



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université 20 Août 1955-Skikda

Faculté des Technologie
Département de Génie civil

Laboratoire LMGHU

Référence: D012121020D

جامعة سكيكدة 20 أوت 1955

كلية التكنولوجيا

قسم الهندسة المدنية

مخبر المواد، الجيوتقني، السكن و العمران

المرجع: D012121020D

Thèse présentée en vue de l'obtention du diplôme

de Doctorat L.M.D

En Génie Civil

Option : Management De Projets

Présentée par : SALHI Roumeissa

Thème

Contrôle du temps durant tout le cycle de vie de projets

Sous la direction du Pr MESSAOUDI Karima

Soutenue le 06/02/2022

Devant le jury composé de :

BOUDJELAL Khaled	MCA	Université de Skikda	Président
MESSAOUDI Karima	Prof	Université de Skikda	Rapporteur
BOUABAZ Mohamed	Prof	Université de Skikda	Co-rapporteur
SASSI BOUDMAGH Souad	Prof	Université de Constantine 3	Examinatrice
DEBACHE Samira	Prof	Université de Constantine 3	Examinatrice
MEKIMAH Sabri	MCA	Université de Skikda	Examineur

Remerciements

Avant tout louange à ALLAH de m'avoir donné le courage, la foi, la volonté et la patience tout au long du parcours de mes études.

Je tiens à remercier particulièrement et avec gratitude ma directrice de thèse Pr MESSAOUDI Karima d'avoir dirigé ce travail avec beaucoup d'intérêt et de patience ainsi que pour ses précieux conseils et ses précieuses orientations. Je la remercie aussi pour sa compréhension et sa confiance en souhaitant que ce travail soit à la hauteur de ses espérances.

Je tiens à remercier également Pr BOUABAZ Mohamed pour ses conseils, ses orientations, et son aide surtout dans la préparation d'article.

Je tiens à remercier chaleureusement Pr SASSI Boudmagh Souad pour sa disponibilité, sa générosité, ses orientations, ses apports appréciés, ses encouragements et son soutien dans les moments les plus difficiles et je lui exprime toute ma reconnaissance et ma gratitude.

Mes remerciements s'adressent également à Dr SEPEHR Abrishami d'avoir accepté de me recevoir en stage, j'ai tant souhaité travailler avec lui, mais malheureusement je n'ai pas eu la chance pour le faire.

Je tiens à remercier très sincèrement Madame KEBABI Abba pour le temps qu'elle m'a accordé, pour sa générosité, son soutien, son aide si précieuse, ses encouragements et sa gentillesse. Et je souhaite lui exprimer toute ma reconnaissance et ma gratitude.

Je tiens à remercier très chaleureusement les membres de jury pour le temps consacré à la relecture de ce travail de thèse.

Je tiens également à remercier toutes les personnes qui de près ou de loin m'ont aidé dans la quête d'informations, et la distribution des questionnaires, particulièrement Roumeïssa, Rayen, Amira, Samah, Besma, Lilya, Assia, Mina, Manel, Linda, Nassim, ainsi mes frères Ayoub, Houcine et mon Père...

Je remercie bien évidemment, tous qui m'ont aidé et m'ont encouragé à accomplir ma recherche en particulier mes collègues Nedjwa et Abdellah.

Mon grand hommage revient précisément à mes chers parents pour leurs amours, leurs sacrifices, leurs encouragements, et leurs soutiens durant tout le trajet de mes études.

Mes sincères reconnaissances s'adressent à ma Mère chérie pour son affection, sa tendresse, sa confiance et ses sacrifices, sans elle je n'arriverais jamais là, et sans elle ma thèse n'aurait jamais vu le jour. Tous les mots du monde ne suffisent pas pour exprimer ma gratitude et mon amour.

Ma grande gratitude, ma reconnaissance, mon profond respect et mon amour s'adressent également à mon cher Père, mon pilier et mon énergie, pour son soutien, sa patience et ses encouragements.

Je souhaite exprimer ma reconnaissance également à mes chers frères Houcine, Ayoub, et Abderrahim qui veulent beaucoup du bien à leur sœur.

Je remercie Houcine pour son aide, ses encouragements, et son appui inconditionnel.

Je remercie Ayoub pour son accompagnement dans cette aventure depuis le jour du concours et jusqu'au dépôt de la thèse, je le remercie aussi pour son aide si précieuse, pour ses encouragements et son humour.

Je remercie particulièrement le meilleur docteur au monde, mon adorable frère Abderrahim, d'avoir été présent à mes côtés dans les bons moments comme les moments de doute. Je le remercie aussi pour son immense aide, pour ses prières, pour ses encouragements et son soutien, sans lui, ma recherche n'aurait jamais complété.

Aussi, un petit clin d'œil à ma famille, elle sait ce que je lui dois...

Je remercie aussi toute personne qui m'avait agacé involontairement et par une bonne intention m'avait posé la plus embêtante et gênante question au monde. Quand est-ce que tu vas soutenir ta thèse? Quand est-ce que tu vas terminer tes études? C'est le moment de leur répondre, je vais soutenir aujourd'hui, mais ma recherche ne vient qu'être commencée.

*J'exprime ma gratitude à moi-même, oui à moi-même, je mérite, j'ai travaillé dur, je me suis autoformée, j'ai affranchi plusieurs obstacles et j'ai surmonté de nombreux défis, c'est le moment de récompense... et quelle récompense !
Dr SALHI Roumeïssa.*

Enfin, j'adresse un grand merci à toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin afin de pouvoir travailler dans de bonnes conditions et dans un environnement agréable...

Merci à tous

Dédicace

J'ai l'immense plaisir de dédier ce travail

À mes chers parents pour leur patience, leur soutien et leurs sacrifices.

À ma prunelle des yeux, ma Mère chérie, qui a été trop inquiétée pour cette recherche et qui n'a pas cessé de prier pour moi, ce que je lui dédie est incomparable devant ses sacrifices...

Merci ; ma mère

À mon cher Père, qui m'a entouré pour que rien ne m'entrave durant toute la période de mes études et à qui je dois beaucoup, aucune dédicace ne saurait exprimer ma gratitude...

Merci ; mon père

À mes frères : Hocine, Ayoub et Abderrahim à qui j'exprime mon attachement.

À toute ma famille, c'est le moment plus que jamais de vous remercier pour tout ce que vous avez fait pour moi, pour le soutien et la patience que vous m'avez témoignés.

À mes amies : Aïcha, Samah, Manel, Mary, Fatma, Meriem, Mira, Rayen et Lynda pour leur généreuse amitié et pour les plus beaux souvenirs.

À mes étudiants, mes ex étudiants, mes ex-collègues et mes collègues

À tous qui m'aiment et à tous qui veulent du bien pour moi

Melle, SALHI ROUMEISSA

Résumé

Le retard est l'un des problèmes les plus enregistrés, les plus graves et largement rencontrés dans les projets de construction à travers le monde, et il est devenu endémique en Algérie.

Malgré l'effort réalisé par l'État Algérien dans le secteur de construction, les besoins restent loin d'être satisfaits ; non pas par manque de moyen ou de volonté mais pour des délais de réception majoritairement manqués.

Identifier les dysfonctionnements qui peuvent entraver le bon déroulement de projet et qui influent sur le délai, s'avère être l'axe principal de notre recherche, ainsi de connaître l'impact de ces derniers afin de prendre les mesures nécessaires pour rattraper les retards et arriver à une bonne maîtrise et une meilleure gestion de délais.

De nombreuses, approches (la recherche bibliographique, l'enquête par questionnaire, les interviews et la collecte des données numériques concernant les projets) et méthodes statistiques (telles que : l'indice de fréquence IF, l'indice de gravité IG, l'indice d'importance IIMP, l'indice d'importance relative IIR, le test ANOVA à un facteur, le test t de Student, le test du Khi-2, l'analyse factorielle, le SMART-PLS et la régression linéaire RL) ont été utilisés pour atteindre ces objectifs et répondre à notre problématique.

Les principaux facteurs de ces retards ainsi que leurs majeurs effets ont été identifiés et ensuite des mesures d'atténuation de ces derniers ont été proposées, de plus la relation entre les différents groupes d'effets a été mesurée et un modèle structurel qui décrit la relation entre ces groupes a été développé.

Le contrôle de délais a été également investigué dans notre recherche par le biais d'une analyse bibliométrique et différentes méthodes de planification et du contrôle de délais ont été présentées.

En outre, un modèle de prévision de la durée a été développé utilisant la régression linéaire multiple, et les tests statistiques montrent que le modèle proposé est approprié et peut-être utilisés par les praticiens dans les projets de construction pour estimer la durée de projet.

Mots clés: Retard, Projet de Construction, Causes de retards, Facteurs causant les retards, Effets de retards, Algérie, Prévision, Contrôle du délai, Management de projets.

Abstract

Delay is one of the most recorded, serious issues and widely encountered in construction projects worldwide, and it has become endemic in Algeria.

Despite all the efforts made by the state in the sector of construction, the needs remain far from being met, not for lack of means or political will but for project reception appointments mostly missed.

Identifying the dysfunctions which can hinder the smooth running of the project and which influence the deadline, turns out to be the main axis of our research, as well as knowing the impact of these later in order to take the necessary measures to alleviate the delays, and achieve good control and better management of time.

Numerous approaches (literature review, questionnaire survey, interviews, and data collection) and statistical methods (frequency index FI, severity index SI, importance index IMPI, Relative importance index RII, one way ANOVA, t-test, chi square test, Factor Analysis FA, Smart-PLS, and linear regression LR) have been used in order to achieve our objectives and answer our problematic.

The main factors causing delays as well as their major effects were identified, and then mitigation measures were proposed. Moreover, the relationship between the different effects groups was measured, and a structural model which describes the relationship among these groups was developed.

The time control was also investigated in our research by means of a bibliometric analysis, and different methods of time planning and control were presented.

In addition, a prediction model for project duration was developed using multiple linear regression. Statistical tests show that the proposed model is appropriate and can be used by construction project practitioners to estimate project duration.

Keywords: Delay, Construction project, Causes of delay, Effects of delay, Algeria, prediction, Time control, Project Management.

ملخص

يُعدّ التأخير من أكثر المشاكل المسجلة، والأكثر خطورة و مواجهة على نطاق واسع في مشاريع البناء في العالم، وقد أصبح مزمنًا ومتوطنًا في مشاريع البناء الجزائرية. فعلى الرغم من الجهود التي تبذلها الدولة الجزائرية في قطاع البناء ، إلا أنّ الإحتياجات لا تزال بعيدة المنال، ليس بسبب نقص الموارد أو الإرادة ، ولكن بسبب مواعيد التسليم التي يتم تفويتها في الغالب.

لذلك يعد تحديد الاختلالات أو العراقيل التي من شأنها عرقلة السير الحسن لمشاريع البناء والتي تؤثر على موعد الإستلام النهائي للمشروع المحور الرئيسي لبحثنا، وكذلك معرفة تأثيرها من أجل اتخاذ التدابير و الإجراءات اللازمة لتخفيف وطأة التأخير والوصول إلى تحكم أفضل وإدارة جيدة للوقت.

لتحقيق هذه الأهداف والوصول إلى إجابة لمشكلة بحثنا، تم استخدام العديد من المناهج (البحث الببليوغرافي ، الإستبيان ، المقابلات وجمع البيانات الرقمية المتعلقة بالمشاريع) وكذا العديد من الطرق الإحصائية (مؤشر التردد IF ، مؤشر الشدة IG، مؤشر الأهمية IIMP ، مؤشر الأهمية النسبية IIR، اختبار التباين أحادي الاتجاه ANOVA، اختبار-ت t ، اختبار كاي تربيع، التحليل العاملي FA ، SMART-PLS والانحدار الخطي RL).

تمّ تحديد العوامل الرئيسية لهذه التأخيرات وكذا آثارها الرئيسية ومن ثمّ تمّ اقتراح تدابير تخفيفية لهاته الأخيرة. علاوة على ذلك تم قياس العلاقة بين مجموعات التأثير المختلفة وكذا تصميم نموذج هيكلي لوصف هذه العلاقة.

كذلك تم التطرق إلى التحكم ومراقبة الوقت من خلال التحليل البليومتري، وتم أيضًا تقديم مختلف الطرق المستخدمة في تخطيط ورقابة الوقت.

بالإضافة إلى ذلك قمنا بتطوير نموذج للتنبؤ بمدة المشروع باستخدام الانحدار الخطي المتعدد ، وقد أظهرت نتائج الاختبارات الإحصائية أن النموذج المقترح مناسب ويمكن استخدامه من قبل المهنيين في مشاريع البناء لتقدير مدة المشروع.

الكلمات المفتاحية: التأخير ، مشاريع البناء ، أسباب التأخير ، العوامل المسببة للتأخير ، آثار التأخير ، الجزائر ، التنبؤ ، التأثير ، التحكم في الوقت ، إدارة المشروع.

Sommaire

<i>Remerciements</i>	I
<i>Dedicace</i>	III
Résumé	IV
Abstract	V
ملخص.....	VI
Sommaire	VII
Liste des figures	XI
Liste des tableaux	XIII
Liste des abréviations	XV
I. Introduction générale	1
II. Problématique	2
III. Hypothèse de la recherche.....	4
IV. Objectifs de la recherche	4
V. Intérêt du sujet.....	4
VI. Méthodologie de la recherche	5
VII. Structure de la thèse	7
CHAPITRE 1 : Cadre théorique de référence	9
1. Introduction	9
2. Le projet	9
2.1. Définition	9
2.2. Les caractéristiques de projet.....	10
2.3. Les contraintes du projet.....	11
2.4. Le cycle de vie d'un projet	12
3. Le management de projet	13
3.1. Définition	13
3.2. Les deux niveaux de management de projet.....	13
3.3. Les groupes de processus de management de projet	14
3.4. Les domaines de connaissance en Management de projet.....	16
3.5. Management des délais	22
4. Les retards dans les projets de construction	24
4.1. Définition	24
4.2. Les types de retard dans les projets de construction	25

4.3. Les responsables de retards.....	27
4.4. Pourcentage de retard dans les projets de construction à travers le monde	28
5. Conclusion.....	31
CHAPITRE 2 : Les causes du retard dans les projets de construction à travers le monde	32
1. Introduction	32
2. Les causes du retard : revue de littérature	32
2.1. Les causes du retard au Moyen-Orient	32
2.2. Les causes du retard en Asie de l'est	34
2.3. Les causes du retard en Asie du Sud.....	35
2.4. Les causes du retard en Asie du centre	38
2.5. Les causes du retard en Europe.....	38
2.6. Les causes du retard en Amérique	39
2.7. Les causes du retard en Afrique.....	40
2.8. Les revues critique sur les causes du retard.....	43
3. Les 10 principaux facteurs du retard à travers le monde.....	44
3.1. Les problèmes financiers	52
3.2. La mauvaise planification et ordonnancement	52
3.3. Les problèmes de conception.....	52
3.5. La mauvaise gestion du site et la mauvaise supervision.....	53
3.6. Le lent processus administratif, la bureaucratie et la lente prise de décision	53
3.7. La faible performance des sous-traitants	54
3.8. Le changement de commandes, de périmètre et de spécifications de projet	54
3.9. La mauvaise communication et coordination	54
3.10. La faible productivité.....	54
4. Les techniques utilisées pour analyser les facteurs du retard dans les études précédentes	55
5. Conclusion.....	58
CHAPITRE 3 : Les effets du retard dans les projets de construction à travers le monde.....	60
1. Introduction	60
2. Les effets du retard : revue de littérature.....	60
2.1. Les effets du retard dans les projets de construction en Asie	60
2.2. Les effets du retard dans les projets de construction en Afrique	62
3. Les techniques utilisées pour le classement des effets du retard.....	71
4. Les principaux effets du retard dans les projets de construction à travers le monde	71

4.1. Les dépassements de temps	72
4.2. Les dépassements de coûts	75
4.3. Les conflits.....	75
4.4. L'arbitrage	75
4.5. Les litiges.....	76
5. Les relations « causes –effets »	76
5.1. Les facteurs causant les dépassements de temps	76
5.2. Les facteurs causant les dépassements de coûts	77
5.3. Les facteurs causant les conflits.....	79
5.4. Les facteurs causant l'arbitrage	79
5.5. Les facteurs causant les Litiges	80
6. Conclusion.....	81
CHAPITRE 4 : Les facteurs causant les retards dans les projets de construction en Algérie..	82
1. Introduction	82
2. Identification des facteurs causant les retards dans les projets de construction en Algérie	82
3. Évaluation des retards dans les projets de construction en Algérie	84
3.1. La taille de l'échantillon.....	85
3.2. Approche analytique	87
3.3. Discussion et résultats.....	88
4. Conclusion.....	116
CHAPITRE 5 : Les effets de retards dans les projets de construction en Algérie	118
1. Introduction	118
2. Identification des effets du retard dans les projets de construction en Algérie.....	118
3. Évaluation des effets de retards dans les projets de construction en Algérie.....	119
3.1. Échantillonnage et distribution du questionnaire.....	120
3.2. Approche analytique	120
3.3. Résultats et discussion	121
4. Conclusion.....	149
CHAPITRE 6 : Contrôle de délais (temps)	150
1. Introduction	150
2. Le Management de temps	150
3. Le contrôle du temps	151
3.1. La planification et l'ordonnancement	152

3.2. Le contrôle	153
4. Analyse bibliométrique des recherches sur le management et le contrôle du temps ..	155
4.1. Objectif de l'étude bibliométrique	156
4.2. Base de données et méthodes utilisées	156
4.3. Résultats et discussion de la première analyse	157
4.4. Résultats et discussion de la deuxième analyse	163
5. Contrôle du temps durant le cycle de vie de projets : outils et techniques.....	169
5.1. Les méthodes traditionnelles	169
5.2. Les méthodes modernes.....	176
5.3. Les techniques et les outils du contrôle selon leurs phases d'utilisation	187
6. Contrôle de délais dans les projets de construction en Algérie	188
6.1. Les méthodes et les techniques du contrôle de délais dans les projets de construction en Algérie.....	188
6.2. Prévision de la durée d'exécution dans les projets de construction en Algérie ...	194
7. Conclusion.....	209
CHAPITRE 7 : Recommandations pour minimiser les retards.....	211
1. Introduction	211
2. Approche suivie pour la collecte et le tri des données	211
3. Liste des remèdes et mesures d'atténuation pour les 17 facteurs majeurs du retard (revue de littérature et des résultats du questionnaire)	212
4. Mesures managériales pour les 17 facteurs majeurs du retard.....	222
5. Recommandations générales pour minimiser les retards	226
6. Conclusion.....	227
Conclusion générale	228
Perspectives pour les futures recherches	231
Références	232
Annexes	248
Annexe A : Questionnaire 1	248
Les retards dans les projets de construction en Algérie.....	248
Annexe B : Questionnaire 2.....	254
Les effets du retard dans les projets de construction en Algérie	254
Annexe C : Données projets	257
Annexe D : Article.....	261

Liste des figures

Figure 1. Méthodologie de la recherche	7
Figure 2. Management de Projet	14
Figure 3. Les 5 groupes de processus de management de projet	15
Figure 4. Management de l'intégration du projet	16
Figure 5. Management du périmètre du projet	17
Figure 6. Management de délais du projet	18
Figure 7. Management des coûts du projet	18
Figure 8. Management de la qualité du projet.....	19
Figure 9. Management des ressources.....	20
Figure 10. Management des communications du projet.....	20
Figure 11. Management des risques	21
Figure 12. Management des approvisionnements	21
Figure 13. Management des parties prenantes du projet	22
Figure 14. Les catégories de retards dans les projets de construction.....	25
Figure 15. Les principaux facteurs du retard à travers le monde	45
Figure 16. Les techniques utilisées pour classer les principaux facteurs contributeurs au retard	58
Figure 17. Techniques utilisées dans le classement des effets du retard.....	71
Figure 18. Le pourcentage d'occurrence des principaux effets du retard à travers le monde..	72
Figure 19. Les facteurs causant les dépassements de temps	77
Figure 20. Les facteurs causant les dépassements de coûts	78
Figure 21. Les facteurs causant les conflits.....	79
Figure 22. Les facteurs causant l'arbitrage	80
Figure 23. Les facteurs causant les litiges	80
Figure 24. Fréquence du retard selon la taille de projet	89
Figure 25. Fréquence du retard selon la durée de projet	90
Figure 26. Les logiciels de planification	90
Figure 27. Classement des 10 facteurs du retard les plus fréquents en Algérie	94
Figure 28. Classement des 10 facteurs du retard les plus graves en Algérie	97
Figure 29. Classement des 10 facteurs du retard les plus importants en Algérie.....	98
Figure 30. Fréquences des groupes de facteurs causant les retards selon les 3 parties	104
Figure 31. Gravité des groupes de facteurs causant les retards selon les 3 parties	106
Figure 32. Importance des groupes de facteurs causant les retards selon les 3 parties	107
Figure 33. Fréquence d'occurrence des 10 principaux facteurs du retard en Algérie dans les autres pays	115
Figure 34. Les 10 principaux effets du retard en Algérie.....	124
Figure 35. Les 10 principaux effets des retards du point de vue de MOA.....	130
Figure 36. Les 10 principaux effets des retards du point de vue de MOE	131
Figure 37. Les 10 principaux effets des retards du point de vue d'ETP	132
Figure 38. Les coefficients de chemin du modèle structurel.....	144
Figure 39. Le pourcentage d'occurrence des principaux effets des retards à l'échelle mondiale	147

Figure 40. Processus du contrôle de délais	155
Figure 41. Le nombre total de publications en Management et contrôle du temps entre 2012 et 2021 dans le Web of Science	157
Figure 42. Les tops 10 secteurs dont le management du temps est apparu comme sujet de recherche	158
Figure 43. Répartition géographique des publications portées sur le management et le contrôle du temps	160
Figure 44. Répartition géographique des publications portées sur le management et le contrôle du temps (zoom sur la partie A)	160
Figure 45. Citation des publications portées sur le management et le contrôle du temps	162
Figure 46. Carte de visualisation du réseau de mots-clés (publications sur le management et le contrôle du temps)	163
Figure 47. Le nombre total de publications en termes d'outils, des méthodes et de techniques du contrôle et du management du temps entre 2007 et 2021 dans le Web of Science	164
Figure 48. Les tops 10 secteurs dont le management de délais, les techniques et les outils du contrôle de délais ont apparu comme sujet de recherche	164
Figure 49. Citations des publications sur le management du temps et les techniques et les outils du contrôle du temps	166
Figure 50. Carte de visualisation du réseau de mots-clés (des publications sur le management du temps et les techniques et les outils du contrôle du temps)	168
Figure 51. L'enveloppe de la courbe en S	171
Figure 52. Management de la valeur acquise	172
Figure 53. Graphique conceptuel de la durée acquise	174
Figure 54. Diagramme du travail restant «burndown » sur les itérations	177
Figure 55. The five S	181
Figure 56. Connaissance de méthodes d'estimation de la durée d'exécution par les praticiens de construction en Algérie	188
Figure 57. Les méthodes d'estimation de la durée présentées par les praticiens de construction en Algérie	190
Figure 58. Connaissance de techniques du contrôle de délais par les praticiens de construction en Algérie	191
Figure 59. Les techniques du contrôle de délais présentées par les praticiens de construction en Algérie	192
Figure 60. L'application des techniques du contrôle de délais par les praticiens de construction en Algérie	193
Figure 61. Répartition de 61 projets étudiés selon leur secteur	196
Figure 62. Les types de projets étudiés	197
Figure 63. Localisation des projets étudiés	197
Figure 64. Année d'inscription des projets étudiés	198
Figure 65. Pourcentage de dépassement de délais dans les différents types de projets de construction en Algérie	200
Figure 66. Tracé P-P normal de régression des résidus standardisés	207
Figure 67. Nuage de points des résidus par rapport aux valeurs prédictives	208

Liste des tableaux

Tableau 1. Les contraintes du projet	12
Tableau 2. Pourcentage du retard et de dépassement de temps à travers le monde	30
Tableau 3. Les principaux facteurs du retard à travers le monde	46
Tableau 4. Les techniques utilisées pour classer les facteurs du retard dans les études précédentes	56
Tableau 5. Résumé de la revue de la littérature sur les effets du retard	67
Tableau 6. Les principaux effets des retards dans le monde	73
Tableau 7. Les facteurs du retard en Algérie	83
Tableau 8. Pourcentage des répondants	87
Tableau 9. Profils des répondants	88
Tableau 10. Fiabilité du questionnaire	91
Tableau 11. Fréquence des facteurs causant les retards	92
Tableau 12. Gravité des facteurs causant les retards	95
Tableau 13. Importance des facteurs causant les retards	101
Tableau 14. Fréquence des groupes de facteurs causant les retards	103
Tableau 15. Gravité des groupes de facteurs causant les retards	105
Tableau 16. Importance des groupes de facteurs causant les retards	107
Tableau 17. Test ANOVA à un facteur pour les fréquences de groupes	108
Tableau 18. Comparaisons multiples LSD (fréquence de groupes)	109
Tableau 19. Test ANOVA à un facteur pour la gravité des groupes	110
Tableau 20. Comparaisons multiples "LSD" (gravités des groupes)	111
Tableau 21. Test ANOVA à un facteur pour l'importance de groupes	112
Tableau 22. Comparaisons multiples LSD (importance des groupes)	113
Tableau 23. Occurrence des 10 facteurs principaux en Algérie dans d'autre pays du monde	115
Tableau 24. Les effets du retard dans les projets de construction en Algérie	119
Tableau 25. Profils des répondants	121
Tableau 26. Alpha de Cronbach pour les effets des retards de construction	122
Tableau 27. Test t à échantillon unique	122
Tableau 28. IIR et classement des effets des retards de construction	123
Tableau 29. Niveaux et zones d'importance	128
Tableau 30. Test ANOVA à un facteur	134
Tableau 31. Comparaisons multiples Post-hoc « LSD »	136
Tableau 32. Indice KMO et test de Bartlett	137
Tableau 33. Rotation de la matrice des composantes et variance expliquée	140
Tableau 34. Hypothèses pour tester la relation entre les groupes d'effets	140
Tableau 35. Fiabilité et validité des modèles	142
Tableau 36. Critère de Fornell-Lacker et ratio HTMT	143
Tableau 37. Statistiques de colinéarité (VIF)	143
Tableau 38. Les coefficients de chemin du modèle structurel	145
Tableau 39. Comparaison des principaux effets des retards dans le monde	147
Tableau 40. Répartition géographique des publications sur le management du temps et les techniques et les outils du contrôle du temps	166

Tableau 41. Répartition géographique et nombre de citations des publications sur « le management de délais et les techniques et les outils du contrôle de délais ».....	167
Tableau 42. Les méthodes et les techniques du contrôle de délais durant le cycle de vie du projet.....	187
Tableau 43. Connaissance de méthodes d'estimation de la durée par les praticiens de construction en Algérie	189
Tableau 44. Test du Khi-deux (différence de connaissance dans les méthodes d'estimation de la durée).....	189
Tableau 45. Connaissances de techniques du contrôle de délais par les praticiens de construction en Algérie	191
Tableau 46. Test du Khi-deux (différence de connaissance dans les techniques du contrôle de délais)	191
Tableau 47. Fréquence d'application des techniques du contrôle de délais par les praticiens de construction en Algérie	194
Tableau 48. Test du Khi-2 (différence d'application des techniques du contrôle de délais par les praticiens de construction en Algérie.....	194
Tableau 49. Variables utilisées dans le modèle de régression	195
Tableau 50. Statistiques relative aux durées planifiées et réelles	199
Tableau 51. Récapitulatif des modèles.....	203
Tableau 52. Test d'ANOVA	203
Tableau 53. Coefficients du modèle proposé	205
Tableau 54. Récapitulatif du 2 ^{ème} modèle	206
Tableau 55. Test ANOVA pour le 2 ^{ème} modèle	206
Tableau 56. Coefficients de régression pour le 2 ^{ème} modèle.....	206
Tableau 57. Tests de normalité des erreurs	207
Tableau 58. Liste des mesures d'atténuation pour les tops facteurs contributeurs aux retards	212
Tableau 59. Mesures managériales pour les 17 facteurs du retard.....	222

Liste des abréviations

AF : Analyse Factorielle

AFITEP : Association francophone de Management de Projet

AFNOR : Association française de normalisation

ANOVA : Analyse of variance (Analyse de la variance)

AP : Autorisation du programme

APM: Association for Project Management

APM BOK: APM Body of Knowledge

BET: Bureau d'étude

BIM: Building Information Modelling

DD : Date Début de réalisation

DEP: Direction des équipements publics

D_{étude} : Durée d'étude

DP : Durée Planifiée de réalisation

DR : Durée Réelle de réalisation

EDM: Earned Duration Management

ESM: Earned Schedule Management

ETP: Entreprise

EVM: Earned Value Management

IF: Indice de fréquence

IG : Indice de gravité

IIMP : Indice d'importance

IIR: Indice d'importance relative

IPD: Integrated Project Delivery

LSD : Least Square différence

IPMA : International Project Management Association

MOA : Maitre d'ouvrage

MOE : Maitre d'œuvre

MSP : Microsoft Project

PLS: Partial Least Squares

PMI: Project Management Institute

PRINCE 2: PProjects IN Controlled Environments

RL: Régression Linéaire

RLM: Régression Linéaire Multiple

SPSS: Statistical Package for Social Sciences

TIA: Time Impact Analysis

WBS: Work Breakdown Structure

VD: Variable Dépendante

VI: Variable Indépendante

VIF : Variance Inflation Factor

I. Introduction générale

Le secteur de la construction de projets est l'un des secteurs les plus importants qui contribue tangiblement dans le développement économique des pays (Alagidede et Mensah 2018; Dlamini et Cumberlege 2021; Serani, Tadele, et Bayeh 2020). Il est considéré parmi les principales industries qui représentent 9% du PIB (produit intérieur brute) et environ 7% de l'emploi total des pays à travers le monde (Hossain et al. 2019).

L'importance de ce secteur est attribuée principalement à ces fortes liaisons avec les autres secteurs économiques (Alagidede et Mensah 2018). Vu que la construction permet de créer les infrastructures nécessaires de transport (les routes, les aéroports, les ports, les chemins de fer...etc.) qui ont un rôle important dans les différentes activités économiques (les échanges, le commerce, l'importation, l'exportation...etc.), elle fournit également les infrastructures nécessaires à tous les autres secteurs économiques (les hôpitaux, les écoles, les bâtiments administratifs...etc.), et elle génère de l'emploi et de la richesse (Chiang, Tao, et Wong 2015; Obodoh 2016; Sweis et al. 2008) et constitue un moyen efficace pour réduire la pauvreté et améliorer la qualité de la vie (Durdyev, Omarov, et Ismail 2017).

De ce fait, les projets de construction ont connu un intérêt croissant dans les différents plans économiques des pays à travers le monde. Cet intérêt est visualisé par l'investissement immense consacré au secteur de construction. D'après Statista (Global Construction 2014-2025) «les dépenses mondiales totales dans le secteur de la construction étaient arrivées à 11 milliards de dollars en 2017, et elles sont projetées de soulever à 14 milliards de dollars en 2025 » (Hossain et al. 2019).

Bien que la contribution de la construction soit importante dans le développement économique et social des pays. La construction est souvent réputée par sa faible performance en raison de retards fréquentés. Plus de 60% de projets de construction réalisés dans différentes régions à travers le monde ont affronté des retards lors de leur exécution (Al-Momani 2000 ; Frimpong, Oluwoye, et Crawford 2003 ; Assaf et Al-Hejji 2006; Kikwasi 2013 ; Akogbe, Feng, et Zhou 2013; Ngacho et Das 2014 ; Othman et Ismail 2014 ; Senouci, Ismail, et Eldin 2016 ; Bagaya et Song 2016 ; Hussain et al. 2018; Ismail et al. 2018).

Ces retards sont définis comme étant les dépassements du temps, soit au-delà de la date d'achèvement spécifiée dans le contrat, ou au-delà de la date convenue par les parties prenantes pour la livraison de projet (Assaf et Al-Hejji 2006), et ils sont considérés comme

l'un des problèmes les plus graves, les plus complexes, les plus risqués, et largement rencontrés dans les projets de construction à travers le monde (Asadi, Alsubaey, et Makatsoris 2015; Hisham et Yahya 2016; Memon, Rahman, et Azis 2011; Tahir et al. 2018), et les projets de construction en Algérie ne font pas l'exception.

Durant un demi-siècle l'Algérie qui devait relever le défi de la construction, se devait répondre aux exigences des différents secteurs, cet intérêt prend plus d'ampleur avec les différents plans de développement. Cependant, même si la programmation des infrastructures et des bâtiments continue à être importante, que le portage politique soutient ces programmes et que les moyens sont mis à disposition, les projets ne sont jamais livrés dans les délais et les besoins restent loin d'être satisfaits.

Les retards ont envahi d'une façon immense les projets de construction en Algérie, un état des lieux révèlent que de nombreux facteurs contribuent à ces retards, entre autre : la mauvaise planification, les retards de paiements, les problèmes de communication et de coordination, les problèmes de gestion, les risques et les incertitudes... etc.

La question principale qui émerge est la suivante : Que peuvent alors être les réelles causes de ces échecs induits par les retards et que peuvent être les véritables remèdes ?

Identifier les dysfonctionnements, qui peuvent entraver le bon déroulement de projet et qui influent sur le délai de projet s'avère l'objectif principal de notre recherche. Ensuite examiner les outils et les moyens du suivi, du contrôle et de gestion existants, pour pouvoir trouver les imperfections dans ces derniers, afin d'arriver à évaluer le système du contrôle de délai valable à toutes les phases du cycle de vie de projet.

II. Problématique

L'Algérie est un pays en pleine expansion urbaine, devant essentiellement relever le défi de la construction. Depuis l'indépendance, le secteur de construction a connu un développement spectaculaire; l'intérêt accordé par les pouvoirs publics à la construction est dû essentiellement à la prise de conscience de son rôle dans le développement économique et social de pays.

Malgré tous les efforts consentis par les pouvoirs publics, la demande exponentielle en matière d'infrastructures et de logements reste très loin d'être satisfaite, non pas par manque de moyens ou de volonté politique mais pour des délais de réception de projet majoritairement manqués.

Les retards sont l'un des problèmes les plus souvent rencontrés dans les projets de construction en Algérie, et qui entravent leur bon déroulement. Un état des lieux révèle que 62% de projets Algériens de construction ont connu des dépassements de délais lors de leur réalisation (Salhi, Messaoudi et Sassi Boudemagh 2018).

Ces retards vont conduire à l'échec du projet ; vu que le délai est un pilier important et une pierre angulaire pour la réussite du projet.

Le management de délai est crucial pour arriver au stade de succès du projet (Mbachu, Jasper 2007 ; Al-Nady 2016 ; Boyd and Madzima 2017). En outre, le contrôle et la maîtrise de délais sont primordiaux dans le processus de construction, vu qu'ils permettent de mesurer la performance réelle du projet et de la comparer au plan prévu, afin de reconnaître et d'analyser les écarts, d'évaluer les alternatives et les processus d'amélioration possibles et de prendre les mesures correctives et préventives nécessaires pour minimiser les risques du retard et tout remettre sur les rails (APM 2010 ; PMI 2013 ; Olawale and Sun 2015 ; Bjarnason 2017 ; Pellerin and Perrier 2019).

L'analyse et l'évaluation des écarts ne peuvent se faire qu'après connaître les causes racines de ces écarts, car « ...à tout problème qui persiste, il y a une cause qui se cache » (Marc Roussel).

L'une des étapes principales pour faire face aux retards est d'identifier les causes induisant ces retards (Gündüz, Nielsen, et Özdemir 2013; Haseeb, Bibi, et Rabbani 2011).

Dans cette optique, les questions clés qui méritent d'être posées sont les suivantes :

- Que peuvent être les réelles causes des retards en Algérie, et comment peut-on les surmonter ?
- Quelles sont les effets de ces retards et comment peut-on y remédier ?
- Quelles sont les méthodes et les techniques du contrôle de délais les plus utilisées et quelles sont les limites de ces derniers ?
- Comment peut-on apaiser ces retards et arriver à un meilleur contrôle et une bonne maîtrise de délais ?

III. Hypothèse de la recherche

En ce qui concerne notre problématique, notre hypothèse est la suivante :

L'insuffisance de connaissances et de compétence en matière de management de projets est la principale cause qui se cache derrière ces retards.

IV. Objectifs de la recherche

Cette recherche vise à accomplir les objectifs suivants :

- Identifier les principales causes du retard dans le monde et leurs majeurs effets.
- Identifier les principaux facteurs causant les retards dans les projets de construction en Algérie, et évaluer la fréquence, la gravité et l'importance de ces facteurs.
- Identifier les effets (les impacts) du retard dans les projets de construction en Algérie et déterminer leurs importances relatives.
- Grouper les effets du retard et tester la relation entre ces groupes.
- Comparer la situation en Algérie avec d'autres pays.
- Proposer un modèle de prévision de la durée d'exécution dans les projets de construction en Algérie.
- Trouver les bons remèdes et les meilleures solutions pour faire face à ces retards et arriver à un meilleur contrôle et une bonne maîtrise du temps.

V. Intérêt du sujet

Le retard est l'un des problèmes les plus courants dans les projets de construction en Algérie. Ces retards ont plusieurs effets (impacts) négatifs sur le projet et l'économie du pays.

En dépit, de la criticité de ce problème, les recherches dans ce domaine restent très peu abordées, et la seule recherche trouvée dans le contexte Algérien est celle qui a été menée récemment par Zemra, Boudouh, et Baheddi (2019) et qui a pour objet de dresser les causes des retards en Algérie, cependant la portée de cette étude ne couvre qu'un seul type de construction qui est « les infrastructures routières, les barrages et les réseaux de transferts

d'eau », de plus la taille de leur échantillon était minimale (52), ainsi leur liste des causes n'était pas exhaustive (ils ont identifié seulement 59 causes) ce qui empêche de généraliser les résultats de leur recherche sur les autres types de constructions (les bâtiments, les ouvrages d'art, les constructions industrielles...etc). En revanche, les effets du retard ne sont pas abordés dans le contexte Algérien.

De ce fait, notre étude qui a été commencée en 2015, vise à traiter ce problème, « le retard dans les projets de construction en Algérie », cette étude a été notre centre d'intérêt, et notre recherche ne se focalise pas uniquement à l'identification des facteurs causant les retards mais, elle s'étale à l'étude des effets de ces retards, et la comparaison de la situation Algérienne avec d'autres pays.

Une contribution importante de cette recherche à la littérature existante est de catégoriser les effets identifiés sous différents groupes et de tester la relation entre ces derniers utilisant la méthode SMART - PLS. De plus, nous avons ouvert le champ de notre étude aux prévisions de la durée d'exécution réelle, et par conséquent de prévenir les retards et aussi aux mesures d'atténuation de ces derniers.

VI. Méthodologie de la recherche

Les questionnements concluant notre problématique nous imposent à choisir une méthodologie appropriée à suivre afin de vérifier l'hypothèse de notre recherche et de répondre aux objectifs soulignés.

Selon la logique et les objectifs de notre recherche deux approches méthodologiques ont été utilisées;

- L'approche déductive : qui sert à développer une théorie sur la base de littérature et concevoir une stratégie de recherche pour tester la théorie, a été utilisée pour identifier les causes et les effets du retard en Algérie (cas particulier) à partir des causes et des effets du retard dans le monde (cas général). De plus, cette approche a été également utilisée pour trouver les possibles remèdes aux principales causes du retard (cas particulier) en se basant sur la revue de littérature (cas général).
- L'approche inductive : qui sert à faire une collecte de données pour explorer un phénomène et générer ou construire une théorie, a été utilisée afin de développer un modèle prédictif de la durée réelle de réalisation de 61 projets (cas particulier) et de

généraliser le résultat sur les autres projets de constructions Algériennes (cas général). En outre, cette approche a été adoptée dans une recherche bibliométrique sur le contrôle et le management du délai (temps) en vue de donner une vue d'ensemble complète des recherches dans ce domaine.

De plus, la méthode mixte qui combine l'utilisation de techniques de collecte de données quantitatives et qualitatives et de procédures analytiques (Saunders, Lweis, et Thornhill 2016), a été adopté dans notre recherche car elle permet d'élaborer, de renforcer, de clarifier, de confirmer, d'illustrer/de relier les conclusions et les résultats. Aussi cette méthode présente l'avantage de pouvoir expliquer les relations entre les variables qui ressortent de l'autre méthode (expliquer les résultats issus de la méthode qualitative utilisant la méthode quantitative et vice-versa), et par conséquent elle peut contribuer à la crédibilité de l'étude et à la production des connaissances plus complètes (Saunders, Lweis, et Thornhill 2016).

Plusieurs techniques de recherche ont été également adoptées, la recherche bibliographique (par l'examen critique des publications et des thèses pertinentes qui portent sur les causes et les effets du retard dans les projets de construction), la recherche bibliométrique (effectuant une analyse bibliométrique des recherches portées sur le management et le contrôle du temps publiées dans le web of science (WoS)), l'enquête par questionnaire (deux enquêtes ont été menées en vue de dresser les causes et les effets du retard dans les projets de construction en Algérie), les interviews avec des professionnelles, et l'étude de cas (la collecte et l'analyse des données relatives aux 74 projets de constructions publiques réalisés à Constantine - Algérie-).

L'analyse de ces données, est faite utilisant 3 logiciels : IBM SPSS V23 (pour l'analyse statistique des données), SMART-PLS 3 (pour développer un modèle structurel qui décrit la relation entre les groupes d'effets) et VOS viewer V1.6.16 (pour la cartographie et la visualisation des réseaux bibliométriques). Ainsi plusieurs méthodes d'analyse statistiques ont été adopté: les statistiques descriptives (les fréquences, les pourcentages, les représentations graphiques), les indices statistiques (l'indice de fréquence (IF), l'indice de gravité (IG), l'indice d'importance (IIMP), et l'indice d'importance relative (IIR)), les mesures de tendances centrales et les mesures de dispersion (les moyennes, les écarts types, les étendus), les tests statistiques (test t d'échantillon unique, test ANOVA à un facteur unique, test du Khi-2, test de fiabilité), la technique d'analyse factorielle (AF) ; et la régression multiple (RM).

De plus la méthode de SMART-PLS et le diagramme d'Ishikawa ont été également utilisés dans notre recherche. La figure 1 synthétise la méthodologie utilisée dans notre recherche

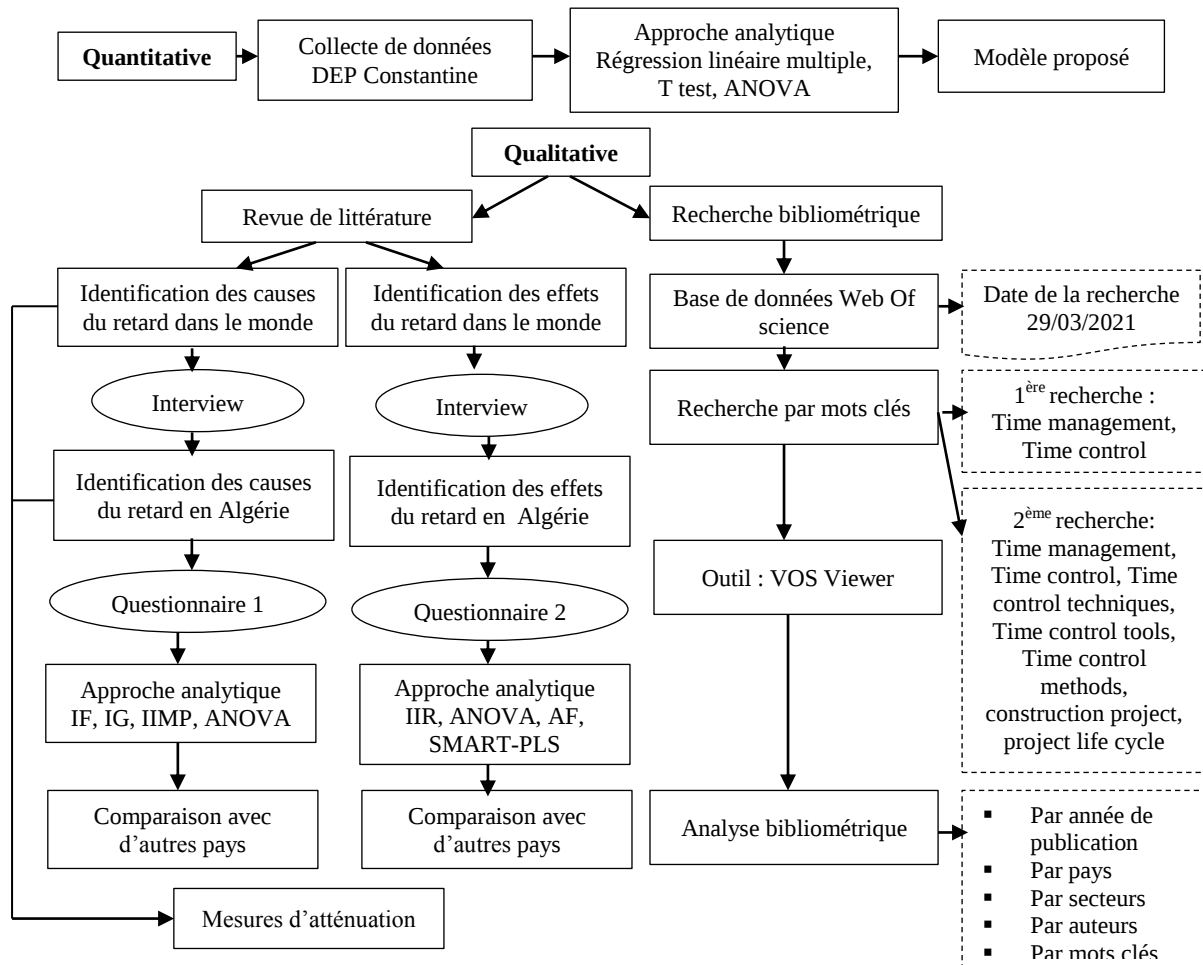


Figure 1. Méthodologie de la recherche

(Source : Auteur)

VII. Structure de la thèse

La présente thèse est bâtie autour de sept (7) chapitres :

- **Le 1^{er} chapitre** : consiste à faire un fond théorique et de base sur les notions de projets, le management de projets et les retards dans les projets.
- **Le 2^{ème} chapitre** : se base sur une recherche bibliographique dans laquelle nous avons fait une revue de littérature sur les causes du retard à travers le monde.
- **Le 3^{ème} chapitre** : se base aussi sur une recherche bibliographique dans laquelle nous avons fait une revue de littérature sur les effets du retard à travers le monde. De plus les relations causes-effets ont été visualisées utilisant le diagramme d'Ishikawa.

- **Le 4^{ème} chapitre** : concerne les facteurs causant les retards dans les projets de construction en Algérie, il se base sur une enquête par questionnaire auprès des principaux intervenants dans les projets de construction (MOA, MOE, ETP) et des interviews avec des spécialistes dans le domaine de construction, les données collectées ont été traitées utilisant le logiciel SPSS, et les indices statistiques (l'indice de fréquence, l'indice de gravité et l'indice d'importance) ont été utilisés pour le classement des principaux facteurs causants les retard en Algérie. De plus, le test ANOVA à un facteur a été également utilisé pour mesurer le degré d'accord entre les 3 parties (MOA, MOE, ETP) et une étude comparative de la situation Algérienne avec les autres pays a été menée.
- **Le 5^{ème} chapitre** : se fonde aussi sur une enquête par questionnaire et des interviews, les données collectées ont été analysées utilisant SPSS et l'indice d'importance relative (IIR), le test ANOVA à un facteur a été également employé pour mesurer le degré d'accord entre les 3 parties (MOA, MOE, ETP). En outre, la technique d'analyse factorielle a été appliquée afin de catégoriser les effets identifiés en groupes majeurs, et la méthode SMART-PLS a été adoptée pour tester la relation entre ces groupes.
- **Le 6^{ème} chapitre** : consiste à faire une recherche bibliométrique sur le contrôle et le management du délai (temps) en vue de donner une vue d'ensemble complète des recherches dans ce domaine et de présenter les différentes méthodes et techniques existantes ainsi que leurs avantages et inconvénients.

De plus, la situation de construction Algérienne concernant les méthodes et les techniques du contrôle de délais a été également investiguée dans ce chapitre et un modèle de prévision de la durée d'exécution des projets de construction a été développé utilisant la méthode de la régression linéaire multiple, et se basant sur une analyse quantitative de 61 projets publics, collectées auprès de la direction des équipements publics à Constantine.

- **Le 7^{ème} chapitre** : se base sur les résultats de la revue de littérature (2^{ème} et 3^{ème} chapitre) et les résultats d'enquête (4^{ème} et 5^{ème} chapitre) ainsi le guide PMBOK (2017) afin de trouver des mesures d'atténuation pour les principales causes du retard.
- **Conclusion** : une conclusion générale de notre recherche ainsi que les principales contributions, les limites, et les perspectives de recherche ont été présentées.

CHAPITRE 1 : Cadre théorique de référence

1. Introduction

Le projet est un concept qui est désormais largement utilisé dans divers domaines de la vie quotidienne, y compris les secteurs professionnels.

On entend par projet toute réalisation répondant à un objectif précis, et mobilisant des ressources limitées dans un temps donné.

Chaque projet est complexe ; et pour résoudre l'équation de la complexité des projets, on doit suivre des méthodes et des procédures spécifiques se trouvant dans le management de projets.

Le management de projet renferme tout un ensemble d'outils et de démarches applicables afin de satisfaire un objectif déterminé conformément aux normes précises.

Dans ce premier chapitre, nous essayerons de cerner en premier lieu tous les aspects pouvant avoir une liaison avec les retards dans les projets de construction; et en 2^{ème} lieu nous donnerons des définitions pour les concepts de base relative au projet, au management de projets, aux retards dans les projets et en dernier lieu nous présenterons des statistiques sur les retards dans les projets de construction à travers le monde.

2. Le projet

2.1.Définition

Selon la norme ISO 10006 : « *un projet est un processus unique qui consiste en un ensemble d'activités coordonnées et maîtrisées comportant des dates de début et de fin, entrepris dans le but d'atteindre un objectif conforme à des exigences spécifiques, incluant les contraintes de délais, de coûts et de ressources* » (Afitep 2010).

D'après APM BOK (2012) « *un projet est une entreprise unique et transitoire, entreprise pour atteindre les objectifs planifiés, qui pourraient être définis en termes de réalisations, de résultats et d'avantages. Un projet est généralement considéré comme réussi s'il atteint les objectifs conformément à leurs critères d'acceptation dans un délai et un budget convenus* » (Bronte-Stewart 2018).

Pour le PMI (Project Management Institut) : « *un projet est une entreprise temporaire décidée dans le but de créer un produit, un service ou un résultat unique* » (PMBOK 2017).

Selon la norme AFNOR X50-105, un projet se définit comme *«une démarche spécifique qui permet de structurer méthodiquement une réalité à venir et implique un objectif à atteindre avec des ressources données »* (AFITEP-AFNOR 1991).

L'AFITEP (Association francophone de Management de Projet) propose la définition suivante: *« un projet est l'ensemble d'actions à réaliser avec des ressources données, pour satisfaire un objectif défini, dans le cadre d'une mission précise, et pour la réalisation desquelles on a identifié non seulement un début, mais aussi une fin »* (Michel Rocca 2013).

De son côté, Moine (2012) a défini le projet comme étant *« une œuvre complexe et impalpable, c'est un objet abstrait. Il correspond à un résultat unique et innovant, une tire dans le temps, une transformation qui aboutit à l'ouvrage final, quelque chose de bien concret cette fois (un produit final matériel ou immatériel)»*.

Pour synthétiser, un projet peut être défini comme étant l'ensemble d'activités et des actions à entreprendre à fin de répondre à un besoin défini en s'exposant aux contraintes de délai, de coût et de qualité. Il est tributaire de moyens (humains, matériels et logistique), il représente souvent un caractère d'unicité et de singularité et il inclue une dose d'incertitude.

2.2.Les caractéristiques de projet

Le concept de projet renvoie à des sens différents. Cependant, les définitions données sont quasi-unanime sur les caractéristiques principales de projet. En effet, les principales caractéristiques d'un Projet sont les suivantes :

- **Temporaire** : Signifie que tout projet a un début et une fin déterminés à respecter et une durée limitée. La fin arrive lorsque les objectifs sont atteints ou lorsque ces objectifs ne pourront pas être réalisés, ou bien lorsque le projet n'est plus nécessaire et qu'il est abandonné (PMBOK 2017).
- **Méthodique** : Signifie qu'il se développe progressivement et se prépare par étapes.
- **Livrable** : À un but, un résultat final, des livrables uniques (PMBOK 2017).
- **Complexe** : Faire appel à des ressources, à des moyens, à des compétences qui ne sont pas placées, généralement, sous une seule et même autorité. Ces ressources, ces moyens et ces compétences doivent être coordonnés efficacement, afin qu'ils puissent travailler ensemble à la réalisation des objectifs du projet. La complexité du projet ne réside pas dans la complication technique, mais bien cette nécessité d'organiser et de motiver, afin de faire

travailler ensemble diverses ressources et compétences dont les intérêts sont parfois très divergentes (Muller 2005).

- Unique : Avec des caractéristiques propres, et non répétitifs. Selon G.Muller (2005), il n'y a pas de projet identique. Malgré des similitudes, chaque projet comporte des innovations. D'où la nécessité de toujours définir un processus complexe de réalisation du projet, de son lancement à son aboutissement.
- Novateur : Nécessite un travail d'analyse spécifique et apporte des réponses nouvelles (Moine 2012).
- À des objectifs: Les objectifs de projet doivent être " SMART" Spécifiques, Mesurables, Atteignables, Réalistes, et planifiés dans le Temps (norme ISO 10006, AFNOR X50-105, AFITEP).
- À des spécifications techniques : Qui fixent à la fois sa mission et les moyens pour le réaliser (AFNOR X50-105).
- À un budget : Prédéterminé à respecter.

2.3.Les contraintes du projet

Les contraintes du projet sont les obligations et les exigences auxquelles le projet se soumet et par lesquelles son succès est mesuré.

PRINCE 2 affirme qu'il y a six variables qui devraient être prises en compte tout au long d'un projet et donc six aspects de la performance du projet à gérer. Il s'agit du temps, du coût, de la portée, du risque, des bénéfices et de la qualité (Bronte-Stewart 2018).

Selon le PMBOK (2017), le succès du projet est mesuré par la qualité du produit et du projet, le respect des délais et du budget, et le niveau de satisfaction client.

L'IPMA (International Project Management Association) souligne que le succès d'un projet est strictement lié au succès de la gestion du projet, comme la capacité à livrer le produit du projet dans sa portée, son délai, son coût et sa qualité.

Le PMI PMBOK du Project Management Institute indique que la gestion d'un projet comprend généralement: l'identification des exigences, la réponse aux divers besoins et attentes des parties prenantes pendant la réalisation du projet et l'équilibre des contraintes concurrentes du projet, notamment: le temps, le coût, portée, ressources, qualité et risque.

L'APM BOK explique que les facteurs de réussite sont des pratiques de gestion telles que définir des buts et des objectifs clairs, maintenir l'accent sur la valeur commerciale, mettre en œuvre une structure de gouvernance appropriée, assurer l'engagement de la haute direction et

fournir en temps opportun et clair la communication. Les domaines clés comprennent: le calendrier, les finances, la portée, les ressources, la qualité et le risque.

- **Le triangle de fer**

Le triangle de fer appelé aussi triangle de la triple contrainte, triangle de performance ou encore triangle d'or est «une représentation des critères les plus élémentaires permettant de mesurer la réussite du projet; à savoir si le projet est livré à la date prévue, dans les limites du budget et à un certain niveau de qualité, de performance ou de portée » (Pinto, 2010, p. 35 cité dans Pollack, Helm, et Adler 2018). Le Triangle de fer est un outil très utile dans la gestion de projets et plus particulièrement dans la planification et il est devenu la norme pour évaluer régulièrement la performance de projet. Ce triangle est souvent utilisé pour illustrer l'interdépendance entre les 3 principales variables de projet (Bronte-Stewart 2018).

Tableau 1. Les contraintes du projet

Prince 2	PMBOK	PMI	IPMA	APM BOK
Temps Coût Portée Risque Bénéfices Qualité	Qualité Délais Budget Satisfaction client	Temps Budget Portée Exigences Qualité Risque	Temps Coût Qualité Portée	Echéancier Financement Portée Valeur commerciale Qualité Risque

(Source :Chan et Chan (2004) + traitement d'auteur)

2.4. Le cycle de vie d'un projet

Le cycle de vie d'un projet est la série de phases que celui-ci traverse, depuis son initialisation jusqu'à sa clôture. Il comprend 5 phases principales :

2.4.1. La phase d'initialisation du projet

C'est la première étape du cycle de vie du projet. Elle a pour objet de définir le périmètre et les objectifs du projet, d'analyser les besoins, de clarifier la demande, et d'étudier la faisabilité et l'opportunité du projet.

2.4.2. La phase de planification

C'est la phase de préparation et de développement détaillé du projet. Elle consiste à la planification et l'ordonnancement des tâches, et à l'attribution des ressources nécessaires à la réalisation de ces tâches ainsi que la stratégie pour les réaliser.

2.4.3. La phase d'exécution

C'est la phase de la mise en œuvre du plan du projet. Elle comprend le processus d'exécution des tâches utilisant les ressources identifiées dans le plan du projet, et suivant les critères du coût, du délai et de qualité.

2.4.4. La phase de suivi et du contrôle

Cette phase se déroule régulièrement en parallèle avec la phase d'exécution. Elle consiste à suivre le progrès de travaux en permanence et le comparer avec le plan prévu afin de mesurer la performance des activités et d'identifier les mesures correctives nécessaires.

2.4.5. La phase de clôture du projet

Consiste à fournir les livrables finaux au client, à libérer les ressources et à clore le projet.

3. Le management de projet

3.1.Définition

D'après, Thiétart (1986) le Management est l'action, l'art ou la manière de conduire une organisation, de la diriger, de planifier son développement, de la contrôler, ce, dans tous les domaines d'activité de l'entreprise.

Selon la norme ISO 10006, le Management de projet comprend la planification, l'organisation, le suivi, la maîtrise et le compte rendu de tous les aspects d'un projet et de la motivation des personnes impliquées pour atteindre les objectifs du projet.

Selon le guide PMBOK (2017), le Management de projet c'est l'application de connaissances, de compétences, d'outils et de techniques aux activités d'un projet afin d'en satisfaire les exigences. Elle s'effectue en appliquant et en intégrant, de manière appropriée, les cinq groupes de processus de management de projet (initialisation, planification, exécution, maîtrise et clôture).

3.2.Les deux niveaux de management de projet

Le Management de projet regroupe la gestion de projet et la direction de projet.

3.2.1. La Gestion de Projet

La Gestion de Projet est une fonction dont l'objectif essentiel est d'apporter, à la direction de projet, un ensemble d'informations analysées dans le but d'assurer la pertinence et l'opportunité de ses décisions (FD X50-115«Le management de projet. Présentation générale », Éd Décembre 2001, AFNOR). Elle caractérise l'ensemble des outils

et des méthodes de gestion mis à la disposition des gestionnaires du projet pour faciliter la conduite du projet et avoir une meilleure visibilité de son avancement (Richard 2006).

3.2.2. La direction de projet

La direction de projet est une fonction dans le cadre de laquelle sont prises les décisions relatives aux objectifs, à la politique, aux aspects financiers et à l'organisation du projet (FD X50-115 « Le management de projet. Présentation générale », Éd Décembre 2001, AFNOR).

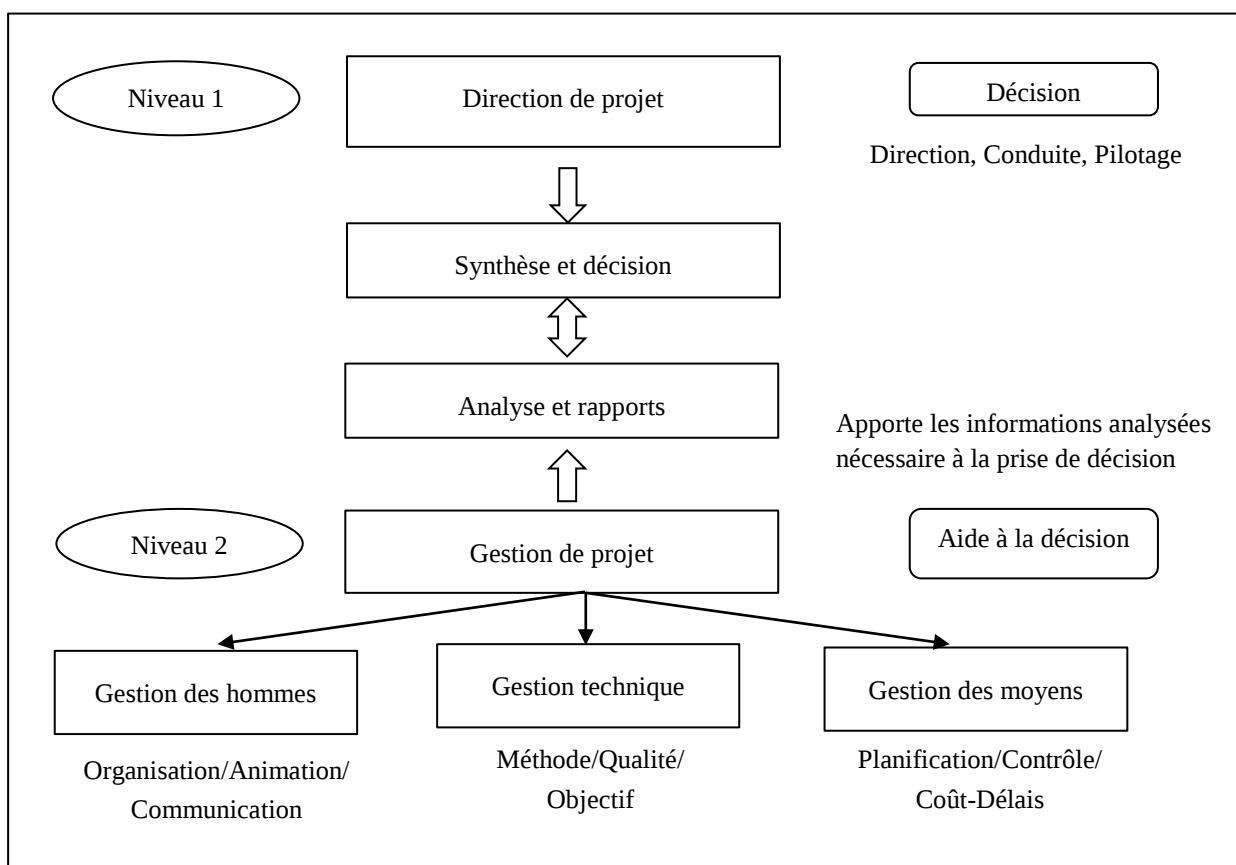


Figure 2. Management de Projet

(Source : Richard .2006)

3.3.Les groupes de processus de management de projet

3.3.1. Initialisation

Il comprend les processus qui permettent de définir un nouveau projet, ou une nouvelle phase d'un projet existant, moyennant l'autorisation de démarrer le projet ou la phase (PMBOK 2017).

3.3.2. Planification

Elle comprend les processus permettant d'établir le contenu total de l'effort, de définir et affiner les objectifs et de préciser la suite des actions nécessaires à l'atteinte des objectifs (PMBOK 2017).

3.3.3. Exécution

Elle comprend les processus permettant d'accomplir le travail défini dans le plan de management du projet pour respecter les spécifications du projet. Ce groupe de processus implique la coordination des personnes et des ressources, ainsi que l'intégration et la conduite des activités du projet conformément au plan de management du projet (PMBOK 2017).

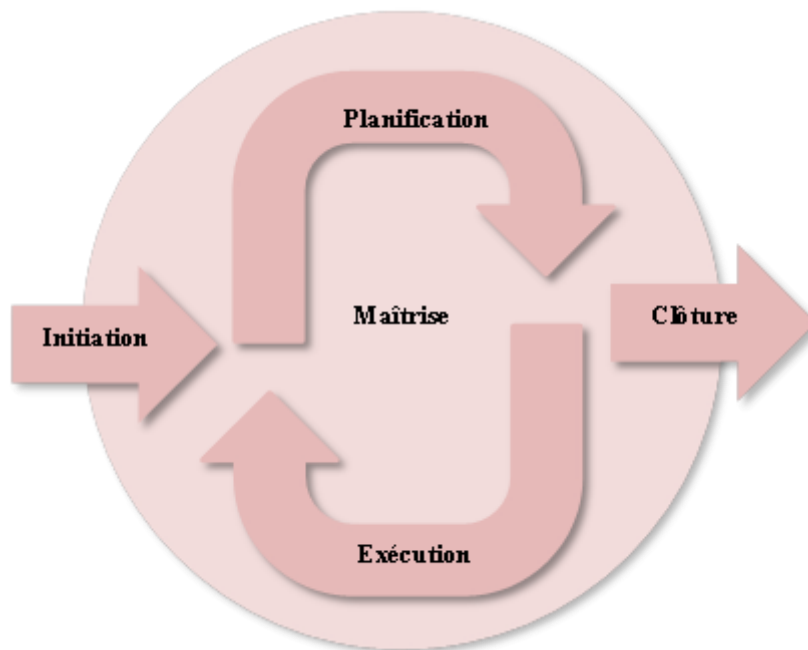


Figure 3. Les 5 groupes de processus de management de projet

(Source : PMBOK)

3.3.4. Maîtrise

Elle comprend les processus permettant de suivre, de revoir et de réguler l'avancement et la performance du projet, d'identifier les parties dans lesquelles des modifications du plan s'avèrent nécessaires, et d'entreprendre les modifications correspondantes. L'avantage essentiel de ce groupe de processus réside dans l'observation et la mesure de la performance du projet, périodiquement et de façon uniforme, de façon à identifier les écarts par rapport au plan de management du projet (PMBOK 2017).

3.3.5. Clôture

Elle comprend les processus permettant de finaliser toutes les activités pour tous les groupes de processus de management de projet, afin de clore formellement le projet, les phases ou les obligations contractuelles. Une fois achevé, ce groupe de processus vérifie que les processus définis sont achevés pour tous les groupes de processus afin de clore le projet ou une phase du projet, selon le cas, et d'établir formellement la fin du projet ou de la phase (PMBOK 2017).

3.4. Les domaines de connaissance en Management de projet

Les domaines de connaissance en management de projet sont des secteurs ou des domaines de spécialisation communément utilisés en management de projet (PMBOK 2017). On distingue dix domaines de connaissances :

3.4.1. Management de l'intégration

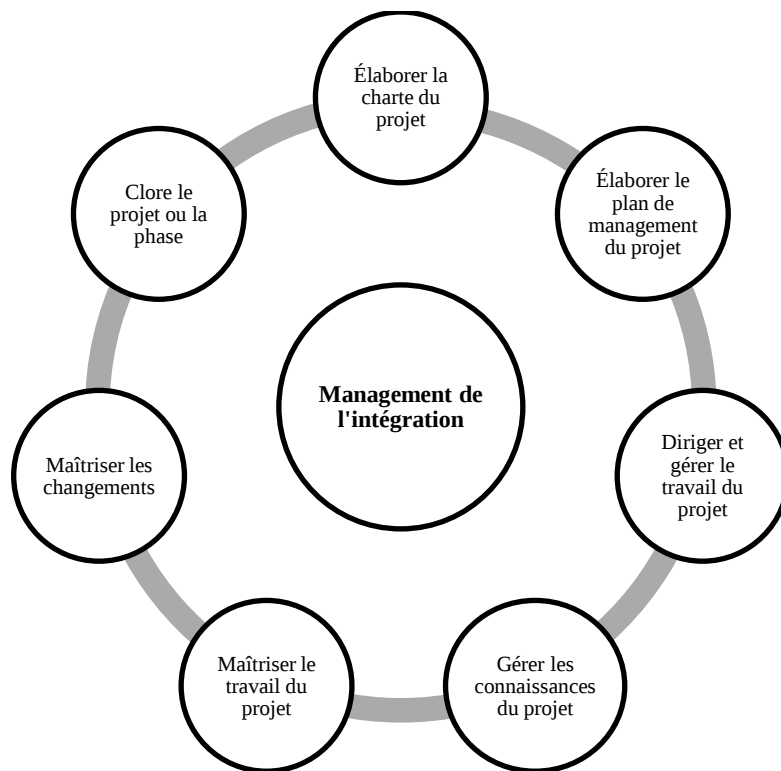


Figure 4. Management de l'intégration du projet

(Source : PMBOK 2017+ Auteur)

Selon le PMI du PMBOK 2017, le management de l'intégration consiste à identifier, définir, combiner, unifier, communiquer et coordonner les différents éléments et processus nécessaires au projet. Il implique de faire des choix dans les domaines suivants :

- L'allocation des ressources ;
- L'équilibre entre des contraintes divergentes ;
- L'examen d'approches alternatives ;
- L'adaptation des processus pour atteindre les objectifs du projet ;
- La gestion des interdépendances entre les domaines de connaissance en management de projet.

3.4.2. *Management du périmètre*

Inclut les processus requis pour s'assurer que tout le travail requis par le projet est effectué pour mener le projet à son terme avec succès. Il porte essentiellement sur la définition et la maîtrise de ce qui est inclus dans le projet et de ce qui en est exclu (PMBOK 2017).

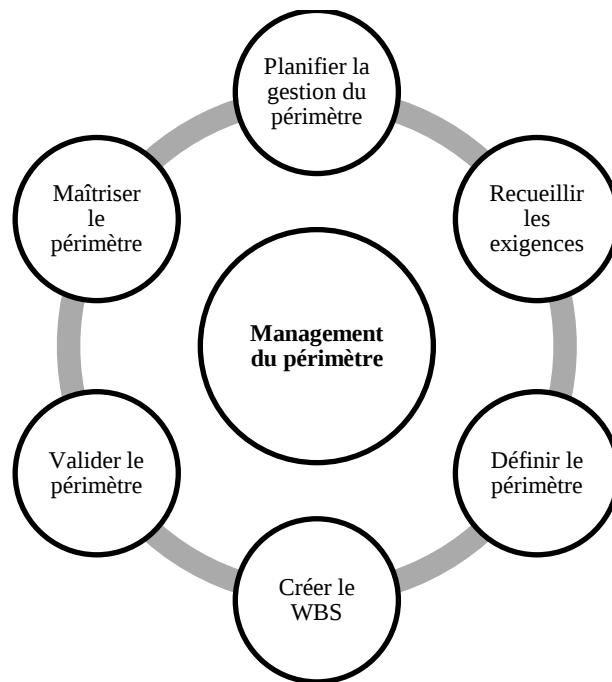


Figure 5. Management du périmètre du projet

(Source : PMBOK 2017+ Auteur)

3.4.3. *Management de délais du projet*

Le management de délais (l'échéancier/le calendrier) du projet inclut les processus permettant de planifier les différentes activités du projet et de gérer son achèvement dans le temps voulu (PMBOK 2017).

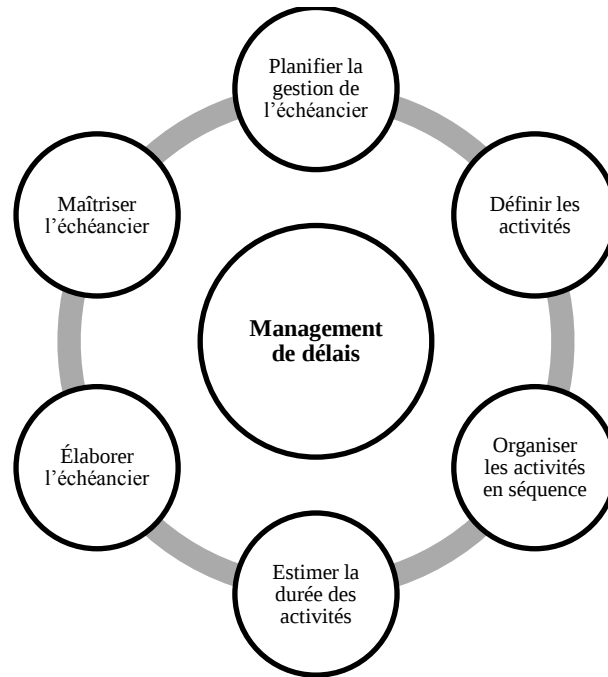


Figure 6. Management de délais du projet

(Source : PMBOK 2017+ Auteur)

3.4.4. Management des coûts

Comprend les processus relatifs à la planification, à l'estimation, à l'établissement du budget, au financement, au provisionnement, à la gestion et à la maîtrise des coûts, afin que le projet soit achevé dans les limites du budget approuvé (PMBOK 2017).

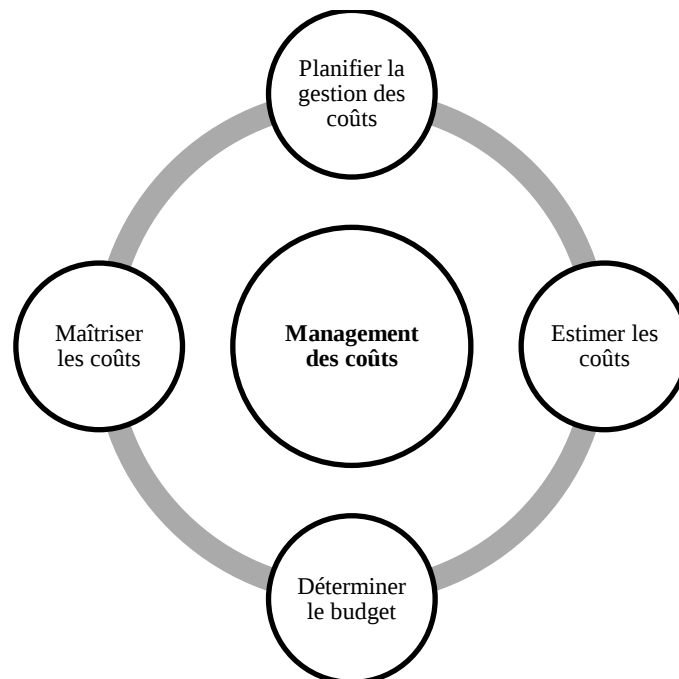


Figure 7. Management des coûts du projet

(Source : PMBOK 2017+ Auteur)

3.4.5. Management de la qualité

Inclut les processus de planification, de gestion et du contrôle des exigences de qualité du projet afin d'atteindre les objectifs des parties prenantes, et les processus d'amélioration continue (PMBOK 2017).

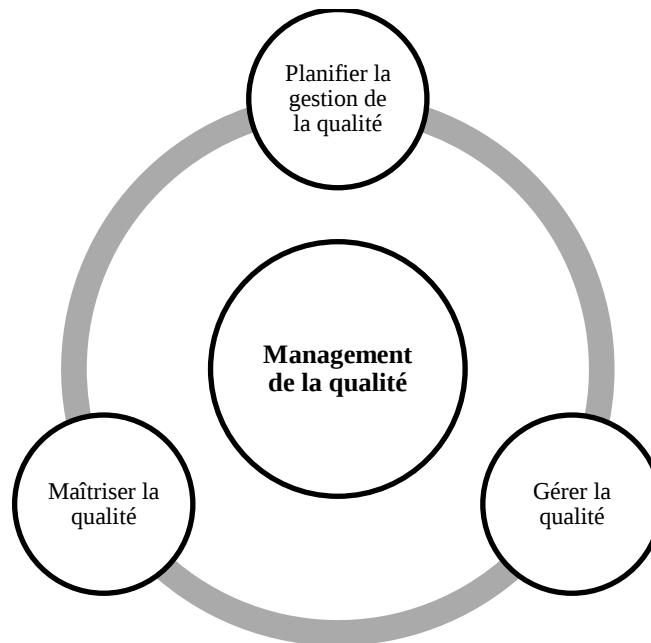


Figure 8. Management de la qualité du projet

(Source : PMBOK 2017+ Auteur)

3.4.6. Management des ressources du projet

Inclut les processus qui consistent à identifier, à obtenir et à gérer les ressources requises pour garantir l'achèvement du projet, à définir les rôles et les responsabilités pour assurer que les bonnes ressources soient mises à disposition au bon moment et au bon endroit (PMBOK 2017).

3.4.7. Management des communications

Inclut les processus d'élaboration et de gestion des stratégies requises pour assurer la satisfaction des besoins en information du projet et de ses parties prenantes (PMBOK2017).

3.4.8. Management des risques

Comprend les processus de planification, d'identification, d'analyse des risques, ainsi que de planification, d'exécution des réponses aux risques et de maîtrise des risques dans le cadre d'un projet afin d'optimiser les chances de réussite du projet (PMBOK 2017).

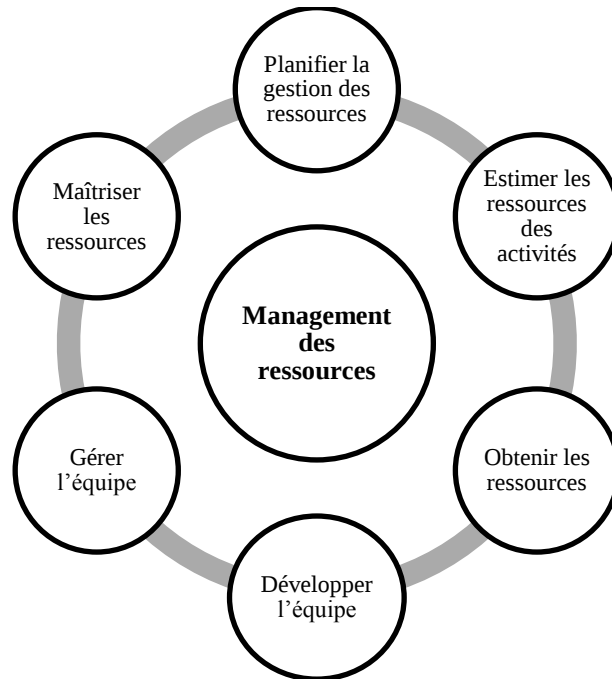


Figure 9. Management des ressources

(Source : PMBOK 2017+Auteur)

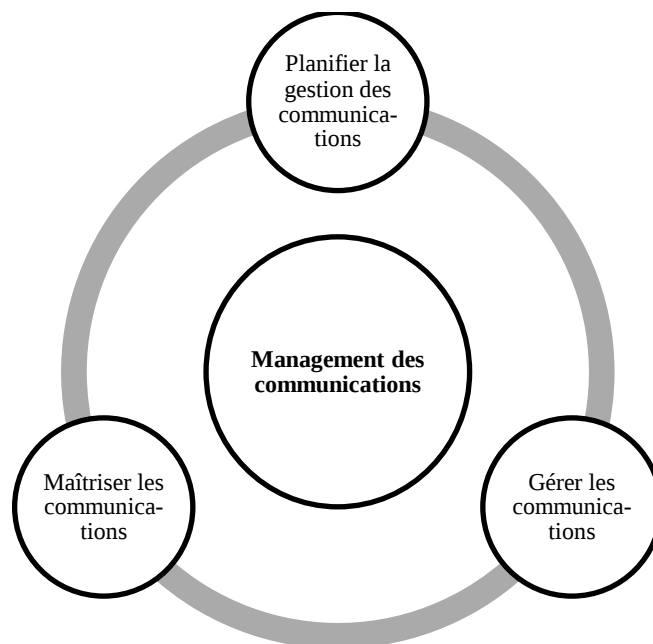


Figure 10. Management des communications du projet

(Source : PMBOK 2017+ Auteur)

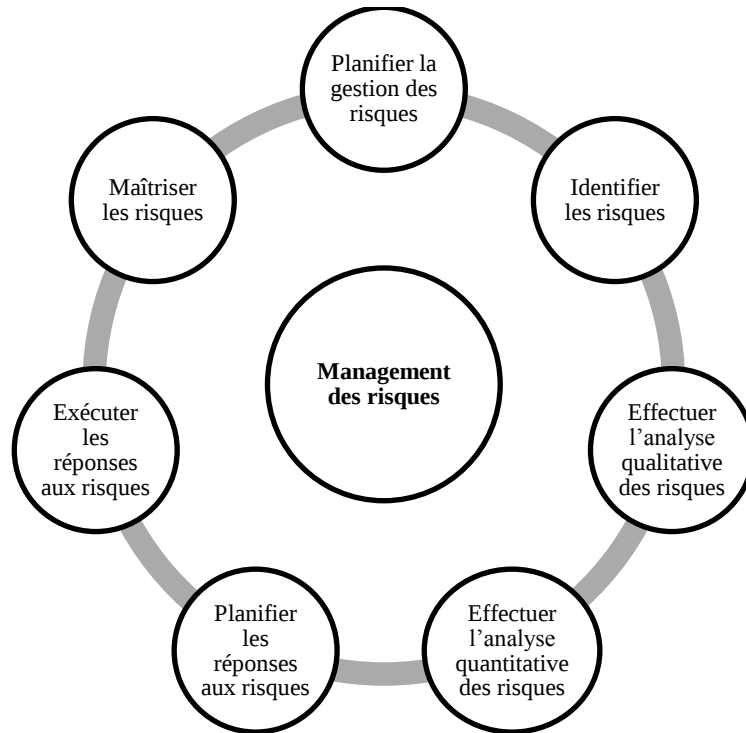


Figure 11. Management des risques

(Source : PMBOK 2017+ Auteur)

3.4.9. Management des approvisionnements

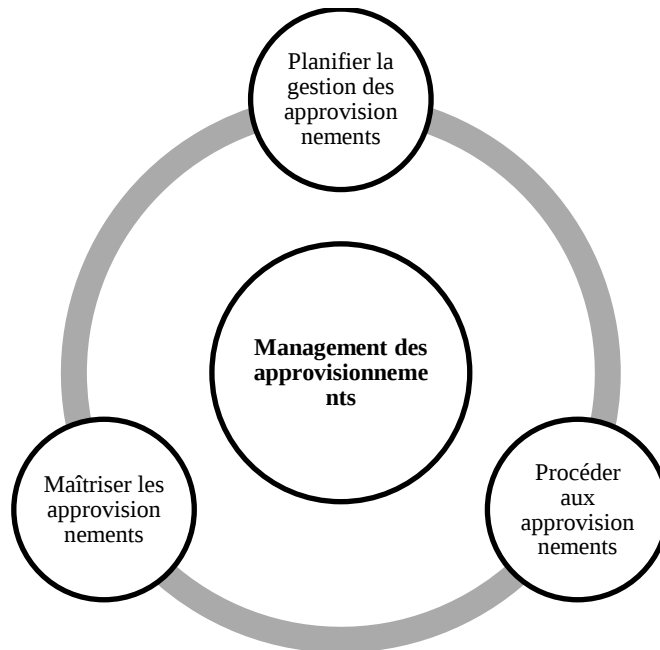


Figure 12. Management des approvisionnements

(Source : PMBOK2017+Auteur)

Comprend les processus d'achat ou d'acquisition des produits, des services ou des résultats nécessaires et externes à l'équipe projet, ainsi que les processus de gestion et de maîtrise nécessaires pour élaborer et gérer des accords, comme les contrats, les bons de commande...etc (PMBOK 2017).

3.4.10. Management des parties prenantes du projet

Processus requis pour identifier les personnes, les groupes ou les organisations susceptibles d'affecter ou d'être affectés par le projet, pour analyser les attentes des parties prenantes, mais aussi pour développer des stratégies de gestion appropriées afin de mobiliser efficacement les parties prenantes en les impliquant dans les décisions du projet et son exécution.

