, tout en laissant une certaine marge pour l'innovation et l'adaptabilité. Ce sont donc à la fois des facilitateurs et des balises, dont la valeur dépend de la manière dont elles sont intégrées dans le système de gestion du cycle de vie du projet. (Adam, 2023).

2.5.1.2 ISO 21500 :2021

L'ISO (organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comité membre de l'ISO). L'élaboration des normes internationales est généralement confiée à des comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par un sujet pour lequel un comité technique a été créé a le droit d'être représenté au sein de ce comité. Les organisations internationales

gouvernementales et non gouvernementales en liaison avec l'ISO participant également aux travaux. (ISO21500, 2021).

ISO 21500 (2021) 2e édition pose le cadre de référence pour la gestion des projets, programme et portefeuille : il remplace la première édition de 2012 en s'articulant désormais avec ISO 21502 pour la guidance projet détaillé et offre une vue d'ensemble du contexte, de la gouvernance et des relations entre les normes de la famille ISO/TC 258. Il fournit une guidance transverse à l'organisation et s'adresse à un large public (praticien, dirigeants/sponsors, partie prenante, monde académique), tout en étant applicable à toute organisation et à tout niveau de complexité. Le standard clarifie la terminologie, notamment la différence entre output (ensemble de livrables) outcome (changement issu de l'usage des outputs) et avantage utile pour structurer les critères de réussite et la logique de bénéfices. Il explicite aussi la relation entre opérations, projets, programme et portefeuille. La norme insiste enfin sur la prise en compte des environnements externes (structure, culture, partie prenantes) et internes (facteurs économiques, politiques, sociaux, technologiques, juridiques environnementaux et attentes des autorités) car c'est contexte conditionne la réalisation des bénéfices. (ISO21500, 2021).

Tableau 10:Les domaines d`ISO21500 et les bénéfices attendus en projets complexes(ISO21500:2021)

Domaine ISO21500 :2021	bénéfices attendus en projets complexes
Contexte interne/externe et parties prenantes	Vision partagée du contexte, cartographie des contraintes/opportunités, meilleur anticipation des risques et attentes.
Mise en œuvre de la stratégie et logique de bénéfices	Alignment Projet-Programme-Portefeuille sur la stratégie, focalisation résultat, arbitrage sous incertitude.
Gouvernance et management intégrés	Responsabilités claires, circuit de décision, cohérence des contrôles (cours/délai/qualité)
Management de projet	Clarification output/outcome/benefit, meilleur traçabilité des exigences et du changement.
Management de programme	Gestion des interdépendances, suivi des avantages coordonnés, pilotage par bénéfices
Management de portefeuille	Priorisation et allocation de ressources au niveau stratégique, équilibre risque-valeur aller échelle de l'organisation

Au regard d'ISO 21500:2021, la gestion des projets complexes s'inscrit dans un cadre intégrant projets, programmes et portefeuilles, l'alignement stratégique, la gouvernance et les environnements interne/externe. Révisé en 2020–2021, le standard sert de référence aux autres normes et bonnes pratiques et s'adresse à des organisations de toute taille. Dans deux études de cas (résidentiel Yarmouk ; Université d'Al-Aïn), une check-list ISO 21500 évaluée sur une échelle de Likert met en évidence un taux d'application de l'ordre de 58 % et des écarts résiduels liés surtout à la documentation, à l'environnement réglementaire et à la gouvernance/communication.

Ces résultats confirment l'intérêt d'ISO 21500 pour structurer la gestion du cycle de vie des projets complexes, tout en rappelant que la réduction des écarts dépend des dispositifs concrets de pilotage et d'amélioration continue. (Dawood et Ahmed, 2023)

2.5.2 Les référentiels

2.5.2.1 PMBOK 7^e édition

Le guide du corpus des connaissances en gestion de projet PMBOK est devenue la ressource de référence pour aider les professionnels de la gestion de projets à utiliser les meilleures pratiques pour ajouter de la valeur à leur travail. Cependant, l'évolution rapide des technologies et la nécessité pour les organisations et les professionnels de s'adapter plus rapidement aux évolutions du marché ont fait évolué l'intégration des approches agiles dans les projets. Les professionnels ont désormais la responsabilité de choisir l'approche de gestion la plus adaptée (prédictive, agile ou hybride) pour accomplir leur travail et créer de la valeur. Par conséquent, pour que le nouveau guide PMBOK reste utile, il doit refléter cette flexibilité et aider le professionnel dans la prise de décision et la gestion de ses projets, de manière à lui permettre d'obtenir les résultats escomptés.

Le travail au sein des domaines de performance du projet est guidé par les principes du management de projet. Comme décrit dans The Standard for Project Management , un principe est une norme, une vérité ou une valeur fondamentale. Les principes de management de projet orientent le comportement des personnes impliquées dans les projets, car ils influencent et façonnent les domaines de performance afin de produire les résultats visés. Bien qu'il existe un chevauchement conceptuel entre les principes et les domaines de performance, les principes guident le comportement, tandis que les domaines de performance définissent de vastes champs d'attention dans lesquels ce comportement peut être démontré. La figure 18 montre comment les principes du management de projet se situent au-dessus des domaines de performance et fournissent des orientations pour les activités propres à chacun de ces domaines.(PMBOK, 2021).

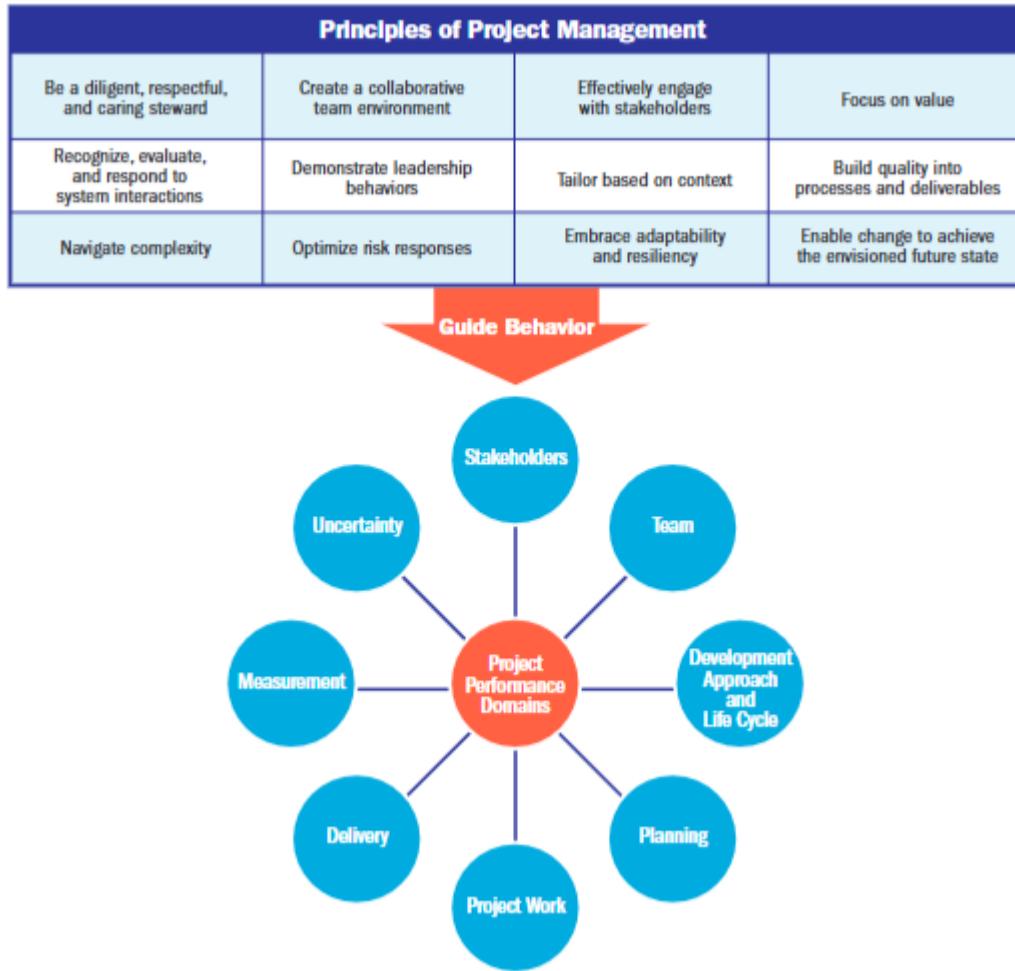


Figure 18: Relation entre les principes de gestion de projet et les domaines de performance du projet (Guide PMBOK 7th édition, 2021)

Le PMBOK (2021) présente 12 principes de management de projet :

- 1-Intendance : faire preuve d'une conduite diligente respectueuses et bienveillante, avec intégrité et sens des responsabilités.
- 2-Esprit d'équipe : créer un environnement de travail collaboratif où l'on partage l'information et l'entraide pour atteindre l'objectif commun.

3-Parties prenantes : impliquer efficacement les parties prenantes afin de comprendre leurs besoins, gérer les attentes et maintenir l'adhésion.

4-Valeur : Aligner le projet sur les objectifs de l'organisation est vérifier régulièrement la contribution aux bénéfices attendus.

5-Pensée systémique : reconnaître et gérer les interactions du système et externe pour adapter l'approche de manière holistique.

6-Leadership : Adopter des comportements de leadership (éthique, influence, apprentissage) et adapté son style au contexte.

7-Personnalisation : adapté méthodes, pratiques au contexte de projet plutôt que d'appliquer un modèle unique.

8-Qualité intégrée : intégrer la qualité dans les processus et les livrables pour répondre aux exigences d'acceptation et d'usage.

9-Complexité : naviguer dans la complexité en évaluant ses sources et en ajustant plan et approche tout au long de cycle de vie.

10-Risque : optimiser les réponses : maximiser les effets positifs, réduire les impacts négatifs sur le projet et ses résultats.

11-Adaptabilité et résilience : Être flexible et résilient pour s'adapter au changement et poursuivre la progression.

12-Conduite du changement : rendre possible le changement nécessaire pour atteindre l'état futur souhaité par l'organisation.

Ensuite un domaine de performance regroupe des activités liées, nécessaires pour obtenir les résultats du projet. Ces domaines sont interdépendants et fonctionnent ensemble comme un système intégré, par la suite la définition de chaque domaines :

-Parties prenantes : couvre les activités et fonctions associées aux parties prenantes.

-Équipe : traiter des activités et des fonctions liées aux personnes responsables de produire les livrables du projet qui permettent d'obtenir les résultats d'affaires.

-Approche de développement et cycle de vie : définir l'approche de développement, la cadence de livraison et le cycle de vie du projet nécessaires pour optimiser les résultats du projet.

-Planification : couvre les activités et fonctions liées à l'organisation et à la coordination initiales, continues et évolutives, nécessaires pour livrer les livrables et résultats du projet.

-Travail du projet : couvre les activités et fonctions liées à la mise en place des processus du projet, à la gestion des ressources physiques et à la création d'un environnement d'apprentissage.

-Livraison : couvre les activités et fonctions liées à la fourniture de la portée et de la qualité pour lesquelles le projet a été entrepris.

-Mesure : couvre les activités et fonctions liées à l'évaluation de la performance du projet et à la mise en œuvre d'actions adaptées pour maintenir une performance acceptable.

-Incertitude : couvre les activités et fonctions liées au risque et à l'incertitude.

Ces huit domaines forment un ensemble cohérent : ils fonctionnent comme un système intégré où chacun dépend des autres pour livrer les résultats. Ils se déploient en parallèle du démarrage à la clôture peu importe la manière de créer la valeur et ne doivent pas être traités en silos. Les activités propres à chaque domaine varient selon le contexte (organisation, livrables, équipe, parties prenantes). Dans le guide, ils sont présentés sans ordre ni pondération particuliers. (PMBOK, 2021)

2.5.2.2 Prince 2 7^e édition

La dernière version de PRINCE2 est la version 7, parue en septembre 2023. Elle a été mise à jour pour répondre aux changements dans le monde de la gestion de projet et intègre une approche plus globale, en mettant l'accent sur les personnes et en combinant différentes méthodes de gestion de projet.

La septième édition de PRINCE2 (2023) a apporté des améliorations dans plusieurs domaines clés. Premièrement, la numérisation a été renforcée, avec une attention particulière portée aux nouveaux outils et technologies permettant d'automatiser les processus, d'améliorer la collecte de données et de garantir une interaction plus flexible entre les équipes, ainsi qu'à la cybersécurité. Deuxièmement, le système de gestion des risques a été révisé afin de mieux identifier les menaces potentielles et de minimiser leur impact sur le projet. De plus, une attention particulière a été accordée au développement durable, afin de prendre en compte les impacts environnementaux et sociaux à long terme des projets. (Bakhirkin, 2025).

Les pratiques PRINCE2 décrivent des aspects de la gestion de projet qui doivent être traités en continu à mesure que le projet progresse tout au long de son cycle de vie. Par exemple, le cas d'affaires du projet doit être mis à jour et revalidé durant tout le cycle de vie, car des problèmes surviendront et les risques devront être gérés. La force de PRINCE2 réside dans la manière dont les sept pratiques sont intégrées comme montre la figure 19, à la fois dans leurs liens entre elles et dans leur utilisation à travers l'ensemble des processus PRINCE2. (PeopleCert International Limited, 2023)

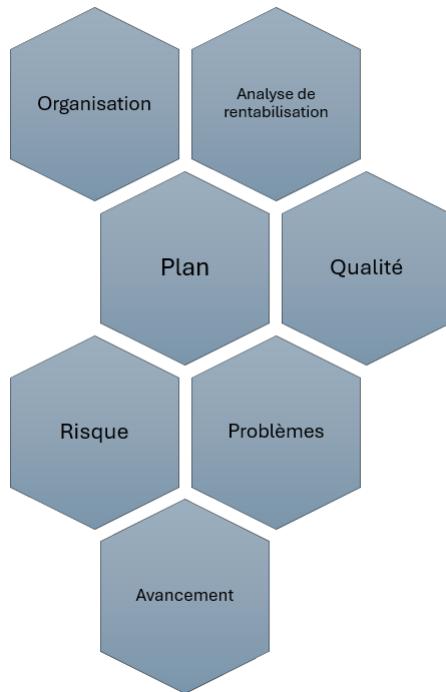


Figure 19 : les 7 principes du PRINCE2

1-Analyse de rentabilité : Le projet démarre d'une idée jugée porteuse de valeur potentielle pour l'organisation concernée. Cette pratique explique comment l'idée est transformée en une proposition d'investissement viable et comment le succès est défini puis vérifié.