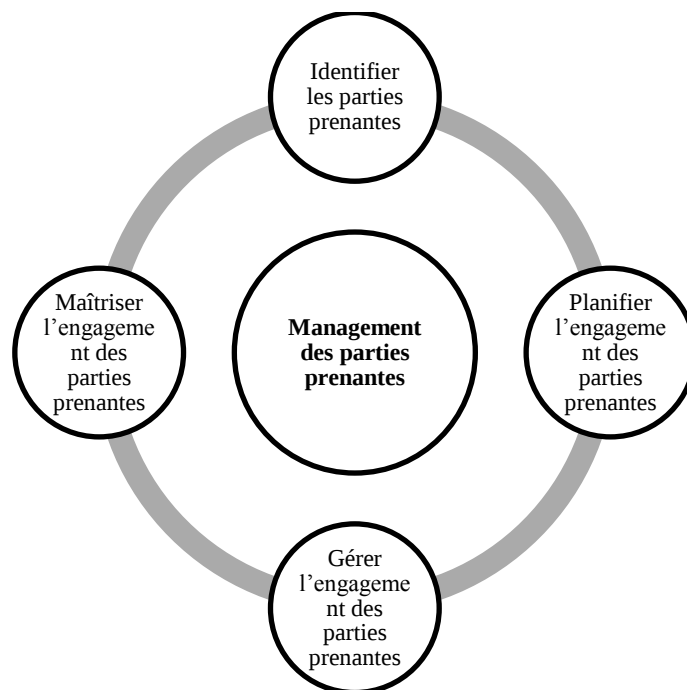


Figure 13. Management des parties prenantes du projet

(Source : PMBOK2017+ Auteur)

3.5. Management des délais

3.5.1. Définition

Selon l'Afitep (2010), le Management des délais c'est l'ensemble d'activités permettant, pendant toute la durée d'un projet, de prévoir, d'optimiser, voire de re-planifier les tâches et les ressources afin de l'achever en temps voulu.

Selon le PMBOK (2017), le Management des délais comprend les processus permettant de gérer l'achèvement du projet dans le temps voulu.

3.5.2. Processus de management des délais

3.5.2.1. Planifier l'échéancier

Ce processus consiste à établir les politiques internes, les procédures et la documentation pour la planification, le développement, le management, l'exécution et la maîtrise de l'échéancier du projet (PMBOK 2017).

3.5.2.2. Définir les activités

Consiste à identifier les actions spécifiques à entreprendre pour produire les livrables du projet (PMBOK 2017).

3.5.2.3. Organiser les activités en séquence

Consiste à identifier et à documenter les relations entre les activités du projet (PMBOK 2017).

3.5.2.4. Estimer les ressources nécessaires aux activités

Consiste à définir le profil des personnes et à estimer leur nombre, le type et la quantité de matériels, d'équipements ou de fournitures, nécessaires à l'accomplissement de chaque activité (PMBOK 2017).

3.5.2.5. Estimer la durée des activités

Consiste à estimer le nombre de périodes de travail requises pour achever chacune des activités avec les ressources estimées (PMBOK 2017).

3.5.2.6. Élaborer l'échéancier

Consiste à élaborer le modèle de l'échéancier du projet à partir de l'analyse des séquences d'activités, des durées, des besoins en ressources et des contraintes de l'échéancier (PMBOK 2017).

3.5.2.7. Maîtriser l'échéancier

Consiste à surveiller l'état du projet dans le but de mettre à jour les progrès effectués et de gérer les modifications affectant la référence de base de l'échéancier (PMBOK 2017).

4. Les retards dans les projets de construction

4.1.Définition

La littérature diverge sur la définition du retard, Dinakar (2014) définit le retard comme le ralentissement du travail sans arrêter complètement la construction et qui peut entraîner un dépassement du délai, soit au-delà de la date du contrat, soit au-delà de la date convenue par les parties pour la livraison du projet.

Selon Aibinu et Jagboro (2002), le retard est une situation dans laquelle l'entrepreneur et le propriétaire du projet contribuent conjointement ou individuellement au non-achèvement du projet dans la période contractuelle initiale ou dans la durée stipulée ou convenue dans le contrat.

D'après, Trauner (2009) le retard est de faire quelque chose plus tard que prévu; faire exécuter quelque chose plus tard que planifié; ou ne pas agir en temps opportun.

Pour Abdullah, Azis, et Rahman (2009), le retard est une situation où l'avancement réel d'un projet de construction est plus lent que prévu.

Al-Najjar (2008) a défini le retard du calendrier comme le temps supplémentaire nécessaire à l'achèvement du projet après la date prévue, qui est causé par des facteurs internes et externes au projet.

D'après Gbahabo et Ajuwon (2017), le dépassement de calendrier, parfois appelé le glissement de calendrier, est défini comme étant la marge entre le temps d'exécution réel du projet et la durée d'exécution estimé.

De même, Stump (2000) a défini le retard comme un acte ou un événement qui prolonge le temps requis pour exécuter les tâches prévues dans un contrat. Il apparaît généralement comme des jours de travail supplémentaires ou comme un début d'activité retardé.

Selon Assaf et Al-Hejji (2006), le retard est défini comme étant le dépassement de temps, soit au-delà de la date d'achèvement spécifiée dans le contrat, ou au-delà de la date convenue par les parties pour la livraison d'un projet. Il est un projet glissant sur son calendrier prévu et il est considéré comme problème commun (courant) dans les projets de construction. Pour le propriétaire, le retard signifie une perte de revenus par manque d'installations de production et d'espace louable ou d'une dépendance vis-à-vis les installations existantes. Dans certains cas, pour l'entrepreneur, un retard signifie des frais généraux plus élevés dus à une période de travail plus longue, des coûts plus élevés du matériel par l'inflation et des augmentations du coût de la main-d'œuvre.

Pour résumer, on peut définir le retard comme étant un écart entre la durée planifiée et la durée d'exécution réelle, et le considéré comme un problème endémique dans les projets de construction et une situation alarmante affectant la performance du projet et causant de multitude négatifs effets.

4.2. Les types de retard dans les projets de construction

Il existe différents types de retards qui peuvent être pris en compte lors de la période de la construction. Selon Trauner (2009), les retards peuvent être regroupés sous 4 grandes catégories : critique ou non-critique ; excusable ou non-excusable ; compensable ou non-compensable ; simultané (concurrent) ou non-simultané.

Dans le processus de détermination de l'effet du retard sur le projet, l'analyste doit déterminer si le retard est critique ou non, l'analyste doit également évaluer si les retards sont simultanés. Tous les retards sont soit excusables ou non-excusables, les retards peuvent en outre être classés en retards indemnisables (compensables) ou non-indemnisables.

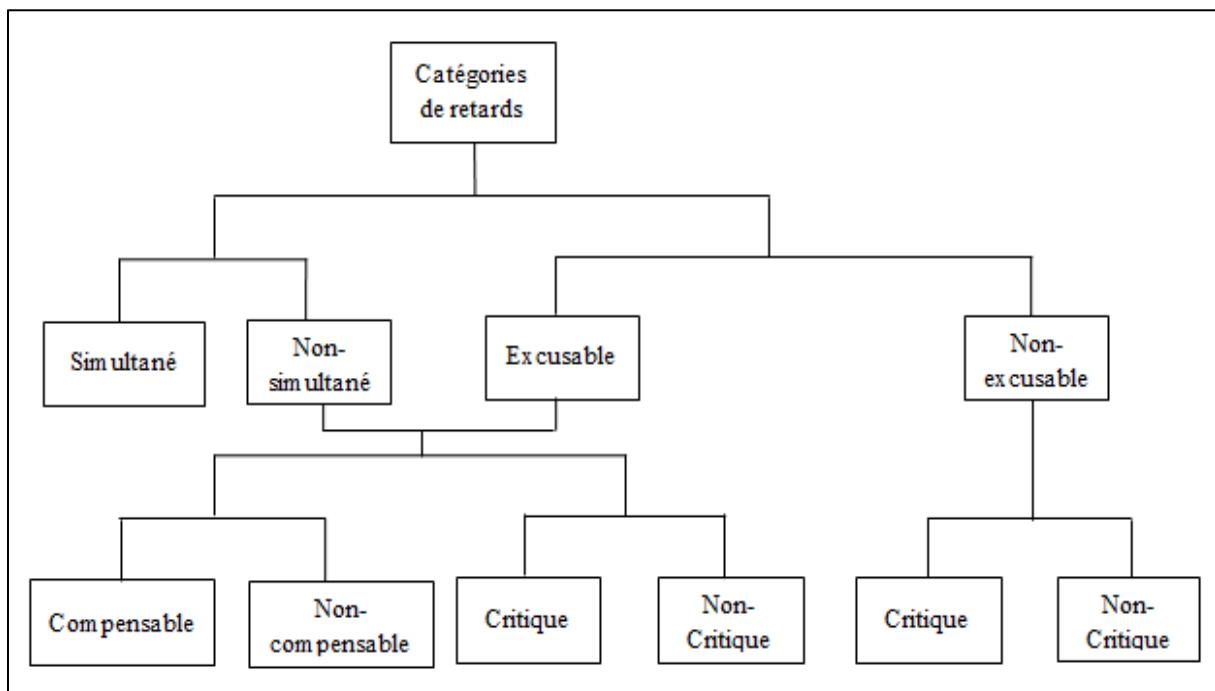


Figure 14. Les catégories de retards dans les projets de construction

(Source : Auteur)

4.2.1. Les retards critiques ou non-critiques

4.2.1.1. Les retards critiques

Les retards critiques sont les retards concernant l'avancement d'une activité sur le chemin critiques (une tâche critique) et qui affectent l'avancement de l'ensemble du projet (la date d'achèvement prévue dans le contrat du projet).

4.2.1.2. Les retards non-critiques

Les retards non-critiques sont les retards qui affectent certaines activités du projet mais qui n'influencent pas sur la date de livraison spécifiée dans le contrat (retard sur des tâches non-critiques). *« Les retards qui affectent l'achèvement du projet ou, dans certains cas, une date jalon sont considérés comme des retards critiques et les retards qui n'affectent pas l'achèvement du projet ou une date jalon sont considérés comme des retards non critiques. Si ces activités sont retardées, la date d'achèvement du projet ou un jalon ultérieur sera retardé »* (Dinakar 2014).

4.2.2. Les retards excusables ou non-excusables

4.2.2.1. Les retards excusables

Les retards excusables sont dus à un événement imprévisible indépendant de la volonté de l'entrepreneur et n'est pas causé par celui-ci, ces retards peuvent être compensables ou non.

4.2.2.2. Les retards non-excusables

Les retards non-excusables sont les retards dont l'entrepreneur cause ou assume le risque. Ces retards sont non-indemnisables et l'entrepreneur n'a droit à aucune compensation ou temps supplémentaire.

4.2.3. Les retards compensables ou non-compensables

4.2.3.1. Les retards compensables

Les retards compensables sont définis comme étant des suspensions ou des interruptions de tout ou d'une partie des travaux causés par un acte ou un manquement du propriétaire résultant d'une violation par le propriétaire, d'une obligation (déclaré ou implicite) dans le contrat (Ahmed et al. 2002). Pour ces retards, les entrepreneurs accordent à la fois du délai

supplémentaire et de compensation. En ce qui concerne les retards excusables et non excusables, seuls les retards excusables peuvent être indemnisables (Dinakar 2014).

4.2.3.2. Les retards non-compensables

Les retards non-compensables sont les retards causés par des facteurs imprévisibles, échappent au contrôle raisonnable de l'entrepreneur et ne sont pas imputables à sa faute ou à sa négligence (Ahmed et al. 2002), et ils sont indépendants de la volonté des autres parties du projet et non causés par celles-ci. Ces retards sont excusables mais l'entrepreneur n'accorde que du temps supplémentaire.

4.2.4. *Les retards simultanés/ non simultanés*

4.2.4.1. Les retards simultanés

Les retards simultanés impliquent la survenue d'au moins deux retards indépendants en même temps (Enshassi, Al-Najjar, et Kumaraswamy 2009), ou si le client et l'entrepreneur contribuent conjointement au retard, aussi on peut les définir comme étant «des retards distincts sur le chemin critique (Trauner. 2009), ou également, la combinaison de deux ou plusieurs retards excusables et non-excusable (dans ce cas l'entrepreneur n'accorde qu'une partie de l'indemnisation et du temps supplémentaire pour les retards excusables).

4.3. Les responsables de retards

Ahmed et al. (2002) ont affirmé que la question de la responsabilité du retard est liée à l'attribution du contrat ou à la responsabilité des coûts et du temps supplémentaire pour achever le projet. Les catégories de responsabilités sont:

4.3.1. *La responsabilité du propriétaire*

Dans le cas où le propriétaire est le responsable du retard, l'entrepreneur se verra accorder une prolongation de délai et des coûts supplémentaires (indirects), lorsque cela est justifié.

4.3.2. *La responsabilité de l'entrepreneur (ou sous-traitant)*

Dans le cas où l'entrepreneur (ou le sous-traitant) est responsable du retard, il ne sera pas accordé du temps ou des coûts et peut avoir des dommages-intérêts / pénalités de rémunération.

4.3.3. Aucune des parties

Dans le cas où aucune des parties est responsable (retard causé par un cas de force majeure), l'entrepreneur recevra du temps supplémentaire pour achever le projet, mais aucun coût ne sera accordé et aucun dommage / pénalité ne sera évalué.

4.3.4. Les deux parties responsables

Dans le cas du retard causé par l'entrepreneur et le propriétaire conjointement, l'entrepreneur recevra un délai supplémentaire pour achever le projet, mais aucun coût ne sera accordé et aucun dommage / pénalité ne sera évalué.

4.4. Pourcentage de retard dans les projets de construction à travers le monde

Les retards de construction sont l'un des problèmes les plus récurrents de l'industrie (Mahamid 2011). De nombreux projets de construction dans le monde ont affrontés des retards lors de leur construction.

Au Moyen-Orient, Al-Momani (2000) a montré que 106 parmi 130 projets de construction public en Jordanie (81,5%) ont été retardé. En Arabie Saoudite, Assaf et Al-Hejji (2006) ont indiqué que 70% de projets ont connu des dépassements de temps et que le pourcentage de dépassement est entre 10% et 30% de la durée initiale. De même, Mahamid (2017) dans leur évaluation de 55 rapports de projets de construction routière réalisés durant la période 2011-2015 en Arabie saoudite a constaté que 100% des projets routiers ont fait face à un retard avec un dépassement moyen de 58,24% allant de 2% à 172%. Faridi and El-Sayegh (2006) dans leur étude sur les facteurs causatifs des retards dans les projets de construction en Émirats Arabes Unis ont rapporté que 50% de projets ont rencontré des retards dans leur exécution. Alors que, Senouci, Ismail, et Eldin (2016) ont trouvé que 72% de projet de construction public au Qatar ont été retardé. Par ailleurs, Ruqaishi et Bashir (2015) ont signalé qu'en Oman, 38% de projets réalisés durant la période 2012-2015 ont été retardé.

Alavifar et Motamedi (2014) dans leur étude sur les risques du retard en Iran, ont indiqué que 76% de projets ont connu des dépassements varient entre 20% et 40% de la durée initiale, tandis que le pourcentage de dépassement dans 15% des projets étudié est trouvé plus de 100% de la durée contractuelle. Alors que Samarghandi et al. (2016) ont décelé que le moyen de dépassement de temps en Iran est de 5,9 mois, tandis que le moyen de dépassement des coûts est de 15,4%.

En Palestine, Mahamid et al. (2011) ont trouvé que 75% de projets ont connus des dépassements de 10% à 30% de la durée initiale, tandis que 20% de projets ont connu des dépassements de 30% à 50% de la durée contractuelle.

En Asie du Sud-Est, Sambasivan et Soon (2007) ont rapporté qu'en Malaisie, 17,3% de projets ont connu des retards de 3 mois. Tandis que, Abdullah, Azis, et Rahman (2009) dans leur étude de projets de construction MARA, ont cité que 90% de projets ont excédé la durée planifiée. Alors que, Othman et Ismail (2014) ont constaté que seulement 30% des projets publics en Malaisie sont achevés à temps. Cependant, en Indonésie, Trigunarsyah (2004) a déclaré que seulement 47% des projets de construction ont été achevés dans le délai prévu, environ 15% des projets ont été achevés avant le délai prévu, et 38% ont été achevés en retard.

En Asie du Sud, Ahsan et Gunawan (2010) ont déclaré que le moyen du dépassement du temps en Inde était de 55% du calendrier réel. En revanche, Haseeb, Bibi, et Rabbani (2011) ont constaté qu'au Pakistan seulement 20% de projets ont été achevés dans les délais impartis et les coûts prévus. Alors que, Hussain et al. (2018) ont souligné que 70% de projet de construction au Pakistan ont dépassé les coûts et les délais prévus et seulement 30% ont été achevé dans le temps voulu et le coût prévu. De même, Niazai et Gidado (2012) ont déclaré que la moyenne des dépassements du temps dans les projets de construction en Afghanistan se situait entre 1 et 6 mois. Cependant, Hossain et al. (2019) ont révélé que le moyen de dépassement du temps dans les projets de construction à Kazakhstan est de 8,3 mois représentant environ 58% de la durée total de projet.

En Europe, Moura, Teixeira, et Pires (2007) ont déclaré que plus de 40 % des projets de construction Portugaise étaient retardés.

En Amérique, Anastasopoulos et al. (2012) ont rapporté que 87% des constructions routières entreprises entre 1995 et 2001 en Indiana – États Unis- ont été retardé avec un moyen de dépassement de 110%.

En Afrique, Amu et Adesanya (2011) ont constaté que 45% des projets de construction Nigérienne ne sont pas achevés dans les délais, de plus Omoregie et Radford (2006) ont indiqué que le pourcentage de dépassement du temps dans les projets de construction Nigérienne est de 188%. Tandis que Ngacho et Das (2014) ont indiqué que le pourcentage

de dépassement du temps dans les projets de construction Kényane est de 87%. Alors que, Kikwasi (2013) a mentionné que 68% de projets de construction en Tanzanie ont été retardés.

Pareillement, Akogbe, Feng, et Zhou (2013) ont trouvé que 60% des projets au Bénin ont souffert de retards et que la durée nécessaire pour l'achèvement des projets est deux fois plus longue (200%) que la durée prévue. Cependant, Bagaya et Song (2016) ont indiqué que la plus part des projets exécutés durant la période 2006-2012 au Burkina Faso ont connu des retards et que 70% de ces projets nécessitent une prolongation de plus d'un an pour les achevés. Alors que, Frimpong, Oluwoye, et Crawford (2003) ont signalé qu'au Ghana 33 parmi 47 projets de construction d'eaux souterraines réalisés entre 1970 et 1999 ont été retardés.

En Libye, Ismail et al. (2018) ont indiqué que 80% des projets de construction routière ont été retardés avec un dépassement de 25%. Alors qu'en Algérie Zemra, Boudouh, et Baheddi (2019) ont signalé que le pourcentage de retards dans les infrastructures routières, les barrages et les réseaux de transfert d'eau varie entre 90 % à 100 % de la durée initiale du projet. Le tableau 3 résume le pourcentage du retard et de dépassement de temps dans différents pays du monde.

Tableau 2. Pourcentage du retard et de dépassement de temps à travers le monde

Pays	Recherche	% du retard	% de dépassement du temps
Jordanie	Al-Momani (2000)	81,5%	/
Arabie Saoudite	Assaf et Al-Hejji (2006)	70%	10-30%
Arabie Saoudite	Mahamid (2017)	100%	2-172%
Émirats Arabes Unis	Faridi et El-Sayegh (2006)	50%	/
Qatar	Senouci, Ismail, et Eldin (2016)	72%	/
Oman	Ruqaishi et Bashir (2015)	38%	/
Iran	Alavifar et Motamedi (2014)	76% 15%	20-40% 100%
Palestine	Mahamid (2011)	75% 20%	10-30% 30-50%
Malaisie	Abdullah, Azis, et Rahman (2009)	90%	/
Malaisie	Othman et Ismail (2014)	70%	/
Indonésie	Trigunaryah (2004)	38%	/
Inde	Ahsan et Gunawan (2010)	/	55%
Pakistan	Haseeb, Bibi, et Rabbani (2011)	80%	/
Pakistan	Hussain et al. (2018)	70%	/
Afghanistan	Niazai et Gidado (2012)	/	1-6mois
Kazakhstan	Hossain et al. (2019)	/	58%
Portugal	Moura, Teixeira, et Pires (2007)	40%	/
Indiana – États Unis	Anastasopoulos et al. (2012)	87%	110%

Nigéria	Amu et Adesanya (2011)	45%	/
Nigéria	Omorie et Radford (2006)	/	188%
Kenya	Ngacho et Das (2014)	87%	/
Tanzanie	Kikwasi (2013)	68%	/
Bénin	Akogbe, Feng, et Zhou (2013)	60%	200%
Burkina Faso	Bagaya et Song (2016)	70%	/
Ghana	Frimpong, Oluwoye, et Crawford (2003)	70%	/
Libye	Ismail et al. (2018)	80%	25%
Algérie	Zemra, Boudouh, et Baheddi (2019)	90 % - 100 %	/

(Source : Auteur sur la base de la revue de littérature)

5. Conclusion

Au terme de ce chapitre nous avons pu définir les concepts de base de notre recherche en ce qui concerne les notions du projet, de cycle de vie de projets, de management de projets, de management de délais.

Aussi nous avons mis en exergue la notion de retards, les types de retards, les responsables des retards et l'ampleur de retard dans les projets de construction à travers le monde, et nous avons constaté que la performance temporelle des projets de construction est très faible dans les différents pays du monde.

Devant la faible performance temporelle et la situation alarmante des retards trouvés dans différents projets de construction à travers le monde, il est nécessaire de recourir au management de projet dans toutes les étapes de projet, en premier lieu pour prévoir, anticiper, agir et contrôler et en deuxième lieu pour corriger et prendre les décisions qui s'imposent; identifier les causes des dérives; identifier les nouveaux points d'intervention et redéfinir les processus si nécessaire.

Dans le prochain chapitre, nous tenterons de faire un diagnostic du problème du retard dans les projets de construction à travers le monde afin de faire sortir les principales causes qui se cachent derrière ces retards.

CHAPITRE 2 : Les causes du retard dans les projets de construction à travers le monde

1. Introduction

Il est largement accepté qu'un projet soit réussi lorsqu'il est terminé à temps. Mais, il est rarement arrivé qu'un projet soit achevé dans les délais spécifiés, les retards dans la construction sont devenus une partie intégrante du cycle de vie de projet de construction (Srdić et Šelih 2015), et ils sont généralement considérés comme *« l'un des problèmes les plus courants, complexes, risqués, et fréquemment rencontrés dans les projets de construction »* (Hisham et Yahya 2016). Ces retards ont différents effets sur le projet et leurs participantes parties.

En effet, les recherches menées sur les retards de construction sont divisées en deux principaux volets. Le premier volet est relié à l'analyse des facteurs contributeurs aux retards, alors que le deuxième volet se focalise sur les effets des retards. L'objectif de ce chapitre est de présenter une revue de littérature des études préalables portées sur les causes des retards dans les projets de construction, réalisées durant les deux dernières décennies (2000-2020).

2. Les causes du retard : revue de littérature

Les retards sont l'un des problèmes les plus courants dans les projets de construction. Pour faire face à ces retards et minimiser leurs effets, il est important d'identifier leurs racines, selon Gündüz, Nielsen, et Ozdemir (2013) *« les retards peuvent être évités ou minimisés lorsque leurs causes sont clairement identifiées »*. De nombreux chercheurs à travers le monde ont consacré leurs études à l'identification des causes de retards.

2.1. Les causes du retard au Moyen-Orient

Al-Momani (2000) a examiné les causes du retard dans 130 projets en Jordanie, les résultats de cette étude montrent que les principales causes de retard sont liées à *la mauvaise conception, aux changements de commandes, aux conditions météorologiques, conditions du site, à la livraison tardive, aux conditions économiques, à l'augmentation de la quantité*. En outre, Al-Momani suggère qu'une attention particulière à ces causes aidera les praticiens à minimiser le risque de conflits contractuels.

Cependant Sweis et al. (2008) dans leur étude sur les retards dans les projets de construction en Jordanie, ont identifiés une série de causes du retard dans les projets de construction résidentiels, puis ils les ont groupés selon le système ouvert de conversion de Drawin. Ensuite, ils ont évalué ces causes selon leurs fréquences, les résultats montrent que les principales causes du retard sont : *les difficultés financières des entreprises et les trop ordres de changement par le propriétaire*. Ainsi, les causes les moins importantes sont *les conditions météorologiques et les changements dans les règlements gouvernementaux et les lois* (ce résultat est contradictoire avec les résultats d'Al-Momani qui a considéré les conditions météorologiques comme très important). La terminologie de système ouvert de Drawin a permis d'affirmer que les majeures causes du retard sont liées à *l'environnement interne du système* (en particulier celui de l'entrepreneur et les facteurs d'intrants liés au travail); alors que *les facteurs exogènes* ont un effet négligeable sur le retard.

De plus, Mahamid, Al-Ghonamy, et Aichouni (2015) ont élaboré une étude auprès d'un échantillon de 51 consultants travaillant dans la Province du Nord de l'Arabie Saoudite, afin d'identifier une matrice de risque pour les causes du retard dans les projets de construction de l'Arabie Saoudite, 31 causes du retard ont été listées, ensuite la matrice de risque pour ces causes a été identifiée en fonction de leur fréquence et gravité perçus par les consultants. Trois (3) zones de risque ont été considérées : le rouge pour les risques critiques, le jaune pour les risques modérés et le vert pour les risques de faible importance. Les résultats trouvés montrent que treize (13) causes du retard sont situées dans la zone rouge, vingt (20) dans la zone jaune et seulement deux (2) dans la zone verte de risques. Les principales causes du retard (qui se situent dans la zone critiques) sont : *l'attribution des offres au participant le moins disant, le changement du type et de spécifications de matériaux lors de la construction, la gestion des contrats, la durée du contrat, la fluctuation des prix des matériaux, les changements fréquents dans la conception, la mauvaise planification, la pression d'inflation, le manque de main-d'œuvre qualifié, la longue durée entre la conception et la mise en œuvre, les retards de paiement, la faible productivité du travail et le retravail*.

En outre, Samarghandi et al. (2016) ont identifié 36 facteurs de retards dans les projets de construction en Iran, puis ils les ont catégorisés sous 4 groupes : défauts du propriétaire, défauts de l'entrepreneur, défauts du consultant, lois, règlements et défauts généraux. Ensuite une enquête par questionnaire a été menée en vue de déterminer l'importance de chaque facteur. Les résultats montrent que les principaux facteurs du retard sont : *l'inflation, la*

planification inexacte des ressources, l'estimation inexacte de budget, l'inexactitude dans les documents techniques. De plus, un modèle de régression linéaire a été développé en vue d'aider les managers de projets et les entrepreneurs à réexaminer les temps et les coûts estimés initialement. Ce modèle montre qu'il y a une différence significative entre la durée initiale et finale du projet, ainsi que le coût initial et final, et que la moyenne de dépassement de temps est de 5,9 mois, tandis que la moyenne de dépassement des coûts est de 15,4%.

2.2. Les causes du retard en Asie de l'est

Yang et Ou (2008) ont mené une étude empirique en Taïwan, dans le but d'identifier les causes principales de retards ainsi que les interactions entre ces causes. 37 causes de retards ont été identifiées puis groupées en 6 catégories : contrats, management, humaine, non-humaine, conception et financement. Après cela, l'importance de ces causes a été mesurée, et la modélisation par équation structurelle « MES » a été également utilisée pour mesurer l'influence de ces causes sur le retard de projets et aussi les corrélations entre les principales causes. Les résultats montrent que le groupe qui a le plus grand impact sur le projet c'est *le groupe des causes non-humaines* et que le facteur le prédominant de retards en Taïwan c'est *les conditions imprévues du site*.

Cependant, Kazaz, Ulubeyli, et Tuncbilekli (2012) ont mené une enquête par questionnaire auprès de 71 entreprises, afin d'examiner les causes de prolongation de délai dans l'industrie de construction Turque. L'indice d'importance relative a permis d'identifier les causes suivantes comme importantes: *le changement de conception et le changement de matériaux, le retard de paiement, et les problèmes de liquidités, les problèmes financiers de l'entrepreneur, et la faible productivité du travail*. La comparaison de ces causes avec 16 autres pays montre que les facteurs communs sont les facteurs de gestion.

Pareillement, Gündüz, Nielsen et Ozdemir (2013) ont identifié 83 causes du retard dans les projets de construction Turque, puis ils les ont groupées en 9 groupes majeurs et les ont visualisées utilisant « le diagramme d'Ishikawa » pour montrer les relations entre les différentes causes et groupes ainsi leur conséquence. Des interviews et des questionnaires ont été établis pour évaluer l'importance de ces causes. L'analyse des données est faite en utilisant l'indice d'importance relative, et les résultats révèlent que : *le manque d'expériences des entreprises, la planification et l'ordonnancement inefficace de projets, la mauvaise gestion et supervision du site, les changements de conception par le propriétaire ou son agent*

lors de la construction et la livraison tardive de matériaux sont les causes les plus importantes. Ensuite des recommandations ont été proposées sur la base des résultats trouvés afin de minimiser ou d'éviter les retards dans les futures projets.

En revanche, Hisham et Yahya (2016) ont identifié 32 facteurs et 6 effets du retard dans les projets de construction à Skudai- Malaisie-. Par la suite, ils ont mené une enquête par questionnaire auprès d'un échantillon de 70 consultants et contractants de Skudai, pour mesurer l'importance relative de chacun de ces facteurs et ces effets. Les résultats montrent que les 3 principaux facteurs du retard sont : *les problèmes de sous-traitants, la mauvaise gestion du chantier et l'ingérence du propriétaire*. Bien que, les 3 principaux effets sont : *les dépassements du temps, les dépassements des coûts et l'abandon total*.

2.3. Les causes du retard en Asie du Sud

Doloi et al. (2012), ont identifié 45 causes du retard dans les projets de construction Indienne. Puis ils ont extrait 7 facteurs critiques du retard utilisant la technique de l'analyse factorielle, ces facteurs sont respectivement : *le manque d'engagement, la mauvaise gestion du site, la mauvaise coordination du site, la mauvaise planification, le manque de clarté dans la portée du projet, le manque de communication, et la mauvaise qualité du contrat*. Par la suite ils ont développé un modèle de régression multiple pour la prédiction du retard utilisant les causes du retard issues de l'analyse factorielle comme variables indépendantes et l'impact sur le retard comme variable dépendante. Le modèle de régression révèle que *la lenteur des décisions du propriétaire, la faible productivité de la main-d'œuvre, la réticence des architectes au changement et les reprises dues à des erreurs de construction* sont les causes qui affectent significativement le retard global du projet.

De même, Desai et Bhatt (2013) ont mené une étude portée sur les causes du retard dans les projets de construction résidentielle en Inde. Un échantillon de 50 répondants ont été invités pour évaluer le degré d'importance de chaque cause sur 2 niveaux : l'importance relative (utilisant l'indice d'importance relative IIR) et l'indice d'importance basé sur le degré de gravité et de fréquence). Dans les 2 méthodes, les 10 principaux facteurs du retard ont été identifiés d'après le point de vue commun des 3 parties impliquées (MOA, MOE, ETP). Les résultats montrent que parmi ces facteurs, 5 se trouvent communs entre les 2 méthodes : *la durée initiale du contrat est trop courte, la pénurie de main-d'œuvre, le retard dans la livraison de matériaux, le faible niveau de productivité, le retard dans les paiements*

progressifs par le propriétaire. De plus, les facteurs liés à la main d'œuvre ont été classés en premier dans les 2 méthodes, tandis que les facteurs externes ont été classés en dernier.

Cependant, Haseeb et al. (2011) ont mené un questionnaire sur les causes et les effets du retard à Pakistan, le rapport d'importance relative RIR a été utilisé pour classer les causes et les effets identifiés selon leur importance (plus que la valeur RIR est faible, plus la cause ou l'effet est important). 16 causes importants et 5 effets principaux ont été discutés, ainsi que la relation cause-effet a été mesurée. Les principales causes sont : *les problèmes de financements et de paiements, l'estimation inexacte du temps, la qualité de matériaux, le retard de paiements du fournisseur et de sous-traitants, la mauvaise gestion du site, les technologies anciennes, les catastrophes naturelles, les conditions imprévues sur le site, la pénurie de matériaux, les retards causés par les sous-traitants, les modifications des conceptions, les mauvais équipements, l'estimation inexacte des coûts, les ordres de modification, les changements organisationnelles et les changements réglementaires.* Et les 5 principaux effets sont : *le dépassement de temps, le dépassement de coût, l'abandon total, les négociations, les affaires judiciaires et litiges.* À la fin des recommandations et quelques solutions ont été proposés pour faire face aux retards.

Également, Khan, Gazder, et Qayoom (2017) ont mené un questionnaire auprès des différentes parties prenantes du projet dans le but d'identifier et de classer les causes principales du retard et leurs remèdes dans les projets de construction de Karachi-Pakistan. L'indice de fréquence a été utilisé pour le classement de ces causes, les résultats révèlent que les 10 principales causes sont : *les difficultés financières du client, le manque de pouvoir décisionnel du client, la sélection de membres de l'équipe inexpérimentés /non qualifiés, les dessins (plans) incomplets, la mauvaise gestion et supervision du site et l'estimation inexacte du temps.* La comparaison de ces facteurs avec autres pays montre que *la mauvaise gestion du site* a été considérée comme le principal facteur causant les retards dans les pays développés et aussi dans les pays en développement.

De plus, le chef de projet compétent, *la sélection de sous-traitants, de consultants et de fournisseurs qualifiés, l'utilisation d'équipements modernes, la disponibilité des ressources financières du client, et la supervision adéquate du site* ont été jugés comme les meilleurs remèdes des retards. Outre, le test ANOVA et la boîte à moustache « box plot » ont été utilisé pour tester la différence dans la perception des différentes parties concernant le classement

des causes et des remèdes de retards ; les résultats montrent que la perception de client est différente par rapport aux autres parties concernant la classification des causes, alors que , la perception des consultants regardant les remèdes est différente de celle des autres parties.

Par ailleurs, Ramli et al. (2018) ont mené une étude pour mesurer l'influence de certaines caractéristiques (type, localisation, et superficie) sur les retards dans les projets de construction. À l'égard de la caractéristique « type de projet », les résultats montrent que *les ordres de modifications et de changements de la conception* est la principale cause du retard pour les projets de bâtiments, alors que la principale cause pour les projets d'infrastructures c'est *le retard de paiement du contractant*. Entre temps, *la livraison tardive des matériaux* est la cause principale du retard dans les projets industriels. Concernant « la localisation de projet », elle subit également le même cheminement et la cause commune au quelle sont confrontés la plupart des régions est *le paiement tardif et les modifications de la conception*. Par contre, « La superficie de projet » ne semble pas avoir une incidence significative sur les retards de projets. Ramli et al. (2018) ont conclu que les caractéristiques qui peuvent avoir une influence sur les retards de projets sont le type et la localisation.

Alors que, Hussain et al. (2018) ont élaboré une étude pour déterminer et examiner les facteurs du retard dans les projets de bâtiments et d'infrastructures publiques inscrites dans le « programme annuel de développement (PAD)» en Gelit baltistan-Pakistan.

52 facteurs du retard ont été identifiés puis groupés en 8 groupes, ensuite une enquête par questionnaire est menée afin d'évaluer l'importance relative de ces facteurs. Parmi 120 questionnaires distribués, 102 réponses ont été retournées. L'analyse des données révèle que *les difficultés de financement des projets par les contractants, les retards dans le paiement progressif, la dispute sur l'exploitation des terres, la mauvaise étude de faisabilité du projet, l'attribution du projet au moins disant, les conditions météorologiques extrêmes, l'expérience insuffisante des entrepreneurs, l'insuffisance des données collectées et des enquêtes avant la conception* sont les majeurs facteurs du retard. Aussi, la comparaison de ces résultats avec 8 autres pays Asiatiques révèle qu'ils ont des problèmes similaires et que *les problèmes de financement et de paiement* sont les facteurs en communs dans les pays sélectionnés.

Cependant, Soomro et al. (2019) ont mené une étude pour identifier les principales causes du retard au Pakistan et les mesures d'atténuation pour ces causes.

Les résultats montrent que : *les problèmes financiers rencontrés par l'entrepreneur, le manque d'expérience de l'entrepreneur, les impacts climatiques, la livraison tardive du*

matériel, les erreurs de conception, la pénurie de main-d'œuvre qualifiée, l'incompétence de sous-traitant et les erreurs dans l'estimation du temps sont les principales causes de dépassements de délais.

2.4. Les causes du retard en Asie du centre

Niazai et Gidado (2012), ont réalisé une enquête par questionnaire pour identifier les facteurs critiques causant les retards en Afghanistan. 83 causes du retard ont été identifiées puis catégorisées sous 9 groupes. L'indice d'importance a été utilisé pour le classement de ces facteurs, les résultats décèlent que les 5 principaux facteurs du retard en Afghanistan sont : *la sécurité, la corruption, la disqualification du personnel technique de l'entrepreneur, les retards de paiement par le client, et la mauvaise gestion et supervision du site par l'entrepreneur*. D'autre part, des recommandations ont été proposées pour réduire l'impact du retard dans les projets de construction en Afghanistan.

Alors que Hossain et al. (2019) ont exploré les causes du retard dans les projets de construction à Kazakhstan et ils ont analysé leurs influences sur les différents types de projets de construction. Les résultats montrent que les différentes causes de retards ont différents effets selon le type de projet et que les principales causes du retard sont : *la mauvaise conception, les retards de livraison de matériaux, les difficultés de financement par le client et la lente procédure de la prise de décision*. Aussi, ils ont fournis quelques recommandations pour les causes les plus importantes puis, ils les ont comparées avec d'autres études. Les résultats décèlent que les recommandations proposées dans ces études sont complémentaires et qu'il n'y a pas une solution universelle pour le problème du retard.

2.5. Les causes du retard en Europe

Olawale et Sun (2010), ont mené une enquête sur 250 organisations de projet au Royaume Uni suivi par des interviews avec des praticiens expérimentés de 15 de ces organisations, et ils ont identifié les facteurs inhibant du contrôle de temps. Les 5 facteurs les plus importants sont: *la modification de la conception, les risques et les incertitudes, l'évaluation inexacte, la complexité de projets, l'inexécution des sous-traitants*. Par la suite 90 mesures d'atténuation de ces facteurs ont été élaborées, et classés comme des mesures : préventives, prédictives, correctives et organisationnelles.

Cependant, Larsen et al. (2016) ont identifié 26 facteurs affectant le délai, le coût et la qualité dans les projets de construction public au Danemark, dans un questionnaire adressé aux managers de projet pour mesurer l'importance relative à chaque facteur et le degré de différence significative de ces facteurs par rapport à leur influence sur le délai, le coût et la qualité. Les résultats montrent que le facteur le plus important du retard est *le manque de financement du projet*, alors que *les erreurs ou les omissions dans le matériel de consultant* est le facteur le plus critique pour le coût, par contre *les erreurs ou les omissions dans les travaux de construction* est le facteur majeur pour la qualité. Ainsi, ils ont conclu que le même facteur peut affecter le coût, le délai et la qualité de façons différentes.

Également, Zidane et Andersen (2018), dans leur étude sur les causes du retard dans les projets de construction au Norvège, ont identifié les facteurs causant les retards et leurs possibles remèdes, à partir de revues de littérature, des entretiens non structurés avec des praticiens et d'un questionnaire ouvert. L'évaluation de ces causes a permis de classer 11 causes majeures du retard: *la mauvaise planification et ordonnancement*, *le lent et le mauvais processus de prise de décision*, *les procédures administratives internes et la bureaucratie au sein des organisations de projet*, *la pénurie de ressources(ressources humaines, machines, équipement)*, *la mauvaise communication et coordination entre les différentes parties du projet*, *le lent processus d'inspection de la qualité du travail achevé*, *les modifications de la conception pendant la construction/les ordres de modification*, *le manque d'engagement du promoteur / propriétaire / client et/ou le manque des exigences claires (buts et objectifs)*, *les problèmes du bureau*, *la conception tardive/lente/incomplète/inadéquate*, *les problèmes de l'utilisateur*.

La comparaison de ces résultats avec 105 autres études montre que 7 parmi 11 causes importantes au Norvège ont été apparues également dans plusieurs autres recherches comme principales causes du retard. Par la suite, des recommandations pour réduire et atténuer les retards ont été élaborées à partir des résultats de l'enquête et des interviews, ainsi de ce qui a été trouvé dans la littérature.

2.6. Les causes du retard en Amérique

Tafazzoli et Shrestha (2017) ont élaboré une enquête par questionnaire aux États-Unis dans le but d'évaluer la criticité de 30 causes potentielles du retard, utilisant l'indice d'importance relative. Les résultats montrent que *les ordres de modification*, *la lente prise de décision par*

le propriétaire, les erreurs de la conception sont les causes les plus importantes du retard aux États-Unis.

2.7. Les causes du retard en Afrique

Une enquête par questionnaire est établie par Frimpong, Oluwoye, et Crawford (2003), à Ghana en vue d'identifier et d'examiner les facteurs qui contribuent aux retards et aux dépassements des coûts, dans la construction des projets des eaux sous terrain. Parmi 26 facteurs cités, les 5 facteurs les plus importants sont: *les difficultés de paiement mensuel, le manque de managers de projet et la mauvaise gestion des contrats, l'approvisionnement en matériaux, le manque des performances techniques et l'augmentation des prix de matériaux.*

Abd El-Razek, Bassioni, et Mobarak (2008), ont identifié 32 causes de retard dans les projets de construction en Égypte, à partir de revues de littérature et de 7 interviews semi-structurées. Ensuite, ils ont mené une enquête par questionnaire afin de mesurer l'importance de chacune de ces causes. Les résultats montrent que les causes les plus importantes sont : *le financement par l'entrepreneur pendant la construction, les retards dans le paiement de l'entrepreneur par le propriétaire, les modifications de la conception par le propriétaire ou son agent pendant la construction, les paiements partiels pendant la construction et la non-utilisation de la construction professionnelle / gestion contractuelle.*

De plus, Abd El-Razek, Bassioni, et Mobarak ont trouvé que pour atténuer les effets du retard, il faut connaître le responsable de chaque cause, pour cela ils ont évalué indépendamment les causes du retard selon leur responsable (propriétaire, consultant, entrepreneur), et ils ont conclu que les principales causes de retard avaient une responsabilité mixte et qu'aucune partie n'était responsable du retard.

Aussi, ils ont mesuré le degré d'accord entre les trois parties (propriétaire, consultant, entrepreneur), utilisant le coefficient de corrélation de Pearson et le rang de Spearman, et les résultats révèlent une opposition entre les opinions des propriétaires et des entrepreneurs. Et ils ont conclu qu'un effort conjoint basé sur le travail d'équipe est nécessaire pour réduire considérablement les retards.

Également, Marzouk et El-Rasas (2014) dans leur Analyse des causes de retard dans les projets de construction Égyptiens, ont déterminé 43 causes de retards à partir des revues de littérature et des interviews, puis ils les ont groupées en 7 catégories. Par la suite une enquête

par questionnaire a été menée auprès de 33 experts dans la construction, pour mesurer la fréquence d'occurrence, le degré de gravité et l'importance de ces causes.

Les résultats de cette enquête ont permis de lister 10 causes importantes : *le financement et le paiement des travaux achevés par le propriétaire, les ordres de modification et les changements de périmètre par le propriétaire lors de la construction, les effets des conditions de souterrains (le sol, la nappe phréatique élevée, etc.), le faible niveau de productivité des travaux, la planification et l'ordonnancement inefficaces du projet, les difficultés de financement du projet par l'entrepreneur, le type d'appel d'offres et d'attribution du projet (négociation, soumissionnaire le moins disant), la pénurie de matériaux de construction sur le marché, la révision et l'approbation tardive des documents de conception par le propriétaire, la main-d'œuvre non-qualifiée.*

De plus, ils ont analysé les causes du retard dans un projet cas d'étude, puis ils ont comparé les résultats obtenus avec les 10 causes importantes, et ils ont proposé des recommandations pour les 3 parties du projet afin de réduire les retards dans les projets de construction.

De leur part, Kaliba, Muya, et Mumba (2009) ont mené une étude pour identifier les causes et les effets de retards et de dépassements des coûts dans les projets de construction routière en Zambie. Les résultats de cette étude indiquent que les principales causes de dépassement des coûts sont : *le mauvais temps ou les intempéries dues aux fortes pluies et aux inondations, les changements de périmètre du projet, les coûts d'atténuation et de protection de l'environnement, les retards, les grèves, les problèmes techniques, l'inflation et les pressions gouvernementales locales.* En revanche, *les retards de paiement, les processus financiers et les difficultés des contractants et des clients, la modification des contrats, les problèmes économiques, les approvisionnement en matériaux, les changements de la conception, les problèmes de personnel, l'indisponibilité des équipements, la mauvaise supervision, les erreurs de construction, la mauvaise coordination sur le site, les changements dans les spécifications, les conflits de travail, les grèves* sont les principales causes du retard dans les projets de construction routière.

À la fin, des recommandations pour minimiser les causes et les effets des retards et de dépassements des coûts ont été proposées.

Pareillement, Zemra, Boudouh, et Baheddi (2019), ont établi un questionnaire et des interviews auprès de 16 propriétaires, 16 entrepreneurs et 20 consultants pour déterminer les principales causes du retard en Algérie. 59 causes ont été identifiées puis catégorisées en 9 groupes, ensuite les indices statistiques ont été utilisés pour classer ces facteurs selon leurs fréquences, gravités et importances. Les résultats montrent que les 5 causes importantes sont: *les lents ordres de changements, la durée irréaliste du contrat, la lenteur des ordres de variation en quantité supplémentaire, les retards dans le paiement du travail effectué, l'ineffective planification et ordonnancement par les entreprises.*

En ce qui concerne le classement des groupes, *le groupe des causes relatives au propriétaire* est le plus importants selon le point de vue commun entre les 3 parties. À la fin ils ont suggéré des recommandations pour réduire les retards dans les projets de construction Algérienne.

Alors que, Bajjou et Chafi (2020) ont identifié 49 causes de retards dans les projets de construction Marocaine, puis ils les ont regroupés sous 9 groupes, à savoir: client, contractant, consultant concepteur, finance, planification et ordonnancement, communication et relation contractuelle, matériel, main-d'œuvre et équipement, et externe.

Par la suite une enquête par questionnaire a été menée auprès de contractants et de consultants Marocains publics et privés. Sur 834 questionnaires distribués, 330 réponses valides ont été utilisées pour classer les causes de retard utilisant l'indice d'importance relative IIR. L'étude a révélé que les 10 principales causes de retard sont: *le retard de paiement progressif, le manque de formation pour les employés, l'absence de stratégies pour la gestion des pertes, la durée irréaliste du contrat imposée par les clients, le retravail du aux erreurs de la construction, l'excessive sous-traitance, le retard dans l'obtention des permis d'organismes gouvernementaux, la planification et la programmation inefficaces, le manque de planification collective, et la main-d'œuvre non qualifiée.*

Le rang de corrélation de Spearman a été également adopté pour analyser le degré d'accord entre la perception des contractants et des consultants quant aux causes du retard les plus critiques, les résultats obtenus indiquent un bon accord entre eux. En outre, une comparaison de la situation Marocaine avec d'autres pays a été faite et les résultats révèlent que *le retard dans les paiements progressifs* est la cause la plus fréquente de retards, touchant 80% des pays sélectionnés, suivi par *les problèmes liés aux sous-traitants* avec une occurrence de 60%. De plus, ils ont suggéré quelques recommandations pour minimiser les retards dans les projets Marocains.

En vue de savoir pourquoi il y a beaucoup de retards dans la livraison des projets de construction en Afrique du sud, Shivambu et Thwala (2019) ont mené une étude à la province du Gauteng- Afrique du sud dont le but est d'identifier les causes du retard ainsi, les méthodes permettant de minimiser ces retards. Les résultats de cette étude indiquent que les principaux facteurs du retard sont : *les retards de paiement, les problèmes avec les sous-traitants, les erreurs lors de la construction, et les affaires politiques.*

2.8. Les revues critique sur les causes du retard

Ramanathan, Narayanan, et Idrus (2012) ont entrepris une vaste étude critique dont laquelle ils ont identifié 113 facteurs distincts du retard, classés sous 18 groupes par le biais d'un examen critique de 41 études antérieures. Suite aux résultats de leur étude, ils ont conclu que les groupes et les facteurs de retard sont spécifiques à chaque pays, et qu'il n'y a pas de causes profondes pouvant être généralisées.

Alors que, Soliman (2017) a conduit une étude en vue d'analyser les effets de changement des conditions économiques et environnementales de la construction sur l'apparition des causes du retard et leur importance. Plus de 20 recherches publiées ont été analysées, les résultats trouvés montrent que *les facteurs économiques, contractuels et techniques* ont un effet important sur les causes du retard dans les pays en développement, tandis que les caractéristiques du projet ont une influence importante dans les pays développés.

Aussi, l'analyse des recherches menées dans les pays développés révèle que les 5 principales causes du retard sont: *les ordres de modification, les imprévus et les conditions du sol, la fourniture de main-d'œuvre, la pénurie ou les retards de livraison de matériaux, les sous-traitants.* Ainsi, les principales causes du retard dans les pays en développement sont : *les problèmes financiers et de trésorerie de l'entreprise, les conflits et le manque de communication entre les parties contractantes, les erreurs et les modifications de conception, la disponibilité et la panne des équipements, les difficultés dans la planification et l'ordonnancement.* Cependant, *les problèmes financiers et de trésorerie de l'entrepreneur, les changements de commandes, le manque d'organisation et de gestion des entrepreneurs, les modifications de la conception et les difficultés dans la planification et l'ordonnancement* sont les 5 principales causes du retard dans les pays de croissance économique rapide. Et seulement 3 causes ont été considérées comme importantes dans tous les pays : *la pénurie/la disponibilité de matériaux, la disponibilité de la main d'œuvre et du personnel technique, les*

problèmes liés aux sous-traitants. À la fin, des recommandations pour améliorer les performances temporelles et atténuer les retards ont été proposées.

De plus, Durdyev et Hosseini (2019) ont présenté une revue des études publiées entre 1985 et 2018 portées sur les causes du retard. Les résultats de cette étude montrent que : *les conditions météorologiques/ climatiques, la mauvaise communication, le manque de coordination et les conflits entre les parties prenantes, la planification inefficace ou inadéquate, la pénurie de matériaux, les problèmes financiers, les retards de paiement, la pénurie d'équipements / d'installations, le manque d'expérience / de qualification / de compétences des parties prenantes du projet, la pénurie de la main-d'œuvre et la mauvaise gestion du site* sont les 10 causes les plus répandues du retard.

3. Les 10 principaux facteurs du retard à travers le monde

Dans les deux dernières décennies, plusieurs recherches ont été menées en vue d'identifier les facteurs contributeurs des retards dans les projets de construction. Le tableau 3 répertorie les principaux facteurs du retard présentés dans 40 études pertinentes à travers le monde, suivi d'une indication de la fréquence d'occurrence de ces facteurs.

Les résultats comme présentés dans la figure 15 montrent que « *les problèmes financiers* » sont les facteurs les plus rencontrés dans le monde représentant un pourcentage d'occurrence de 72,5% (29 parmi 40 études), succédé par « *la mauvaise planification et ordonnancement* » avec une occurrence de 50% (20 sur 40 études). Par ailleurs, « *les problèmes de conception* » ont été classés comme le 3^{ème} facteur le plus fréquent avec une occurrence de 47,5% (19 études), suivi par « *les problèmes de matériaux* » qui ont été classé au 4^{ème} rang représentant un pourcentage d'occurrence de 37,5% (15 études).

Cependant, « *la mauvaise gestion du site et la mauvaise supervision* » a été classé en 5^{ème} lieu avec 32,5% (13 études), de plus, « *le lent processus administratif, la bureaucratie et la lente prise de décision* » ainsi que « *la faible performance des sous-traitants* » ont partagé le même rang avec un pourcentage de 22,5%. Aussi, « *le changement de commandes, de périmètre et de spécifications de projet* » a été également classé parmi les 10 facteurs les plus communs avec un pourcentage d'occurrence de 20%, suivi de « *la mauvaise communication et coordination* » et « *la faible productivité* » avec 17,5%.



Figure 15. Les principaux facteurs du retard à travers le monde

(Source : Auteur)

Tableau 3. Les principaux facteurs du retard à travers le monde

Chercheurs	Pays	Les problèmes de conception	Le lent processus administratif, la bureaucratie et la lente prise de décision	Le changement de commandes, de périmètre et de spécifications de projet	Occurrence	
					Fréquence	Pourcentage (%)
(Al-Momani 2000)	Jordanie	X		X		
(Frimpong et al. 2003)	Ghana					
(Faridi et El-Sayegh 2006)	Émirats arabes unis		X			
(Assaf et Al-Hejji 2006)	Arabie Saoudite			X		
(Sambasivan et Soon 2007a)	Malaisie					
(Le-Hoai, Lee, et Lee 2008)	Vietnam	X				
(Sweis et al. 2008)	Jordanie			X		
(Yang et Ou 2008)	Taiwan					
Abd El-Razek et al(2008)	Egypte	X				
Kaliba et al (2009)	Zambie	X		X		
Abdullah et al (2009)	Malaisie					
Olawale et Sun (2010)	Royaume uni	X				
Haseeb et al (2011)	Pakistan	X		X		
Kazaz et al(2012)	Turquie	X				
Gidado et Niazai (2012)	Afghanistan					
Doloi et al(2012)	Inde					
Kikwasi (2012)	Tanzanie	X				
Sunjka et Jacob (2013)	Nigeria	X				
Gündüz et al (2013)	Turquie	X				
Desai et Bhatt (2013)	Inde					
Akogbe et al (2013)	Bénin	X	X			
Marzouk et El-Rasas (2014)	Egypte		X	X		
Owolabi et al (2014)	Nigeria	X	X			
Larsen et al (2015)	Danemark					
Mahamid et al (2015)	Arabie Saoudite	X				
Hisham et Yahya (2016)	Malaisie					
Samarghandi et al (2016)	Iran	X				
Santoso et Soeng (2016)	Cambodge					
Bagaya et Song (2016)	Burkina Faso					
Gebrehiwet et Luo (2017)	Ethiopie		X			
Khan et al (2017)	Pakistan	X				
Mahamid (2017)	Arabie Saoudite					
Tafazzoli et Pramen(2017)	États-Unis	X	X			
Hussain et al (2018)	Pakistan					
Zidane et Andersen (2018)	Norvège	X	X	X		
Zemra et al (2018)	Algérie			X		
Bajjou et Chafi (2018)	Maroc		X			
Hossain et al (2019)	Kazakhstan	X	X			
Soomro et al (2019)	Pakistan	X				
Shivambu et Thwala (2019)	Afrique du sud					
		Fréquence	9	8		
		Pourcentage (%)	22,5	20		
					19	47,5

CHAPITRE 2 : Les causes du retard dans les projets de construction à travers le monde

[illegible]

CHAPITRE 2 : Les causes du retard dans les projets de construction à travers le monde

[illegible]

CHAPITRE 2 : Les causes du retard dans les projets de construction à travers le monde

[illegible]

CHAPITRE 2 : Les causes du retard dans les projets de construction à travers le monde

Le retravail du aux erreurs de la construction					X				X										X						X			X		X	6	15
La faible performance des sous-traitants					X					X	X				X			X			X			X					X	X	9	22,5
Les changements organisationnels											X																				1	2,5
Les changements réglementaires											X										X										2	5
La sécurité/ les affaires politiques												X		X																X	3	7,5
La corruption												X											X								2	5
Les problèmes de personnels/ Le manque des performances techniques		X							X				X									X									4	10
le manque de formation pour les employés																												X			1	2,5
Le manque de main d'œuvre qualifiée																	X		X		X		X				X		X	6	15	
La planification inexacte des ressources																					X										1	2,5
La pénurie de main-			X	X	X				X						X												X				6	15

CHAPITRE 2 : Les causes du retard dans les projets de construction à travers le monde

[illegible]

(Source : Auteur)

3.1. Les problèmes financiers

Chaque projet a un besoin des fonds pour mener à bien l'opération de construction, cependant, de nombreux projets ont été retardés en raison de l'insuffisance des fonds nécessaires à la réalisation de projets.

Le propriétaire doit préparer un fonds disponible pour le projet afin de payer l'entrepreneur des travaux achevés.

Cependant, les difficultés financières de propriétaires, la bureaucratie et le manque de coordination contribuent au retard du paiement progressif des entrepreneurs, ce qui cause une détérioration de la trésorerie de l'entreprise.

Conséquemment, les entreprises trouvent des difficultés à supporter les lourdes dépenses de la construction ce qui entraîne des retards de paiement des ouvriers, et de livraison de matériaux d'où la perturbation des travaux et retard de projet.

3.2. La mauvaise planification et ordonnancement

Selon Gündüz, Nielsen et Ozdemir (2013) « *Seul un projet bien planifié peut être bien exécuté* ». La planification et l'ordonnancement sont l'un des noyaux de gestion de projet, et ils sont considérés parmi les facteurs clés du succès de projet.

Une mauvaise planification et ordonnancement se manifeste tout au long du projet et entraîne des retards à différentes étapes.

En effet, cela témoigné, le manque d'expérience en matière de gestion de projet, le manque de coordination, ainsi que le manque de manager et de service de planification et de suivi compétent sur site « *le manque d'un service de planification compétent rend le processus de construction un problème complexe* » (Kazaz, Ulubeyli, et Tuncbilekli 2012).

3.3. Les problèmes de conception

Ces problèmes englobent:

- Les modifications de la conception ; sont généralement dû aux changements de spécifications et de la portée de projet, à la moindre implication du propriétaire dans les phases préliminaire, ou à des erreurs de conception.

Ces modifications peuvent entraîner des travaux supplémentaires, de retravail, elles peuvent aussi nécessiter des arrêts temporaires ce qui retardent l'achèvement global du projet.

- La conception tardive et la non disponibilité des plans à temps dus au manque de coordination entre le BET et l'ETP et à la non fourniture des informations à temps, ce qui bloque les activités du projet et causent des retards d'exécution.
- Les erreurs de conception, proviennent de la faible compétence du concepteur.
Ces erreurs suspendent les travaux en raison du temps nécessaire pour qu'elle soit revue modifiée et approuvée.

3.4. Les problèmes de matériaux (la pénurie de matériaux et les retards de livraison)

Les matériaux étant l'un des principaux intrants d'un processus de construction, sa mauvaise gestion a une influence directe sur le calendrier du projet.

Parmi les problèmes qui entravent la bonne gestion de matériaux figurent :

- La livraison tardive, qui est dû à l'absence de gestion efficace des approvisionnements et à la structure bureaucratique établie dans le processus d'achat de matériaux.
- La fluctuation des prix résultant de la pénurie de matériaux et de l'inflation.

Ces problèmes peuvent affecter la performance du projet (car les entreprises vont attendre un certain temps pour obtenir des meilleurs prix), et causer un changement du type des matériaux et par conséquent affecter la qualité des travaux, conduisant ainsi au retravail et à la paralysie de l'avancement de travaux.

3.5. La mauvaise gestion du site et la mauvaise supervision

Un chef de projet compétent et une équipe compétente jouent un important rôle pour la réussite de ce projet et la prévention des retards et des coûts supplémentaires, « *il est généralement admis que l'efficacité des gestionnaires de sites de construction est un élément essentiel du succès des projets de construction* » (Enshassi, Al-Najjar, et Kumaraswamy. 2009).

Le manque d'expérience en matière de gestion de projet et la mauvaise gestion du site entraînent une mauvaise communication et coordination, des malentendus et des conflits entre les différentes parties, ainsi des retards à la réponse aux problèmes qui surviennent sur site et donc un impact négatif sur l'avancement général des travaux.

3.6. Le lent processus administratif, la bureaucratie et la lente prise de décision

La lente prise de décision est due au manque de coordination, aux mauvais canaux de communication et à la bureaucratie interne.

En fait, la bureaucratie et les retards d'approbation des travaux achevés entraînent non seulement des retards d'exécution des travaux, mais également des processus de paiement

longs et complexes, ceux qui entraînent des problèmes financiers aux entreprises et par conséquent retardera les projets.

3.7. La faible performance des sous-traitants

Dans les projets de construction certains aspects de travaux de construction sont sous traités. Pour assurer la livraison du projet en temps voulu, ces sous-traitants doivent être correctement coordonnés par le principal contractant.

Cependant, l'existence de plusieurs niveaux de sous-traitants peut constituer un obstacle majeur à la coordination et la communication. Ce problème devient plus grave dans le cas des entreprises travaillant dans le secteur informel. De plus, la faible performance des sous-traitants peut entraîner une faible productivité et par conséquent un risque élevé de retards.

3.8. Le changement de commandes, de périmètre et de spécifications de projet

Durant les phases préliminaires du projet, il est confié au maître d'ouvrage d'en définir les besoins, les objectifs et le périmètre, et d'en formuler la demande d'une manière claire. Cependant, il arrive souvent que les études préalables ne sont pas bien faites, par conséquent, de nombreux ordres de changements dans la conception vont être demandés, et dans certains cas la portée du projet va être augmentée ce qui entraîne des modifications de la quantité des travaux et du calendrier du projet, et par conséquent influent considérablement la performance financière du projet.

3.9. La mauvaise communication et coordination

La construction des projets est un processus complexe, car il fait appel à de nombreuses ressources et intervenants (client, consultant, contractant, sous-traitants...), la communication entre les différents intervenants est très crucial pour la réussite du projet, car elle permet d'assurer en temps opportun, l'élaboration, la collecte et la diffusion des informations nécessaires à la réalisation du projet, la coordination entre les différentes parties et la mise en harmonie entre tous les actes. L'absence ou le manque de coordination et de communication favorisent les malentendus ce qui pourrait engendrer des conflits et entraver par conséquent le bon déroulement des activités et retarder le projet.

3.10. La faible productivité

Le but ultime des entreprises est la création de la richesse et ce à travers l'augmentation de la rentabilité. La productivité joue un rôle prépondérant dans la rentabilité des entreprises et la réussite de projets.

Par conséquent, les entreprises cherchent à augmenter leur productivité, selon Enshassi et Liska(1999) « *l'un des principaux objectifs de l'entreprise est la recherche d'une productivité élevée, car elle est censée d'assurer la rentabilité et donc la survie de l'entreprise* ». Cependant, la productivité peut être affectée par de nombreux facteurs, tel que l'absentéisme, la main d'œuvre disqualifiée, la mauvaise supervision, le manque de motivation et la mauvaise coordination, ce qui influe sur la durée des activités et donc la durée totale du projet.

4. Les techniques utilisées pour analyser les facteurs du retard dans les études précédentes

Les retards peuvent être minimisés lorsque leurs causes sont bien identifiées (Bagaya et Song 2016; Desai et Bhatt 2013; Gündüz, Nielsen et Ozdemir.2013; Kazaz, Ulubeyli, et Tuncbilekli. 2012).

En effet, plusieurs études ont analysé les facteurs du retard différemment et utilisant des techniques différentes.

Le tableau 4 représente les techniques utilisées dans les 40 études précitées dans la section précédente.

Le pourcentage d'occurrence de ces techniques a été illustré dans la figure 16. D'après cette figure la technique la plus utilisée c'est l'indice d'importance relative (IIR) avec un pourcentage de 26,67% suivi par l'indice de fréquence IF, l'indice de gravité IG et l'indice d'importance IIMP qui représentent un pourcentage de 30%, 16,67% et 15% respectivement.

Tableau 4. Les techniques utilisées pour classer les facteurs du retard dans les études précédentes

	Technique	Indice de Fréquence	Indice de Gravité	Indice d'Importance	Indice d'importance	Indice d'Importance relative	Rang moyen	Indice Moyen	Poids d'importance relative	Score Moyen	Rapport d'importance relative	moyenne pondérée	Fréquence d'occurrence	Probabilité d'occurrence	Modélisation par équation structurelle
Chercheurs	Pays	IF	IG	IIMP	I	IIR	RM	IM	PIR	SM	RIR	MP	F	P	MES
Al momani (2000)	Jordanie												X		
Frimpong et al (2003)	Ghana								X						
Faridi et El-Sayegh(2006)	Émirats arabes unis					X									
Assaf et al-Hejji (2006)	Arabie Saoudite	X	X	X											
Sambasivan et Soon(2007)	Malaisie					X									
Le-Hoai et al(2008)	Vietnam	X	X	X											
Sweis et al(2008)	Jordanie	X													
Yang et Ou (2008)	Taiwan														X
Abd El-Razek et al (2008)	Egypte				X										
Kaliba et al (2009)	Zambie											X			
Abdullah et al (2009)	Malaisie						X								
Olawale et Sun (2010)	Royaume uni			X											
Haseeb et al (2011)	Pakistan										X				
Kazaz et al (2012)	Turquie					X									
Niazai et Gidad (2012)	Afghanistan					X									
Doloi et al (2012)	Inde					X									
Kikwasi (2012)	Tanzanie					X									
Sunjka et Jacob (2013)	Nigeria									X					
Gündüz et al (2013)	Turquie					X									

CHAPITRE 2 : Les causes du retard dans les projets de construction à travers le monde

Desai et Bhatt (2013)	Inde	X	X	X		X									
Akogbe et al (2013)	Bénin	X	X	X											
Marzouk et al (2014)	Egypte	X	X	X											
Owolabi et al (2014)	Nigeria							X							
Larsen et al (2015)	Danemark					X									
Mahamid et al (2015)	Arabie Saoudite	X	X												
Hisham et Yahya (2016)	Malaisie					X									
Samarghandi et al (2016)	Iran													X	
Santoso et Soeng (2016)	Cambodge	X	X	X											
Bagaya et Song (2016)	Burkina Faso	X	X	X											
Gebrehiwet et Luo (2017)	Ethiopie					X									
Khan et al (2017)	Pakistan	X													
Ibrahim Mahamid (2017)	Arabie Saoudite	X	X	X											
Tafazzoli et Pramen(2017)	États-Unis					X									
Hussain et al (2018)	Pakistan					X									
Zidane et Andersen (2018)	Norvège												X		
Zemra et al (2019)	Algérie	X	X	X											
Bajjou et Chafi (2020)	Maroc					X									
Hossain et al (2019)	Kazakhstan					X									
Soomro et al (2019)	Pakistan								X						
Shivambu et Thwala(2019)	Afrique du sud									X					
	Fréquence	12	10	9	1	16	1	1	2	2	1	1	2	1	1

(Source : Auteur)

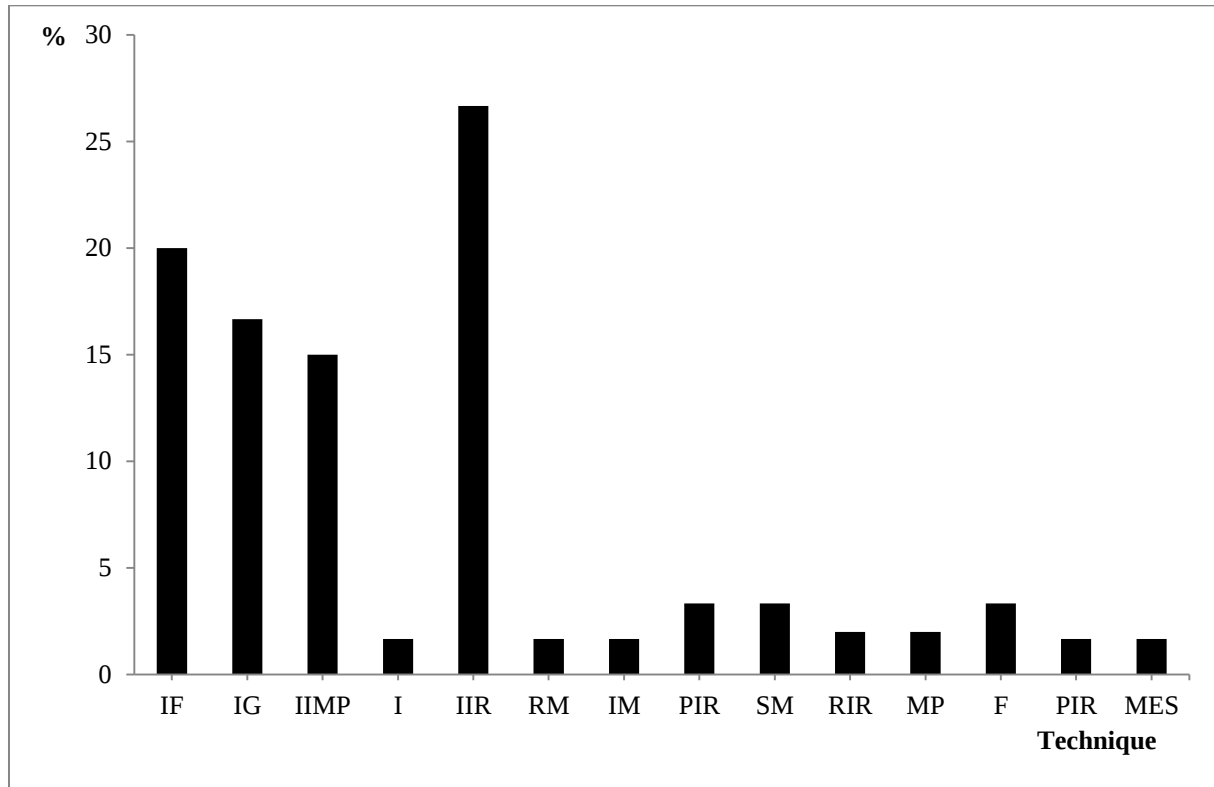


Figure 16. Les techniques utilisées pour classer les principaux facteurs contributeurs au retard

(Source : Auteur)

5. Conclusion

Le développement de la littérature sur les facteurs causatifs du retard durant les deux dernières décennies (2000 à 2020), montre que les principales approches utilisées pour identifier les facteurs causatifs sont les interviews, les enquêtes sur terrain et les revues des études précédentes. Tandis que les principales techniques utilisées pour le classement de ces facteurs sont les indices statistiques (l'indice d'importance relative, l'indice de fréquence, l'indice de gravité et l'indice d'importance).

Aussi, l'étude révèle que les 10 principaux facteurs du retard le plus rencontré dans le monde sont respectivement : les problèmes financiers, la mauvaise planification et ordonnancement, les problèmes de conception, les problèmes de matériaux, la mauvaise gestion du site et la mauvaise supervision, le lent processus administratif, la bureaucratie et la lente prise de décision, la faible performance des sous-traitants, le changement de commandes, de périmètre et de spécifications de projet, la mauvaise communication et coordination et la faible productivité.

De plus, l'étude décèle que certains facteurs du retard sont trouvés spécifiques à chaque pays tels que: les risques et les incertitudes/ catastrophes naturelles, le manque de formation pour les employés, l'utilisation des anciens techniques, le manque des performances techniques, l'absence de stratégie de la gestion des pertes, la mauvaise étude de faisabilité du projet, les conflits de travail, les grèves, la longue durée entre la conception et la mise en œuvre, les changements organisationnels, la planification inexacte des ressources, l'ingérence du propriétaire et le manque de pouvoir décisionnel du client.

CHAPITRE 3 : Les effets du retard dans les projets de construction à travers le monde

1. Introduction

La performance temporelle du projet est une considération particulièrement importante pour les parties prenantes de la construction (Mahamid, Al-Ghonamy, et Aichouni. 2015). Cependant, les projets de construction souffrent de retards qui proviennent de nombreuses sources. Ces retards ont des répercussions négatives sur le projet et leurs participantes parties. *« Le retard dans les projets de construction est considéré comme l'un des problèmes les plus courant entraînant de multitude négatifs effets sur le projet et ses parties prenantes »* (Abd El-Razek, , Bassioni, et Mobarak. 2008).

Le présent chapitre est conçu afin de déterminer les effets majeurs du retard dans le monde par le biais d'un examen de littérature existant durant la période (2000-2020).

2. Les effets du retard : revue de littérature

Les effets des retards de construction sont toujours débilants pour la performance du secteur de la construction (Ullah et al. 2018). Plusieurs études ont été menées en vue d'évaluer les effets du retard dans les projets de construction.

Ces études sont menées dans différentes pays Asiatiques et Africains cependant, aucune étude n'a été trouvée dans les pays Européennes et Américains.

2.1. Les effets du retard dans les projets de construction en Asie

En Malaisie, Sambasivan et Soon (2007) ont mené une enquête par questionnaire pour déterminer les facteurs majeurs du retard et leurs effets sur l'achèvement des projets utilisant l'indice d'importance relative (IIR).

Les résultats décèlent que *la mauvaise planification, la mauvaise gestion des sites par l'entrepreneur, le manque d'expérience de l'entrepreneur, l'insuffisance du financement, et les problèmes de sous-traitance sont les causes les plus critiques du retard*. Alors que les *dépassements du temps, les dépassements des coûts, les disputes, l'arbitrage, les litiges et l'abandon total* sont les majeurs effets du retard, de plus, une relation empirique a été établie entre les causes et les effets du retard.

De même, Abdullah, Abdul Azis, et Abdu. Rahman. (2009) ont développé une enquête par questionnaire afin de déterminer la perception des consultants en gestion de projet sur les causes importantes de retard et leurs effets dans un grand projet de construction de MARA (Majlis Amanah Rakyat) en Malaisie, et ils ont conclu que les 5 causes les plus importantes du retard sont *les difficultés financières rencontrées par les entrepreneurs, la mauvaise gestion des sites par les entrepreneurs, l'expérience insuffisante des entrepreneurs, la pénurie de personnel sur site et la planification et l'ordonnancement inefficace par l'entrepreneur*, tandis que les trois effets importants sont *les dépassements de temps, les dépassements de coûts et l'arbitrage*.

De plus, Ullah et al. (2018) ont étudié 17 effets des retards dans les projets de construction en Malaisie en effectuant une enquête par questionnaire auprès des principaux participants du projet. Les résultats de l'enquête révèlent que: *les dépassements de temps, les dépassements de coûts, les conflits, la perte de profit, l'arbitrage, les réclamations, la résiliation de contrat, les litiges, la mauvaise qualité des travaux et l'abandon total des projets* sont les principaux effets des retards dans les projets de construction Malaisienne.

Une comparaison avec d'autres pays leur a permis de révéler que les cinq principaux effets du retard en Malaisie se manifestent également dans différents pays en développement.

Cependant, en Émirats Arabes Unis, Motaleb et Kishk (2010) ont examiné 42 causes et 6 effets du retard dans les projets de construction et ils ont trouvé que *les ordres de changement, les facteurs financiers et autres facteurs liés au client* sont les principales causes du retard alors que *les dépassements de coûts, et les dépassements de temps* sont les effets les plus significatifs du retard en Émirats.

Dans une autre étude pertinente, Haq, Rahsid, et Aslam (2014) ont conduit une enquête par questionnaire auprès de 37 entreprises de construction dans le but de mesurer les effets des retards dans les projets de construction du Punjab en Pakistan.

Différents outils statistiques ont été appliqués pour l'analyse et l'inférence des données, Parmi 470 questionnaires distribués, 172 questionnaires remplis ont été retournés et utilisés pour l'analyse des données.

Les résultats montrent que les retards dans la construction ont des effets importants et contribuent à 75% des dépassements de coûts, à 72% des dépassements de temps et à 31% des

abandons de projets. En outre, Haq, Rahsid, et Aslam recommandent aux entrepreneurs de décider comment traiter les facteurs du retard depuis l'accord des projets afin de les résoudre immédiatement une fois qu'ils se produisent.

Par ailleurs, Rashid (2020) a développé 11 hypothèses pour tester l'impact de 7 facteurs de retard dans la construction pakistanaise sur le retard du projet et ensuite, l'impact du retard sur les 4 effets identifiés. Le modèle d'équation structurelle (SEM) et les régressions multiples ont été appliqués pour tester les 11 hypothèses.

Les résultats montrent que *les facteurs liés à l'entrepreneur, au consultant, au client, au matériel et à l'équipement* ont un impact significatif sur le retard du projet, tandis que *l'impact des facteurs généraux et de la main-d'œuvre* s'est avéré non significatif. En outre, les résultats révèlent que le retard a un impact positif significatif sur tous les effets identifiés, et que le retard est à l'origine de 75 % *des dépassements de coûts*, de 72 % *des dépassements de délais*, de 67% *des litiges* et de 31 % *des abandons de projets*.

2.2.Les effets du retard dans les projets de construction en Afrique

Aibinu et Jagboro (2002) dans leur étude de 61 projets de construction au Nigéria, ont identifié par un questionnaire évalué et par une méthode empirique, les effets de retards sur le coût et le délai d'achèvement de projet.

Aibinu et Jagboro ont souligné que *les dépassements de temps, les dépassements de coûts, les conflits, l'abandon total, l'arbitrage et les litiges* sont les principaux effets du retard au Nigéria, et ils ont également indiqué que *l'accélération des activités sur le site* est essentielle pour réduire ou, si possible, éliminer les dépassements de temps, et que *l'inclusion d'une provision pour imprévus dans l'estimation préalable du contrat* est nécessaire pour atténuer les dépassements de coûts.

Cependant, Sunjka et Jacob (2013) ont examiné 38 causes et 8 effets de retards de projets dans la région Delta du Niger au Nigéria, par le biais d'un questionnaire adressé aux consultants, clients et sous-traitants de trois grandes catégories: le secteur public, les entreprises multinationales et des entreprises privées.

Les résultats rapportent que *la planification inadéquate, le retard dans le paiement, le mauvais choix des consultants et des entrepreneurs par les clients, les conditions météorologiques, la mauvaise gestion des contrats par les consultants* sont les causes les plus

critiques des retards du projet, alors que les effets les plus importants sont *les dépassements de temps, les dépassements de budget, les litiges et les réclamations*.

À la fin, des recommandations ont été formulées à titre de solutions aux retards de construction dans la région Delta du Niger.

Pareillement, Owalabi et al. (2014) ont mené un questionnaire structuré afin d'identifier les causes et les effets des retards sur les délais de réalisation des travaux de construction.

15 causes et 8 effets ont été répertoriés puis évalués à l'aide des indices de carrés moyens (Mean indices square 'MIS').

Les résultats décèlent que les cinq principales causes de retard sont les suivantes : *le manque de fonds pour financer le projet jusqu'à son achèvement, la modification de conceptions, le manque de communication, le manque d'informations adéquates de la part des consultants, la lente prise de décision et la faillite du contractant*.

L'analyse des effets de retards sur le projet a également révélé que *les dépassements de temps, l'augmentation du coût final du projet, le gaspillage et la sous-utilisation de la main-d'œuvre et de ressources, l'immobilisation du capital client à cause de l'inachèvement du projet, les conflits entre les parties impliquées* sont les effets majeurs du retard.

De même, Ojoko et al. (2016) ont examiné 32 causes et 10 effets du retard dans les projets de construction Nigérienne. Les résultats révèlent que les 10 principales causes du retard sont : *le retard de paiement, les ordres de modification, le financement insuffisant, la mauvaise planification et ordonnancement, l'augmentation des prix des matériaux, la mauvaise communication et coordination, le retard de livraison des matériaux, le mauvais suivi et la faible rétroaction, les variations dans les documents contractuels et l'insuffisance de matériaux essentiels*. Tandis que, *les dépassements de temps, les dépassements de coûts, les réclamations, l'arbitrage, les conflits et la perte de profit* sont les six principaux effets prévalant au Nigéria.

Alors que, Amoatey et al. (2015) dans leur étude des causes et des effets de retards dans les projets de construction de logements publics à Ghana, ont montré que les six causes les plus critiques du retard sont : *les retards dans le paiement de l'entrepreneur/de fournisseur, l'inflation/la fluctuation des prix, l'augmentation des prix des matériaux, les problèmes de financement par le promoteur/le client, les ordres de changement, le manque de capacité financière et le manque du capitale*.

Alors que les cinq effets principaux du retard sont: *les dépassements de coûts, les dépassements de temps, les conflits, le manque de continuité par le client, et l'arbitrage.*

De plus, Amoatey et al. (2015) ont mesuré le degré de corrélation entre les catégories des causes et les effets du retard utilisant le rang de Spearman, et le résultat indique qu'il existe une forte relation entre ces derniers.

Kikwasi (2013) a conçu une étude descriptive pour évaluer les causes et les effets des retards et des perturbations de projets de construction en Tanzanie.

Kikwasi indique que 78% des clients, 70% des consultants et 56% des sous-traitants ont connu des retards dans les projets dont ils ont été engagés. En outre, l'indice d'importance relative (IIR) a été adopté pour classer les causes et les effets du retard.

Les résultats montrent que *les modifications de la conception, les retards de paiement des contractants, les retards d'information, les problèmes de financement, la mauvaise gestion du projet, les questions de rémunération et le désaccord sur l'évaluation du travail accompli* sont les sept principales causes du retard.

En revanche, *les dépassements de temps, les dépassements de coûts, l'impact social négatif, les ressources inactives et les litiges* sont les 5 principaux effets des retards et des perturbations.

Cependant, Gebrehiwet et Luo (2017) ont mené une enquête par questionnaire en vue de trouver les causes typiques des retards et leurs effets à différents stades de la construction (pré-construction, construction et post-construction) dans les projets de construction Éthiopiens.

Au total, 52 causes et 5 effets ont été identifiés. L'indice d'importance relative RII a été utilisé pour déterminer l'importance de chaque élément. Selon les résultats trouvés, *la corruption, l'indisponibilité des services publics sur le site, l'inflation et les problèmes de matériaux, le retard dans la préparation des documents, la mauvaise gestion du site et la mauvaise performance, et la mauvaise planification et ordonnancement* sont les causes les plus critiques du retard.

Tandis que *les dépassements de coûts, les dépassements de temps, la résiliation de contrat, l'arbitrage et les litiges* sont les effets critiques des retards en Éthiopie. De plus, les résultats révèlent que la phase de construction est la plus influencée par ces causes, suivie par la phase de pré-construction et post-construction respectivement.

Plus récemment, Serani, Tadele, et Bayeh (2020) ont étudié les causes et les effets des retards dans la construction de bâtiments en Éthiopie en utilisant les indices de fréquence, de gravité et d'importance, et ils ont trouvé que *la situation économique, la fluctuation des prix, la mauvaise planification, la lenteur de la prise de décision* étaient les principales causes des retards.

Alors que *les dépassements de temps et de budget, la mauvaise qualité, le gaspillage et la sous-utilisation des ressources humaines et matérielles, l'abandon des projets de construction* sont les principaux effets des retards en Éthiopie.

En Libye, Kuşakcı, Ayvaz, et Bejtagic (2017) ont réalisé une étude visant à évaluer les causes et les effets des retards dans les projets de construction pétrolière.

Les résultats révèlent que *les problèmes de sécurité, la pénurie de matériaux et la méthode de construction* sont les principaux facteurs de retard dans la construction. Par ailleurs, *les dépassements de coûts et de délais, les litiges, l'abandon total et l'arbitrage* sont les effets du retard les plus courants en Libye.

De leur côté, Khair et al. (2016) ont conçu une enquête par questionnaire pour trouver les causes et les effets critiques du retard et les méthodes efficaces pour minimiser les retards dans les projets de construction routières au Soudan. Les résultats révèlent que *le manque de ressources et les difficultés de paiement* sont les majeures causes de retard, tandis que *le dépassement de coût et le dépassement de temps* sont les principaux effets du retard.

Aussi Khair et al. (2016), ont également souligné que *le choix de gestionnaires de projet ayant une expérience et des connaissances suffisantes en matière de gestion de projet et l'utilisation de techniques appropriées pour les projets* sont les meilleurs méthodes pour minimiser les retards.

Cependant Salah et Ahmed (2018), dans leur étude sur les causes et les effets des retards sur les délais de livraison des projets en Somalie, ont indiqué que *les dépassements de délais, les conflits entre les parties concernées, l'augmentation du coût final du projet et la réduction des bénéfices* sont les effets les plus critiques des retards.

Par ailleurs, Mukuka, Aigbavboa, et Thwala (2015) ont utilisé le score d'éléments moyen pour évaluer les effets des dépassements du calendrier sur les projets de construction dans la province de Gauteng en Afrique du Sud.