2-Organisation : Le travail du projet doit être dirigé par les responsables redevables, délégué à ceux qui le gèrent et attribué à ceux qui produiront les livrables requis.

3-Plan : Les projets PRINCE2 sont livrés par étapes, sur la base d'une série de plans approuvés. Cette pratique complète la pratique Qualité en décrivant comment les plans sont conçus et développés.

4-Qualité : L'idée initiale du projet n'est d'abord qu'une ébauche. Cette pratique explique comment cette ébauche est précisée afin que toutes les parties prenantes comprennent les caractéristiques qualité des produits à livrer, puis comment la gestion de projet s'assure que ces exigences sont effectivement livrées.

5-Risque : Par nature, les projets recourent à de nouveaux produits, fournisseurs et/ou procédures, ce qui accroît l'incertitude et donc le risque. Cette pratique décrit comment l'équipe projet gère l'incertitude.

6-Problèmes : Cette pratique décrit comment la gestion de projet évalue et traite les problèmes susceptibles d'impacter tout aspect du projet (objectifs, plans, produits).

7-Avancement : Cette pratique traite de la faisabilité continue des plans. Elle explique le suivi de la performance et le processus d'escalade si les événements ne se déroulent pas comme prévu, via un mélange de contrôles déclenchés par des événements et par le temps. In fine, elle détermine si et comment le projet doit se poursuivre.

Les sept pratiques doivent être appliquées dans un projet. Toutefois, leur mise en œuvre varie selon l'ampleur, le risque, les personnes et organisations impliquées, et la complexité ou la simplicité du projet. Cela garantit que la méthode reste cohérente avec les sept principes PRINCE2. (PeopleCert International Limited, 2023).

Si l'on compare avec le PMBOK comme montre Le Tableau 12 , la 7^e édition (2021) déplace l'accent des processus vers un référentiel fondé sur des principes et des domaines de performance. Ces domaines désignent des ensembles d'activités interdépendantes qui, agissant de concert, conditionnent la réalisation efficace des résultats du projet. De son côté, PRINCE2 (2023) conserve son architecture claire et prescriptive, tout en renforçant son intégration aux approches agiles via PRINCE2 Agile, une extension qui combine la gouvernance PRINCE2 avec des pratiques agiles.

Dans les éditions actuelles, les différences entre PRINCE2 et PMBOK persistent, mais elles se sont atténuées grâce à la tendance générale vers une plus grande flexibilité et adaptabilité. PRINCE2 conserve sa structure claire et son caractère prescriptif, tandis que PMBOK a évolué vers un cadre de connaissances et de pratiques plus flexible. Le choix entre les méthodologies dépend du projet spécifique, de la culture organisationnelle et des préférences personnelles.

Tableau 11: Compilation de quelques différences entre, PMBOK et PRINCE2
(Bakhirkin, 2025, p423)

Aspect	PRINCE 2 (2023)	PMBOK (2021)
Accent	Gestion de projet structurée, basée sur des principes, des thèmes et des processus. Accent mis sur la justification du projet et la gestion axée sur le produit.	Un cadre de connaissances et un ensemble de pratiques pour la gestion de projets, de programmes et de portefeuilles. L'accent est mis sur la valeur, les principes et les domaines de performance.
Structure	Structure rigide prédéfinie. 7 principes, 7 thèmes, 7 processus	Approche flexible et adaptative. 12 principes de gestion de projet, 8 domaines de performance
Flexibilité	Adapté par personnalisation, tout en conservant la structure de base. PRINCE2 Agile fournit un cadre d'intégration avec Agile.	Très flexible, privilégie l'adaptation au contexte du projet.
Rôles	Rôles et responsabilités clairement définis au sein de l'équipe projet.	Un guide des rôles et des responsabilités, mais avec plus de flexibilité dans leur définition.
Qualité	Intégré aux processus, se concentre sur la qualité du produit.	Intégré aux domaines de performance, se concentre sur la réalisation des objectifs du projet.
Risques	Gestion des risques intégrée aux processus.	La gestion des risques fait partie des domaines de performance.
Changements	Processus formel de contrôle des changements.	Le contrôle des changements est intégré aux processus.
Évolutivité	Convient aux projets de toute échelle, du plus petit au plus grand.	Adapté aux projets de toute envergure, l'adaptabilité est un facteur clé.

2.5.3 Les Contrats

La gestion des contrats représente un aspect central du contract management. En français, ce terme peut être traduit par « gestion de contrat », mais cette traduction reste partielle si l'on souhaite exprimer toute la portée de cette fonction. En effet, il serait plus pertinent de parler de « l'administration de la relation contractuelle avec le client », car cette gestion ne dépend pas à la seule exécution juridique du contrat, elle englobe également la coordination, la communication, ainsi que l'ajustement dynamique des engagements tout au long de cycles de vie des projets.

Ce management de contrat devient un élément important de la gestion de projets. C'est une tendance qui s'est développée d'abord dans les pays anglo-saxons puis en France.

Les grandes entreprises globales ont déjà acquis leurs compétences dans ce secteur, et leurs fournisseurs devront bientôt s'adapter. Le management contractuel repose sur quatre piliers fondamentaux : le pilotage du résultat, la gestion de la relation avec client, l'administration du document-contrat et la gestion des contentieux.

Le contrat repose sur le principe de la liberté contractuelle (Brunet et César, 2019)

Dans les projets d'ingénierie, le contrat est bien plus qu'un simple accord juridique entre les parties. Selon Ribeiro (1997), il constitue un véritable outil de planification, de gestion des risques et de pilotage du projet. Tout au long de son cycle de vie, cette perspective place le contrat au centre de l'organisation du projet, de sa conception à sa clôture.

Ribeiro souligne que le contrat doit être intégré dès la phase de planification qui non seulement pour fixer les conditions financières et techniques, mais aussi pour clarifier les attentes réciproques entre le client et le fournisseur. Il identifie quatre fonctions clés du contrat d'ingénierie : la planification, la compréhension mutuelle, la maîtrise des coûts et la gestion des risques. Ces fonctions sont interdépendantes et doivent être pensées comme des piliers de l'organisation du projet.

Ribeiro insiste sur l'importance de la phase de négociation qui conditionne la qualité de contrat. Il met en garde contre les situations où les contrats restent flous ou incomplets, notamment à travers les lettres d'intention, qui peuvent créer des malentendus ou des obligations contractuelles implicites si elles sont mal formulées. Il cite l'exemple célèbre du litige entre British Steel Corporation et Cleveland Bridge, illustrant comment l'absence de contrats clairs dès le départ peut mener à des contentieux coûteux.

De plus, dans la phase d'exécution, le contrat joue un rôle central : il encadre les livrables, fixe les délais, répartit les responsabilités et anticipe les éventuels changements. Ribeiro recommande l'inclusion de clauses d'ajustement, de modalités et de gestion des aléas comme la force majeure. Cela permet d'éviter que chaque modification devienne source de conflits et facilite une gestion plus fluide du projet.

Enfin, l'ouvrage met en lumière la nécessité d'une cohérence documentaire. Il suggère que les contrats listent clairement tous les documents annexes (spécifications, annexe, technique) et qu'une clause de hiérarchie des documents soit établie pour gérer les éventuelles contradictions. Cette rigueur documentaire renforce la lisibilité du contrat et sa fonction de pilotage.

Dans la gestion des projets complexes, le contrat ne se limite pas à un simple document administratif ou juridique. Comme l'explique (Jean-Charles Savornin, 2021), il constitue une véritable colonne vertébrale du projet, cadrant les rôles, les responsabilités, les obligations, les livrables et les performances attendues. Il devient ainsi une référence commune pour tous les acteurs, notamment le chef de projet, les parties prenantes internes et les partenaires externes.

Un contrat bien structuré et bien compris par l'équipe projet permettent de rédiger le cycle de vie de projet en établissant les jalons clés, les conditions de contrôle, les modalités de validation et les conséquences en cas d'écart. Ce cadre favorise une meilleure anticipation des risques, une gestion projective des changements et une meilleure réactivité aux imprévus.

Comme le montre la figure 20, la gestion contractuelle s'inscrit dans un processus organisé allant de la consolidation du contrat à la gestion des écarts.

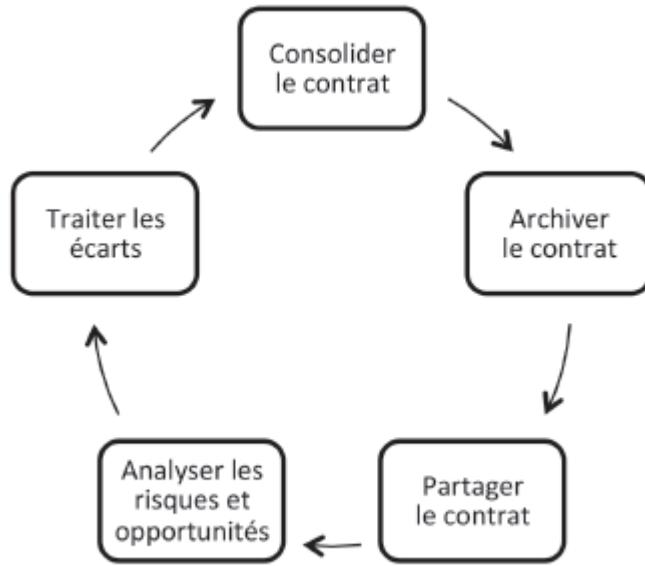


Figure 20: Processus de gestion du contrat (Jean-Charles Savornin, 2016, p56)

Savornin, J.-C (2016) insiste sur l'importance du partage du contrat avec l'ensemble de l'équipe projet. Il suggère même d'imprimer le contrat et de le rendre accessible en version à A5 pour que chacun puisse en avoir connaissance. Ce partage permet de développer une culture contractuelle collective, où les décisions opérationnelles sont prises en cohérence avec les engagements contractuels.

À chaque étape de projet, le contrat sert d'outil de pilotage, il aide à répondre à des questions telles que : que devrons-nous livrer ? Comment ? Et avec quel niveau de qualité ? Il devient une référence commune pour trancher les désaccords, ajuster le planning ou évaluer la performance. Par ailleurs, une bonne organisation de l'archivage des échanges contractuels renforce la traçabilité et la conformité tout au long du projet.

Si le contrat est une source de sécurité, il peut aussi générer certaines contraintes : lourdeur administrative, rigidité, surcharge documentaire. D'autant plus que, comme le

souligne l'auteur, aucun contrat n'est jamais totalement complet. Il ne peut prévoir tous les aléas d'un projet complexe. C'est pourquoi le *contrat management* consiste moins à appliquer le contrat à la lettre qu'à savoir négocier les évolutions, gérer les écarts et préparer les avenants de manière stratégique.

Une situation fréquente en projet est celle où le client refuse de signer une fiche de modification, en prétendant que le changement est inclus dans le contrat. Savornin conseille alors de demander une référence précise aux clauses du contrat. Ce réflexe protège juridiquement l'équipe et permet d'anticiper les litiges potentiels.

Il note également que tout changement au contrat, même mineur, doit faire l'objet d'un avenant écrit : aucun accord verbal ne peut prévaloir en cas de désaccord. Cette rigueur permet d'assurer la continuité contractuelle et la cohérence du projet, même en cas de modifications fréquentes.

La figure 21 suivante permet de structurer efficacement les communications entrantes et d'assurer leur accessibilité en cas de litige ou de contrôle.

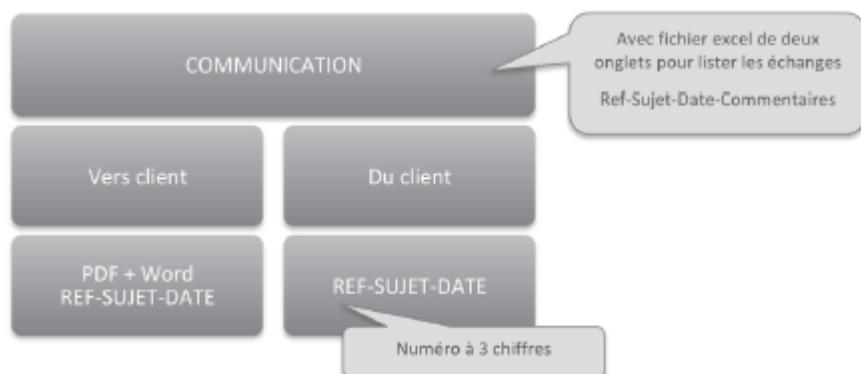


Figure 21: Archivage des communications (Jean-Charles Savornin, 2016, p68)

2.5.3.1 *Les types des contrats*

Il existe plusieurs sortes de contrats selon le PMI (2021) qui conviennent plus ou moins aux différents types d'achats. La nature du contrat employé et ses clauses et conditions particulières déterminent le niveau de risque accepté tant par l'acheteur que par

le fournisseur. Les accords font généralement partie de l'une des deux principales catégories suivantes :

- Contrats à prix fixe ou forfaitaire : Ce type de contrat établit un prix fixe pour un produit bien défini. Il peut également inclure des clauses d'incitation pour encourager le fournisseur à respecter ou à dépasser certains objectifs du projet, comme les délais. La forme la plus basique de contrat à prix fixe est le bon de commande pour un article spécifique, qui doit être livré à une date précise et à un prix déterminé.

- Contrat à coûts remboursables : Dans ce type de contrat, l'acheteur rembourse au fournisseur les frais réels engagés, augmentés de frais qui représentent généralement la marge bénéficiaire du fournisseur. Ces frais sont habituellement répartis en coûts directs et indirects.

Les dépenses directes sont celles encourues pour l'utilisation unique du projet, tels que les rémunérations des employés qui y occupent un emploi à temps plein. Les dépenses indirectes, fréquemment désignées par le terme de frais généraux ou administratifs, sont affectés au projet par l'équipe de projet en raison de la gestion de l'entreprise, par exemple les rémunérations des responsables impliqués indirectement dans projet ou les coûts d'électricité des bureaux. Ces frais indirects sont généralement évalués comme un pourcentage des frais directs.

Les contrats à coûts remboursables incluent fréquemment des dispositions prévoyant une participation aux bénéfices du fournisseur selon le respect ou le dépassement de divers objectifs du projet, comme des dates limites visées ou le coût global.