Les résultats montrent que les 10 principaux effets de dépassements de temps sont : *la prolongation du délai, les dépassements de coûts, la perte de profit, les conflits, la mauvaise qualité du travail, la suscitation du stress pour le client, les pertes dû à l'accélération, la mauvaise réputation de l'équipe de construction, les réclamations et le retard dans l'obtention du profit par le client.*

En revanche, Oshungade et Kruger (2017) ont réalisé une étude comparative des causes et des effets de retards et des perturbations dans le secteur de la construction en Afrique du Sud. Ils commencent par identifier les principales causes et effets des retards en Afrique du Sud en utilisant les indices de fréquence, de gravité et d'importance.

Sur les 48 causes identifiées, 16 sont apparues comme importantes, parmi lesquelles *les grèves, les reprises, la pénurie de matériaux, la suspension des travaux et la mauvaise communication.* De même, les 5 effets cruciaux sont: *la création du stress pour l'entrepreneur, les dépassements de coût, les dépassements de temps, la mauvaise qualité, et les litiges.*

Une comparaison des principales causes et des principaux effets en Afrique du Sud avec d'autres pays Africains a permis de conclure que de nombreuses causes et effets de retard sont trouvés spécifiques aux projets de construction Sud-Africains et qu'il existe peu de causes et d'effets similaires à d'autres régions d'Afrique.

Cependant, Gbahabo et Ajuwon (2017) ont mené une étude qualitative afin de fournir des informations conceptuelles sur le phénomène de dépassements de coûts et de temps dans les projets d'infrastructures en Afrique Subsaharienne.

Les résultats de cette étude montrent que les dépassements des coûts et de temps de projets peuvent avoir un effet économique préjudiciable allant de *l'allocation inefficace de ressources rares (inefficacité d'allocation des ressources rares), aux retards supplémentaires, en passant par les conflits contractuels, les réclamations et les litiges, jusqu'à l'échec total du projet et à son abandon.*

Le tableau 5 résume les études précédentes sur les effets de retard présentées dans cette section.

Tableau 5. Résumé de la revue de la littérature sur les effets du retard

Chercheurs	Pays	Échantillon	Nbre d'effets	Les effets majeurs	Technique utilisée
Aibinu et Jagboro (2002)	Nigeria	46 métresseurs, 21Architectes / Ingénieurs, 35 entrepreneurs	6	- Le dépassement de temps, - Le dépassement de coût - Les conflits - L'abandon total - L'arbitrage - Les litiges	L'indice d'importance relative (IIR)
Sambasivan et Soon (2007)	Malaisie	67 clients, 48 consultants, 35 entrepreneurs	6	- Les dépassements du temps - Les dépassements des coûts - Les conflits - L'arbitrage - Les litiges - L'abandon total	L'indice d'importance relative (IIR)
Abdullah et al. (2009)	Malaisie	37 consultants en gestion de projet	6	- Le dépassement de temps - Le dépassement de coûts - L'arbitrage	Rang moyen
Motaleb et Kishk (2010)	Émirats arabes unis	35	6	- Les dépassements de coûts - Les dépassements de temps	L'indice d'importance relative (IIR)
Kikwasi (2013)	Tanzanie	33 entreprises, 10 métresseurs, 10 cabinets de conseil en architecture, 5 clients, 2 établissements publics	14	- Les dépassements de temps - les dépassements de coûts - L'impact social négatif - Les ressources inactives - Les litiges	L'indice d'importance relative (IIR)
Sunjka et Jacob (2013)	Nigéria	83 (consultants, clients et entrepreneurs)	8	- Les dépassements de temps - Les dépassements de budget - Litiges - Les réclamations	Score moyen
Haq et al. (2014)	Pakistan	172 (consultants, clients et entrepreneurs)	4	- Les dépassements de coûts - Les dépassements de temps - L'abandon de projets	- Test de fiabilité - Analyse factorielle - Variance - Test de normalité indépendant - Test -t-

CHAPITRE 3: Les effets du retard dans les projets de construction à travers le monde

					- ANOVA à un facteur - Corrélation - Modèle d'équation structurelle
Owolabi et al (2014)	Nigéria	19 métreurs, 8 architectes, 38 ingénieurs, 24 constructeurs 1Autres	8	- Les dépassements de temps, - L'augmentation du coût final du projet, - Le gaspillage et la sous-utilisation de la main-d'œuvre et de ressources, - L'immobilisation du capital client en raison de l'inachèvement du projet, - Les conflits entre les parties impliquées.	Le score moyen
Mukuka et al. (2015)	Afrique du Sud	146 (architectes, métreurs, ingénieurs en génie civil, directeurs de la construction et chefs de projet)	20	- La prolongation du délai - Les dépassements de coûts - La perte de profit - Les conflits - La mauvaise qualité du travail - La création du stress pour le client - Les pertes dues à l'accélération - La mauvaise réputation avec l'équipe de construction, - Les réclamations - Le retard dans l'obtention des bénéfices par le client	Le score d'éléments moyen
Amoatey et al. (2015)	Ghana	31	10	- Les dépassements de coûts - Les dépassements de temps - Les conflits - Le manque de continuité par le client - L'arbitrage	L'indice d'importance relative (IIR)
Ojoko et al. (2016)	Nigéria	Clients, Entrepreneurs et Consultants	10	- Les dépassements de temps - Les dépassements de coûts - Les réclamations	Le score moyen

CHAPITRE 3: Les effets du retard dans les projets de construction à travers le monde

				- L'arbitrage - Les conflits - La perte de profit	
Khair et al. (2016)	Soudan	100	5	- Le dépassement de coût - Le dépassement de temps	L'indice d'importance relative (IIR)
Gebrehiwet et Luo (2017)	Éthiopie	77 organisations contractantes	5	- Les dépassements de coûts - Les dépassements de temps - La résiliation de contrat - l'arbitrage - Les litiges	L'indice d'importance relative (IIR)
Gbahabo et Ajuwon (2017)	Afrique subsaharienne	/	6	- Un effet économique préjudiciable - L'inefficacité d'allocation des ressources rares - Les retards supplémentaires - Les conflits contractuels, - Les réclamations - Les litiges - L'échec total du projet - L'abandon	/
Kuşakci et al. (2017)	Libye	97	6	- Les dépassements de coût - Les dépassements de temps - Les conflits - L'abandon total - L'arbitrage	L'indice d'importance relative IIR
Oshungade et Kruger (2017)	Afrique du Sud			- La création du stress pour l'entrepreneur - Les dépassements de coût - Les dépassements de temps - La mauvaise qualité - Les litiges	Indice de fréquence (IF) Indice de gravité (IG) Indice d'importance (IIMP)
Ullah et al. (2018)	Malaisie	300	17	- Les dépassements de temps, - Les dépassements de coûts, - Les conflits, - La perte de profit, - L'arbitrage, - Les réclamations,	Score moyen

CHAPITRE 3: Les effets du retard dans les projets de construction à travers le monde

				- La résiliation du contrat, - Les litiges, - La mauvaise qualité des travaux et - L'abandon total des projets	
Salah et Ahmed (2018)	Somalie	60	6	- Les dépassements de délais - Les conflits entre les parties concernées - L'augmentation du coût final du projet - La réduction des bénéfices	Score Moyen
Rashid (2020)	Pakistan	172	4	- Dépassements de délai - Dépassements des coûts - Abandon de projet - Litiges	Modèle d'équation structurelle Les outils statistiques

(Source : Auteur)

3. Les techniques utilisées pour le classement des effets du retard

La figure 17 décrit les principales techniques utilisées dans 19 études précédentes pour le classement des principaux effets du retard dans les projets de construction. La technique prédominante dans la majorité des études présentées c'est « l'indice d'importance relative » avec un pourcentage d'occurrence de 36%, suivi par « le score moyen » avec 27%.

En outre 9% de chercheurs ont utilisé « le modèle d'équation structurelle » et les « outils statistiques » dans leurs études des effets du retard. Par contre, l'indice de fréquence, l'indice de gravité et l'indice d'importance et le rang moyen sont les techniques les moins utilisées avec une occurrence de 5%.

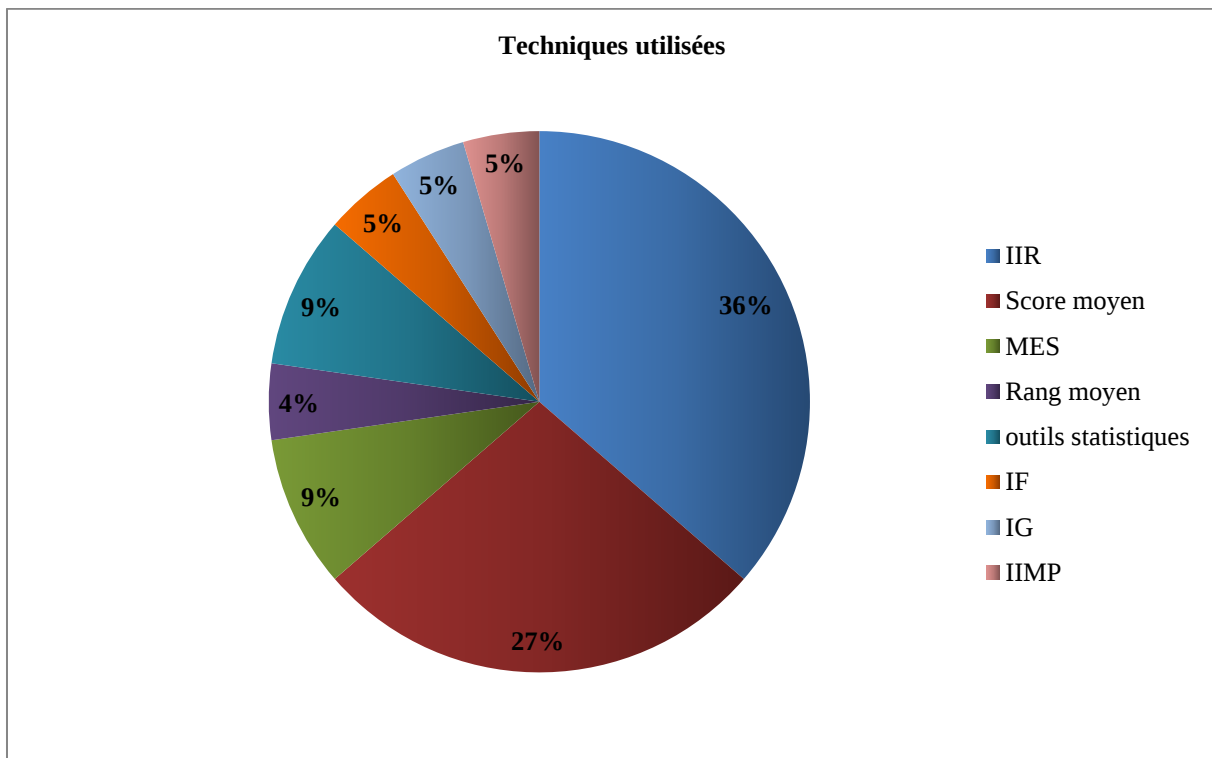


Figure 17. Techniques utilisées dans le classement des effets du retard

(Source : Auteur)

4. Les principaux effets du retard dans les projets de construction à travers le monde

L'échec de terminer les projets de construction dans les délais impartis, peut avoir de nombreux effets inattendus sur les projets (Ullah et al. 2018). Le tableau 6 résume les

principaux effets du retard sur les projets de construction présentés dans les 19 études précédentes.

Les résultats -comme illustrés dans la figure 18- montrent que les 5 principaux effets du retard sont respectivement : *les dépassements de temps* (100%), *les dépassements de coûts* (94,7%), *les conflits* (47,4%), *l'arbitrage* (42,1%), et *les litiges avec* (36,8%).

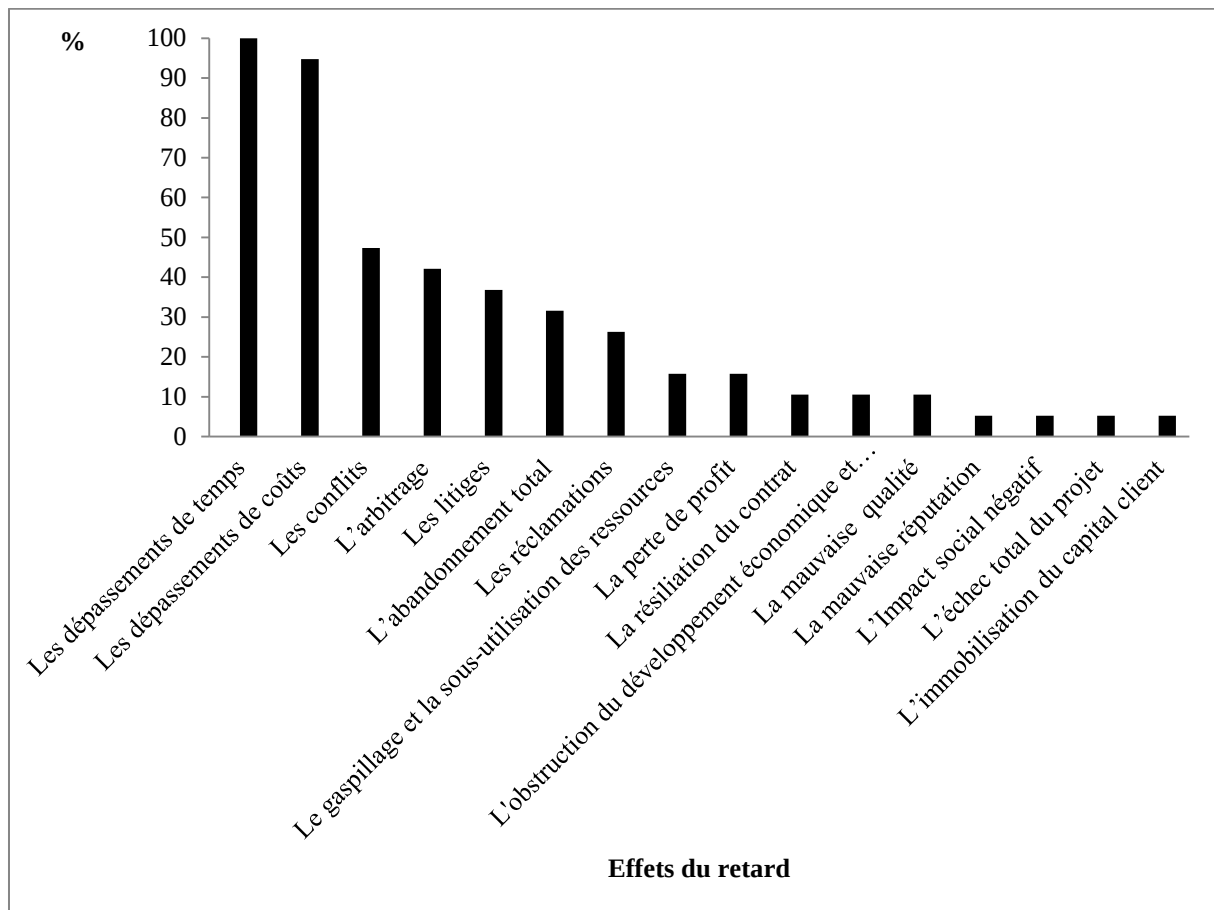


Figure 18. Le pourcentage d'occurrence des principaux effets du retard à travers le monde

(Source : Auteur)

4.1. Les dépassements de temps

Les dépassements de temps sont classés comme le majeur effet du retard dans les projets de construction avec un pourcentage d'occurrence de 100%. Les dépassements de temps sont définis comme étant toute augmentation du temps au-dessus de la durée stipulée dans le contrat, et qui reflètent les retards d'achèvement ou de livraison de projets.

Tableau 6. Les principaux effets des retards dans le monde

Pays	Les principaux effets du retard dans les projets de construction à travers le monde															
	Les dépassements de temps	Les dépassements de coûts	Les conflits	Le gaspillage et la sous-utilisation des ressources	L'arbitrage	L'abandonnement total	L'Impact social négatif	La mauvaise qualité	Les litiges	La perte de profit	Les réclamations	La résiliation du contrat	La mauvaise réputation	L'obstruction du développement économique et national	L'échec total du projet	L'immobilisation du capital client
Nigérie (Aibinu et Jagboro 2002)	F	F	F	–	F	F	–	–	F	–	–	–	–	–	–	–
Tanzanie (Kikwasi 2013)	F	F	–	F	–	–	F	–	F	–	–	–	–	–	–	–
Nigérie (Sunjka et Jacob 2013)	F	F	–	–	–	–	–	–	F	–	F	–	–	–	–	–
Nigérie (Owolabi et al. 2014)	F	F	F	F	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	F
Afrique du Sud (Mukuka et al.2015)	F	F	F	–	–	–	–	F	–	F	F	–	F	–	–	–
Ghana (Amoatey et al. 2015)	F	F	F	–	F	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nigérie (Ojoko et al. 2016)	F	F	F	–	F	–	–	–	–	F	F	–	–	–	–	–
Soudan (Khair et al. 2016)	F	F	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ethiopie (Gebrehiwet et Luo. 2017)	F	F	–	–	F	–	–	–	F	–	–	F	–	–	–	–
Afrique du Sud (Oshungade et Kruger 2017)	F	F	–	–	–	–	–	F	F	–	–	–	–	–	–	–

CHAPITRE 3: Les effets du retard dans les projets de construction à travers le monde

Afrique subsaharienne (Gbahabo et Ajuwon, 2017)	F	–	F	F	–	F	–	–	F	–	F	–	–	F	F	–
Libye (Kuşakci et al. 2017)	F	F	F	–	F	F	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Somalie (Salah et Ahmed 2018)	F	F	F	–	–	–	–	–	–	F	–	–	–	–	–	–
Malaisie (Sambasivan et Soon 2007)	F	F	F	–	F	F	–	–	F	–	–	–	–	–	–	–
Malaisie (Abdullah et al. 2009)	F	F	–	–	F	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
É AU (Motaleb et Kishk 2010)	F	F	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Pakistan (Haq et al. 2014)	F	F	–	–	–	F	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Malaisie (Ullah et al. 2018)	F	F	F	–	F	F	–	F	F	F	F	F	–	–	–	–
Pakistan (Rashid 2020)	F	F	–	–	–	F	–	–	F	–	–	–	–	–	–	–
Fréquence	19	18	9	3	8	6	1	2	7	3	5	2	1	2	1	1
Pourcentage (%)	100	94,7	47,4	15,8	42,1	31,6	5,3	11	36,8	15,8	26,3	11	5,3	11	5,3	5,3

(Source : Auteur)

4.2. Les dépassements de coûts

Le 2^{ème} effet le plus important à travers le monde avec une occurrence de 94,7% (18 sur 19 études). Les retards imposent des coûts immenses sur le projet de construction, ces coûts sont principalement dus aux dépassements de temps, selon Abdullah, Azis et Rahman. (2009) « ...dans la plupart des cas, les dépassements de temps entraînent des dépassements de coûts...et plus la prolongation est longue, plus les coûts sont élevés », car les dépassements de temps impliquent des heures de travail supplémentaire ainsi, des paiements supplémentaires des ouvriers, et des factures de services publics (eau, électricité....etc), des coûts supplémentaires de location de matériels. Cependant, la situation va s'empirer dans le cas de fluctuation des prix de matériaux ou d'inflation.

4.3. Les conflits

Le 3^{ème} effet le plus répandu avec une occurrence de 47,4% (9 études sur 19). Les retards dans les projets de construction peuvent contribuer aux conflits entre les différentes parties impliquées dans le projet.

Ces conflits proviennent généralement lorsque les pertes sont subies (en raison de dépassements de coûts et de temps), où les différents intervenants commencent à s'accuser les uns les autres; Qui a causé ces retards? Qui va assumer la responsabilité? Quelles sont les indemnités à verser? Et qui va supporter les coûts supplémentaires et les compensations financières (Ahmed et al. 2002).

4.4. L'arbitrage

Il est très logique et ne pas du tout surprenant que cet effet vienne en 4^{ème} lieu après les conflits (avec un pourcentage d'occurrence de 42,1%).

Généralement, si les conflits persistent entre les différentes parties du projet, l'engagement des arbitres professionnels compétents sera nécessaire pour trouver un compromis entre les parties prenantes et résoudre les problèmes amicalement avant que la situation va s'aggraver et engendrer des litiges.

4.5. Les litiges

Naturellement cet effet vient en 5^{ème} lieu après l'arbitrage représentant une occurrence de 36,8%. Les parties impliquées dans le projet utilisent les litiges comme un dernier recours pour régler les conflits (Sambasivan et Soon 2007).

Si les conflits ne sont pas réglés amicalement et les arbitres engagés n'arrivent pas à trouver une solution ou un compromis entre les intervenants disputés, le recours aux litiges dans ce cas sera primordial voir crucial. Car les conséquences des actions qui entraînent des litiges sont toujours délétères, le tribunal peut imposer des amendes, des modifications dans les caractéristiques du projet, ou ordonner la terminaison du projet ou d'autres pénalités.

5. Les relations « causes –effets »

Les facteurs qui entraînent des retards dans les projets de construction ont également un effet sur le projet dans son ensemble (Haq et al. 2014).

Dans cette partie nous allons déterminer les principaux facteurs pour les 5 majeurs effets présentés dans la section précédente. Puis, nous allons représenter les relations « causes - effets » utilisant le diagramme d'Ishikawa (appelés aussi *diagramme cause-effet*, *diagramme en arête de poisson* (*fishbone*), ou *diagrammes des 5 M*), (voir figures 19, 20, 21, 22, 23).

Ce diagramme (le diagramme d'Ishikawa) est un outil visuel qui permet d'identifier les causes possible d'un problème (un effet), de les classer et de les hiérarchiser. Il est conçu par Kaoru Ishikawa sous forme d'arête de poisson dont la tête représente le problème à l'étude, la colonne vertébrale représente les causes du problème décrit dans la tête, les grosses arêtes représentent les catégories des causes probable du problème, les petites arêtes représentent les liens de la chaîne de cause-effet qui mène aux causes encore plus profondes du problème à l'étude.

5.1. Les facteurs causant les dépassements de temps

Le dépassement de temps est l'un des effets les plus importants du retard dans le secteur de la construction (Aibinu et Jagboro 2002).

Plusieurs facteurs contribuent aux dépassements de temps parmi ces facteurs : les problèmes financiers (Haseeb et al. 2011; Mansfield, Ugwu, et Doran 1994), le retard de paiement des travaux achevés (Haseeb et al. 2011; Mansfield et al. 1994; Sambasivan et Soon 2007), les

ordres de changements (Haseeb et al. 2011; Wei 2010), la mauvaise gestion des contrats (Mansfield, Ugwu, et Doran. 1994), la mauvaise planification (Mansfield, Ugwu, et Doran. 1994; Sambasivan et Soon 2007), la mauvaise gestion du site (Sambasivan et Soon 2007), le retard dans la révision et l'approbation des documents de conception (Wei 2010), les changements de conditions du site (Mansfield, Ugwu, et Doran. 1994), le manque d'expérience des entrepreneurs en matière de gestion de projets (Sambasivan et Soon 2007), les retards dans les travaux des sous-traitants (Wei 2010), les conflits (Wei 2010), les changements organisationnels (Haseeb et al. 2011).

Comparant ces facteurs avec les tops 10 facteurs du retard présentés dans le chapitre précédent, on trouve que 7/10 causes principales du retard contribuent aux dépassements de temps.

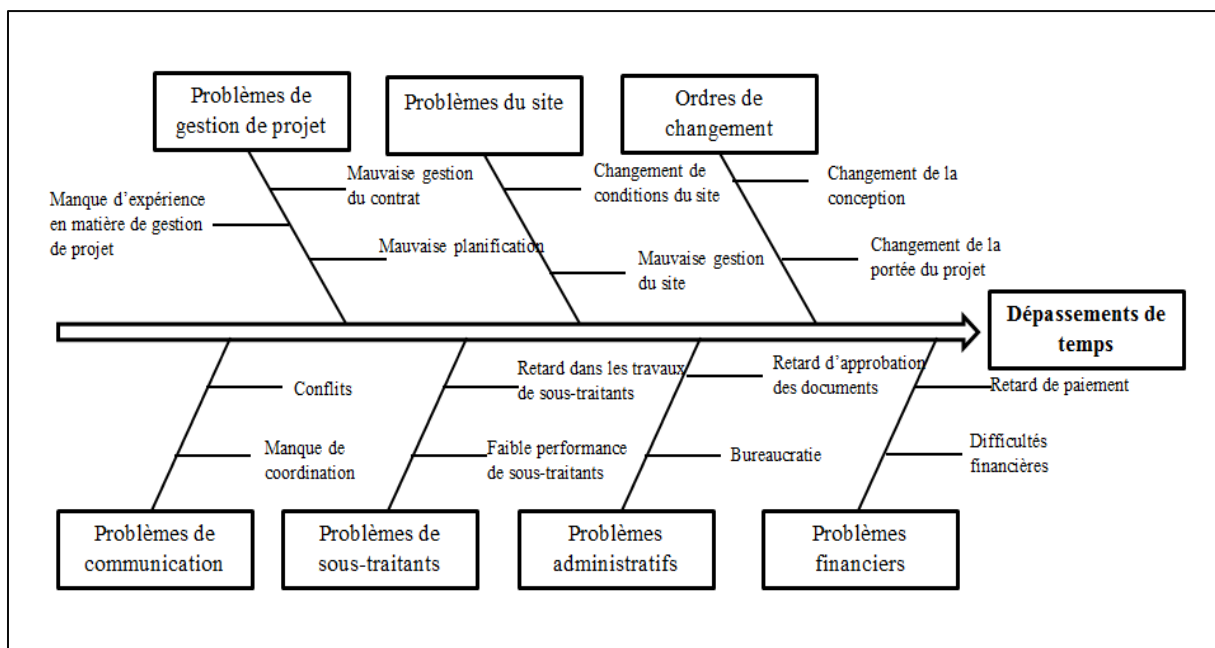


Figure 19. Les facteurs causant les dépassements de temps

(Source : Auteur)

5.2. Les facteurs causant les dépassements de coûts

Lorsqu'un projet est retardé, il sera soit prolongé soit accéléré, le résultat est un dépassement des coûts dans les deux cas (Frimpong, Oluwoye, et Crawford. 2003).

Parmi les facteurs qui entraînent des dépassements de coûts figurent : les dépassements de temps (Abdullah, Azis et Rahman. 2009; Memon, Rahman, et Azis. 2011; Sambasivan et

Soon 2007; Olawale et Sun 2010), les ordres de changement (Abdullah, Azis et Rahman. 2009; Haseeb et al. 2011; Kikwasi 2013; Sambasivan et Soon 2007; Wei 2010), les problèmes de conception (Haseeb et al. 2011; Kikwasi 2013; Memon, Rahman, et Azis. 2011; Wei 2010), les erreurs dans le contrat (Haseeb et al. 2011; Memon, Rahman, et Azis. 2011; Sambasivan et Soon 2007), la durée irréaliste du contrat (Memon, Rahman, et Azis. 2011), le manque d'expérience (Memon, Rahman, et Azis. 2011), les conditions imprévues sur site (Pourrostam et Ismail 2011), la mauvaise gestion et supervision du site (Memon, Rahman, et Azis. 2011), la mauvaise planification et ordonnancement (Memon, Rahman, et Azis. 2011; Wei 2010), la mauvaise communication et coordination (Memon, Rahman, et Azis. 2011; Wei 2010), la mauvaise estimation de quantités (Pourrostam et Ismail 2011), les réclamations contractuelles (Kikwasi 2013), le retard de livraison de matériaux et de matériels (Memon, Rahman, et Azis. 2011; Pourrostam et Ismail 2011).

Comparant ces facteurs avec les tops 10 facteurs du retard (cités dans le chapitre précédent), nous avons pu voir que 6/10 causes principales du retard contribuent aux dépassements de coûts.

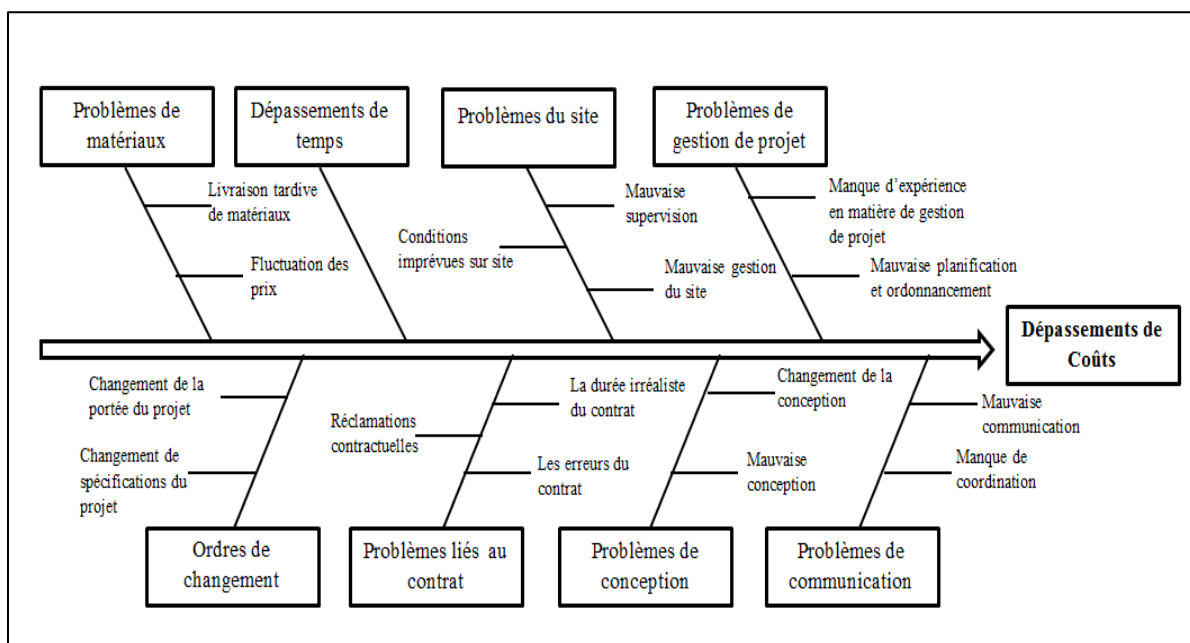


Figure 20. Les facteurs causant les dépassements de coûts

(Source : Auteur)

5.3. Les facteurs causant les conflits

Le conflit est une opposition de deux ou plusieurs personnes qui se heurtent à des idées ou à des opinions divergentes et où les attentes des uns sont souvent en opposition avec les attentes des autres¹.

Le retard de paiement des travaux achevés (Haseeb et al. 2011; Sambasivan et Soon 2007), l'interférence du client (Haseeb et al. 2011; Sambasivan and Soon 2007), les problèmes de voisinage (Haseeb et al. 2011; Sambasivan et Soon 2007), les problèmes de sous-traitants (Haseeb et al. 2011; Sambasivan et Soon 2007), la modification des exigences (Haseeb et al. 2011; Sambasivan et Soon 2007), le manque de communication entre les différentes parties (Haseeb et al. 2011; Sambasivan et Soon 2007), les conditions imprévues du site (Sambasivan et Soon 2007) sont les majeurs facteurs des conflits entre les différentes parties du projet.

De tout cela nous pouvant dire que 4 facteurs majeurs du retard provoquent des conflits dans les projets de construction.

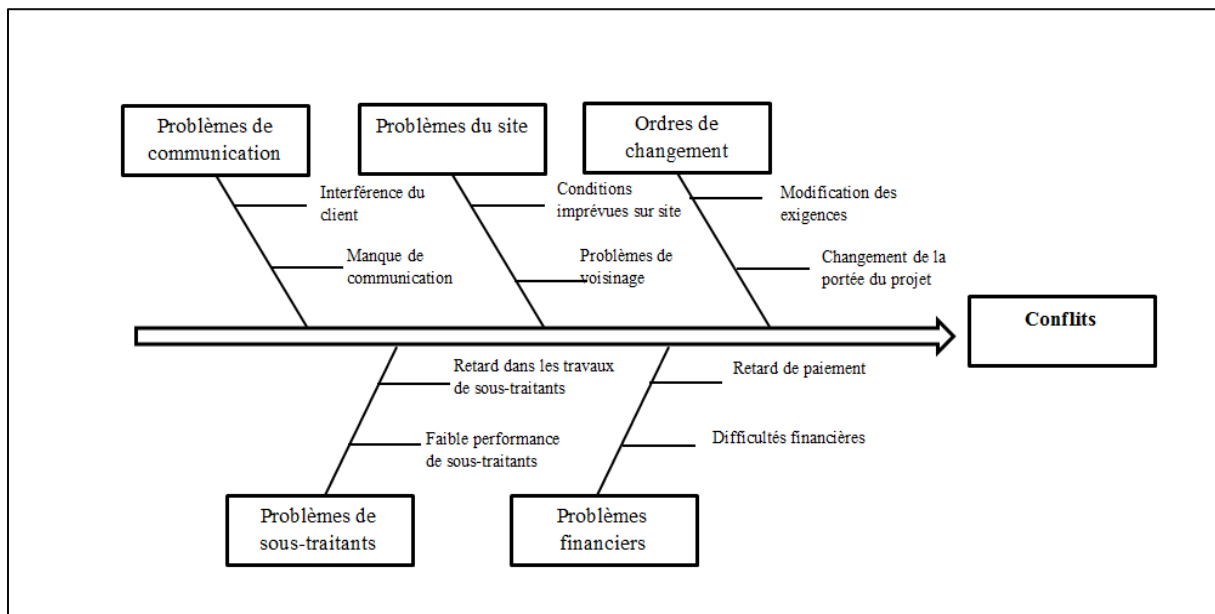


Figure 21. Les facteurs causant les conflits

(Source : Auteur)

5.4. Les facteurs causant l'arbitrage

La mauvaise communication, les problèmes financiers, les dépassements de temps et les conflits sont les principaux facteurs contributeurs à l'arbitrage; cela nous permet de dire que 2/10 causes principales du retard contribuent à l'arbitrage.

¹ Le Guide de pratique professionnelle 24 octobre 2018; travail de l'ingénieur pp.0296.

5.5. Les facteurs causant les Litiges

Les principales causes des litiges sont les retards de paiement des travaux achevés ou en cours, les ordres de modification (Haseeb et al. 2011), et les conflits (Mahamid 2013).

« Les conflits mènent souvent à un processus d'arbitrage par une tierce partie. Si le processus d'arbitrage échoue, il en résulte un litige dans lequel les conflits sont réglés par le tribunal » Mahamid (2013). Il est important de noter que 2/10 causes principales du retard évoquées dans le chapitre précédent engendrent des litiges.

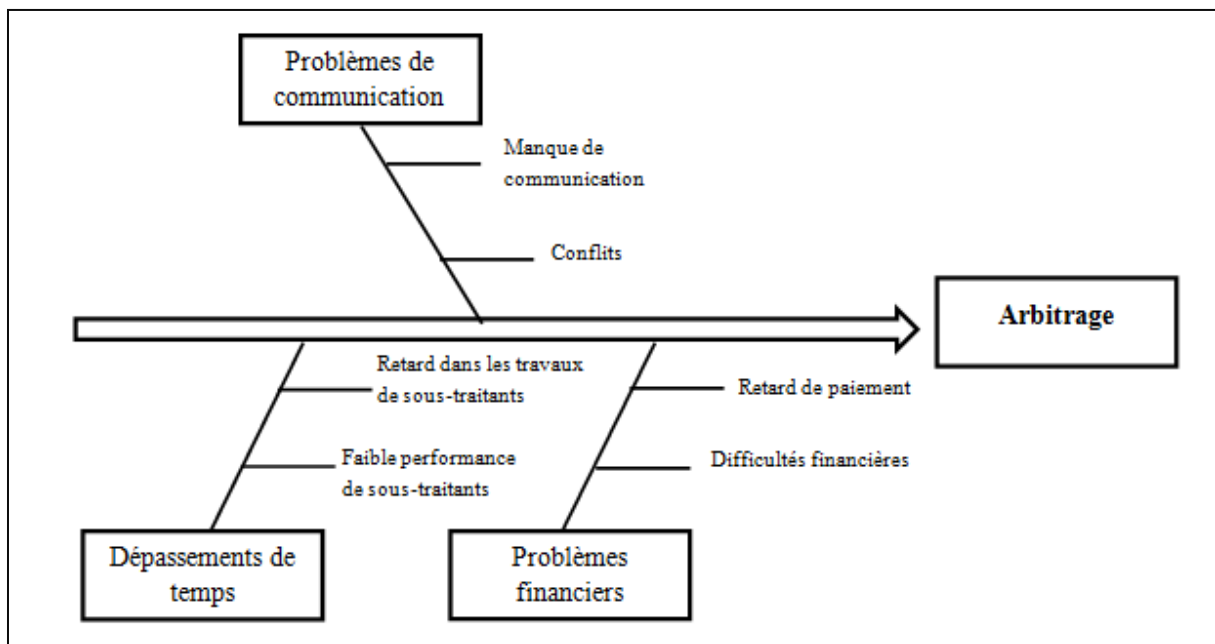


Figure 22. Les facteurs causant l'arbitrage

(Source : Auteur)

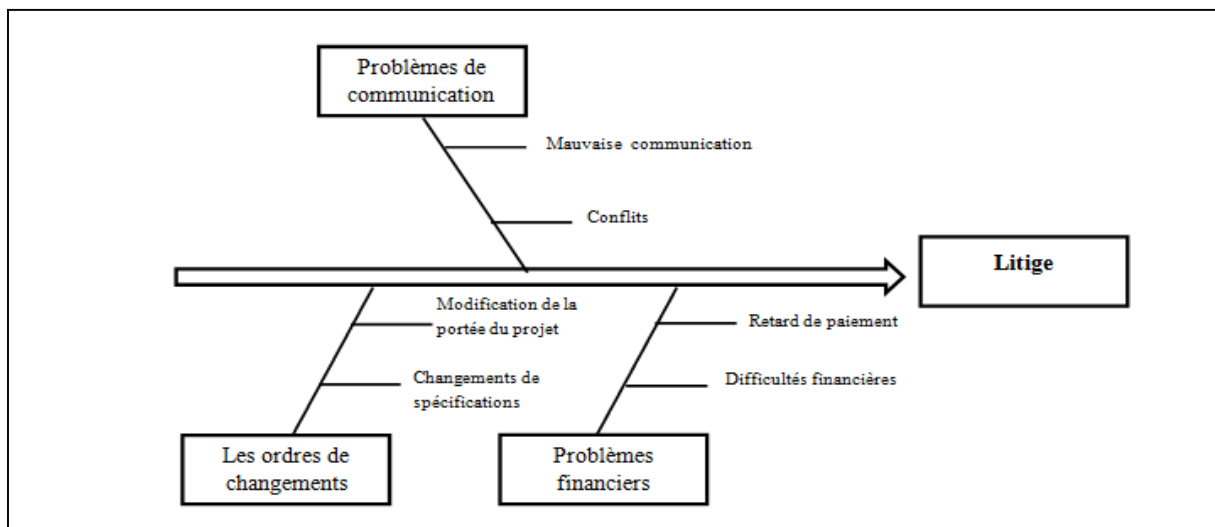


Figure 23. Les facteurs causant les litiges

(Source : Auteur)

6. Conclusion

L'un des plus grands problèmes de la construction de projets est leur fréquent retard. Au terme de ce chapitre nous avons pu identifier les majeurs effets du retard dans les projets de construction à travers le monde à savoir : les dépassements de temps, les dépassements de coûts, les conflits, l'arbitrage, les litiges. Ainsi que les principales techniques utilisées pour le classement de ces effets.

De plus, la relation entre ces effets avec les 10 principaux causes du retard a été étudiée et visualisée utilisant le diagramme d'Ishikawa.

Dans le prochain chapitre, nous essaierons d'analyser la situation Algérienne face aux retards de construction et d'identifier les principaux facteurs à l'origine des retards dans les projets de construction en Algérie.

CHAPITRE 4 : Les facteurs causant les retards dans les projets de construction en Algérie

1. Introduction

Les projets de construction doivent répondre à des objectifs précis, conformément à des exigences spécifiques de coût, de délai et de qualité.

Durant un demi-siècle, l'Algérie qui devait relever le défi de la construction, se devait répondre aux exigences de différents secteurs. Cet intérêt prend plus d'ampleur avec les différents plans de développement.

Cependant, même si la programmation des infrastructures et des bâtiments continue à être importante et que les moyens y sont mis à la disposition, les projets ne sont jamais livrés dans les délais.

Selon qu'annonce *Marc Roussel* « à tout problème qui persiste, il y a une cause qui se cache »; l'identification des facteurs causant les retards dans les projets de construction en Algérie s'avère l'objectif principal de ce chapitre.

2. Identification des facteurs causant les retards dans les projets de construction en Algérie

« Les retards peuvent être évités ou minimisés lorsque leurs causes sont clairement identifiées (Gündüz, Nielsen et Ozdemir. 2013). Pour cette raison, 84 facteurs du retard ont été identifiés à partir des interviews avec des spécialistes dans le domaine de construction et sur la base de la recherche bibliographique, puis catégorisés en 12 groupes (voir tableau 7) : facteurs liés aux problèmes financiers (9 facteurs), facteurs liés aux risques (8 facteurs), facteurs liés aux ressources humaines (4 facteurs), facteurs liés aux approvisionnements et ressources matériels (3 facteurs), facteurs liés à la communication et la coordination (5 facteurs), facteurs administratifs (5 facteurs), facteurs réglementaires (3 facteurs), facteurs liés à la planification et la programmation (5 facteurs), facteurs liés à la maîtrise d'ouvrage (8 facteurs), facteurs liés à la maîtrise d'œuvre (9 facteurs), facteurs liés aux entreprises (19 facteurs), facteurs liés au projet (7 facteurs).

Tableau 7. Les facteurs du retard en Algérie

Code	Les facteurs du retard	Les groupes de facteurs
F1	Difficulté financière	Problèmes financiers
F2	Processus financier	
F3	Financement de l'état	
F4	Mauvaise estimation des charges	
F5	Capacité financière des entreprises	
F6	Fluctuation des prix	
F7	Retard de paiement progressif des situations mensuelles	
F8	L'insuffisance de l'AP initial	
F9	L'absence des spécialistes dans la gestion économique.	
F10	Les intempéries	Risque
F11	La climatologie	
F12	Les obstacles sur le terrain	
F13	Les forces majeures	
F14	Les accidents graves de travail	
F15	Les imprévus sur chantier	
F16	Les risques inattendus	
F17	Manque de main d'œuvre	Ressource humaine
F18	La main d'œuvre non qualifiée	
F19	Mouvement du personnel (entré / sorti)	
F20	Manque de formation	
F21	Perturbations dans les approvisionnements	Ressource matériel et approvisionnement
F22	Manque de matériaux	
F23	Manque de matériels	
F24	L'absence de coordination entre les différents intervenants de projet	Communication et coordination
F25	La mauvaise relation entre les différents intervenants	
F26	Manque de communication	
F27	Manque de coordination entre le chef du projet et l'équipe d'exécution	
F28	Lenteur dans les flux d'informations	
F29	Difficultés administratives (lenteur de la procédure de préparation des dossiers)	Administratif
F30	L'attente d'approbation des plans	
F31	Retard d'approbation des attachements	
F32	Retard de signature du marché	
F33	Le non notification des ODS à temps	
F34	Les retards liés aux autorisations délivrées par l'administration et les organismes indépendants	
F35	Le non-respect de la réglementation	Réglementaire
F36	Problèmes réglementaires (conflits entre les différents intervenants)	
F37	Changement des lois et de règlements gouvernementaux	
F38	La mauvaise planification	Planification et programmation
F39	La durée globale du contrat est très courte	
F40	Le manque global de la planification	
F41	Manque d'un planning prévisionnel avec phasage des tâches	
F42	Mauvaise étude de faisabilité	
F43	Faible productivité	Entreprise
F44	Mauvaise structuration de l'entreprise	
F45	Manque de méthodologie de gestion de projet dans l'entreprise	
F46	La non-qualification des entreprises	

F47	Manque d'expérience des entrepreneurs	
F48	Manque d'expertise en matière de gestion de projet (planification, gestion des risques)	
F49	La mauvaise gestion des ressources humaines	
F50	Mauvaise gestion des moyens matériels	
F51	Mauvaise gestion de site	
F52	Mauvaise organisation de chantier	
F53	La mal organisation de la main d'œuvre	
F54	L'estimation inexacte du matériel	
F55	Le mauvais choix de sous-traitant	
F56	Faible performance des sous-traitants	
F57	Des raisons liées à la gestion de la sous-traitance	
F58	Problème de qualité des travaux sur site	
F59	Les problèmes techniques	
F60	Manque du suivi et du contrôle	
F61	Emploi informel de la main d'œuvre	
F62	L'incompétence de la Maîtrise d'ouvrage	Maîtrise d'ouvrage
F63	Cause organisationnelle et décisionnelle	
F64	Le type d'appel à la concurrence et d'attribution des offres	
F65	Le principe du « moins disant » opéré dans le choix du contractant	
F66	Le fait de ne pas amener l'étude de projet à sa maturation avant le démarrage des travaux de réalisation	
F67	L'insuffisance des études préalable	
F68	Mauvaise supervision	
F69	Mauvaise programmation	
F70	L'incompétence du maître d'œuvre	Maîtrise d'œuvre
F71	Mauvaise conception	
F72	Changement de la conception	
F73	Le non qualification du maître d'œuvre	
F74	La mauvaise estimation quantitative	
F75	Mal gestionnaires de projet et la mauvaise gestion	
F76	Mauvaise gestion de contrat par le maître d'œuvre	
F77	Les études imprécises de projet	
F78	Le degré de complexité de projet	Projet
F79	Modification du contrat de projet	
F80	Travaux supplémentaires	
F81	Les marges consenties trop importantes sur certaines tâches et trop faibles sur d'autres	
F82	La durée insuffisante de la préparation des offres.	
F83	les travaux pour mémoire.	
F84	Problème dans la gestion des interfaces	

(Source : Auteur)

3. Évaluation des retards dans les projets de construction en Algérie

Afin de pouvoir gérer tous types de difficultés ou de changements en matière de délai, et d'assurer le contrôle du temps durant le cycle de vie de projet, une enquête par questionnaire est menée avec des spécialistes dans le domaine de construction (voir annexe A), afin d'avoir

des renseignements sur les causes de retards, les logiciels de planification et l'impact du retard sur les projets. Le questionnaire est divisé en 3 parties :

- La première concernant les informations générales sur les répondants (sexe, âge, position, années d'expérience, organisme du travail).
- La 2^{ème} partie contient des questions sur les projets (le type des projets entrepris par votre organisation, les logiciels utilisés dans la planification de projets, est-ce que vous appliquez des techniques de contrôle du temps, le nombre de projets réalisés, et nombre de projets retardés, la fréquence de retard par rapport à la taille du projet et la durée de projet).
- La 3^{ème} partie est conçue pour l'évaluation des facteurs du retard selon leurs fréquences, gravités et importances, utilisant les indices statistiques (indice de fréquence, indice de gravité et l'indice d'importance).

La question posée pour la fréquence est la suivante : mentionnez la fréquence d'occurrence de chacun de ces facteurs {1= jamais, 2= rarement, 3= parfois, 4= fréquemment, 5= toujours}. Et pour la gravité : mentionnez le degré de gravité de chacun de ces facteurs {1= faible, 2= moyenne, 3= grave, 4= très grave, 5=extrêmement}.

3.1.La taille de l'échantillon

Notre recherche vise à évaluer les facteurs causant les retards dans les projets de construction Algérienne selon le point de vue de 3 parties principales de la construction (MOA, MOE, ETP), cependant il n'est pas possible de faire un recensement de tous les MOA, MOE et ETP de la population en raison de contraintes de temps, de coût et d'accès.

Donc il est nécessaire de choisir un échantillon représentatif de cette population, afin de pouvoir généraliser les résultats de notre étude.

Pour ce faire nous avons choisi les entreprises de construction en Algérie comme population cible, et pour obtenir un échantillon statistiquement représentatif de la population, la formule proposée par Hogg et Tannis 2009 (cité dans Desai and Bhatt 2013) a été utilisée :

$$n = \frac{m}{1 + \frac{m-1}{N}} \dots\dots\dots (1)$$

D'où n , m , et N = la taille de l'échantillon de la population limitée, illimitée, et disponible, respectivement. m est estimé par l'équation (2) :

$$m = \frac{z^2 * p * (1 - p)}{\varepsilon^2} \dots\dots\dots (2)$$

Dont z = la valeur de la statistique pour le niveau de confiance utilisé, c'est-à-dire 2,575; 1,96 et 1,645, pour des niveaux de confiance de 99 %, 95 % et 90 %, respectivement; p = la valeur de la proportion de la population qui est estimée ; et ε = l'erreur d'échantillonnage de l'estimation ponctuelle.

La valeur de p étant inconnue, Sincich et al. (2002) (cité dans Desai and Bhatt 2013) suggèrent d'utiliser une valeur prudente de 0,50 afin d'obtenir une taille d'échantillon au moins égale à celle requise. En utilisant un niveau de confiance de 95%, c'est-à-dire un niveau de signification de 5%, la taille illimitée de l'échantillon de la population, m , est approximée comme suit :

$$m = \frac{1,96^2 * 0,5 * (1 - 0,5)}{(0,1)^2}$$

$$m \approx 96$$

Selon la chambre Algérienne de commerce et d'industrie, le nombre total d'entreprises de construction en Algérie (Bâtiment, travaux publics et hydraulique) N est de 2252 (*Construction et réhabilitation de bâtiments (1389), Travaux publics (378), Etudes et réalisation en génie civil (3), Servitudes (482)*)²), donc la taille d'échantillon représentatif est déterminer comme suit :

$$n = \frac{96}{1 + \frac{96 - 1}{2252}}$$

$$n \approx 93$$

Comme le nombre de réponses ou de questionnaires retournés est généralement inférieur au nombre de questionnaires distribués, il sera mieux de distribuer un nombre supérieur de la taille demandée (c.à.d. plus de 93) pour cela 175 questionnaires ont été distribués.

Le questionnaire est destiné aux 3 parties du projet (maître d'ouvrage, maître d'œuvre, entrepreneur) dans les organisations publiques et privées.

² <http://elmouchir.caci.dz/category/05/>

Les répondants sont des échantillons aléatoires, de 31 maîtres d'ouvrage, 67 maîtres d'œuvre et 77 entreprises. Parmi 175 questionnaires distribués ; 118 (67,43%) questionnaires retournés (voir tableau 8).

Donc, les résultats peuvent être considérés adéquats pour l'analyse, appuyant sur l'affirmation de Moser et Kalton (cité dans Aibinu and Jagboro 2002) « le résultat d'une enquête pourrait être considéré comme biaisé et de faible valeur si le taux de retour était inférieur à 30-40%. »

Tableau 8. Pourcentage des répondants

	Questionnaire distribué	Nombre de répondants	Pourcentage de répondants
MOA	31	22	12,57%
MOE	67	49	28%
ETP	77	47	26,86%
TOT	175	118	67,43%

(Source : Auteur)

3.2.Approche analytique

Le traitement et l'analyse statistique de données collectées s'établi en utilisant IBM SPSS V22, les facteurs causant le retard ont été analysés utilisant les indices statistiques :

- L'indice de fréquence est utilisé pour mesurer la fréquence d'occurrence de chacun des facteurs du retard

$$\text{Indice de fréquence} \quad IF = \frac{\sum an}{5N} \dots\dots\dots (3)$$

Dont: **a** : est un constant qui exprime la pondération donnée à chaque facteur, varie de 1 à 5 (1= jamais, 2= rarement, 3= parfois, 4= fréquemment, 5= toujours) ; **n** : la fréquence de réponse ; **N** : le nombre total de répondants ou de réponses

- L'indice de gravité est utilisé pour mesurer le degré de gravité de chacun des facteurs du retard

$$\text{Indice de gravité} \quad IG = \frac{\sum an}{5N} \dots\dots\dots (4)$$

Dont: **a** : est un constant qui exprime la pondération donnée à chaque facteur, varie de 1 à 5 (1= Faible, 2= moyenne, 3= grave, 4= très grave, 5= extrêmement grave) ; **n** : la fréquence de réponse ; **N** : le nombre total de répondants ou de réponses

- L'indice d'importance est le produit de fréquence et de gravité, il est utilisé pour évaluer l'importance relative de chaque facteur du retard

$$\text{Indice d'importance} \quad \text{IIMP} = \text{IF} * \text{IG} \dots\dots\dots (5)$$

3.3.Discussion et résultats

3.3.1. Profils des répondants

Les 118 répondants du questionnaire comprennent : 22 maîtres d'ouvrage, 49 maîtres d'œuvre et 47 entreprises.

La majorité des répondants (63,6%) appartiennent à la classe d'âge entre 25 et 40 ans. Et la plus part des répondants (38,1%) ont une expérience de 5 à 10 ans. Le tableau 9 résume le statut des répondants.

Tableau 9. Profils des répondants

Description		Fréquence	Pourcentage
Sexe	Homme	59	50%
	Femme	59	50%
	TOT	118	100%
Age	[20- 25 ans]	18	15,2%
	[25- 40 ans]	75	63,6%
	Plus de 40 ans	25	21,2%
	TOT	118	100%
Position	Architecte	53	49%
	Ingénieur GC	19	16,1%
	Urbaniste	12	10,2
	Manager de projet	7	5,9%
	Chef de projet	6	5,1%
	Chef de chantier	4	3,4%
	Entrepreneur	7	5,9%
	Métreur vérificateur	2	1,7%
	Directeur de réalisation	3	2,5%
	Superviseur travaux	2	1,7%
	Gérant de BET	3	2,5%
	TOT	118	100%
Années d'expérience	Moins de 5ans	36	30,5%
	[5- 10ans]	45	38,1%
	[10- 15ans]	19	16,1%
	Plus de 15 ans	18	15,3%
	TOT	118	100%
Organisme	MOA	22	18,6%
	MOE	49	41,5%
	ETP	47	39,8%
	TOT	118	100%

(Source: Auteur)

3.3.2. Les retards dans les projets de construction en Algérie

Les résultats montrent que parmi 1815 projets réalisés, 1112 (62%) projets ont connu des dépassements de délai, ainsi, la majorité écrasante des répondants (57%) indiquent que les retards se trouvent dans tous les types de projet peu importe s'il s'agit d'un projet important ou de taille plus modeste (figure 24).

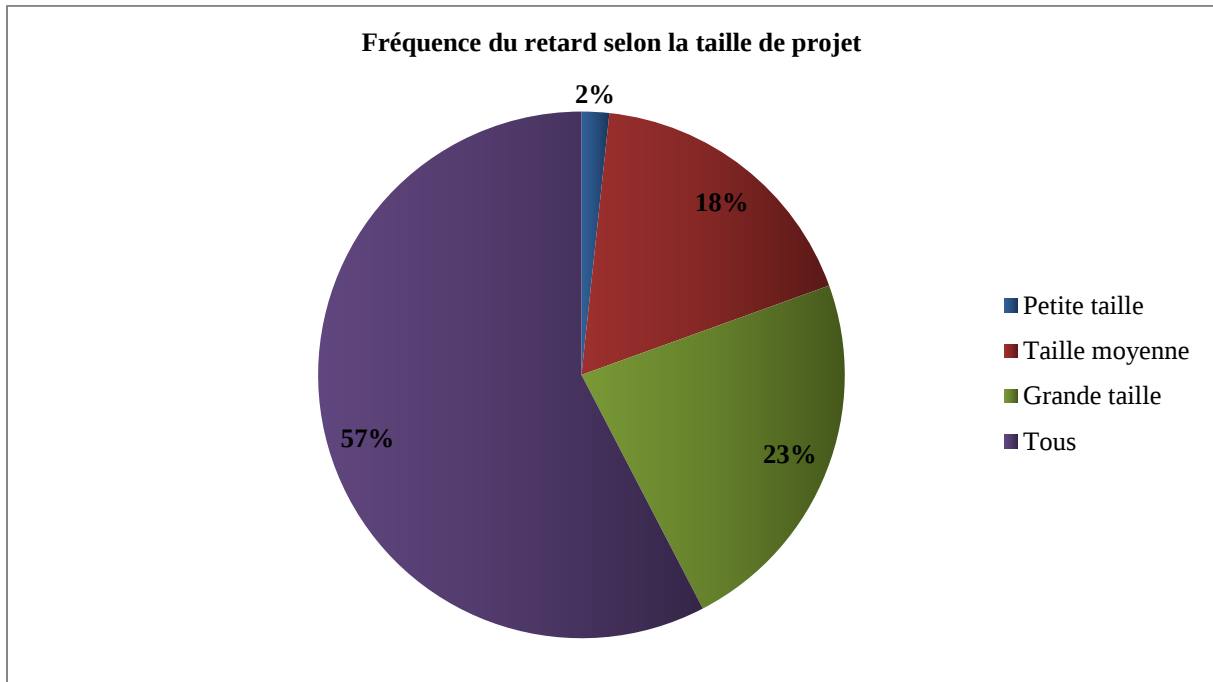


Figure 24. Fréquence du retard selon la taille de projet

(Source : Auteur)

En revanche, 53% des répondants affirment que les retards ne sont pas liés à la longueur de la durée initiale, par contre 17% des répondants indiquent que les retards se trouvent plus fréquent dans les projets de moyenne durée, ainsi une part égal des répondants (15%) disent que les retards se trouvent plus fréquent dans les projets de courte et de longue durée (figure 25).

Aussi, l'enquête révèle que le logiciel le plus utilisé dans la planification de projet, c'est l'Excel avec 74%, puis Microsoft Project avec 21% et Primavera en dernier avec seulement 5% (figure 26).

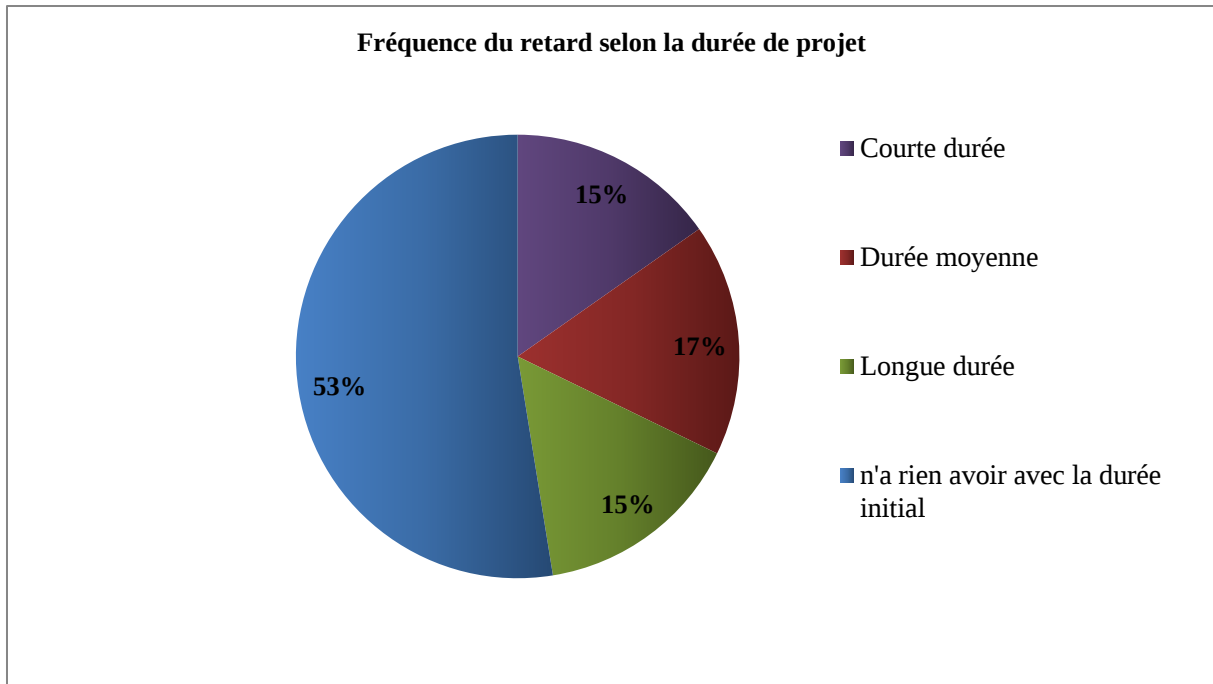


Figure 25. Fréquence du retard selon la durée de projet

(Source : Auteur)

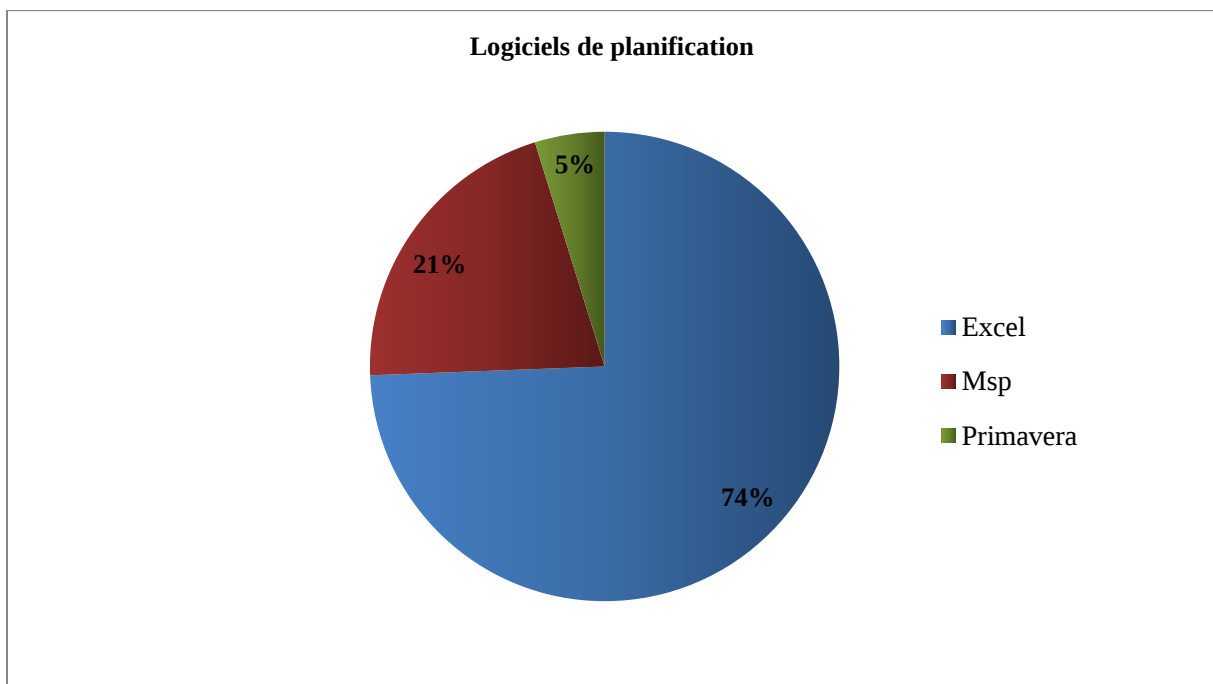


Figure 26. Les logiciels de planification

(Source : Auteur)

3.3.3. Fiabilité du questionnaire

Alpha Cronbach, a été mesuré pour tester la fiabilité du questionnaire et déterminer la cohérence interne de 168 éléments.

Selon Santos and Reynaldo (1999), « une valeur alpha de Cronbach supérieure à 0,7 implique que l'instrument est acceptable ». Donc les résultats trouvés (voir tableau 10) sont souhaitables ($\alpha=0,974$) ce qui garantit qu'il y a une cohérence interne entre les questions posées du même axe.

Tableau 10. Fiabilité du questionnaire

Statistiques de fiabilité	
Alpha de Cronbach	Nombre d'éléments
0,974	168

(Source : Auteur)

3.3.4. Évaluation des facteurs du retard

3.3.4.1. Fréquence des facteurs du retard

Le classement des facteurs selon leurs fréquences est établi utilisant l'indice de fréquence (tableau 11) ; le facteur le plus fréquent selon le point de vue commun des différents intervenants est « l'insuffisance des études préalables » avec un indice de fréquence de 3,64 ; ce facteur a été également classé en premier par le MOA avec IF=4 ; par contre, l'ETP a classé « les difficultés administratives (lenteur de la procédure de préparation des dossiers) » en premier avec IF=3,47 ; ainsi le facteur le plus fréquent selon le MOE c'est « les causes organisationnelles et décisionnelles » avec IF=3,76 (voir figure 27).

Les 10 facteurs les plus fréquents selon les 3 parties sont:

- 1- L'insuffisance des études préalables
- 2- Les difficultés administratives (lenteur de la procédure de préparation des dossiers)
- 3- L'absence de coordination entre les différents intervenants
- 4- Les travaux supplémentaires
- 5- La mauvaise estimation quantitative
- 6- Le fait de ne pas amener l'étude de projet à sa maturation avant le démarrage des travaux de réalisation
- 7- La mauvaise relation entre les différents intervenants
- 8- Des causes organisationnelles et décisionnelles
- 9- Le manque d'expertise en matière de gestion de projet (planification, gestion des risques)
- 10- Le retard de paiement progressif des situations mensuelles

Tableau 11. Fréquence des facteurs causant les retards

Facteur	Tous		MOA		MOE		ETP	
	Rang	IF	Rang	IF	Rang	IF	Rang	IF
F1	16	3,32	16	3,41	21	3,39	10	3,21
F2	63	3,21	63	2,86	15	3,47	23	3,11
F3	76	3,05	76	2,73	17	3,45	68	2,79
F4	24	3,32	4	3,27	2	3,73	49	2,91
F5	39	3,10	39	3,14	27	3,33	58	2,85
F6	33	3,01	33	3,18	55	3,00	47	2,94
F7	73	3,36	73	2,77	4	3,61	4	3,36
F8	28	3,13	28	3,23	42	3,18	34	3,02
F9	9	3,03	9	3,59	67	2,84	40	2,98
F10	64	2,95	64	2,86	53	3,08	59	2,85
F11	60	2,74	60	2,86	71	2,82	78	2,60
F12	74	2,92	74	2,77	46	3,14	69	2,77
F13	80	2,61	80	2,55	78	2,57	73	2,68
F14	84	2,19	84	1,91	84	2,18	83	2,32
F15	72	2,64	72	2,77	70	2,82	82	2,38
F16	82	2,65	82	2,36	64	2,92	80	2,51
F17	71	2,69	71	2,82	63	2,88	81	2,45
F18	19	3,23	19	3,41	28	3,33	52	3,04
F19	30	3,14	30	3,23	30	3,31	31	2,91
F20	53	3,19	53	2,95	14	3,47	37	3,02
F21	59	3,01	59	2,91	34	3,22	63	2,83
F22	43	2,92	43	3,09	69	2,82	46	2,94
F23	70	2,76	70	2,82	76	2,67	61	2,83
F24	8	3,42	8	3,59	5	3,61	20	3,15
F25	14	3,40	14	3,45	8	3,51	7	3,26
F26	21	3,14	21	3,36	68	2,84	5	3,34
F27	65	2,71	65	2,82	74	2,76	76	2,62
F28	34	2,94	34	3,18	64	2,92	60	2,85
F29	6	3,55	6	3,64	6	3,59	1	3,47
F30	10	3,14	10	3,55	77	3,14	45	2,96
F31	69	3,22	69	2,82	13	3,47	18	3,15
F32	20	3,29	20	3,36	23	3,35	13	3,19
F33	37	3,27	37	3,14	29	3,33	6	3,28
F34	36	3,19	36	3,14	39	3,20	12	3,21
F35	81	2,70	81	2,41	75	2,73	66	2,81
F36	75	2,92	75	2,73	56	2,98	48	2,94
F37	83	2,34	83	2,27	82	2,41	84	2,30
F38	15	3,24	15	3,45	27	3,33	30	3,04
F39	51	2,94	51	3,00	57	2,98	56	2,87
F40	5	3,13	5	3,64	54	3,02	39	3,00
F41	7	3,35	7	3,59	7	3,53	29	3,04
F42	13	3,09	13	3,45	50	3,08	44	2,94
F43	18	3,19	18	3,41	47	3,14	22	3,13

CHAPITRE 4: Les facteurs causant les retards dans les projets de construction en Algérie

F44	57	2,99	57	2,95	54	3,06	45	2,94
F45	35	3,21	35	3,18	22	3,37	27	3,06
F46	47	2,89	47	3,05	45	3,16	79	2,53
F47	68	2,96	68	2,82	44	3,16	64	2,81
F48	12	3,36	12	3,45	9	3,51	17	3,15
F49	11	3,24	11	3,50	36	3,22	21	3,13
F50	32	3,05	32	3,23	53	3,06	42	2,96
F51	41	2,96	41	3,14	38	3,22	77	2,60
F52	50	3,16	50	3,00	10	3,51	57	2,87
F53	42	3,18	42	3,09	16	3,47	54	2,91
F54	31	3,07	31	3,23	33	3,27	57	2,79
F55	40	3,11	40	3,14	40	3,20	38	3,00
F56	45	3,08	45	3,05	49	3,12	26	3,06
F57	67	3,03	67	2,82	43	3,16	36	3,00
F58	17	3,25	17	3,41	26	3,33	25	3,09
F59	27	3,34	27	3,23	11	3,49	9	3,23
F60	38	3,21	38	3,14	35	3,22	8	3,23
F61	71	3,11	77	2,73	21	3,37	33	3,02
F62	49	3,22	49	3,00	26	3,33	11	3,21
F63	29	3,36	29	3,23	1	3,76	32	3,02
F64	78	2,89	78	2,59	66	2,88	28	3,04
F65	52	3,19	52	3,00	32	3,31	16	3,17
F66	3	3,40	3	3,82	18	3,41	14	3,19
F67	1	3,64	1	4,00	3	3,71	3	3,38
F68	22	3,29	22	3,32	20	3,39	15	3,17
F69	25	3,20	25	3,27	37	3,22	19	3,15
F70	23	2,93	23	3,27	60	2,96	70	2,74
F71	62	2,62	62	2,86	83	2,41	72	2,72
F72	55	2,96	55	2,95	59	2,96	41	2,96
F73	54	2,72	54	2,95	77	2,59	71	2,74
F74	2	3,41	2	3,91	12	3,49	24	3,09
F75	26	3,04	26	3,27	58	2,98	37	3,00
F76	56	2,77	56	2,95	72	2,78	74	2,68
F77	48	2,74	48	3,05	80	2,51	62	2,83
F78	46	2,87	46	3,05	73	2,76	53	2,91
F79	66	2,69	66	2,82	79	2,51	65	2,81
F80	4	3,42	4	3,68	31	3,31	2	3,43
F81	79	2,85	79	2,55	62	2,94	55	2,89
F82	44	3,06	44	3,09	41	3,18	51	2,91
F83	61	2,62	61	2,86	81	2,47	75	2,66
F84	58	2,93	58	2,91	61	2,96	50	2,91

*MOA : Maître d’ouvrage, *MOE : Maître d’œuvre, *ETP : Entrepreneur

(Source : Auteur)

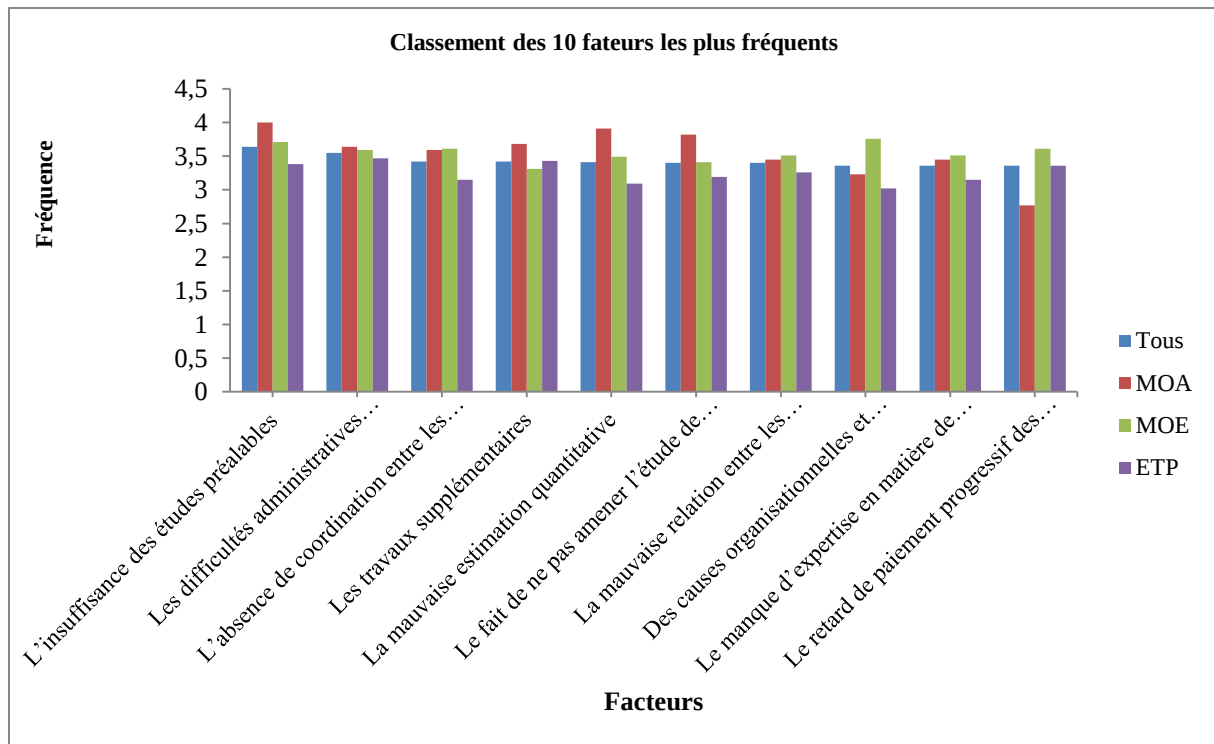


Figure 27. Classement des 10 facteurs du retard les plus fréquents en Algérie

(Source : Auteur)

3.3.4.2.Gravité des facteurs du retard

Le classement des facteurs selon leurs gravités est fait utilisant l'indice de gravité (voir tableau 12); les résultats montrent que « *les mauvais gestionnaires de projets et la mauvaise gestion.* » est le facteur les plus graves selon les 3 parties avec un indice de gravité de 3,16 ; cependant, « *le manque d'un planning prévisionnel avec phasage des tâches* » est le facteur le plus grave d'après le MOA avec IG=4,23; par ailleurs, le MOE a classé « *l'incompétence de la maîtrise d'ouvrage* » en premier avec IG=3,41 ; ainsi, l'ETP voit que « *L'emploi informel de la main d'œuvre* » est le facteur le plus grave avec IG=3,19 (voir figure 28).

Les 10 facteurs les plus graves selon les 3 parties sont :

- 1- Les mauvais gestionnaires de projets et la mauvaise gestion.
- 2- La mauvaise gestion des ressources humaines
- 3- Le manque d'expertise en matière de gestion de projet (planification, gestion des risques)
- 4- La mauvaise supervision
- 5- La mauvaise étude de faisabilité
- 6- L'incompétence de la maîtrise d'ouvrage
- 7- La mauvaise gestion des contrats par le maître d'œuvre

8- La faible productivité

9- La non-qualification des entreprises

10- Des causes organisationnelles et décisionnelles

Tableau 12. Gravité des facteurs causant les retards

Facteur	Tous		MOA		MOE		ETP	
	IG	Rang	IG	Rang	IG	Rang	IG	Rang
F1	35	2,79	32	2,64	30	2,77	40	2,89
F2	48	2,70	69	2,23	28	2,78	47	2,85
F3	68	2,53	74	2,14	52	2,63	70	2,62
F4	27	2,83	39	2,55	31	2,76	12	3,04
F5	32	2,81	37	2,55	23	2,88	49	2,85
F6	72	2,47	63	2,27	81	2,27	58	2,79
F7	50	2,70	72	2,18	25	2,84	52	2,81
F8	37	2,79	20	2,77	38	2,69	34	2,89
F9	53	2,69	11	2,95	68	2,47	51	2,81
F10	80	2,29	81	1,95	80	2,35	80	2,38
F11	84	1,96	84	1,68	83	2,12	84	1,91
F12	82	2,25	79	2,00	75	2,41	82	2,19
F13	78	2,32	83	1,95	73	2,41	79	2,40
F14	83	1,96	80	1,95	84	1,76	83	2,17
F15	79	2,29	82	1,95	82	2,27	77	2,47
F16	18	2,92	28	2,66	5	3,19	62	2,77
F17	77	2,37	77	2,05	69	2,45	78	2,45
F18	70	2,53	54	2,45	77	2,39	66	2,70
F19	40	2,77	19	2,77	47	2,65	41	2,89
F20	58	2,67	50	2,50	24	2,85	75	2,55
F21	45	2,73	53	2,45	37	2,71	45	2,87
F22	60	2,62	60	2,36	61	2,57	57	2,79
F23	44	2,73	55	2,45	46	2,65	27	2,94
F24	57	2,67	57	2,41	60	2,57	39	2,89
F25	21	2,92	33	2,59	19	2,96	18	3,02
F26	22	2,86	16	2,86	40	2,69	15	3,04
F27	33	2,80	38	2,55	44	2,65	9	3,06
F28	42	2,73	71	2,18	36	2,71	21	3,00
F29	63	2,58	68	2,23	67	2,50	50	2,83
F30	25	2,84	43	2,50	34	2,73	4	3,11
F31	56	2,67	59	2,41	31	2,57	37	2,89
F32	66	2,57	73	2,14	43	2,67	67	2,66
F33	67	2,56	67	2,23	51	2,63	68	2,64
F34	74	2,46	75	2,14	79	2,35	65	2,72
F35	59	2,64	70	2,18	53	2,61	36	2,89
F36	65	2,57	45	2,50	72	2,43	64	2,74
F37	49	2,70	44	2,50	57	2,59	30	2,91
F38	81	2,27	76	2,09	74	2,41	81	2,21
F39	14	2,99	10	3,00	13	3,06	29	2,91
F40	73	2,47	66	2,23	70	2,45	72	2,60
F41	24	2,85	15	2,86	32	2,73	25	2,96
F42	5	3,04	7	3,14	16	3,02	16	3,02

CHAPITRE 4: Les facteurs causant les retards dans les projets de construction en Algérie

F43	8	3,02	3	3,19	10	3,06	38	2,89
F44	36	2,79	12	2,95	35	2,71	56	2,79
F45	23	2,86	56	2,45	14	3,04	48	2,85
F46	9	3,02	42	2,55	3	3,24	20	3,00
F47	17	2,94	49	2,50	8	3,10	23	2,98
F48	3	3,09	27	2,68	2	3,29	6	3,09
F49	2	3,14	8	3,05	4	3,20	3	3,11
F50	29	2,82	17	2,86	45	2,65	22	2,98
F51	47	2,71	29	2,64	56	2,59	44	2,87
F52	51	2,70	48	2,50	33	2,73	61	2,77
F53	31	2,81	41	2,55	20	2,96	55	2,79
F54	34	2,80	36	2,59	26	2,84	46	2,85
F55	54	2,69	21	2,73	62	2,57	54	2,79
F56	12	3,02	35	2,59	7	3,12	5	3,11
F57	19	2,92	40	2,55	9	3,10	33	2,91
F58	30	2,81	51	2,45	18	3,00	59	2,79
F59	20	2,92	31	2,64	15	3,04	32	2,91
F60	26	2,84	22	2,73	29	2,78	26	2,96
F61	15	2,94	9	3,00	42	2,67	1	3,19
F62	6	3,04	52	2,45	1	3,41	28	2,94
F63	10	3,02	47	2,50	6	3,18	8	3,09
F64	13	3,00	18	2,77	12	3,06	11	3,04
F65	76	2,44	78	2,00	66	2,51	73	2,57
F66	38	2,78	30	2,64	41	2,67	24	2,96
F67	16	2,94	5	3,18	50	2,63	2	3,15
F68	4	3,07	1	3,41	21	2,94	10	3,04
F69	28	2,82	14	2,91	58	2,57	13	3,04
F70	11	3,02	4	3,18	22	2,92	14	3,04
F71	39	2,78	26	2,68	55	2,59	17	3,02
F72	52	2,69	34	2,59	63	2,55	35	2,89
F73	46	2,72	62	2,36	39	2,69	31	2,91
F74	55	2,69	24	2,68	48	2,63	63	2,74
F75	1	3,16	1	3,55	11	3,06	7	3,09
F76	7	3,03	6	3,14	17	3,00	19	3,02
F77	41	2,76	23	2,68	27	2,78	53	2,79
F78	43	2,73	13	2,91	65	2,51	42	2,87
F79	71	2,51	65	2,27	78	2,37	60	2,77
F80	64	2,58	64	2,27	71	2,43	43	2,87
F81	61	2,61	25	2,68	54	2,59	71	2,60
F82	62	2,58	58	2,41	49	2,63	69	2,62
F83	69	2,53	46	2,50	64	2,51	74	2,55
F84	75	2,44	61	2,36	76	2,39	76	2,53

*MOA : Maître d'ouvrage, *MOE : Maître d'œuvre, *ETP : Entrepreneur

(Source : Auteur)

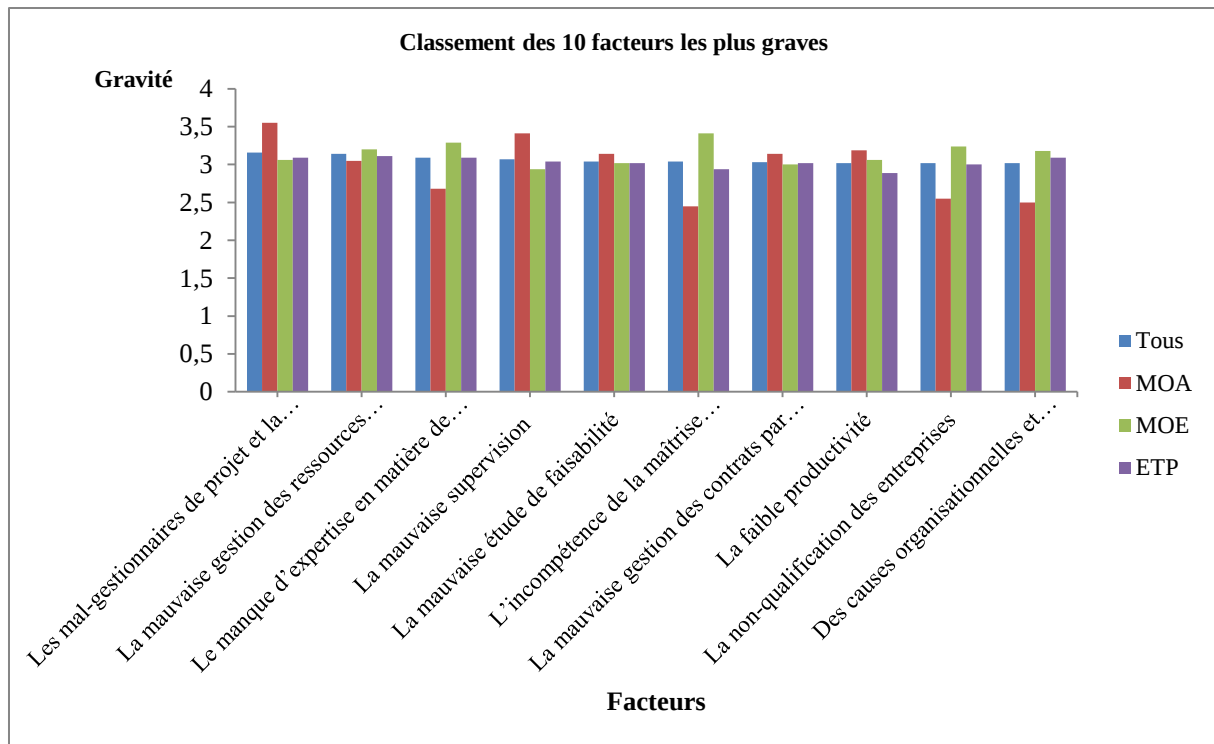


Figure 28. Classement des 10 facteurs du retard les plus graves en Algérie

(Source : Auteur)

3.3.4.3.Importance des facteurs du retard

Le classement des facteurs les plus importants est établi selon l'indice d'importance qui est le produit de fréquence et de gravité (voir tableau 13); les 10 facteurs les plus importants sont (voir figure 29):

3.3.4.3.1. L'insuffisance des études préalables

L'insuffisance des études préalables (maîtrise d'ouvrage) ; est le facteur le plus important mais également le plus fréquent avec un indice d'importance de 11,7 et un indice de fréquence de 3,64.

Les études préalables sont décisives pour la réussite de projet car, au niveau de ces dernières, le maître d'ouvrage doit identifier les besoins et les objectifs, examiner la faisabilité et l'opportunité de l'opération sous tous les angles, pour arriver à une définition précise des objectifs et une formulation claire de la demande. Un manque dans ces études va conduire à des problèmes inévitables, donc il est nécessaire d'investir plus de temps dans la définition des objectifs du projet et les exigences fonctionnelles et techniques.

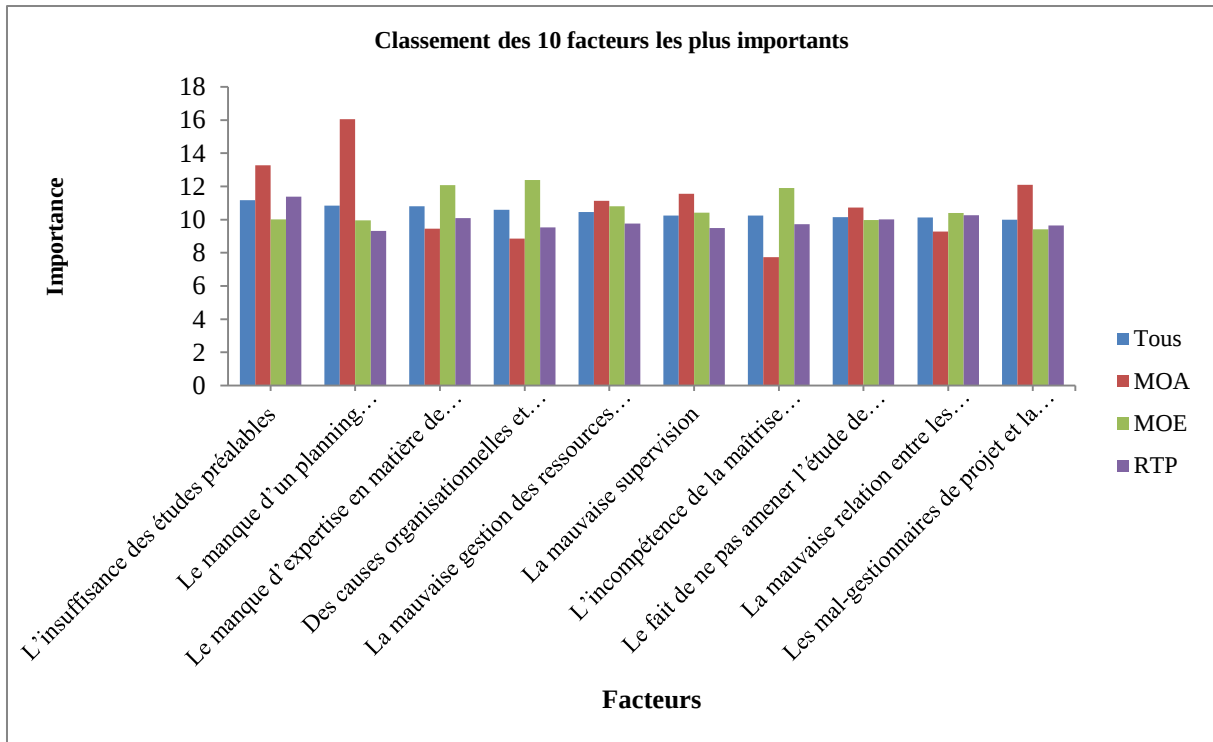


Figure 29. Classement des 10 facteurs du retard les plus importants en Algérie

(Source : Auteur)

3.3.4.3.2. Le manque d'un planning prévisionnel avec phasage des tâches

Le manque d'un planning prévisionnel avec phasage des tâches (planification et programmation); est classé le deuxième avec IIMPR=10,84; la planification c'est l'activité qui consiste à déterminer les objectifs du projet et les tâches nécessaires à la réalisation de ces objectifs, à ordonnancer les tâches, à estimer leurs charges, et à déterminer les profils nécessaires à leur réalisation.

Dans la majorité des projets la planification se fait d'une façon arbitraire sans prendre en considération la disponibilité de ressources et sans définition précise des tâches cela est dû au manque d'expérience en matière de planification, à l'absence de spécialistes et de planificateurs dans les entreprises, mais aussi aux logiciels utilisés dans la planification, (74% des répondants utilisent l'Excel pour faire des plannings Gantt barre négligeant deux aspects primordiaux ; les ressources et les liaisons entre tâches).

3.3.4.3.3. *Le manque d'expertise en matière de gestion de projet*

Le manque d'expertise en matière de gestion de projet (entreprise); est le 3^{ème} facteur avec IIMP=10,80. Selon le guide PMBOK (2017), la gestion de projet est l'application des connaissances, d'expertise, d'outils et de techniques de planification, d'organisation et de contrôle des activités et des ressources afin de satisfaire les exigences et les attentes des intervenants ayant un intérêt dans le projet .

De plus, elle permet aux organisations d'exécuter des projets de manière efficace. L'absence des managers et le manque d'expertise dans la gestion de projet, va conduire à la non atteinte des objectifs et aux retards dans l'exécution et la livraison du projet.

3.3.4.3.4. *Des causes organisationnelles et décisionnelles*

Les causes organisationnelles et décisionnelles (maîtrise d'ouvrage); est le quatrième facteur avec IIMP=10,59; l'organisation de la communication, la répartition des tâches et la définition des rôles et des responsabilités, la structuration et la coordination des individus, sont nécessaires pour créer des bonnes conditions de travail, améliorer les performances et faciliter la prise des décisions; ainsi la concertation et l'implication des différents intervenants dans la prise de décision, l'analyse et l'évaluation des alternatives sont envisageables pour une meilleure décision ; qui respecte le coût, le délai prévu et la qualité envisagée.

3.3.4.3.5. *La mauvaise gestion des ressources humaines*

La mauvaise gestion des ressources humaines ; est le 5^{ème} facteur important avec IIMP= 10,45; l'aspect humaine est le capital de l'entreprise ; la gestion des ressources humaines comprend le processus d'organisation, de direction et de planification des ressources nécessaire à la bonne exécution de projet, une mauvaise gestion des ressources humaines va conduire au manque de performance, faible productivité et aux retards d'exécution.

3.3.4.3.6. *La mauvaise supervision*

La mauvaise supervision (maîtrise d'ouvrage), classé le 6^{ème}; l'objectif de la supervision est d'avoir une vision globale du projet permettant de vérifier son avancement et son adéquation avec les objectifs planifiés en terme de coût, de délai et de qualité ; ainsi d'analyser tous types de problèmes ou de changements et prendre les décisions de recadrage nécessaire.

Une mauvaise supervision va générer de nombreux problèmes dans la gestion de projet, notamment la gestion de délais.

3.3.4.3.7. L'incompétence de la maîtrise d'ouvrage

L'incompétence de la maîtrise d'ouvrage (maîtrise d'ouvrage), le 7^{ème} facteur important; le MOA est le responsable principal de l'ouvrage, il lui appartient, après s'être assuré de la faisabilité et de l'opportunité de l'opération envisagée, d'en déterminer la localisation, d'en définir le programme, d'en arrêter l'enveloppe financière prévisionnelle, d'en assurer le financement, de choisir le processus selon lequel l'ouvrage sera réalisé et de conclure, avec les maîtres d'œuvre et entrepreneurs qu'il choisit, les contrats ayant pour objet les études et l'exécution des travaux³. L'incompétence de la MOA constitue un obstacle dans l'avancement de travaux et une paralysie dans la gestion de projet, cette incompétence est liée à plusieurs causes, à savoir le manque d'expérience, l'instabilité d'avis, l'incapacité de visualiser les choses, la difficulté de communication.

3.3.4.3.8. Le fait de ne pas amener l'étude de projet à sa maturation avant le démarrage des travaux de réalisation

Le fait de ne pas amener l'étude de projet à sa maturation avant le démarrage des travaux de réalisation (maîtrise d'ouvrage), le 8^{ème} facteur ; la maturation de projet constitue le processus conduisant au lancement de projet, ce processus prend en compte les phases d'idée de projet, d'esquisse et d'étude de faisabilité, de préparation à la réalisation et le mode d'exploitation de projet. Le lancement de projet avant l'atteinte de la suffisante maturation va conduire aux problèmes lors de sa réalisation.

3.3.4.3.9. La mauvaise relation entre les différents intervenants

La mauvaise relation entre les différents intervenants (Communication et coordination), classé le 9^{ème} facteur. L'un des axes principaux de succès des projets est de réussir à coordonner et à faire collaborer efficacement l'ensemble des équipes et des intervenants des projets. Une mauvaise coordination et communication va mener aux conflits entre les différents intervenants, lenteur de flux d'information, et aux retards d'exécution.

3.3.4.3.10. Les mauvais gestionnaires de projets et la mauvaise gestion.

³ Loi n° 85-704 du 12 juillet 1985 relative à la maîtrise d'ouvrage publique

CHAPITRE 4: Les facteurs causant les retards dans les projets de construction en Algérie

Les mauvais gestionnaires de projets et la mauvaise gestion. (Maîtrise d'œuvre), classé le 10^{ème}; la gestion de projet exige un ensemble de compétences très particulières.

Le gestionnaire de projet doit constamment avoir une vue d'ensemble du projet afin de pouvoir coordonner et maîtriser chaque tâche, et de s'assurer que l'ensemble des tâches aboutissent au moment opportun. Ainsi, Il doit être capable de piloter le processus, d'engager et de savoir gérer les ressources (humaines, financières, matérielles), de coordonner tous les acteurs concernés par le projet, de communiquer et de diffuser les informations nécessaires et utiles, de dynamiser l'équipe de réalisation, de déléguer des tâches, et de s'assurer que le projet suit la bonne voie. Un mal gestionnaire va conduire à une mauvaise gestion et donc, mauvaise conditions de travail, conflits entre les intervenants et la non-atteinte des objectifs.

Tableau 13. Importance des facteurs causant les retards

Facteur	Tous		MOA		MOE		ETP	
	Rang	IIMP	Rang	IIMP	Rang	IIMP	Rang	IIMP
F1	13	9,80	15	9,94	23	9,94	13	9,68
F2	35	9,03	69	9,78	26	9,78	25	9,32
F3	57	8,14	74	9,10	37	9,10	66	8,02
F4	15	9,78	26	10,51	9	10,51	22	9,40
F5	29	9,19	39	9,98	19	9,98	43	8,70
F6	65	7,81	57	7,00	75	7,00	39	8,85
F7	21	9,36	78	10,41	10	10,41	9	9,85
F8	26	9,25	16	9,16	35	9,16	28	9,23
F9	46	8,75	5	7,39	66	7,39	40	8,83
F10	75	7,27	79	7,80	63	7,80	73	7,43
F11	83	5,91	83	6,69	78	6,69	83	5,36
F12	77	6,86	77	7,84	62	7,84	82	6,28
F13	81	6,38	82	6,27	83	6,27	78	6,96
F14	84	4,40	84	3,94	84	3,94	84	5,26
F15	82	6,22	75	6,49	79	6,49	82	5,96
F16	54	8,31	70	9,90	24	9,90	74	7,39
F17	80	6,42	76	6,88	77	6,88	81	6,09
F18	52	8,52	22	8,35	53	8,35	56	8,43
F19	38	8,99	18	8,94	42	8,94	38	8,85
F20	41	8,88	38	9,98	20	9,98	67	7,94
F21	51	8,62	52	8,94	44	8,94	42	8,72
F22	66	7,80	48	7,33	68	7,33	61	8,28
F23	67	7,77	59	7,33	70	7,33	55	8,43
F24	24	9,29	24	9,31	31	9,31	23	9,38
F25	9	10,13	19	10,39	12	10,39	3	10,26
F26	18	9,48	12	8,06	56	8,06	2	10,70
F27	69	7,75	56	7,41	65	7,41	62	8,23
F28	59	8,08	68	8,02	58	8,02	41	8,77
F29	30	9,17	47	8,98	41	8,98	7	9,96
F30	28	9,21	20	8,88	45	8,88	19	9,55

CHAPITRE 4: Les facteurs causant les retards dans les projets de construction en Algérie

F31	43	8,81	72	9,02	40	9,02	14	9,66
F32	45	8,75	55	9,22	32	9,22	36	8,87
F33	47	8,74	58	9,06	39	9,06	32	9,04
F34	56	8,21	67	7,92	61	7,92	30	9,13
F35	73	7,44	80	7,35	67	7,35	58	8,38
F36	64	7,84	54	7,33	69	7,33	48	8,55
F37	79	6,45	81	6,37	81	6,37	77	6,98
F38	72	7,49	60	8,12	55	8,12	79	6,91
F39	42	8,86	25	9,14	36	9,14	51	8,51
F40	62	7,85	34	7,67	64	7,67	72	7,64
F41	2	10,84	1	9,96	22	9,96	26	9,32
F42	12	9,81	7	9,65	28	9,65	27	9,30
F43	14	9,79	4	9,73	27	9,73	33	9,02
F44	50	8,63	23	8,47	52	8,47	47	8,57
F45	16	9,66	37	10,61	7	10,61	29	9,19
F46	34	9,05	46	10,69	6	10,69	68	7,89
F47	33	9,05	64	10,24	14	10,24	45	8,66
F48	3	10,80	17	12,08	2	12,08	5	10,09
F49	5	10,45	8	10,81	5	10,81	10	9,77
F50	40	8,94	13	8,33	54	8,33	31	9,11
F51	58	8,13	30	8,53	50	8,53	75	7,38
F52	44	8,77	47	9,88	25	9,88	65	8,04
F53	19	9,47	41	11,02	4	11,02	57	8,40
F54	36	9,00	36	9,96	21	9,96	63	8,21
F55	49	8,66	32	8,76	48	8,76	53	8,49
F56	17	9,61	43	10,31	13	10,31	18	9,55
F57	31	9,17	62	10,22	15	10,22	34	8,94
F58	25	9,26	35	9,98	18	9,98	37	8,85
F59	11	9,86	27	10,55	8	10,55	17	9,57
F60	20	9,39	29	9,20	34	9,20	8	9,85
F61	27	9,21	40	9,06	38	9,06	11	9,74
F62	7	10,25	51	11,90	3	11,90	12	9,72
F63	4	10,59	28	12,39	1	12,39	20	9,53
F64	39	8,96	53	9,20	51	9,20	24	9,34
F65	60	8,07	73	8,47	33	8,47	52	8,51
F66	8	10,14	9	9,98	17	9,98	6	10,02
F67	1	11,17	2	10,02	16	10,02	1	11,38
F68	6	10,25	6	10,41	11	10,41	21	9,49
F69	23	9,32	14	8,76	47	8,76	15	9,66
F70	32	9,10	11	8,94	43	8,94	46	8,64
F71	70	7,69	49	6,92	76	6,92	54	8,45
F72	53	8,36	42	8,00	59	8,00	35	8,89
F73	71	7,62	66	7,18	73	7,18	60	8,30
F74	22	9,35	10	9,55	29	9,55	49	8,55
F75	10	10,00	3	9,41	30	9,41	16	9,64
F76	48	8,69	21	8,59	49	8,59	50	8,55
F77	63	7,84	42	7,20	71	7,20	59	8,34
F78	61	8,03	31	7,06	72	7,06	44	8,68
F79	76	7,04	71	6,27	82	6,27	64	8,04
F80	37	8,99	33	8,02	57	8,02	4	10,15

F81	68	7,76	63	7,96	60	7,96	71	7,81
F82	55	8,23	50	8,84	46	8,84	70	7,83
F83	78	6,85	61	6,47	80	6,47	76	7,02
F84	74	7,44	65	7,19	72	7,19	69	7,83

*MOA : Maître d'ouvrage, *MOE : Maître d'œuvre, *ETP : Entrepreneur

(Source : Auteur)

3.3.5. Évaluation des groupes de facteurs

3.3.5.1. La fréquence des groupes de facteurs causant les retards

L'évaluation de la fréquence d'occurrence des groupes des facteurs causant les retards est établie en utilisant l'indice de fréquence.

Les résultats (voir tableau 14) montrent que le groupe le plus fréquent selon le point de vue commun entre les 3 intervenants est le groupe des *facteurs liés aux problèmes administratifs* avec un indice de fréquence de 3,37.

Ce groupe englobe les facteurs suivants : *les difficultés administratives (lenteur de la procédure de préparation des dossiers)* avec IF=3,55 ; *l'attente d'approbation des plans* avec IF= 3,14 ; *le retard d'approbation des attachements* avec IF=3,22 ; *le retard de signature du marché* avec IF=3,29 ; *la non notification des ODS à temps* avec IF=3,27 ; *les retards liés aux autorisations délivrées par l'administration et les organismes indépendants* avec IF= 3,19.

Une comparaison entre les 3 intervenants dans leur classement des groupes les plus fréquentes (voir figure 30) montre que le couple MOE - ETP a la même vision concernant le groupe des facteurs administratifs et le classe comme en 1^{er} lieu comme plus fréquent. Par contre le MOA a classé le groupe des facteurs liés au financement en 1^{er}. Ainsi tous les intervenants se mettent d'accord sur le groupe des facteurs réglementaires comme le moins fréquent.

Tableau 14. Fréquence des groupes de facteurs causant les retards

Groupe de facteurs	Tous		MOA		MOE		ETP	
	Rang	IF	Rang	IF	Rang	IF	Rang	IF
Administratifs	1	3,37	4	3,39	1	3,40	1	3,34
Maîtrise d'ouvrage	2	3,21	6	3,14	2	3,28	2	3,18
Communication	3	3,18	3	3,39	3	3,27	5	3,00
Problèmes financiers	4	3,18	1	3,50	7	3,11	3	3,10
Planification	5	3,17	2	3,45	5	3,20	6	2,99
Entreprise	6	3,15	7	3,07	4	3,26	4	3,07
Ressources humaines	7	2,94	9	2,89	6	3,17	10	2,73
Projet	8	2,90	8	2,98	10	2,86	7	2,91

CHAPITRE 4: Les facteurs causant les retards dans les projets de construction en Algérie

Ressources matériels	9	2,89	10	2,86	9	2,95	8	2,83
Maîtrise d'œuvre	10	2,83	5	3,16	11	2,73	9	2,79
Risques	11	2,80	11	2,61	8	3,00	11	2,68
Réglementaires	12	2,52	12	2,34	12	2,57	12	2,55

*MOA : Maître d'ouvrage, *MOE : Maître d'œuvre, ETP : Entrepreneur.

(Source : Auteur)

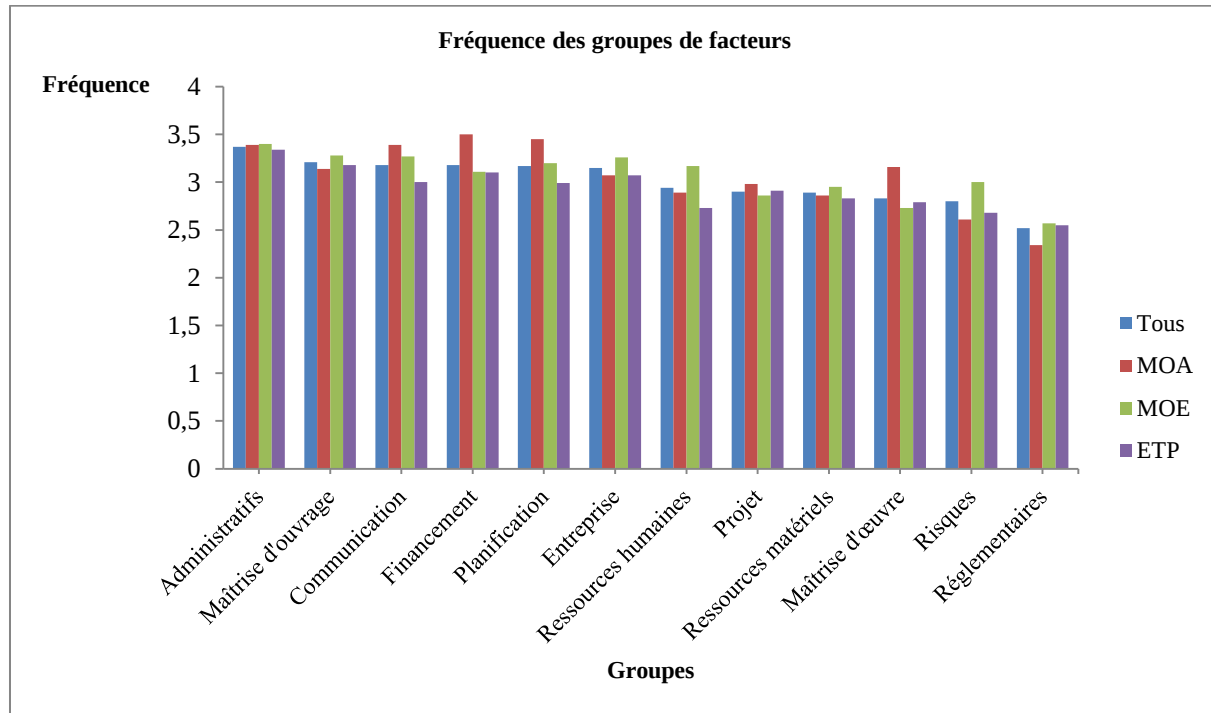


Figure 30. Fréquences des groupes de facteurs causant les retards selon les 3 parties

(Source : Auteur)

3.3.5.2. La gravité des groupes de facteurs causant les retards

Le classement des groupes des facteurs causant les retards selon leurs degrés de gravités est fait utilisant l'indice de gravité.

Les résultats (voir tableau 15) montrent que le groupe le plus grave d'après le point de vue commun des 3 parties est le groupe des *facteurs liés aux entreprises* avec un indice de gravité de 2,97.

Ce dernier regroupe les facteurs suivants : *la faible productivité* avec IG= 3,02 ; *la mauvaise structuration de l'entreprise* avec IG=2,79 ; *le manque de méthodologie de gestion de projet dans l'entreprise* avec IG=2,86 ; *la non-qualification des entreprises* avec IG=3,02 ; *le manque d'expérience des entrepreneurs* avec IG=2,94 ; *le manque d'expertise en matière de gestion de projet (planification, gestion des risques)* avec IG=3,09 ; *la mauvaise gestion des*

CHAPITRE 4: Les facteurs causant les retards dans les projets de construction en Algérie

ressources humaines avec IG=3,14 ; la mauvaise gestion des moyens matériels avec IG=2,82 ; la mauvaise gestion de site avec IG=2,71 ; la mauvaise organisation de chantier avec IG=2,70 ; la mal organisation de la main d'œuvre avec IG=2,81 ; l'estimation inexacte du matériel avec IG=2,80 ; le mauvais choix de sous-traitant avec IG=2,69 ; la faible performance des sous-traitants avec IG=3,02 ; des raisons liées à la gestion de la sous-traitance avec IG=2,92 ; les problèmes de la qualité des travaux sur site avec IG=2,81 ; les problèmes techniques avec IG=2,92 ; le manque du suivi et du contrôle avec IG=2,84 ; l'emploi informel de la main d'œuvre avec IG=2,94.

La comparaison de classement des groupes selon leurs gravités (voir figure 31) montre que le duo MOA - ETP se met d'accord concernant le groupe le plus grave qui est le groupe des *facteurs relatifs aux entreprises*. Ce groupe est classé le 2^{ème} par le MOE et pour lui le groupe le plus grave est celui des facteurs relatifs à la maîtrise d'ouvrage. Ainsi, le pair MOA-MOE s'accorde que le groupe des *facteurs administratifs* est le moins grave. En revanche l'ETP voie que le groupe des *facteurs relatif aux ressources humaines* est le moins grave.

Tableau 15. Gravité des groupes de facteurs causant les retards

Groupe de facteurs	Tous		MOA		MOE		ETP	
	Rang	IG	Rang	IG	Rang	IG	Rang	IG
Entreprise	1	2,97	1	3,07	2	2,87	1	3,04
Maîtrise d'ouvrage	2	2,93	4	2,68	1	2,99	2	2,99
Maîtrise d'œuvre	3	2,89	2	2,93	3	2,85	4	2,91
Problèmes financiers	4	2,74	3	2,80	9	2,61	7	2,85
Ressources matériels	5	2,73	7	2,45	6	2,69	5	2,90
Communication	6	2,70	10	2,30	7	2,64	3	2,95
Réglementaires	7	2,67	8	2,34	10	2,60	6	2,90
Planification	8	2,66	6	2,61	5	2,71	10	2,62
Risques	9	2,61	9	2,31	4	2,77	11	2,57
Projet	10	2,58	5	2,64	11	2,45	9	2,70
Administratifs	11	2,52	12	2,18	12	2,43	8	2,78
Ressources humaines	12	2,51	11	2,27	8	2,63	12	2,50

*MOA : Maître d'ouvrage, *MOE : Maître d'œuvre, *ETP : Entrepreneur.

(Source : Auteur)

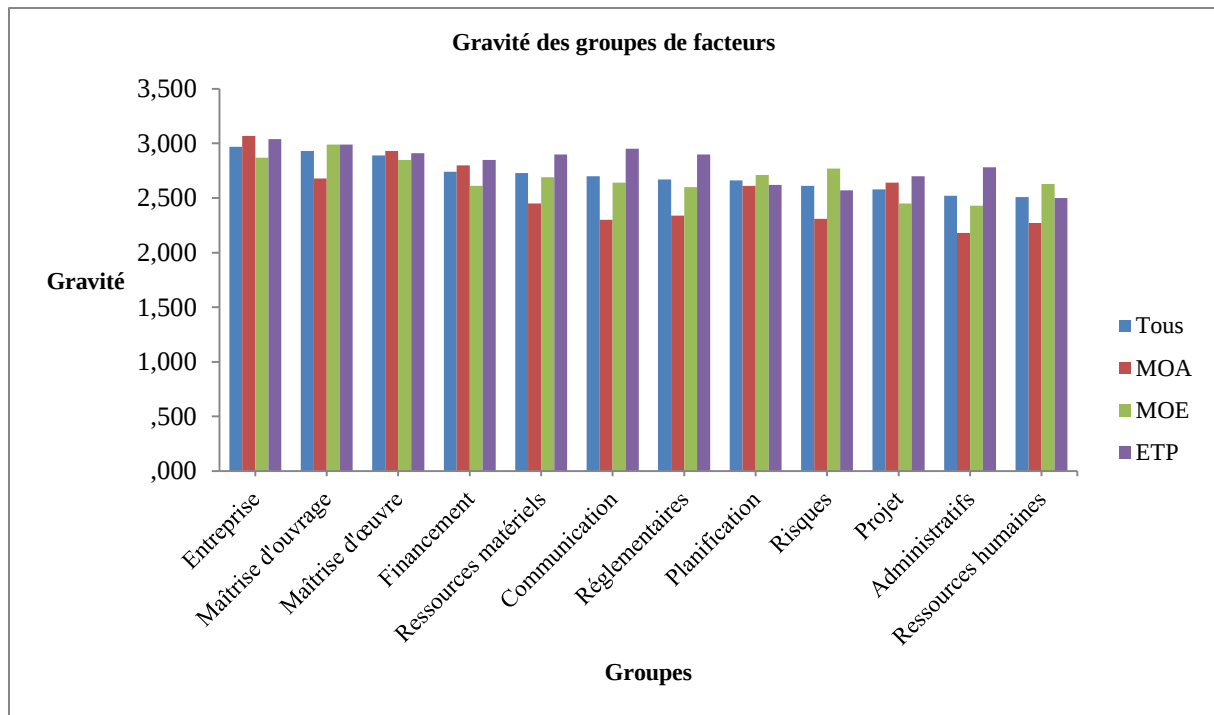


Figure 31. Gravité des groupes de facteurs causant les retards selon les 3 parties

(Source : Auteur)

3.3.5.3.L'importance des groupes de facteurs causant les retards

En ce qui concerne l'importance des groupes, les résultats (voir tableau 16) décèlent que le groupe des facteurs liés à la maîtrise d'ouvrage est le plus important avec un indice d'importance de 9,69.

Ce groupe comprend les facteurs suivants : l'incompétence de la maîtrise d'ouvrage avec IIMP= 10,25 ; des causes organisationnelles et décisionnelles avec IIMP= 10,59 ; le type d'appel à la concurrence et d'attribution des offres avec IIMP=8,96 ; le principe du « moins disant » opéré dans le choix du contractant avec IIMP= 8,07 ; le fait de ne pas amener l'étude de projet à sa maturation avant le démarrage des travaux de réalisation avec IIMP=10,14 ; l'insuffisance des études préalables avec IIMP=11,17 ; la mauvaise supervision avec IIMP= 10,25 et la mauvaise programmation avec IIMP= 9,32.

Comparant l'importance donnée à chaque groupe d'après les 3 parties (voir figure 32) on remarque que le groupe des facteurs liés à la maîtrise d'ouvrage vu son importance a présidé le classement des groupes selon le couple MOE-ETP.

Cependant le groupe des facteurs relatifs au financement a dominé dans le classement du MOA. En revanche le MOA et le MOE se mettent d'accord, pour le groupe des facteurs

réglementaires et le classe en dernier. Par contre, la perception de l'ETP se diffère de celle des deux autres parties, et pour lui le groupe des facteurs relatifs aux *ressources humaines* est le groupe le moins important.

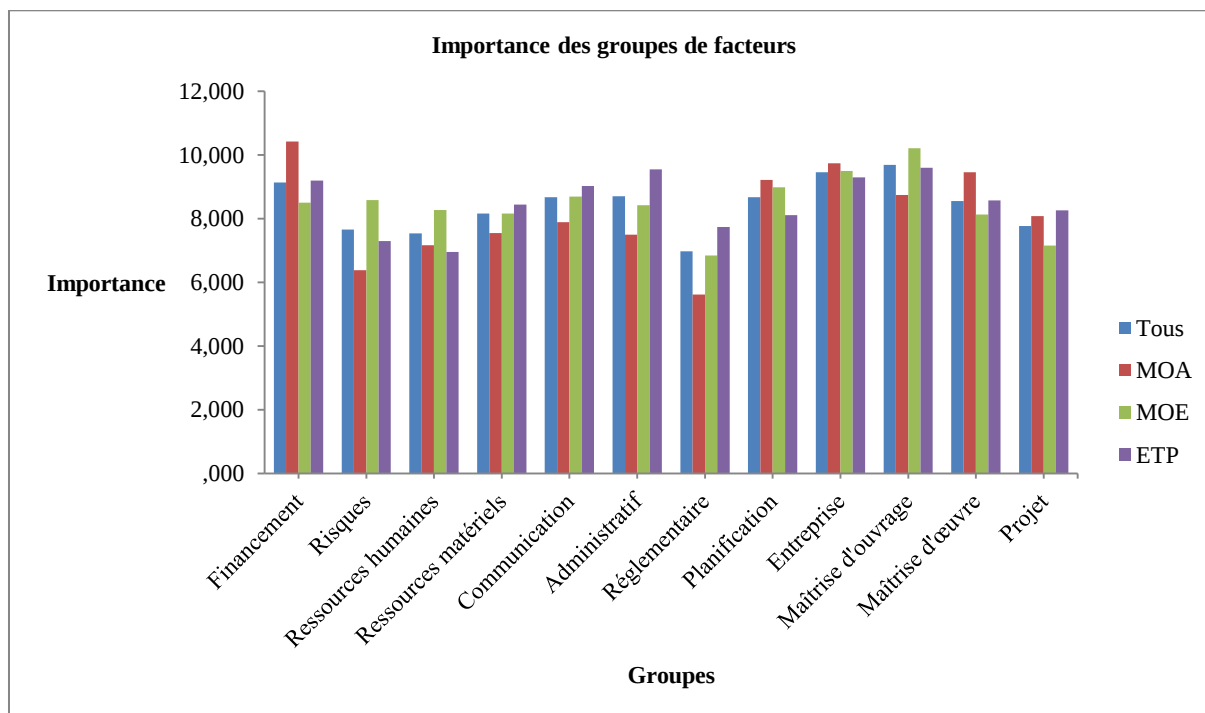


Figure 32. Importance des groupes de facteurs causant les retards selon les 3 parties

(Source : Auteur)

Tableau 16. Importance des groupes de facteurs causant les retards

Groupe de facteurs	Tous		MOA		MOE		ETP	
	Rang	IIMP	Rang	IIMP	Rang	IIMP	Rang	IIMP
Maîtrise d'ouvrage	1	9,69	5	8,74	1	10,21	1	9,60
Entreprise	2	9,46	2	9,74	2	9,49	3	9,29
Problèmes financiers	3	9,14	1	10,42	6	8,51	4	9,20
Administratifs	4	8,70	9	7,5	7	8,42	2	9,55
Planification	5	8,68	4	9,22	3	8,98	9	8,11
Communication	6	8,67	7	7,89	4	8,69	5	9,03
Maîtrise d'œuvre	7	8,55	3	9,45	10	8,13	6	8,57
Ressources matériels	8	8,16	8	7,55	9	8,16	7	8,44
Projet	9	7,77	6	8,08	11	7,15	8	8,26
Risques	10	7,66	11	6,38	5	8,58	11	7,30
Ressources humaines	11	7,54	10	7,16	8	8,27	12	6,96
Réglementaires	12	6,97	12	5,61	12	6,84	10	7,74

*MOA : Maître d'ouvrage, *MOE : Maître d'œuvre, ETP : Entrepreneur.

(Source : Auteur)

3.3.6. Test ANOVA à un facteur

Le maître d'ouvrage, le maître d'œuvre et l'entrepreneur ont des rôles complémentaires et des responsabilités différentes. Donc, il est logique d'avoir des visions différentes, ainsi des évaluations différentes.

Afin de savoir s'il y a une différence significative dans la perception des trois intervenants (maître d'ouvrage, maître d'œuvre, entrepreneur) concernant la fréquence, la gravité et l'importance des groupes de facteurs causant les retards, nous avons proposé deux hypothèses:

Hypothèse nulle (H_0) : il n'y a pas de différence significative (à un niveau de signification $\alpha=5\%$) entre les intervenants dans leur classement des groupes de facteurs.

Hypothèse alternative (H_1) : il y a une différence significative (à un niveau de signification $\alpha=5\%$) entre les intervenants dans leur classement des groupes de facteurs.

Pour valider l'une de ces hypothèses, un test ANOVA à un facteur a été mené. La règle est d'accepter H_0 si le Sig $\geq 5\%$ et de refuser H_0 (c.à.d. d'accepter l'alternative H_1) si le Sig $< 5\%$.

3.3.6.1. La fréquence des groupes

Le test d'ANOVA à un (1) facteur a été mené et les résultats comme présentés dans le tableau 17, ont montré qu'il y a un bon accord (il n'y a pas une différence significative) entre les 3 intervenants dans leur évaluation de la fréquence des groupes et que la seule différence est dans le groupe des *facteurs relative aux risques*.

Afin de connaître le responsable de cette différence un test de comparaison multiple Post-Hoc « LSD » (Différence Significative Minimale) a été utilisé (voir tableau 18); le résultat décèle que la source de cette différence est le maître d'œuvre dans leur évaluation de la fréquence du groupe de *facteurs relative aux risques*; ainsi, ce test a permis de montrer une différence entre le maître d'œuvre et l'entreprise dans leur perception concernant le groupe des *facteurs relative aux ressources humaines*.

Tableau 17. Test ANOVA à un facteur pour les fréquences de groupes

		Somme des carrés	ddl	Carré moyen	F	Sig	Décision
Problèmes financiers	Intergroupes	2,811	2	1,405	1,667	0,193	H_0
	Intragroupes	96,952	115	0,843			
	Total	99,763	117				
Risques	Intergroupes	3,391	2	1,696	3,111	0,048	H_1

CHAPITRE 4: Les facteurs causant les retards dans les projets de construction en Algérie

	Intragroupes	62,679	115	0,545			
	Total	66,070	117				
Ressources humaines	Intergroupes	4,725	2	2,362	2,466	0,089	H ₀
	Intragroupes	110,167	115	0,958			
	Total	114,892	117				
Ressources matériels	Intergroupes	0,354	2	0,177	0,311	0,733	H ₀
	Intragroupes	65,352	115	0,568			
	Total	65,706	117				
Communication	Intergroupes	2,816	2	1,408	2,363	0,099	H ₀
	Intragroupes	68,517	115	0,596			
	Total	71,333	117				
Administratif	Intergroupes	0,084	2	0,042	0,060	0,942	H ₀
	Intragroupes	80,509	115	0,700			
	Total	80,593	117				
Réglementaire	Intergroupes	0,887	2	0,443	0,668	0,515	H ₀
	Intragroupes	76,310	115	0,664			
	Total	77,197	117				
Planification	Intergroupes	3,369	2	1,685	1,984	0,142	H ₀
	Intragroupes	97,658	115	0,849			
	Total	101,028	117				
Entreprise	Intergroupes	0,956	2	0,478	0,623	0,538	H ₀
	Intragroupes	88,198	115	0,767			
	Total	89,155	117				
Maîtrise d'ouvrage	Intergroupes	0,369	2	0,185	0,264	0,768	H ₀
	Intragroupes	80,334	115	0,699			
	Total	80,703	117				
Maîtrise d'œuvre	Intergroupes	2,911	2	1,455	2,014	0,138	H ₀
	Intragroupes	83,117	115	0,723			
	Total	86,028	117				
Projet	Intergroupes	0,231	2	0,116	0,210	0,811	H ₀
	Intragroupes	63,398	115	0,551			
	Total	63,629	117				

(Source : Auteur)

Tableau 18. Comparaisons multiples LSD (fréquence de groupes)

Variable dépendante			Différence moyenne	Erreur standard	Sig.	Intervalle de confiance à 95 %	
						Borne inférieure	Borne supérieure
Fréquence Problèmes financiers	MOA	MOE	0,38776	0,23564	0,103	-0,0790	0,8545
	MOA	ETP	0,40426	0,23719	0,091	-0,0656	0,8741
	MOE	ETP	0,01650	0,18746	0,930	-0,3548	0,3878
Fréquence risques	MOA	MOE	-0,38636*	0,18947	0,044	-0,7617	-0,0111
	MOA	ETP	-0,06721	0,19071	0,725	-0,4450	0,3105
	MOE	ETP	0,31915*	0,15073	0,036	0,0206	0,6177
Fréquence Ressources humaines	MOA	MOE	-0,28711	0,25119	0,255	-0,7847	0,2104
	MOA	ETP	0,15232	0,25284	0,548	-0,3485	0,6531
	MOE	ETP	0,43943*	0,19983	0,030	0,0436	0,8353
Fréquence Ressources Matériels	MOA	MOE	-0,08534	0,19346	0,660	-0,4686	0,2979
	MOA	ETP	0,03385	0,19473	0,862	-0,3519	0,4196
	MOE	ETP	0,11919	0,15391	0,440	-0,1857	0,4241
Fréquence	MOA	MOE	0,12106	0,19809	0,542	-0,2713	0,5134

Communication	MOA	ETP	0,38636	0,19940	0,055	-0,0086	0,7813
	MOE	ETP	0,26531	0,15759	0,095	-0,0469	0,5775
Fréquence Administratif	MOA	MOE	-0,01160	0,21473	0,957	-0,4369	0,4137
	MOA	ETP	0,04594	0,21614	0,832	-0,3822	0,4741
	MOE	ETP	0,05753	0,17083	0,737	-0,2808	0,3959
Fréquence Réglementaire	MOA	MOE	-0,23052	0,20906	0,272	-0,6446	0,1836
	MOA	ETP	-0,21228	0,21043	0,315	-0,6291	0,2045
	MOE	ETP	0,01824	0,16631	0,913	-0,3112	0,3477
Fréquence Planification	MOA	MOE	0,25046	0,23650	0,292	-0,2180	0,7189
	MOA	ETP	0,46518	0,23805	0,053	-0,0063	0,9367
	MOE	ETP	0,21472	0,18815	0,256	-0,1580	0,5874
Fréquence Entreprise	MOA	MOE	-0,18692	0,22475	0,407	-0,6321	0,2583
	MOA	ETP	-0,00629	0,22623	0,978	-0,4544	0,4418
	MOE	ETP	0,18063	0,17880	0,314	-0,1735	0,5348
Fréquence Maîtrise d'ouvrage	MOA	MOE	-0,13915	0,21450	0,518	-0,5640	0,2857
	MOA	ETP	-0,04449	0,21591	0,837	-0,4722	0,3832
	MOE	ETP	0,09466	0,17064	0,580	-0,2434	0,4327
Fréquence Maîtrise d'œuvre	MOA	MOE	0,42440	0,21818	0,054	-0,0078	0,8566
	MOA	ETP	0,37186	0,21961	0,093	-0,0632	0,8069
	MOE	ETP	-0,05254	0,17357	0,763	-0,3964	0,2913
Fréquence Projet	MOA	MOE	0,12013	0,19055	0,530	-0,2573	0,4976
	MOA	ETP	0,06238	0,19180	0,746	-0,3175	0,4423
	MOE	ETP	-0,05775	0,15159	0,704	-0,3580	0,2425

*. La différence moyenne est significative au niveau 0.05.

(Source : Auteur)

3.3.6.2. La gravité des groupes

Le test d'ANOVA à un(1) facteur (voir tableau 19), a montré qu'il y a une différence entre les 3 parties dans leur évaluation de la gravité en ce qui concerne les groupes de *facteurs relatives aux risques, communication, problèmes administratifs et problèmes réglementaires*.

Le test LSD de comparaison multiple Post-Hoc (voir tableau 20) montre qu'il y a une différence dans la perception de maître d'ouvrage et de l'entreprise concernant les groupes de *communication, administratifs, réglementaire et ressources matériels*, ainsi, un désaccord entre le pair maître d'œuvre-maître d'ouvrage et le pair maître d'œuvre- entreprise concernant les groupes *des facteurs relatives aux risques et aux problèmes administratifs* respectivement.

Tableau 19. Test ANOVA à un facteur pour la gravité des groupes

		Somme des carrés	ddl	Carré moyen	F	Sig.	Décision
Problèmes financiers	Intergroupes	1,447	2	0,723	0,930	0,397	H ₀
	Intragroupes	89,420	115	0,778			
	Total	90,867	117				
Risques	Intergroupes	3,340	2	1,670	3,365	0,038	H₁
	Intragroupes	57,085	115	0,496			
	Total	60,426	117				
Ressources	Intergroupes	1,980	2	0,990	1,113	0,332	H ₀

CHAPITRE 4: Les facteurs causant les retards dans les projets de construction en Algérie

humaines	Intragroupes	102,251	115	0,889			
	Total	104,231	117				
Ressources matériels	Intergroupes	3,159	2	1,580	2,171	0,119	H ₀
	Intragroupes	83,682	115	0,728			
	Total	86,841	117				
Communication	Intergroupes	6,623	2	3,312	3,699	0,028	H₁
	Intragroupes	102,947	115	0,895			
	Total	109,570	117				
Administratif	Intergroupes	6,020	2	3,010	4,829	0,010	H₁
	Intragroupes	71,677	115	0,623			
	Total	77,697	117				
Réglementaire	Intergroupes	5,186	2	2,593	3,207	0,044	H₁
	Intragroupes	93,002	115	0,809			
	Total	98,189	117				
Planification	Intergroupes	0,277	2	0,139	0,197	0,822	H ₀
	Intragroupes	81,072	115	0,705			
	Total	81,350	117				
Entreprise	Intergroupes	0,973	2	0,487	0,459	0,633	H ₀
	Intragroupes	121,950	115	1,060			
	Total	122,924	117				
Maîtrise d'ouvrage	Intergroupes	1,695	2	0,848	0,939	0,394	H ₀
	Intragroupes	103,762	115	0,902			
	Total	105,458	117				
Maîtrise d'œuvre	Intergroupes	0,158	2	0,079	0,095	0,910	H ₀
	Intragroupes	96,409	115	0,838			
	Total	96,568	117				
Projet	Intergroupes	1,609	2	0,805	1,005	0,369	H ₀
	Intragroupes	92,043	115	0,800			
	Total	93,653	117				

(Source : Auteur)

Tableau 20. Comparaisons multiples "LSD"(gravités des groupes)

Variable dépendante			Différence moyenne (I-J)	Erreur standard	Sig.	Intervalle de confiance à 95 %	
						Borne inférieure	Borne supérieure
Gravité problèmes financiers	MOA	MOE	0,18321	0,22630	0,420	-0,2650	0,6315
	MOE	ETP	-0,05561	0,22779	0,808	-0,5068	0,3956
	MOE	ETP	-0,23882	0,18003	0,187	-0,5954	0,1178
Gravité Risque	MOA	MOE	-0,46359*	0,18081	0,012	-0,8217	-0,1054
	MOA	ETP	-0,26765	0,18200	0,144	-0,6282	0,0929
	MOE	ETP	0,19594	0,14385	0,176	-0,0890	0,4809
Gravité Ressources humaines	MOA	MOE	-0,35993	0,24199	0,140	-0,8393	0,1194
	MOA	ETP	-0,22727	0,24358	0,353	-0,7098	0,2552
	MOE	ETP	0,13265	0,19252	0,492	-0,2487	0,5140
Gravité Ressource Matériels	MOA	MOE	-0,23933	0,21892	0,277	-0,6730	0,1943
	MOA	ETP	-0,44971*	0,22036	0,044	-0,8862	-0,0132
	MOE	ETP	-0,21038	0,17416	0,230	-0,5554	0,1346
Gravité Communication	MOA	MOE	-0,34740	0,24282	0,155	-0,8284	0,1336
	MOA	ETP	-0,65135*	0,24441	0,009	-1,1355	-0,1672
	MOE	ETP	-0,30395	0,19317	0,118	-0,6866	0,0787

Gravité Administratif	MOA	MOE	-0,24675	0,20261	0,226	-0,6481	0,1546
	MOA	ETP	-0,59478*	0,20394	0,004	-0,9987	-0,1908
	MOE	ETP	-0,34802*	0,16119	0,033	-0,6673	-0,0287
Gravité Réglementaire	MOA	MOE	-0,26113	0,23079	0,260	-0,7183	0,1960
	MOA	ETP	-0,56335*	0,23231	0,017	-1,0235	-0,1032
	MOE	ETP	-0,30221	0,18361	0,102	-0,6659	0,0615
Gravité Planification	MOA	MOE	-0,10065	0,21548	0,641	-0,5275	0,3262
	MOA	ETP	-0,00338	0,21690	0,988	-0,4330	0,4262
	MOE	ETP	0,09726	0,17143	0,572	-0,2423	0,4368
Gravité Entreprise	MOA	MOE	0,20083	0,26428	0,449	-0,3227	0,7243
	MOA	ETP	0,02563	0,26602	0,923	-0,5013	0,5526
	MOE	ETP	-0,17521	0,21025	0,406	-0,5917	0,2413
Gravité Maîtrise d'ouvrage	MOA	MOE	-0,30798	0,24378	0,209	-0,7909	0,1749
	MOA	ETP	-0,30754	0,24538	0,213	-0,7936	0,1785
	MOE	ETP	0,00043	0,19394	0,998	-0,3837	0,3846
Gravité Maîtrise d'œuvre	MOA	MOE	0,08488	0,23498	0,719	-0,3806	0,5503
	MOA	ETP	0,01692	0,23652	0,943	-0,4516	0,4854
	MOE	ETP	-0,06795	0,18694	0,717	-0,4382	0,3023
Gravité Projet	MOA	MOE	0,18738	0,22960	0,416	-0,2674	0,6422
	MOA	ETP	-0,06576	0,23111	0,776	-0,5235	0,3920
	MOE	ETP	-0,25315	0,18266	0,168	-0,6150	0,1087

*. La différence moyenne est significative au niveau 0.05.

(Source : Auteur)

3.3.6.3.L'importance des groupes

Le test d'ANOVA à un(1) facteur (tableau 21), a montré qu'il y a relativement un bon accord entre les 3 intervenants dans leur évaluation de l'importance des groupes et que la seule différence c'est dans le groupe des *facteurs relative aux risques*.

Le test Post-Hoc de comparaison multiple LSD (voir tableau 22) montre qu'il existe une différence entre le duo maître d'œuvre- maître d'ouvrage dans leur évaluation de l'importance du groupe des *facteurs relative aux risques* ; de plus, ce test a permis de montrer une différence entre le maître d'ouvrage et l'entreprise dans leur perception concernant le groupe des facteurs relative aux *problèmes réglementaires*.

Tableau 21. Test ANOVA à un facteur pour l'importance de groupes

		Somme des carrés	ddl	Carré moyen	F	Sig.	Décision
Problèmes financiers	Intergroupes	55,973	2	27,987	1,334	0,268	H ₀
	Intragroupes	2413,477	115	20,987			
	Total	2469,450	117				
Risques	Intergroupes	83,561	2	41,780	3,113	0,048	H₁
	Intragroupes	1543,429	115	13,421			
	Total	1626,989	117				
Ressources	Intergroupes	45,284	2	22,642	1,428	0,244	H ₀

CHAPITRE 4: Les facteurs causant les retards dans les projets de construction en Algérie

humaines	Intragroupes	1823,338	115	15,855			
	Total	1868,621	117				
Ressources matériels	Intergroupes	12,032	2	6,016	0,384	0,682	H ₀
	Intragroupes	1800,443	115	15,656			
	Total	1812,475	117				
Communication	Intergroupes	19,502	2	9,751	0,631	0,534	H ₀
	Intragroupes	1775,811	115	15,442			
	Total	1795,314	117				
Administratif	Intergroupes	69,353	2	34,677	1,960	0,146	H ₀
	Intragroupes	2034,503	115	17,691			
	Total	2103,856	117				
Réglementaire	Intergroupes	69,099	2	34,549	2,376	0,097	H ₀
	Intragroupes	1672,172	115	14,541			
	Total	1741,271	117				
Planification	Intergroupes	26,179	2	13,090	0,782	0,460	H ₀
	Intragroupes	1925,360	115	16,742			
	Total	1951,539	117				
Entreprise	Intergroupes	3,086	2	1,543	0,078	0,925	H ₀
	Intragroupes	2281,411	115	19,838			
	Total	2284,496	117				
Maîtrise d'ouvrage	Intergroupes	33,538	2	16,769	0,851	0,430	H ₀
	Intragroupes	2266,797	115	19,711			
	Total	2300,335	117				
Maîtrise d'œuvre	Intergroupes	26,762	2	13,381	0,694	0,501	H ₀
	Intragroupes	2215,933	115	19,269			
	Total	2242,695	117				
Projet	Intergroupes	32,071	2	16,036	1,017	0,365	H ₀
	Intragroupes	1813,020	115	15,765			
	Total	1845,091	117				

(Source : Auteur)

Tableau 22. Comparaisons multiples LSD (importance des groupes)

Variable dépendante			Différence moyenne (I-J)	Erreur standard	Sig.	Intervalle de confiance à 95 %	
						Borne inférieure	Borne supérieure
Importance Problèmes financiers	MOA	MOE	1,91535	1,17569	0,106	-0,4135	4,2442
	MOA	ETP	1,22365	1,18341	0,303	-1,1205	3,5678
	MOE	ETP	-0,69171	0,93532	0,461	-2,5444	1,1610
Importance Risque	MOA	MOE	-2,19840*	0,94019	0,021	-4,0607	-0,3361
	MOA	ETP	-0,91719	0,94636	0,334	-2,7918	0,9574
	MOE	ETP	1,28121	0,74797	0,089	-0,2004	2,7628
Importance RH	MOA	MOE	-1,11132	1,02189	0,279	-3,1355	0,9129
	MOA	ETP	0,20164	1,02861	0,845	-1,8358	2,2391
	MOE	ETP	1,31296	0,81297	0,109	-0,2974	2,9233
Importance RM	MOA	MOE	-0,61271	1,01545	0,547	-2,6241	1,3987
	MOA	ETP	-0,89603	1,02213	0,383	-2,9207	1,1286
	MOE	ETP	-0,28333	0,80785	0,726	-1,8835	1,3169

CHAPITRE 4: Les facteurs causant les retards dans les projets de construction en Algérie

Importance Communication	MOA	MOE	-0,80241	1,00848	0,428	-2,8000	1,1952
	MOA	ETP	-1,14023	1,01511	0,264	-3,1510	0,8705
	MOE	ETP	-0,33782	0,80230	0,674	-1,9270	1,2514
Importance Administratif	MOA	MOE	-0,91837	1,07944	0,397	-3,0565	1,2198
	MOA	ETP	-2,04787	1,08654	0,062	-4,2001	0,1043
	MOE	ETP	-1,12950	0,85875	0,191	-2,8305	0,5715
Importance Réglementaire	MOA	MOE	-1,22820	0,97861	0,212	-3,1666	0,7102
	MOA	ETP	-2,12573*	0,98504	0,033	-4,0769	-0,1745
	MOE	ETP	-0,89752	0,77854	0,251	-2,4397	0,6446
Importance Planification	MOA	MOE	0,23632	1,05009	0,822	-1,8437	2,3163
	MOA	ETP	1,10953	1,05699	0,296	-0,9842	3,2032
	MOE	ETP	0,87321	0,83540	0,298	-0,7816	2,5280
Importance ETP	MOA	MOE	0,24374	1,14307	0,832	-2,0205	2,5079
	MOA	ETP	0,44608	1,15058	0,699	-1,8330	2,7252
	MOE	ETP	0,20234	0,90937	0,824	-1,5989	2,0036
Importance MOA	MOA	MOE	-1,47055	1,13940	0,199	-3,7275	0,7864
	MOA	ETP	-0,85711	1,14689	0,456	-3,1289	1,4147
	MOE	ETP	0,61344	0,90645	0,500	-1,1821	2,4090
Importance MOE	MOA	MOE	1,32699	1,12655	0,241	-0,9045	3,5585
	MOA	ETP	0,88540	1,13395	0,437	-1,3607	3,1315
	MOE	ETP	-0,44160	0,89623	0,623	-2,2169	1,3337
Importance Projet	MOA	MOE	0,92648	1,01900	0,365	-1,0919	2,9449
	MOA	ETP	-0,18109	1,02569	0,860	-2,2128	1,8506
	MOE	ETP	-1,10758	0,81066	0,175	-2,7133	0,4982

*. La différence moyenne est significative au niveau 0.05.

(Source : Auteur)

3.3.7. Comparaison des tops 10 facteur avec d'autre pays

La comparaison des 10 principaux facteurs de retards en Algérie avec 16 autres pays montre que le 2^{ème} facteur en Algérie « le manque d'un planning prévisionnel avec phasage des tâches » est le facteur le plus répondu dans de nombreux pays Asiatiques, Européens et dans certains pays Africains, Suivi par, « la mauvaise supervision » et « les mal-gestionnaires du projet et la mauvaise gestion » (le 6^{ème} et le 10^{ème} facteur en Algérie respectivement), qui apparaissent dans 5 pays Asiatiques.

Aussi, le 3^{ème} facteur a apparu dans 2 pays Ghana et Turquie. De plus, le 9^{ème} facteur a apparu à Hong Kong et à la Norvège.

Cependant, le 1^{er} facteur émerge au Danemark, le 4^{ème} facteur figure au Cambodge et le 5^{ème} paraît en Norvège. Par contre, le 7^{ème} et le 8^{ème} facteur n'ont pas apparu dans les 16 pays sélectionnés.

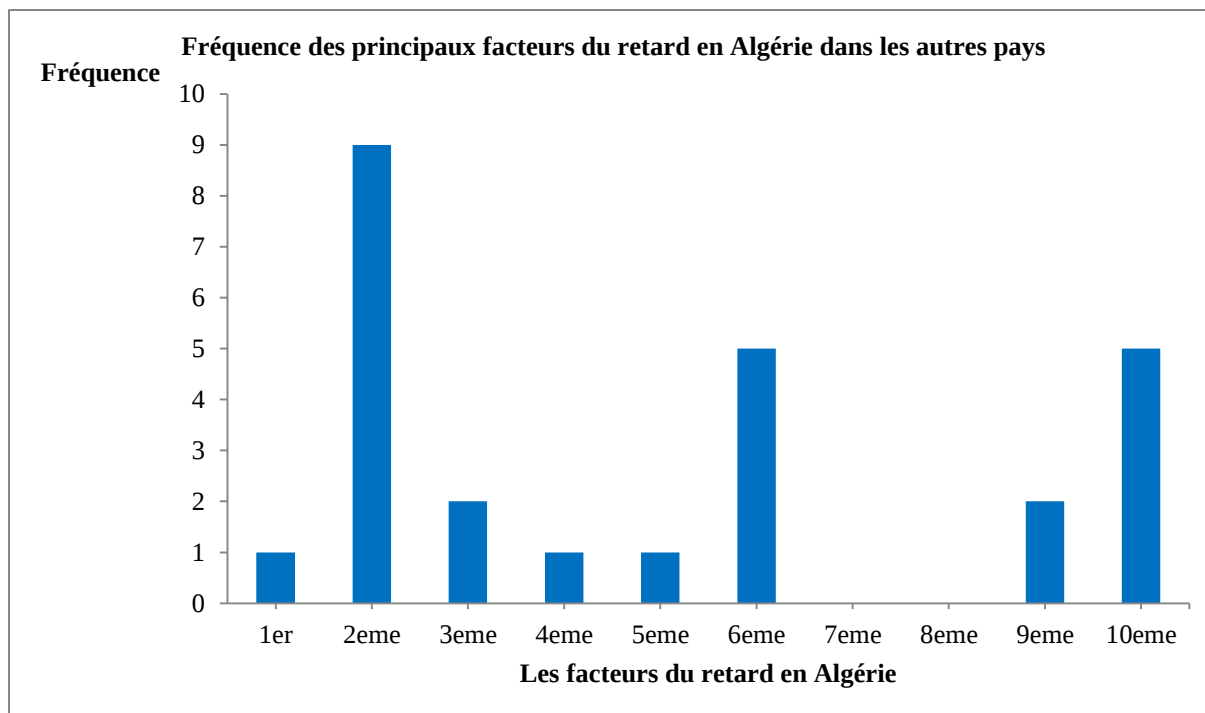


Figure 33. Fréquence d'occurrence des 10 principaux facteurs du retard en Algérie dans les autres pays

(Source : Auteur)

D'après cette comparaison ; on peut déduire que les facteurs managériaux (relative à la planification et la gestion) sont les plus importants en Algérie, mais aussi dans plusieurs autres pays Asiatiques, Européens et dans certains pays Africains. Ce qui confirme notre hypothèse de recherche « *l'insuffisance de connaissances et de compétence en matière de Management de projets est la principale cause qui se cache derrière ces retard* ».

Tableau 23. Occurrence des 10 facteurs principaux en Algérie dans d'autre pays du monde

Continent	Pays	Les 10 principaux facteurs du retard en Algérie									
		1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}	6 ^{ème}	7 ^{ème}	8 ^{ème}	9 ^{ème}	10 ^{ème}
Afrique	Ghana (Frimpong et al. 2003)	–	–	F	–	–	–	–	–	–	–
	Egypte (Abd El-Razek et al. 2008)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	Bénin (Akogbe et al. 2013)	–	F	–	–	–	–	–	–	–	–
	Burkina Faso (Bagaya et al. 2016)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Asie	Hong Kong (Mohan et al. 1997)	–	–	–	–	–	–	–	–	F	–
	Émirats arabes unis (Faridi et El-Sayegh 2006)	–	F	–	–	–	–	–	–	–	–

	Arabie Saoudite (Assaf et Al-Hejji 2006)	–	F	–	–	–	F	–	–	–	–
	Vietnam (Le-Hoai et al. 2008)	–	–	–	–	–	F	–	–	–	F
	Pakistan (Hasseb et al. 2011)	–	F	–	–	–	–	–	–	–	–
	Inde (Doloi et al. 2012)	–	F	–	–	–	–	–	–	–	F
	Afghanistan (Niazai et Gidado 2012)	–	–	–	–	–	F	–	–	–	F
	Turquie (Gündüz et al.2013)	–	F	F	–	–	F	–	–	–	F
	Cambodge (Santoso et Soeng 2016)	–	–	–	F	–	F	–	–	–	F
Europe	Royaume uni (Olawale et Sun 2010)	–	F	–	–	–	–	–	–	–	–
	Danemark (Larsen et al.2015)	F	F	–	–	–	–	–	–	–	–
	Norvège (Zidane et al. 2018)	–	F	–	–	F	–	–	–	F	–
Fréquence		1	9	2	1	1	5	0	0	2	5

(Source : Auteur)

4. Conclusion

Dans ce chapitre, une enquête par questionnaire est menée auprès de spécialistes dans le domaine de construction, afin de cerner l'ampleur du retard accusé par les projets, et de mieux comprendre la situation en Algérie pour arriver à trouver les possibles remèdes à ce problème.

Les résultats montrent que les retards existent dans tous les types de projets quels que soient leurs tailles et leur durée ; et que 62% des projets ont connu des dépassements de délais.

Ainsi, l'enquête révèle que l'Excel est le logiciel le plus utilisé dans la planification des projets en Algérie avec 74%.

Les facteurs et les groupes de facteurs causant les retards dans les projets de construction en Algérie, ont été évalués selon leurs fréquences, gravités et importances.

Les tops 10 facteurs importants sont : *l'insuffisance des études préalables ; le manque d'un planning prévisionnel avec phasage des tâches; le manque d'expertise en matière de gestion de projet (planification, gestion des risques); des causes organisationnelles et décisionnelles*

CHAPITRE 4: Les facteurs causant les retards dans les projets de construction en Algérie

ainsi que la mauvaise gestion des ressources humaines ; la mauvaise supervision ; l'incompétence de la maîtrise d'ouvrage ; le fait de ne pas amener l'étude de projet à sa maturation avant le démarrage des travaux de réalisation ; la mauvaise relation entre les différents intervenants ; les mauvais gestionnaires de projets et la mauvaise gestion..

Pour le classement des groupes ; le groupe des facteurs relatifs à la maîtrise d'ouvrage est le plus important selon le point de vue commun entre les 3 parties de projet.

Le test de différence ANOVA à un(1) facteur est utilisé pour savoir s'il y a une différence significative entre les 3 intervenants dans leurs évaluations des groupes de facteurs causant les retards, les résultats montrent qu'il n'y a pas une grande différence (il y a relativement un bon accord) dans la perception des 3 intervenants concernant les groupes de facteurs causant les retards.

La comparaison des tops 10 facteurs importants en Algérie avec seize (16) autres pays (Africain, Asiatique, et Européen), a montré que *les facteurs managériaux (relative à la planification, l'organisation et la gestion)* sont les plus importants en Algérie, mais aussi dans plusieurs autres pays Asiatiques, Européens et dans certains pays Africains.

CHAPITRE 5 : Les effets de retards dans les projets de construction en Algérie

1. Introduction

Les retards sont l'un des problèmes les plus graves et les plus enregistrés dans les projets de construction à travers le monde, et ils sont devenus endémiques en Algérie. Ces retards ont de multitude négative effets sur les projets et leurs différentes parties prenantes et influencent ainsi l'ensemble de l'économie du pays.

En dépit de ça, un nombre limité de chercheurs ont penché sur le problème des retards dans les projets de construction Algérienne. L'étude menée récemment par Zemra, Boudouh, et Baheddi (2019) s'est concentrée sur l'identification des causes du retard en Algérie, cependant, il n'existe pas de recherche orientée vers les effets du retard en Algérie. Alors, il y a un besoin important et une nécessité aiguë pour étudier les effets de retards en Algérie. À cet effet, l'objectif du présent chapitre est d'évaluer les effets du retard dans les projets de construction en Algérie.

2. Identification des effets du retard dans les projets de construction en Algérie

En Algérie, les projets de construction ont une mauvaise réputation dans l'affrontement des retards. L'une des étapes cruciales pour faire face aux retards, est de déterminer leurs effets sur la conduite du projet et ce pour permettre aux différents acteurs dans ce projet de cibler les actions correctives nécessaires pour rattraper ces retards.

Les études précédentes sur les effets des retards dans les projets de construction à travers le monde étaient limitées à un nombre minimal d'effets (la liste la plus exhaustive était celle de (Kikwasi 2013) avec 20 éléments (voir chapitre 3)).

Afin de donner une vue plus exhaustive sur les effets du retard, une liste complète de 31 effets du retard en Algérie a été identifiée à partir de la revue de littérature et des interviews avec des spécialistes dans le domaine de construction. Le tableau 24 représente les effets identifiés et leurs codes.

Tableau 24. Les effets du retard dans les projets de construction en Algérie

Code	Effets du retard
E1	Dépassements de coûts
E2	Coût supplémentaire d'équipement et de la main-d'œuvre accrue
E3	Immobilisation du capital du client en raison de l'inachèvement du projet
E4	Impact négatif sur l'économie du pays
E5	Vieillessement du projet avant sa livraison
E6	Dépassement de délais
E7	Retardement du début de fonctionnement et de l'utilisation de l'espace
E8	Mauvaise qualité
E9	Impact sur la durabilité de l'ouvrage
E10	Gaspillage et sous-utilisation des ressources humaines et matériels
E11	Réduction de la marge bénéficiaire des entreprises
E12	Défaillance de l'entreprise
E13	Pénalité de retard sur l'entreprise
E14	Mauvaise relation publique
E15	Problème sociaux surtout dans le cas des logements
E16	Perte de croyance des citoyens
E17	Perception négative du public
E18	Insatisfaction de toutes les parties impliquées
E19	Frustration des différents intervenants dans le projet
E20	Contentieux et réclamations
E21	Dispute entre les parties impliquées
E22	Perte de productivité
E23	Perte d'emploi et de revenue
E24	Suspension du travail
E25	Perturbation du travail
E26	Résiliation du contrat
E27	Abandonnement total
E28	Perturbation du programme
E29	Échec de projet
E30	Non atteinte des objectifs
E31	Impact négatif sur l'image de la ville

(Source : Auteur)

3. Évaluation des effets de retards dans les projets de construction en Algérie

Une enquête par questionnaire est menée pour évaluer la perception des 3 parties principales du projet (maitre d'œuvre, maitre d'ouvrage et entrepreneur) concernant la sévérité de ces effets. Le questionnaire est divisé en 2 parties principales (voir annexe B) :

- La 1^{ère} partie concerne les informations générales des répondants (sexe, âge, année d'expérience, organisme dont lequel il travaille).
- La 2^{ème} partie porte sur les effets du retard dans le projet de construction Algérienne. Une échelle ordinaire de Likert à cinq points, allant de 1 (très faible) à 5 (très important), a été adoptée pour évaluer l'importance relative de chaque effet du retard tel que perçu par les répondants.

- À la fin, on a demandé aux répondants de fournir des recommandations pour minimiser les effets du retard par le biais d'une question ouverte.

3.1. Échantillonnage et distribution du questionnaire

Notre questionnaire est adressé au MOA, MOE, ETP Algérien, la population cible et la taille de l'échantillon sont définies par l'équation 1 et 2 présentées dans le chapitre précédent donc la taille d'échantillon nécessaire est de 93.

Comme le nombre de réponses est généralement inférieur au nombre de questionnaires distribués, il est préférable de distribuer un nombre supérieur de la taille requise, pour cela 160 questionnaires ont été distribués.

Une multitude de méthodes de distribution ont été utilisées pour assurer la diffusion rapide du questionnaire : questionnaires envoyés par e-mail, des versions copiées personnellement distribuées (auto-administration), et via des entretiens. De plus, pour obtenir la confiance des participants interrogés et favoriser le taux de réponse, nous avons assuré aux participants que toutes les informations recueillies seront strictement confidentielles, et nous leur avons promis de garantir leur anonymat et de partager avec eux les résultats de notre étude.

L'enquête par questionnaire a commencé en octobre 2018 en Algérie ; après trois mois, 114 questionnaires ont été retournés représentant un taux de réponse de 71,25%. Cela peut être considéré acceptable pour partager et généraliser les résultats de la recherche basant sur Moser et Katlon 1971(cité dans (Aibinu et Jagboro 2002)) et (Bajjou et Chafi 2020).

3.2. Approche analytique

Une échelle ordinale de Likert à 5 points allant de 1 (très faible) à 5(très important) a été adoptée pour évaluer l'importance de chaque effet perçu par les répondants, ensuite, l'indice d'importance relative (IIR) qui a été utilisé dans plusieurs recherches (Aibinu et Jagboro 2002; Gbahabo et Ajuwon 2017; Kamalan 2020; Khair et al. 2018; Kikwasi 2013; Niazai et Gidado 2012; Nyoni 2018; Sambasivan et Soon 2007; Ullah et al. 2018)) a été également choisi pour déterminer l'importance de chaque effet, il se calcule comme suit :

$$\text{Indice d'importance relative } \mathbf{IIR} = \frac{\sum \mathbf{an}}{\mathbf{N}} \dots\dots\dots (6)$$

Dont, **a** : est un constant qui exprime le poids accordé à chaque effet varie de 1 à 5 ; **n** : la fréquence de réponse ; **N** : le nombre totale de répondants ou de réponses.

3.3. Résultats et discussion

3.3.1. Profils des répondants

Un nombre total de 160 questionnaires été distribués aux praticiens dans les projets de construction en Algérie (secteur public et privé). 114 réponses complète ont été recueillies, dont 62(54,5%) réponses provenaient de praticiens dans le secteur public et 52(45,6%) provenaient du secteur privé.

Les répondants au questionnaire comprennent : 21 maîtres d’ouvrage, 44 maîtres d’œuvre et 49 entrepreneurs. La majorité des répondants (74,6%) appartiennent à la classe d’âge entre 25 et 40 ans, 50,9% des répondants ont plus de 5 ans d’expérience (parmi eux : 30,7% ont une expérience de 5 à 10 ans ; 12,3% ont entre 10 et 15 ans d’expérience et 7,9% ont plus de 15 ans d’expérience). Le tableau 25 résume le statut des répondants.

Tableau 25. Profils des répondants

Description	Fréquence	Pourcentage
Age		
[20- 25[	17	14,9%
[25- 40[	85	74,6%
40 et plus	12	10,5%
TOT	114	100%
Position		
Architect	43	37,7%
Ingénieur en Génie civil	31	27,2%
Manager de Projet	27	23,7%
Autres	13	11,4%
TOT	114	100%
Secteur		
Public	62	54,4%
Privé	52	45,6%
TOT	114	100%
Années d’expérience		
Moins de 5ans	56	49,1%
[5- 10[	35	30,7%
[10-15]	14	12,3%
Plus de 15ans	9	7,9%
TOT	114	100%
Type d’organisation		
Maitrise d’ouvrage	21	18,4%
Maitrise d’œuvre	44	38,6%
Entreprise	49	43,0%
TOT	114	100%

(Source : Auteur)

3.3.2. Fiabilité du questionnaire

Le coefficient alpha de Cronbach a été utilisé pour tester la fiabilité du questionnaire et déterminer la cohérence interne des 31 éléments (effets) identifiés, comme le montre le tableau 26, la valeur de alpha Cronbach est trouvée 0,896 (supérieur de 0,7) ce qui implique que l'instrument est acceptable et garanti la cohérence interne et la fiabilité du questionnaire (Santos et Reynaldo 1999).

Tableau 26. Alpha de Cronbach pour les effets des retards de construction

Statistiques de fiabilité	
Coefficient alpha de Cronbach	Nombre d'éléments
0,896	31

(Source : Auteur)

3.3.3. Test statistique du questionnaire

Afin de vérifier les résultats du questionnaire, nous avons effectué un test t de Student pour un échantillon unique (*One sample t test*), Ce test est généralement utilisé pour affirmer la correspondance de la moyenne de l'échantillon avec celle de la population cible, ou pour tester la différence statistique entre la moyenne de l'échantillon et le point médian de l'échantillon de la variable test. Alors, pour déterminer le niveau d'importance des 31 effets identifiés, nous utilisons la moyenne de $3((1+2+3+4+5)/5)$. Par conséquent, pour cette étude, nous acceptons que :

- Le retard a un grand impact sur l'effet X, si la p-value < 5%.
- Le point relatif à la grande importance ou le grand impact soit supérieur à 3.
- Et le plus important est que la moyenne des effets X soit comprise dans l'intervalle de confiance.

D'après le tableau 27, les résultats montrent que la p-value est inférieure à 5% et que les différences moyennes des effets X sont dans l'intervalle de confiance, donc les résultats du questionnaire peuvent être utilisés et généralisés.

Tableau 27. Test t à échantillon unique

	Statistiques descriptive				Valeur du Test = 3					
	N	Moyenne	Ecart type	Erreur standard	t	ddl	Sig. (bilatérale)	Différence moyenne	95%IC	
									Supérieure	Inférieure
E1	114	3,877	1,082	0,101	8,656	113	0,000	0,877	0,676	1,078
E2	114	3,421	0,940	0,088	4,784	113	0,000	0,421	0,247	0,595
E3	114	3,553	1,065	0,100	5,540	113	0,000	0,553	0,355	0,750
E4	114	3,763	1,108	0,104	7,357	113	0,000	0,763	0,558	0,969

E5	114	3,570	1,160	0,109	5,250	113	0,000	0,570	0,355	0,785
E6	114	4,132	0,917	0,086	13,175	113	0,000	1,132	0,961	1,302
E7	114	3,588	1,071	0,100	5,859	113	0,000	0,588	0,389	0,786
E8	114	3,789	1,093	0,102	7,713	113	0,000	0,789	0,587	0,992
E9	114	3,456	1,277	0,120	3,814	113	0,000	0,456	0,219	0,693
E10	114	3,675	1,109	0,104	6,503	113	0,000	0,675	0,470	0,881
E11	114	3,474	1,049	0,098	4,820	113	0,000	0,474	0,279	0,668
E12	114	3,588	1,196	0,112	5,247	113	0,000	0,588	0,366	0,810
E13	114	3,430	1,255	0,118	3,657	113	0,000	0,430	0,197	0,663
E14	114	3,289	1,142	0,107	2,706	113	0,008	0,289	0,078	0,501
E15	114	3,544	1,198	0,112	4,846	113	0,000	0,544	0,321	0,766
E16	114	3,342	1,196	0,112	3,054	113	0,003	0,342	0,120	0,564
E17	114	3,307	1,213	0,114	2,703	113	0,008	0,307	0,082	0,532
E18	114	3,605	1,010	0,095	6,399	113	0,000	0,605	0,418	0,793
E19	114	3,535	0,933	0,087	6,124	113	0,000	0,535	0,362	0,708
E20	114	3,368	0,989	0,093	3,977	113	0,000	0,368	0,185	0,552
E21	114	3,553	1,065	0,100	5,540	113	0,000	0,553	0,355	0,750
E22	114	3,693	1,040	0,097	7,113	113	0,000	0,693	0,500	0,886
E23	114	3,518	0,998	0,093	5,539	113	0,000	0,518	0,332	0,703
E24	114	3,404	1,111	0,104	3,878	113	0,000	0,404	0,197	0,610
E25	114	3,596	1,002	0,094	6,356	113	0,000	0,596	0,411	0,782
E26	114	3,474	1,305	0,122	3,876	113	0,000	0,474	0,232	0,716
E27	114	3,377	1,359	0,127	2,963	113	0,004	0,377	0,125	0,629
E28	114	3,649	1,004	0,094	6,901	113	0,000	0,649	0,463	0,835
E29	114	3,763	1,162	0,109	7,012	113	0,000	0,763	0,548	0,979
E30	114	3,912	1,018	0,095	9,568	113	0,000	0,912	0,723	1,101
E31	114	3,711	1,260	0,118	6,020	113	0,000	0,711	0,477	0,944

(Source : Auteur)

3.3.4. Les 10 principaux effets du retard en Algérie

Les effets des retards de construction ont été classés en fonction de leur indice d'importance relative, et le classement des 31 effets est présenté dans le tableau 28. Alors que les 10 effets principaux du retard selon le point de vue global des 3 parties (MOA, MOE et ETP) sont présentés dans la figure 34.

Tableau 28. IIR et classement des effets des retards de construction

Effet	MOA		MOE		ETP		Tous	
	Rang	IIR	Rang	IIR	Rang	IIR	Rang	IIR
E1	9	3,48	2	4,07	5	3,88	3	3,88
E2	24	3,14	14	3,64	29	3,35	25	3,42
E3	17	3,33	17	3,52	15	3,67	17	3,55
E4	7	3,52	7	3,77	6	3,86	6	3,76
E5	10	3,48	26	3,39	8	3,78	15	3,57
E6	1	3,90	1	4,16	1	4,20	1	4,13
E7	4	3,62	9	3,70	27	3,47	14	3,59
E8	3	3,76	10	3,70	4	3,88	4	3,79
E9	29	3,05	23	3,45	17	3,63	23	3,46
E10	21	3,29	5	3,77	10	3,76	9	3,68
E11	30	3,00	19	3,50	16	3,65	22	3,47
E12	28	3,05	8	3,75	14	3,67	13	3,59
E13	26	3,10	20	3,48	25	3,53	24	3,43
E14	20	3,29	31	3,22	28	3,35	31	3,29
E15	14	3,38	12	3,64	24	3,53	18	3,54

E16	19	3,29	22	3,48	31	3,24	29	3,34
E17	16	3,33	29	3,34	30	3,27	30	3,31
E18	8	3,48	13	3,64	20	3,63	11	3,61
E19	6	3,57	25	3,41	18	3,63	19	3,54
E20	31	2,81	27	3,34	19	3,63	28	3,37
E21	22	3,24	24	3,45	9	3,78	16	3,55
E22	23	3,24	16	3,59	3	3,98	8	3,69
E23	18	3,33	18	3,50	21	3,61	20	3,52
E24	15	3,38	30	3,25	22	3,55	26	3,40
E25	5	3,57	21	3,48	12	3,71	12	3,60
E26	27	3,10	15	3,59	23	3,53	21	3,47
E27	25	3,14	28	3,34	26	3,51	27	3,38
E28	13	3,38	11	3,66	11	3,76	10	3,65
E29	12	3,43	3	3,89	7	3,80	5	3,76
E30	2	3,86	6	3,77	2	4,06	2	3,91
E31	11	3,43	4	3,86	13	3,69	7	3,71

(Source : Auteur)

Comme montrée dans la figure 34, les 10 principaux effets du retard dans les projets de construction en Algérie sont respectivement : les dépassements de délais (IIR=4,14) ; la non atteinte des objectifs (IIR=3,91) ; les dépassements des coûts (IIR=3,88) ; la mauvaise qualité (IIR=3,79), l'échec du projet (IIR=3,76) ; l'impact négatif sur l'économie du pays (IIR=3,76), l'impact négatif sur l'image de la ville (IIR=3,71) ; la perte de productivité (IIR=3,69) ; le gaspillage et la sous-utilisation des ressources humaines et matériels (IIR=3,68) ; la perturbation des programme (IIR=3,65).

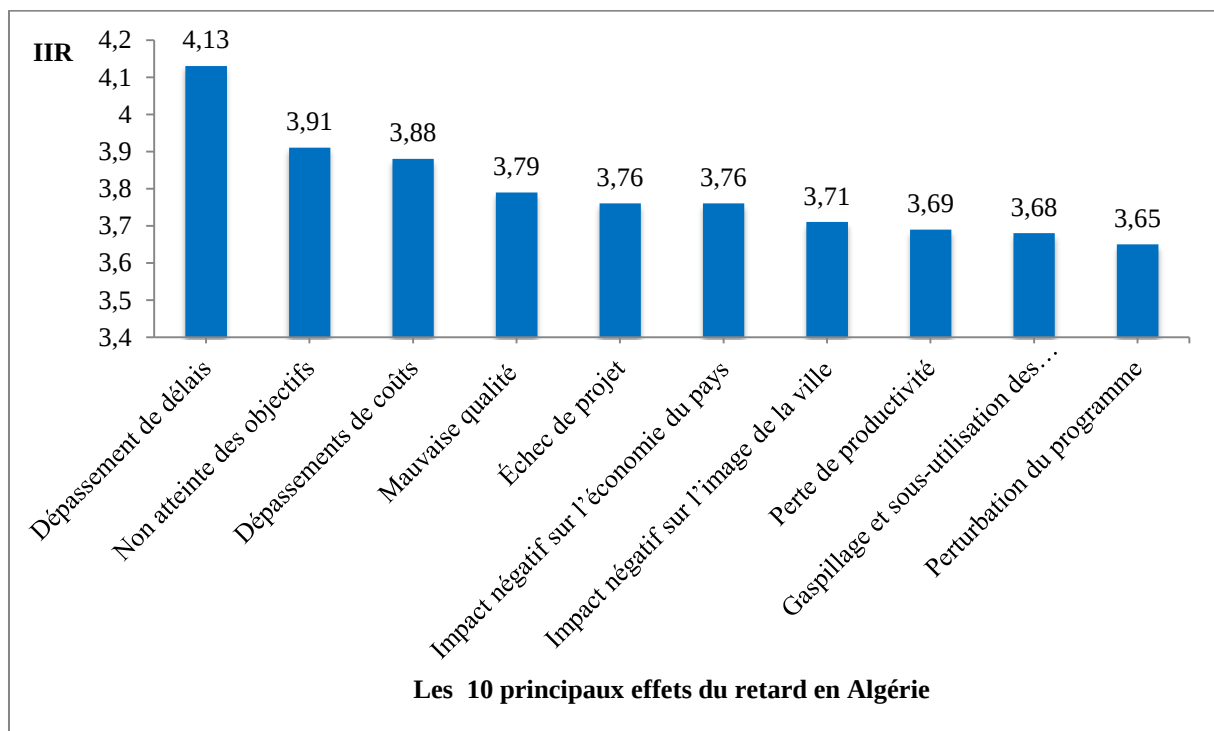


Figure 34. Les 10 principaux effets du retard en Algérie

(Source : Auteur)

3.3.4.1. Les dépassements de délais

Les 3 parties (MOA, MOE, ETP) sont convenues de classer *les dépassements de délais* comme le premier effet le plus important avec un indice d'importance de 4,14 ; lorsque les projets sont retardés, il faut plus de jours de travail pour l'achèvement du projet, ce qui a pour conséquence de prolonger le délai de livraison prescrit et nous permet de dire que le projet a connu un dépassement de délai (Sunjka et Jacob 2013). Ce résultat a été confirmé dans diverses recherches (Abdullah, Azis et Rahman. 2009; Aibinu et Jagboro 2002; Khair et al. 2018; Kikwasi 2013; Nyoni et Bonga 2017; Owalabi et al. 2014; Rashid 2020; Sambasivan et Soon 2007; Sunjka et Jacob 2013), dans lesquelles *le dépassement de délai* était le premier effet le plus important du retard.

3.3.4.2. La non atteinte des objectifs

La non atteinte des objectifs est considéré comme le 2^{ème} effet important avec un indice d'importance de 3,91, cet effet a également apparu en 2^{ème} place dans le classement de ETP et MOA avec un IIR de 4,06 et de 3,86 respectivement, cependant le MOE l'a classé le 6^{ème} avec IIR =3,77.

Les retards dans les projets de construction conduiront à l'échec de réalisation de projet conformément aux objectifs et aux spécifications contractuelles, et au non atteint de la triple contrainte du projet (temps, coût et qualité).