Bien donc, si le prestataire atteint ou excède les objectifs établis, il perçoit une prime de participation ou une satisfaction.

Quatre types fréquents de contrats à coûts remboursables sont les suivants :

- Contrat en régie avec honoraires : Le prestataire est compensé pour les dépenses admissibles liées à l'exécution du contrat et perçoit des rémunérations déterminées sous forme d'un pourcentage stipulé des frais. Ces frais dépendent du coût réel.

- Contrat en régie avec honoraires fixes : Le fournisseur reçoit un remboursement pour les coûts approuvés liés à l'exécution du contrat et perçoit des frais fixes basés sur un pourcentage des coûts prévus du projet. Ce montant fixe ne change pas selon les coûts réels, sauf si le contenu du projet est modifié.

- Contrat en régie à intérèsement : Le fournisseur reçoit un remboursement pour les coûts approuvés liés à l'exécution du contrat. Il perçoit également des honoraires fixés à l'avance ainsi qu'une prime d'intérèsement, qui dépend de l'atteinte de certains objectifs de performance stipulée dans le contrat. Dans certains contrats à régie avec intérèsement, Si les coûts finaux sont inférieurs aux prévisions, l'acheteur et le fournisseur partagent les économies réalisées selon une formule de partage convenue à l'avance.

- Contrats pièces et main-d'œuvre : Les contrats pièces et main-d'œuvre sont des contrats hybrides, combinant des éléments des contrats à prix forfaitaire et des contrats à coûts remboursables. Ils ressemblent aux contrats à coûts remboursables car ils n'ont pas de limite de coût. L'acheteur ne précise ni la valeur totale de l'accord ni la quantité exacte des éléments à livrer lors de l'attribution du contrat. Ainsi, la valeur d'un contrat pièces et main-d'œuvre peut augmenter, comme pour un contrat à coûts remboursables. (PMI, 2021)

En revanche, ces contrats peuvent aussi être similaires aux contrats à prix forfaitaire, car les taux unitaires peuvent être fixés entre l'acheteur et le fournisseur pour une catégorie spécifique de ressources.

2.5.3.2 *Structure de la norme de gestion des contrats et l'approche contractuel management*

La norme de gestion des contrats comprend cinq éléments :

- **Principes directeurs** : Les principes fondamentaux régissant la gestion des contrats s'appliquent à toutes les étapes du cycle de vie d'un contrat, indépendamment des conditions de gestion, sans tenir compte des variations de priorités, de stratégies, d'exigences ou de ressources telles que le personnel, le financement, l'équipement ou le temps. On distingue six principes majeurs : compétences et rôles, principes du contrat, normes de conduite, conformité réglementaire, évaluation situationnelle et dynamique d'équipe.

- **Phases du cycle de vie du contrat** : les contrats possèdent un début et une fin clairement définis, et le cycle de vie du contrat établit ces éléments. Ce cycle se divise généralement en trois phases : la phase pré-attribution, la phase post-attribution et la phase de gestion. Les activités de gestion des contrats, réalisées par les gestionnaires, se répartissent typiquement en cinq domaines au sein de ces trois phases. Chaque phase et domaine de cycle de vie de contrat inclut des compétences et des tâches particulières, regroupées sous le terme « processus »

- **Phase du cycle de vie préalable à l'attribution** : La phase préalable à l'attribution est la première phase du cycle de vie du contrat. Le processus antérieur à l'attribution implique pour l'acheteur l'assistance dans la formulation des besoins du client concernant des produits ou des services, suivi de la création d'un projet d'approvisionnement détaillé pour satisfaire ces besoins dans les délais impartis et à un coût adéquat. Cela comprend l'élaboration et l'exécution d'une stratégie globale pour l'achat, qui est accompli par l'étude du marché, l'élaboration de stratégies contractuelles, la préparation des appels d'offres et la sollicitation de propositions.

- **Phase du cycle de vie à l'attribution** : Le processus d'assignation concerne l'ensemble des efforts de l'acheteur et du vendeur qui engendrent un contrat accordé. Certains accords sont très basiques tandis que d'autres sont très complexes, mais la

majorité se situe entre les deux. Cette phase implique des activités et des compétences propres au secteur du contrat standard, qui aboutissent à un accord formel.

- Phase du cycle de vie après l'attribution du contrat : Une fois la phase d'attribution achevée, commence la phase de cycle de vie du contrat après l'attribution. Celle-ci implique toutes les fonctions de gestion des contrats connues sous le nom « administration des contrats ». Les tâches administratives liées aux contrats diffèrent largement selon la complexité de chaque contrat. L'acquéreur et le vendeur s'engagent activement dans la gestion du contrat pour assurer une réalisation optimale et mener le contrat à son terme. (Rendon, 2016)

Dans la gestion moderne des projets complexes, le contrat ne peut plus être perçu comme un simple document juridique figé, activé uniquement en cas de litige. L'approche de *Contractuel Management* (CM), développée par (Garrett & Incorporated, 2015), propose une nouvelle manière de concevoir et d'utiliser les contrats comme des instruments stratégiques et dynamiques au service du management du projet. Cette approche repose sur l'idée que le contrat est un véritable outil de gestion structurant les interactions entre les partenaires tout au long du projet. Il joue à la fois un rôle opérationnel en définissant les rôles, les obligations, les délais et un rôle stratégique en alignant les objectifs contractuels avec ceux de l'entreprise.

Ainsi, le contrat devient un levier pour organiser, sécuriser et piloter le cycle de vie de projet. L'approche CM s'articule autour d'un cycle de gestion contractuelle en cinq étapes qui peuvent se chevaucher et interagir de manière souple comme l'indique la figure 22 ci-dessous :

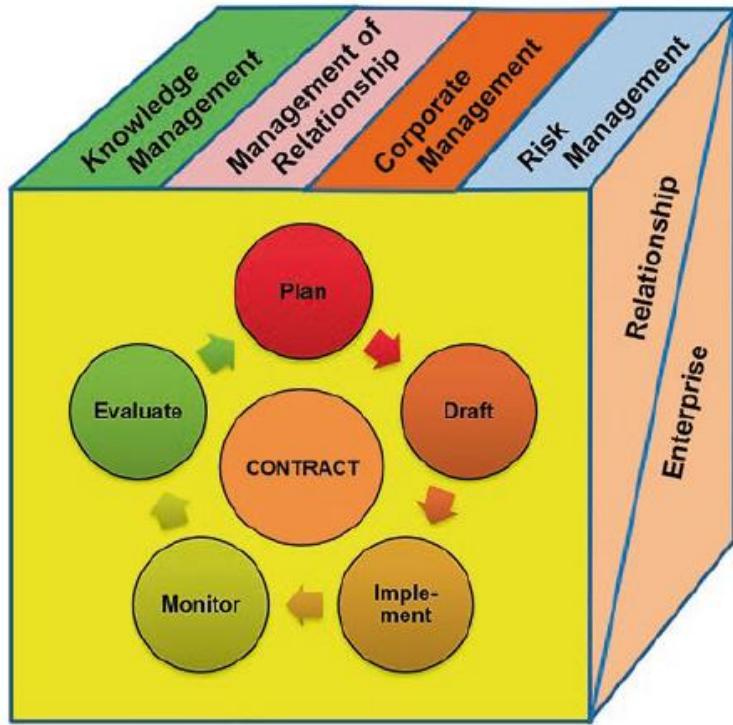


Figure 22: Cube du CM Model (Schuhmann & Eichhorn, 2020, p37)

1. **Planifier (plan)** : Définir les objectifs du contrat, analyser les risques et établir les bases relationnelles de la collaboration.
2. **Rédiger (Draft)** : formuler les clauses du contrat en lien avec la stratégie du projet.
3. **Implémenter** : Appliquer le contrat dans la conduite réelle du projet
4. **Surveiller (Monitor)** : Suivre le respect des engagements, détecter des écarts et anticiper des réajustements.
5. **Évaluer** : Tirer les leçons pour améliorer la gestion contractuelle dans les projets futurs.

Ce modèle n'est pas linéaire : il s'adapte au contexte en constante évolution. Par exemple, une modification importante pendant l'exécution pourra nécessiter un retour à la phase de rédaction pour produire un avenant. L'une des forces des modèles c'est réside

dans son intégration avec d'autres dimensions de la gestion de projet. Le contrat ne se limite plus à encadrer les obligations, il contribue également à la gestion des risques, des relations entre parties, du partage des connaissances et de la stratégie d'entreprise. À ce titre, le contrat devient un acteur central de la gouvernance de projet.

De plus, cette approche met en lumière que le contrat est au centre des processus de pilotage. Il sert à la prise de décision, fixe les livrables, les délais, les responsabilités, et permet d'évaluer la performance. Une gestion active du contrat permet de réduire les incertitudes, de prévenir les conflits et de renforcer la coopération entre les partenaires.

On résumé, le modèle de contractuel management offre une nouvelle perception du contrat : il n'est plus vu comme une simple contrainte administrative, mais comme un outil dynamique, adapté et structurant, intervenant à chaque type de cycle de vie du projet.

CHAPITRE 3 :MÉTHODOLOGIE

3.1 Contexte de l'étude

Cette recherche vise à comprendre comment les exigences requises, maturité et les normes/référentiels influencent-elles l'organisation et la gestion du cycle de vie du projet complexe.

Elle repose sur l'analyse de 3 variables clés, les exigences requises, la maturité des équipes et l'application des normes et contrats. Ces éléments sont étudiés à travers les réponses de 12 professionnels de la gestion de projet œuvrant dans différents secteurs d'activités et ayant une grande expérience dans la gestion de projets complexes.

3.2 Type de recherche et démarche méthodologique

La démarche suivie est de nature mixte, avec un recueil de données par questionnaire structuré. L'objectif est d'identifier des tendances, des relations et des perceptions au sujet des pratiques réelles utilisées dans la gestion du cycle de vie de projets complexes. Cette méthode permet de généraliser certains résultats tout en s'appuyant sur une base empirique.

3.3 Collecte des données

Pour appuyer la collecte de données, un questionnaire spécifique a été élaboré et partagé avec un groupe de 12 professionnels en gestion de projets provenant de divers secteurs tels que l'aéronautique, l'automobile, la technologie de l'information de la construction, de l'ingénierie, santé, industrie et autres domaines connexes. Le critère de sélection principal est l'implication dans des projets présentant une forte incertitude ou des interdépendances multiples.

Le questionnaire a été structuré en 4 sections, et comprend 12 questions. La première section comprend des informations générales. La deuxième section porte sur les Exigences requises. La troisième section porte sur la Maturité des équipes, et la dernière section sur les normes et contrats.

Chaque question propose une échelle de réponse ou des choix, favorisant l'analyse statistique.

3.4 Traitement des données

Les réponses ont été collectées et organisées dans un fichier Excel, puis traitées à l'aide de statistiques descriptives (fréquences, pourcentages) et de visualisation (graphique, tableaux croisés). Les résultats sont ensuite regroupés selon les 3 variables étudiées afin d'établir une analyse comparative entre les réponses des différentes entreprises. Pour une compréhension facile des résultats, on a utilisé des outils comme Excel pour créer des tableaux de synthèse et des graphiques à barres.

3.5 Limites méthodologiques

Le nombre de professionnels interrogés demeure restreint, mais leur niveau d'expertise et expérience donnent la nécessaire crédibilité aux objectifs de ce travail de recherche. De plus, cela veut dire que les résultats doivent être interprétés avec précaution. À l'avenir, d'autres études pourront développer davantage la réflexion mise en évidence dans ce mémoire.

CHAPITRE 4 : RÉSULTATS ET DISCUSSION

L'objectif de ce chapitre est de présenter les résultats de la collecte des réponses auprès des professionnels ayant une connaissance et une expérience de la gestion de projet. Le chapitre est divisé en trois parties, la première partie est réservée à la présentation de l'analyse descriptive de l'échantillon, la deuxième partie présentera l'analyse globale et l'interprétation des résultats, et enfin la troisième partie abordera la discussion et vérification des hypothèses.

4.1 ANALYSE DESCRIPTIVE DE L'ECHANTILLON

Afin de collecter nos données pour cette recherche nous avons analysé un échantillon de 12 répondants. Le questionnaire que nous avons utilisé pour collecter les données comprenait une section fournissant des informations sur le secteur d'activité des répondants, la durée et le budget moyen des projets auxquels ils avaient, ainsi que le nombre d'employés dans les organisations respectives auxquelles les répondants appartiennent.

Question 1 : Quel est votre secteur d'activité ?

La figure 23 présente les différents secteurs d'activité des répondants :

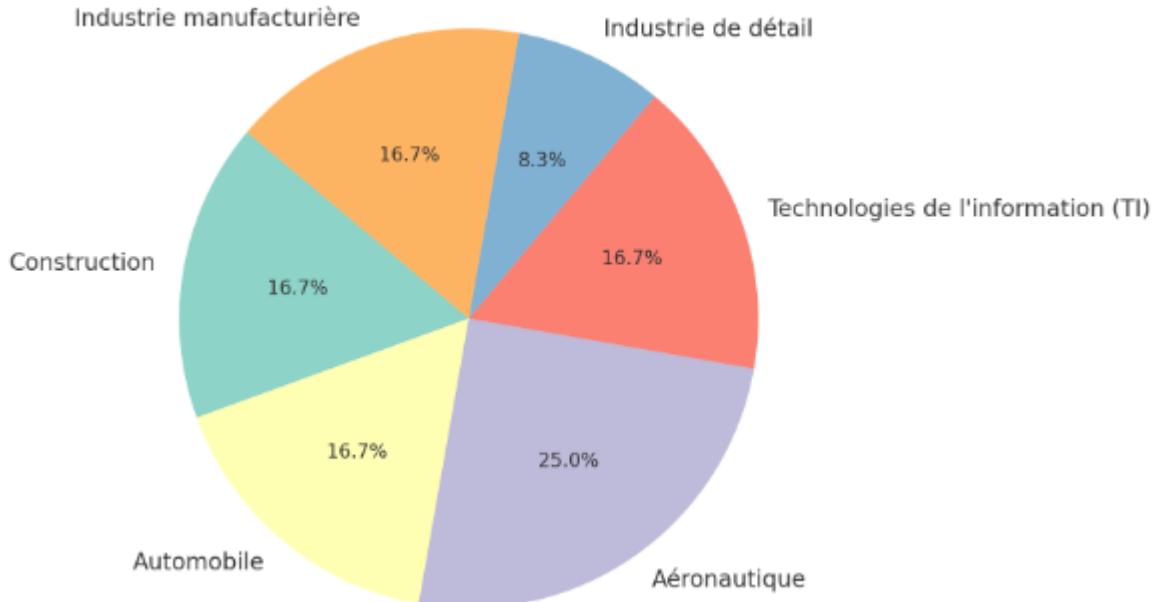


Figure 23: Les secteurs d'activité des répondants

L'échantillon est constitué de 12 entreprises exerçant dans différents secteurs notamment l'aéronautique, la construction, les technologies de l'information, l'automobile, l'industrie manufacturière et l'industrie de détail. Le secteur aéronautique est le plus représenté avec 25% des répondants, ensuite, à égalité, les secteurs de la construction, de l'automobile, des technologies de l'information et de l'industrie manufacturière chacun représentant 16,7% des répondants, l'industrie de détail est présente à hauteur de 8,3%. Cette diversité sectorielle démontre que la gestion du cycle de vie des projets complexes concerne un large éventail d'industries

Question 2 : Quel est votre rôle principal dans la gestion de projet ?

La figure 24 ci-dessous présente la répartition des rôles principaux occupés par les professionnels dans la gestion de projets complexes on observe que 58,3% des participants sont des membres de l'équipe projet tandis que 25% occupent le rôle de chef de projet et 16,7% celui d'ingénieurs de projet. Cette prédominance des membres d'équipes témoigne d'une représentation importante d'acteurs opérationnels directement impliqués dans l'exécution et la coordination des activités du cycle de vie du projet.

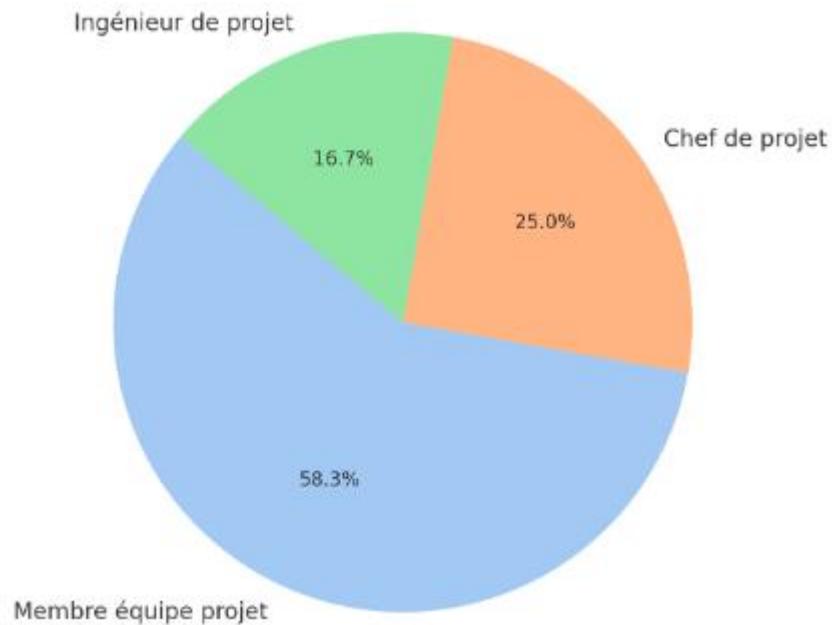


Figure 24: Répartition des rôles principaux

Question 3 : Quelle est votre expérience en gestion de projet ?

La répartition de l'expérience des répondants est présentée dans la figure 25 ci-dessous montre que 66,7% des participants disposent de plus de 10 ans d'expérience dans la gestion de projets complexes, les 25% des répondants ont une ancienneté comprise entre 6 et 10 ans, et seul un répondant soit 8,3% a une expérience de 2 à 5 ans et aucun ne possède moins de 2 ans d'expérience. Cette forte représentation de professionnels très expérimentés donne à l'échantillon une crédibilité élevée en matière de jugement sur les pratiques réelles de gestion du cycle de vie.

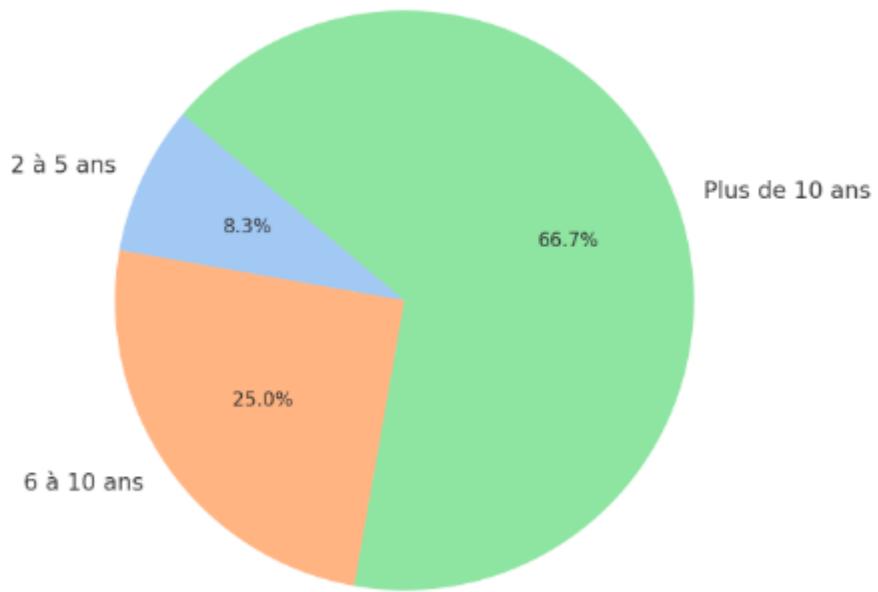


Figure 25: expérience des répondants

Question 4 : Quel est le budget moyen d'un projet ?

La figure 26 illustre la répartition des budgets moyens des projets complexes réalisés par les répondants. Une majorité significative, soit 58,3%, déclare que leurs projets ont un budget situé entre 200 000 \$ et 499 000 \$, environ 25% des répondants gèrent des projets entre 50 000 \$ et 199 000 \$, tandis que 8,3% travaillent sur des projets allant de 500 000 \$ à 999 000 \$ et 8,3% également sur des projets dépassant 1 000 000 \$. Ces données indiquent que les projets traités par les entreprises interrogées se situent principalement dans une fourchette budgétaire intermédiaire à élevée.

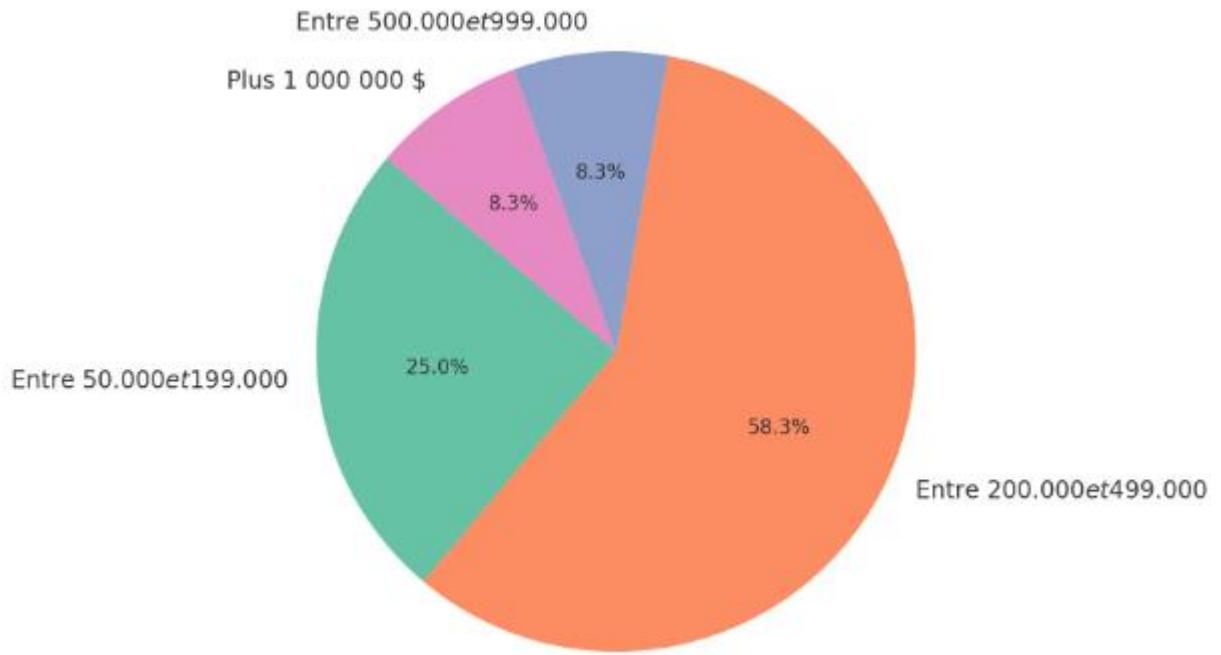


Figure 26: Budget moyen des projets

Question 5 : Quel est l'effectif de l'organisation ?

La figure 27 ci-dessous présente la répartition des répondants selon la taille de leur organisation. La majorité des entreprises interrogées, soit 50 %, comptent entre 100 et 299 employés, ce qui reflète une prédominance d'organisation de taille moyenne. On retrouve ensuite 25 % des entreprises dans la tranche de 50 à 99 employés, 16,7 % dans la tranche de 300 à 499 employés et 8,3 % dans la tranche de 20 à 49 employés. Aucune entreprise interrogée ne compte **ni** moins de 20 ni plus de 500 employés.

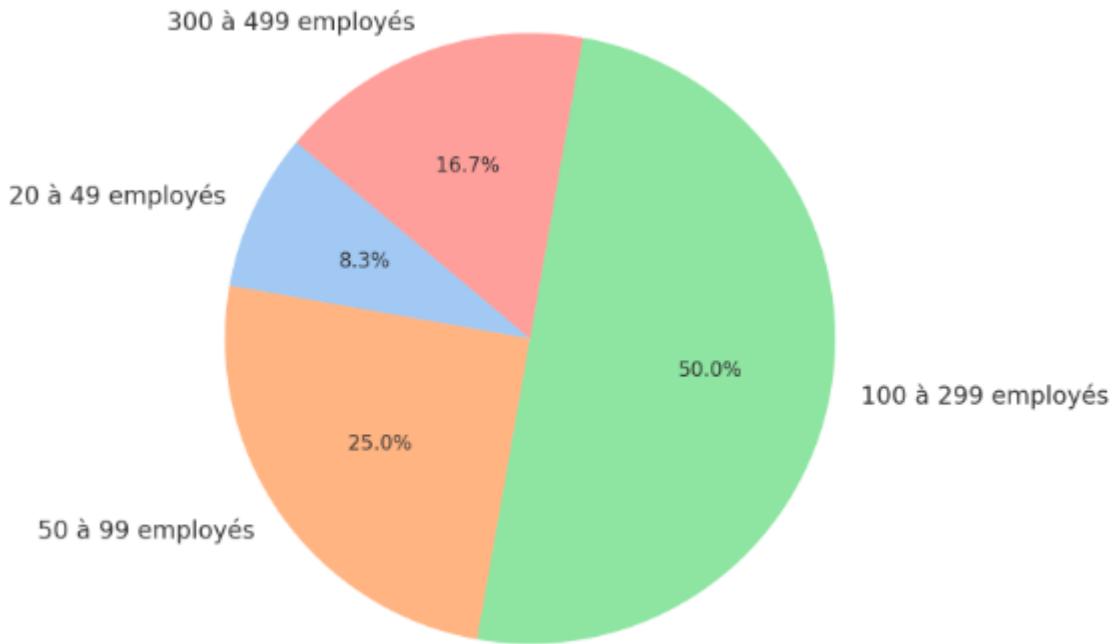


Figure 27: Effectif de l'organisation

4.2 Analyse globale

4.2.1 Analyse descriptive globale des résultats

4.2.1.1 Analyse descriptive section 1

« *Impact des exigences sur l'organisation du cycle de vie des projets complexes* »

Cette section vise à déterminer l'importance des exigences clairement définies dans la réussite de l'organisation de la gestion du cycle de vie des projets complexes. L'objectif est de comprendre comment la précision des exigences et l'utilisation de méthodes spécifiques contribuent à l'efficacité de la gestion globale du projet.

La figure 28 montre la perception des répondants quant à l'impact des exigences dans la gestion des projets complexes. On constate que 66,7 % des répondants considèrent

que les exigences exercent une influence forte, tandis que 16,7 % estiment qu'elles exercent une influence très forte, une minorité 16,7 % les juge moyennement influents et aucun répondant n'a sélectionné les options « faiblement » ou « pas du tout ». Ces résultats confirment que dans un environnement de projet complexe les exigences jouent un rôle structurant.