3.3.4.3. Dépassement des coûts

Le dépassement des coûts est le troisième effet avec RII=3,88; cet effet a été classé en 1^{er} dans plusieurs études (Amoatey et al. 2015; Gebrehiwet et Luo 2017; Khair et al. 2016; Kikwasi 2013; Serani, Tadele, et Bayeh. 2020). Les retards sont souvent accompagnés de dépassements de coûts et de délais (Yogita et Pankaj 2015); lorsque les projets sont retardés, deux scénarios possibles peuvent se produire :

Le premier est que les travaux seront accélérés pour éviter la livraison tardive du projet en déployant plus de ressources et en dupliquant les heures de travail, ce qui entraînera un coût supplémentaire,

Le second est que le délai prévu pour l'achèvement du projet sera reporté et que des jours de travail supplémentaires ont été ajoutés, ce qui entraîne des coûts supplémentaires de main-d'œuvre, de machines et d'équipements et une escalade du coût du projet (Haq et al. 2014).

3.3.4.4. La mauvaise qualité

La mauvaise qualité est le 4^{ème} effet avec un IIR de 3,79 ; (le 3^{ème} effet dans la perception des MOA, le 4^{ème} dans la perception des ETP, et le 10^{ème} à l'égard des MOE).

Généralement, un projet retardé entraîne une diminution de la qualité et de la sécurité (Bajjou et Chafi 2020), lorsque le projet est retardé, les entrepreneurs essaient d'accélérer les travaux afin de minimiser les pertes et d'éviter plus de coûts supplémentaire en recherchant davantage plus de main d'œuvre avec le moindre salaire possible, et ce par l'emploi de main d'œuvre non qualifiée ; de ce fait des erreurs peuvent se produire lors de la construction entraînant une mauvaise qualité. De plus, les retards perturbent le travail et entraînent une perte de productivité ce qui peut affecter la qualité du travail. Ce résultat est en accord avec (Khair et al. 2016; Oshungade et Kruger 2017; Serani, Tadele, et Bayeh. 2020; Sunjka et Jacob U 2013; Ullah et al. 2018) qui perçoivent également la mauvaise qualité comme un effet majeur des retards.

3.3.4.5. Échec de projet

Échec du projet ; reçu le 5^{ème} du classement général avec un IIR de 3,76. Un projet réussi signifie que le projet a atteint ses triples contraintes de temps, de coût et de qualité (Frimpong, Oluwoye, et Crawford. 2003; Mukuka, Aigbavboa, et Thwala. 2015). Le retard entraîne un dépassement de temps (Abdullah, Azis et Rahman. 2009; Gbahabo and Ajuwon 2017; Gebrehiwet and Luo 2017; Mukuka, Aigbavboa, et Thwala. 2015; Oshungade and Kruger 2017; Owalabi et al. 2014; Serani, Tadele, et Bayeh. 2020; Ullah et al. 2018), un dépassement de coût (Abdullah, Azis et Rahman. 2009; Gashahun 2020; Gebrehiwet et Luo 2017; Khair et al. 2016; Kikwasi 2013; Mukuka, Aigbavboa, et Thwala. 2015; Sunjka et Jacob 2013; Ullah et al. 2018), une mauvaise qualité (Gashahun 2020; Gbahabo et Ajuwon 2017; Oshungade et Kruger 2017; Serani, Tadele, et Bayeh. 2020; Sunjka et Jacob 2013; Ullah et al. 2018), la non-atteinte des objectifs et donc l'échec du projet. Ce résultat a été soutenu par (Gashahun 2020).

3.3.4.6. Impact négatif sur l'économie du pays

L'impact négatif sur l'économie du pays est le 6^{ème} effet avec un indice d'importance de 3,76. « *L'industrie de la construction continue d'être la force motrice de la croissance et du développement socioéconomique des pays* » (Abdullah, Azis et Rahman. 2009). L'achèvement du projet en temps opportun, dans la limite du budget et conformément aux spécifications contractuelles contribue au développement économique, car il permet de créer plus d'emplois et de revenus, d'augmenter la rentabilité (étant donné qu'il constitue un

investissement continu et durable) et d'optimiser l'attractivité (Tafazzoli et Shrestha 2017). Par contre le retard dans les projets de construction perturbe le programme, retarde la mise en activité des projets de construction et par conséquent retarde le début de leur fonctionnement, entraîne des pertes d'emplois et de revenus, gèle l'investissement et donne une mauvaise impression aux investisseurs étrangers qui finit par entraîner une tendance à la baisse du progrès national (Haq et al. 2014)

3.3.4.7. Impact négatif sur l'image de la ville

Impact négatif sur l'image de la ville ; classé le 7^{ème} avec un indice d'importance relative de 3,71. La construction du projet améliore l'espace car elle transforme la ville, donne plus de visibilité, maximise l'attractivité et favorise le tourisme. Le retard dans les projets de construction a une influence directe sur la qualité de la structure, et des conséquences significatives sur l'image de la ville et une mauvaise impression aux visiteurs étrangers (Haq et al. 2014)

3.3.4.8. Perte de productivité

Le 8^{ème} effet avec (IIR=3,69), Le retard perturbe les travaux de construction, c'est pourquoi les entrepreneurs cherchent à compenser ces retards par l'accélération des activités sur le chantier, soit par :

- L'augmentation des heures de travail : *« les parties prenantes du projet ont tendance à accélérer le flux de travail, ce qui peut augmenter la charge de travail des ouvriers, générer du stress, de la fatigue mentale et physique, et décourager les employés »* (Dixit et al. 2017); cela peut conduire à une baisse du rendement et de la motivation, et à une augmentation des taux d'accidents et d'absentéisme ; car les ouvriers sont habitués à dépenser leurs efforts et leur énergie à un rythme spécifique et tout cela conduira à une diminution du niveau de productivité.
- Augmentation du personnel et la Co-activité : ce qui entraîne des encombrements (congestion) sur chantier, des interférences entre les équipes, des interruptions de travail, une difficulté de supervision et des perturbations de la productivité.

3.3.4.9. Gaspillage et sous-utilisation des ressources humaines et matérielles

Le gaspillage et la sous-utilisation des ressources humaines et matérielles est le 9^{ème} effet avec IIR=3,68. Le défi des entrepreneurs est d'utiliser les ressources de manière efficace afin de réduire les délais et les coûts et d'obtenir une meilleure rentabilité. L'incapacité à achever les

projets de construction dans les délais prévus peut entraîner un gaspillage et une sous-utilisation des ressources humaines et matérielles (Gashahun 2020; Owalabi et al. 2014).

Lorsqu'un projet est achevé dans les délais prévus et aux couts stipulés, la disponibilité des différentes ressources pour d'autre projets devient plus possible, par contre si un retard est entrainé dans un projet, le manque des ressources devient possible et surgi la fuite des ressources humaines surtout qui cherchent d'autres revenus au niveau d'autres projets, négligeant ainsi ce projet et entrainant un retard

Ce résultat a également été conclu par certains chercheurs (Gashahun 2020; Khair et al. 2016; Owalabi et al. 2014; Serani, Tadele, et Bayeh. 2020).

3.3.4.10. Perturbation du programme

Perturbation du programme classé le 10^{ème} (IIR=3,65), La programmation du projet est l'acte de programmer un ensemble d'actions et d'opérations qui devraient être effectués dans un délai prévu et selon un plan spécifique, pour atteindre des objectifs spécifiques.

Les retards dans les projets de construction vont entraîner une perte dans la productivité, retarder le programme et provoquer un déséquilibre entre l'offre et la demande. Ce résultat n'a été affirmé par aucune des recherches précédentes étudiées.

3.3.5. Les 10 principaux effets des retards du point de vue des principales parties prenantes du projet

Les 10 principaux effets des retards selon la perception des principales parties prenantes (MOA, MOE, ETP) ont été présentés dans des graphiques radars. Afin de faciliter la lecture et la comparaison. Trois (3) zones d'importance ont été identifiées utilisant les valeurs de l'échelle de Likert comme suit :

$$\text{Amplitude de l'intervalle} \quad A_I = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{n} \dots\dots\dots (7)$$

Dont : $X_{\max}=5$; $X_{\min}=1$; $n=3$ est le nombre d'intervalles (les zones d'importance). Ainsi, $A_I=1,33$

Tableau 29. Niveaux et zones d'importance

Échelle	Niveau d'importance	Zone
[1.00- 2.33]	Faible importance	Verte
[2.34- 3.66]	Importance moyenne	Jaune
[3.67- 5.00]	Importance élevée	Rouge

3.3.5.1. Les 10 principaux effets des retards du point de vue de MOA

Les 10 effets majeurs du point de vue du MOA ont été présentés dans la figure 35, les perceptions du MOE et de l'ETP concernant ces effets, ont été également présentées dans le même graphique.

Le graphique radar (figure 35) montre que parmi les 10 principaux effets du point de vue du maître d'ouvrage, 3 effets, à savoir « *le dépassement des délais* », « *la non-réalisation des objectifs* » et « *la mauvaise qualité* », ont été classés comme très importants (zone rouge) par les maîtres d'ouvrage. Ces effets se sont également avérés être plus critiques pour les consultants et les entrepreneurs.

Cependant les sept autres effets (« *retardement de début de fonctionnement et d'utilisation de l'espace, perturbation de travail* », « *frustration des différents intervenants* », « *impact négative sur l'économie de pays* », « *insatisfaction de toutes les parties impliquées* », « *dépassement de coûts* », « *vieillessement du projet avant sa livraison* ») se situaient dans la zone modérée (zone d'importance moyenne) du point de vue des MOA. Cela peut s'expliquer par le fait que les propriétaires accordent plus d'importance aux effets relatifs aux mesures traditionnelles du succès (coût, délai, qualité) qu'aux autres mesures.

En comparant la perception des entrepreneurs (ETP) avec celle des maîtres d'ouvrage (MOA), on constate que les entrepreneurs ont perçu les 10 effets de manière beaucoup mieux que les MOA. Et que 8 parmi les 10 effets (identifiés par les MOA) ont été souligné comme très importants de l'avis des entrepreneurs. Cela peut s'expliquer par le fait que les ETP sont plus affectés par les effets des retards que les MOA.

En ce qui concerne la perception des maîtres d'œuvre (MOE), on constate que 6 sur 10 effets majeurs pour les maîtres d'ouvrage ont été soulignés comme très importants par les maîtres d'œuvre. Alors que « *le dépassement de temps* », « *le dépassement de coût* », « *le retard du début du fonctionnement du projet et de l'utilisation de l'espace* », « *l'impact négatif sur l'économie du pays* », « *l'insatisfaction des différentes parties impliquées* » ont été considérés davantage importants par les MOE que par les MOA.

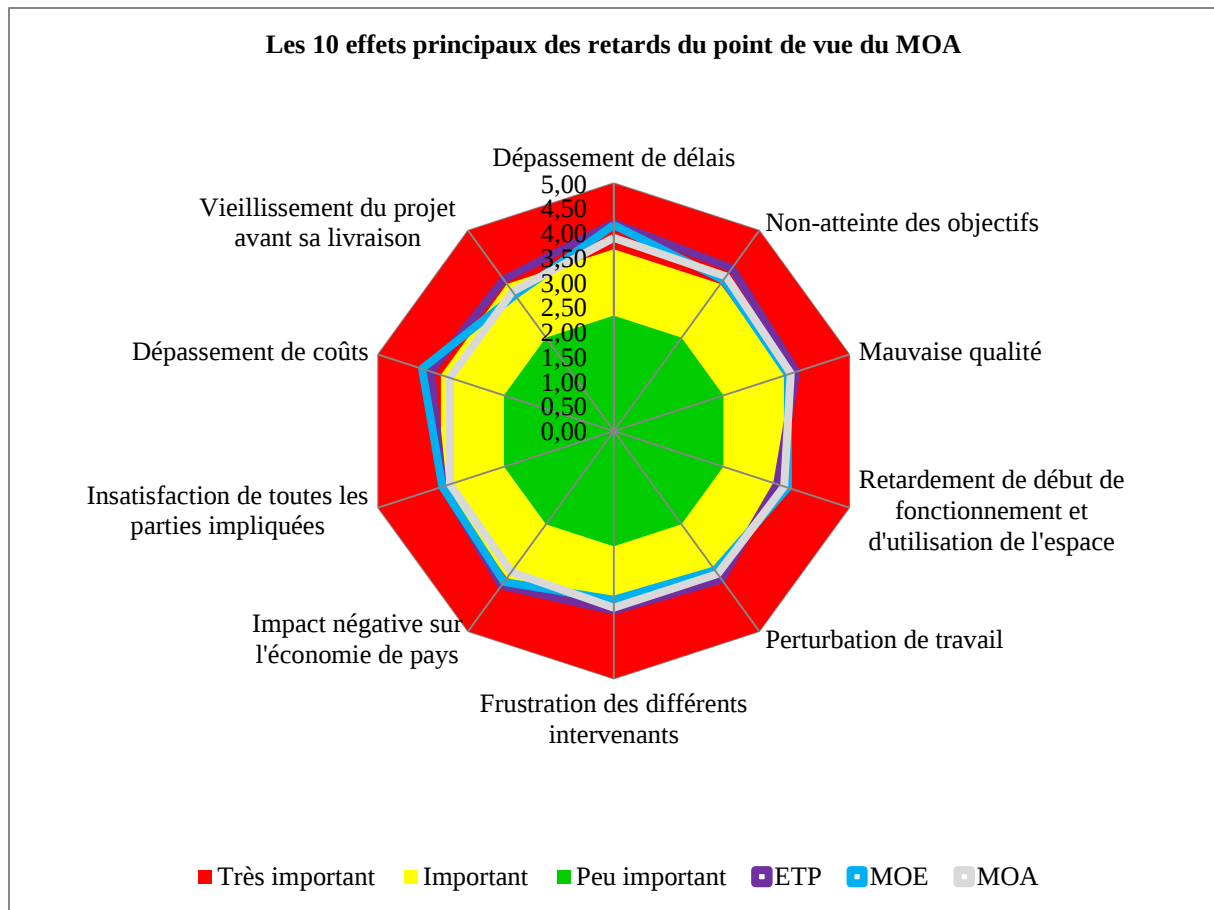


Figure 35. Les 10 principaux effets des retards du point de vue de MOA

(Source : Auteur)

3.3.5.2. Les 10 principaux effets des retards du point de vue de MOE

La figure 36 illustre les 10 effets les plus importants du retard tels que perçus par les maîtres d'œuvre (MOE).

Sur ce radar, on peut voir que les MOE ont perçu tous ces effets comme très importants (zone rouge). Le radar montre également les opinions convergentes entre les ETP et les MOE. L'effet « *retardement du début de fonctionnement du projet et de l'utilisation de l'espace* » a été jugé important (zone jaune) par les entrepreneurs, tandis que les 9 autres effets ont été classés comme très importants (zone rouge). Parmi ces neuf effets, « *le dépassement de temps* », « *la non-atteinte des objectifs* », « *l'impact négatif sur l'économie du pays* » et « *la mauvaise qualité* » étaient considérés davantage importants du point de vue des ETP que de celui des MOE.

En revanche, la perception des MOA était moins importante que celle des MOE pour 9 effets. Cependant, le graphique radar montre que le « *dépassement de délai* » et « *la mauvaise* »

qualité » ont été classés comme très importants (zone rouge), et que « la mauvaise qualité » a été légèrement mieux évaluée par les MOA que par les MOE.

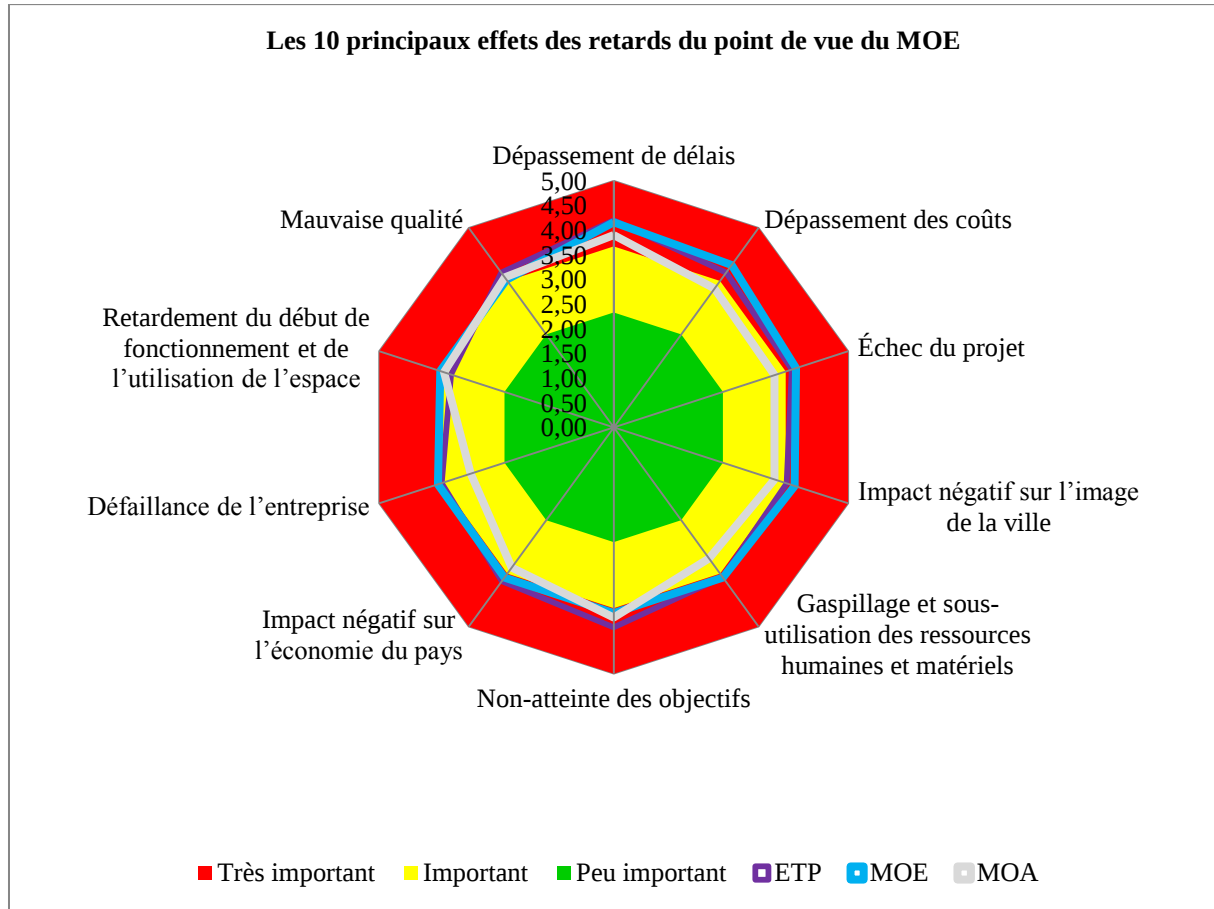


Figure 36. Les 10 principaux effets des retards du point de vue de MOE

(Source : Auteur)

3.3.5.3. Les 10 principaux effets des retards du point de vue de ETP

La figure 37 présente les 10 principaux effets du retard selon le point de vue des entrepreneurs (ETP); comme on peut les voir, les 10 effets étaient tous d'une importance critique (dans la zone rouge) pour les ETP.

En comparant l'opinion des MOE à celle des ETP, le radar révèle que 8 parmi les 10 effets ont été jugés très importants du point de vue des MOE, parmi lesquels « l'échec du projet » et « les dépassements de coûts » étaient plus importants dans la vision du MOE. Cependant, la perception de l'importance du point de vue des MOA était plus faible que celui des entrepreneurs, et seuls 3 éléments ont été classés comme très importants.

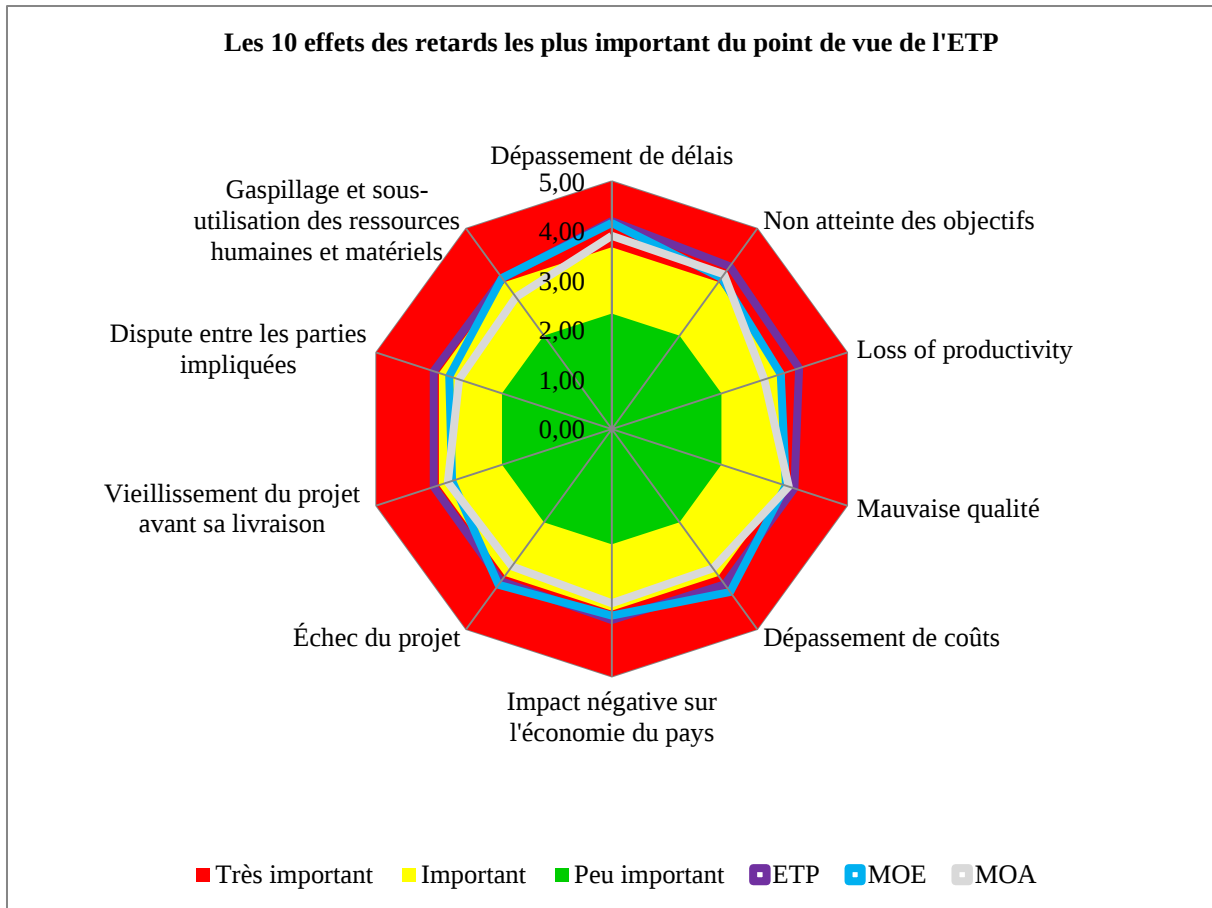


Figure 37. Les 10 principaux effets des retards du point de vue d'ETP

(Source : Auteur)

À partir de ces trois figures, on peut constater que cinq effets de retard sont apparus dans les trois radars : « *dépassement de délai* », « *non-réalisation des objectifs* », « *mauvaise qualité* », « *impact négatif sur l'économie du pays* » et « *dépassement de coût* ».

Ces effets ont été classés parmi les effets les plus importants du retard en Algérie d'un point de vue global (voir section précédente).

Cependant, « *l'échec du projet* », « *le gaspillage et la sous-utilisation des ressources humaines et matérielles* » ont été trouvés communs entre les MOE et les ETP, ce qui peut être expliqué par le fait que les MOE et les ETP travaillent ensemble, en particulier dans la phase de réalisation; il est donc très logique qu'ils partagent des problèmes similaires, ce qui explique les perceptions convergentes entre eux (7 effets sur 10 ont été trouvés communs entre eux).

Alors que « *le retard du début du fonctionnement du projet et de l'utilisation de l'espace* » était commun entre le MOA et le MOE. Et « *le vieillissement du projet avant sa livraison* » était l'effet commun entre les MOA et les ETP.

À partir des résultats ci-dessus, il est intéressant de croiser et de comparer l'importance relative de chaque effet tel que perçu par les trois groupes de répondants pour tester le degré d'accord entre eux.

La section suivante est conçue pour comparer les perceptions des propriétaires, des consultants et des entrepreneurs à l'aide du test ANOVA à facteur unique.

3.3.6. Test ANOVA à un facteur

Le test ANOVA à un facteur (*one way ANOVA*) est effectué afin de tester s'il existe une différence significative (un désaccord) entre les 3 groupes de répondants (MOA, MOE, ETP) quant aux effets du retard. Deux hypothèses ont été proposées:

- Hypothèse nulle H_0 : il n'y a pas de différence significative (il y a un bon accord) entre les trois groupes (si le niveau de signification est supérieur à 5%).
- Hypothèse alternative H_1 : il existe une différence significative entre les 3 groupes dans leurs perceptions de l'importance relative de chaque effet (si le niveau de signification est inférieur à 5%).

Le tableau 30 illustre les résultats du test d'ANOVA. Ces résultats révèlent une bonne concordance entre les trois groupes en ce qui concerne les effets du retard, alors qu'il existe une différence significative entre eux pour certains effets du retard (*litiges et réclamations "E20" et perte de productivité "E22"*).

Le test Post-Hoc "LSD" (Différence Significative Minimale) a été réalisé pour trouver la source de cette différence et une valeur $p < 5\%$ a été considérée comme significative.

Les résultats (comme le montre le tableau 31) révèlent que les MOA sont à l'origine de cette différence en ce qui concerne leur perception de l'importance relative des « *litiges et réclamations* » ($RII=2,80$), qui est différente des opinions des MOE ($RII=3,34$) et des ETP ($RII=3,63$) qui la perçoivent davantage plus critique.

Cependant, il y a des opinions légèrement opposées entre le duo « MOA-ETP » concernant l'importance relative de l'effet « *perte de productivité* » qui était de 3,63 et 3,98 respectivement.

Les MOA ont tendance à régler à l'amiable les litiges résultant d'un retard, sans avoir besoin de recourir aux tribunaux, afin d'éviter la méfiance et les coûts supplémentaires qui en découlent.

À l'inverse, les ETP considèrent que les retards ont de lourdes conséquences sur le projet et conduisent souvent à un désaccord entre les parties lorsqu'elles demandent une compensation, ce qui donne lieu à *des litiges et des réclamations* pour résoudre le problème.

De leur côté, les MOA considèrent que les retards ont un effet moyen sur *la perte de productivité* et ils le classent en 23^{ème} position, tandis qu'ils accusent les entrepreneurs d'être responsables de ces pertes. En revanche, les ETP affirment que les retards contribuent directement à la perte de productivité et ils le classent au troisième rang des effets les plus importants.

Tableau 30. Test ANOVA à un facteur

		Somme des carrés	ddl	Carré moyen	F	Sig.	Décision
E1	Intergroupes	4,982	2	2,491	2,172	0,119	H ₀
	intragroupes	127,299	111	1,147			
	Total	132,281	113				
E2	Intergroupes	3,934	2	1,967	2,278	0,107	H ₀
	intragroupes	95,855	111	0,864			
	Total	99,789	113				
E3	Intergroupes	1,765	2	0,882	0,775	0,463	H ₀
	intragroupes	126,419	111	1,139			
	Total	128,184	113				
E4	Intergroupes	1,640	2	0,820	0,665	0,517	H ₀
	intragroupes	136,965	111	1,234			
	Total	138,605	113				
E5	Intergroupes	3,738	2	1,869	1,400	0,251	H ₀
	intragroupes	148,201	111	1,335			
	Total	151,939	113				
E6	Intergroupes	1,371	2	0,686	0,813	0,446	H ₀
	intragroupes	93,655	111	0,844			
	Total	95,026	113				
E7	Intergroupes	1,307	2	0,654	0,565	0,570	H ₀
	intragroupes	128,316	111	1,156			
	Total	129,623	113				
E8	Intergroupes	0,713	2	0,357	0,295	0,745	H ₀
	intragroupes	134,234	111	1,209			
	Total	134,947	113				
E9	Intergroupes	5,031	2	2,516	1,558	0,215	H ₀
	intragroupes	17,249	111	1,615			
	Total	184,281	113				
E10	Intergroupes	3,917	2	1,959	1,609	0,205	H ₀
	intragroupes	135,074	111	1,217			
	Total	138,991	113				
E11	Intergroupes	6,319	2	3,160	2,970	0,055	H ₀
	intragroupes	118,102	111	1,064			
	Total	124,421	113				

CHAPITRE 5: Les effets de retards dans les projets de construction en Algérie

E12	Intergroupes	7,645	2	3,822	2,756	0,068	H ₀
	intragroupes	153,978	111	1,387			
	Total	161,623	113				
E13	Intergroupes	2,948	2	1,474	0,935	0,396	H ₀
	intragroupes	174,991	111	1,576			
	Total	177,939	113				
E14	Intergroupes	0,332	2	0,166	0,125	0,882	H ₀
	intragroupes	147,115	111	1,325			
	Total	147,447	113				
E15	Intergroupes	0,942	2	0,471	0,324	0,724	H ₀
	intragroupes	161,338	111	1,453			
	Total	162,281	113				
E16	Intergroupes	1,334	2	0,667	0,462	0,631	H ₀
	intragroupes	160,324	111	1,444			
	Total	161,658	113				
E17	Intergroupes	0,150	2	0,075	0,050	0,951	H ₀
	Intragroupes	166,104	111	1,496			
	Total	166,254	113				
E18	Intergroupes	0,429	2	0,215	0,207	0,813	H ₀
	intragroupes	114,808	111	1,034			
	Total	115,237	113				
E19	Intergroupes	1,193	2	0,596	0,681	0,508	H ₀
	intragroupes	97,167	111	0,875			
	Total	98,360	113				
E20	Intergroupes	10,014	2	5,007	5,530	0,005	H₁
	intragroupes	100,512	111	0,906			
	Total	110,526	113				
E21	Intergroupes	4,935	2	2,467	2,222	0,113	H ₀
	intragroupes	123,249	111	1,110			
	Total	128,184	113				
E22	Intergroupes	8,829	2	4,414	4,320	0,016	H₁
	intragroupes	113,425	111	1,022			
	Total	122,254	113				
E23	Intergroupes	1,166	2	0,583	0,581	0,561	H ₀
	intragroupes	111,299	111	1,003			
	Total	112,465	113				
E24	Intergroupes	2,114	2	1,057	0,854	0,428	H ₀
	intragroupes	137,325	111	1,237			
	Total	139,439	113				
E25	Intergroupes	1,318	2	0,659	0,653	0,523	H ₀
	intragroupes	112,120	111	1,010			
	Total	113,439	113				
E26	Intergroupes	3,771	2	1,886	1,109	0,333	H ₀
	intragroupes	188,650	111	1,700			
	Total	192,421	113				
E27	Intergroupes	2,078	2	1,039	0,558	0,574	H ₀
	intragroupes	206,703	111	1,862			
	Total	208,781	113				
E28	Intergroupes	2,065	2	1,032	1,024	0,362	H ₀
	intragroupes	111,900	111	1,008			

	Total	113,965	113				
E29	Intergroupes	3,071	2	1,536	1,140	0,324	H ₀
	intragroupes	149,534	111	1,347			
	Total	152,605	113				
E30	Intergroupes	2,008	2	1,004	0,968	0,383	H ₀
	intragroupes	115,115	111	1,037			
	Total	117,123	113				
E31	Intergroupes	2,715	2	1,357	0,852	0,429	H ₀
	intragroupes	176,733	111	1,592			
	Total	179,447	113				

(Source : Auteur)

Tableau 31. Comparaisons multiples Post-hoc « LSD »

VD	(I)	(J)	Différence moyenne (I-J)	Erreur standard	Sig,	IC à 95%	
						Borne inférieure	Borne supérieure
E20	MOA	MOE	-0,53139*	0,25239	0,038	-1,0315	-0,0313
		ETP	-0,82313*	0,24819	0,001	-1,3149	-0,3313
	MOE	MOA	0,53139*	0,25239	0,038	0,0313	1,0315
		ETP	-0,29174	0,19764	0,143	-0,6834	0,0999
	ETP	MOA	0,82313*	0,24819	0,001	0,3313	1,3149
		MOE	0,29174	0,19764	0,143	-0,0999	0,6834
E22	MOA	MOE	-0,35281	0,26811	0,191	-0,8841	0,1785
		ETP	-0,74150*	0,26365	0,006	-1,2639	-0,2190
	MOE	MOA	0,35281	0,26811	0,191	-0,1785	0,8841
		ETP	-0,38868	0,20995	0,067	-0,8047	0,0273
	ETP	MOA	0,74150*	0,26365	0,006	0,2190	1,2639
		MOE	0,38868	0,20995	0,067	-0,0273	0,8047

*, La différence moyenne est significative au niveau de 0,05

VD : Variable Dépendante ; IC : Intervalle de confiance ; (I) et (J) : Organisme

(Source : Auteur)

3.3.7. Analyse factorielle

3.3.7.1. Pertinence des données

La technique de l'analyse factorielle a été utilisée pour trier les effets des retards dans les projets de construction en regroupant les variables qui sont fortement corrélées les unes aux autres et en les convertissant en un seul facteur. Mais avant d'appliquer cette technique, il faut s'assurer de la pertinence des données.

À cet égard, la « mesure de Kaiser-Meyer-Olkin » de l'adéquation de l'échantillonnage (KMO) et le « test Bartlett de la sphéricité » ont été effectués.

La mesure de Bartlett teste l'hypothèse nulle selon laquelle la matrice de corrélation originale est une matrice d'identité (une matrice d'identité est une matrice dont tous les éléments diagonaux sont égaux à (1) et tous les éléments hors diagonale sont égaux à (0)). Nous

voulons que ce test soit significatif (Field 2013), en d'autres termes, nous voulons rejeter l'hypothèse nulle.

De plus, l'estimation de KMO désigne de la proportion du carré de la relation entre les facteurs par rapport au carré de la relation incomplète entre les facteurs (Dixit et al. 2017). Cette mesure varie entre 0 et 1, et une valeur proche de 1 exprime que le modèle de corrélations est relativement dense et que l'analyse factorielle va produire des résultats précis et forts (Field 2013).

Comme le montre le tableau 32, le Test de Sphéricité de Bartlett était significatif au niveau de 0,01 (avec $\chi^2 = 1794,546$ and $p\text{-value} = 0,00$), ce qui indique que la matrice de corrélation n'est pas une matrice d'identité. De plus, la mesure KMO de l'adéquation de l'échantillonnage était suffisante avec une valeur de 0,719.

À partir de ces résultats, nous pouvons dire que l'échantillon est adéquat et que l'analyse factorielle peut être appliquée.

Tableau 32. Indice KMO et test de Bartlett

Indice KMO et test de Bartlett		
Indice de Kaiser-Meyer-Olkin pour la mesure de la qualité d'échantillonnage.		0,719
Test de sphéricité de Bartlett	Khi-deux approximatif	1794,546
	ddl	465
	Sig	0,000

(Source : Auteur)

3.3.7.2. Méthode de rotation et facteurs extraits

La méthode des composantes principales a été employée avec la rotation orthogonale afin de conduire le nombre minimum de facteurs et d'expliquer la portion maximale de la variance dans la variable d'origine.

Neuf (9) facteurs ont été extraits utilisant le critère de racine latente (valeur propre « *Eigen value* » supérieure à 1), cependant, les facteurs avec moins de trois éléments sont considérés comme faibles et instables et ils doivent être supprimés (Costello et Osborne 2005), ainsi que les éléments avec un chargement croisé doivent être supprimés.

Par conséquent, l'analyse factorielle a été répétée de manière itérative et les éléments qui ne répondent pas aux conditions ont été supprimés séquentiellement donnant au final cinq (5) facteurs (extraits de 19 éléments finaux), ces facteurs expliquent 64,32 % de la variance totale.

Comme indiqué dans le tableau 33, les 5 facteurs extraits ont été classés en fonction de leur variance expliquée comme suit :

Facteur 1: « Mauvaise perception du public et pertes de productivité, d'emploi et de revenus ». Ce facteur explique 18,053% de la variance totale. Six éléments ont été chargés sur ce facteur, « *perception négative du public* » ; « *perte de confiance des citoyens* »; « *problèmes sociaux* » ; « *contentieux et réclamations* »; « *perte de productivité* »; « *perte d'emploi et de revenu* » avec des valeurs de saturation (chargement) de 0,890 ; 0,875 ; 0,741 ; 0,555 ; 0,491 et 0,479 respectivement.

Le projet de construction est l'un des secteurs les plus cruciaux, étant donné qu'il constitue un moyen efficace d'améliorer le niveau de vie (Durdyev, Omarov, et Ismail. 2017; Santoso et Soeng 2016; Ullah et al. 2018), et contribue de manière significative à la création d'emplois et de richesse, et à la croissance socio-économique (Alagidede et Mensah 2018; Dlamini et Cumberlege 2021; Gbahabo et Ajuwon 2017; Serani, Tadele, et Bayeh. 2020; Ullah et al. 2018).

Les retards dans les projets de construction entraînent un gaspillage de ressources, ce qui entraîne des interruptions dans le travail puis des pertes de productivité et des pertes d'emplois et de revenus (Dixit et al. 2017; Gbahabo et Ajuwon 2017). De plus, les retards génèrent souvent une perception publique négative et des soupçons de corruption et d'inefficacité (Gbahabo et Ajuwon 2017).

Facteur 2 : « Gaspillage et problèmes de qualité ».

C'est le deuxième groupe d'effets avec une valeur propre de 2,118 ; ce facteur explique 12,312% de la variance totale et se compose de « *la mauvaise qualité* » avec une valeur de chargement (*loading value* « LV ») de 0,859 ; « *impact sur la durabilité de la structure* » (LV=0,841) ; « *gaspillage et sous-utilisation des ressources humaines et matérielles* » (LV=0,591) ; « *vieillesse du projet avant sa livraison* » (LV= 0,505).

Les retards entraînent un gaspillage de ressources (Gashahun 2020; Kamalan 2020; Owalabi et al. 2014; Serani, Tadele, et Bayeh. 2020) et un impact significatif sur la qualité du projet (Gashahun 2020; Mahamid 2017; Mukuka, Aigbavboa, et Thwala. 2015; Serani, Tadele, et Bayeh. 2020; Sunjka et Jacob 2013). En fait, lorsqu'un projet est retardé, les entrepreneurs cherchent à accélérer le travail afin d'éviter les dépassements de délais et des coûts supplémentaires liés au retard.

Par conséquent, la mauvaise qualité sera le résultat, ce qui peut influencer sur la durabilité du projet (Mahamid 2017). D'autre part, les retards entraînent une livraison tardive du projet et si ces retards persistent, ils peuvent vieillir le projet avant sa livraison et par conséquent la justification économique du projet peut être perdue (Alavifar et Motamedi 2014).

Facteur 3 : « Échec du projet et perturbation du programme »

Ce facteur explique 12,199 % de la variance totale et comprend trois attributs : « *échec du projet* », « *perturbation du programme* » et « *la non-atteinte des objectifs* », avec des valeurs de saturation de 0,805, 0,750 et 0,738 respectivement.

Un projet de construction est considéré comme réussi lorsqu'il est terminé à temps, dans le respect du budget et des exigences de qualité (Frimpong, Oluwoye, et Crawford. 2003; Serani, Tadele, et Bayeh. 2020).

Les retards dans les projets de construction conduiront à l'échec de la réalisation du projet par rapport aux spécifications et aux objectifs du contrat, à l'échec du projet et à la perturbation du programme.

Facteur 4 : « Disputes et perturbation du travail »

Ce facteur explique 11,589% de la variance totale et il contient 3 composantes, à savoir « *la perturbation du travail* » (LV= 0,803), « *dispute entre les parties impliquées* » (LV= 0,698), et « *suspension du travail* » (LV= 0,681).

Les retards entraînent des perturbations du travail, des problèmes de communication et des conflits entre les participants au projet, qui se produisent lors de l'évaluation de trois aspects des retards : Qui est le responsable de ces retards ? Quelle est l'ampleur de ces retards ? Et par conséquent, quelles indemnités monétaires devraient être versées ? (Ahmed et al. 2002).

Facteur 5 : « Impact négatif sur l'entreprise »

Le retard du projet a un impact négatif sur l'entreprise, « *pour l'entrepreneur, le retard signifie des frais généraux plus élevés en raison de la période de travail plus longue, des coûts de matériel plus élevés en raison de l'inflation, et en raison de l'augmentation des coûts de main-d'œuvre* » (Assaf and Al-Hejji 2006). Ce facteur explique 10,164% de la variance totale et il est constitué de trois variables : « *pénalité de retard sur l'entreprise* » (LV=0,793) ; « *défaillance de l'entreprise* » (LV=0,772) ; « *réduction de la marge bénéficiaire des entrepreneurs* » (LV=0,671).

Tableau 33. Rotation de la matrice des composantes et variance expliquée

	Composantes				
	1	2	3	4	5
E17	0,890				
E16	0,875				
E15	0,741				
E20	0,555				
E22	0,491				
E23	0,479				
E8		0,859			
E9		0,841			
E10		0,591			
E5		0,505			
E29			0,805		
E28			0,750		
E30			0,738		
E25				0,803	
E21				0,698	
E24				0,681	
E13					0,793
E12					0,772
E11					0,671
Valeur propre	6,672	2,118	1,945	1,657	1,319
Variance expliquée(%)	18,053	12,312	12,199	11,589	10,164
Cumulative %	18,053	30,364	42,563	54,152	64,316

*Méthode d'extraction: Analyse des Composantes Principales.

*Méthode de Rotation: Varimax avec la normalisation de Kaiser.

*La Rotation a converge dans 16 itérations

(Source : Auteur)

3.3.8. Relation entre les cinq (5) groupes d'effets

L'une des principales contributions de cette étude à la littérature existante est de classer les effets identifiés en groupes principaux et de mesurer la relation de causalité entre ces groupes ; le regroupement des effets a été effectué (utilisant l'analyse factorielle) et 5 facteurs ont été extraits.

Pour tester la relation entre ces facteurs (groupes d'effets), nous proposons les hypothèses suivantes:

Tableau 34. Hypothèses pour tester la relation entre les groupes d'effets

H1	Facteur 2 → Facteur 1	« Le gaspillage et les problèmes de qualité » influent sur « la mauvaise perception public et les pertes de productivité, d'emploi et de revenus ».
H2	Facteur 2 → Facteur 3	« Le gaspillage et les problèmes de qualité » influent « l'échec du projet et la perturbation du programme ».
H3	Facteur 2 → Facteur 5	« Le gaspillage et les problèmes de qualité » ont « un impact sur négatif sur l'entreprise ».

H4	Facteur 3 ➔ Facteur 1	« L'échec du projet et la perturbation du programme » influe sur « la mauvaise perception public et les pertes de productivité, d'emploi et de revenus ».
H5	Facteur 3 ➔ Facteur 5	« L'échec du projet et la perturbation du programme » ont « un impact négatif sur l'entreprise »
H6	Facteur 4 ➔ Facteur 1	« Les disputes et la perturbation du travail » influe sur « la mauvaise perception public et les pertes de productivité, d'emploi et de revenus ».
H7	Facteur 4 ➔ Facteur 2	« Les disputes et la perturbation du travail » ont un impact sur « le gaspillage et les problèmes de qualité ».
H8	Facteur 4 ➔ Facteur 3	« Les disputes et la perturbation du travail » influent « l'échec du projet et la perturbation du programme ».
H9	Facteur 4 ➔ Facteur 5	« Les disputes et la perturbation du travail » ont « un impact négatif sur l'entreprise »
H10	Facteur 5 ➔ Facteur 1	« L'impact négatif sur l'entreprise » influe sur « la mauvaise perception du public et les pertes de productivité, d'emploi et de revenus ».

(Source : Auteur)

La méthode Smart PLS a été choisie pour tester ces hypothèses, et pour proposer un modèle structurel qui décrit la relation entre les 5 facteurs (groupes d'effets). Cette méthode est bien connue pour l'estimation des coefficients de chemin dans les modèles structurels et elle a été utilisée dans de nombreuses recherches (Hair et al. 2018).

Cependant, avant d'appliquer cette méthode, nous devons évaluer le modèle de mesure afin de nous assurer de la fiabilité et de la validité de chaque facteur.

3.3.8.1. Évaluation du modèle de mesure

Tout d'abord, nous commençons par évaluer le modèle de mesure pour nous assurer que le construit de chaque facteur est fiable et valide, par la mesure de fiabilité, de validité convergente et discriminante.

3.3.8.1.1. Fiabilité de cohérence interne

La fiabilité interne du modèle de mesure a été mesurée à l'aide de Coefficient « Alpha Cronbach », de « Fiabilité composite (CR) » et du « Rho-A de Dijkstra Henseler ». Comme le montre le tableau 35, les résultats sont les suivants : l'Alpha de Cronbach qui mesure la fiabilité de la cohérence interne, varie de 0,662 à 0,840 et représente une bonne cohérence.

La fiabilité composite (*composite reliability* CR) décrit le degré auquel les indicateurs du facteur construit indiquent le construit latent, les valeurs de la fiabilité composite varient de 0,801 à 0,882 (ils dépassent la valeur recommandée de 0,6 (Henseler 2018)).

Le Rho-A dépasse également le seuil minimum et se situe entre 0.740 et 0.849, cet indicateur se situe entre la limite supérieure (CR) et la limite inférieure (Ca) de la fiabilité de la cohérence interne et sert de bonne représentation de la fiabilité interne d'un construit (Henseler 2018).

Ainsi, toutes les valeurs dépassent la valeur seuil minimale de 0,6 (Henseler 2018) pour toutes les variables, ce qui indique que le modèle de mesure a une bonne cohérence et une bonne fiabilité.

3.3.8.1.2. Validité convergente

La validité convergente du modèle de mesure a été évaluée par le biais de la « Variance Moyenne Extraite » (*Average Variance Extracted* « AVE »). La variance moyenne extraite (AVE) reflète le degré total de la variance des indicateurs pris en compte par le construit latent. Comme le montre le tableau 35, les valeurs de l'AVE sont supérieures à 0,5, ce qui indique que les variables latentes sont valides pour la composition de notre modèle, en accord avec (Henseler 2018).

Tableau 35. Fiabilité et validité des modèles

	Alpha Cronbach	rho_A	Fiabilité Composite (CR)	Variance Moyenne Extraite (AVE)
Facteur 1	0,840	0,849	0,882	0,557
Facteur 2	0,726	0,740	0,823	0,538
Facteur 3	0,765	0,789	0,862	0,676
Facteur 4	0,751	0,752	0,858	0,668
Facteur 5	0,662	0,803	0,801	0,577

(Source : Auteur)

3.3.8.1.3. Validité discriminante

La validité discriminante est la mesure dans laquelle un construit est empiriquement distinct des autres construits dans le modèle structurel (Henseler 2018).

Le critère de Fornell et Lacker a été utilisé afin d'évaluer la validité discriminante du modèle de mesure. La corrélation la plus élevée (0,822) a été trouvée entre « Facteur 3- Facteur 3 » tandis que la corrélation la plus faible (0,180) a été trouvée entre « Facteur 3- Facteur 5 ». Afin d'optimiser l'évaluation de la validité discriminante dans la modélisation par équation structurelle basée sur la variance, nous avons utilisé le nouveau critère du ratio hétérotrait-

monotrait (HTMT) proposé par (Henseler, Ringle, et Sarstedt 2015), qui est considéré comme supérieur à l'indicateur de Fornell-Larcker (Hair et al. 2018; Henseler, Ringle, et Sarstedt 2015).

Comme indiqué dans le tableau 36, toutes les valeurs du HTMT étaient significativement inférieures à la valeur seuil de 0,90, donc le modèle constituant une bonne preuve de validité et de fiabilité.

Tableau 36. Critère de Fornell-Lacker et ratio HTMT

	Critère de Fornell-Lacker					Ratio Heterotrait-Monotrait (HTMT)				
	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3	Facteur 4	Facteur 5	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3	Facteur 4	Facteur 5
Facteur 1	0,746									
Facteur 2	0,391	0,734				0,471				0,471
Facteur 3	0,393	0,300	0,822			0,453	0,342			0,453
Facteur 4	0,542	0,253	0,469	0,817		0,669	0,326	0,606		0,669
Facteur 5	0,389	0,335	0,180	0,192	0,759	0,441	0,403	0,284	0,258	0,441

(Source : Auteur)

3.3.8.2. Modèle structurel

Les coefficients du modèle structurel pour les relations entre les composants sont dérivés de l'estimation d'une série d'équations de régression (Hair et al. 2018).

Avant d'évaluer les relations structurelles, la colinéarité doit être testée pour s'assurer qu'elle ne biaise pas les résultats de la régression (Hair et al. 2018).

Les résultats montrent que les valeurs du facteur d'inflation de la variance (VIF) varient de 1,00 à 1,344, ce qui est inférieur à 3, et donc considéré comme idéale en accord avec (Hair et al. 2018) et aucun problème de colinéarité n'est présent avec nos facteurs (Tableau 37).

Tableau 37. Statistiques de colinéarité (VIF)

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5
Factor 1					
Factor 2	1,219		1,068		1,119
Factor 3	1,344				1,342
Factor 4	1,315	1,000	1,068		1,305
Factor 5	1,144				

(Source : Auteur)

Après avoir vérifié et prouvé qu'il n'y a pas de problème de colinéarité avec nos facteurs, nous pouvons commencer l'évaluation du modèle structurel en examinant le coefficient de détermination (R^2), la taille de l'effet (f^2), et la valeur p correspondant au test t.

3.3.8.2.1. Coefficient de détermination R^2

Selon (Hair et al. 2018), les R^2 de 0,75, 0,50 et 0,25 peuvent être considérés comme importants, modérés et faibles.

La figure 38 montre que le R^2 varie de 0,064 à 0,421 (faible à modéré). La valeur élevée du R^2 correspondant au « Facteur 1 » indique que 42,1% de la variance du « Facteur 1 » est expliquée par l'ensemble de facteurs « Facteur 2 », « Facteur 3 » et « Facteur 4 ». Alors que 25,5% de la variance du « Facteur 3 » est expliquée par le « Facteur 2 » et le « Facteur 4 » conjointement. Cependant, le « Facteur 4 » explique 12,6% de la variance du « Facteur 5 ». Et le « Facteur 1 » et le « Facteur 3 » expliquent conjointement seulement 0,64% de la variance du « Facteur 2 ».

3.3.8.2.2. La taille des effets (f^2)

Selon la règle de thumb, les tailles d'effet petites, moyennes et grandes sont représentées par des valeurs supérieures à 0,02, 0,15 et 0,35, respectivement (Hair et al. 2018). La valeur de la taille d'effet résultante de chaque facteur dans le modèle varie de 0,002 à 0,221, qui sont inclus dans la catégorie de petite à moyenne.

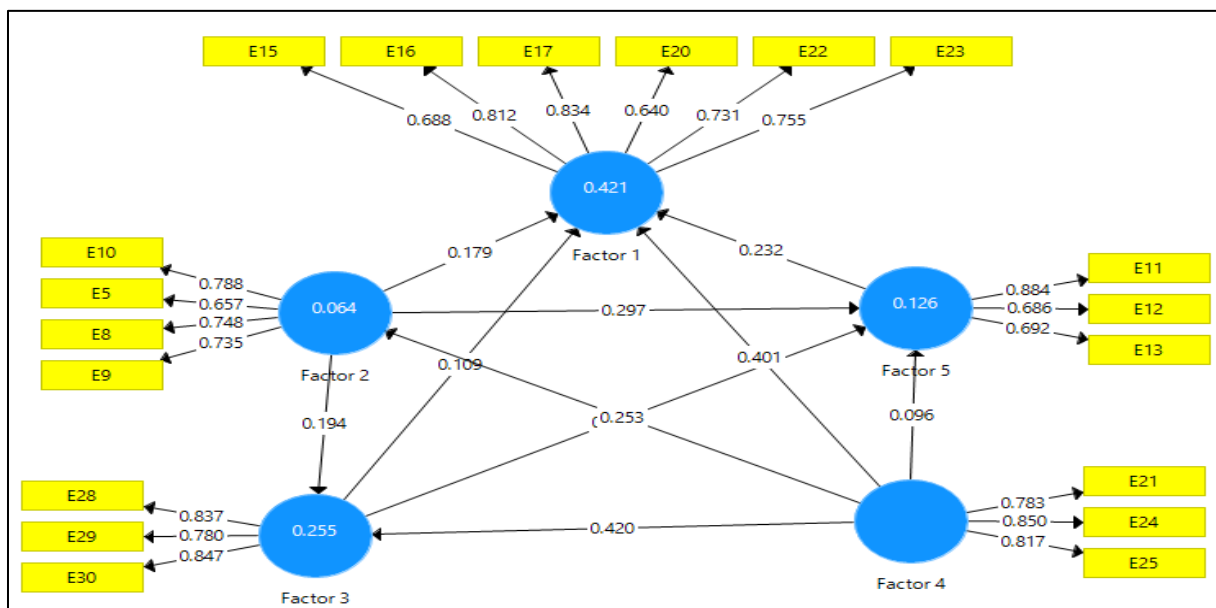


Figure 38. Les coefficients de chemin du modèle structurel

(Source : Auteur)

Les coefficients de chemin fournissent des valeurs significatives pour la plupart des relations (au niveau de signification de 5%). Seules trois (3) relations ont été jugées non significatives : « Facteur 3 → Facteur 1 » ; « Facteur 3 → Facteur 5 » ; « Facteur 4 → Facteur 5 ». Ainsi, les hypothèses suivantes ont été rejetées : H4, H5, et H9. Cependant, les 7 autres hypothèses ont été soutenues H1, H2, H3, H6, H7, H8, et H10.

Le Facteur 2 « *gaspillage et problèmes de qualité* » affecte positivement et significativement « *la mauvaise perception public et les pertes de productivité, d'emploi et de revenus* », « *l'échec du projet et la perturbation du programme* » et « *l'impact négatif sur l'entreprise* » avec un coefficient de cheminement de 0,179 ; 0,194 et 0,297 respectivement; cependant, la taille de son impact est faible (le f^2 était respectivement de 0,046, 0,047 et 0,090).

Le Facteur 4 « *Disputes et perturbation du travail* » a un impact positif et significatif moyen sur « *la mauvaise perception public et les pertes de productivité, d'emploi et de revenus* » et « *l'échec du projet et la perturbation du programme* » avec un coefficient de cheminement de 0,401 et 0,420 respectivement, et il a un petit impact positif et significatif sur « *l'échec du projet et la perturbation du programme* » avec un coefficient de cheminement de 0,253.

De même, le Facteur 5 « *l'impact négatif sur l'entreprise* » a une influence significative et positive sur « *la mauvaise perception public et les pertes de productivité, d'emploi et de revenus* ».

Tableau 38. Les coefficients de chemin du modèle structurel

Relations	O	M	σ	T	f^2	P-values	Conclusion
Factor 2 → Factor 1	0,179	0,180	0,089	2,004	0,046	0,046	Supportée
Factor 2 → Factor 3	0,194	0,202	0,086	2,253	0,047	0,025	Supportée
Factor 2 → Factor 5	0,297	0,308	0,097	3,068	0,090	0,002	Supportée
Factor 3 → Factor 1	0,109	0,104	0,102	1,073	0,015	0,284	Rejetée
Factor 3 → Factor 5	0,046	0,041	0,127	0,362	0,002	0,717	Rejetée
Factor 4 → Factor 1	0,401	0,411	0,100	4,011	0,211	0,000	Supportée
Factor 4 → Factor 2	0,253	0,267	0,096	2,644	0,068	0,008	Supportée
Factor 4 → Factor 3	0,420	0,421	0,105	4,011	0,221	0,000	Supportée
Factor 4 → Factor 5	0,096	0,104	0,100	0,963	0,008	0,336	Rejetée
Factor 5 → Factor 1	0,232	0,235	0,086	2,701	0,081	0,007	Supportée

*O: Échantillon Original, M: Moyenne de l'échantillon, σ : Écart-type, T= $|O/\sigma|$

(Source : Auteur)

3.3.9. Comparaison avec d'autres pays

Cette partie est conçue pour obtenir une vue d'ensemble des effets des retards de construction dans le monde. Une comparaison des principaux effets des retards en Algérie avec 12 pays (22 études précédentes) a été effectuée.

Les résultats montrent que « *les dépassements de délais* » est non seulement l'effet du retard le plus rencontré dans les projets de construction Algériens, mais aussi il apparaît également dans 20 autres études avec un pourcentage d'occurrence de 95% (cet effet a été classé premier dans 14 études et deuxième dans 7 études).

De même, « *les dépassements des coûts* » est l'un des effets de retard les plus populaires et les plus fréquents, avec un pourcentage d'occurrence de 95%. Cet effet a été classé premier dans les études de (Amoatey et al. 2015; Gebrehiwet et Luo 2017; Haq, Rahsid, et Aslam 2014; Hisham et Yahya 2016; Kusakci, Ayvaz, et Bejtagic. 2017), deuxième dans 13 études, et troisième dans notre étude et dans l'étude de (Gbahabo et Ajuwon 2017).

Il était suivi par les « *disputes* » et « *l'abandonnement total* » qui ont été classés en 2^{ème} position dans 10 études représentant une occurrence de 45% ; ces disputes peuvent conduire à des contentieux et à un arbitrage s'ils ne sont pas résolus à temps. Cela explique les effets suivants « *litiges* » et « *arbitrage* » qui viennent en 3^{ème} et 4^{ème} position respectivement avec une occurrence de 41% et 36% (ces effets n'apparaissent pas comme des effets majeurs du retard en Algérie).

Cependant, « *la mauvaise qualité* » a été classée en 5^{ème} position avec une fréquence de 27%, suivie par « *le gaspillage et sous-utilisation des ressources* » et « *les réclamations* » qui sont apparus dans 5 études représentant un pourcentage d'occurrence de 23%.

Le 7^{ème} effet est « *la perte de profit* » avec un pourcentage d'occurrence de 18%. En outre, « *l'échec du projet* », « *l'impact social négatif* » et « *la résiliation du contrat* » se sont classés au 8^{ème} rang avec un pourcentage d'occurrence de 9%. Succédé par « *l'impact négatif sur l'économie du pays* », qui a été classé en dernier avec un pourcentage de 5%. Cet effet s'est avéré être spécifique à l'Algérie.

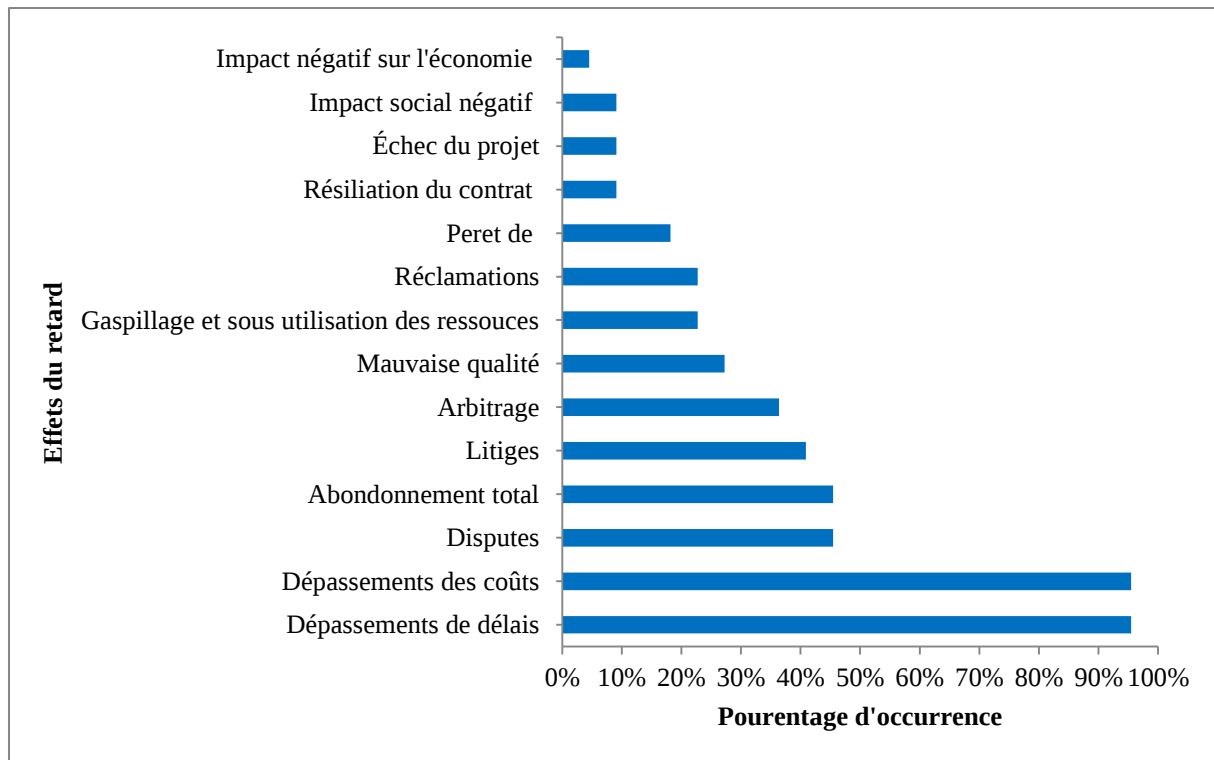


Figure 39. Le pourcentage d'occurrence des principaux effets des retards à l'échelle mondiale

(Source : Auteur)

De tout ce qui précède, Il ressort que les dépassements de délais et de coûts sont les principaux effets des retards dans le monde et que de nombreux pays partagent les mêmes effets des retards, même s'ils ne font pas partie de la même région.

Le tableau 39 résume les résultats de la comparaison, et la figure 39 présente le pourcentage d'occurrence des principaux effets des retards dans le monde.

Tableau 39. Comparaison des principaux effets des retards dans le monde

Pays	The top effects of delay worldwide													
	Dépassements de délais	Dépassement des coûts	Mauvaise qualité	Disputes	Réclamations	Litiges	Arbitration	Abandonnement total	Terminaison du contrat	Échec de projet	Perte de profit	Négatif impact social	Négatif impact économique	Gaspillage des ressources
Algérie (notre étude)	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
Nigérie (Obodoh 2016)	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Nigérie (Ojoko et al. 2016)	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nigérie (Owalabi et al. 2014)	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1
Nigérie (Sunjka et Jacob 2013)	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Nigérie (Aibinu et Jagboro 2002)	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Tanzanie (Kikwasi 2013)	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Ghana (Amoatey et al. 2015)	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Zimbabwe (Nyoni 2018)	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Libye (Kuşakcı et al. 2017)	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Soudan (Khair et al. 2016)	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Afrique du sud (Oshungade et Kruger 2017)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Afrique du sud (Mukuka et al. 2015)	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Afrique sub- saharienne (Serani et al. 2020)	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1
Ethiopie (Serani et al. 2020)	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Ethiopie (Gebrehiwet et Luo 2017)	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Somalie (Salah et Ahmed 2018)	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Malaisie (Ullah et al. 2018)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0
Malaisie (Abdullah et al. 2009)	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Malaysia	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0

(Sambasivan et Soon 2007)														
Pakistan (Rashid 2020)	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Pakistan (Haq et al. 2014b)	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Fréquence d'occurrence	21	21	6	10	5	9	8	10	2	2	4	2	1	5

(Source : Auteur)

4. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons dressé une liste exhaustive de 31 effets de retard dans les projets de construction en Algérie, par la suite la perception des principales parties prenantes du projet concernant l'importance de ces effets a été évaluée à l'aide de l'indice d'importance relative (IIR).

Les résultats montrent que *le dépassement de temps, la non-atteinte des objectifs, le dépassement des coûts, la mauvaise qualité, l'échec du projet, l'impact négatif sur l'économie du pays, l'impact négatif sur l'image de la ville, la perte de productivité, le gaspillage et la sous-utilisation des ressources humaines et matérielles, la perturbation du programme* sont les 10 principaux effets du retard en Algérie. En outre, la technique d'analyse factorielle a été utilisée pour classer les effets identifiés en groupes principaux, et elle a permis de dégager 5 groupes.

De plus une contribution importante de cette recherche à la littérature existante, est de mesurer la relation entre les groupes d'effets. Le SMART-PLS a été utilisé pour cette raison, et un modèle structurel a été développé, et les résultats nous permettent de confirmer l'existence de 7 relations parmi les 10 proposées.

À la fin, une étude comparative avec d'autres travaux antérieurs sur les effets les plus critiques des retards dans les projets de construction a été menée et les résultats montrent que les dépassements de temps et de coûts étaient les effets de retard les plus courants dans le monde, et que de nombreux pays partageaient les mêmes effets de retard même s'ils ne sont pas dans la même région.

CHAPITRE 6 : Contrôle de délais (temps)

1. Introduction

Le temps est un indicateur de performance du projet, et il constitue avec les facteurs du coût et de qualité la feuille route du projet, puisqu'ils conditionnent sa réussite.

Le management et le contrôle du temps sont primordiaux pour atteindre le stade du succès du projet, et ils ont connu un intérêt croissant par les chercheurs à travers le monde depuis l'apparence du management de projets et jusqu'à présent.

L'objectif du présent chapitre est de mener une vue d'ensemble complète des recherches dans le domaine du management et du contrôle du temps (délai). Pour cela une analyse bibliométrique des recherches portées sur le management et le contrôle du temps, publiées dans le web of science (WOS) est menée en vue de trouver les publications les plus influentes dans ce domaine, ainsi que les pays qui contribuent le plus à ces recherches.

De plus les méthodes et les techniques du contrôle du temps ont été présentées selon leur phase d'utilisation, et la situation Algérienne en matière de techniques et méthodes du contrôle du temps a été présentée.

2. Le Management de temps

Le temps est l'actif le plus précieux dont disposent les personnes et les organisations (Mbachu et Nkado 2007), il est irréversible, irremplaçable et il détermine l'efficacité des processus nécessaires à la gestion des entreprises.

Le temps est considéré comme une ressource plus rare qui se gère, se dépense, se maîtrise et se contrôle, et à moins qu'il ne soit géré, rien d'autre ne peut être géré (Lakein, A.1973 cité par Al-Nady, Al-Hawary, et Alolayyan. 2016).

Le temps est d'intérêt majeur dans la construction, il s'agit d'une exigence importante qui doit être respectée dans les projets de construction et par laquelle leur réussite est mesurée (Boyd et Madzima 2017).

De ce fait le management du temps est crucial pour arriver au stade du succès du projet. Selon Gransberg et Ellicott, 1997 (cité par Boyd et Madzima 2017) les projets qui sont bien gérés en terme du management du temps, de la conception à la réalisation ont le potentiel de réussir.

Le management du temps qui a été initié avec le fameux outil de planification PERT (Program Evaluation and Review Technique) et qui remonte aux années 1958 (Dombkins

2009) ; a connu un intérêt croissant par les chercheurs à travers le monde. Lakein 1973 (cité par Al-Nady, Al-Hawary, et Alolayyan. 2016) indique que le management du temps implique le processus de détermination des besoins, de fixation des objectifs, de hiérarchisation et de planification des tâches nécessaires pour atteindre les objectifs fixés.

D'après leur revue de 32 études effectuées entre 1982 et 2004 portées sur le management du temps, Claessens et al. (2007) ont défini le management du temps comme étant un moyen de surveillance et du contrôle du temps et de techniques d'utilisation et de gestion efficace du temps.

De son côté, Chin et Abdul Hamid (2015) ont opté pour la définition suivante ; « *le management du temps est la fonction requise pour maintenir une allocation appropriée du temps à la conduite globale du projet à travers les étapes successives de son cycle de vie naturel (la conception, le développement, l'exécution et la finition) au moyen des processus de planification, d'estimation, de programmation et du contrôle du temps* ».

Pour Mbachu et Nkado (2007), le management du temps comprend la définition des activités, le découpage et l'estimation de la durée, ainsi que l'élaboration et le contrôle du planning, et selon lui le management efficace du temps constitue un problème épineux dans le secteur de construction mondiale. Pour cela une bonne gestion du temps doit commencer dès le début du développement d'un projet et doit inclure l'évaluation de la faisabilité, la planification, l'ordonnancement, l'organisation, la coordination, le suivi et le contrôle de mise en œuvre des projets de construction dans les limites des ressources disponibles et des environnement internes et externes dans lesquels le projet doit être conçu et achevé.

D'après Al-Nady, Al-Hawary, et Alolayyan (2016), les compétences nécessaires pour la réussite du management du temps comprend la sélection des bonnes tâches, la planification, la priorisation, le choix du bon moment, la programmation, le suivi, et chaque fois qu'un chef de projet met en œuvre des compétences de management du projet, le degré de réussite du projet augmente.

3. Le contrôle du temps

Le management du temps d'un projet se compose généralement de deux fonctions principales : la fonction de la planification qui comprend l'ordonnancement du projet, et la fonction du contrôle du projet axé sur le suivi du projet (Chin et Abdul Hamid 2015; Khamooshi et Abdi 2017; Pellerin et Perrier 2019).

3.1.La planification et l'ordonnancement

« ...Ne pas planifier, c'est prévoir échouer » (Kerzner 2013)

La planification et l'ordonnancement sont parmi les tâches les plus critiques dans la gestion et le contrôle du projet (Al Nasser, Widen, et Aulin. 2016; Paz et al. 2018; Pellerin et Perrier 2019), car ils déterminent les objectifs du projet et les activités nécessaires à la réalisation de ces objectifs et ils fournissent les directives et les orientations de la gestion de l'échéancier du projet tout au long du cycle de vie du projet (Olawale et Sun 2015; PMBOK 2017).

3.1.1. La planification

Selon le guide PMBOK (2017), la planification est le processus qui consiste à établir les politiques internes, les procédures et la documentation pour la planification, le développement, la gestion, la réalisation et la maîtrise de l'échéancier du projet.

D'après Pièce (2013) (cité dans (Bjarnason 2017)), la planification peut être définie comme étant le fait de décider quelles tâches doivent être effectuées pour atteindre les objectifs du projet, cela signifie l'établissement des calendriers et des budgets réalistes, la coordination des ressources pour que le travail soit fait, et surtout s'assurer que tout le monde connaît le plan d'action.

Pour Kerzner (2013) (cité dans (Bjarnason 2017)), la planification est la fonction consistant à définir les objectifs du projet, les politiques, les procédures et les programmes nécessaires pour les atteindre.

Pour Bjarnason (2017), la planification est l'établissement des activités et des événements du projet, leurs relations logiques et leurs interdépendances, ainsi que les séquences dans lesquelles ils doivent être réalisés.

3.1.2. L'ordonnancement

L'ordonnancement est une partie importante dans le processus de planification, il concerne la mise en réseau des séquences et des durées des activités, ainsi que les compromis et le contrôle des ressources qui ont été temporairement fixés aux premiers stades du processus de la planification (Pellerin et Perrier 2019).

Selon le Project Management Institute (PMI 2013), l'ordonnancement est le processus d'analyse des séquences d'activités, des durées d'activités des besoins en ressources et des contraintes d'activités pour créer le calendrier (Planning) du projet (Bjarnason 2017).

L'objectif de l'ordonnancement est de fournir une feuille de route pour la livraison du projet dans le temps prédéfini par l'équipe du projet (PMI 2013). Pour Mubarak (2010) (cité dans (Bjarnason 2017), trois piliers sont nécessaires pour un bon système d'ordonnancement :

- (1) Le facteur humain : un planificateur ou une équipe de planification compétente qui comprend les concepts, les définitions et les applications de la planification du projet.
- (2) La technologie : un bon système informatique d'ordonnancement (logiciel et matériel) ainsi qu'un support informatique compétent.
- (3) Le management : une direction dynamique, réactive, et solidaire qui croit en l'utilisation de l'ordonnancement dans le cadre de l'effort de gestion.

3.2.Le contrôle

Le contrôle est une partie implicite de la gestion du projet, il est étroitement lié à la planification, et leurs fonctions ne peuvent pas être séparées. En fait, sans objectifs et sans plans, le contrôle n'est pas possible, car les mesures de performances doivent être faites par rapport aux critères établis (Bjarnason 2017).

Selon le (PMI 2013), le contrôle consiste à comparer les performances réelles et prévues, à analyser les écarts, à évaluer les tendances d'améliorations du processus, et les alternatives possibles, et à prendre les actions correctives appropriées le cas échéant.

Pour l'APM 2010, le contrôle du projet est l'application de processus pour mesurer la performance du projet par rapport au plan du projet, afin de permettre d'identifier et de corriger les écarts de sorte que les objectifs du projet soient atteints (Olawale et Sun 2015), il s'effectue généralement en 3 étapes : la définition des normes de performance, la comparaison des performances réelles avec ces normes et la prise des mesures correctives nécessaires (Olawale et Sun 2015).

Le contrôle du temps ou de la performance temporelle du projet consiste à effectuer des mesures au fur et à mesure de l'avancement du projet et de comparer ces mesures avec les valeurs prévues (le planning de référence) afin de déterminer l'état du planning (calendrier) du projet, et de déterminer si des changements ou des écarts ont été produits ou vont être produits et de gérer ces changements.

Des petits écarts ou changements entre les performances prévues et réelles peuvent être considérés comme étant dans les limites de tolérance de l'incertitude, tandis que des grands

écarts peuvent nécessiter des actions correctives pour tout remettre sur les rails (Olawale et Sun 2015; Pellerin et Perrier 2019). Le contrôle implique généralement plusieurs tâches distinctes :

3.2.1. La planification

La planification consiste à déterminer les objectifs du projet et les activités nécessaires à la réalisation de ces objectifs, la séquence de ces activités et la détermination des ressources nécessaires à la réalisation de ces activités et en fin la représentation visuelle (graphique) de ces activités sous forme de planning de base.

3.2.2. Le suivi

Le suivi est un processus continu du contrôle de l'avancement de projet, il sert à assurer que les activités définies dans le plan du management du projet, ont été réalisées comme prévu conformément aux mesures prédéfinies des coûts et de temps, à identifier les écarts par rapport au plans définis et établir les rapports nécessaires pour une action ultérieure.

3.2.3. L'analyse

Après avoir recueilli les données et les informations concernant l'avancement et l'état du projet, l'analyse de ces données doit être faite en vue de déterminer si le projet se comporte comme prévu, et si ce n'est pas le cas, d'évaluer et de calculer les écarts et les causes de ces derniers à fin de prendre les mesures nécessaires.

3.2.4. L'action

L'action est la dernière étape dans le processus du contrôle du temps il consiste à prendre les mesures préventives et les mesures correctives nécessaires des écarts et des changements éventuels.

La figure 40 présente le processus du contrôle de délais.

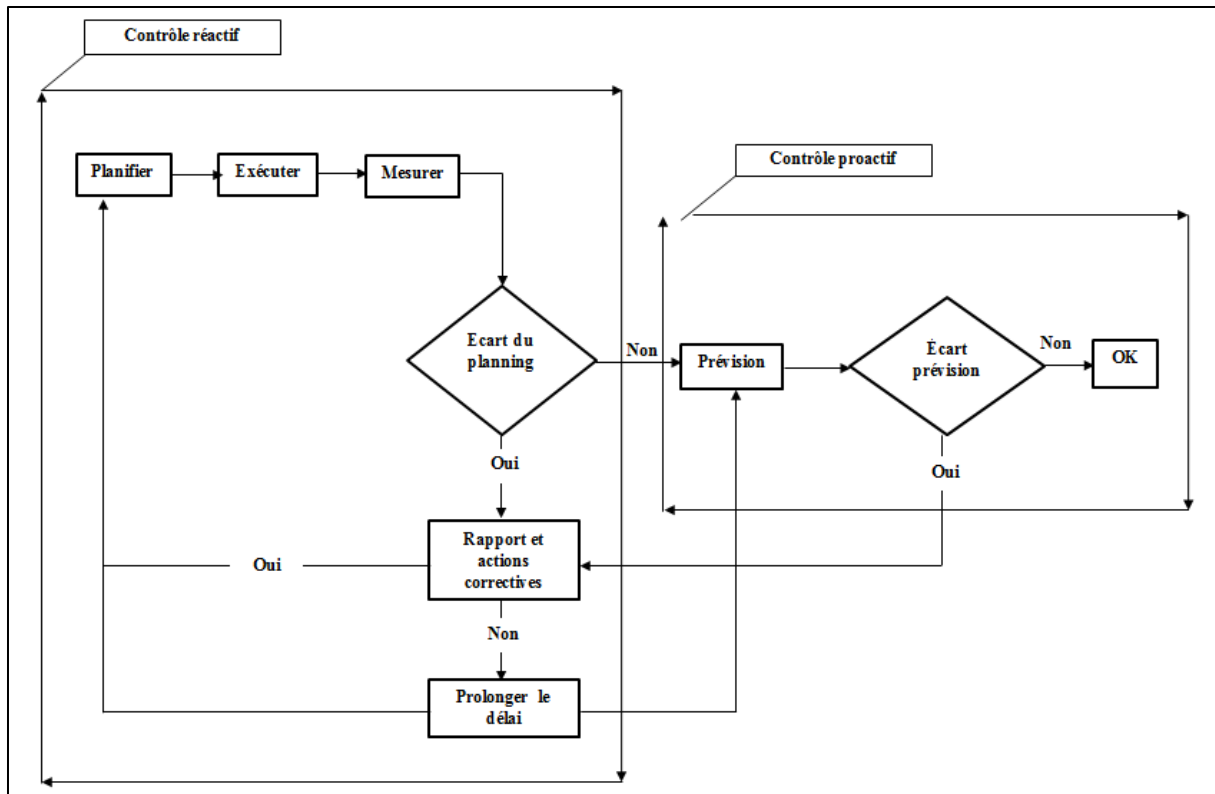


Figure 40. Processus du contrôle de délais

(Source :Mohamed M. Attalla 1996)

4. Analyse bibliométrique des recherches sur le management et le contrôle du temps

Le temps est un aspect primordial pour la réussite de projet. Les recherches dans le domaine de Management du temps ont été menées depuis plus d'un demi-siècle, et le contrôle du temps a connu un intérêt croissant durant ces dernières décennies.

Afin de fournir une vue d'ensemble des articles publiés dans le domaine de management et du contrôle du temps (délai) et de bien comprendre les modèles de développement sous-jacents, une analyse bibliométrique a été menée.

L'analyse bibliométrique est l'application des méthodes statistiques et mathématiques pour l'analyse des publications scientifiques dans de nombreuses disciplines et domaines d'étude en vue de trouver les publications, les revues, les organisations, et les pays les plus influents (Yu et al. 2018). Elle permet également d'analyser l'information d'une manière plus intuitive en cartographiant et visualisant les réseaux de couplage tels que les réseaux de co-auteur, de co-citation ...etc.

Plusieurs outils de visualisation des réseaux peuvent être utilisés dans les méthodes d'analyse bibliométrique. Dans notre étude l'analyse bibliométrique est faite en utilisant le logiciel de Visualisation de Similarités « VOS Viewer » (Visualisation Of Similarities Viewer).

VOS Viewer est un logiciel développé au centre d'études de sciences et de technologies (*Center for Science and Technology Studies CWTS*) à l'université de Leyde (Leiden university)-Pays bas-, et il est très populaire pour la cartographie et la visualisation des réseaux bibliométriques. Ces réseaux peuvent inclure des revues, des chercheurs ou des publications individuelles, et ils peuvent être construits sur la base de couplage bibliographique de co-citations ou de relation de co-auteur⁴.

4.1.Objectif de l'étude bibliométrique

Cette étude bibliométrique vise de répondre aux questions suivantes :

- Quelle est la tendance de publication des articles liés au management et contrôle du temps?
- Quelle sont les secteurs dominants en terme de recherches en management et contrôle du temps?
- Quels sont les pays qui ont contribué le plus à ces recherches?
- Quelles sont les publications influentes dans ce domaine de recherche ?
- Quels sont les mots clés les plus utilisés dans les recherches sur le management et le contrôle du temps ?

4.2.Base de données et méthodes utilisées

L'ensemble des données utilisées dans cette analyse bibliométrique ont été obtenu à partir de la base de données ISI Web of Science (WoS).

Notre recherche bibliométrique est faite le 29/03/2021 et notre champ de recherche n'a pas été limité par une durée spécifiée ou une date limite. Deux analyses bibliométriques ont été menées successivement.

⁴ <https://www.vosviewer.com/>

Dans la première analyse seulement deux mots clés ont été inclus : « *Time Management* » et « *Time control* » et seulement les publications en langue anglaise ont été considérées. Ce qui nous a donné 983 résultats datés entre 2012 et 2021.

Dans la deuxième analyse, notre recherche qui a compris les mots clés suivants : « *Time Management* », « *Time Control* », « *Time Control Techniques* », « *Time Control Tools* », « *Time Control Methods* », « *Construction Project* », « *Project Life Cycle* » ; a produit 17 résultats datés entre 2007 et 2021. Les résultats obtenus des deux analyses sont présentées dans les sections suivantes.

4.3. Résultats et discussion de la première analyse

4.3.1. Croissance de la recherche : évolution de la recherche en termes de Management et du contrôle du temps

Utilisant le Web of science comme base de données, 983 publications dans le domaine de management et du contrôle de délais ont été trouvées. Le diagramme à barre présenté dans la figure 41 indique le nombre de publication par an dans le dit domaine entre les années 2012 et 2021.

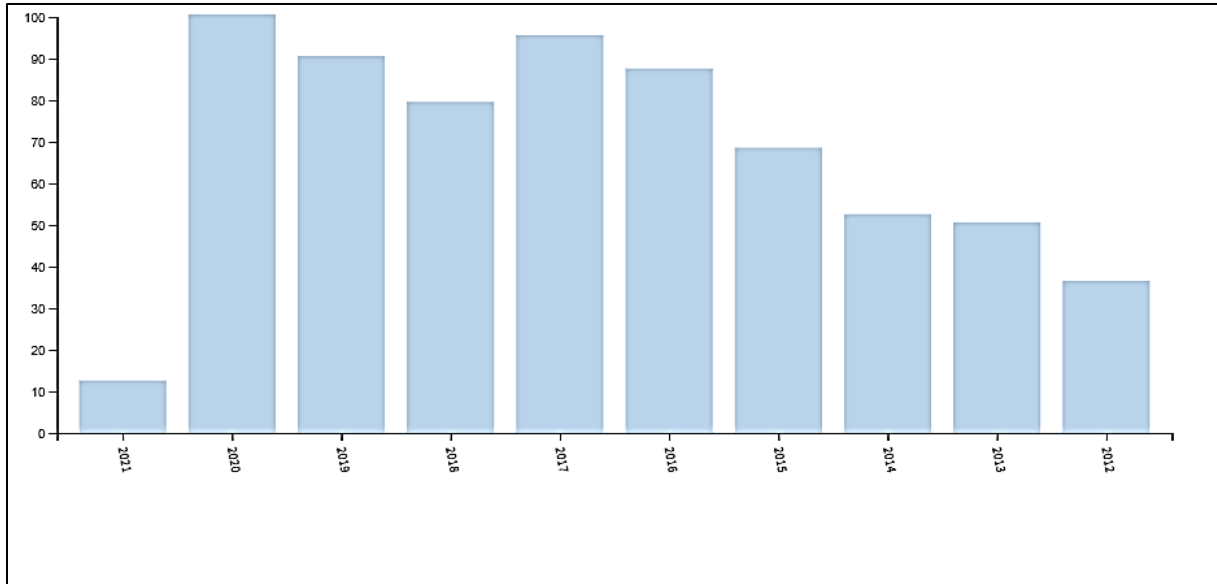


Figure 41. Le nombre total de publications en Management et contrôle du temps entre 2012 et 2021 dans le Web of Science

(Source : Auteur utilisant VOS viewer)

Les résultats montrent une tendance accrue des publications varie de 35 publications en 2012 à 95 publications en 2017. En revanche, le nombre de publications durant l'année 2018 a connu une faible baisse et arrive à 85 publications, par la suite le rythme d'évolution revient avec 90 publications durant l'année 2019 et un pic de 100 publications durant l'année 2020. Cependant, seulement 15 publications ont été trouvées durant l'année 2021. Cela n'est pas surprenant et tout à fait normal car notre recherche est faite au mois de mars 2021 donc c'est uniquement le résultat de 3 mois et une augmentation est envisageable pour le nombre de publication durant la présente année (2021).