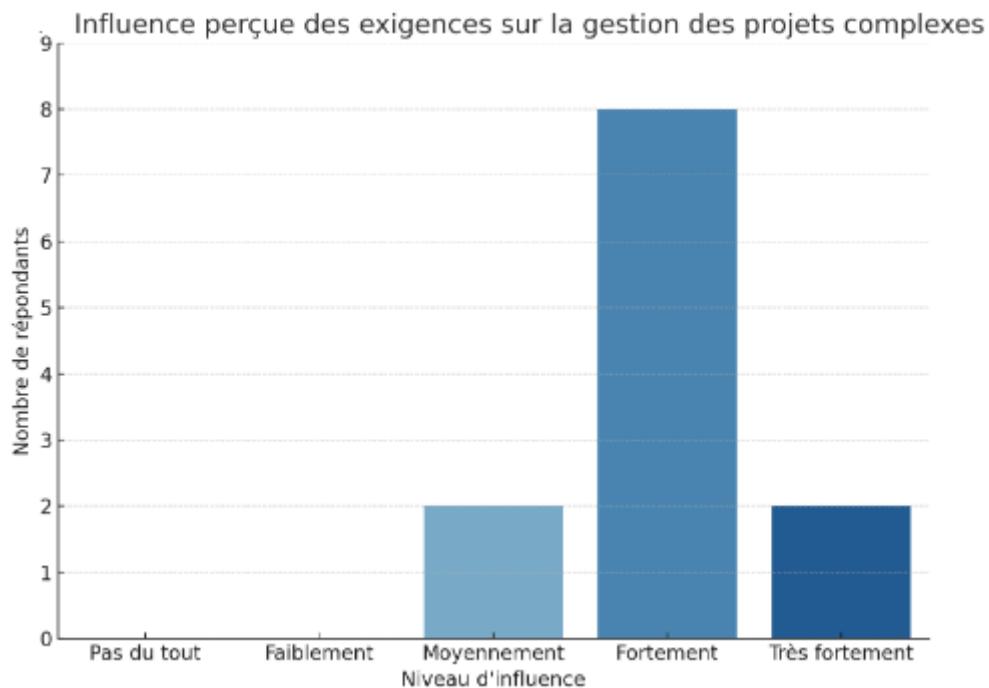


Figure 28: Influence des exigences sur la gestion des projets complexes

Le graphique suivant présente les méthodes les plus couramment utilisées par les répondants pour identifier et gérer les exigences dans leurs projets. On observe que 100% des participants ont recours à des rencontres avec des experts du domaine, ce qui en fait l'approche la plus universellement adoptée. Elle est suivie de près par les réunions et validations fréquentes avec les parties prenantes 91,7 % et les cahiers des charges détaillés 75 %. Les outils spécialisés de gestion des exigences comme JIRA ou IBM DOORS sont mentionnés par 50 % des répondants, tandis que les méthodes agiles user stories et backlog restent peu utilisés (25 %). Enfin la catégorie autre inclut des solutions spécifiques telles

que des outils maison ou des études préliminaires utilisés par un tiers des participants 33,3 %. Cette répartition illustre un équilibre entre méthode formelle documentée et pratiques collaboratives orientées sur terrain.

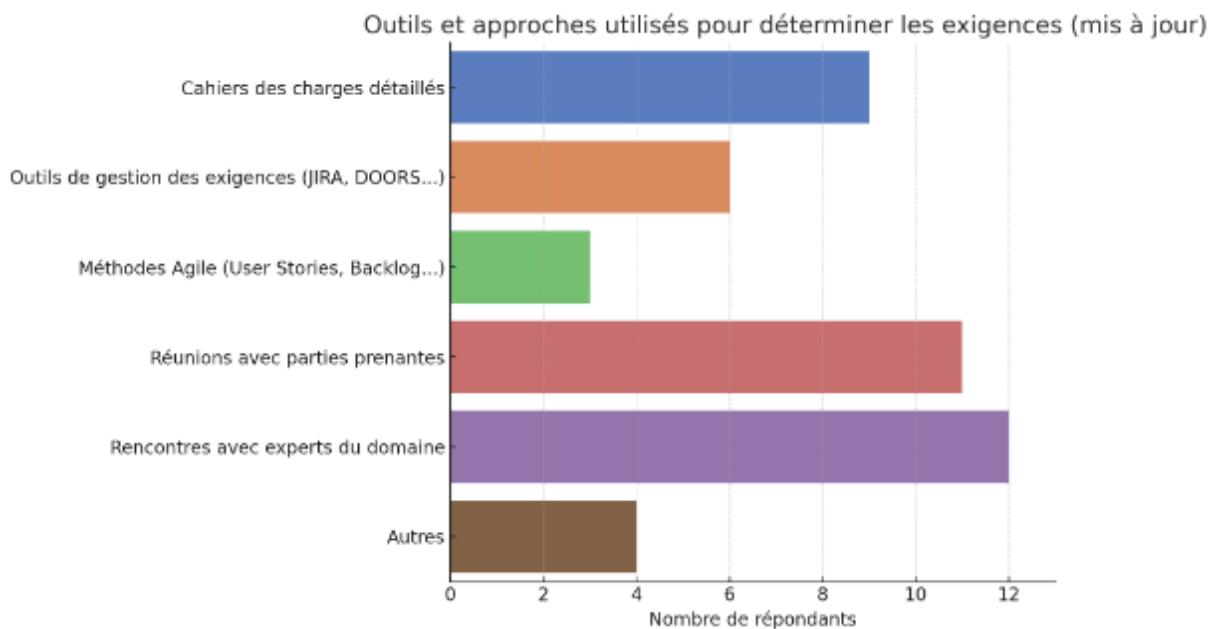


Figure 29: Les approches utilisées pour gérer les exigences dans les projets complexes

La figure 30 ci-dessous présente la répartition des réponses concernant l'impact perçu des méthodologies spécifiques sur la réussite des projets complexes. La majorité des participants 66,7 % estiment que l'usage de méthodologies améliore moyennement la réussite des projets, tandis que 25 % pensent que cela l'améliore faiblement, et 8,3 % considèrent qu'il n'y a aucun impact. Aucun répondant n'a sélectionné les options « beaucoup » ou « totalement ». Ces résultats traduisent une forme de prudence à l'égard de l'efficacité des méthodologies spécifiques lorsque celles-ci sont appliquées à des projets complexes.

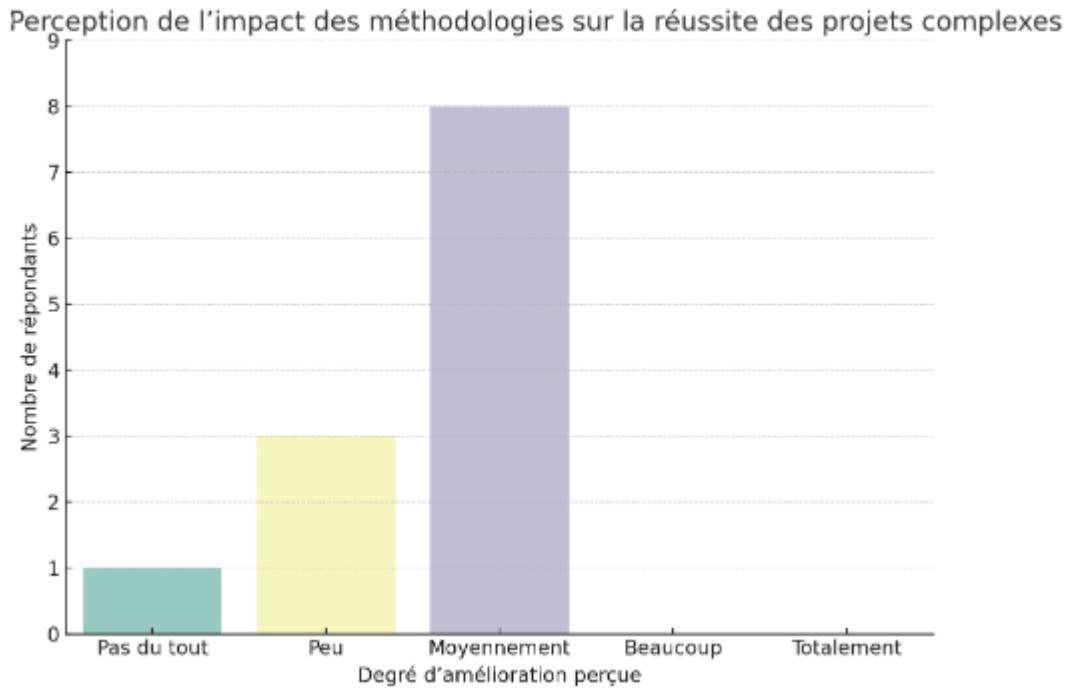


Figure 30: L'impact des méthodologies sur la réussite des projets complexes

4.2.1.2 Analyse descriptive section 2

« *Influence de la maturité des équipes projet sur la gestion du cycle de vie des projets complexes* »

Ce titre visait à évaluer la maturité des équipes projets selon deux dimensions essentielles :

- La maîtrise des méthodes de gestion de projet.
- L'autonomie et la prise de décision.

Le graphique ci-dessous illustre la répartition des réponses pour ces deux critères : concernant la maîtrise des méthodes de gestion de projet la majorité des répondants 58,3 % ont jugé le niveau de leur équipe comme moyen, tandis que 25 % l'estiment faible et 16,7 % comme très faible. Aucun répondant n'a attribué une note bonne ou excellente à cette compétence, ce qui peut traduire un besoin d'amélioration en formation méthodologique ou un manque d'outils structurant au sein de certaines

organisations. Du côté de l'autonomie et de la capacité de décision les réponses sont un peu plus équilibrées 58,3 % estiment ce niveau moyen, tandis que 25 % le jugent faible ou très faible. Notons tout de même 8,3 % qui considèrent que leur équipe dispose d'un niveau bon. Ces résultats soulignent que les équipes projet s'évoluent souvent dans un contexte intermédiaire ni trop directif ni pleinement autonomes avec des compétences techniques parfois perfectibles.

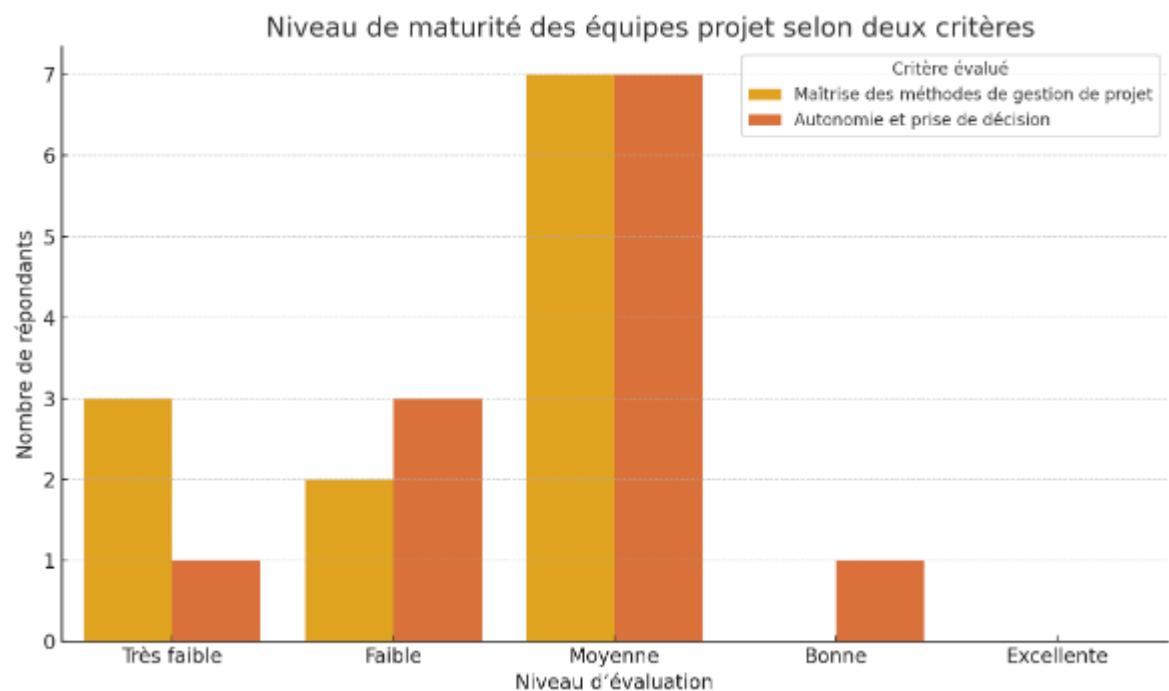


Figure 31: Niveau de maturité des équipes projet

Les résultats présentés ci-dessous montrent un large consensus. Parmi les répondants 91,7 % estiment qu'une équipe expérimentée améliore beaucoup la gestion du cycle de vie des projets complexes. Un seul répondant juge que l'impact est moyen et personne ne perçoit l'expérience de l'équipe comme peu ou pas influente.

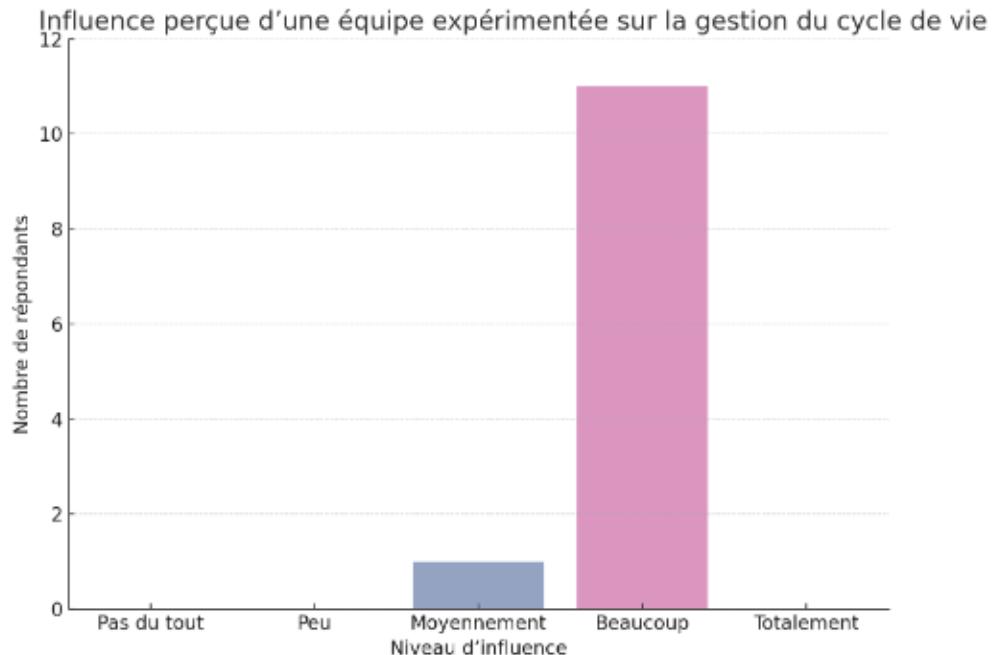


Figure 32: Influence d'une équipe expérimentée sur la gestion du cycle de vie

4.2.1.3 Analyse descriptive section 3

« *Rôle et importance des normes et contrats dans l'amélioration de la gestion des projets complexes* »

Cette section s'intéresse à l'impact des normes internationales et des contrats clairement définis sur l'organisation du cycle de vie des projets complexes. Les résultats ci-dessous révèlent une perception majoritairement positive de l'impact des normes et référentiels sur la gestion des projets complexes. En effet, 8 répondants sur 12 (66,7%) jugent cet impact positif tandis que 4 répondants (33,3%) le considèrent très positif. Aucun répondant n'a exprimé de perception négative ou neutre. Ce consensus met en évidence le rôle structurant que jouent les standards dans l'encadrement des processus projet.

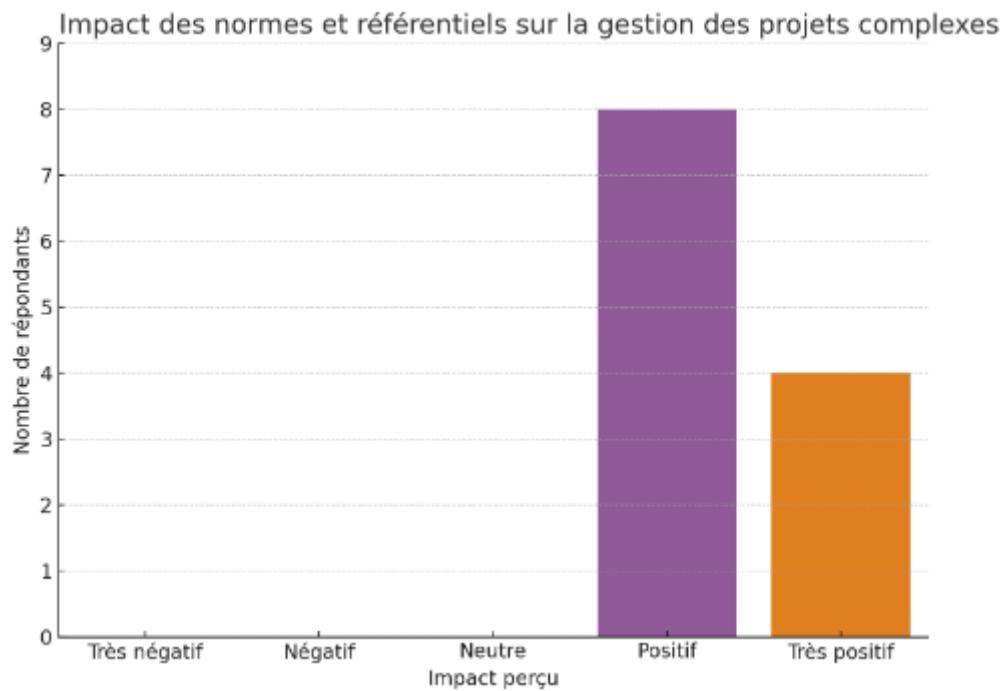


Figure 33: L'impact des normes et référentiels sur la gestion des projets complexes

Les résultats présentés ci-dessous confirment clairement l'importance des contrats bien définis dans l'organisation du cycle de vie des projets complexes. En effet, 10 répondants sur 12 (83,3%) estiment que les contrats structurent beaucoup les projets, tandis qu'un répondant pense qu'ils les structurent totalement. Seule une personne considère que leur impact est moyen et aucune réponse négative n'a été enregistrée. Ce consensus révèle que les contrats jouent un rôle d'outil de pilotage dans les projets complexes, en posant des balises claires pour chaque phase du cycle de vie.

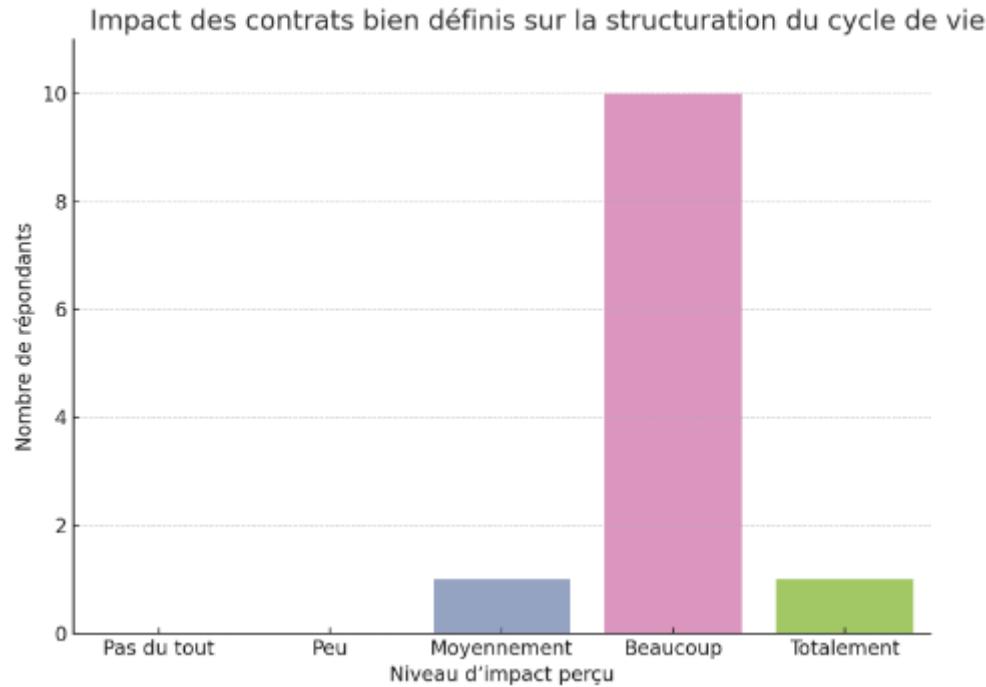


Figure 34 L'impact des contrats sur la gestion du cycle de vie des projets complexes

4.3 DISCUSSION ET VÉRIFICATIONS DES HYPOTHÈSES

4.3.1 Hypothèse 1 : Les exigences requises ont un impact significatif sur l'organisation du cycle de vie des projets complexes.

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.

	Indicateur	Résultat principal	Interprétation
1	1 – Influence des exigences sur la gestion	83,3% des répondants perçoivent une influence forte ou très forte	Les exigences structurent la gestion du projet
2	2 – Approches les plus utilisées	Cahiers des charges (10), Réunions fréquentes (8), Experts du domaine (7)	Les outils montrent une approche structurée et adaptative
3	3 – Utilité des méthodologies pour la réussite	66,7% estiment que les méthodologies aident beaucoup, 25% moyennement	Les méthodologies spécifiques sont jugées efficaces

Tableau 12: Récapitulation des réponses de la section 1

L'hypothèse 1 se tient que la façon dont les exigences sont définies, gérées et suivies, exerce une influence directe sur la qualité des structurations de cycle de vie dans les projets complexes. Cette hypothèse repose sur l'idée que l'exigence représente la base de toute planification rigoureuse, en orientant la définition des livrables, l'allocation des ressources, la gestion des délais et le suivi du projet.

Les résultats issus des questions 2.1, 2.2 et 2.3 du questionnaire apportent un éclairage pertinent :

Q2.1 : montre que 83,3 % des répondants considèrent que les exigences influencent fortement ou très fortement la gestion de projet. Cela illustre leur rôle central dans la construction d'une feuille de route claire, dès les premières phases du cycle de vie.

Q2.2 : révèle que les approches utilisées pour la gestion des exigences sont largement structurées :

-83 % utilisent des cahiers des charges détaillées,

-66 % organisent régulièrement des réunions de validation avec les parties prenantes,

-58 % consultent des experts du domaine.

Cela traduit une volonté d'encadrer les exigences avec rigueur, en impliquant les bonnes parties prenantes et en validant les besoins tout au long du projet.

Q2.3 : confirme que les méthodologies mises en place pour gérer les exigences (agiles, hybrides, outils spécialisés) sont perçues comme facteurs de succès :

-66,7 % jugent qu'elles contribuent « beaucoup » à la réussite du projet.

-25 % les estiment « moyennement » utiles, mais personne ne les trouve inutiles.

Interprétation des données

Ces résultats convergent vers une même conclusion : les exigences ne sont pas de simples éléments contractuels, mais bien des leviers d'organisation du cycle de vie. Elles servent à définir clairement les livrables attendus, à organiser les étapes de développement, à prioriser les efforts et à gérer les changements.

Les répondants associent leur expérience pratique à des outils bien connus de l'ingénierie des exigences, confirmant ce que soulignent les auteurs comme Koelsch (2016) et les modèles systémiques (par ex. V-Model ou PLM).

Ce graphique ci-dessous empilé montre clairement que plus les exigences sont claires, plus la structuration du projet tend à être élevée. Il appuie donc visuellement l'hypothèse selon laquelle la qualité des exigences constitue un levier déterminant pour organiser efficacement le cycle de vie d'un projet complexe.

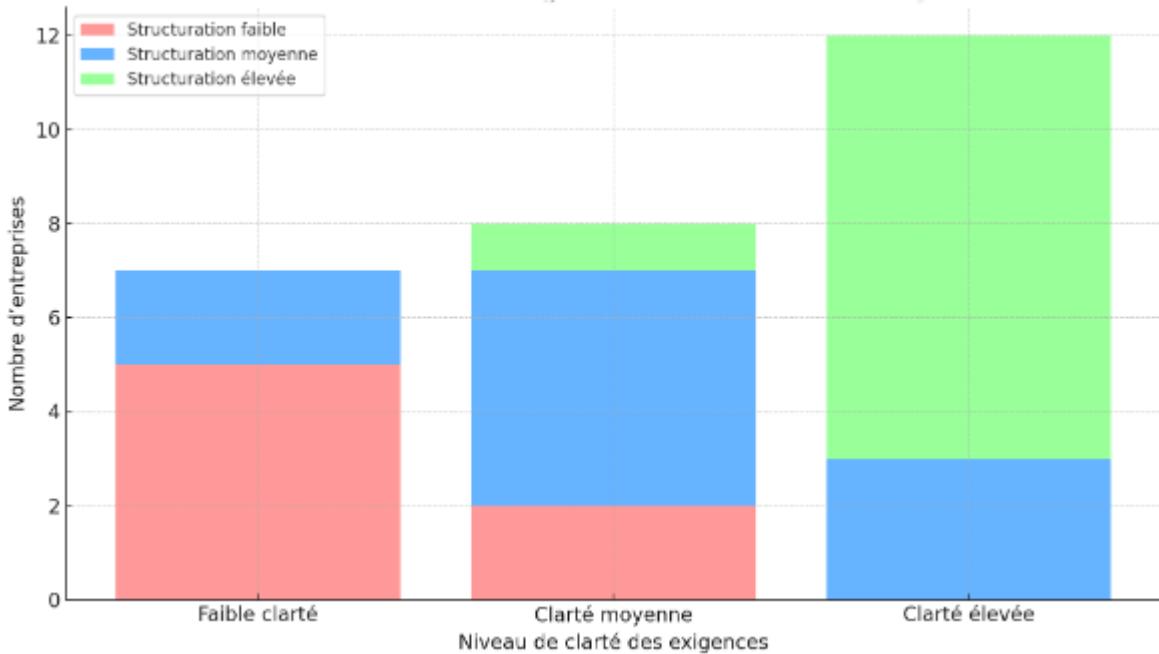


Figure 35: la clarté des exigences et la structuration du cycle de vie du projet

Conclusion

Sur la base des réponses au questionnaire et de leur interprétation, l'hypothèse 1 est confirmée. Les exigences requises sont perçues comme des éléments déterminants de la structuration et de la réussite du cycle de vie d'un projet complexe.

4.3.2 Hypothèse 2 : La maturité de l'équipe projet influence positivement l'organisation et la gestion du cycle de vie des projets complexes.

Pour évaluer cette hypothèse, deux types de données ont été analysés :

Le niveau de maturité des équipes projet, à travers deux critères :

-Maîtrise des méthodes de gestion de projet.

-Autonomie et prise de décision des équipes.

-L'influence perçue de cette maturité sur la gestion du cycle de vie du projet.

Critère	Très faible	Faible	Moyenne	Bonne	Excellente
Maîtrise des méthodes	0	3	2	7	0
Autonomie & décision	1	3	3	7	1

Tableau 13: niveau de maturité d'équipe projet selon les critères

- On observe que la majorité des répondants évaluent leurs équipes comme ayant une maturité « bonne », tant au niveau méthodologique (7 réponses) qu'au niveau décisionnel (7 réponses).

Niveau d'influence	Pas du tout	Peu	Moyennement	Beaucoup	Totalement
Nombre de réponses	0	0	1	11	0

Tableau 14: Perception de l'influence sur le cycle de vie

- 11 répondants sur 12 affirment que les équipes expérimentées améliorent fortement la gestion du cycle de vie.

Ces résultats valident clairement l'hypothèse 2. Une équipe projet dotée d'une bonne maturité démontre une capacité accrue à :

- Appliquer les bonnes pratiques de gestion (planification, budget, coordination).
- S'adapter aux imprévus et changements.
- Structurer les phases du cycle de vie avec rigueur et flexibilité.
- Favoriser la communication transversale entre les parties prenantes.

De plus, les répondants ayant évalué leur équipe comme « bonne » ou « excellente » en maturité sont les mêmes qui ont déclaré une influence positive de cette

maturité sur la gestion du cycle de vie. Cela renforce le lien entre la maturité organisationnelle et la performance dans les projets complexes.

La figure 36 illustre visuellement l'articulation entre la maturité des équipes projets et l'organisation du cycle de vie de projets complexes. Cette représentation permet de mettre en évidence les trois composantes clés de la maturité organisationnelle :

- La maîtrise des méthodes de gestion de projet, qui permet d'appliquer les processus de planification, de suivi et de contrôle avec rigueur.
- L'autonomie et la capacité décisionnelle, qui renforcent la réactivité de l'équipe face aux imprévus.
- L'expérience acquise sur des projets complexes, qui soutient l'adaptation stratégique aux environnements instables.

Ces éléments convergent vers un pilotage plus efficace du cycle de vie, car ils permettent une meilleure structuration des phases, une anticipation des risques et une plus grande agilité dans la gestion des changements.