4.3.2. Secteurs et sujets de recherche

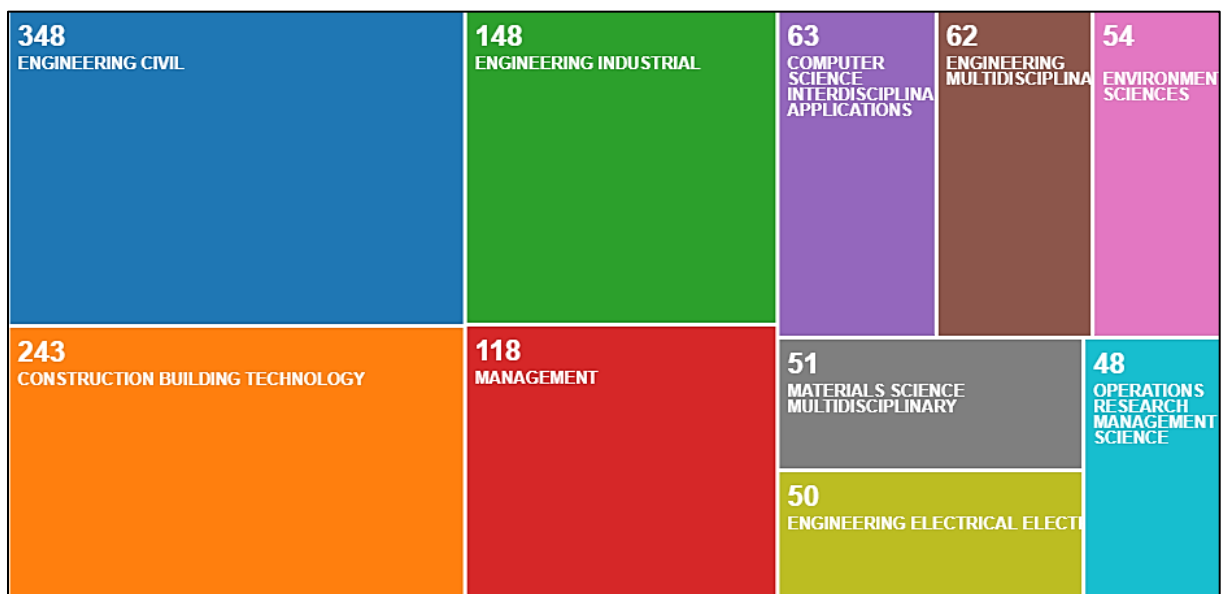


Figure 42. Les tops 10 secteurs dont le management du temps est apparu comme sujet de recherche

(Source : Auteur utilisant VOS viewer)

La répartition des secteurs dans lesquels le management et le contrôle du temps ont été abordés est présentée dans la figure 42. D'après cette figure on peut voir qu'il y a une diversité de disciplines dans lesquelles le management et le contrôle du temps ont été évoqués.

Dans l'ensemble, la répartition indique que la recherche sur le management et le contrôle du temps émerge dans des domaines variés : génie civil, technologie et bâtiments de construction, ingénierie industrielle, management ...etc.

Comme l'indique la figure 42, les tops 3 secteurs dominants en termes de publications et de recherches en management et le contrôle du temps sont le secteur de génie civil avec 29,37%

suivi par les technologies de bâtiments de construction avec 20,51% et l'ingénierie industrielle avec 12,49%.

De ces résultats on peut constater que le secteur de construction est le plus dominants en matière de recherches en management du temps ce qui est tout à fait logique vue que le temps est un pilier important et une pierre angulaire pour la réussite de projets de construction.

Le secteur de Management aussi a connu un large intérêt par le management du temps comparant aux autres secteurs. Cela peut être justifié par le fait que le management du temps est une branche de management du projet et il s'obéit aux règles et aux principes généraux de management.

4.3.3. Répartition géographique des publications sur le management et le contrôle du temps

Les figures 43 et 44 montrent la répartition géographique des publications portées sur le management et le contrôle du temps. D'après ces figures, on peut constater que les publications dans ce domaine de recherche sont inégalement réparties, et que le management et le contrôle du temps ont attiré beaucoup d'attention en Amérique du nord, Asie de l'Est, Europe, Moyen Orient et en Australie.

Cependant peu de recherches ont été trouvées en Asie du sud, Amérique du sud, et en Afrique. On peut également constater que *la République Populaire de la Chine* est le majeur contributeur dans les recherches en Management et contrôle du temps selon le nombre de publication 245 publications (avec 1541 citations), suivie par *les États-Unis d'Amérique* avec 172 publications et 3337 citations puis *l'Angleterre* (58 publications et 851 citations), ensuite *Canada* avec 52 publications et 949 citations, et *l'Australie* (49 publications et 917 citations). Ces résultats ne sont pas surprenants et ils peuvent être expliqués par le fait que la majorité de ces pays sont pionniers dans le domaine de management en générale et le management de projets et du temps en particulier ; cela est témoigné par le nombre d'organisations créées par ces pays.

La Chine a connu un intérêt croissant en management de projet durant ces deux dernières décennies (l'introduction du « *Project Management Professionals (PMP)* » du PMI en 2000, puis « *International Project Management Professional (IPMP)* » du IPMA en 2001, et la créations des organisations en management de projets comme « *the Construction Project Management Committee of China Construction Industry Association* », « *the Project*

Management Committee of China International Project Consultation Association », « Project Management Instructional Committee of China Project Consultant Association »).

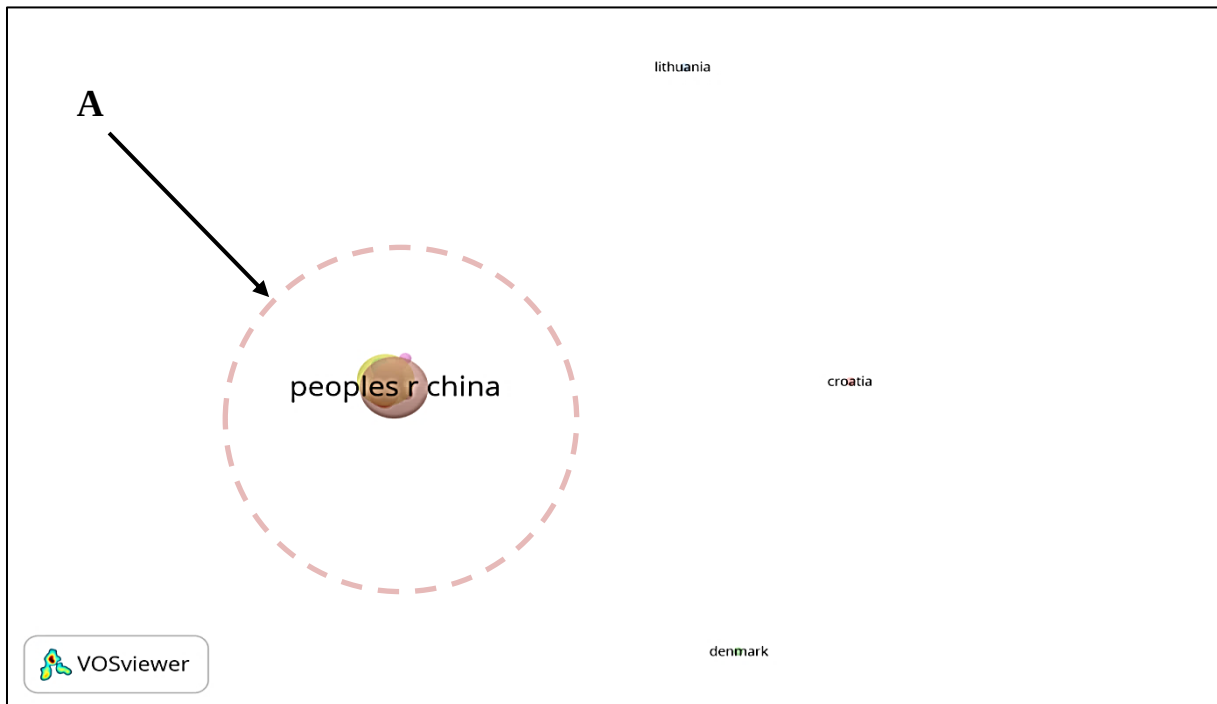


Figure 43. Répartition géographique des publications portées sur le management et le contrôle du temps

(Source : Auteur utilisant VOS viewer)

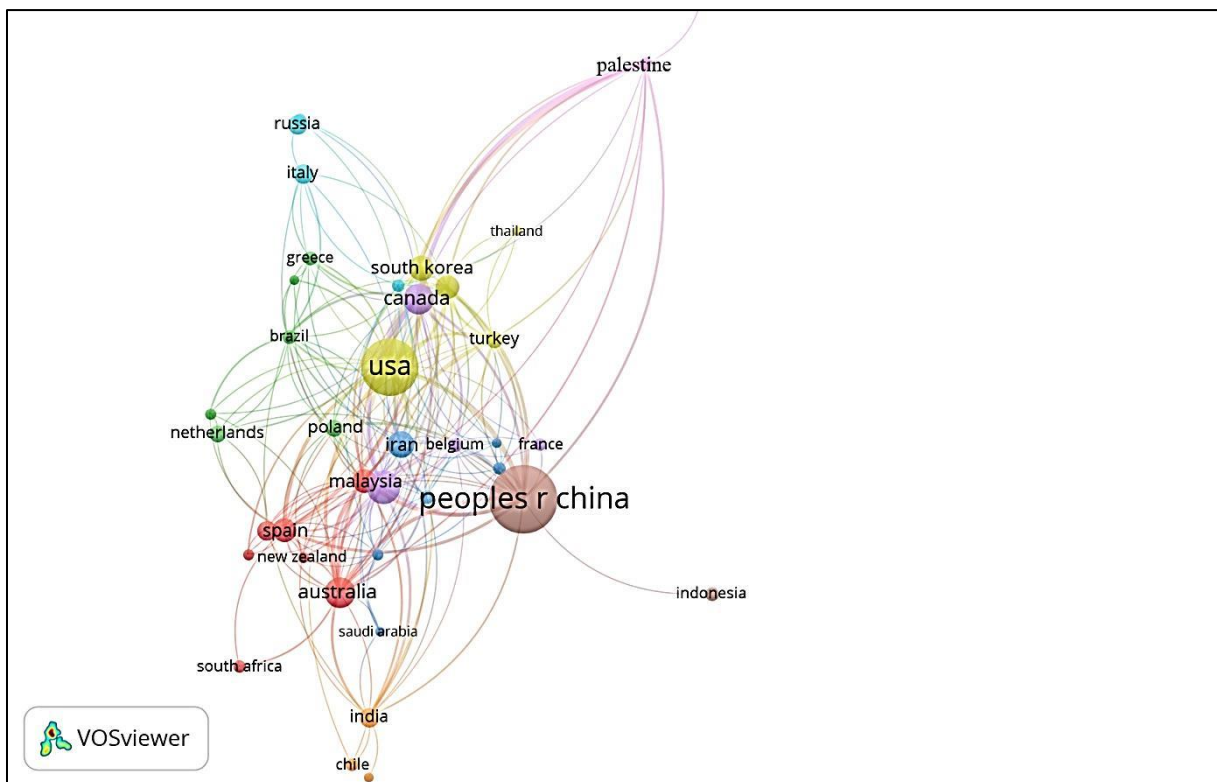


Figure 44. Répartition géographique des publications portées sur le management et le contrôle du temps (zoom sur la partie A)

(Source : Auteur utilisant VOS viewer)

De plus, les Américains sont pionniers dans le domaine du management (Harry Igor ANSOFF le pionnier en « *management et planification stratégique* », Edward DEMING le fondateur du « *mouvement de la qualité* » et de fameux cercles de qualité connus par « *la roue de Deming* », Douglas GEGOR l'auteur des « *théories de management autoritaire et participatif* » connus par « *les théories de X et Y* », Abraham MAWSLOW le célèbre concepteur du « *pyramide des besoins* », et Frederik TAYLOR le père de « *la théorie de gestion scientifique* » et l'inventeur de « *l'étude du temps* » et des « *méthodes de travail* » sont tous d'origine Américain), mais aussi ils sont pionniers en management du projet (les organisations de management de projet : « *American Management Association* » (AMA) créé en 1923 et Le « *Project Management Institute* » (PMI) fondé en 1969) et en management du temps (les méthodes PERT, GANTT, le chemin critique, la ligne d'équilibre « LOB » sont conçues par des Américains).

En Royaume uni, Johan ADAIR été le pionnier de la pensée Britannique en Management, et en terme de management de projet « *L'Association of Project Management* » (APM) fondé en 1972 et « *Le Chartred Management Institute* » (CMI) crée en 2000 sont basées au Royaume Uni. En revanche, Henry MINTZBZRG qui a défini les 10 rôles principaux des dirigeants est d'origine Canadien et Elton MAYO été le gourou de management en Australie, et concernant le Management de projet, « *l'Australian Institute of Project Management* » (AIPM) est fondé en 1976.

4.3.4. Analyse du réseau bibliographique

4.3.4.1. Analyse du réseau de citations (CAN) des publications portées sur le management et le contrôle du temps

Une analyse du réseau de citations est faite afin de trouver les articles les plus puissants et qui ont le plus de liaison avec les sujets de recherches en matière de Management et du contrôle du temps. Les résultats trouvés (comme présenté dans la figure 45) montrent que les tops 5 articles cités sont l'article de Labadie (2004) intitulé « *Optimal operation of multireservoir systems* » avec 1796 de citations, suivie par l'article « *The Project Benefits of Building Information Modelling (BIM)* » de Bryde, Broquetas, and Volm (2013) avec 1211 citations, puis l'article de Lok (2010) avec un nombre de 563 citations, et Akinci et al. (2006) en 4^{ème} rang avec 344 citations, et Yewhalaw (2009) en 5^{ème} place avec 135 citations.

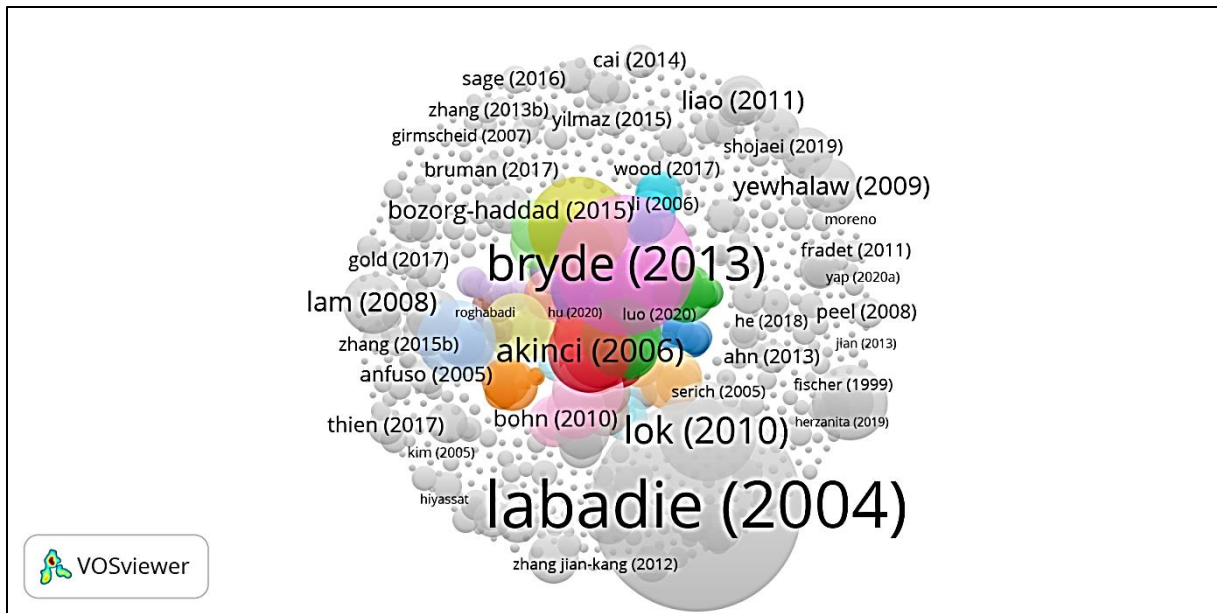


Figure 45. Citation des publications portées sur le management et le contrôle du temps

(Source : Auteur utilisant VOSviewer)

4.3.4.2. Analyse du réseau des mots clés

Les mots clés obtenus par les 983 articles étudiés ont été visualisés utilisant le logiciel VOS viewer. Les mots-clés associés sont indiqués par des boules de couleurs différentes et ils sont généralement répertoriés séparément, mais ils sont étroitement liés les uns aux autres. Les résultats présentés dans la figure 46 montrent 3 principaux niveaux de classement :

Dans le 1^{er} rang ; les mots les plus fréquemment cités (plus de 100 citations) ont été répartis en 3 majeurs groupes : « Management », « Construction », et « Management de projets ». Avec une fréquence d'occurrence de 141, 116 et 118 respectivement.

Dans le 2^{ème} rang les mots qui ont une forte liaison entre eux et avec les mots clés du 1^{er} rang et qui ont aussi une forte occurrence dans le domaine de management et du contrôle du temps sont : « performance », « model », « conception », « système », « structure », « coût », « projets de construction ».

Le 3^{ème} rang inclus les mots relatifs au contrôle du temps : « temps », « management de construction », « BIM », « projets », « simulation », « Lean », « visualisation », « algorithmes », « logique floue », « management de la valeur acquise »....etc.

été faite au mois de mars 2021, seulement une publication a été trouvée durant cette année; et ce nombre est censé de s'accroître durant les mois avenir.

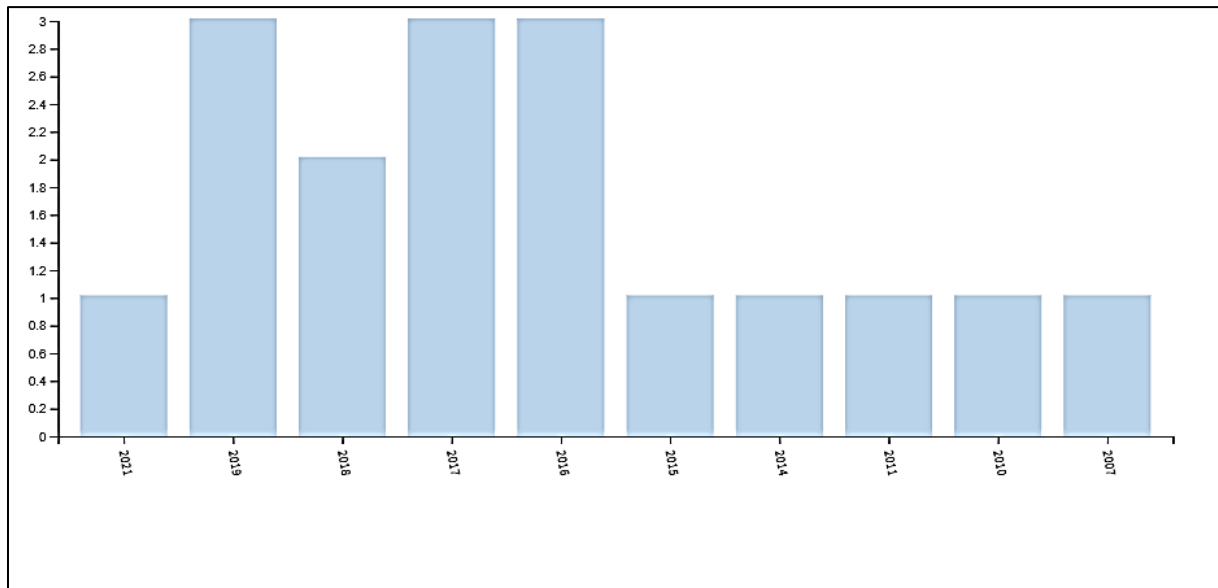


Figure 47. Le nombre total de publications en termes d'outils, des méthodes et de techniques du contrôle et du management du temps entre 2007 et 2021 dans le Web of Science

(Source : Auteur utilisant VOSviewer)

4.4.2. Secteurs et sujets de recherche



Figure 48. Les tops 10 secteurs dont le management de délais, les techniques et les outils du contrôle de délais ont apparu comme sujet de recherche

(Source : Auteur utilisant VOSviewer)

La répartition des secteurs aux quelles les sujets de Management du temps et de techniques et les outils du contrôle du temps ont été abordés est résumé dans la figure 48.

D'après cette figure, on constate que le secteur dominant est celui du « *génie civil* » avec 32,82% de la totale publication, suivie par les secteurs de « *technologie de la construction* » et « *des recherches opérationnelles en science de gestion* » avec 13,64%. En 3^{ème} lieu les secteurs « *d'ingénierie industrielle* » et « *d'ingénierie multidisciplinaire* » arrivent avec 9,09%, et en dernier lieu se trouvent les secteurs de « *biochimie et de biologie cellulaire* », de « *l'intelligence artificielle* », de « *logiciels informatiques en architecture* », « *informatique et système d'information* » et des « *applications interdisciplinaires du système d'information* » avec 4,55%.

4.4.3. Les tops contributeurs dans ce domaine de recherche

Concernant la répartition géographique des publications sur le management du temps (délai) et les techniques et les outils du contrôle du temps (délai); On peut constater que *la Pologne*, *Iran* et *Canada* sont les 3 majeurs contributeurs dans ce domaine de recherche en terme de publications avec 2 articles publiés pour chacun.

Cependant *la Chine* est le top contributeur en terme de citations (104), ce résultat est très logique vu l'intérêt des chercheurs Chinois en Management du temps (la Chine a été classée comme majeur contributeur en terme de publication sur le management et le contrôle du temps -voir section précédente 4.3.3-) suivi par *le Royaume Unis*, *les États Unis d'Amérique*, *la Russie*, et *l'Iraq* avec une seule publication et 25, 19, 8 et 7 citations respectivement. Puis *l'Australie* et *la Thaïlande* avec une seule publication et 6 citations. Succédées par *le Pakistan* et *la Bulgarie* avec 2 citations et en dernier *l'Indonésie* et *les Pays-Bas* avec une publication et zéro citation (voir tableau 40).

Le nombre modeste de contributions dans ce domaine peut être expliqué par le fait que la notion du contrôle du temps (délai) durant le cycle de vie de projets est très peu abordée dans les recherches et que la majorité des chercheurs dans le domaine du contrôle du projet en général et du contrôle du temps (délai) en particulier, se contentent par l'étude et l'analyse générale du projet sans attention prêtée aux différentes étapes du cycle de vie du projet. Ce qui explique le nombre flagrant des retards dans les différentes phases de projets de construction.

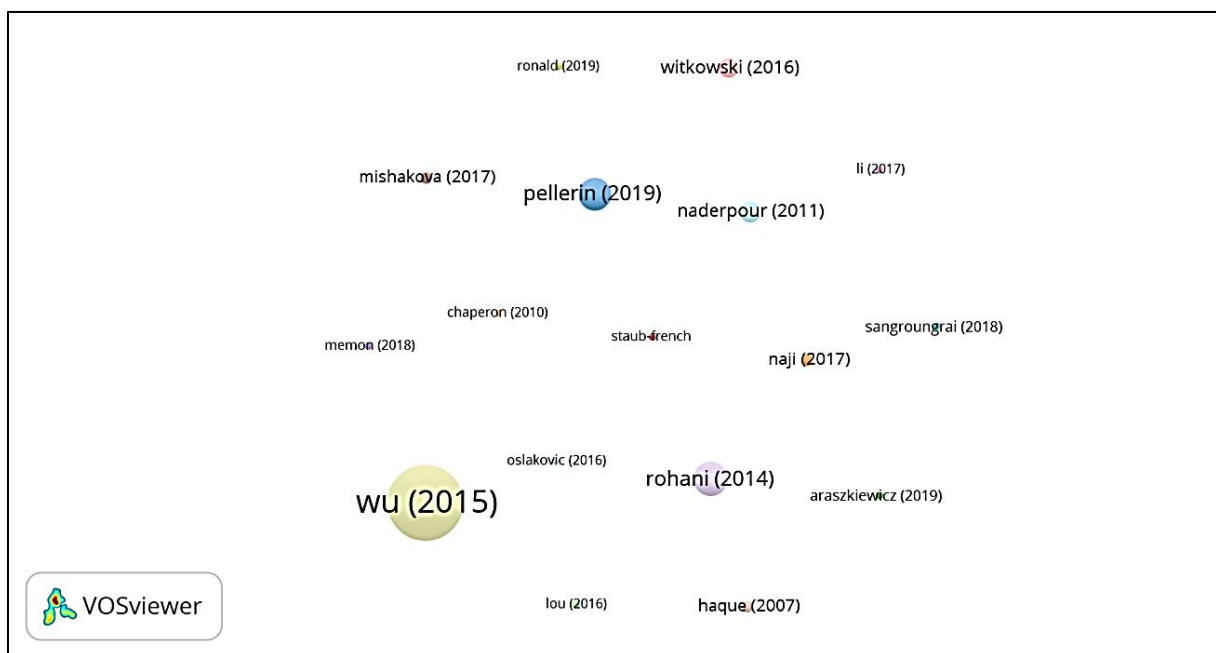
Tableau 40. Répartition géographique des publications sur le management du temps et les techniques et les outils du contrôle du temps

Pays	Articles	Citations
Iran	2	38
Canda	2	33
Pologne	2	12
Chine	1	104
Royaume Unis	1	25
États Unis	1	19
Russie	1	8
Iraq	1	7
Australie	1	6
Thaïlande	1	6
Pakistan	1	2
Bulgarie	1	2
Pays-Bas	1	0
Indonésie	1	0

(Source : Auteur utilisant VOSviewer)

4.4.4. Analyse du réseau bibliographique

4.4.4.1. Analyse du réseau de citations (CAN) des publications sur le management du temps et les techniques et les outils du contrôle du temps

**Figure 49. Citations des publications sur le management du temps et les techniques et les outils du contrôle du temps**

(Source : Auteur utilisant VOSviewer)

Une analyse du réseau de citations est menée afin d'identifier les liens et les sujets les plus cités dans les 17 articles analysés. D'après la figure 49 et le tableau 41, on peut constater que

les tops 5 articles cités sont l'article de Wu, Wang, et Wang (2015) intitulé «*A Control Strategy of a Two Degrees-of-Freedom Heavy Duty Parallel Manipulator*» qui a le plus grand nombre de citations (104 citations), suivi par Naderpour et Mofid (2011) avec son article «*Improving Construction Management of an Educational Center by Applying Earned Value Technique* » qui a atteint 38 citations, puis l'article intitulé «*A Review Methods, Techniques and tools for project planning and control* » de Pellerin et Perrier (2019) dont lequel ils ont revu les méthodes, techniques et outils pour la planification et le contrôle des projets, en 3^{ème} place avec 32 citations, puis l'article «*Advanced visualization and simulation techniques for modern construction management* » de Rohani, Fan, et Yu (2014) avec 25 citations et en dernier l'article «*5D virtual constructions: Designer/constructor's perspective* » de Haque et Mishra (2007) avec 19 citations.

Tableau 41. Répartition géographique et nombre de citations des publications sur « le management de délais et les techniques et les outils du contrôle de délais »

Article	Auteurs	Citations	Pays
A dynamic Bayesian network based approach to safety decision support in tunnel construction	(Wang et al. 2015)	104	Chine
Advanced visualization and simulation techniques for modern construction management	(Rohani et al. 2014)	25	Royaume uni
A review of methods, techniques and tools for project planning and control	Pellerin et Perrier (2019)	32	Canada
Improving Construction Management of an Educational Center by Applying Earned Value Technique	(Naderpour et Mofid 2011)	38	Iran
The use of augmented-reality technology to improve judo techniques. Premises, assumptions, methodology, research tools, preliminary scenarios - the first stage of the study	(Witkowski et al. 2016)	7	Pologne
Program Evaluation and Review Technique as the tool for time control	(Mishakova et al. 2017)	8	Russie
5D Virtual constructions: Designer/constructor's perspective	(Haque et Mishra 2007)	19	États-Unis
Risk Response Selection in Construction Projects	(Naji et Ali 2017)	7	Iraq
Control of construction projects using the Earned Value Method - case study	(Araszkiewicz et Bochenek 2019)	5	Pologne
Engineering, Procurement and Construction (EPC) Project Management for Reducing Cost and Time: A Case Study of Petrochemical Plant	(Sangroungrai, Sukchareonpong, et Witchakul 2018)	2	Thaïlande
Construction process innovation on Brock Commons Tallwood House	(Staub-French et al. 2021)	1	Canada
Analysis of Project Cost Management Indicators at Residential Buildings (Case Study: Building Construction Project in Rusun Penggilingan Jakarta)	(Ronald et Lumbantoruan 2019)	0	Indonésie
A fast and accurate method to predict reliability of project completion time	(Li, Zhang, et Hosseinian 2017)	2	Australie
Cost management in construction projects with the approach	(Lou, Parvishi, et	0	Iran

of cost-time balancing	Javidi 2016)		
Adoptability of Lean Construction Techniques in Pakistan's Construction Industry	(Memon et al. 2018)	6	Pakistan
Inspection process of Bulgarian Bridges	Chaperon (2010)	6	Bulgari
Developing decision support tools for rail infrastructure managers	(Oslakovic, Gavin, et Kovačević 2016)	0	Pays-Bas

(Source : VOS viewer +traitement d'auteur)

4.4.4.2. Analyse du réseau de mots clés des publications sur le management du temps et les techniques et les outils du contrôle du temps

Les mots clés fournis par les 17 articles étudiés ont été analysés utilisant le logiciel VOS Viewer. Les résultats (figure 50) montrent que les 5 mots clés qui ont le plus d'occurrences et le plus de liaisons sont *le management*, *la simulation*, *le contrôle du projet*, *le management de projets*, *la structure*. Ce qui explique l'intérêt croissant et la tendance accrue des recherches en simulation et modélisation dans le domaine de management de projets de construction (BIM, Lean, automation en construction, simulation, modélisation...etc).

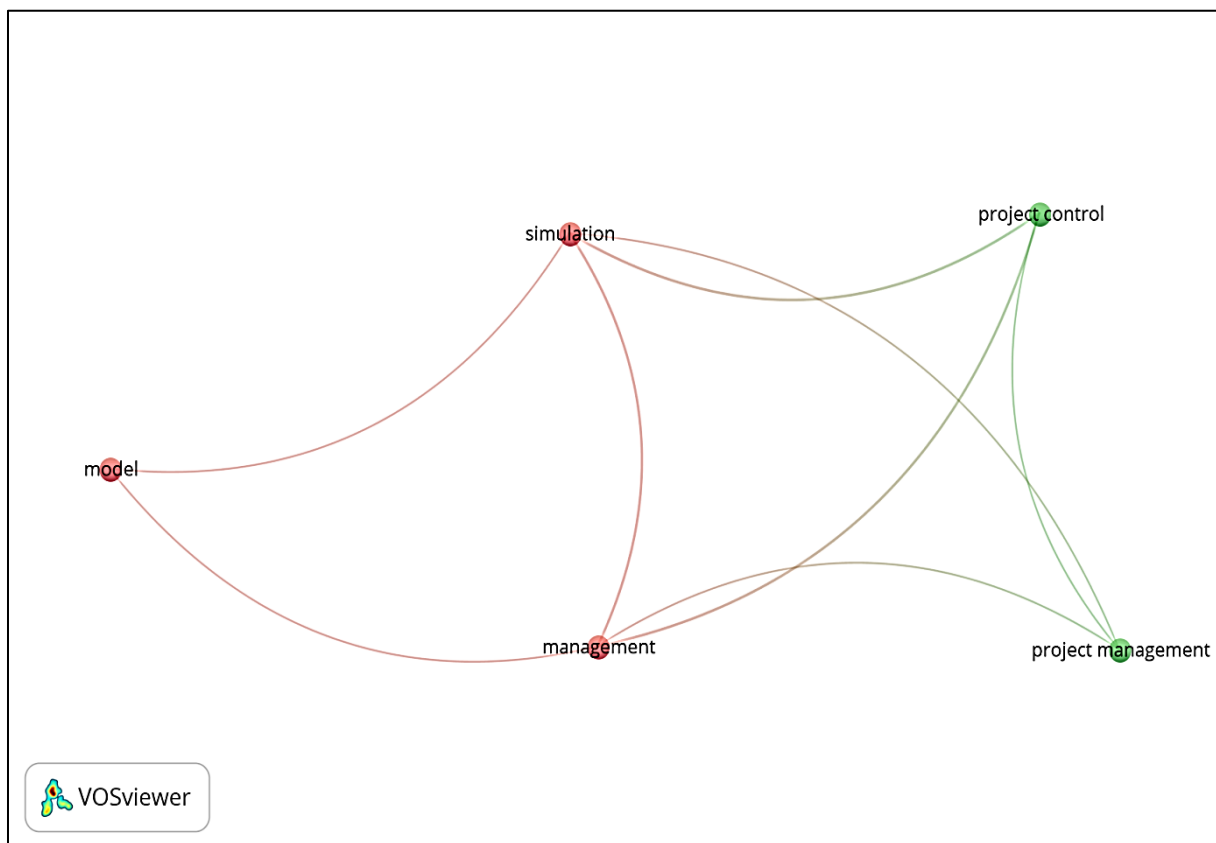


Figure 50. Carte de visualisation du réseau de mots-clés (des publications sur le management du temps et les techniques et les outils du contrôle du temps)

(Source : Auteur utilisant VOSviewer)

5. Contrôle du temps durant le cycle de vie de projets : outils et techniques

Le temps nécessaire à la réalisation d'un projet de construction revêt généralement une importance majeure pour toutes les parties concernées. De ce fait, plusieurs méthodes et techniques ont été enrôlées à fin de bien contrôler et gérer le temps du projet, ces méthodes et ces technique sont influencées par les différents étapes du cycle de vie de projet (Attalla 1996), et ils ont classées selon leur nature en méthodes traditionnelles et modernes.

5.1. Les méthodes traditionnelles

Les premières méthodes (traditionnelles) sont principalement utilisées pour visualiser et optimiser la durée des projets, ils se concentrant ainsi sur l'aspect de planification et de gestion de projet(Al Nasser, Widen, et Aulin. 2016; Pellerin et Perrier 2019), et elles sont utilisées à un large échelle dans les projets de construction ; parmi ces méthodes:

5.1.1. Le Diagramme de GANTT (diagramme à barre)

Le diagramme de GANTT développé par l'American Henry L. Gantt en 1917 est l'un des techniques les plus utilisées dans la planification et l'ordonnancement du projet. Il a été initialement introduit comme un outil de planification de la production, par la suite, il a trouvé une large application dans la planification et le management des projets de construction dans les années 1980 (Al Nasser, Widen, et Aulin. 2016), il consiste à faire est une présentation graphique des activités du projet sous forme de barres horizontales échelonnée dans le temps (Al Nasser, Widen, et Aulin. 2016; Attalla 1996; PMBOK 2017), et plus d'être un outil principale de planification, il est également un outil principale du contrôle du temps.

5.1.2. Le réseau PERT (Program Evaluation and Review technique)

La méthode PERT développée en 1958 aux États-Unis par la marine Américaine dans le cadre du projet de missiles balistiques « *Polaris* » lancés par des sous-marin (Kirytopoulos, Leopoulos, Vand Diamantas 2007). Par la suite, la technique d'évaluation et de révision de programmes (PERT) a été utilisée dans la planification et la gestion des projets, et elle a fait ces preuves dans la gestion des projets complexes pour estimer la durée sur la base de 3 points ou de 3 temps : temps optimiste, temps pessimiste et le temps le plus probable Al Nasser, Widen, et Aulin. 2016; Kirytopoulos Leopoulos, Vand Diamantas 2007).

5.1.3. Le chemin critique « CPM » (Critical Path Method)

La méthode du chemin critique développée en 1957 dans le cadre d'une joint-venture entre « Du pont corporation » et « Remington Rand corporation » pour la gestion des projets de maintenance des usines (Al Nasser, Widen, et Aulin. 2016; Kirytopoulos, Leopoulos, Vand Diamantas 2007).

Par la suite la méthode a été utilisée dans la planification de projets, elle sert à estimer la durée minimal du projet et à déterminer le degré de flexibilité de l'échéancier sur les chemins de réseau logiques (PMBOK 2017), elle est également utilisée pour déterminer le début et la fin au plus tôt et au plus tard des activités.

Le chemin critique peut être défini comme étant la séquence particulière d'activités critiques qui a la moindre marge totale (généralement nulle) et qui représente le chemin le plus long du projet avec la durée la plus courte; tout retard dans une activité critique entraîne un retard dans l'achèvement du projet. Cette méthode plus d'être un outil de planification, elle est considérée comme un outil de contrôle et d'arbitrage du temps et du coût des activités (Al Nasser, Widen, et Aulin. 2016).

5.1.4. La gestion de la chaîne critique

La méthode de gestion de la chaîne critique (*Critical Chain Project Management CCPM*) est un planning basé sur le réseau qui représente un ensemble d'activités interdépendantes avec des dépendances de ressources (pas nécessairement logique comme dans le chemin critique). Ces ressources sont nivelées utilisant la gestion des tampons (tampons pour le temps, la qualité, le coût et de la portée) pour assurer le bon déroulement du projet et la bonne exécution des tâches (Al Nasser, Widen, et Aulin. 2016). Ces tampons servent de suivi et aident les gestionnaires de projet à gérer le calendrier du projet par le biais du basculement de ressources.

5.1.5. La ligne d'équilibre « LOB » (Line of Balance)

La ligne d'équilibre conçue en 1940 comme un outil de contrôle de fabrication, puis développée par la marine Américain entre 1942 et 1950 afin de gérer le planning de projets comportant des activités répétitives et linéaires (Arditi, Tokdemir, et Suh 2001), et de contrôler le flux des opérations du projet en termes de nombre d'unité de production, de main d'œuvre et d'espace d'un ensemble d'activités en séquence linéaire (Georgy 2008). Récemment la LOB est considéré comme un outil supérieur à la méthode du chemin critique

pour le contrôle des flux de construction linéaire (Bhushan et Raghavan (2013) cité dans (Al Nasser, Widen, et Aulin. 2016)).

5.1.6. Courbes en S

La courbe en S est une courbe de progression cumulative qui représente la quantité de travail effectué ou à effectuer à un moment précis tout au long de la phase d'exécution.

L'enveloppe de la courbe en S est utilisée comme un système d'alerte précoce pour mesurer la performance des projets, il se compose de 2 courbes ; la courbe supérieure correspond au temps de démarrage au plus tôt (*Earliest Start Times* « *EST* »), la courbe inférieure correspond au temps de démarrage au plus tard (*Latest Start Times* « *LST* »), car il montre les changements dans la marge de sécurité du coût du projet.

Si ces changements dépassent les limites de l'enveloppe, des mesures appropriées devraient être prises (Pellerin et Perrier 2019). Ces courbes sont remplacées au fil temps par la technique de la valeur acquise (EVM) comme principale mesure de performance utilisée dans le contrôle du projet.

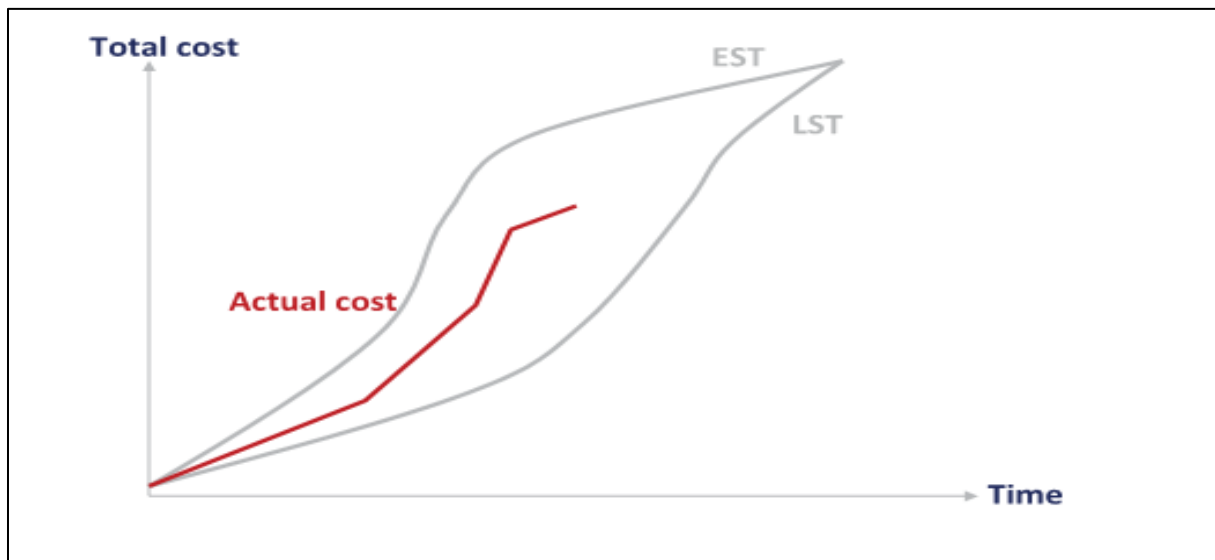


Figure 51. L'enveloppe de la courbe en S

(Source : Pellerin et Perrier 2019)

5.1.7. Le Management de la valeur acquise EVM (Earned Value Management)

Le Management de la valeur acquise « EVM » ou l'analyse de la valeur acquise « EVA » (*Earned Value Analysis*) est une technique cruciale très répandue pour la mesure et le contrôle de la performance des projets (Elghaish et al. 2020; Hazir 2015; Khamooshi et Golafshani

2014; Pellerin et Perrier 2019), elle permet de suivre et de contrôler les projets et de fournir des avertissements précoces des dépassements des coûts et de délais (Elghaish et al. 2020; Hazir 2015; Naderpour et Mofid 2011), et elle utilise le coût comme un indicateur pour mesurer et communiquer l'avancement de projet (Hazir 2015; Khamooshi et Golafshani 2014; Olawale et Sun 2015; Pellerin et Perrier 2019) ;

plus précisément, elle se base sur 3 mesures clés, le coût budgété des travaux prévus (*Budgeted Cost Work Scheduled* « *BCWS* ») appelé aussi « valeur planifiée » (*Planned Value* « *PV* »), le coût réel des travaux effectués (*Actual Cost Of Work Performed* « *ACWP* ») et le coût budgété des travaux effectués (*Budgeted cost for work performed* « *BCWP* ») ou « valeur acquise » (*Earned Value* « *EV* ») (Pellerin et Perrier 2019).

Elle fournit diverse mesures de performance qui aide à suivre, contrôler et prévoir l'état future du projet, parmi ces mesures l'écart ou la variance de coût (*Cost Variance* « *CV* ») l'écart du calendrier (*Schedule variance* « *SV* »), l'indice de performance des coûts (*Cost Performance Index* « *CPI* ») et l'indice de performance de délais (*Schedule Performance Index* « *SPI* »).

Cost Variance	$CV = EV - AC$	(8)
---------------	----------------------	-----

Schedule Variance	$SV = EV - PV$	(9)
-------------------	----------------------	-----

Cost Performance Index	$CPI = EV / AC$	(10)
------------------------	-----------------------	------

Schedule Performance Index	$SPI = EV / PV$	(11)
----------------------------	-----------------------	------

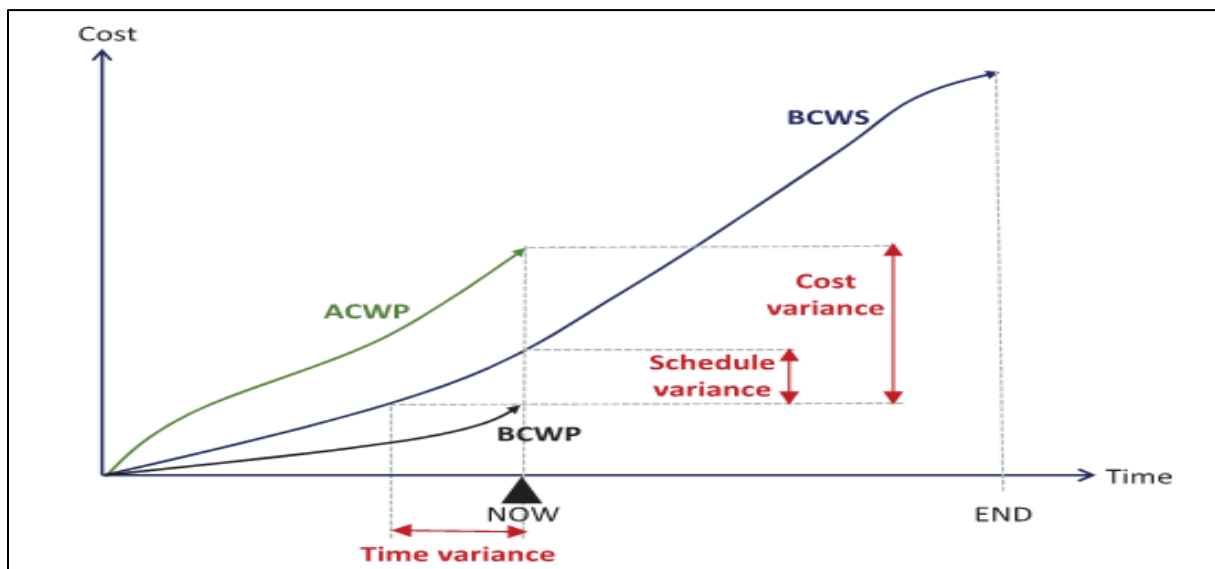


Figure 52. Management de la valeur acquise

(Source : Pellerin et Perrier 2019)

5.1.8. *Earned schedule Management (ESM)*

Le Management par délai ou échéance acquise (*Earned schedule Management* « ESM ») est une extension de la méthode « Management de la valeur acquise », elle a été introduite en 2003 par Lipke pour améliorer la performance de l'indice de performance de durée (*Schedule Performance Index* « SPI ») (Khamooshi et Golafshani 2014).

« ESM » convertit la valeur acquise à un moment donné en durée équivalent (sur le graphique de la valeur planifiée « PV ») pour atteindre cette valeur planifiée (Khamooshi et Golafshani 2014) autrement, elle indique le moment où il était prévu que la valeur acquise actuelle (EV au moment réel AT) soit acquise, elle se calcule par l'équation suivante :

$$\text{Earned schedule} \quad ES = t + (EV - PV_t) / (PV_{t+1} - PV_t) \dots \dots \dots (12)$$

Où t est le nombre de durées entières pour les quelles $EV \geq PV_t$ et $EV \leq PV_{t+1}$; les indicateurs de performance de durée sont déterminer comme suit :

$$\text{Schedule Variance}(t) \quad SV(t) = ES - AT \dots \dots \dots (13)$$

$$\text{Schedule Performance Index } (t) \quad SPI(t) = ES / AT \dots \dots \dots (14)$$

SV(t) et SPI(t) sont respectivement inférieur à 0 et 1 lorsque le projet souffre d'un retard (de Andrade, Martens, et Vanhoucke 2019).

5.1.9. *Earned duration management (EDM)*

Le management de la durée acquise (EDM) est une nouvelle méthode développée par Khamooshi et Golafshani (2014) pour combler les lacunes de « ESD » et « EM ». Khamooshi et Golafshani (2014) ont découplé les mesures de performance de temps et de coûts et développé un certain nombre d'indices pour mesurer la progression et la performance du temps et de coûts, ainsi que l'efficacité et la pertinence du plan à tout niveau du projet.

Les principales mesures de « EDM » sont la durée total prévue (*Total Planned duration* « TPD ») et la durée acquise (*Earned duration* « ED »), ces mesures sont basées sur le temps plutôt que de considérer les activités du projet en unités monétaires (de Andrade et al. 2019), et ils se calculent comme suit :

$$\text{Total Planned duration} \quad TPD = \sum_{i=1}^n PD_i \dots \dots \dots (15)$$

$$\text{Total Earned duration} \quad TED = \sum_{i=1}^n ED_i \dots \dots \dots (16)$$

$$\text{Earned duration} \quad ED = t + (TED - TPD_t) / (TPD_{t+1} - TPD_t) \dots \dots \dots (17)$$

Où « PD_i » est la portion de la durée prévue pour l'activité « i » qui se produit jusqu'au temps réel, « n » le nombre d'activités terminées ou en cours de réalisation jusqu'au temps réel (AT). Pour les activités en cours, seule la durée à gauche de « AT » compte pour déterminer « TPD » par conséquent « TPD » peut être considérée comme équivalent temporel de la PV. « ED_i » est la durée acquise pour l'activité « i » jusqu'au temps réel (AT), « n » est le nombre d'activités terminées ou en cours jusqu'au temps réel « AT » par conséquent « TED » est l'équivalent temporel de « EV ». « T » est le nombre de période de temps pour laquelle $TED \geq TPD_t$ et $TED \leq TPD_{t+1}$.

Utilisant les indicateurs clés de « EDM » ; deux indices de performance de durée peuvent être construits : l'indices de la durée acquise (*Earned duration index* « EDI ») et l'indice de performance de durée (*Duration Performance Index* « DPI »). Ces indices sont les équivalents de « SPI » et « SPI_t » respectivement (de Andrade et al. 2019).

$$\text{Earned duration Index} \quad EDI = TED / TPD \dots \dots \dots (18)$$

$$\text{Duration Performance Index} \quad DPI = ED / AT \dots \dots \dots (19)$$

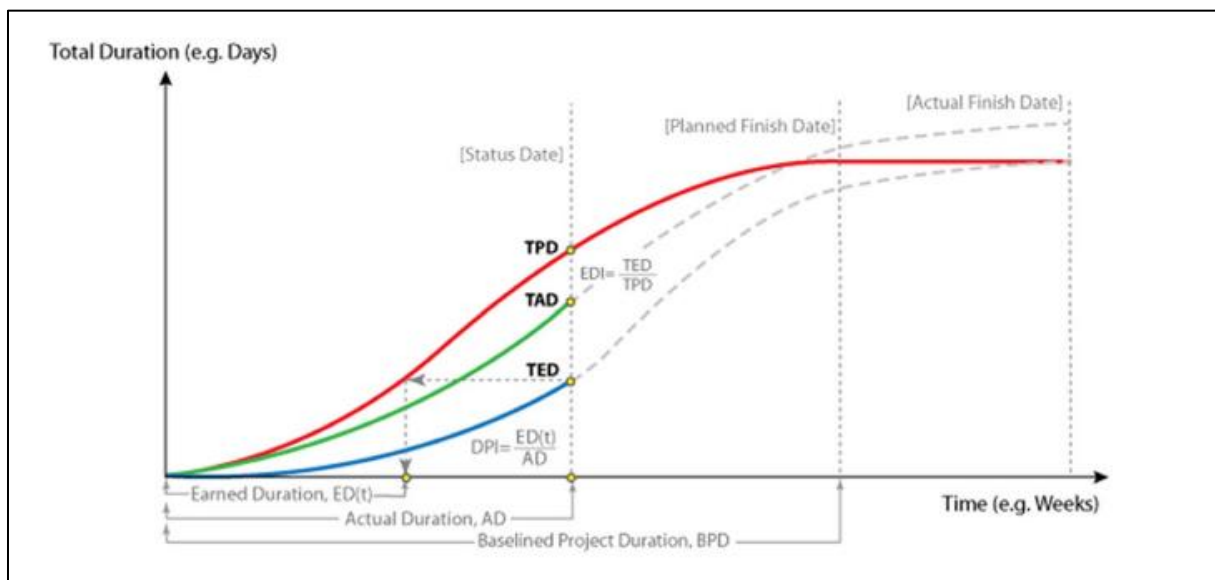


Figure 53. Graphique conceptuel de la durée acquise

(Source : Khamooshi et Golafshani 2014)

5.1.10. Estimation par analogie

L'estimation par analogie est une technique d'estimation de la durée d'une activité ou d'un projet en utilisant les données historiques relative aux durées réelles de projets antérieurs similaires comme bases d'estimation des durées du projet actuelles (PMBOK 2017).

5.1.11. Estimation ascendante

L'estimation ascendante est une méthode d'estimation utilisée lorsqu'il est difficile d'estimer la durée d'une tâche ou d'un projet avec une précision suffisante en décomposant le projet ou les tâches en activités plus détaillées (WBS) et en estimant les durées détaillées relatives, par la suite les durées de chacune des tâches sont agrégées en une quantité totale (PMBOK 2017).

5.1.12. Estimation paramétrique

L'estimation paramétrique est une technique d'estimation qui se base sur des données historiques et des paramètres du projet pour calculer la durée utilisant un algorithme ou une relation statistique entre les données historiques et d'autres variables (par exemple, la superficie de construction en mètres carrés) pour estimer la durée d'une activité (PMBOK 2017).

5.1.13. Estimation à trois points

Selon le PMI du (PMBOK 2017), les estimations à trois points permettent de définir avec plus de précision la plage approximative de durée d'une activité:

- Plus probable (dPP). Cette estimation est une fonction de la durée de l'activité, compte tenu des ressources qui seront vraisemblablement affectées, de leur productivité, des attentes réalistes de leur disponibilité pour cette activité, des dépendances d'autres participants et des interruptions.
- Optimiste (dO). La durée de l'activité est basée sur l'analyse du « meilleur scénario possible » pour l'activité.
- Pessimiste (dP). La durée de l'activité est basée sur l'analyse du « pire scénario possible » pour l'activité.

En fonction de la répartition supposée des valeurs contenues dans la plage des trois estimations, la durée estimée (dE) peut être calculée à l'aide d'une formule de distribution triangulaire :

$$\text{Durée estimée} \quad dE = (dO + dPP + dP)/3 \dots\dots\dots (21)$$

5.1.14. Méthode des antécédents (PDM)

La méthode des antécédents (*Precedence Diagramming Method* « PDM ») est une technique utilisée pour construire un modèle d'échéancier dans lequel les activités sont représentées par des nœuds, et sont graphiquement liées par un ou plusieurs liens logiques selon l'ordre d'exécution de ces activités, cette méthode comprend 4 types de liaisons ou de dépendances logiques : « fin-début » l'activité successeur ne peut pas commencer avant la fin de l'activité prédécesseur ; « fin-fin » l'activité successeur ne peut pas se terminer avant la fin de l'activité prédécesseur, « début-début » l'activité successeur ne peut pas se commencer avant qu'une activité prédécesseur n'ait commencé, « début-fin » l'activité successeur ne peut pas finir avant la fin de la tâche prédécesseur (Pellerin et Perrier 2019).

5.1.15. Diagrammes à jalons

Les diagrammes à jalons sont utilisés pour illustrer les événements clés, les objectifs et les cibles de tout projet. Ils fournissent une vue synthétique du projet, ces diagrammes sont similaires au diagramme de Gantt, mais ils identifient uniquement les dates planifiées de début ou d'achèvement des livrables majeurs et les interfaces externes clés. Ces diagrammes sont faciles à communiquer et ils sont considérés comme un excellent outil pour la planification et la gestion de projets (PMBOK 2017).

5.1.16. La méthode matricielle

La méthode de planification du projet basé sur la matrice (*Matrix based project planing method*) est une méthode de planification proposée par Kosztyán (2015), cette méthode vise à classer les scénarios selon leur probabilité et leur importance (elle prend en compte l'importance de la tâche et la probabilité de son achèvement) et elle permet au chef de projet de sélectionner le scénario (le plan du projet) le plus souhaité en terme de coût et de temps et de restructurer le projet en fonction des changements.

5.2. Les méthodes modernes

Avec le taux de progression incroyable des technologies de l'information, une introduction progressive des méthodes et de techniques informatiques plus intégrées a été connue au cours de ces dernières décennies, ces méthodes comprennent les pratiques Agiles et Lean ainsi les autres pratiques Modernes, elles présentent l'avantage de la gestion des incertitudes et des risques potentiels et de leur capacité d'assister les gestionnaires de projets durant tout le cycle de vie de projet, parmi ces méthodes :

5.2.1. Les méthodes Agiles

Les méthodes Agiles sont particulièrement adaptées pour les projets nécessitant une grande flexibilité et des développements rapides. La réalisation des tâches se fait de façon itérative avec des cycles courts qui permet aux intervenants du projet de réagir aux changements plus rapidement que le rythme de ces changements (Kruchten 2013). Parmi les méthodes agiles utilisées dans la planification et le contrôle de délais :

5.2.1.1. Diagramme du travail restant (Burndown)

Le diagramme du travail restant (*Burndown chart*) est une représentation graphique de l'évolution de la quantité du travail restante par rapport au temps et la comparée avec le travail restant idéal, il se compose de trois lignes ou courbes principales :

la ligne de tendance idéale qui représente le travail restant idéal dans un temps idéal, la ligne de travail réelle qui représente le travail restant réel (la progression réelle), et la ligne de tendance prévisionnelle qui présente le travail restant prévu et qui peut être utilisée afin de prédire l'écart probable à la fin de l'itération et de prendre les mesures appropriées au cours de celle-ci (PMBOK 2017).

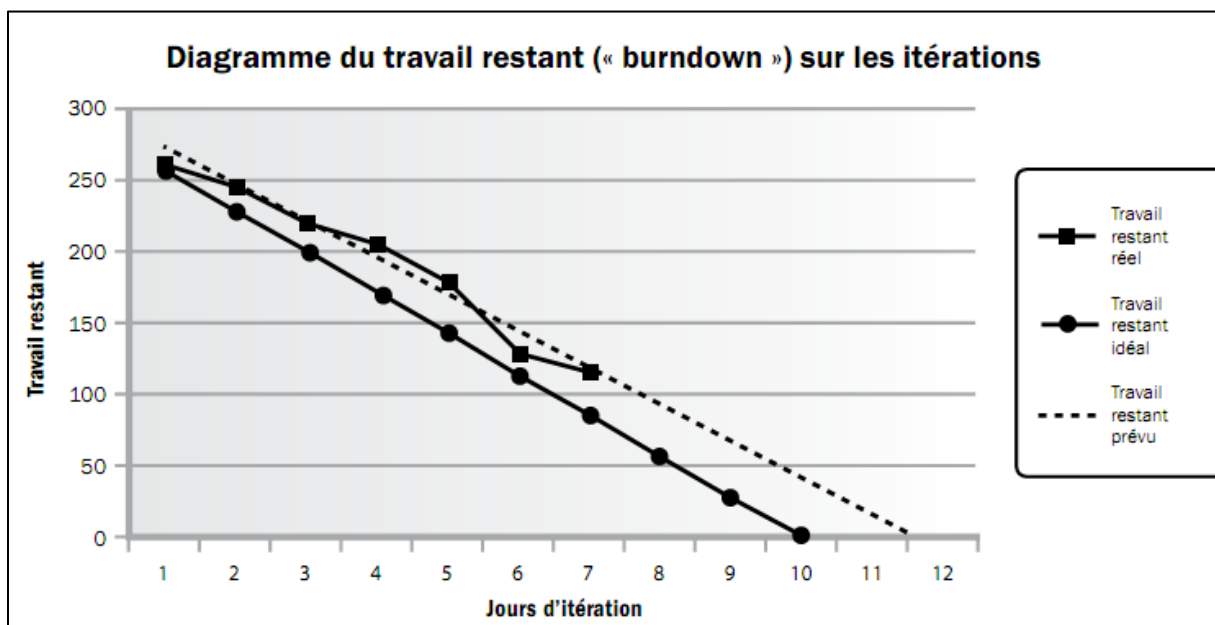


Figure 54. Diagramme du travail restant «burndown » sur les itérations

(Source : PMBOK 2017)

5.2.1.2. La planification en vagues (*Rolling Wave Planning*)

La planification en vague est une technique de planification itérative selon laquelle les travaux à réaliser à court terme sont planifiés en détail, tandis que les travaux à plus long terme le sont

de manière plus générale, c'est une forme d'élaboration progressive applicable aux lots de travaux, aux lots de planification et à la planification des releases en cas d'utilisation d'une approche agile ou de type « *Waterfall* » par conséquent, le travail peut être présenté de manière plus ou moins détaillée selon sa position dans le cycle de vie de projet (PMBOK 2017).

5.2.1.3. La planification itérative

La planification itérative avec un *backlog* (liste de besoins en attente) est une forme de planification en vagues (*rolling wave planning*) fondée sur des cycles de vie adaptatifs, pour l'élaboration du projet, les exigences sont documentées dans des scénarii d'utilisateurs (*user stories*) classés par ordre de priorité, puis affinés juste avant la construction, les fonctions du projet sont développées sur des périodes de travail limitées, cette méthode présente l'avantage d'accueillir les changements tout au long du cycle de vie de projet et le niveau de la planification se détaille d'une manière progressive avec l'avancement du projet.

5.2.1.4. Integrated Project Delivery (IPD)

La livraison intégrée des projets (IPD) est un modèle de construction qui intègre toutes les dimensions du projet, y compris les personnes, les organisations et la structure de l'entreprise, dès le stade de la conceptualisation.

Elle est considérée comme un mode d'exécution supérieur aux méthodes traditionnelles de réalisation de projets. Elle permet d'améliorer la qualité, la planification, la gestion de la communication et la performance des coûts et de temps (Elghaish et al. 2020).

5.2.1.5. Le système Kanban

Le système Kanban permet aux équipes de construction de se procurer quotidiennement des matériaux sur le marché, en fonction des besoins du chantier. L'une des premières priorités du système de production en flux tiré est d'atteindre la fiabilité des processus et des flux synchronisés impliquant un mélange de produits stable (Asim, Deep, et Ahmad 2017).

5.2.1.6. Building Information Modeling (BIM)

La modélisation des données de bâtiment « BIM » (*Building Information Modeling*) est une approche alternative à la conception de la construction et un moyen de conception virtuelle tout au long du cycle de vie de projet (Tahir et al. 2018) ; elle fournit toutes les informations nécessaires à tout projet avant la construction et elle aide à la compréhension des besoins par le propriétaire, et à la gestion de projet par les entrepreneurs, et elle est considérée comme un outil important pour réduire les coûts, et les délais et augmenté la productivité et la qualité des

projets et faciliter la communication, la collaboration et le partage d'informations (Paz et al. 2018; Tahir et al. 2018).

Plusieurs chercheurs ont utilisé le BIM pour l'optimisation de temps de constructions. Cependant, d'autres chercheurs ont combiné le BIM avec d'autres méthodes du contrôle du temps. Yuan, Wang, et Sun (2017) ont combiné le BIM avec la méthode de simulation de Monte Carlo pour établir un modèle d'alerte précoce du calendrier de projet. Cette méthode envisage de simuler le planning à chaque fois qu'une activité se termine afin de pouvoir estimer la probabilité de risque et d'utiliser le système d'alerte si nécessaire.

La méthode tient en compte la relation logique entre les activités de construction et met en œuvre visuellement une alerte précoce en fonction de la probabilité de la durée de construction.

Elbeltagi et Dawood (2011) ont proposé un modèle de visualisation et du contrôle du temps dans les projets répétitifs en utilisant le BIM avec le Système d'information géographique (*Geographic Information System* « GIS »), le principal avantage de ce système est qu'il permet de n-D visualisation de l'état d'avancement de construction.

Marzouk et Hisham (2014) ont utilisé la technologie « BIM » dans la gestion des coûts et de temps dans les infrastructures des ponts nommé « BrIM » (*Bridge Information Modeling*). Le modèle proposé permet d'effectuer une estimation approximative ou détaillée des coûts sur la base de « BrIM ». Différents indices de mesures de rendement ont été utilisés pour le contrôle du coût et du temps lors de la phase exécution, par l'intégration de « BIM » avec les concepts de « EV » (Earned Value) pour déterminé l'état du projet à la date de clôture.

De leur côté, Wang et al. (2015) ont intégré le « BIM » (*Building Information Modeling*) et le « LiDAR » (*Light Detection and Ranging*) pour collecter et traiter les informations de la qualité sur site en temps réel à fin d'identifier les défauts éventuels et de pouvoir contrôler la qualité en temps réel. Ce système comprend cinq sections , système de suivi basé sur LiDAR en temps réel, système de vérification sur la base BIM-temps réel, système de contrôle de la qualité, système de nuage des points pour la transformation de coordonnées, système de traitement de données.

5.2.2. Les méthodes Lean

Le Lean consiste à parvenir à une utilisation équilibrée des personnes, des matériaux et des ressources. Cela permet aux entreprises de réduire les coûts, d'éliminer le gaspillage et de

livrer les projets dans les délais impartis (Banawi et Bilec 2014). Parmi les pratiques Lean utilisées dans le contrôle de délais :

5.2.2.1.L'analyse d'impact temporel

L'analyse d'impact temporel (*Time impact analysis* « TIA ») est le processus d'ordonnancement qui consiste à quantifier et à répartir l'effet d'un retard ou d'un changement sur le calendrier d'un projet (Asim, Deep, et Ahmad 2017).

La méthode d'analyse de l'impact temporel des retards, également appelée « TIA », est une technique similaire à l'analyse de l'impact sur le plan, qui prévoit ou prédit l'effet d'un retard sur la date d'achèvement d'un projet et implique l'insertion ou l'ajout d'activités indiquant des retards ou des changements dans un calendrier mis à jour représentant l'avancement jusqu'au moment où un événement de retard s'est produit afin de déterminer l'impact de ces activités de retard.

5.2.2.2.Le rythme de temps (Takt time)

Dans le secteur de la construction, la création d'un flux de processus continu sur le site est un défi de taille en raison de sa nature fragmentée, de la faible normalisation des activités, ...etc. Ce processus suggère trois mesures opérationnalisées dans l'agence de construction immobilière qui peuvent réguler le flux continu de travail sans retard, à savoir l'élimination des déchets, le flux de main-d'œuvre et le flux de matériaux, et vise à éliminer les tampons physiques (matériaux ou temps) entre les processus de production.

5.2.2.3.Push system

Le système de poussée (*Push system*) libère un travail (des matériaux ou des informations) dans un processus de production de construction (une ligne d'usine ou un poste de travail) précisément en fonction de dates d'échéance pré-assignées. Par conséquent, un système « push » minimise les retards dus à la pénurie de matériaux et à la non-disponibilité d'informations suffisantes(Asim, Deep, et Ahmad 2017).

5.2.2.4.Pull system

Le système de tirage/de traction (*Pull system*) libère un travail dans un système en fonction de l'état de ce dernier (la quantité de travail en cours et la qualité disponible) en plus des dates d'échéance. Cela permet d'éviter les stocks excédentaires résultant de mauvaises suppositions. Cette technique est très utile pour éviter les retards dans les techniques de construction modulaire et de préfabrication (Asim, Deep, et Ahmad 2017).

5.2.2.5. Le concept des 5 S

Le concept des 5 S : *Sort, Set in Order, Shine, Standardize, and Sustain* (Trier, Mettre en ordre, Briller, Standardiser et Maintenir) est présenté pour effectuer le travail sans aucun retard. Ce processus permet de réduire les risques liés à la construction et donc de minimiser les retards dus aux accidents/blessures et de réduire le désordre qui pourrait interférer avec le travail productif (Asim, Deep, et Ahmad 2017).

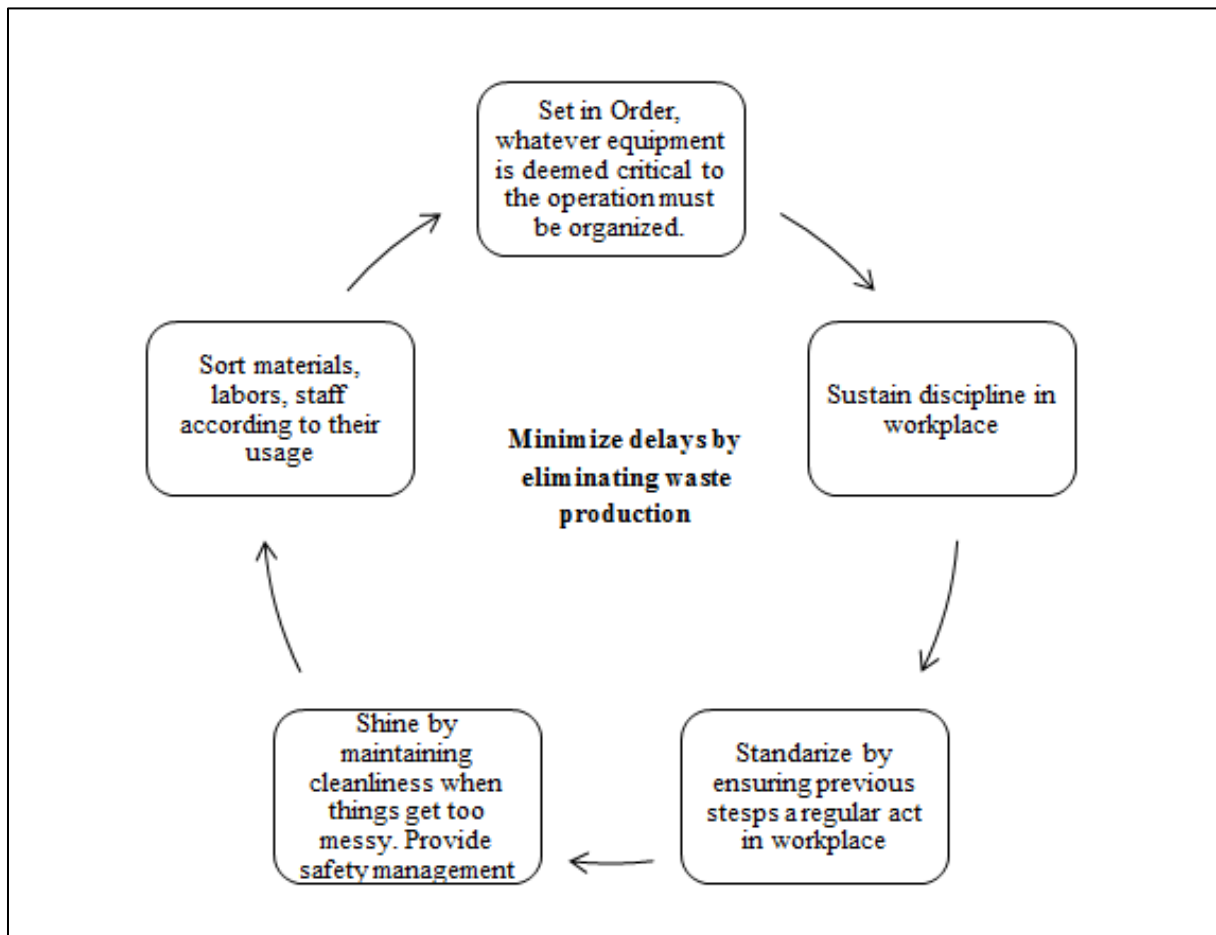


Figure 55. The five S

(Source: Asim, Deep, et Ahmad 2017et Tom Morrison 2017)

- Trier (*Sort*) : consiste à identifier les articles essentiels à la réussite de la fonction exercée au poste de travail et à stocker les articles non critiques et les équipements inutiles, en dehors de la zone du poste de travail. Cela permet d'économiser le temps, l'espace et les coûts de la main-d'œuvre, tout en améliorant la productivité (Tom Morrison 2017).
- Mettre en ordre (*Set in order*) : Attribuer des espaces à tous les équipements, aux travaux en cours et aux matières premières, en gardant à l'esprit la facilité d'accès et la proximité de la surface de travail. L'objectif est de maximiser l'efficacité de l'aménagement du poste

de travail et d'éliminer les pertes de temps dues aux mouvements et aux recherches excessives (Tom Morrison 2017).

- Briller (*Shine*): Un espace de travail propre est un espace de travail productif, gardez tout propre et assurer que tous les articles sont remis à leur place et que le poste de travail est bien éclairé. Cela permet de garder les objets prêts à être utilisés en cas de besoin (Tom Morrison 2017).
- Standardiser (*Standardize*) : Assurer que les trois S précédents fassent partie de votre procédure standard chaque jour, et les mettre en œuvre et veiller à ce que tous les travailleurs comprennent leurs responsabilités et sont habilités à effectuer toutes les tâches (Tom Morrison 2017).
- Maintenir (*Sustain*): Prendre l'habitude de maintenir les procédures correctes afin d'éviter les retours en arrière, et maintenir la discipline sur le lieu de travail et veiller à ce que toute modification apportée à votre processus ou à votre projet soit traitée au poste de travail et que tous les problèmes soient résolus aussi rapidement qu'ils sont apparus (Tom Morrison 2017).

5.2.2.6. Last Planner System – LPS

Le dernier système de planification (*Last Planner System* « *LPS* ») est un outil d'amélioration de la planification et du contrôle utilisé pour surveiller le processus de construction, basé sur des engagements par l'utilisation cohérente de techniques telles que la planification à la demande, la planification préalable avec analyse des contraintes, la planification hebdomadaire du travail basée sur des promesses fiables et l'apprentissage basé sur l'analyse du système de planification.

Le dernier système de planification comprend une série d'outils, il est utilisé aussi bien dans la phase de planification que dans la phase d'exécution et de contrôle du projet (Lalmi, Fernandes, et Sassi 2021), il a deux composantes principales le contrôle des unités de production et le flux de travail (Habchi, Cherradi, et Soulhi. 2016).

L'une des principales caractéristiques de LPS est son principe de planification prospective qui se concentre sur le flux de travail vers la phase de clôture des projets, en tenant compte des contraintes et des incertitudes internes et externes (Al Nasser, Widen, et Aulin. 2016).

5.2.3. Les autres méthodes modernes

5.2.3.1. La visualisation 4D

La visualisation basée sur l'activité 4D CAD est obtenue en se reliant à un modèle 3D CAD (qui affiche les éléments de la construction), un calendrier de projet, cette technique permet de visualiser le développement d'un projet et elle aide le planificateur à produire des plannings plus précis, elle est utile pour les différents participants de projet dans les différentes phases du projet (Rohani et al. 2014).

Kang, Anderson, et Clayton (2007) ont développé un système de visualisation 4D de la construction basée sur le web en combinant la visualisation 4D avec la gestion de l'information basée sur le web. Ce système aide les participants de projet de reconnaître les erreurs logiques dans la séquence de construction mieux que les méthodes traditionnelles.

5.2.3.2. La simulation

Paz et al. (2018) propose une méthode de planification pratique et utile basée sur la simulation pour évaluer les risques entraînant des retards dans le calendrier des projets de construction. L'approche proposée a été construite par une méthode basée sur une revue exhaustive de la littérature et incluant la participation d'experts dans sa conception. De plus, une nouvelle formulation mathématique a été incluse dans la méthodologie, pour créer un modèle de simulation Monte-Carlo qui représente l'occurrence des risques et la manière dont ils impactent les activités du projet.

5.2.3.3. Les prévisions et la modélisation

La modélisation de la durée de construction est importante pour une bonne gestion et un meilleur contrôle du délai de projets, vu qu'elle permet de réduire les erreurs d'estimation, de donner des estimations fiables et réalistes de la durée d'exécution, et de prédire les retards.

Plusieurs méthodes et techniques statistiques ont été utilisées pour modéliser la durée de réalisation du projet, parmi ces méthodes la régression linéaire simple et multiple, le réseau de neurones artificiels, l'hybridation neuro fuzzy (neuro floue), ...etc.

5.2.3.3.1. *L'application de la régression dans la modélisation de la durée de construction*

La régression linéaire est une méthode statistique conçue afin d'établir une relation de liaison linéaire entre une variable dépendante (expliquée) et une ou plusieurs variables indépendantes

(explicatives). Elle est considérée parmi les méthodes les plus privilégiées et les plus utilisées dans la modélisation de la durée de construction (Mensah et al. 2017).

Bromilow (1969) était le premier qui a utilisé la régression linéaire pour développer un modèle de relation « délais-coût » utilisant le coût comme variable indépendante pour les projets de construction Australienne. Par la suite il a confirmé son modèle par deux autres études faites en 1974 et 1980. Bromilow était le seule qui a mené des études sur la modélisation de durée durant la période 1969 et 1980 (Kumaraswamy et Chan 1995; Le-Hoai and Lee 2009; Mensah et al. 2017).

Kumaraswamy et Chan (1995) ont proposé des modèles pour estimer la durée de construction de 3 types de projets (bâtiment de construction, habitat et autres types) dans le secteur public et privé à Hong Kong utilisant la technique de la régression linéaire simple et les variables du coût et de la surface de plancher séparément comme des variables explicatives.

Shr et Chen (2006) ont utilisé les données de 21 projets pour développer des modèles qui décrivent la relation « coûts-délais » dans ces projets utilisant différentes formes de régression (linéaire, logarithmique, quadratique, inverse, cubique,...), afin d'explorer la relation fonctionnelle entre le coût et le temps des projets de construction routière à Florida (État Uni), et d'aider les praticiens à bien comprendre la relation « temps-coût » et à mieux gérer et contrôler la durée de la construction.

Le-Hoai et Lee (2009) ont utilisé les données de 34 projets de construction Coréenne pour tester la validité du modèle proposé par Bromilow (1969) dans les projets de construction Coréenne et les résultats montrent l'applicabilité de ce modèle dans le contexte Coréen. Par la suite, Ils ont investigué d'autres types de régression (linéaire, logarithmique, inverse, quadratique, cubique, composée, exponentielle, régression de croissance, régression de la courbe en S) pour trouver le meilleur modèle d'ajustement et ils ont décelé que « le modèle Cubique » est le meilleur pour la prédiction des durées dans les projets publics, privés, d'appels d'offres ouvertes, les projets résidentiels et commerciaux. Tandis que « la régression de la courbe en S (*S curve model*) » est la technique la plus appropriée pour les projets attribués selon la négociation.

De même, Abu Hammad et al. (2010) ont utilisé la régression linéaire multiple pour développer deux modèles de prédiction des coûts et de délai utilisant les données historiques de 113 projets publics (surface de projet, la portée du projet, le coût planifié et la durée

planifiée). Les modèles proposés ont été validés par l'estimation du pourcentage d'erreur de prédiction qui s'est trouvé minimal (0.035%). Ces modèles peuvent être utilisés par les gestionnaires de projets dans la phase de planification pour estimer le temps et le coût du projet.

Afin d'évaluer la performance temporelle dans les projets de construction Vietnamiens, Le-Hoai, Lee, et Nguyen (2013) ont identifié les facteurs significatifs affectant la durée de construction, puis ils les ont incorporés dans un modèle de prédiction de l'indice temporelle appliquant la régression linéaire multiple. Six variables ont été trouvées significatives dans le modèle de régression, expliquant conjointement 92,4% de la variance de l'indice temporelle. Une comparaison de ce modèle avec un autre conçu utilisant le réseau de neurones artificiels montre que le modèle de régression est plus performant que celui de réseau neurones.

De leur côté, Ahmadu et al. (2015) ont développé un modèle multivarié pour prédire la durée de réalisation dans les projets de construction Nigériens considérant des facteurs qualitatifs (les facteurs causatifs des retards) et des facteurs quantitatifs (le coût, et la surface de plancher) comme des variables indépendantes et la durée de projet comme variable dépendante dans le modèle de régression multiple.

Jarkas (2016) a utilisé Les données de 113 projets résidentiels et de 74 bâtiments administratifs complétés durant la période 2004-2010, afin de tester l'applicabilité du modèle proposé par (Bromilow 1969) dans la construction Koweïtienne et de comparer la précision de ce modèle, avec un autre modèle de prédiction de durée conçu par lui utilisant la régression multiple. Les résultats trouvés ont montré que le modèle de (Bromilow 1969) est applicable à la construction Koweïtienne ; cependant, le 2^{ème} modèle de (Jarkas 2016) est plus précis.

5.2.3.3.2. *Les autres méthodes de prévisions*

Hongwei, Xuehua, et Bao'an (2009), ont présenté une méthode de prévision et du contrôle dynamique de temps à fin d'adapter le caractère aléatoire et l'incertitude dans le processus de construction « barrage de haute route », en combinant la simulation dynamique avec l'analyse du calendrier. Ils ont étudié le processus de planification et de prévision, puis ils ont construit un processus de contrôle du calendrier en temps réel et pris certaines mesures d'adaptation. Un système développé avec la méthode est utilisé dans un projet hydraulique en Chine, et le résultat de l'application montre que le système fournit un support technique efficace pour la construction et la gestion des barrages.

Dans leur recherche, Asadi, Alsubaey, et Makatsoris (2015) ont proposé un modèle de prévision de retard basé sur l'exploration des données; le prétraitement des données est fait utilisant le logiciel « WEKA ». Deux méthodes d'exploration de données sont utilisés dans ce modèle ; « l'algorithme d'arbre de décision JD48 » (pour un apprentissage supervisé) et « l'algorithme de Naïf Bayes » (pour donner un exemple de données). La comparaison entre les résultats obtenus montre que le « JD48 » est le meilleur algorithme car il est plus précis par rapport à l'algorithme de « Naïf Bayes ».

Gündüz, Nielsen, et Ozdemir (2015) ont proposé un outil d'aide à la décision pour les entrepreneurs avant l'étape d'appel d'offres pour quantifier la probabilité de retard dans les projets de construction Turque en utilisant la méthode de l'indice d'importance relative (IIR) incorporée dans la logique floue (*Fuzzy logic*). La méthodologie proposée a été testée dans un cas d'étude réelle et la probabilité du retard a été évaluée au moyen du modèle d'évaluation proposé, les résultats trouvés sont jugés satisfaisants.

5.2.3.4. Combinaison de la méthode PERT avec la logique floue

Gładysz (2017) a appliqué la distribution de probabilité mixte, basée sur la distribution bêta (temps maximal, minimal et plus probable) et la distribution de probabilité générative d'une variable floue, afin de décrire la distribution de la durée des tâches et elle a combiné deux approches ; « la théorie des probabilités » et « les variables floues » et afin de déterminer le temps nécessaire à l'exécution des tâches et de corriger les écarts entre les hypothèses théoriques de PERT et les avis des experts concernant la durée la plus probable des tâches.

5.2.3.5. Les points du contrôle

Idéalement, les projets devraient être contrôlés en permanence et des mesures correctives appropriées devraient être prises dès qu'un événement perturbateur se produit. Cependant, le contrôle continu des projets n'est pas réalisable dans la pratique. Le contrôle du projet s'est donc concentré sur les perturbations critiques survenant pendant l'exécution du projet en considérant les "points de contrôle" potentiels. Le moment de ces points de contrôle peut-être soit fixé avant le début du projet, soit modifié dynamiquement pendant l'exécution du projet en fonction de l'état du calendrier (Pellerin et Perrier 2019).

Sabeghi et al. (2015) ont proposé un modèle de localisation des installations adaptées couplé à la simulation et au crash du projet pour déterminer dynamiquement le timing des points de contrôle pendant l'exécution du projet. Le modèle de localisation des installations adapté détermine le moment optimal des points de contrôle dans la durée du projet, tandis que la

simulation est utilisée pour prédire les éventuelles perturbations. Si aucune perturbation n'est observée entre deux points de contrôle, la progression du projet est contrôlée au point suivant (Pellerin et Perrier 2019).

5.3. Les techniques et les outils du contrôle selon leurs phases d'utilisation

Les techniques et les outils utilisés dans le contrôle du temps ont été classés selon leur type, leur utilisation et leur phase d'utilisation en outils de visualisation, d'estimation, de planification comme présenté dans le tableau 42.

Tableau 42. Les méthodes et les techniques du contrôle de délais durant le cycle de vie du projet

Méthode	Type	Utilisation	Phase
GANTT	Traditionnelle	Visualisation	Planification
PERT	Traditionnelle	Visualisation	Planification
Chemin critique	Traditionnelle	Visualisation	Planification
Chaîne critique	Traditionnelle	Visualisation	Planification
La ligne d'équilibre (LOB)	Traditionnelle	Visualisation	Planification
La courbe en S	Traditionnelle	Visualisation	Exécution et contrôle
EVM	Traditionnelle	Prévision	Exécution et contrôle
ESM	Traditionnelle	Prévision	Exécution et contrôle
EDM	Traditionnelle	Prévision	Exécution et contrôle
Estimation par analogie	Traditionnelle	Estimation	Planification
Estimation paramétrique	Traditionnelle	Estimation	Planification
Estimation ascendante	Traditionnelle	Estimation	Planification
Estimation à 3 points	Traditionnelle	Estimation	Planification
Diagramme à jalon	Traditionnelle	Visualisation	Planification
Méthode des antécédente	Traditionnelle	Visualisation	Planification
Méthode matricielle	Traditionnelle	Planification	Planification
Burndown chart	Moderne	Visualisation	Contrôle et suivi
Planification en vagues	Moderne	Planification	Planification
Planification itérative	Moderne	Planification	Planification
IPD	Moderne	Planification	Planification, exécution, contrôle
Kanban	Moderne	Planification	Planification
BIM	Moderne	Visualisation	Initiation, planification, exécution et contrôle
TIA	Moderne	Planification	Planification et contrôle
Takt time	Moderne	Planification	Planification
Push system	Moderne	Planification	Planification
Pull system	Moderne	Planification	Planification
5S	Moderne	Organisation	Exécution
LPS	Moderne	Planification	Planification
Visualisation 4D	Moderne	Visualisation+ planification	Planification, exécution, contrôle
Simulation	Moderne	Planification	Planification et contrôle
Logique floue (<i>Fuzzy logic</i>)	Moderne	Estimation	Planification
PERT+ logique floue	Moderne	Estimation	Planification

* EVM: Earned Value Management, ESM: Earned Schedule Management, EDM: Earned Duration Management, IPD: Integrated Project Delivery, BIM: Building Information Modelling, TIA: Time Impact Analysis
(Source: Auteur)

6. Contrôle de délais dans les projets de construction en Algérie

6.1. Les méthodes et les techniques du contrôle de délais dans les projets de construction en Algérie

En vue de donner un aperçu sur la situation de la construction Algérienne concernant les méthodes et les techniques du contrôle de délais, nous avons basé sur le 1^{er} et le 2^{ème} questionnaire (annexe A et B respectivement) où nous avons demandé aux répondants de mentionner les méthodes d'estimation et les techniques du contrôle de délais qu'ils connaissent (questionnaire 2 partie 2) et d'indiquer la fréquence d'utilisation des techniques du contrôle de délais (questionnaire 1). Les résultats trouvés sont les suivants:

6.1.1. Les méthodes d'estimation de la durée dans les projets de construction en Algérie

En terme de méthodes d'estimation de la durée d'exécution, les résultats comme présentés dans la figure 56 et le tableau 43 montrent que 83 (72,8%) sur 114 répondants ont affirmé qu'ils ne connaissent pas des méthodes d'estimation de durée, alors que seulement 31 (27,2%) personnes interrogées ont répondu à la question « *quelles sont les méthodes d'estimation de la durée que vous connaissez ?* ».

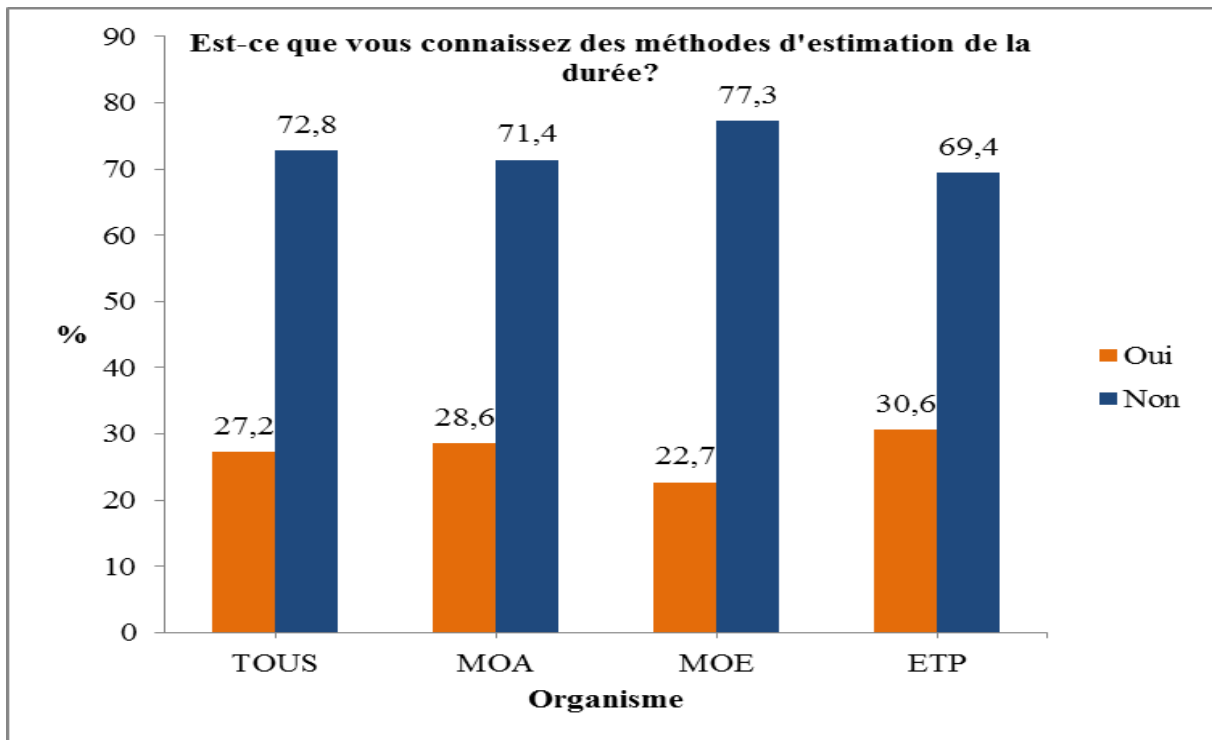


Figure 56. Connaissance de méthodes d'estimation de la durée d'exécution par les praticiens de construction en Algérie

(Source : Auteur)

Tableau 43. Connaissance de méthodes d'estimation de la durée par les praticiens de construction en Algérie

	Tous		MOA		MOE		ETP	
Réponse	Fréquence	%	Fréquence	%	Fréquence	%	Fréquence	%
Oui	31	27,2	6	28,6	10	22,7	15	30,6
Non	83	72,8	15	71,4	34	77,3	34	69,4
Total	114	100	21	100	44	100	49	100

(Source : Auteur)

Parmi ces répondants, la majorité des maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre et entrepreneurs (71,4%, 77,3% et 69,4% respectivement) affirment qu'ils ne connaissent pas des méthodes d'estimation de la durée.

Afin de savoir s'il existe une différence significative entre les 3 intervenants (MOA, MOE, ETP) concernant la connaissance des méthodes d'estimation de la durée nous avons proposé deux hypothèses :

- H_0 : il n'y a pas de différence significative (à un niveau de signification $\alpha=5\%$) dans la connaissance des méthodes d'estimation de la durée par les 3 intervenants
- H_1 : il y a une différence significative dans la connaissance des méthodes d'estimation de la durée par les 3 intervenants

Pour valider l'une de ces hypothèses, le test Khi-2 a été mené, et la règle est d'accepter H_0 si le Sig $\geq 5\%$ et de refuser H_0 (c.à.d. d'accepter l'alternative H_1) si le Sig $< 5\%$.

Tableau 44. Test du Khi-deux (différence de connaissance dans les méthodes d'estimation de la durée)

Tests du khi-deux			
	Valeur	ddl	Signification asymptotique (bilatérale)
khi-deux de Pearson	0,753 ^a	2	0,686
Rapport de vraisemblance	0,762	2	0,683
Association linéaire par linéaire	0,152	1	0,696
N d'observations valides	114		

a. 0 cellules (0,0%) ont un effectif théorique inférieur à 5. L'effectif théorique minimum est de 5,71.

(Source : Auteur)

La valeur du test khi-deux est trouvée 0,753 à un degré de liberté ddl = 2, et un niveau de signification Sig = 0,686 $> 5\%$ donc on accepte H_0 , il n'existe pas de différence significative entre les 3 intervenants (MOA, MOE, ETP), dans leur connaissance de méthodes d'estimation de la durée.

Comme on n'a pas trouvé de différence significative entre les 3 intervenants, il suffit de faire une analyse totale de réponses sans prendre en considération le cas de chaque intervenant séparément.

L'analyse des réponses a montré que seule 24 répondants (parmi les 31 qui ont répondu par « oui »), ont cité des méthodes d'estimation de la durée (*estimation ascendante, estimation par analogie, estimation paramétrique, simulation, scénarios*), alors que les 7 restants ont présenté des méthodes et de logiciels de planification (*GANTT, PERT, Chemin critique, MSP, Primavera*).

La figure 57 représente les méthodes d'estimations citées par les 24 répondants. D'après cette figure la méthode dominante est celle de l'estimation paramétrique avec un pourcentage de citations de 70%, suivi par l'estimation par analogie avec 15%, puis l'estimation ascendante avec 7%, et en dernier la simulation et les scénarios avec 4%.

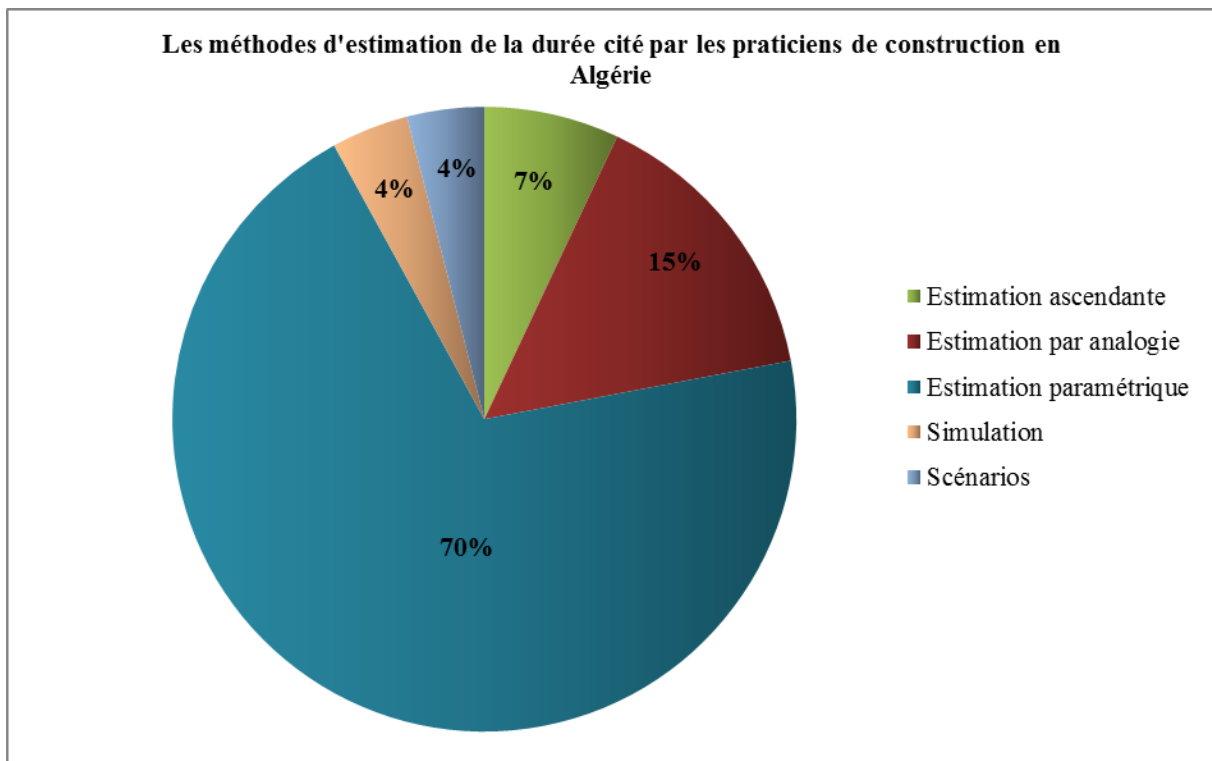


Figure 57. Les méthodes d'estimation de la durée présentées par les praticiens de construction en Algérie

(Source : Auteur)

6.1.2. Les techniques du contrôle de délais dans les projets de construction en Algérie

En ce qui concerne les techniques du contrôle de délais, sur 114 personnes interrogées, seule 38 ont répondu à la question ce qui explique qu'environ le tiers des répondants (66,7%) ne connaissent pas des techniques du contrôle de délais (voir figure 58 et tableau 45).

Pour détailler, plus de trois quart des MOA et des MOE ne connaissent pas des techniques du contrôle de délais, alors que la connaissance des techniques du contrôle de délais par les ETP est bien mieux que les MOA et le MOE (42,9% des ETP ont des connaissances en termes de techniques du contrôle de délais).

Tableau 45. Connaissances de techniques du contrôle de délais par les praticiens de construction en Algérie

	Tous		MOA		MOE		ETP	
Réponse	Fréquence	%	Fréquence	%	Fréquence	%	Fréquence	%
Oui	38	33,3	3	14,3	14	31,8	21	42,9
Non	76	66,7	18	85,7	30	68,2	28	57,1
Total	114	100	21	100	44	100	49	100

(Source : Auteur)

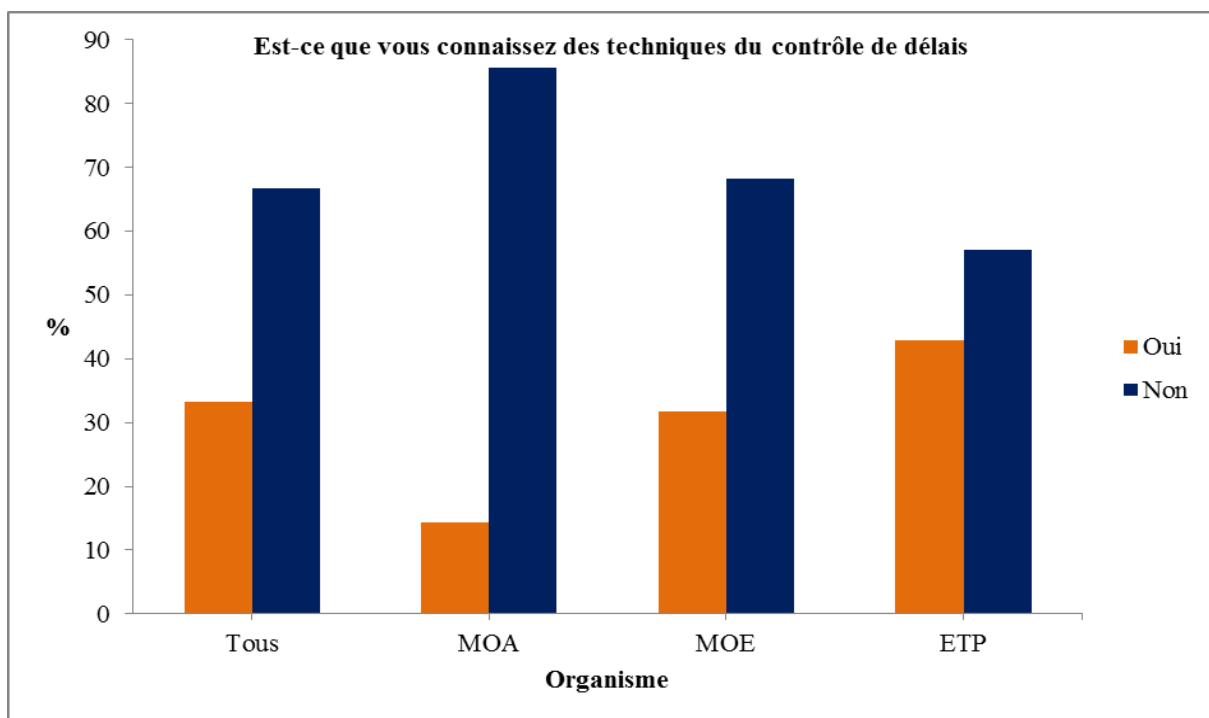


Figure 58. Connaissance de techniques du contrôle de délais par les praticiens de construction en Algérie

(Source : Auteur)

Tableau 46. Test du Khi-deux (différence de connaissance dans les techniques du contrôle de délais)

Tests du khi-deux			
	Valeur	ddl	Signification asymptotique (bilatérale)
khi-deux de Pearson	5,474 ^a	2	0,065
Rapport de vraisemblance	5,932	2	0,052
Association linéaire par linéaire	5,308	1	0,021
N d'observations valides	114		

b. 0 cellules (0,0%) ont un effectif théorique inférieur à 5. L'effectif théorique minimum est de 7,00.

(Source : Auteur)

Pour tester si la différence dans la connaissance de techniques du contrôle de délais par les MOA, MOE, ETP est significative, le test Khi-2 a été mené et deux hypothèses ont été proposées:

- H_0 : Il n'y a pas de différence significative (à un niveau de signification $\alpha=5\%$) dans la connaissance des techniques du contrôle de délais par les 3 intervenants.
- H_1 : Il y a une différence significative dans la connaissance des techniques de contrôle de délais par les 3 intervenants.

La valeur du test khi-deux est trouvée 5,474 à un degré de liberté ddl = 2, et un niveau de signification Sig = 0,065 > 5% (voir tableau 46) donc on accepte H_0 , il n'existe pas de différence significative entre les 3 intervenants dans leur connaissance de techniques du contrôle de délais.

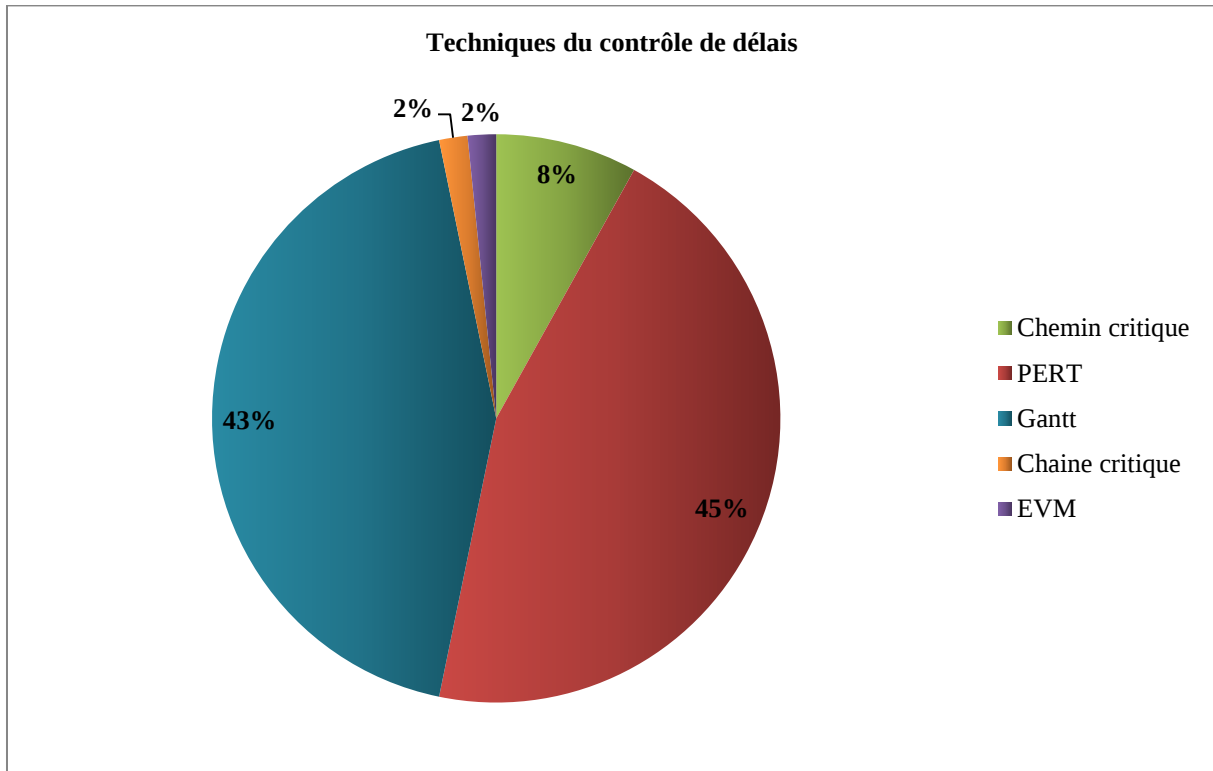


Figure 59. Les techniques du contrôle de délais présentées par les praticiens de construction en Algérie

(Source : Auteur)

L'analyse globale des réponses montre que le diagramme de GANTT et la technique PERT sont les techniques les plus reconnues par les répondants avec un pourcentage de 45% et 43% respectivement, (ce résultat est tout à fait logique vu que ces techniques sont les premiers outils de planification et du contrôle qui ont été introduit dans le secteur de construction, ainsi

ils sont les techniques les plus utilisées et les plus reconnus dans le monde), suivi par la méthode du chemin critique (8%), et les méthodes de la chaine critique et du management de la valeur acquise en dernier avec 2% (voir figure 59).

D'après ces résultats, on peut constater que seules les méthodes traditionnelles ont été identifiées par les répondants ce qui exprime un besoin important aux programmes de formation dans les méthodes modernes.

De plus, ces résultats décèlent un manque de connaissance et d'expertise en matière de méthodes et de techniques de management de délais et du management du projet, ce qui renforce notre hypothèse de départ que les retards sont dus au manque de connaissances et d'expertise en matière de management de projets.

En ce qui concerne l'application des techniques du contrôle du temps, une part importante de répondants (48,3%) assurent qu'ils les appliquent rarement, 23,7% mentionnent qu'ils les appliquent souvent, alors que 28% des répondants confirment qu'ils appliquent toujours des techniques du contrôle du temps (voir figure 60 et tableau 47).

Le nombre modeste d'application de ces techniques résulte au manque de connaissance en matière de techniques du contrôle de délais, et l'analyse partielle des réponses de chacun des 3 intervenants, montre qu'ils appliquent rarement des techniques du contrôle de délais.

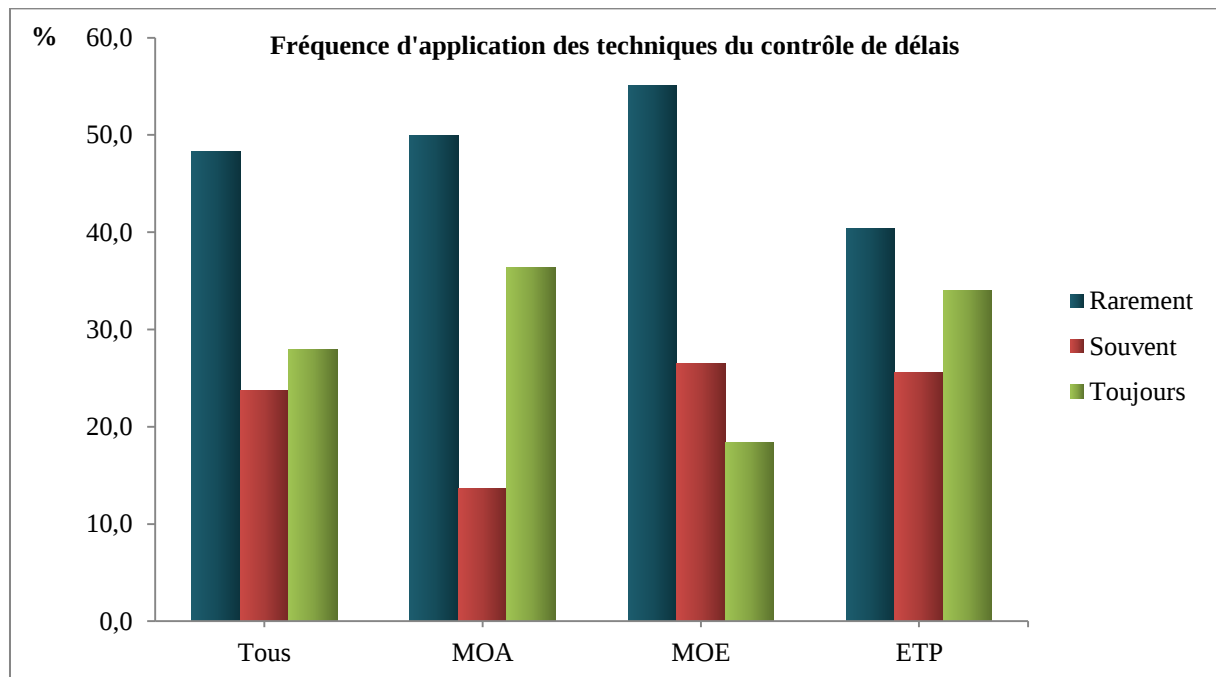


Figure 60. L'application des techniques du contrôle de délais par les praticiens de construction en Algérie

(Source : Auteur)

Tableau 47. Fréquence d'application des techniques du contrôle de délais par les praticiens de construction en Algérie

	Tous		MOA		MOE		ETP	
Fréquence d'application	Fréquence	%	Fréquence	%	Fréquence	%	Fréquence	%
Rarement	57	48,3	11	50,0	27	55,1	19	40,4
Souvent	28	23,7	3	13,6	13	26,5	12	25,5
Toujours	33	28,0	8	36,4	9	18,4	16	34,0
Total	118	100	22	100	49	100	47	100

(Source : Auteur)

Afin de vérifier s'il y a une différence dans la fréquence d'usage de ces techniques par les 3 parties (MOA, MOE, ETP), le test de khi-2 a été utilisé et les résultats trouvés (voir tableau 48) sont les suivants : la valeur du test est trouvée 5,046 avec un degré de liberté de 4 et un niveau de signification de 0,283 ce qui est supérieure de 5% et par conséquent il n'y a pas de différence dans la fréquence d'usage des techniques du contrôle de délais par les 3 parties (MOA, MOE, ETP).

Tableau 48. Test du Khi-2 (différence d'application des techniques du contrôle de délais par les praticiens de construction en Algérie)

Tests du khi-deux			
	Valeur	ddl	Signification asymptotique (bilatérale)
khi-deux de Pearson	5,046 ^a	4	0,283
Rapport de vraisemblance	5,362	4	0,252
Association linéaire par linéaire	0,558	1	0,455
N d'observations valides	118		

a. 0 cellules (0,0%) ont un effectif théorique inférieur à 5. L'effectif théorique minimum est de 5,22.

(Source : Auteur)

6.2. Prédiction de la durée d'exécution dans les projets de construction en Algérie

La construction des projets en Algérie a une mauvaise réputation à cause du nombre flagrant de retards enregistrés, et de la mauvaise gestion de la durée planifiée.

Comme le dit le proverbe « *on ne peut pas gérer ce qu'on ne mesure pas* » ; la quantification ou la prévision de la durée nécessaire à l'exécution des projets est primordiale pour arriver à une bonne maîtrise et une meilleure gestion du temps, à cet effet, l'objectif de cette partie est de prévoir la durée d'exécution des projets de construction en Algérie utilisant la méthode de la régression linéaire multiple.

6.2.1. Collecte et analyse des données

Les données de 74 projets de construction publique, réalisés durant la période (2007-2016) dans la région de Constantine –Algérie –, ont été collectées auprès de la direction des équipements publics de Constantine (DEP Constantine).

Les informations obtenues concernant ces projets sont les suivantes : le secteur du projet, le type de projet, la localisation du projet (commune) , la surface du projet, le coût du projet, la date d’inscription du projet, la date de début de travaux (date de commencement), la date fin du projet, la durée d’étude et la durée planifiée de réalisation.

Après avoir criblé les données relatives aux 74 projets, les projets avec des données manquantes ont été écartés et seulement 61 projets ont été tenus pour l’analyse. Les informations relatives à ces projets sont présentées dans l’annexe C.

Les données collectées de ces projets, sont par la suite codifiées afin d’être utilisées dans le modèle de régression, ainsi la durée réelle de réalisation(DR) a été calculée.

$$\text{Durée Réelle} \quad DR = DF - DD \dots\dots\dots (22)$$

Dont, DR : représente la durée d’exécution réelle, DF : la date fin des travaux, et DD : est la date de début des travaux.

La durée réelle (DR) est la variable dépendante (expliquée), tandis que les autres paramètres (type, localisation, surface, coût, date d’inscription, durée d’étude, et la durée planifiée d’exécution) sont les variables indépendantes (explicatives) de notre modèle. Ces variables sont présentées dans le tableau 49.

Tableau 49. Variables utilisées dans le modèle de régression

	Description	Nature
Données d’entrée (Variables indépendantes)	Type du projet	Nominal
	Localisation	Nominal
	Inscription du projet	Nominal
	Début de construction	Nominal
	Surface du projet	Numérique
	Coût du projet	Numérique
	Durée d’étude	Numérique
	Durée de réalisation (planifiée)	Numérique
Données de sortie (Variable dépendante)	Durée de réalisation (réelle)	Numérique

(Source : Auteur)

6.2.2. Statistiques descriptives

6.2.2.1. Caractéristiques générales de projets

Les données concernant les 61 projets ont été collectées auprès de la DEP de Constantine, les statistiques descriptives de ces projets ont montré que la majorité de ces projets appartient au secteur d'éducation (52%) ; 38% appartient au secteur administratif, 6% dans le secteur d'habitat et seulement 2% de ces projet sont dans les secteurs de transport et de justice (voir figure 61).

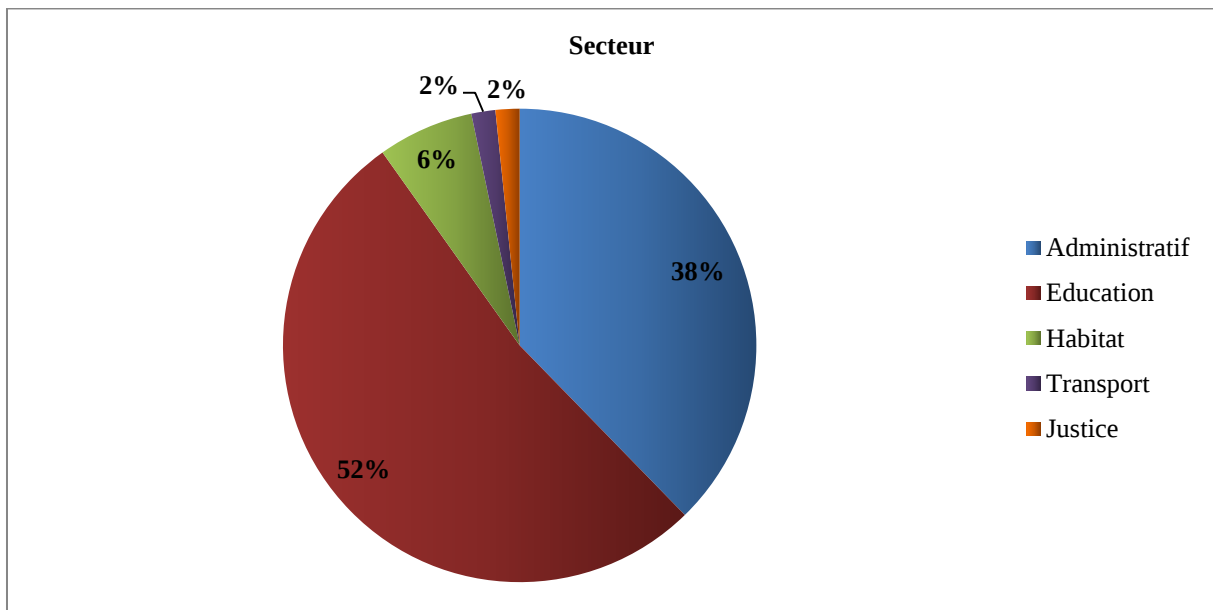


Figure 61. Répartition de 61 projets étudiés selon leur secteur

(Source : Auteur)

Concernant la typologie de ces projets, les statistiques montrent qu'il y a 25 (41%) infrastructures économiques et administratives, 15 (25%) lycées, 11 (18%) groupes scolaires, 6 (10%) collèges et 4 (6%) logements (voir figure 62).

Cependant, pour la répartition géographique de projets, la figure 63 indique que 66% des projets se situent dans la commune d'El-Khroub, cela n'est pas surprenant vu que la ville nouvelle -qui se situe à la commune d'El-Khroub- a connu une expansion urbaine rapide et une évolution importante du nombre de constructions durant la dernière décennie. Alors que 21% de projets se situent dans la commune de Constantine, 7% se trouve dans la commune de Hamma Bouziane et 3% des projets se localisent à Ain Smara et Didouche Mourad.

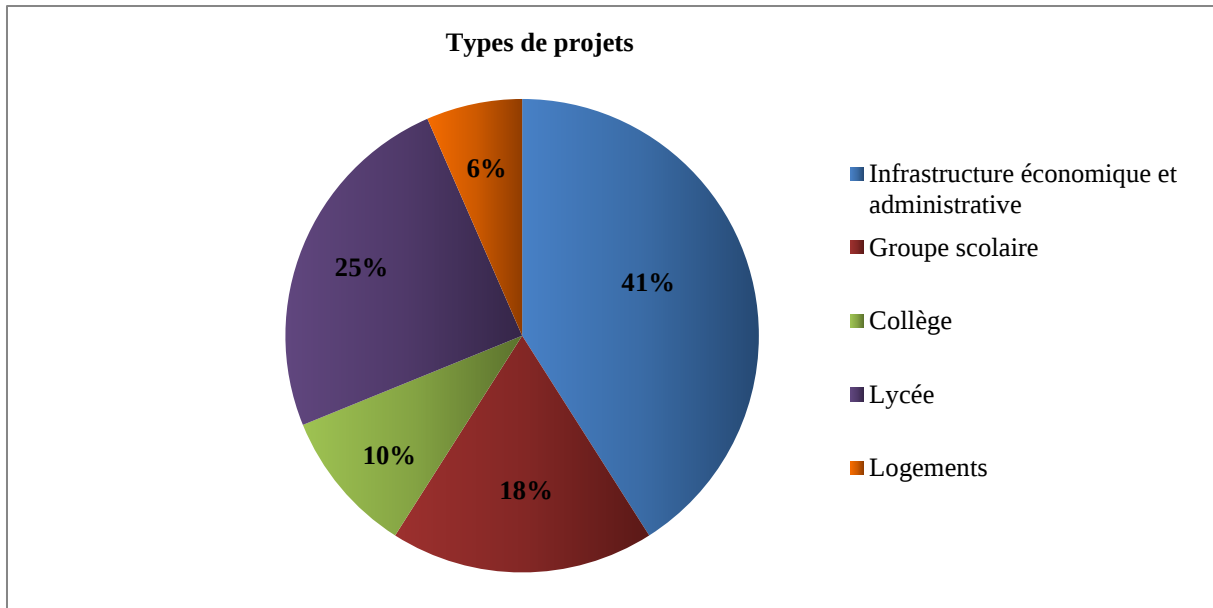


Figure 62. Les types de projets étudiés

(Source : Auteur)

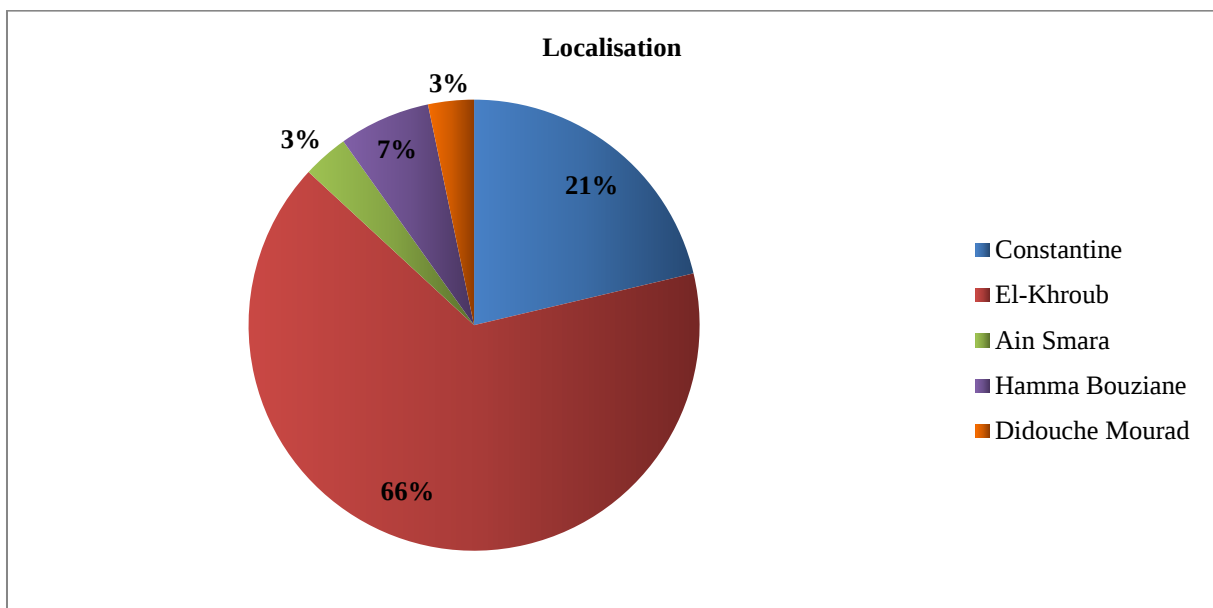


Figure 63. Localisation des projets étudiés

(Source : Auteur)

Comme indiqué dans la figure 64, 79% de ces projets sont inscrits durant le 4^{ème} plan quinquennal (2010-2014), tandis que 20% projets ont été inscrits durant la période 2005-2009 et seulement 1% de ces projets ont été inscrits avant l'année 2005.

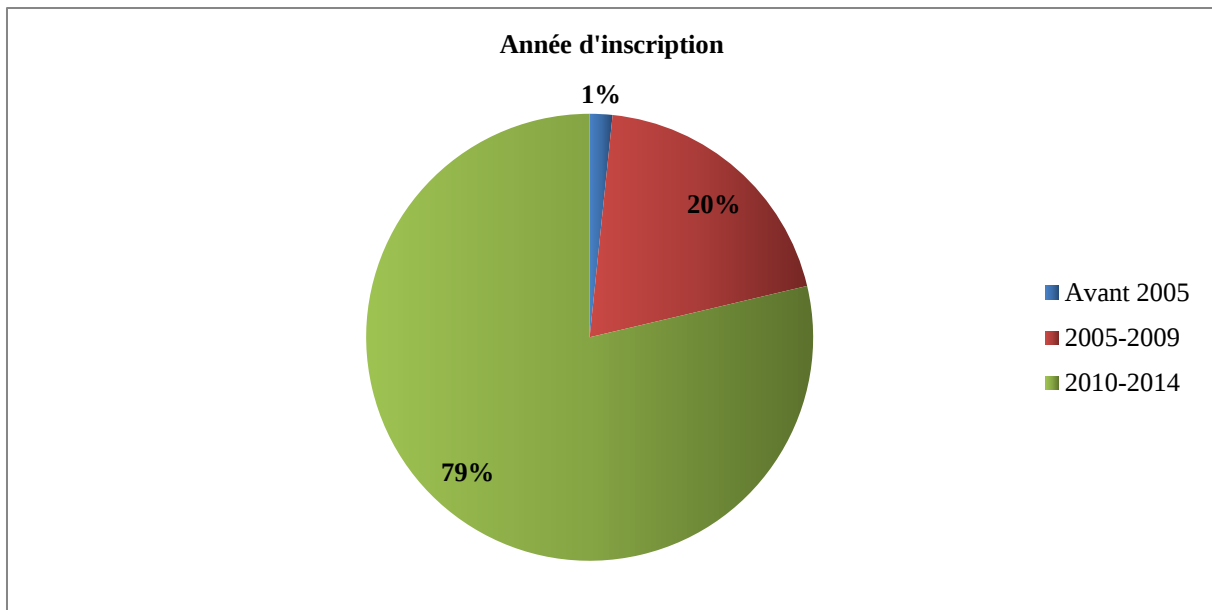


Figure 64. Année d'inscription des projets étudiés

(Source : Auteur)

6.2.2.2. Durée réelle Vs Durée Planifiée

Les données relatives aux durées de réalisation pour chaque type de projet sont présentées dans le tableau 50, alors que la figure 65 présente le pourcentage de dépassement de délais dans les différents types de projets.

D'après le tableau 49, on constate que la durée planifiée pour la réalisation de ces projets est variée entre 152 jours à 974 jours avec une moyenne de 340,67 jours et un écart type de 176,92.

Concernant la durée réelle de réalisation pour les mêmes projets, la durée minimale était 184 jours, tandis que la durée maximale était de 2953 jours avec une moyenne de 1238 jours et un écart type de 693,11 jours. Cependant, la moyenne de dépassement du temps (retard) pour ces projets était 897,35 jours (293% de la durée planifiée).

En ce qui concerne les 5 types de projets la moyenne a été calculée et elle se présente comme suit :

- Pour les infrastructures économiques et les bâtiments administratifs, la durée planifiée de réalisation moyenne était 394,88 jours et la durée réelle moyenne était 1807,36 jours avec des écarts types de 216,86 et 569,57 respectivement. Cependant, la moyenne de dépassement du temps était 1412,48 jours (environ 358%).

- Pour les groupes scolaires, la moyenne varie entre 226,64 jours planifiés à 1142,27 jours réels avec un écart type de 20,776 jours planifiés et de 518,114 jours réels et un dépassement moyen de 915,63 jours (404%).
- Pour les collèges, la durée moyenne pour la réalisation varie de 278,67 jours planifiés à 436,33 jours réels (avec des écarts de 40,377 et 134,464 respectivement). Ce type de projet a la moindre moyenne de dépassement du temps comparant avec les 4 autres types, mais il est quand même important 56% de la durée planifiée (157,66 jours).
- Pour les lycées, les moyennes de la durée planifiée et réelle de réalisation sont respectivement 279,33 et 721,60 avec des écarts de 73,132 et 337,685 respectivement. Alors que la moyenne de dépassement du temps pour ces projets est de 442,27 jours (158,33%).
- Pour les logements, la durée planifiée moyenne pour la réalisation était 638,5 jours alors que la durée réelle moyenne de réalisation était 1082 jours (avec des écarts de 61 et 411,902 jours respectivement), tandis que la moyenne de dépassement de délais dans les logements est trouvée 443,5 jours.

Tableau 50. Statistiques relative aux durées planifiées et réelles

Type du projet	Nombre	Statistiques	Durée planifiée de réalisation (jours)	Durée réelle de réalisation (jours)	Dépassement de délais (jours)
Infrastructures économiques et administratives	25	Moyen	394,88	1807,36	1412,48
		Écart type	216,869	569,575	352,706
		Minimum	152	699	547
		Maximum	974	2953	1979
		Somme	9872	45184	35312
Groupes scolaires	11	Moyen	226,64	1142,27	915,63
		Écart type	20,776	518,114	497,338
		Minimum	182	466	284
		Maximum	243	1880	1637
		Somme	2493	12565	10072
Collèges		Moyen	278,67	436,33	157,66
		Écart type	40,377	134,464	94,087
		Minimum	213	243	30
		Maximum	304	639	335
		Somme	1672	2618	946
Lycées	15	Moyen	279,33	721,60	442,27
		Écart type	73,132	337,685	264,553

		Minimum	152	184	32
		Maximum	365	1370	1005
		Somme	4190	10824	6634
Logements	4	Moyen	638,50	1082,00	443,5
		Écart type	61,000	411,902	350,902
		Minimum	608	621	13
		Maximum	730	1609	879
		Somme	2554	4328	1774
Tous	61	Moyen	340,67	1238,02	897,35
		Écart type	176,923	693,117	516,194
		Minimum	152	184	32
		Maximum	974	2953	1979
		Somme	20781	75519	54738

(Source : Auteur)

Selon la figure 65 on constate que le pourcentage de dépassement de délais dans les groupes scolaires est le plus élevé (404%) comparant avec les autres types, suivi par les bâtiments administratifs qui ont connu un dépassement de 358% puis les lycées en 3^{ème} lieu avec un dépassement de 158% et les logements en 4^{ème} place avec 69% et en dernier les collèges avec un dépassement de 57%.

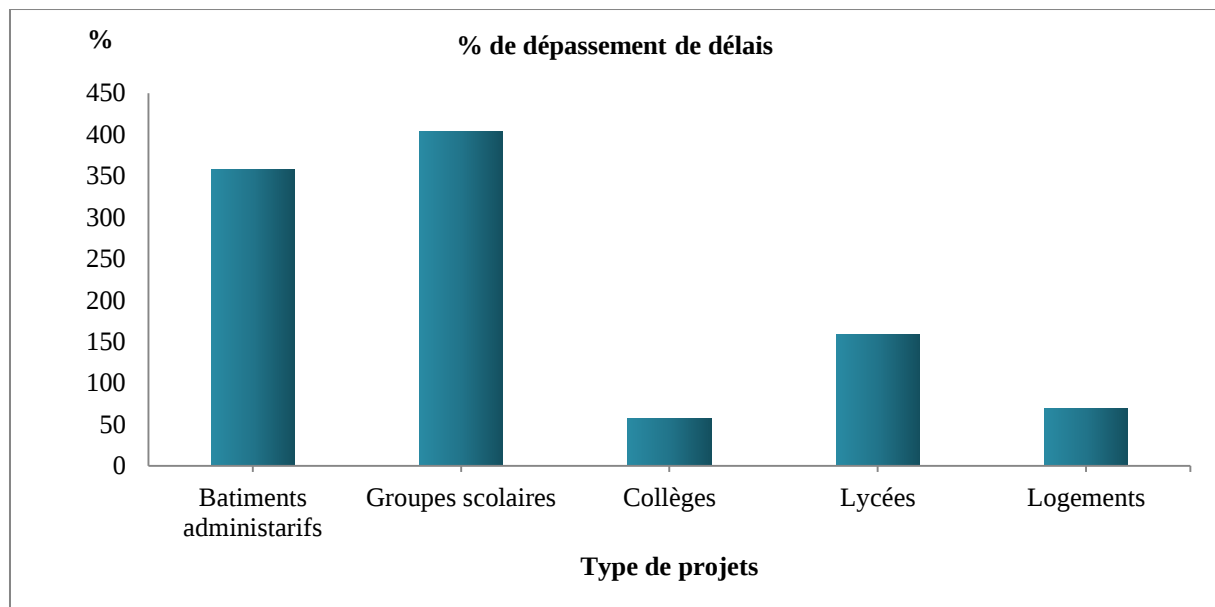


Figure 65. Pourcentage de dépassement de délais dans les différents types de projets de construction en Algérie

(Source : Auteur)

D'après ces statistiques, on peut conclure qu'il existe une grande différence entre les moyennes des durées de réalisation planifiées et réelles, et des valeurs élevées des écarts

types, de plus les pourcentages de dépassement de délais sont trouvés importants. Ces résultats maintiennent l'affirmation d'Al-Momani (2000) que le temps nécessaire pour achever la réalisation des projets de construction publiques est souvent supérieur au temps spécifié dans le contrat.

6.2.3. Régression linéaire multiple

La régression linéaire multiple est généralement utilisée afin de faire des inférences causales plus fortes à partir des associations observées entre deux ou plusieurs variables, elle est également utilisée pour prédire une variable dépendante en fonction d'un certain nombre de variables indépendantes (Salam 2008).

Dans notre étude, la régression linéaire multiple a été utilisée pour développer une équation qui décrit la relation entre la durée réelle et les facteurs d'étude : type de projet (Abu Hammad et al. 2010 ; Jarkas 2016), localisation, inscription de projet, début de réalisation (Jarkas 2016), surface de projet (Kumaraswamy et Chan 1995; Abu Hammad et al. 2010 ; Ahmadu et al. 2015; Jarkas 2016), coût du projet (Kumaraswamy et Chan 1995; Le-Hoai et Lee 2009; Shr et Chen 2006; Ahmadu et al. 2015; Jarkas 2016), durée d'étude, durée de réalisation planifiée (Jarkas 2016).

Pour ce faire deux hypothèses ont été proposées :

- Hypothèse nulle : il n'y a pas de relation entre la durée réelle et les autres facteurs d'études (les variables indépendantes).
- Hypothèse alternative : il y a une relation significative entre la durée de construction réelle et les facteurs d'étude.

Il est supposé que la relation entre la variable dépendante (la durée réelle) et les variables indépendantes (les facteurs d'étude) est approchée par des modèles linéaires. Donc la relation peut être écrite sous la forme suivante:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n \quad (23)$$

Dont Y est la variable dépendante (la durée d'exécution réelle), $X_1, X_2, \dots, X_n$ sont les variables indépendantes, et $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ sont les coefficients de régression partielle.

6.2.3.1. Les 5 conditions de la régression

Lors de l'exécution de l'analyse de régression, la validité du modèle est confirmée par la réalisation de cinq conditions :

❖ *La significativité globale du modèle*

Mesuré par le test F de Fisher qui doit être significatif au niveau de 5% (p-value <5%).

❖ *Significativité partielle du modèle*

Mesuré par le test t de Student des paramètres bêta (p-value <5%).

❖ *L'absence de problèmes de corrélation séquentielle des erreurs, et de colinéarité entre les variables indépendantes*

La corrélation séquentielle des erreurs est vérifiée par le test de Durbin-Waston, la statistique du test variait entre 0 et 4, où une valeur de 2 indique que les résidus ne sont pas corrélés (Field. 2013), et des valeurs inférieures à 1 ou supérieures à 3 sont considérées comme une source de préoccupation (Watson et Durbin 1951).

La colinéarité est la condition dans laquelle les variables prédictives ont des corrélations non nulles entre elles (Thompson. 2006 cité dans Ziglari. 2017). Une telle condition peut affecter substantiellement la précision de l'interprétation des résultats, et conduire à des distorsions dans les estimations du coefficient de régression ou même à des inversions de leurs signes (Thompson et Borrello 1985 ; Pedhazur.1982 cité dans Ziglari 2017).

Le Facteur d'Inflation de la Variance (*Variance Inflation Factor*) est utilisé pour vérifier ce problème de colinéarité, où un $VIF \geq 10$ indique une colinéarité potentiellement nuisible (Franke. 2010), alors qu'une valeur inférieure à 10 ($VIF < 10$) indique l'absence du problème de multi-colinéarité entre les VI, et selon (Hair et al. 2018) un $VIF < 3$ est considéré idéal.

❖ *La normalité des erreurs*

Vérifié graphiquement, en représentant les valeurs probabilistes cumulées des erreurs sur l'axe horizontal et les valeurs cumulées attendues des erreurs sur l'axe vertical résultant, les points doivent être regroupés le long de la ligne droite, pour qu'ils indiquent que les résidus sont distribués normalement avec une moyenne égale à zéro.

❖ *L'homogénéité de la variance des erreurs aléatoires*

Vérifié graphiquement, en représentant les valeurs estimées ($\hat{y}$) sur l'axe horizontal et les résidus standards sur l'axe vertical, les points doivent être répartis autour d'une barre horizontale égale à zéro, pour dire que le modèle ne souffre pas d'un problème d'hétérogénéité de la variance des erreurs aléatoires (Le-Hoai, Lee, et Nguyen. 2013).

6.2.3.2. Qualité d'ajustement et compatibilité du modèle

Selon les résultats présentés dans les tableaux 51 et 52, la statistique de Fisher calculée était $F(8,52) = 11,705$ et la p-value trouvée était de 0,00 donc le modèle est significatif au niveau de 99% et l'hypothèse nulle est rejetée, en d'autre terme, il existe une forte relation linéaire entre la durée de construction réelle et les 8 facteurs d'étude (type de projet, localisation, inscription de projet, début de réalisation, surface de projet, coût du projet, durée d'étude, durée de réalisation planifiée).

Cette forte relation est expliquée par le coefficient de corrélation de la régression multiple $R=0,802$ qui représente une forte corrélation positive de toutes les VI (Schober, Boer, et Schwarte 2018), et qui signifie que les 8 VI prédisent la variable dépendante (la durée réelle), cependant, il se pourrait qu'une VI ne contribue pas au résultat, donc il faut voir le tableau de coefficients (tableau 53) pour se rendre compte de la significativité partielle des paramètres béta du modèle.

Le coefficient de détermination R^2 qui détermine la qualité du modèle est trouvé $R^2= 0,643$ (voir tableau 51), ce qui indique que les variables d'étude expliquent un fort pourcentage de la durée réelle (64,3% des variations dans la durée réelle sont expliquées par les 8 VI précitées et les variations restantes (35,7%) sont expliquées par d'autres variables).

Tableau 51. Récapitulatif des modèles

Modèle	R	R^2	R^2 ajusté	Erreur standard de l'estimation	Modifier les statistiques					Durbin-Watson
					Variation de R^2	Variation de F	ddl1	ddl2	Sig. Variation de F	
1	0,802 ^a	0,643	0,588	444,874	0,643	11,705	8	52	0,000	1,998

a. Prédicteurs : (Constante), Coût, Localisation, Début de construction, Durée d'étude, Durée planifiée de réalisation, Type de projet, Année d'inscription, Surface

b. Variable dépendante : Durée réelle de réalisation

(Source : Auteur)

Tableau 52. Test d'ANOVA

Modèle		Somme des carrés	ddl	Carré moyen	F	Sig.
1	Régression	18533216,072	8	2316652,009	11,705	0,000 ^b
	Résidu	10291466,912	52	197912,825		
	Total	28824682,984	60			

a. Variable dépendante : Durée réelle de réalisation

b. Prédicteurs : (Constante), Coût, Localisation, Début de construction, Durée d'étude, Durée planifiée de réalisation, Type de projet, Année d'inscription, Surface

(Source : Auteur)

6.2.3.3. Les problèmes de corrélation séquentielle des erreurs et de colinéarité entre les variables indépendantes

La statistique de Durbin-Watson (DW) est trouvée 1,998 ($1 \leq DW \leq 3$), ce qui est dans les limites fixées par Durbin et Watson (1951), indiquant qu'il n'y a pas un problème de corrélation entre les résidus de l'analyse de régression.

Les valeurs de facteur d'inflation de la variance (VIF) sont trouvées inférieures à 10 (les valeurs de tolérance varient de 0,319 à 0,819) indiquent qu'il n'y a pas un problème de multicollinéarité (Montgomery et al. 2001 cité dans Le-Hoai, Lee, et Nguyen 2013), donc les résultats ne sont pas biaisés (Hair et al. 2018).

L'équation qui décrit la relation entre les variables indépendantes et la variable dépendante peut être écrite (utilisant les coefficients B présentée dans le tableau 53) comme suit :

$$DR = 1338,434 - 340,565 (T) + 88,859 (I) + 3,014 (D_{\text{étude}}) - 48,906 (DD) + 1,556 (DP) - 14,852 (L) + 0,038 (S) + 1,785E-7 (C) \dots\dots\dots (23)$$

Dont, DR : Durée Réelle de réalisation, T : Type, I : Inscription, D_{étude} : Durée d'étude, DD : Date Début de réalisation, DP : Durée Planifiée de réalisation ; L: Localisation, S : Surface, C : Coût.

Cependant, il est nécessaire de tester le niveau de significativité des 8 variables indépendantes afin de trouver les variables déterminantes (qui ont le plus d'influence) de la durée de réalisation.

De ce fait, le test t de Student est utilisé pour tester la significativité partielle du modèle, les résultats trouvés (tableau 53) décèlent que seules deux variables ont contribué significativement au modèle proposé (le type de projet et la durée planifiée de réalisation) alors que la contribution de toutes les autres variables restantes (l'inscription, la durée d'étude, la date début de réalisation, la localisation, la surface, le coût) est trouvée non significative. Ces résultats sont différents comparant avec les études de (Bromilow 1969 ; Kumaraswamy et Chan 1995; Shr et Chen 2006; Le-Hoai et Lee 2009; Ahmadu et al. 2015; Jarkas 2016) qui considèrent le coût comme majeur estimateur de la durée, et aux études de (Kumaraswamy et Chan 1995; Abu Hammad et al. 2010; Ahmadu et al. 2015; Jarkas 2016) qui trouvent que la surface est un paramètre déterminant de la durée de réalisation. En revanche, ces résultats sont en partiel accord avec Ramli et al. (2018) qui affirment que les caractéristiques qui peuvent avoir une influence sur la durée de projets sont le type et la localisation du projet.

D'après ces résultats, il s'avère nécessaire de refaire l'analyse afin de développer un modèle approprié pour l'estimation de la durée d'exécution utilisant les deux variables significatives (le type du projet et la durée planifiée).

Tableau 53. Coefficients du modèle proposé

Modèle		Coefficients non standardisés		Coefficients standardisés	t	Sig.	Statistiques de colinéarité	
		B	Erreur standard	Bêta			Tolérance	VIF
1	(Constante)	1338,434	513,932		2,604	0,012		
	Type du projet	-340,565	67,051	-0,690	-5,079	0,000	0,372	2,688
	Année d'inscription	88,859	202,699	0,059	0,438	0,663	0,377	2,655
	Durée d'étude	3,014	4,954	0,056	0,608	0,546	0,819	1,221
	Début de construction	-48,906	46,014	-0,132	-1,063	0,293	0,444	2,253
	Durée planifiée de réalisation	1,556	0,431	0,397	3,608	0,001	0,567	1,764
	Localisation	-14,852	71,030	-0,019	-0,209	0,835	0,803	1,245
	Surface	0,038	0,068	0,082	0,557	0,580	0,319	3,134
	Coût	1,785E-7	0,000	0,071	0,566	0,574	0,438	2,285

(Source : Auteur)

6.2.3.4.Détermination de la durée de réalisation utilisant le type du projet et la durée planifiée
Après avoir testé les 8 variables d'étude, seulement deux ont été trouvées significatives « le type du projet » et « la durée planifiée ». Conséquemment, une deuxième analyse a été faite en vue de trouver un modèle de régression approprié pour la prédiction de la durée de réalisation utilisant « le type du projet » et « la durée planifiée » comme variables explicatives.

Les résultats trouvés (voir tableaux 54, 55, 56) sont les suivants :

- Le coefficient de corrélation $R = 0,789$.
- Le coefficient de détermination $R^2 = 0,622$.
- La valeur de Fisher $F(2,58) = 47,784$ (p-value = 0,00).
- La valeur de Durbin Watson = 2,053.
- VIF=1.
- L'équation de la régression :

$$DR = - 307,795 T + 1,894 DP + 1324,505 \dots \dots \dots (24)$$

Dont, DR : Durée Réelle de réalisation, T : Type du projet, et DP : Durée Planifiée de réalisation.

Tableau 54. Récapitulatif du 2^{ème} modèle

Modèle	R	R ²	R ² ajusté	Erreur standard de l'estimation	Modifier les statistiques					Durbin-Watson
					Variation de R ²	Variation de F	ddl1	ddl2	Sig. Variation de F	
1	0,789 ^a	0,622	0,609	433,243	0,622	47,784	2	58	0,000	2,053

a. Prédicteurs : (Constante), Durée planifiée de réalisation, Type de projet

b. Variable dépendante : Durée réelle de réalisation

(Source : Auteur)

Tableau 55. Test ANOVA pour le 2^{ème} modèle

Modèle		Somme des carrés	ddl	Carré moyen	F	Sig.
1	Régression	17938100,459	2	8969050,230	47,784	0,000 ^b
	Résidu	10886582,524	58	187699,699		
	Total	28824682,984	60			

a. Variable dépendante : Durée réelle de réalisation

b. Prédicteurs : (Constante), Durée planifiée de réalisation, Type de projet

(Source : Auteur)

Tableau 56. Coefficients de régression pour le 2^{ème} modèle

Modèle		Coefficients non standardisés		Coefficients standardisés	t	Sig.	Statistiques de colinéarité	
		B	Erreur standard	Bêta			Tolérance	VIF
1	(Constante)	1324,505	153,721		8,616	0,000		
	Type du projet	-307,795	39,828	-0,624	-7,728	0,000	1,000	1,000
	Durée planifiée de réalisation	1,894	0,316	0,483	5,990	0,000	1,000	1,000

(Source : Auteur)

La statistique de Fisher calculée est trouvée 47,784 avec un p-value de 0,00 qui est inférieure à 1% ; donc le modèle est significatif au niveau de 99%. En d'autres termes, il existe une forte relation entre la durée réelle de réalisation et les variables « la durée planifiée de réalisation » et « le type du projet », cette forte relation est déjà confirmée par le coefficient de régression R= 0,789 (Schober, Boer, et Schwarte. 2018), de plus le coefficient de détermination R² est trouvé 0,622, ce qui indique que la durée planifiée de réalisation avec le type de projet explique conjointement 62,2% de la variation de la durée de réalisation.

Le test statistique t de Student des paramètres Bêta a montré que les deux variables introduites dans le modèle sont significatives (p-value =0,00). De plus la valeur de Durbin Watson

trouvée égale à 2,053 ce qui est dans les limites recherchées ($1 \leq DW \leq 3$) et qui montre qu'il n'y a pas un problème de corrélation séquentielle des erreurs.

Les valeurs de facteur d'inflation de la variance (VIF) sont trouvées égales à 1 ($VIF < 10$) indiquent qu'il n'y a pas un problème de multi-colinéarité (Montgomery et al.2001).

Pour tester la normalité des erreurs (4^{ème} condition de la régression), le tracé P-P des résidus ainsi que les tests de Kolmogorov-Smirnov et de Shapiro-Wilk de normalité ont été utilisés, les résultats montrent que la distribution de probabilité est normale puisque les points se situent approximativement le long de la ligne droite de probabilité normale (figure 66), et les p-value des deux tests (Kolmogorov et Shapiro) sont supérieurs à 5% (tableau 57).

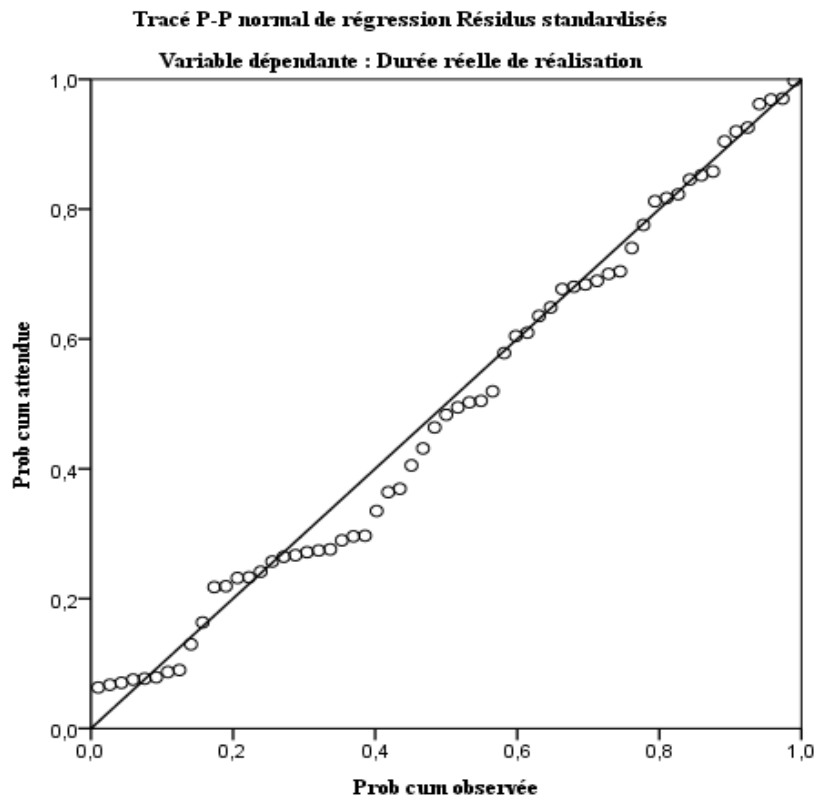


Figure 66. Tracé P-P normal de régression des résidus standardisés

(Source : Auteur)

Tableau 57. Tests de normalité des erreurs

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistiques	ddl	Sig.	Statistiques	ddl	Sig.
Standardized Residual	0,084	61	0,200*	0,970	61	0,147

*. Il s'agit de la borne inférieure de la vraie signification.

a. Correction de signification de Lilliefors

(Source : Auteur)

Concernant l'homogénéité de la variance des erreurs aléatoires, le diagramme de dispersion des résidus par rapport aux valeurs prédites présenté dans la figure 67 montre qu'il n'y a pas de relation entre les résidus et les valeurs prédites car les résidus sont distribués aléatoirement dans une bande regroupée autour de la ligne horizontale passant par la valeur 0, donc l'hypothèse d'homogénéité de la variance est satisfaite.

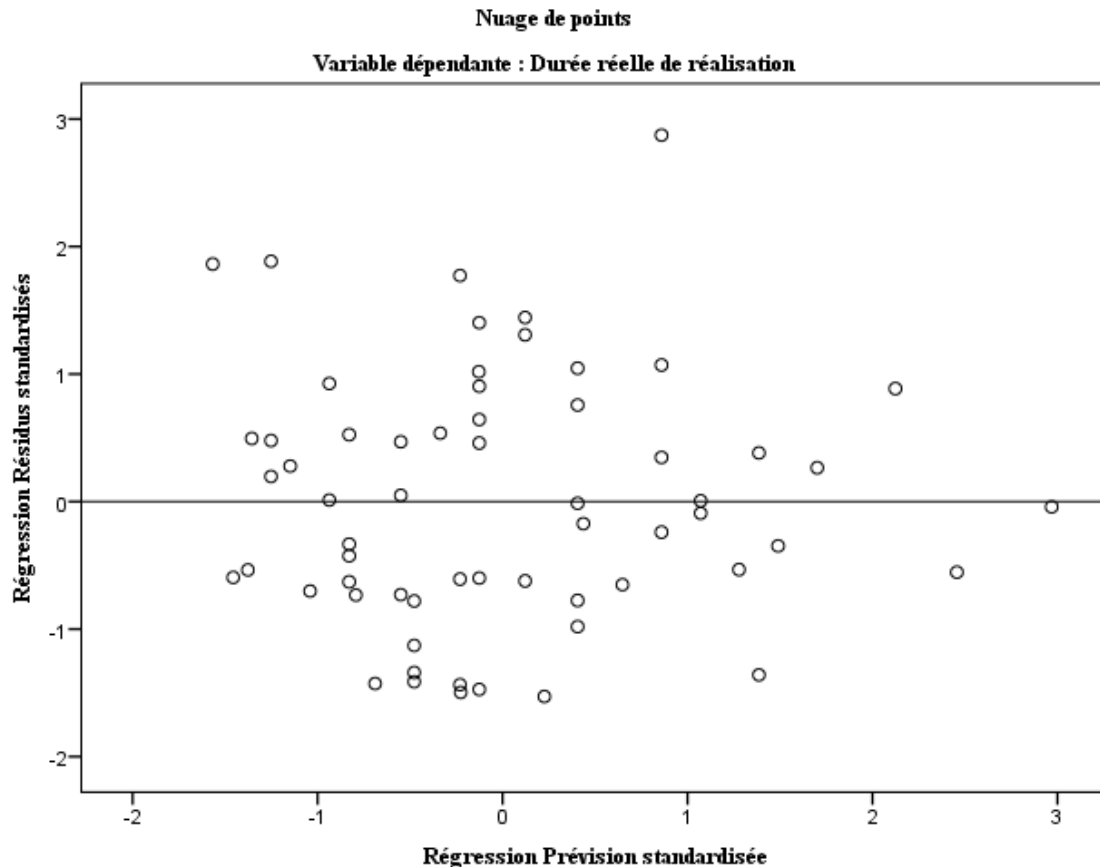


Figure 67. Nuage de points des résidus par rapport aux valeurs prédictives

(Source : Auteur)

D'après tous ces résultats, on peut conclure que le modèle proposé est approprié pour la prédiction de la durée réelle. Par conséquent, on réfute l'hypothèse nulle et on accepte l'alternative « il y a une forte relation entre la durée réelle de réalisation et les variantes suivantes ; le type de projet et la durée planifiée de réalisation ».

6.2.3.5.Limites de l'étude

L'une des principales limites de cette étude est la taille de l'échantillon. Pour une analyse de régression, la taille de l'échantillon est déterminée par le nombre de paramètres, chaque paramètre a besoin de trente cas pour permettre l'évaluation de la validité et de la fiabilité de

la construction (Velicer et Fava 1998), nous avons utilisé seulement un échantillon de 61 projets ce qui peut avoir une influence sur les résultats, une étude similaire avec un nombre important de projets est recommandée ($8 \text{ paramètres} \times 30 = 240$ projets).

De plus, le modèle proposé doit être testé dans d'autres projets afin de confirmer sa validité et son applicabilité. Ainsi nous recommandons le développement d'un modèle de prédiction de la durée utilisant le réseau de neurones artificiels pour une validation croisée avec le modèle de régression proposé.

Aussi une étude similaire utilisant les 10 principaux facteurs du retard en Algérie (voir chapitre 4) comme variables indépendantes est recommandée, vu qu'ils ont une influence sur la durée d'exécution du projet.

7. Conclusion

Au terme de ce chapitre nous avons pu définir les notions du management et du contrôle du temps ainsi que les différentes méthodes et techniques utilisées dans le contrôle et le management du temps. De plus, nous avons donné une vue d'ensemble complète des recherches dans le domaine du management et du contrôle du temps utilisant le Web of Science comme base de données et le VOS Viewer comme outil de présentation.

En revanche, la situation Algérienne en matière de techniques et méthodes du contrôle du temps a été également investiguée et les résultats révèlent un manque flagrant de connaissances et d'expertise en matière de gestion de délais.

En outre, les données de 61 projets publics de construction dans la région de Constantine-Algérie, ont été collectées (groupes scolaires, collèges, lycées, bâtiments administratifs et infrastructures économiques, logements), et les informations concernant les durées réelles et planifiées ont été recueillies. La comparaison entre ces durées montre qu'il y a une grande différence entre des durées planifiées et réelles et des valeurs élevées d'écart type. De plus un pourcentage important de dépassement a été trouvé dans les groupes scolaires, les bâtiments administratifs et les lycées (plus de 100%), et un dépassement moins important est trouvé dans les collèges et les logements (57% et 69% respectivement).

La méthode de la régression linéaire multiple a été utilisée pour prédire la durée nécessaire à la réalisation des projets de construction en Algérie. Les tests utilisés ont prouvé que l'équation développée est statistiquement significative au niveau de 99% et que le modèle est approprié pour la prédiction de la durée réelle. Cependant il est recommandé de faire une

étude similaire utilisant les tops 10 facteurs du retard en Algérie (présenté dans le chapitre 4) comme variables explicatives plus les variables utilisées dans notre recherche (le type du projet et la durée planifiée), et utilisant un échantillon de taille importante (30 cas pour chaque paramètre) afin de développer un modèle plus précis de prévision de la durée réelle de réalisation des projets.

Ainsi nous recommandons le développement d'un modèle de prédiction utilisant le réseau de neurones artificiels pour une validation croisée avec notre modèle de régression proposé.

CHAPITRE 7 : Recommandations pour minimiser les retards

1. Introduction

Les retards sont devenus une partie intégrante du cycle de vie de projet de construction (Srđić et Šelih 2015), et il reste beaucoup à faire pour arriver à zéro retard dans les projets de construction (Sepasgozar et al. 2019).

En effet, de nombreuses recherches ont été menées afin de résoudre le problème de retards et de minimiser leurs effets (Deep, Asim, et Khan 2017; Hossain et al. 2019; Jongo et al. 2019; Khan et Umer 2020; Srđić et Šelih 2015; Zidane et Andersen 2018). Selon (Gündüz et al. 2013; Tafazzoli et Shrestha 2017), la première étape pour minimiser les retards est d'identifier les facteurs qui peuvent conduire à ces retards.

Les principaux facteurs induisant les retards dans le monde et en Algérie ont été identifiés dans les chapitres précédents (voir chapitres 2 et 4). De plus, les effets majeurs des retards ont été également présentés dans les chapitres (3 et 5). Alors, il s'avère nécessaire de faire une étude complémentaire, en vue de trouver des remèdes à ces retards.

À cet égard, l'objectif du présent chapitre est de fournir des recommandations pour éviter les retards, les prévenir et minimiser leurs effets.

2. Approche suivie pour la collecte et le tri des données

Pour faire face aux retards et minimiser leurs effets, des recommandations ont été proposées par le biais d'une revue de la littérature, d'une enquête par questionnaire, et utilisant le guide PMBOK 2017.

- **La revue de littérature.** Un examen de 42 études pertinentes portées sur les retards, a été effectué afin de lister les recommandations proposées par les auteurs de ces dernières concernant le problème des retards.
- **Le questionnaire.** Le questionnaire (2) développé pour mesurer les effets du retard a été également utilisé dans ce chapitre pour énumérer les recommandations des répondants sur les mesures d'atténuation des retards (voir annexe B).
- **Le guide PMBOK 2017.** Les groupes de processus ainsi que les 10 domaines de connaissances du management de projet présentés dans le guide du PMBOK (voir les

parties 3.3 et 3.4 du 1^{er} chapitre) ont été utilisés pour trouver des solutions managériales au problème des retards.

Les principaux facteurs du retard dans le monde et en Algérie (facteurs identifiés dans les chapitres 2 et 4 respectivement) ont été listés afin de les utiliser dans cette partie. Parmi les 20 facteurs identifiés, ceux qui ont été répétés, qui sont similaires ou qui font partie d'un autre facteur ont été supprimés/combinaés dans un seul facteur (le facteur « *le manque d'un planning prévisionnel avec phasage des tâches* » est incorporé avec le facteur « *mauvaise planification et ordonnancement* », le facteur « *la mauvaise supervision* » se trouve dans les 2 listes, ainsi le facteur « *la mauvaise relation entre les différents intervenants* » est combiné avec le facteur « *la mauvaise communication et coordination* »). Au final, 17 parmi 20 facteurs ont été retenus, les mesures d'atténuation appropriées pour ces derniers ont été présentées comme suit :

- Des mesures identifiées à partir de la revue de littérature et des résultats du questionnaire.
- Des mesures managériales relatives aux solutions prises du guide PMBOK 2017.

3. Liste des remèdes et mesures d'atténuation pour les 17 facteurs majeurs du retard (revue de littérature et des résultats du questionnaire)

Une compréhensive liste de 578 mesures d'atténuation a été identifiée (488 mesures à partir de la revue de littérature et 90 mesures à partir du questionnaire). Par la suite, ces mesures ont été criblées et triées puis classées selon leur réponse aux facteurs du retard, certaines mesures ont été combinées (celles qui sont similaires ou complémentaires), d'autres ont été exclues (celles qui ne concernent pas les facteurs identifiés). Au final 178 parmi 578 mesures ont été retenues. Le tableau 52 présente les tops 17 facteurs du retard et les mesures d'atténuation pour ces derniers.

Tableau 58. Liste des mesures d'atténuation pour les tops facteurs contributeurs aux retards

Facteurs	Mesures d'atténuation/remèdes
Les problèmes Financiers	- Déterminer des niveaux de financement appropriés au stade de la planification du projet, afin d'assurer des paiements réguliers aux entrepreneurs pour les travaux effectués (Frimpong, Oluwoye, et Crawford. 2003; Obodoh 2016). - Effectuer les paiements progressifs de l'entrepreneur à temps pour ne pas nuire à ses capacités de financer le projet (Assaf et Al-Hejji 2006; Haseeb et

CHAPITRE 7: Recommandations pour minimiser les retards

	al. 2011; Mahamid 2013; Sambasivan et Soon 2007). - Inclure des coûts de réserves pour les imprévus dans l'estimation précontractuelle pour réduire l'impact de dépassement du temps sur le coût (Aibinu et Jagboro 2002). - Veiller à la stricte application des dispositions contractuelles qui permettent aux entrepreneurs de réclamer des intérêts sur les retards de paiement (Gashahun 2020). - Ajouter une clause de pénalité pour le retard de paiement dans les documents contractuels (Gashahun 2020) . - Explorer le partenariat public privé (<i>Public Private Partnerships</i> « PPPs ») comme une méthode alternative pour le financement de projet (Bagaya et Song 2016; Kaliba et al. 2009). - Faire des estimations précises des coûts (Obodoh 2016; Wei 2010). - Le MOA doit s'assurer que des fonds suffisants sont disponibles avant le lancement du projet (Mansfield, Ugwu, et Doran. 1994). - Le MOA doit effectuer une analyse économique complète et préparer des plans financiers viables avant l'attribution des contrats (Mansfield, Ugwu, et Doran. 1994). - La mise en place d'un mécanisme efficace pour la sélection des contractants qui sont financièrement capables de mener à bien les projets sans avoir des retards (Niazai et Gidado 2012). - Accorder une attention particulière à la faisabilité du projet (Niazai et Gidado 2012). - Assurer la fluidité du financement (Questionnaire). - Payer les sous-traitants à temps (Questionnaire). - Respecter les délais de paiement (Questionnaire). - Nommer un économiste de construction qui se chargera de l'estimation financière du projet et qui travaillera en collaboration avec les architectes, les ingénieurs et les entrepreneurs du projet, pour analyser le projet dans sa globalité et établir une étude technique et financière pertinente (Questionnaire).
La mauvaise planification et ordonnancement	- Accorder plus d'attention à la planification et l'ordonnancement du projet et réviser le planning si nécessaire (Gündüz, Nielsen et Ozdemir. 2013). - S'assurer que le planificateur est bien formé dans le processus de construction (Olawale et Sun 2010). - Le MOA doit définir des durées réalistes dans le contrat pour éviter les dépassements du temps, le retravail, les défauts de qualité et les accidents sur chantier (Bajjou et Chafi 2020; Kavuma, Ock, et Jang 2019; Marzouk et El-Rasas 2014).

CHAPITRE 7: Recommandations pour minimiser les retards

	- Apprendre au MOA de trouver des alternatives si le calendrier stipulé du projet est irréaliste (Olawale et Sun 2010). - Avoir le courage de refuser les durées irréalistes imposé par le maitre d'ouvrage (Olawale et Sun 2010). - S'assurer que suffisamment du temps est alloué lors de la planification de l'appel d'offres pour le bon développement du projet (Olawale et Sun 2010). - Le MOA doit incorporer des exigences pour la planification et le contrôle du planning dans le contrat (Faridi et El-Sayegh 2006). - La mise en œuvre des pratiques de planification efficaces (Hossain et al. 2019). - Désigner une équipe dédiée à la planification et au suivi des questions en suspens (Ruqaishi et Bashir 2015). - Structurer la phase de planification (Zidane et Andersen 2018). - Le processus de planification doit être élaboré depuis le début du projet jusqu'à son achèvement. Les étapes de planification doivent être conçues avec beaucoup de soin, en commençant par la planification stratégique, tactique et opérationnelle (Niazai et Gidado 2012). - L'estimation de la durée du projet doit être effectuée par des experts dans le domaine de construction sur la base d'études de faisabilité (Bajjou et Chafi 2020). - Promouvoir la planification collaborative par l'implication du dernier planificateur (<i>Last Planner System</i> « LPS ») dans les activités de planification (Bajjou et Chafi 2020). - Assurer une bonne hiérarchisation des priorités (Zidane et Andersen 2018). - Impliquer parties prenantes du projet dans la planification et les processus de planification (Hossain et al. 2019; Sunjka et Jacob 2013). - Le MOA doit planifier chaque activité avant le démarrage de construction (Sohu et al. 2019). - Promouvoir le Management des délais (Questionnaire) - Assurer une planification adéquate et des études de faisabilité adéquates et exhaustives (Questionnaire)
Les problèmes de conception	- Lors de la construction, le MOA doit considérer les effets négatifs des modifications de conception sur les activités critiques avant de faire des changements (Gündüz, Nielsen et Ozdemir. 2013). - S'assurer que les modifications de la conception sont raisonnablement planifiées et que les causes de changement de la conception sont déterminées avant la phase de construction (un changement tardive peut avoir un impact considérable sur le contrôle du temps et du coût) (Olawale et Sun 2010). - Un calendrier convenu entre l'entrepreneur et le maitre d'œuvre doit être

CHAPITRE 7: Recommandations pour minimiser les retards

	établi pour la préparation, la soumission et l’approbation des plans. Et qui doit être strictement respecté et suivi (Faridi et El-Sayegh 2006). - Maintenir une communication et une coordination appropriées pour éviter tout malentendu ou mauvaise interprétation de plans (Mahamid 2013). - Suivre toutes les étapes requises pour l’approbation de la conception (Hossain et al. 2019). - Allouer suffisamment de temps pour la conception et la documentation des informations (Mahamid 2013). - Utilisation du logiciel coordinateur entre différentes parties (Zidane et Andersen 2018). - Veiller à ce que le temps et les coûts d'une modification de conception soient toujours déterminés et convenus avant de procéder à la modification dans la mesure du possible (Olawale et Sun 2010). - Concevoir le projet dans ses moindres détails dès le départ autant que possible (Olawale et Sun 2010).
Les problèmes de matériaux (la pénurie de matériaux et les retards de livraison)	- La livraison des matériaux de construction doit être à temps afin que le travail soit exécuté correctement (Gündüz, Nielsen et Ozdemir. 2013). - La mise en place d’un système efficace d’approvisionnement en matériaux afin d’éviter les problèmes d’approvisionnement (Frimpong, Oluwoye, et Crawford. 2003, Jongo et al. 2019). - Passage aux commandes précoces pour les articles à long délai de livraison (Hossain et al. 2019). - Établir un calendrier pour la livraison des matériaux sur chantier afin d’éviter toute pénurie ou tout manque de matériaux (Jongo et al. 2019; Kavuma et al. 2019). - Les matériaux ne doivent pas faire face à la situation de pénurie et la qualité des matériaux doit être vérifiée correctement afin de réduire les erreurs et les problèmes lors de construction (Haseeb et al. 2011). - Une bonne gestion des approvisionnements de matériaux et d’équipement est nécessaire, ainsi que des gestionnaires compétents responsables de la gestion quotidienne de la planification et de l'ordonnancement (Akogbe , Feng, et Zhou. 2013). - Pénalité pour le fournisseur en cas de retard de livraison (Hossain et al. 2019).
La mauvaise gestion du site et la mauvaise supervision	- Affecter le personnel administratif et technique dès l’attribution du projet afin de prendre les dispositions nécessaires à l’achèvement du projet dans les contraintes du coût du temps et de qualité (Assaf et Al-Hejji 2006). - Le consultant doit surveiller étroitement les travaux en effectuant des inspections aux moments appropriés (Sambasivan and Soon 2007).