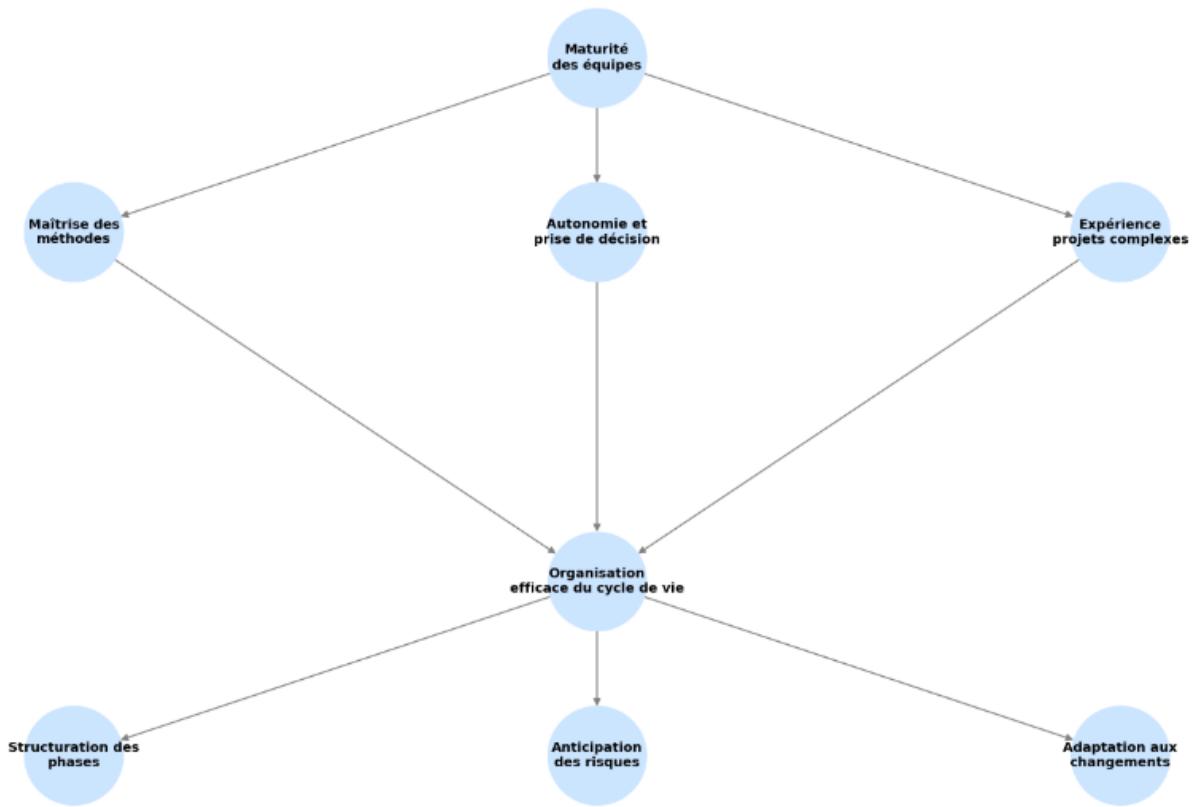


Figure 36: Influence de la maturité des équipes sur la gestion du cycle de vie

Conclusion

L'hypothèse 2 est confirmée : les données démontrent que plus une équipe est mature sur les plans méthodologiques et décisionnels, plus elle est en mesure d'organiser efficacement les différentes étapes du cycle de vie du projet. La maturité devient donc un facteur de structuration, de fluidité et de succès dans les environnements complexes.

4.3.3 Hypothèse 3 : L'application des normes et des contrats améliore la gestion du cycle de vie des projets complexes.

Pour valider cette hypothèse, deux dimensions complémentaires ont été explorées à travers le questionnaire : l'impact des normes et référentiels tels que PMBOK, ISO 21500, PRINCE2 et le rôle structurant que jouent les contrats dans les projets complexes.

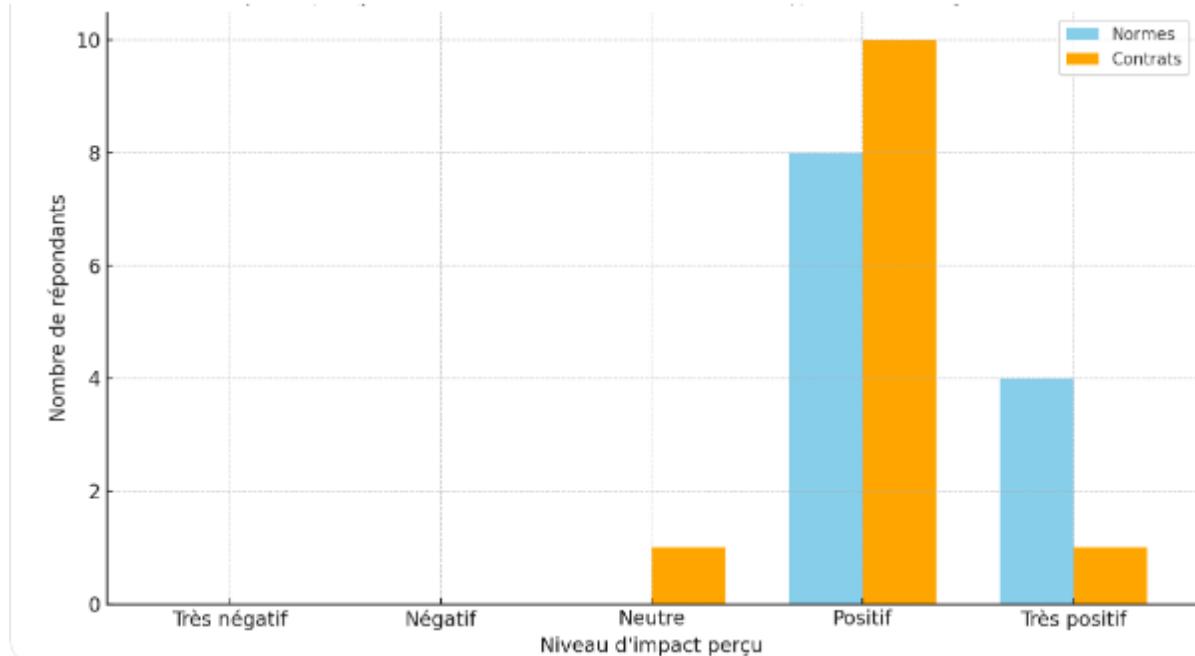


Figure 37: Impact Des Normes Et Contrats Sur La Gestion Du Cycle De Vie

La figure 37 montre que les réponses recueillies auprès des douze professionnels interrogés présentent une forte convergence d'opinion sur la contribution positive de ces outils. D'une part, 100 % des répondants considèrent que l'application de normes internationales exerce un impact positif (8 réponses) ou très positif (4 réponses) sur la gestion du cycle de vie des projets. Ce consensus montre que les normes aident à mieux structurer et organiser la gestion de projets, en fournissant un cadre clair pour planifier les étapes, définir les rôles et documenter les actions.

D'autre part, les contrats apparaissent également comme un outil central de maîtrise du cycle de vie. En effet, 11 participants sur 12 estiment que les contrats bien définis contribuent « beaucoup » ou « totalement » à structurer le cycle de vie du projet. Cela souligne que les contrats ne sont pas perçus uniquement comme des instruments juridiques, mais aussi comme des outils de coordination et de pilotage. Ils facilitent notamment la définition des responsabilités, la planification des étapes clés, la prévention des conflits et la formalisation des livrables.

Ces résultats confirment l'idée avancée par Savornin (2016), selon laquelle les contrats constituent de véritables balises dans le temps, accompagnant les projets tout au long de leur déroulement. De même, les référentiels comme PMBOK ou ISO 21500 sont considérés comme des garants de bonne gouvernance et de standardisation des pratiques, ce qui est particulièrement crucial dans des contextes de forte complexité.

En somme, les réponses collectées appuient de manière cohérente l'hypothèse selon laquelle l'usage combiné des normes et des contrats favorise une gestion structurée, sécurisée et maîtrisée du cycle de vie des projets complexes. Ces outils apportent une rigueur méthodologique, tout en laissant une marge d'adaptation, essentielle dans des environnements changeants.

Conclusion

L'hypothèse 3 est confirmée : l'application des normes et des contrats améliore nettement l'organisation et la gestion du cycle de vie des projets complexes. Leur usage systématique permet de mieux anticiper les imprévus, de coordonner les phases du projet, et de garantir la conformité des livrables. Ces outils ne rigidifient pas, au contraire, ils sécurisent l'évolution du projet, tout en laissant place à une adaptation maîtrisée.

CHAPITRE 5 : CONCLUSION

Ce mémoire a visé à mieux comprendre les mécanismes permettant d'optimiser la gestion du cycle de vie des projets complexes. En s'appuyant sur une revue de la littérature, des bases théoriques et une enquête menée auprès de 12 professionnels provenant de secteurs variés, cette étude a permis d'étudier des aspects fondamentaux pour assurer le succès de l'organisation et la gestion du cycle de vie du projet complexe.

Les résultats révèlent que l'organisation de cycle de vie d'un projet complexe ne suit pas un processus linéaire, mais s'inscrit dans une dynamique évolutive qui exige une planification rigoureuse, une adaptabilité constante et une coordination multidimensionnelle. Chaque phase du cycle de vie (initiation, planification, exécution, contrôle et clôture) est impactée par la manière dont les exigences sont définies, ainsi que par le niveau de maturité et par les normes et contrats.

Sur le plan statistique, les résultats du questionnaire fournissent différentes informations pour les gestionnaires de projet. Premièrement 83,3% des répondants estiment que les exigences influencent fortement ou très fortement la gestion des projets complexes, démontrant leur rôle structurant au niveau du contenu du projet dès les premières phases du cycle de vie du projet. Pour la maturité des équipes projets, 91,7% des participants jugent qu'une équipe expérimentée améliore significativement la gestion du cycle de vie du projet complexe. Enfin 100% des professionnels interrogés considèrent que l'application des référentiels et normes internationales (PMBOK, ISO, PRINCE2) a un impact positif ou très positif, et 91,6% estiment que les contrats bien définis aident considérablement à faire réussir la gestion de projet complexe. Ces chiffres révèlent un fort consensus autour de l'importance de ces 3 dimensions : exigences, maturité et normes/référentiels/contrats comme levier clé pour favoriser l'organisation et la gestion du cycle de vie du projet complexe.

Par ailleurs, nous pouvons également dire que les trois hypothèses de recherche ont été confirmées par les données recueillies :

- Hypothèse 1 : Lorsque les exigences sont bien identifiées dès le départ, le projet peut s'appuyer sur des bases solides, minimisant les risques de dérive et facilitant la prise de décision à chaque étape du cycle de vie.
- Hypothèse 2 : La maturité de l'équipe, tant au niveau technique qu'organisationnel, conditionne la fluidité de la gestion du projet. Des équipes expérimentées et bien outillées sont capables d'anticiper les obstacles et d'intégrer les ajustements nécessaires sans compromettre les objectifs.
- Hypothèse 3 : L'application structurée des référentiels, des normes (comme ISO 21500 ou PMBOK) et des contrats bien définis contribue à baliser les activités, clarifier les rôles, formaliser les engagements et limiter les conflits.

Finalement, on peut encore dire que les résultats mettent en évidence les aspects à considérer pour réussir le contrôle managérial des défis reliés au cycle de vie du projet complexe.

5.1 Apport à la recherche

Ce mémoire propose plusieurs apports originaux :

- Il fait le lien direct entre la théorie et la pratique, en comparant les concepts académiques aux réalités du terrain grâce à un questionnaire structuré.
- Il souligne l'importance de l'alignement entre les exigences de départ, la maturité des équipes de projet et les dispositifs contractuels dans la structuration du projet.
- Il contribue à enrichir la réflexion sur les facteurs de succès dans les projets complexes, surtout dans des environnements dynamiques mêlant rigueur et flexibilité.

- Il offre un outil d'aide à la décision pour aider les chefs de projet à mieux maîtriser les dynamiques du cycle de vie du projet.

De plus, ce travail peut servir de base pour d'autres recherches en gestion de projet, notamment dans des contextes sectoriels différents, ou avec des méthodes complémentaires comme les entretiens semi-directifs.

5.2 Limites de la recherche

Bien que le nombre de répondants soit limité à 12 professionnels, leur niveau d'expérience professionnel et leur expertise en gestion de projet rendent les résultats largement crédibles pour la finalité de ce mémoire. De plus, en considérant différents secteurs qui font face à des défis importants dans leurs projets, ils rendent également les résultats intéressants pour différents gestionnaires de projet.

En résumé, cette recherche confirme que la gestion du cycle de vie dans les projets complexes ne peut pas être laissée au hasard. Elle doit s'appuyer sur des fondements clairs, des outils adaptés et une équipe compétente. Ce mémoire encourage les organisations à investir davantage dans la structuration de leurs processus, la formation de leurs équipes et l'intégration cohérente des normes afin de répondre aux exigences de plus en plus complexes de l'environnement actuel de la gestion de projet.

BIBLIOGRAPHIE

- Adam, P. A. (2023). *Agile in ISO 9001*. Springer.
- Atkinson, R. (1999). Project management: cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other success criteria. *International journal of project management*, 17(6), 337–342.
- Azim, S., Gale, A., Lawlor-Wright, T., Kirkham, R., Khan, A., & Alam, M. (2010). The importance of soft skills in complex projects. *International journal of managing projects in business*, 3(3), 387–401.
- Belassi, W., & Tukel, O. I. (1996). A new framework for determining critical success/failure factors in projects. *International journal of project management*, 14(3), 141–151.
- Baccarini, D. (1996). The concept of project complexity—a review. *International journal of project management*, 14(4), 201–204.
- Brunet, A., & César, F. (2019). *Le contract management: Performance contractuelle, renégociations, claims : comment sauvegarder et accroître les marges*. Eyrolles.
- Butler, C. W., Vijayasarathy, L. R., & Roberts, N. (2020). Managing software development projects for success: Aligning plan-and agility-based approaches to project complexity and project dynamism. *Project Management Journal*, 51(3), 262–277.
- Bakhirkin, M. V. (2025). Application of PRINCE2 and PMBOK to Modern IT Projects. *Russian Engineering Research*, 45(3), 419–424. <https://doi.org/10.3103/S1068798X25700169>
- Bakhshi, J., Ireland, V., & Gorod, A. (2016). Clarifying the project complexity construct: Past, present and future. *International journal of project management*, 34, 1199–1213. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.06.002>
- Christenson, D., & Walker, D. H. (2004). Understanding the role of “vision” in project success. *Project Management Journal*, 35(3), 39–52.
- Crawford, J. K. (2006). Project Management Maturity Model. In: Auerbach Publications.
- Cerezo-Narváez, A. (2020). Proceedings from the International Congress on Project Management and Engineering. 545–559.
- Descheemaekere, C. (2013). *La méthode PRINCE2: Réussir les certifications Fondamental et Praticien*. Dunod.
- Dawood, F. S., & Ahmed, A. F. (2023). THE APPLICABILITY OF THE INTERNATIONAL STANDARD (ISO 21500:2021) MANAGING PROJECTS, PROGRAMS AND PORTFOLIOS AT THE SALADIN INVESTMENT COMMISSION (CASE STUDY) [A aplicabilidade da norma internacional (iso 21500:2021) gerenciamento de projetos, programas e portfolios na comissão de investimentos da saladino (estudo de caso) aplicabilidad de la norma internacional (iso 21500:2021) gestiÓN de proyectos, programas y carteras en la comisiÓN de inversiones de saladino (estudio de caso)]. *International Journal of Professional Business Review*, 8(4), 1–24. <https://doi.org/https://doi.org/10.26668/businessreview/2023.v8i4.1293>
- Duncan, A., & Aldwinckle, G. (2014). BM6460—How to Measure the Impact of Building Information Modeling on Your Business. *Autodesk University*.
- Edition, P. S. (2018). A guide to the project management body of knowledge. *Project Management Institute. Pennsylvania*, 21.

- El-Sabaa, S. (2001). The skills and career path of an effective project manager. *International journal of project management*, 19(1), 1–7.
- Fraser, P., Moultrie, J., & Gregory, M. (2002). The use of maturity models/grids as a tool in assessing product development capability. IEEE international engineering management conference,
- Garrett, G. A., & Incorporated, C. (2015). *World class contracting*. Wolters Kluwer Alphen aan den Rijn, Netherlands.
- Geraldi, J., Maylor, H., & Williams, T. (2011). Now, let's make it really complex (complicated). *International Journal of Operations & Production Management*, 31(9), 966–990. <https://doi.org/10.1108/01443571111165848>
- Group, C. I. C. R. (2013). BIM planning guide for facility owners. In: The Pennsylvania State Univesity.
- Hamdi, O., & Leite, F. (2012). BIM and Lean interactions from the bim capability maturity model perspective: A case study. IGLC 2012-20th Conference of the International Group for Lean Construction, The International Group for Lean Construction,
- Hass, K. B. (2009). *Managing complex projects : a new model*. Management Concepts.
- management success: A literature review. *Operations and supply chain management: An International Journal*, 14(4), 431–443.
- Highsmith, J. (2009). *Agile project management: creating innovative products*. Pearson education.
- Institute, P. (2017). Guide du Corpus des Connaissances en Management de Projet - Guide PMBOK(R) - Sixieme Edition (FRENCH) (6th edition ed.). Project Management Institute.
- Keegan, A. E., & Den Hartog, D. N. (2004). Transformational leadership in a project-based environment: a comparative study of the leadership styles of project managers and line managers. *International journal of project management*, 22(8), 609–617.
- Kendra, K., & Taplin, L. J. (2004). Project success: A cultural framework. *Project Management Journal*, 35(1), 30–45.
- Kendrick, T. (2015). *Identifying and managing project risk: essential tools for failure-proofing your project*. Amacom.
- Kerzner, H. (2009). *Project management : a systems approach to planning, scheduling, and controlling* (10th ed.). John Wiley & Sons.
- Kerzner, H. (2011). *Using the project management maturity model: strategic planning for project management*. John Wiley & Sons.
- Kerzner, H. (2022). *Project management metrics, KPIs, and dashboards: a guide to measuring and monitoring project performance*. John wiley & sons.
- Koelsch, G. (2016). *Requirements writing for system engineering* (Vol. 2016). Springer.
- Kwak, Y. H., & Ibbs, C. W. (2002). Project management process maturity (PM) 2 model. *Journal of management in engineering*, 18(3), 150–155.
- Leffingwell, D., & Widrig, D. (2003). Managing Software Requirements: a use case approach. 2003. ISBN-13, 978–0321122476.
- Oehmen, J., Thuesen, C., Parraguez, P., & Geraldi, J. (2015). Complexity management for projects, programmes, and portfolios: an engineering systems perspective.
- Madauss, B. (2024). *Project management : a comprehensive description of theory and practice*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-69057-4>

- Martinsuo, M., Gerald, J., Gustavsson, T. K., & Lampel, J. (2020). Actors, practices, and strategy connections in multi-project management. In (Vol. 38, pp. 389–393): Elsevier.
- Matrane, O., Talea, M., & Okar, C. (2014). étude comparative des différents modèles de maturité en gestion de projets. *International journal of innovation and scientific research*, 147–152.
- Maylor, H., & Turner, N. (2017). Understand, reduce, respond: project complexity management theory and practice. *International Journal of Operations & Production Management*, 37(8), 1076–1093.
- Nenckam, S., & Gagné, C. (2015). La normalisation en management de projet: comprendre les corpus dominants de connaissances dans la discipline. *Revue Organisations & territoires*, 24(1), 89–96.
- Pant, I., & Baroudi, B. (2008). Project management education: The human skills imperative. *International journal of project management*, 26(2), 124–128.
- Paulk, M. C. (2009). A history of the capability maturity model for software. *ASQ Software Quality Professional*, 12(1), 5–19.
- Pichler, R. (2010). *Agile product management with scrum: Creating products that customers love*. Pearson Education India.
- Pinto, J. K. (2007). *Project management : achieving competitive advantage*. Pearson/Prentice Hall.
- PeopleCert International Limited. (2023). Managing Successful Projects With PRINCE2 7 [Book]. PeopleCert International Limited. <https://www.peoplecert.org>
- Pourzarei, H., Ghnaya, O., Rivest, L., & Boton, C. (2024). Engineering change management: comparing theory to a case study from aerospace. *International Journal of Product Lifecycle Management*, 15(4), 318–342.
- Pinto, J. K., & Slevin, D. P. (1988). Project success: definitions and measurement techniques.
- Project Management, I. (2021). *The standard for project management and a guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)* (Seventh edition ed.). Project Management Institute, Inc.
- Project Management, I. (2013). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK Guide)* (Fünfte ausgabe = 5th edition ed.). Project Management Institute.
- Ragaisis, S., Peldzius, S., & Simenäs, J. (2010). Mapping CMMI-DEV Maturity Levels to ISO/IEC 15504 Capability Profiles. *Assessment*, 23, 24.
- Rashidian, S., Drogemuller, R., & Omrani, S. (2022). The compatibility of existing BIM maturity models with lean construction and integrated project delivery. *Journal of information technology in construction*, 27, 496–5.
- Reiff, J., & Schlegel, D. (2022). Hybrid project management—a systematic literature review. *International journal of information systems and project management*, 10(2), 45–63.
- Remington, K. (2011). *Leading Complex Projects* (1st Edition ed.). 26 April 2016. <https://doi.org/https://doi.org/10.4324/9781315591810> (London)
- Remington, K., & Pollack, J. (2016). *Tools for complex projects*. Routledge.
- Rendon, R. (2016). The contract management standard: Foundation for assessing process maturity. *Contract Management Professional Standards Corner*.
- Renken, J. (2004). Developing an IS/ICT management capability maturity framework. Proceedings of the 2004 annual research conference of the South African institute of computer scientists and information technologists on IT research in developing countries,

- Ribeiro, R. (1997). *Engineering contracts*. Butterworth-Heinemann.
- Savornin, J.-C. (2016). *Contract management : outils et méthodes*. (EMS,2021 ed.). Éditions EMS, management & société.
- Standardization, I. O. f. (2021). Project, programme and portfolio management—Context and concepts. In. Geneva,Switzerland: International Organization for Standardization (ISO).
- Stephen Jonathan Whitty, H. M. (2009). And then came Complex Project Management (revised), *International Journal of Project Management*. 27(3), 304–310.
- Schuhmann, R., & Eichhorn, B. (2020). *Contractual management : managing through contracts*. Springer Vieweg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-58482-8>
- Schwaber, K., & Beedle, M. (2001). *Agile software development with Scrum*. Prentice Hall PTR.
- Shenhar, A. J., & Dvir, D. (2007). *Reinventing project management: the diamond approach to successful growth and innovation*. Harvard Business Review Press.
- Sommerville, I. (2011). Software engineering 9th Edition. ISBN-10, 137035152, 18.
- Strang, K. D. (2003). Organizational learning across projects. PMI Global Congress 2003,
- Succar, B. (2010). Building information modelling maturity matrix. In *Handbook of research on building information modeling and construction informatics: Concepts and technologies* (pp. 65–103). IGI Global.
- Snowden, D. (2002). Complex acts of knowing: paradox and descriptive self-awareness. *Journal of Knowledge Management*, 6(2), 100–111. <https://doi.org/10.1108/13673270210424639>
- Team, C. P. (2002). Capability maturity model integration (cmmi). *Software Engineering Institute (SEI)*.
- Thamhain, H. (2013). Managing risks in complex projects. *Project Management Journal*, 44(2), 20–35.
- Thomas, J., & Mengel, T. (2008). Preparing project managers to deal with complexity—Advanced project management education. *International journal of project management*, 26(3), 304–315.
- Turner, J. R. (2010). The handbook of project-based management: leading strategic change in organizations. *(No Title)*.
- Turner, R., & Zolin, R. (2012). Forecasting success on large projects: developing reliable scales to predict multiple perspectives by multiple stakeholders over multiple time frames. *Project Management Journal*, 43(5), 87–99.
- Williams, T. M., Samset, K., & Volden, G. H. (2022). *The front-end of large public projects : paradoxes and ways ahead* (First ed.). Routledge, Taylor & Francis Group.
- Young, R. R. (2004). The requirements engineering handbook. Artech House.

ANNEXE**QUESTIONNAIRE :****ORGANISATION ET GESTION DU CYCLE DE VIE DES PROJETS
COMPLEXES**

Tout d'abord, nous tenons à vous remercier d'avoir pris le temps de répondre à ce questionnaire. Votre précieuse collaboration permettra d'approfondir les connaissances sur les pratiques efficaces de gestion des projets complexes.

Ce questionnaire s'inscrit dans le cadre d'une recherche universitaire dont l'objectif principal est d'analyser et comprendre comment les différents facteurs influencent l'organisation et la gestion du cycle de vie des projets complexes.

Les résultats obtenus contribueront à identifier les meilleures pratiques, à relever les défis spécifiques et à déterminer comment les normes et les contrats structurent positivement la gestion des projets complexes.

Nous tenons à vous rassurer que vos réponses soient analysées dans une parfaite confidentialité et strictement dans le cadre de notre recherche. Aucun renseignement pouvant vous identifier, vous ou votre organisation ne sera divulgué.

Le questionnaire est structuré en quatre sections :

Section 1 : Informations générales

Section 2 : Impact des exigences sur l'organisation du cycle de vie des projets complexes

Section 3 : Influence de la maturité des équipes projet sur la gestion du cycle de vie des projets complexes

Section 4 : Rôle et importance des référentiels, normes et contrats dans l'amélioration de la gestion des projets complexes

Nous vous remercions par avance de votre précieuse contribution et du temps que vous consacrerez à remplir ce questionnaire.

Questionnaire de recherche

Section 1 : Informations générales

1. Quel est votre secteur d'activité ?

- Aéronautique
- Automobile
- Technologie de l'information
- Santé
- Industrie de détail
- Construction
- Industrie manufacturière
- Autre (.....)

2. Quel est votre rôle principal dans la gestion de projet ?

- Membre équipe projet
- Chef de projet
- Directeur de projet
- Ingénieur de projet
- Autre (.....)

3. Quelle est votre expérience en gestion de projet ?

- Moins de 2 ans
- 2 à 5 ans
- 6 à 10 ans
- Plus de 10 ans

4. Budget moyen d'un projet ?

- Moins de 50.000 \$
- Entre 50.000 \$ et 199.000 \$

- Entre 200.000 \$ et 499.000 \$
- Entre 500.000 \$ et 999.000 \$
- Plus de 1.000.000 \$

5. Effectif de l'organisation

- 0 à 4 employés
- 5 à 19 employés
- 20 à 49 employés
- 50 à 99 employés
- 100 à 299 employés
- 300 à 499 employés
- Plus de 500 employés

Section 2 : Impact des exigences sur l'organisation du cycle de vie des projets complexes

Cette section vise à déterminer l'importance des exigences clairement définies dans la réussite de l'organisation et de la gestion du cycle de vie des projets complexes.

Vos réponses permettront d'identifier les pratiques les plus efficaces et les outils privilégiés pour la gestion des exigences dans le contexte des projets complexes.

2.1 Dans quelle mesure les exigences requises influencent-elles l'organisation de la gestion du cycle de vie des projets complexes ?

- Pas de tout
- Faiblement
- Moyennement
- Fortement
- Très fortement

2.2 Quelles approches utilisez-vous pour déterminer les exigences dans le cadre des projets complexes ?

- Cahiers des charges détaillés
- Outils de gestion des exigences (ex. JIRA, IBM DOORS...)

- Méthodes Agile (User Stories, Backlog....)
- Réunions et validations fréquentes avec les parties prenantes
- Rencontres avec experts du domaine ;
- Autres (.....)

2.3 L'utilisation de méthodologies spécifiques pour gérer les exigences améliore-t-elle la réussite de l'organisation et de la gestion du cycle de vie des projets complexes ?

- Pas du tout
- Peu
- Moyennement
- Beaucoup
- Totalement

Section 3 : Influence de la maturité des équipes projet sur la gestion du cycle de vie des projets complexes

Cette section a pour objectif d'évaluer comment le niveau de maturité et d'expérience d'une équipe projet influence l'organisation et la gestion efficace du cycle de vie d'un projet complexe.

3.1 Quel est le niveau de maturité de votre équipe projet selon les critères suivants ?

Maîtrise des méthodes de gestion de projet

- Très faible
- Faible
- Moyenne
- Bonne
- Excellente

Autonomie et prise de décision des équipes

- Très faible

- Faible
- Moyenne
- Bonne
- Excellente

3.2 Selon vous, une équipe projet expérimentée améliore-t-elle l'organisation de la gestion du cycle de vie des projets complexes ?

- Pas du tout
- Peu
- Moyennement
- Beaucoup
- Totalement

Section 4 : Rôle et importance des normes et des contrats dans l'amélioration de la gestion des projets complexes

Cette section s'intéresse à l'impact des référentiels, normes internationales et des contrats clairement définis sur l'organisation et la gestion du cycle de vie des projets complexes.

4.1 Quel est l'impact des normes et des référentiels (ex. PMBOK, ISO 21500, PRINCE2) sur la gestion des projets complexes ?

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

4.2 Les contrats bien définis permettent-ils de mieux organiser la gestion du cycle de vie des projets ?

- Pas du tout

- Peu
- Moyennement
- Beaucoup
- Totalement