CHAPITRE 7: Recommandations pour minimiser les retards

	- Les entrepreneurs doivent disposer de chefs de chantier compétents pour assurer la bonne exécution des travaux (Sambasivan and Soon 2007). - Simplifier le système du contrôle et de suivi (Zidane et Andersen 2018). - La mise en place des incitations sur les étapes importantes (Zidane et Andersen 2018). - Utilisation des méthodes systématique pour le contrôle du progrès (Zidane et Andersen 2018). - Le strict respect des délais contractuels, et en cas d'échec, l'application intégrale des pénalité de retard (Bagaya et Song 2016; Nyoni et Bonga 2017). - Organiser des réunions d'avancement hebdomadaire (Obodoh 2016). - Mise au point d'un rapport de suivi périodique des éléments critiques et à long terme (Marzouk et El-Rasas 2014). - Avoir une équipe multidisciplinaire compétente (Questionnaire). - Il est recommandé aux entrepreneurs de surveiller en permanence la qualité des activités de construction afin d'éviter toute erreur pouvant entraîner des retards (Bajjou et Chafi 2020). - Assurer l'emploi d'un superviseur qualifié pour la gestion du travail sur site (Zemra, Boudouh, et Baheddi. 2019).
Le lent processus administratif, la bureaucratie et la lente prise de décision	- Éviter le retard d'approbation des documents de conception (Assaf et Al-Hejji 2006). - Le MOA doit prendre les décisions à temps pour résoudre les problèmes qui surviennent durant l'exécution du projet (Sambasivan et Soon 2007). - Incorporer des délais de décision maximums dans les accords contractuels (Hossain et al. 2019). - Avoir des moyens de communication appropriés en place (Hossain et al. 2019). - Prendre les décisions majeures avant la phase d'ingénierie (Zidane et Andersen 2018). - Améliorer le système administratif et simplifier les procédures administratives (Zidane et Andersen 2018). - Améliorer le processus décisionnel des propriétaires/clients (Zidane et Andersen 2018).
La faible performance des sous-traitants	- Choisir des sous-traitants en fonction de leur expérience, de leur qualification technique, de leur personnel, de leur bonne réputation, et ne pas dépendre de sous-traitant le moins disant (Bajjou et Chafi 2020; Marzouk et El-Rasas 2014; Nyoni 2018). - Le MOA doit intervenir directement en cas de disputes entre l'entrepreneur et les sous-traitants afin de réduire l'impact négatif de ces problèmes sur

CHAPITRE 7: Recommandations pour minimiser les retards

	l'exécution du projet (Questionnaire). - Payer les sous-traitants à temps (Questionnaire). - Diriger correctement les sous-traitants pour s'assurer qu'ils sachent ce qui est attendu d'eux par rapport au projet (Olawale et Sun 2010). - Développer une bonne relation de travail avec les sous-traitants (Olawale et Sun 2010). - Veiller à ce que les sous-traitants disposent de suffisamment de temps pour réaliser les lots de travaux sous-traités (Olawale et Sun 2010). - Mettre en place un système/régime de formation pour les sous-traitants afin de les endoctriner dans les méthodes de l'entreprise, par exemple les processus, outils et techniques de contrôle ...etc., pour qu'ils n'aient aucune excuse pour dire qu'ils ne savent pas ce que veut l'entrepreneur (Olawale et Sun 2010).
Le changement de commandes, de périmètre et de spécifications de projet	- Les MOA doivent avoir une bonne orientation avec les entrepreneurs, les concepteurs, et les MOE afin de minimiser les changements dans la portée du projet (Assaf et Al-Hejji 2006; Gashahun 2020; Zemra, Boudouh, et Baheddi. 2019). - Faire une étude détaillée du site dans la phase de conception afin d'éviter les variations et les changements tardifs durant la phase de construction (Mahamid 2013). - Établir clairement les besoins du client avant le début de conception (Tafazzoli et Shrestha 2017). - Assurer la collaboration entre les différentes parties prenant tout au long du projet par l'organisation des réunions régulières, cela permet une prise de décision et une planification intégrées sur la manière de réaliser les livrables en tenant compte des inter connectivités entre les tâches (Tafazzoli et Shrestha 2017). - Implication précoce du client durant la phase de conception et de planification du projet afin de clarifier les objectifs et les exigences du projet (Amoatey et al. 2015). - La portée du projet doit être bien définie du début à la fin (Kaliba et al. 2009). - La mise en place d'un système de contrôle pour gérer, contrôler et évaluer les ordres de modification, initiés par le propriétaire (Marzouk and El-Rasas 2014).
La mauvaise communication et coordination	- Des canaux de communication efficace devraient être établies au cours des différentes phases du projet (Gündüz, Nielsen et Ozdemir. 2013; Mahamid 2017). - Améliorer la coordination interdisciplinaire (Zidane et Andersen 2018).

	- Améliorer la communication et la collaboration (Kaliba et al. 2009; Zidane et Andersen 2018). - Utiliser un logiciel coordinateur entre les différentes parties (Zidane et Andersen 2018). - La modélisation des informations du bâtiment (BIM), qui fournit un environnement numérique pour chaque partie prenante du projet quelle que soit sa localisation, avec des informations claires, de plus elle offre une interaction dynamique à toutes les étapes du projet pour une meilleure coordination, une communication efficace et une réduction des conflits potentiels (Bryde, Broquetas, et Volm. 2013) - Fournir un environnement adéquat a toute partie prenante du projet (Questionnaire). - Établir un plan de gestion de la communication (Questionnaire). - Assurer une communication efficace pour traiter objectivement toutes les parties du projet (Kaliba et al. 2009; Zemra, Boudouh, et Baheddi. 2019). - Les relations formelles entre les parties prenantes du projet doivent être clairement identifiées, ainsi que les rôles et responsabilités (Marzouk et El-Rasas 2014). - Un langage précis et exact doit être utilisé, en particulier pour les conversations enregistrées, de manière à ce que le message ne puisse pas être interprété de différentes manières (Tafazzoli et Shrestha 2017). - Intégrer les méthodes et les techniques du contrôle du temps dans toutes les phases du projet (de la conception à la mise au service) (Questionnaire). - Mettre tous les moyens humains et matériels nécessaires pour contrôler le temps prévisionnel (Questionnaire). - Assurer une bonne collaboration entre les différentes parties tout au long du projet en tenant des réunions constantes. Cela permet une prise de décision et une planification intégrées sur la façon de réaliser les livrables en tenant compte des inter-connectivités entre les tâches (Tafazzoli et Shrestha 2017). - Assurer la coordination entre le client et l'entrepreneur pour éviter les dépassements de temps (Bajjou et Chafi 2020). - Adopter de nouvelles approches de la planification, comme le LPS; une telle approche permet de réaliser une planification collaborative en impliquant tous les actionnaires du projet (maîtres d'œuvre, sous-traitants, architecte et fournisseurs) (Bajjou et Chafi 2020). - Fournir un environnement adéquat à toute partie prenante du projet (Questionnaire). - Chaque entité ou acteur d'un projet doit assumer les tâches qu'elles lui ont été affecté (Questionnaire). - Les clients doivent promouvoir les processus de communication pour la
--	---

CHAPITRE 7: Recommandations pour minimiser les retards

	consolidation d'équipe (Kaliba et al. 2009). - Améliorer la coordination entre les différentes parties (Niazai et Gidado 2012). - Les managers de projet doivent traiter objectivement tous les problèmes du projet et s'assurer que toute communication est basée sur les questions relatives au projet (Questionnaire).
La faible productivité	- Affecter un nombre suffisant de main d'œuvre et la motiver afin d'améliorer la productivité (Assaf et Al-Hejji 2006; Hossain et al. 2019). - Améliorer les compétences et la productivité par une bonne gestion des ressources humaines (Faridi et El-Sayegh 2006; Hossain et al. 2019). - Fixer des objectifs réalistes pour les employées (Hossain et al. 2019). - Supervision et organisation adéquate de processus de construction (Hossain et al. 2019). - Avoir recours à une main-d'œuvre qualifiée (Abdullah, Azis et Rahman. 2009). - Motivation des travailleurs par l'augmentation des salaires (Hossain et al. 2019).
L'insuffisance des études préalables	- L'étude de faisabilité doit être précise, complète et bien faite (Khan, Gazder, Qayoom. 2017; Zemra, Boudouh, et Baheddi. 2019). - L'étude de faisabilité doit recevoir une attention particulière et doit être faite avec soin (Le-Hoai, Lee, et Lee. 2008; Niazai et Gidado 2012). - Le MOA doit avoir suffisamment de temps pour préparer les descriptifs du projet et les autres études de faisabilité (Mansfield, Ugwu, et Doran. 1994). - Bien définir les objectifs du projet (Questionnaire). - Établir un cahier de charges bien détaillé pour le projet (Questionnaire). - Analyse préalable du projet suite à une étude d'opportunité et de faisabilité de projet (Questionnaire). - Faire des enquêtes raisonnables pour bien définir la portée des travaux à entreprendre (Kaliba, Muya, et Mumba. 2009).
Le manque d'expertise en matière de gestion de projet	- La mise en place des programmes de formation continue en management du projet pour le personnel de l'industrie afin de mettre à jour leurs connaissances et de se familiariser avec les techniques et les processus de management de projet (Algheth et Sayuti 2019; Bajjou et Chafi 2020; Obodoh 2016). - Application des techniques de gestion de projet telle que la technique d'évaluation et d'examen du programme (PERT) et la méthode du chemin critique (CPM) dans la planification du projet (Questionnaire). - Développer des programmes de formation dans la planification, le contrôle

CHAPITRE 7: Recommandations pour minimiser les retards

	du temps et du coût, les systèmes d'information, et le management des ressources humaines (Zemra, Boudouh, et Baheddi. 2019). - Améliorer les capacités managériales des différentes parties prenantes (Mahamid 2017). - L'ETP doit s'appuyer sur des équipements et des logiciels appropriés, bien réparés, modernes et technologiquement avancés (Nyoni 2018). - Ouvrir et favoriser les formations dans le management de projets de construction (Questionnaire). - Intégrer les fondamentaux du management de projets comme module dans les filières d'enseignement supérieur, liées aux bâtiments et travaux publics d'une part, et les domaines liés à la maîtrise d'ouvrage d'autre part (Questionnaire). - Amélioration des techniques d'exécutions (Questionnaire). - Élaborer un plan préalable de gestion des risques (Questionnaire). - Promouvoir l'innovation ainsi que les systèmes de gestion des connaissances (Samarghandi et al. 2016).
Des causes organisationnelles et décisionnelles	- Chaque partie prenante doit assumer ces responsabilités (Questionnaire). - Organiser les travailleurs en plusieurs équipes afin d'assurer la continuité du travail (Questionnaire). - Respecter les codes du bâtiment (Questionnaire). - Suivre le planning et trouver des solutions efficaces et rapides lors de la survenue des problèmes (Questionnaire). - La bonne coordination entre les différents organismes (Questionnaire). - Agir sur tous les niveaux de la hiérarchie décisionnelle, puis prendre en considération les cas de chaque partie prenante (Questionnaire) - Promouvoir l'innovation est les systèmes de gestion des connaissances (Samarghandi et al. 2016). - Avoir de l'expérience et des qualifications en gestion de projet de construction pour pouvoir utiliser efficacement les outils de gestion de projets disponibles (Kaliba et al. 2009). - Supprimer les formalités administratives et rationaliser la prise de décision par la mise en œuvre des contrats d'assistance technique étrangers (Zemra, Boudouh, et Baheddi. 2019). - Éviter, les changements organisationnels et réglementaires durant la phase de la construction (Haseeb et al. 2011). - Les propriétaires devraient prendre les décisions le plus rapidement possibles (Gündüz, Nielsen et Ozdemir. 2013).
La mauvaise gestion des ressources humaines	- Estimation précise de la portée du projet et du personnel requis (Hossain et al. 2019; Zemra, Boudouh, et Baheddi. 2019).

CHAPITRE 7: Recommandations pour minimiser les retards

	- Assurer l'emploi du personnel qualifié et compétent (Zemra, Boudouh, et Baheddi. 2019). - Développer des ressources humaines dans l'industrie de la construction par des programmes de formation adéquats dans les différents secteurs de la construction (Santoso et Soeng 2016; Zidane et Andersen 2018). - Améliorer l'allocation des ressources (Zidane et Andersen 2018). - Améliorer les compétences des ressources humaines (Obodoh 2016). - Disposer de suffisamment de ressources pour faire face à la complexité et terminer le projet dans le délai spécifié (Jongo et al. 2019; Zemra, Boudouh, et Baheddi. 2019). - Assurer un bon suivi de la main d'œuvre (Questionnaire).
L'incompétence de la maîtrise d'ouvrage	- La politique d'attribution des contrats devrait être améliorée ; les ressources et les capacités des soumissionnaires devraient être soigneusement vérifiées (Mahamid 2017). - La mise en place des programmes de formations continues dans le management de projets de construction (Questionnaire).
Le fait de ne pas amener l'étude de projet à sa maturation avant le démarrage des travaux de réalisation	- Établir un cahier des charges bien détaillé pour les projets (Questionnaire). - Bien définir les objectifs (Questionnaire). - Identification de toutes les différentes parties prenantes dans analyse préalable du projet (Questionnaire) - Consacrer suffisamment de temps pour les études de faisabilité du projet (Questionnaire). - La préparation d'un plan financier complet et des flux de trésorerie (Marzouk et El-Rasas 2014).
Les mauvais gestionnaires de projets et la mauvaise gestion.	- Le choix d'un manager de projet qui possède des connaissances et d'expérience suffisantes en matière de gestion du projet, et des outils et de techniques de gestion du projet (Khair et al. 2018; Ruqaishi et Bashir 2015). - Management des contrats (Questionnaire). - Élaborer un plan préalable de gestion des risques (Questionnaire). - Intégrer des managers de projets dans toutes les phases du projet (Questionnaire). - Les clients, consultants et entrepreneurs doivent s'assurer qu'ils ont le bon personnel avec les bonnes qualifications pour gérer leurs projets (Kaliba et al. 2009). - Améliorer les compétences managériales des parties prenantes (Mahamid 2017).

(Source : Auteur)

4. Mesures managériales pour les 17 facteurs majeurs du retard

Des solutions managériales pour les 17 principaux facteurs du retard ont été proposées à partir des 5 groupes de processus et des 10 domaines de connaissances du management de projets présentés dans le guide PMBOK (2017).

Tableau 59. Mesures managériales pour les 17 facteurs du retard

Facteurs	Groupes de processus	Domaines de connaissance	Solution
Les problèmes Financiers	Groupe de processus de planification, et de maîtrise	Management des coûts du projet	- Planifier la gestion des coûts. - Estimer les coûts. - Déterminer le budget. - Maîtriser les coûts.
		Management des ressources du projet	- Estimer les ressources des activités. - Maîtriser les ressources.
La mauvaise planification et ordonnancement	Groupe de processus de planification	Management de l'intégration du projet	- Élaborer le plan du management du projet.
		Management du périmètre du projet	- Définir le périmètre. - Créer le WBS.
		Management des délais (de l'échéancier) du projet	- Planifier la gestion de l'échéancier. - Définir les activités. - Organiser les activités en séquences. - Estimer la durée des activités. - Élaborer l'échéancier. - Maîtriser l'échéancier.
		Management des ressources du projet	- Estimer les ressources des activités. - Maîtriser les ressources.
Les problèmes de conception	Groupe de processus de planification	Management des risques du projet	- Identifier les risques. - Planifier les réponses aux risques. - Exécuter les réponses aux risques. - Maîtriser les risques.
		Management de l'intégration du projet	- Élaborer le plan du management du projet. - Maîtriser les changements.
		Management du périmètre du projet	- Recueillir les exigences. - Définir le périmètre.
		Management des communications du projet	- Gérer les communications. - Maîtriser les communications.

CHAPITRE 7: Recommandations pour minimiser les retards

Les problèmes de matériaux (la pénurie de matériaux et les retards de livraison)	Groupe de processus de planification et de maîtrise	Management de la qualité du projet	- Planifier la gestion de la qualité.
		Management des ressources du projet	- Estimer les ressources des activités. - Obtenir les ressources. - Maîtriser les ressources.
		Management des approvisionnements du projet	- Planifier la gestion des approvisionnements. - Procéder aux approvisionnements. - Maîtriser les approvisionnements.
La mauvaise gestion du site et la mauvaise supervision	Groupe de processus d'exécution et de maîtrise	Management de l'intégration du projet	- Diriger et gérer le travail du projet. - Maîtriser le travail du projet.
		Management du périmètre du projet	- Maîtriser le périmètre.
		Management des ressources du projet	- Planifier la gestion des ressources. - Estimer les ressources des activités. - Développer l'équipe du projet. - Gérer l'équipe du projet. - Maîtriser les ressources.
		Management des communications du projet	- Gérer les communications. - Maîtriser les communications.
		Management des risques du projet	- Identifier les risques. - Planifier les réponses aux risques. - Exécuter les réponses aux risques. - Maîtriser les risques.
		Management des approvisionnements du projet	- Planifier la gestion des approvisionnements.
Le lent processus administratif, la bureaucratie et la lente prise de décision	Groupe de processus de planification	Management des communications du projet	- Gérer les communications. - Maîtriser les communications.
		Management des parties prenantes du projet	- Planifier l'engagement des parties prenantes.
La faible performance des sous-traitants	Groupe de processus d'exécution et de maîtrise	Management des ressources du projet	- Estimer les ressources des activités. - Gérer l'équipe du projet. - Maîtriser les ressources.
		Management des parties prenantes du projet	- Planifier l'engagement des parties prenantes.

CHAPITRE 7: Recommandations pour minimiser les retards

Le changement de commandes, de périmètre et de spécifications de projet	Groupe de processus de planification	Management de l'intégration du projet	- Maîtriser les changements.
		Management du périmètre du projet	- Planifier la gestion du périmètre. - Maîtriser le périmètre.
		Management des communications du projet	- Gérer les communications. - Maîtriser les communications.
		Management des parties prenantes du projet	- Planifier l'engagement des parties prenantes.
La mauvaise communication et coordination	Groupe de processus de planification	Management des ressources du projet	- Développer l'équipe du projet. - Gérer l'équipe du projet.
		Management des communications du projet	- Planifier la gestion des communications. - Gérer les communications. - Maîtriser les communications.
		Management des parties prenantes du projet	- Gérer l'engagement des parties prenantes. - Maîtriser l'engagement des parties prenantes.
La faible productivité	Groupe de processus d'exécution et de maîtrise	Management de l'intégration	- Diriger et gérer le travail du projet. - Maîtriser le travail du projet.
		Management des ressources du projet	- Estimer les ressources des activités. - Obtenir les ressources. - Développer l'équipe du projet. - Gérer l'équipe du projet. - Maîtriser les ressources.
L'insuffisance des études préalables	Groupe de processus de planification	Management de l'intégration du projet	- Élaborer le plan de management du projet.
		Management du périmètre du projet	- Recueillir les exigences. - Définir le périmètre.
		Management des parties prenantes du projet	- Gérer l'engagement des parties prenantes.
Le manque d'expertise en matière de gestion de projet	Groupe de processus de planification, et de maîtrise	Management de l'intégration du projet	- Élaborer le plan de management du projet. - Gérer les connaissances du projet.
		Management des ressources du projet	- Développer l'équipe du projet.
		Management des	- Identifier les risques.

CHAPITRE 7: Recommandations pour minimiser les retards

		risques du projet	- Planifier les réponses aux risques. - Maîtriser les risques.
		Management des parties prenantes du projet	- Gérer l'engagement des parties prenantes.
Des causes organisationnelles et décisionnelles	Groupe de processus de planification, d'exécution et de maîtrise	Management de l'intégration du projet	- Élaborer le plan de management du projet. - Diriger et gérer le travail du projet. - Maîtriser le travail du projet. - Maîtriser les changements. - Gérer les connaissances du projet.
		Management du périmètre du projet	- Planifier la gestion du périmètre. - Créer le WBS.
		Management de délais (de l'échéancier) du projet	- Planifier la gestion de l'échéancier. - Organiser les activités en séquences.
		Management des ressources du projet	- Planifier le management des ressources.
		Management des communications du projet	- Planifier la gestion des communications.
		Management des approvisionnements du projet	- Planifier la gestion des approvisionnements.
		Management des parties prenantes du projet	- Planifier l'engagement des parties prenantes.
La mauvaise gestion des ressources humaines	Groupe de processus de planification, et de maîtrise	Management des ressources du projet	- Planifier la gestion des ressources. - Estimer les ressources des activités. - Obtenir les ressources. - Développer les ressources. - Gérer l'équipe du projet. - Maîtriser les ressources.
		Management des communications du projet	- Maîtriser les communications.
L'incompétence de la maîtrise d'ouvrage	Groupe de processus de planification, et de maîtrise	Management de l'intégration du projet	- Gérer les connaissances du projet.

Le fait de ne pas amener l'étude de projet à sa maturation avant le démarrage des travaux de réalisation	Groupe de processus de planification	Management de l'intégration du projet	- Élaborer le plan du management du projet.
		Management du périmètre du projet	- Recueillir les exigences. - Définir le périmètre.
Les mauvais gestionnaires de projets et la mauvaise gestion.	Groupe de processus de maîtrise	Management de l'intégration du projet	- Diriger et gérer le travail du projet. - Gérer les connaissances du projet. - Maîtriser le travail du projet. - Maîtriser les changements.
		Management du périmètre du projet	- Maîtriser le périmètre.
		Management des communications du projet	- Maîtriser les communications.
		Management des risques du projet	- Identifier les risques. - Planifier les réponses aux risques. - Exécuter les réponses aux risques.
		Management des parties prenantes du projet	- Gérer l'engagement des parties prenantes.

(Source : PMBOK 2017+Auteur)

5. Recommandations générales pour minimiser les retards

- Utilisation des méthodes de construction appropriées.
- Utilisation des équipements de construction adéquats et modernes.
- Travail collaboratif dans les différentes phases de la construction par l'intégration des méthodes agiles tel que « *Integrated project delivery IPD* ».
- Intégration de la nouvelle technologie BIM « *Building Information Modeling* » dans le processus de construction.
- L'utilisation des pratiques Lean pour l'élimination de tous types de gaspillage dans les projets de construction.
- Utilisation des méthodes et des techniques de la planification et du contrôle du temps (PERT, GANTT, Chemin critique...etc).
- Utilisation des nouvelles méthodes d'estimation de durée.
- Application des principes de management de projets dès les premières étapes du projet.

- Offrir des primes pour l'entrepreneur s'il termine le projet dans les délais; l'entrepreneur doit recevoir une incitation sous la forme d'un prix en espèce ou d'un prix garanti (répété) pour les activités futures (Nyoni and Bonga 2017).
- Lors de la sélection des entrepreneurs, le MOA doit s'assurer que l'ETP choisi a une expérience suffisante, une capacité financière et une main-d'œuvre suffisante pour l'exécution du projet.
- Assurer une communication adéquate et efficace entre les différents intervenants du projet.
- Assurer une bonne définition des responsabilités et des priorités.
- Exiger des formations en management de projet et de certifications en PMP pour les gestionnaires de projets.
- Les ETPs doivent faire des bases de données statistiques sur les projets antérieurs afin de les utiliser dans leurs projets futurs.

6. Conclusion

Au terme du chapitre nous avons pu fournir des listes de remèdes et de solutions managériales pour les 17 facteurs majeurs du retard dans les projets de construction.

La liste des remèdes était identifiée à partir de la revue de 42 études pertinentes sur les retards et des résultats du questionnaire. Alors que la liste des solutions managériales était identifiée à partir des 5 groupes de processus et des 10 domaines de connaissances présentés dans le fameux guide du corpus de connaissances en management de projet « PMBOK 2017 ».

Ces deux listes peuvent être utilisées par les praticiens dans les projets de construction et les aide à choisir les actions correctives pour faire face aux retards et à réduire leurs effets une fois qu'ils se produisent.

Conclusion générale

Les retards sont l'un des problèmes les plus risqués et fréquemment rencontrés dans les projets de construction à travers le monde. Ces retards peuvent être minimisés lorsque leurs causes sont clairement identifiées. L'objectif principal de notre recherche est d'identifier les facteurs majeurs induisant les retards ainsi leurs majeurs effets afin de les pouvoir contrôler.

Le développement de la littérature sur les facteurs causatifs du retard et les effets induits par ces retards durant les 2 dernières décennies ont montré que les 10 principaux facteurs du retard dans le monde sont : les problèmes financiers; la mauvaise planification et ordonnancement; les problèmes de conception; les problèmes de matériaux; la mauvaise gestion du site et la mauvaise supervision ; la lenteur du processus administratif, la bureaucratie et la lente prise de décision; la faible performance des sous-traitants; le changement de commandes; de périmètre et de spécifications de projet; la mauvaise communication et coordination; et la faible productivité. Alors que les majeurs effets sont : les dépassements de temps, les dépassements de coûts, les conflits, l'arbitrage, et les litiges. De plus la relation causes-effets a été étudiée et visualisée utilisant le diagramme d'Ishikawa.

La situation des projets de construction en Algérie devant les retards a été étudiée à travers une enquête par questionnaire auprès des 3 intervenants principaux. Les résultats montrent que 62 % de projets ont connu des dépassements de délai en Algérie. Aussi la majorité écrasante des répondants indiquent que les retards se trouvent dans tous les types de projets peut import s'il s'agit d'un grand projet ou de taille plus modeste, et en ce qui concerne les techniques du contrôle du temps 48% des répondants assurent qu'ils les appliquent rarement. De plus, l'enquête révèle que le logiciel le plus utilisé dans la planification des projets c'est l'Excel (qui n'est pas un logiciel de planification) avec 74% de réponses, ces résultats peuvent soutenir notre hypothèse de recherche *«l'insuffisance de connaissances et de compétence en matière de management de projets est la principale cause des retards »*.

En outre, les facteurs causant les retards en Algérie ont été identifiés et les 10 importants sont: l'insuffisance des études préalables, le manque d'un planning prévisionnel avec phasage des tâches, le manque d'expertise en matière de gestion de projet, des causes organisationnelles et décisionnelles, la mauvaise gestion des ressources humaines, la mauvaise supervision, l'incompétence de la maîtrise d'ouvrage, le fait de ne pas amener l'étude de projet à sa

maturation avant le démarrage des travaux de réalisation, les mauvais gestionnaires de projets et la mauvaise gestion., la mauvaise relation entre les différents intervenants.

La comparaison de ces majeurs facteurs en Algérie avec 16 autres pays montre que les facteurs managériaux (relative à la planification, l'organisation et la gestion) sont les facteurs les plus importants en Algérie, mais aussi dans plusieurs autres pays Asiatiques, Européens et Africains. Ce résultat nous a permis de confirmer hypothèse de notre recherche.

Pour compléter les études précédentes sur les effets du retard dans les projets de construction, et donner une vision approfondie de ces effets dans le contexte Algérien, 31 effets du retard dans les projets de construction en Algérie ont été également étudiés utilisant l'indice d'importance relative (IIR). Les résultats révèlent que les 10 principaux effets du retard en Algérie sont : les dépassements de temps ; la non-atteinte des objectifs; dépassement des coûts ; la mauvaise qualité ; l'échec du projet; l'impact négatif sur l'économie du pays ; l'impact négatif sur l'image de la ville, la perte de productivité; le gaspillage et la sous-utilisation des ressources humaines et matériels; la perturbation de programme.

Une majeure contribution de cette recherche est de catégoriser les effets du retard sous différents groupes utilisant la technique d'analyse factorielle et de mesurer les relations entre les groupes identifiés utilisant la méthode de Smart-PLS. De plus, une comparaison des principaux effets du retard en Algérie avec d'autres pays a été faite et les résultats décèlent que les dépassements de temps et des coûts sont les effets communs des retards dans le monde, et que plusieurs pays partagent les mêmes effets du retard en dépit de leur région.

Le contrôle de délais a été également investigué dans notre recherche par le biais d'une étude bibliométrique afin de donner une vue d'ensemble complète des recherches dans le domaine du management et du contrôle du délai (temps). Ainsi, les différentes méthodes de planification et du contrôle de délais ont été présentées. Aussi, la situation Algérienne en matière de techniques et méthodes du contrôle du temps a été également investiguée et les résultats révèlent un manque flagrant de connaissances et d'expertise en matière de management de délais.

En outre, un modèle de prévision de la durée a été développé utilisant la régression linéaire multiple, les tests statistiques montrent que le modèle proposé est approprié (convenable) pour la mesure de la durée et il peut être utilisé par les praticiens dans les projets de construction pour estimer la durée de projet.

Cependant, ce modèle présente certaines limites concernant la taille de l'échantillon et les variables explicatives. Conséquemment, il est recommandé de faire des études similaires pour prévoir la durée de réalisation utilisant les principaux facteurs du retard comme variables explicatives plus les variables identifiées dans notre modèle, et d'utiliser un échantillon de taille importante afin de pouvoir généraliser le modèle.

Au bout de cette recherche, des mesures d'atténuation pour les principaux facteurs du retard ont été recommandées basant sur les résultats du questionnaire, la revue de littérature et le guide PMBOK 2017. La présente étude fournit des informations importantes pour les praticiens dans les projets de construction en Algérie et les aide à prévenir les retards et choisir les actions correctives nécessaires pour apaiser leurs effets une fois qu'ils se produisent.

Perspectives pour les futures recherches

La présente recherche ouvre le champ à plusieurs perspectives de recherches :

- Développer un modèle de prévision des retards utilisant le réseau neurone et le comparer avec les résultats de la régression multiple.
- Développer un modèle de régression multiple pour la prévision des retards utilisant les principaux facteurs du retard comme variables indépendantes.
- Intégrer la technologie BIM dans la gestion de projets en Algérie.
- Intégrer le BIM avec le système IPD (*Integrated Project Delivery*) pour le management des coûts et de délais.
- Étudier les barrières d'adoption de la technologie BIM en Algérie.
- Adopter l'approche Lean et la méthode de 6 Sigma pour éliminer le gaspillage de temps et des coûts.
- Utiliser la logique floue pour mesurer la probabilité des retards dans les projets.
- Intégrer les méthodes traditionnelles et modernes du contrôle et de management de délais pour surmonter les limites des deux méthodes et bénéficier de leurs avantages.

Références

1. Abd El-Razek.M. E; Bassioni.H. A.; and A. M. Mobarak. 2008. "Causes of Delay in Building Construction Projects in Egypt." *Journal of Construction Engineering and Management* 11(2):831–41. doi: 10.1061/(asce)0742-597x(1995)11:2(45).
2. Abdullah, M. R., A. A. Abdul Azis, and I. .. Abdu. Rahman. 2009. "Potential Effects on Large Mara Construction Projects Due To Construction Delay." *International Journal of Integrated Engineering (IJIE)* 1(2):53–62.
3. Abu Hammad, Ayman A., Souma M. Alhaj Ali, Ghaleb J. Sweis, and Rateb J. Sweis. 2010. "Statistical Analysis on the Cost and Duration of Public Building Projects." *Journal of Management in Engineering* 26(2):105–12. doi: 10.1061/(asce)0742-597x(2010)26:2(105).
4. Afitep. 2010. *Dictionnaire de Management de Projet*. edited by AFNOR.
5. Ahmadu, Hassan Adaviriku, Yahaya Makarfi Ibrahim, Ahmed Doko Ibrahim, and Muhammed Abdullahi. 2015. "Modelling Building Construction Durations." 2–21.
6. Ahmed, S. M., S. Azhar, M. Castillo, and P. Kappagantula. 2002. "Construction Delays in Florida: An Empirical Study: Final Report. Florida International University: Florida International University." *ASC Proceedings of the 39th Annual Conference* (August).
7. Ahsan, Kamrul, and Indra Gunawan. 2010. "Analysis of Cost and Schedule Performance of International Development Projects." *International Journal of Project Management* 28(1):68–78. doi: 10.1016/j.ijproman.2009.03.005.
8. Aibinu, A. A., and G. O. Jagboro. 2002. "The Effects of Construction Delays on Project Delivery in Nigerian Construction Industry." *International Journal of Project Management* 20(8):593–99. doi: 10.1016/S0263-7863(02)00028-5.
9. Akinci, Burcu, Frank Boukamp, Chris Gordon, Daniel Huber, Catherine Lyons, and Kuhn Park. 2006. "A Formalism for Utilization of Sensor Systems and Integrated Project Models for Active Construction Quality Control." *Automation in Construction* 15(2):124–38.
10. Akogbe, Romuald Kokou T. M., Xin Feng, and Jing Zhou. 2013. "Importance and Ranking Evaluation of Delay Factors for Development Construction Projects in Benin." *KSCE Journal of Civil Engineering* 17(6):1213–22. doi: 10.1007/s12205-013-0446-2.
11. Al-Momani, Ayman H. 2000. "Construction Delay: A Quantitative Analysis." *International Journal of Project Management* 18(1):51–59. doi: 10.1016/S0263-7863(98)00060-X.
12. Al-Najjar, Jomah Mohammed. 2008. "Factors Influencing Time and Cost Overruns on Construction Projects in the Gaza Strip." *International Journal of Physical and Social Sciences* 1–219.
13. Alagidede, Paul., and Jones Odei. Mensah. 2018. "Construction, Institutions and Economic Growth in Sub-Saharan Africa." *ERSA Working Pape* 10(1):136–63.
14. Alavifar, Amir Hossein, and Shadab Motamedi. 2014. "Identification, Evaluation and

- Classification of Time Delay Risks of Construction Project in Iran.” *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management* 219–29.
15. Algheth, Abdulhamid, and Md Ishak Sayuti. 2019. “Contributing Factors to Schedule Delays in Construction Projects in the United Arab Emirates.” *International Journal of Engineering and Advanced Technology* 8(6 Special Issue 3):422–33. doi: 10.35940/ijeat.F1076.0986S319.
 16. Al-Nady, Bahaà Abdul-Hafez Attallah. 2016. “The Role of Time, Communication, and Cost Management on Project Management Success: An Empirical Study on Sample of Construction Projects Customers in Makkah City, Kingdom of Saudi Arabia.” *International Journal of Services and Operations Management* 23(1):76–112. doi: 10.1504/IJSOM.2016.073293.
 17. Amoatey, Charles Teye, Yaa Asabea Ameyaw, Ebenezer Adaku, and Samuel Famiyeh. 2015. “Analysing Delay Causes and Effects in Ghanaian State Housing Construction Projects.” *International Journal of Managing Projects in Business* 8(1):198–214. doi: 10.1108/IJMPB-04-2014-0035.
 18. Amu, O. O., and D. A. Adesanya. 2011. “Mathematical Expressions for Explaining Project Delays in South Western Nigeria.” *Singapore Journal of Scientific Research* 1(1):59–67.
 19. Anastasopoulos, Panagiotis Ch., Samuel Labi, Abhishek Bhargava, and Fred L. Mannering. 2012. “Empirical Assessment of the Likelihood and Duration of Highway Project Time Delays.” *Journal of Construction Engineering and Management* 138(3):390–98. doi: 10.1061/(asce)co.1943-7862.0000437.
 20. de Andrade, Paulo André, Annelies Martens, and Mario Vanhoucke. 2019. “Using Real Project Schedule Data to Compare Earned Schedule and Earned Duration Management Project Time Forecasting Capabilities.” *Automation in Construction* 99(July 2018):68–78. doi: 10.1016/j.autcon.2018.11.030.
 21. Araszkievicz, Krystyna, and Magdalena Bochenek. 2019. “Control of Construction Projects Using the Earned Value Method-Case Study.” *Open Engineering* 9(1):186–95.
 22. Arditi, David, Onur B. Tokdemir, and Kangsuk Suh. 2001. “Scheduling System for Repetitive Unit Construction Using Line-of-Balance Technology.” *Engineering Construction and Architectural Management* 8(2):90–103. doi: 10.1046/j.1365-232x.2001.00186.x.
 23. Asadi, Ahmad, Mohammed Alsubaey, and Charalampos Makatsoris. 2015. “A Machine Learning Approach for Predicting Delays in Construction Logistics.” *International Journal of Advanced Logistics* 4(2):115–30. doi: 10.1080/2287108x.2015.1059920.
 24. Asim, Mohd, Shumank Deep, and Syed Aqeel Ahmad. 2017. “Time Impact Study of Real Estate Sector Construction Projects Post Application of Lean Principles for Delay Resolutions.” *International Journal of Civil Engineering and Technology* 8(2):89–99.
 25. Assaf, Sadi A., and Sadiq Al-Hejji. 2006. “Causes of Delay in Large Construction Projects.” *International Journal of Project Management* 24(4):349–57. doi: 10.1016/j.ijproman.2005.11.010.
 26. Bagaya, Ousseni, and Jinbo Song. 2016. “Empirical Study of Factors Influencing Schedule Delays

- of Public Construction Projects in Burkina Faso.” *Journal of Management in Engineering* 32(5):05016014. doi: 10.1061/(asce)me.1943-5479.0000443.
27. Bajjou, Mohamed Saad, and Anas Chafi. 2020. “Empirical Study of Schedule Delay in Moroccan Construction Projects.” *International Journal of Construction Management* 20(7):783–800. doi: 10.1080/15623599.2018.1484859.
 28. Banawi, Abdulaziz, and Melissa M. Bilec. 2014. “A Framework to Improve Construction Processes: Integrating Lean, Green and Six Sigma.” *International Journal of Construction Management* 14(1):45–55.
 29. Bjarnason, Elías. 2017. “Project Management and Practitioners in the Health Sector: From the Quebec Healthcare System Perspective To Pm Literature Review.” *Hal Archives-Ouvertes* 3(June):105–30.
 30. Boyd, D, and S Madzima. 2017. “Exploring Conflicting Views of Time in Construction Projects.” *WELCOME TO DELEGATES IRC 2017*, 805.
 31. Bronte-Stewart, Malcolm. 2018. “Beyond the Iron Triangle: Evaluating Aspects of Success and Failure Using a Project Status Model.” (May).
 32. Bryde, David, Martí Broquetas, and Jürgen Marc Volm. 2013. “The Project Benefits of Building Information Modelling (BIM).” *International Journal of Project Management* 31(7):971–80. doi: 10.1016/j.ijproman.2012.12.001.
 33. Chaperon. 2010. “Inspection process of Bulgarian Bridges”
 34. Chan, Albert P. C., and Ada P. L. Chan. 2004. *Key Performance Indicators for Measuring Construction Success*. Vol. 11.
 35. Chiang, Y. H., Li Tao, and Francis K. W. Wong. 2015. “Causal Relationship between Construction Activities, Employment and GDP: The Case of Hong Kong.” *Habitat International* 46:1–12. doi: 10.1016/j.habitatint.2014.10.016.
 36. Chin, Lok Siew, and Abdul Rahim Abdul Hamid. 2015. “The Practice of Time Management on Construction Project.” *Procedia Engineering* 125:32–39. doi: 10.1016/j.proeng.2015.11.006.
 37. Claessens, Brigitte J. C., Wendelien Van Eerde, Christel G. Rutte, and Robert A. Roe. 2007. “A Review of the Time Management Literature.” *Personnel Review* 36(2):255–76. doi: 10.1108/00483480710726136.
 38. Costello, Anna B., and Jason W. Osborne. 2005. “Best Practices in Exploratory Factor Analysis: Four Recommendations for Getting the Most from Your Analysis.” *Practical Assessment, Research and Evaluation* 10(7). doi: 10.7275/jyj1-4868.
 39. Deep, Shumank, Mohd Asim, and Mohd Kashif Khan. 2017. “Review of Various Delay Causing Factors and Their Resolution by Application of Lean Principles in India.” *Baltic Journal of Real Estate Economics and Construction Management* 5(1):101–17. doi: 10.1515/bjreecm-2017-0008.
 40. Desai, Megha, and Rajiv Bhatt. 2013. “Critical Causes of Delay in Residential Construction Projects: Case Study of Central Gujarat Region of India.” *Int. J. Eng. Trends Technol.(IJETT)*

4(4):762–68.

41. Dinakar, Aditi. 2014. “Delay Analysis in Construction Project.” *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology* 6(3):2244–47. doi: 10.22214/ijraset.2018.3355.
42. Dixit, Saurav, Amit Kumar Pandey, Satya N. Mandal, and Sanjeev Bansal. 2017. “A Study of Enabling Factors Affecting Construction Productivity: Indian Scenterio.” *International Journal of Civil Engineering & Technology* 8(6):741–58.
43. Dlamini, M and Cumberlege, R. 2021. “The Impact of Cost Overruns and Delays in the Construction Business.” *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 654(1):012029. doi: 10.1088/1755-1315/654/1/012029.
44. Doloi, Hemanta, Anil Sawhney, K. C. Iyer, and Sameer Rentala. 2012. “Analysing Factors Affecting Delays in Indian Construction Projects.” *International Journal of Project Management* 30(4):479–89. doi: 10.1016/j.ijproman.2011.10.004.
45. Dombkins, David. 2009. “Redefining Our Profession Part 2 : The History and Future of Project Management 2 . 0 Key Innovations and Events in the Development of Project Management.” *Program Manager XI(Ii)*:15–17.
46. Durdyev, Serdar, and M. Reza Hosseini. 2019. “Causes of Delays on Construction Projects: A Comprehensive List.” *International Journal of Managing Projects in Business* 13(1):20–46. doi: 10.1108/IJMPB-09-2018-0178.
47. Durdyev, Serdar, Maksat Omarov, and Syuhaida Ismail. 2017. “Causes of Delay in Residential Construction Projects in Cambodia.” *Cogent Engineering* 4(1):1–12. doi: 10.1080/23311916.2017.1291117.
48. Elbeltagi, Emad, and Mahmoud Dawood. 2011. “Integrated Visualized Time Control System for Repetitive Construction Projects.” *Automation in Construction* 20(7):940–53. doi: 10.1016/j.autcon.2011.03.012.
49. Elghaish, Faris, M. Reza Hosseini, Saeed Talebi, Sepehr Abrishami, Igor Martek, and Michail Kagioglou. 2020. “Factors Driving Success of Cost Management Practices in Integrated Project Delivery (IPD).” *Sustainability (Switzerland)* 12(22):1–14. doi: 10.3390/su12229539.
50. Enshassi, Adnan, Jomah Al-Najjar, and Mohan Kumaraswamy. 2009. “Delays and Cost Overruns in the Construction Projects in the Gaza Strip.” *Journal of Financial Management of Property and Construction* 14(2):126–51. doi: 10.1108/13664380910977592.
51. Enshassi, Adnan, Liska, Roger. 1999. “Comparison between the Leadership Style of American and Palestinian Construction Managers.” *Symposium A Quarterly Journal In Modern Foreign Literatures (September)*:5–10.
52. Faridi, Arshi Shakeel, and Sameh Monir El-Sayegh. 2006. “Significant Factors Causing Delay in the UAE Construction Industry.” *Construction Management and Economics* 24(11):1167–76. doi: 10.1080/01446190600827033.
53. Field, Andy. 2013. *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*. sage.

54. Franke, G. R. (2010). Multicollinearity. Wiley international encyclopedia of marketing.
55. Montgomery, D. C., Peck, E. A., and Vining, G. G. (2001). Introduction to linear regression analysis, Third edition. John Wiley&Sons, Inc.
56. Frimpong, Yaw, Jacob Oluwoye, and Lynn Crawford. 2003. "Causes of Delay and Cost Overruns in Construction of Groundwater Projects in a Developing Countries; Ghana as a Case Study." International Journal of Project Management 21(5):321–26. doi: 10.1016/S0263-7863(02)00055-8.
57. Gashahun, Abebe Demisew. 2020. "Causes and Effects of Delay on African Construction Projects: A State of the Art Review." Civil and Environmental Research 12(5):41–53. doi: 10.7176/cer/12-5-04.
58. Gbahabo, Paul Terna, and Oluseye Samuel Ajuwon. 2017. "Effects of Project Cost Overruns and Schedule Delays in Sub-Saharan Africa." European Journal of Interdisciplinary Studies 7(2):46. doi: 10.26417/ejis.v7i2.p46-59.
59. Gebrehiwet, Tsegay, and Hanbin Luo. 2017. "Analysis of Delay Impact on Construction Project Based on RII and Correlation Coefficient: Empirical Study." Procedia Engineering 196(June):366–74. doi: 10.1016/j.proeng.2017.07.212.
60. Georgy, Maged E. 2008. "Evolutionary Resource Scheduler for Linear Projects." Automation in Construction 17(5):573–83. doi: 10.1016/j.autcon.2007.10.005.
61. Gładysz, Barbara. 2017. "Fuzzy-Probabilistic PERT." Annals of Operations Research 258(2):437–52. doi: 10.1007/s10479-016-2315-0.
62. Gündüz, Murat, Yasemin Nielsen, and Mustafa Ozdemir. 2015. "Fuzzy Assessment Model to Estimate the Probability of Delay in Turkish Construction Projects." Journal of Management in Engineering 31(4):04014055. doi: 10.1061/(asce)me.1943-5479.0000261.
63. Gündüz, Murat, Yasemin Nielsen, and Mustafa Özdemir. 2013. "Quantification of Delay Factors Using the Relative Importance Index Method for Construction Projects in Turkey." Journal of Management in Engineering 29(2):133–39. doi: 10.1061/(asce)me.1943-5479.0000129.
64. Habchi, Hicham, Cherradi Taoufiq, and Aziz Soulhi. 2016. "Last Planner® System: Implementation in a Moroccan Construction Project." IGLC 2016 - 24th Annual Conference of the International Group for Lean Construction 193–202.
65. Hair, Joseph F., Jeffrey Joe Risher, Marko Sarstedt, and Christian M. Ringle. 2018. "Article Information: When to Use and How to Report the Results of PLS-SEM." European Business Review 31(1):2–24.
66. Hammad Abdullah Al Nasser, Kristian Widen Radhlinah Aulin. 2016. "A Taxonomy of Planning and Scheduling Methods to Support Their More Efficient Use in Construction Project Management." The Eletronic Library 34(1):1–5.
67. Haq, Saiful, Yahya Rahsid, and Muhammad Shakeel Aslam. 2014a. "Causes of Delay in Construction Projects of Punjab-Pakistan: An Empirical Study." Journal of Basic and Applied

Scientific Research 4(4):98–104.

68. Haq, Saiful, Yahya Rahsid, and Muhammad Shakeel Aslam. 2014b. “Effects of Delay in Construction Projects of Punjab-Pakistan : An Empirical Study.” *Journal of Basic and Applied Scientific Research* 4(4):98–104.
69. Haque, Mohammed E., and Rajmohan Mishra. 2007. “5D Virtual Constructions: Designer/Constructor’s Perspective.” Pp. 1–4 in 2007 10th international conference on computer and information technology. IEEE.
70. Haseeb, M., Aneesa Bibi, and Wahab Rabbani. 2011. “Causes and Effects of Delays in Large Construction Projects of Pakistan.” *Kuwait Chapter of Arabian Journal of Business and Management Review* 1(4):18–42.
71. Hazir, Öncü. 2015. “A Review of Analytical Models, Approaches and Decision Support Tools in Project Monitoring and Control.” *International Journal of Project Management* 33(4):808–15. doi: 10.1016/j.ijproman.2014.09.005.
72. Henseler, Jörg. 2018. “Partial Least Squares Path Modeling: Quo Vadis?” *Quality and Quantity* 52(1):1–8. doi: 10.1007/s11135-018-0689-6.
73. Henseler, Jörg, Christian M. Ringle, and Marko Sarstedt. 2015. “A New Criterion for Assessing Discriminant Validity in Variance-Based Structural Equation Modeling.” *Journal of the Academy of Marketing Science* 43(1):115–35. doi: 10.1007/s11747-014-0403-8.
74. Hisham, Syahira Nabilla Ahmad, and Khairulzan Yahya. 2016. “Causes and Effects of Delays in Construction Industry.” *Universiti Teknologi Malaysia*.
75. Hongwei, Zhang, Zhang Xuehua, and Zhang Bao’an. 2009. “System Dynamics Approach to Urban Water Demand Forecasting.” *Transactions of Tianjin University* 15(1):70–74. doi: 10.1007/s12209.
76. Hossain, Md Aslam, Dinmukhambet Raiymbekov, Abid Nadeem, and Jong Ryeol Kim. 2019. “Delay Causes in Kazakhstan’s Construction Projects and Remedial Measures.” *International Journal of Construction Management* 0(0):1–19. doi: 10.1080/15623599.2019.1647635.
77. <https://elmouchir.caci.dz/category/05/>
78. <https://www.vosviewer.com/>
79. Hussain, Shahid, Fangwei Zhu, Zaigham Ali, Hassan Danial Aslam, and Abasal Hussain. 2018. “Critical Delaying Factors: Public Sector Building Projects in Gilgit-Baltistan, Pakistan.” *Buildings* 8(1):1–16. doi: 10.3390/buildings8010006.
80. Ismail, Amiruddin, Aboubaker. Y. Y. Alfakhri, Muhamad Azry Khoiry, Hassan M Abdelsalam, and B. Elhub. 2018. “Investigating Delays in Libyan Road Construction Projects Using Structural Equation Modelling (SEM).” *International Journal of Engineering & Technology* 7(2.29):858. doi: 10.14419/ijet.v7i2.29.14272.
81. ISO 10006, « système de management de la qualité », Éd, décembre2003, AFNOR).
82. Jarkas, Abdulaziz M. 2016. “Predicting Contract Duration for Building Construction: Is

- Bromilow's Time-Cost Model a Panacea?" *Journal of Management in Engineering* 32(1):05015004. doi: 10.1061/(asce)me.1943-5479.0000394.
83. Jongo, Jaffari S., Dennis N. G. A. K. Tesha, Raymond Kasonga, Justine J. Teyanga, and Kenan S. Lyimo. 2019. "Mitigation Measures in Dealing with Delays and Cost Overrun in Public Building Projects in Dar-Es-Salaam, Tanzania." *International Journal of Construction Engineering and Management* 8(3):81–96. doi: 10.5923/j.ijcem.20190803.01.
 84. Kaliba, Chabota, Mundia Muya, and Kanyuka Mumba. 2009. "Cost Escalation and Schedule Delays in Road Construction Projects in Zambia." *International Journal of Project Management* 27(5):522–31. doi: 10.1016/j.ijproman.2008.07.003.
 85. Kamalan, Hamidreza. 2020. "Root Cause Analysis of Delays in Dam Construction (Case Studies : Karun-3 , Marun , Shafaroud and Jamishan Dams)." *Journal of Hydraulic Structures* 6(3):45–58. doi: 10.22055/jhs.2020.35399.1148.
 86. Kang, Julian H., Stuart D. Anderson, and Mark J. Clayton. 2007. "Empirical Study on the Merit of Web-Based 4D Visualization in Collaborative Construction Planning and Scheduling." *Journal of Construction Engineering and Management* 133(6):447–61. doi: 10.1061/(asce)0733-9364(2007)133:6(447).
 87. Kavuma, Andrew, Jongho Ock, and Hyounseung Jang. 2019. "Factors Influencing Time and Cost Overruns on Freeform Construction Projects." *KSCE Journal of Civil Engineering* 23(4):1442–50. doi: 10.1007/s12205-019-0447-x.
 88. Kazaz, Aynur, Serdar Ulubeyli, and Nihan Avcioglu Tuncbilekli. 2012. "Causes of Delays in Construction Projects in Turkey." *Journal of Civil Engineering and Management* 18(3):426–35. doi: 10.3846/13923730.2012.698913.
 89. Khair, Khalid, Hazir Farouk, Zainai Mohamed, and R. Mohammad. 2016. "Causes and Effects of Delay Factors in Road Construction Projects in Sudan." *International Journal of Applied Engineering Research* 11(18):9526–33.
 90. Khair, Khalid, Zainai Mohamed, R. Mohammad, Hazir Farouk, and Mohammed Elhadi Ahmed. 2018. "A Management Framework to Reduce Delays in Road Construction Projects in Sudan." *Arabian Journal for Science and Engineering* 43(4):1925–40. doi: 10.1007/s13369-017-2806-6.
 91. Khamooshi, Homayoun, and Abdollah Abdi. 2017. "Project Duration Forecasting Using Earned Duration Management with Exponential Smoothing Techniques." *Journal of Management in Engineering* 33(1):04016032. doi: 10.1061/(asce)me.1943-5479.0000475.
 92. Khamooshi, Homayoun, and Hamed Golafshani. 2014. "EDM: Earned Duration Management, a New Approach to Schedule Performance Management and Measurement." *International Journal of Project Management* 32(6):1019–41. doi: 10.1016/j.ijproman.2013.11.002.
 93. Khan, Raza Ali, Uneb Gazder, and Abdul Qayoom. 2017. "Comparison of Delay Factors and Remedies' Rankings for Building Construction Projects in Developing Countries." *International Journal of ADVANCED AND APPLIED SCIENCES* 4(4):33–42. doi:

10.21833/ijaas.2017.04.006.

94. Khan, Raza Ali, and Muhammad Umer. 2020. "Impact of Delays on Cost of Construction Project- A Cross Sectional Study of Pakistani Construction Industry." *Mehran University Research Journal of Engineering and Technology* 39(4):815–25. doi: 10.22581/muet1982.2004.14.
95. Kikwasi, Geraldine. 2013. "Causes and Effects of Delays and Disruptions in Construction Projects in Tanzania." *Australasian Journal of Construction Economics and Building - Conference Series* 1(2):52. doi: 10.5130/ajceb-cs.v1i2.3166.
96. Kirytopoulos, K; Leopoulos, Vand Diamantas, V. 2007. *CME 25 Conference Construction Management and Economics*. Vol. 1.
97. Kosztyán, Zsolt T. 2015. "Exact Algorithm for Matrix-Based Project Planning Problems." *Expert Systems with Applications* 42(9):4460–73. doi: 10.1016/j.eswa.2015.01.066.
98. Kruchten, Philippe. 2013. "Contextualizing Agile Software Development." *Journal of Software: Evolution and Process* 25(4):351–61.
99. Kumaraswamy, Mohan M., and Daniel W. M. Chan. 1995. "Determinants of Construction Duration." *Construction Management and Economics* 13(3):209–17. doi: 10.1080/01446199500000025.
100. Kuşakcı, Ali Osman, Berk Ayvaz, and Emir Bejtagic. 2017. "An Analysis of Causes and Effects of Delays in Construction Projects in Libyan Oil Industry." *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi* 7(1):274–82.
101. Labadie, John W. 2004. "Optimal Operation of Multireservoir Systems: State-of-the-Art Review." *Journal of Water Resources Planning and Management* 130(2):93–111.
102. Lalmi, Abdallah, Gabriela Fernandes, and Sassi Boudemagh Souad. 2021. "A Conceptual Hybrid Project Management Model for Construction Projects." *Procedia Computer Science* 181(October):921–30. doi: 10.1016/j.procs.2021.01.248.
103. Larsen, Jesper Kranker, Geoffrey Qiping Shen, Søren Munch Lindhard, and Thomas Ditlev Brunoe. 2016. "Factors Affecting Schedule Delay, Cost Overrun, and Quality Level in Public Construction Projects." *Journal of Management in Engineering* 32(1):04015032. doi: 10.1061/(asce)me.1943-5479.0000391.
104. Le Guide de pratique professionnelle 24 octobre 2018; travail de l'ingénieur pp.0296.
105. Le-Hoai, Long, and Young Dai Lee. 2009. "Time-Cost Relationships of Building Construction Project in Korea." *Facilities* 27(13):549–59. doi: 10.1108/02632770910996379.
106. Le-Hoai, Long, Young Dai Lee, and Jun Yong Lee. 2008. "Delay and Cost Overruns in Vietnam Large Construction Projects: A Comparison with Other Selected Countries." *KSCE Journal of Civil Engineering* 12(6):367–77. doi: 10.1007/s12205-008-0367-7.
107. Le-Hoai, Long, Young Dai Lee, and Anh Tuan Nguyen. 2013. "Estimating Time Performance for Building Construction Projects in Vietnam." *KSCE Journal of Civil Engineering* 17(1):1–8. doi: 10.1007/s12205-013-0862-3.

108. Li, Chun-Qing, Guomin Zhang, and S. Mahdi Hosseinian. 2017. "A Fast and Accurate Method to Predict Reliability of Project Completion Time." *Journal of Civil Engineering and Management* 23(1):37–46.
109. Loi n° 85-704 du 12 juillet 1985 relative à la maîtrise d'ouvrage publique.
110. Lok, Jaco. 2010. "Institutional Logics as Identity Projects." *Academy of Management Journal* 53(6):1305–35.
111. Lou, Ashkan Khoda Bandeh, Alireza Parvishi, and Ebrahim Javidi. 2016. "COST MANAGEMENT IN CONSTRUCTION PROJECTS WITH THE APPROACH OF COST-TIME BALANCING." *IIOAB JOURNAL* 7:157–64.
112. Mahamid, Ibrahim. 2011. "Risk Matrix for Factors Affecting Time Delay in Road Construction Projects: Owners' Perspective." *Engineering, Construction and Architectural Management* 18(6):609–17. doi: 10.1108/09699981111180917.
113. Mahamid, Ibrahim. 2013. "Common Risks Affecting Time Overrun in Road Construction Projects in Palestine: Contractors' Perspective." *Australasian Journal of Construction Economics and Building* 13(2):45–53. doi: 10.5130/ajceb.v13i2.3194.
114. Mahamid, Ibrahim. 2017. "Analysis of Schedule Deviations in Road Construction Projects and the Effects of Project Physical Characteristics." *Journal of Financial Management of Property and Construction* 22(2):192–210. doi: 10.1108/JFMPC-07-2016-0031.
115. Mahamid, Ibrahim, A. Al-Ghonamy, and M. Aichouni. 2015. "Risk Matrix for Delay Causes in Construction Projects in Saudi Arabia." *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology* 9(8):665–70. doi: 10.19026/rjaset.9.1452.
116. Mansfield, NR, OO Ugwu, and T. Doran. 1994. "Causes of Delay and Cost Overruns in Nigerian Construction Projects." *International Journal of Project Management* 12(4):254–60. doi: 10.1016/0263-7863(94)90050-7.
117. Marzouk, Mohamed, and Mohamed Hisham. 2014. "Implementing Earned Value Management Using Bridge Information Modeling." *KSCE Journal of Civil Engineering* 18(5):1302–13. doi: 10.1007/s12205-014-0455-9.
118. Marzouk, Mohamed M., and Tarek I. El-Rasas. 2014. "Analyzing Delay Causes in Egyptian Construction Projects." *Journal of Advanced Research* 5(1):49–55. doi: 10.1016/j.jare.2012.11.005.
119. Mbachu, Jasper, and Raymond Nkado. 2007. "Factors Constraining Successful Building Project Implementation in South Africa." *Construction Management and Economics* 25 (1): 39–54.
120. Memon, Aftab Hameed, Muhammad Akram Akhund, Abdul Nasir Laghari, Hafiz Usama Imad, and Shadab Noor Bhangwar. 2018. "Adoptability of Lean Construction Techniques in Pakistan's Construction Industry." *Civil Engineering Journal* 4(10):2328–37.
121. Memon, Aftab Hameed, Ismail Abdul Rahman, and Ade Asmi Abdul Azis. 2011.

- “Preliminary Study on Causative Factors Leading to Construction Cost Overrun.” *International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology* 2(1):57–71.
122. Mensah, Isaac, Gabriel Nani, Theophilus Adjei-kumi, and Emmanuel Adinyira. 2017. “Modelling Construction Duration : A Comprehensive Review of Literature.” (December):1–22.
 123. Michel Rocca. 2013. “Conduire un projet: Acteurs et méthodes du changement organisationnel”. Éd. De Boeck.
 124. Mishakova, A. V, A. V Vakhrushkina, D. R. Anishchenko, and Y. A. Tatarkina. 2017. “Program Evaluation and Review Technique as the Tool for Time Control.” *Magazine of Civil Engineering* 72(4).
 125. Mohamed M. Attalla, 1996. “Project Control Techniques Reconstmction of Occupied Buiidings.”
 126. Moine, Jean-Yves. 2012. *MANAGEMENT DE PROJET 3D Le Cube Projet*. CÉPADUES. edited by CÉPADUES. 111, rue Nicolas Vauquelin 31100 Toulouse -France-.
 127. Motaleb, Omayma, and Mohammed Kishk. 2010. “An Investigation into Causes and Effects of Construction Delays in UAE.” *Association of Researchers in Construction Management, ARCOM 2010 - Proceedings of the 26th Annual Conference* (September):1149–57.
 128. Moura, H. P., J. C. Teixeira, and B. Pires. 2007. “Dealing with Cost and Time in the Portuguese Construction Industry.” *CIB World Building Congress 2007* 422(1999):1252–65.
 129. Mukuka, Mulenga, Clinton Aigbavboa, and Wellington Thwala. 2015. “Effects of Construction Projects Schedule Overruns: A Case of the Gauteng Province, South Africa.” *Procedia Manufacturing* 3(December):1690–95. doi: 10.1016/j.promfg.2015.07.989.
 130. Muller.G, Jean-Louis. 2005. "100 Questions Pour Comprendre et Agir *MANAGEMENT DE PROJET*." AFNOR.
 131. Naderpour, A., and M. Mofid. 2011. “Improving Construction Management of an Educational Center by Applying Earned Value Technique.” *Procedia Engineering* 14:1945–52. doi: 10.1016/j.proeng.2011.07.244.
 132. Naji, Hafeth I., and Rouwaida Hussein Ali. 2017. “Risk Response Selection in Construction Projects.” *Civil Engineering Journal* 3(12):1208–21.
 133. Ngacho, Christopher, and Debadyuti Das. 2014. “A Performance Evaluation Framework of Development Projects: An Empirical Study of Constituency Development Fund (CDF) Construction Projects in Kenya.” *International Journal of Project Management* 32(3):492–507. doi: 10.1016/j.ijproman.2013.07.005.
 134. Niazai, Ghulam Abbas, and Kassim Gidado. 2012. “Causes of Project Delay in the Construction Industry in Afghanistan.” in *Proceedings of EPPM 2012 International Conference on Engineering, Project and Production Management*.
 135. Norme FD X50-115. “Le management de projet. Présentation générale.”, Éd Décembre 2001, AFNOR.

136. Norme AFNOR X50-105. AFITEP-AFNOR 1991
137. Nyoni, Thabani. 2018. "An Empirical Assessment of Causes & Effects of Delay in Residential Construction Projects In." *International Journal of Advances in Engineering & Scientific Research* 5(1):34–46.
138. Nyoni, Thabani, and Wellington G. Bonga. 2017. "Towards Factors Affecting Delays in Construction Projects: A Case for Zimbabwe." *Journal of Economics* 2(1):12–28.
139. Obodoh, D. 2016. "Causes and Effects of Construction Project Delays in Nigerian Construction Industry." *IJISSET -International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology* 3(5):65–84.
140. Ojoko.E.O., Tanko.B.L., Ojoko.O, Enegbuma.W. L. 2016. "PROJECT DELAY CAUSES AND EFFECTS IN THE CONSTRUCTION CONSTRUCTION INDUSTRY." *Igcsh2016* 4(January 2017):1–12.
141. Olawale, Yakubu, and Ming Sun. 2015. "Construction Project Control in the UK: Current Practice, Existing Problems and Recommendations for Future Improvement." *International Journal of Project Management* 33(3):623–37. doi: 10.1016/j.ijproman.2014.10.003.
142. Omoregie, a, and D. Radford. 2006. "Infrastructure Delays and Cost Escalation: Causes and Effects in Nigeria." *Proceeding of Sixth International Postgraduate Research Conference Netherlands, Delft University of Technology* 79–93.
143. Oshungade, Oluwaseun O., and Deon Kruger. 2017. "A Comparative Study of Causes and Effects of Project Delays and Disruptions in Construction Projects in the South African Construction Industry." *Journal of Construction Engineering and Project Management* 7(1):13–25. doi: 10.6106/jcepm.2017.3.30.013.
144. Oslakovic, Irina Stipanovic, Kenneth Gavin, and Meho Saša Kovačević. 2016. "DeveloPiNg DeCiSioN SuPPoRT ToolS foR RAil INFRASTRuCTuRe MANAgeRS." in *Proceedings of the International Conference on Road and Rail Infrastructure CETRA*.
145. Othman, Azlan, and Syuhaida Ismail. 2014. "Delay in Government Project Delivery in Kedah, Malaysia." *Recent Advances in Civil Engineering and Mechanics* 248–54.
146. Owolabi, J. D., L. M. Amusan, C. O. Oloke, O. Olusanya, P. Tunji-Olayeni, OwolabiDele, PeterJoy, and OmuhIganatious. 2014. "Causes and Effects of Delay on Project Construction Delivery Time." *International Journal of Education and Research* 2(4):197–208.
147. Paz, Juan Camilo, David Rozenboim, Álvaro Cuadros, Sandra Cano, and John Willmer Escobar. 2018. "A Simulation-Based Scheduling Methodology for Construction Projects Considering the Potential Impacts of Delay Risks." *Construction Economics and Building* 18(2):41–69. doi: 10.5130/AJCEB.v18i2.5842.
148. Pellerin, Robert, and Nathalie Perrier. 2019. "A Review of Methods, Techniques and Tools for Project Planning and Control." *International Journal of Production Research* 57(7):2160–78. doi: 10.1080/00207543.2018.1524168.

149. Peng, Gao, Feng Junwen, and Wang Huating. 2007. "Grey Critical Chain Project Scheduling Technique and Its Application." *Canadian Social Science* 3(3):35–41.
150. PMI. 2017. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBok Guide)* (6th ed.). Project Management Institute, Newtown Square, Pennsylvania.
151. PMI. 2013. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBok Guide)* (5th ed.). Project Management Institute, Newtown Square, Pennsylvania.
152. Pollack, Julien, Jane Helm, and Daniel Adler. 2018. "What Is the Iron Triangle, and How Has It Changed?" *International Journal of Managing Projects in Business* 11 (2): 527–47. <https://doi.org/10.1108/IJMPB-09-2017-0107>.
153. Pourroostam, Towhid, and Amiruddin Ismail. 2011. "Significant Factors Causing and Effects of Delay in Iranian Construction Projects." *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 5(7):450–56.
154. Ramanathan, Chidambaram, S. P. Narayanan, and Arazi B. Idrus. 2012. "Construction Delays Causing Risks on Time and Cost - A Critical Review." *Australasian Journal of Construction Economics and Building* 12(1):37–57. doi: 10.5130/ajceb.v12i1.2330.
155. Ramli, Mohd Zakwan, Marlinda Abdul Malek, Baizura Hamid, Nursyadzatul Tasnim Roslin, Mohd Eqwan Mohd Roslan, Shuhairy Norhisham, and Mohd Firdaus Mohd. 2018. "Influence of Project Type, Location and Area towards Construction Delay: A Review on Significance Level of Delay Factors." *International Journal of Engineering and Technology(UAE)* 7(4):392–99. doi: 10.14419/ijet.v7i4.35.22769.
156. Rashid, Yahya. 2020. "Analysis of Delay Factors and Their Effects on Construction Projects." *Management Science Letters* 10(6):1197–1204. doi: 10.5267/j.msl.2019.11.039.
157. Raymond-Alain Thiétart. 1986. "Le Management que je sais-je, PUF, 1986."
158. Richard Adeline 2006. « Gestion de Projet » Master1 LEA UFR de Langues. Université Nantes France
159. Rohani, Mohammad, Mizi Fan, and Chuck Yu. 2014. "Advanced Visualization and Simulation Techniques for Modern Construction Management." *Indoor and Built Environment* 23(5):665–74. doi: 10.1177/1420326X13498400.
160. Ronald, A. S. Manlian, and Hendra Lumbantoruan. 2019. "Analysis of Project Cost Management Indicators at Residential Buildings (Case Study: Building Construction Project in Rusun Penggilingan Jakarta)." P. 12044 in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 508. IOP Publishing.
161. Ruqaishi, Mohammed, and Hamdi A. Bashir. 2015. "Causes of Delay in Construction Projects in the Oil and Gas Industry in the Gulf Cooperation Council Countries: A Case Study." *Journal of Management in Engineering* 31(3):05014017. doi: 10.1061/(asce)me.1943-5479.0000248.
162. Sabeghi, Narjes, Hamed R. Tareghian, Erik Demeulemeester, and Hasan Taheri. 2015. "Determining the Timing of Project Control Points Using a Facility Location Model and

- Simulation.” *Computers & Operations Research* 61:69–80.
163. Salah, Abdullahi, and Moalim Ahmed. 2018. “Causes and Effect of Delay on Construction Project Delivery Time in Somalia : Hanad Construction & General Trading Company Case Study.”
 164. Salam-Abdel. 2008. “Interpreting Multiple Regression : A Short Overview.” 1–77.
 165. Salhi, R. Messaoudi,K and Sassi Boudemagh. 2018. Identification of Factors Causing Delays in Construction Projects in Algeria. *European Journal of Engineering and Formal Sciences*, 1(1), 35–40. <https://doi.org/10.26417/ejef.v2i1.p7-12>
 166. Samarghandi, Hamed, Seyed Mohammad Moosavi Tabatabaei, Pouria Taabayan, Ahmad Mir Hashemi, and Keith Willoughby. 2016. “Studying the Reasons for Delay and Cost Overrun in Construction Projects: The Case of Iran.” *Journal of Construction in Developing Countries* 21(1):51–84. doi: 10.21315/jcdc2016.21.1.4.
 167. Sambasivan, Murali, and Yau Wen Soon. 2007. “Causes and Effects of Delays in Malaysian Construction Industry.” *International Journal of Project Management* 25(5):517–26. doi: 10.1016/j.ijproman.2006.11.007.
 168. Sangroungrai, Supakan, Pichit Sukchareonpong, and Suwitchaporn Witchakul. 2018. “Engineering, Procurement and Construction (EPC) Project Management for Reducing Cost and Time: A Case Study of Petrochemical Plant.” Pp. 402–6 in 2018 5th International Conference on Business and Industrial Research (ICBIR). IEEE.
 169. Santos, J. Reynaldo A. 1999. “Cronbach’s Alpha: A Tool for Assessing the Reliability of Scales.” *Journal of Extension* 37(2):1–5.
 170. Santoso, Djoen San, and Sothy Soeng. 2016. “Analyzing Delays of Road Construction Projects in Cambodia: Causes and Effects.” *Journal of Management in Engineering* 32(6):05016020. doi: 10.1061/(asce)me.1943-5479.0000467.
 171. Saunders, M., P. Lweis, and A. Thornhill. 2016. *Research Methods for Business Students*.
 172. Schober, Patrick, Christa Boer, and Lothar A. Schwarte. 2018. “Correlation Coefficients: Appropriate Use and Interpretation.” *Anesthesia and Analgesia* 126(5):1763–68. doi: 10.1213/ANE.0000000000002864.
 173. Senouci, Ahmed, Alaa Ismail, and Neil Eldin. 2016. “Time Delay and Cost Overrun in Qatari Public Construction Projects.” *Procedia Engineering* 164:368–75. doi: 10.1016/j.proeng.2016.11.632.
 174. Sepasgozar, Samad M. E., Reyhaneh Karimi, Sara Shirowzhan, Mohammad Mojtahedi, Sabbar Ebrahimzadeh, and David McCarthy. 2019. *Delay Causes and Emerging Digital Tools: A Novel Model of Delay Analysis, Including Integrated Project Delivery and PMBOK*. Vol. 9.
 175. Serani, Nesru, Dusso Tadele, and Wodaje Bayeh. 2020. “The Causes and Effects of Delay of Building Construction in Ethiopia, Southern Nation Nationalities of People Region in Gurage Zone (Case of Wolkite Town).” *Civil and Environmental Research* 12(1):12–21. doi:

10.7176/cer/12-1-02.

176. Shivambu, Kitshembiso, and Wellington Didibhuku Thwala. 2019. "Assessment of the Delays in the Delivery of Public Sector Projects in South Africa BT - Intelligent Human Systems Integration 2019." Pp. 902–8 in, edited by W. Karwowski and T. Ahram. Cham: Springer International Publishing.
177. Shr, Jin Fang, and Wei Tong Chen. 2006. "Functional Model of Cost and Time for Highway Construction Projects." *Journal of Marine Science and Technology* 14(3):127–38.
178. Sohu, S., A. H. Abdullah, S. Nagapan, T. A. Rind, and A. A. Jhatial. 2019. "Controlling Measures for Cost Overrun Causes in Highway Projects of Sindh Province." *Engineering, Technology & Applied Science Research* 9(3):4276–80. doi: 10.48084/etasr.2749.
179. Soliman, Ehab. 2017. "Construction Projects Delay Causes-Economical and Industrial Effect." (March).
180. Soomro Ahmed, Faheem, Muhammad Jaffar, Abdul Fattah Chandio, Samiullah Sohu, and Rizwanullah Soomro. 2019. "Causes of Time Overrun in Construction of Building Projects in Pakistan." *Engineering Technology & Applied Science Research* 9(1):3762–64.
181. Srdić, Aleksandar, and Jana Šelih. 2015. "Delays in Construction Projects: Causes and Mitigation." *Organization, Technology & Management in Construction: An International Journal* 7(3):1383–89. doi: 10.5592/otmcj.2015.3.5.
182. Staub-French, Sheryl, Angelique Pilon, Erik Poirier, Azadeh Fallahi, Mohamed Kasbar, Francisco Calderon, Zahra Teshnizi, and Thomas Froese. 2021. "Construction Process Innovation on Brock Commons Tallwood House." *Construction Innovation*.
183. Stump. 2000. "Schedule Delay Analysis."
184. Sunjka B.P and Jacob U. 2013. "SIGNIFICANT CAUSES AND EFFECTS OF PROJECT DELAYS IN THE NIGER DELTA REGION, NIGERIA." *SAIIE25 Proceedings*, 9th – 11th of July 2013, Stellenbosch, South Africa © 2013 SAIIE SIGNIFICANT (July):1–18.
185. Sweis, G., R. Sweis, A. Abu Hammad, and A. Shboul. 2008. "Delays in Construction Projects: The Case of Jordan." *International Journal of Project Management* 26(6):665–74. doi: 10.1016/j.ijproman.2007.09.009.
186. Tafazzoli, Mohammadsoroush, and Pramen P. Shrestha. 2017. "Investigating Causes of Delay in U.S. Construction Projects." *Investigating Causes of Delay in U.S. Construction Projects* (March):611–21.
187. Tahir, M. M., N. A. Haron, A. H. Alias, A. N. Harun, I. B. Muhammad, and D. L. Baba. 2018. "Improving Cost and Time Control in Construction Using Building Information Model (Bim): A Review." *Pertanika Journal of Science and Technology* 26(1):21–36.
188. Thompson, B., & Borrello, G. M. (1985). The importance of structure coefficients in regression research. *Educational and psychological measurement*, 45(2), 203-209.
189. Trauner, Ted J. 2009. *Construction Delays: Understanding Them Clearly, Analyzing Them*

Correctly. Butterworth-Heinemann.

190. Trigunarsyah, Bambang. 2004. "Constructability Practices among Construction Contractors in Indonesia." *Journal of Construction Engineering and Management* 130(5):656–69. doi: 10.1061/(asce)0733-9364(2004)130:5(656).
191. Tom Morrison 2017. "The Importance of 5S in Lean Manufacturing". <https://www.heattreat.net/blogs/tom-morrison/2017/05/25/the-importance-of-5s-in-lean>
192. Velicer, W. F., & Fava, J. L. (1998). Affects of variable and subject sampling on factor pattern recovery. *Psychological Methods*, 3(2), 231.
193. Ullah, K., M. S. Khan, M. T. Lakhari, A. A. Vighio, and S. Sohu. 2018. "Ranking of Effects of Construction Delay: Evidence from Malaysian Building Projects." *Journal of Applied Engineering Sciences* 8(1):79–84. doi: 10.2478/jaes-2018-0011.
194. Wang, Jun, Weizhuo Sun, Wenchi Shou, Xiangyu Wang, Changzhi Wu, Heap Yih Chong, Yan Liu, and Cenfei Sun. 2015. "Integrating BIM and LiDAR for Real-Time Construction Quality Control." *Journal of Intelligent and Robotic Systems: Theory and Applications* 79(3–4):417–32. doi: 10.1007/s10846-014-0116-8.
195. Watson, Geoffrey S, and James Durbin. 1951. "Exact Tests of Serial Correlation Using Noncircular Statistics." *The Annals of Mathematical Statistics*, 446–51.
196. Wei, Kang Sik. 2010. "Causes, Effects and Methods of Minimizing Delays in Construction Projects Kang Sik Wei Universiti Teknologi Malaysia." (April):1–60.
197. Witkowski, Kazimierz, Janusz Sobiecki, Jaroslaw Maslinski, Wojciech Cieslinski, Andrzej Rokita, and Roman Maciej Kalina. 2016. "The Use of Augmented-Reality Technology to Improve Judo Techniques. Premises, Assumptions, Methodology, Research Tools, Preliminary Scenarios-the First Stage of the Study." *Archives of Budo* 12:355–67.
198. Wu, Jun, Dong Wang, and Liping Wang. 2015. "A Control Strategy of a Two Degrees-of-Freedom Heavy Duty Parallel Manipulator." *Journal of Dynamic Systems, Measurement and Control, Transactions of the ASME* 137(6):1–10. doi: 10.1115/1.4029244.
199. Yakubu Adisa Olawale and Ming Sun. 2010. "COST AND TIME CONTROL OF CONSTRUCTION PROJECTS: INHIBITING FACTORS AND MITIGATING MEASURES IN PRACTICE Yakubu Adisa Olawale, Ph.D., MCIOB and Ming Sun, Ph.D. (Professor)." *Construction Management and Economics* 28 (5)(2010):509–26.
200. Yang, Jyh Bin, and Shen Fen Ou. 2008. "Using Structural Equation Modeling to Analyze Relationships among Key Causes of Delay in Construction." *Canadian Journal of Civil Engineering* 35(4):321–32. doi: 10.1139/L07-101.
201. Yogita, Gajare, and Attarde Pankaj. 2015. "Assessment Of Significant Causes And Effects Of Delays On The Projects Completion Period Scientific Journal Impact Factor (SJIF): 1.711." *InternInternational Journal of Modern Trends in Engineering and Research* 02(02).
202. Yu, Dejian, Wanru Wang, Wenyu Zhang, and Shuai Zhang. 2018. "A Bibliometric Analysis

- of Research on Multiple Criteria Decision Making.” *Current Science* 114(4):747–58. doi: 10.18520/cs/v114/i04/747-758.
203. Yuan, Zhenmin, Yaowu Wang, and Chengshuang Sun. 2017. “Construction Schedule Early Warning from the Perspective of Probability and Visualization.” *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems* 32(1):877–88. doi: 10.3233/JIFS-161084.
204. Zemra, R. Boudouh, T. and Baheddi, M. 2019. “Causes of Schedule Delays in Construction Projects in Algeria.” *International Journal of Construction Management* 19(5):371–81. doi: 10.1080/15623599.2018.1435234.
205. Zidane, Youcef J. T., and BjØrn Andersen. 2018. “Causes of Delay and Their Cures in Major Norwegian Projects.” *Journal of Modern Project Management* 5(3):80–91. doi: 10.19255/JMPM01509.
206. Ziglari, Leily. 2017. “Interpreting Multiple Regression Results: β Weights and Structure Coefficients.” *General Linear Model Journal* 43 (2): 13–22. <https://doi.org/10.31523/glmj.043002.002>.

Annexes

Annexe A : Questionnaire 1

Les retards dans les projets de construction en Algérie

Dans le cadre de la formation doctorale en Management de projets –Génie civil- et pour des fins scientifiques ; ce questionnaire est mené pour déterminer les facteurs qui contribuent le plus au problème du retard qui a envahi d'une façon immense la majorité de projets en Algérie, pour pouvoir ensuite le gérer et le traité parce que « à tout problème qui persiste, il y a une cause qui se cache ». *Merci de bien vouloir remplir ce questionnaire*

1. Sexe

- ☐ Homme
- ☐ Femme

2. Age

- ☐ 20-25ans
- ☐ 25-40ans
- ☐ Plus de 40ans

3. Quelle est votre position

.....

4. Années d'expérience

- ☐ Moins de 5ans
- ☐ 5-10ans
- ☐ 10-15ans
- ☐ Plus de 15ans

5. Vous travaillez avec

- ☐ Maître d'ouvrage
- ☐ Maître d'œuvre
- ☐ Entreprise
- ☐ Autre

6. Quel est le type de projets entrepris par votre organisation

.....

7. Quels sont les logiciels que vous utilisez pour la planification de projets

.....

8. Est-ce que vous appliquez des techniques du contrôle de temps

- ☐ Rarement
- ☐ Souvent
- ☐ Toujours

9. Quel est le nombre de projets réalisés dans votre entreprise

.....

10. Quel est le nombre de projets retardés

.....

11. Le retard se trouve-t-il plus fréquent dans les projets

- ☐ De courte durée (moins d'un an)
- ☐ De durée moyenne (de 1 à 2 ans)
- ☐ De longues durées (plus de 2 ans)
- ☐ Ça n'a rien à voir avec la longueur de la durée initial

12. Le retard se trouve-t-il plus fréquent dans les projets

- ☐ De petite taille
- ☐ De taille moyenne
- ☐ De grande taille
- ☐ Tous types de projets

13. Mentionnez la fréquence d'occurrence de chacun de ces facteurs

Les facteurs du retard	La fréquence d'occurrence				
	Jamais	Rarement	parfois	fréquemment	toujours
1- Les difficultés financières					
2- Le processus financier					
3- Le financement de l'état					
4- Les perturbations dans la prestation des montants financiers					
5- La mauvaise estimation des charges					
6- La capacité des entreprises					
7- La fluctuation des prix					
8- Le retard de paiement progressif des situations mensuelles					
9- L'insuffisance de l'AP initial (autorisation du programme)					
10- L'absence des spécialistes dans la gestion économique					
11- Les intempéries					
12- La climatologie					
13- Les obstacles sur le terrain					
14- Les forces majeures					
15- Les accidents graves de travail					
16- Les imprévus sur chantier					
17- Les risques inattendus					
18- Le manque de main d'œuvre					
19- La main d'œuvre non qualifié					
20- Le mouvement du personnel (entré / sorti)					
21- Le manque de formation					
22- Les perturbations dans les approvisionnements					
23- Le manque de matériaux et de matériels					
24- L'absence de coordination entre les différents intervenants de projet					
25- La mauvaise relation entre les différents intervenants					
26- Le manque de communication					
27- Le manque de coordination entre le chef du projet et l'équipe d'exécution					
28- La lenteur dans les flux d'informations					
29- Les difficultés administratives (lenteur de la procédure de					

préparation des dossiers)					
30- L'attente d'approbation des plans					
31- Le retard d'approbation des attachements					
32- Le retard de signature du marché					
33- La non-notification des ODS à temps					
34- Les retards liés aux autorisations délivrées par l'administration et les organismes indépendants					
35- Le non-respect de la réglementation					
36- Les problèmes réglementaires (conflits entre les différents intervenants)					
37- Le changement des lois et de règlements gouvernementaux					
38- La mauvaise planification					
39- La durée globale du contrat est très courte					
40- Le manque global de la planification					
41- Le manque d'un planning prévisionnel avec phasage des tâches					
42- La mauvaise étude de faisabilité					
43- La faible productivité					
44- La mauvaise structuration de l'entreprise					
45- Le manque de méthodologie de gestion de projet dans l'entreprise					
46- La non-qualification des entreprises					
47- Le manque d'expérience des entrepreneurs					
48- Le manque d'expertise en matière de gestion de projet (planification, gestion des risques)					
49- La mauvaise gestion des ressources humaines					
50- La mauvaise gestion des moyens matériels					
51- La mauvaise gestion de site					
52- La mauvaise organisation du chantier					
53- La mal organisation de la main d'œuvre					
54- L'estimation inexacte du matériel					
55- Le mal choix de sous-traitant					
56- La faible performance des sous-traitants					
57- Les raisons liées à la gestion de la sous-traitance					
58- Le problème de qualité des travaux sur site					
59- Les problèmes techniques					
60- Le manque du suivi et du contrôle					
61- L'emploi informel de la main d'œuvre					
62- L'incompétence de la maîtrise d'ouvrage					
63- Des causes organisationnelles et décisionnelles					
64- Le type d'appel à la concurrence et d'attribution des offres					

65- Le principe du « moins disant » opéré dans le choix du contractant					
66- Le fait de ne pas amener l'étude de projet à sa maturation avant le démarrage des travaux de réalisation					
67- L'insuffisance des études préalables					
68- La mauvaise supervision					
69- La mauvaise programmation					
70- L'incompétence du maitre d'œuvre					
71- La mauvaise conception					
72- Le changement de la conception					
73- La non-qualification du maitre d'œuvre					
74- La mauvaise estimation quantitative					
75- Les mauvais gestionnaires de projets et la mauvaise gestion.					
76- La mauvaise gestion des contrats par le maitre d'œuvre					
77- Les études de projets sont imprécises					
78- Le degré de complexité de projet					
79- La modification du contrat de projet					
80- Les travaux supplémentaires					
81- Les marges consenties trop importantes sur certaines tâches et trop faibles sur d'autres					
82- La durée insuffisante de la préparation des offres					
83- Les travaux pour mémoire.					
84- Le problème dans la gestion des interfaces					

14. Mentionnez le degré de gravité de chacun de ces facteurs

Les facteurs du retard	Le degré de gravité				
	Faible	Moyenne	Grave	Très grave	Extrêmement grave
1- Les difficultés financières					
2- Le processus financier					
3- Le financement de l'état					
4- Les perturbations dans la prestation des montants financières					
5- La mauvaise estimation des charges					
6- La capacité des entreprises					
7- La fluctuation des prix					
8- Le retard de paiement progressif des situations mensuelles					
9- L'insuffisance de l'AP initial (autorisation du programme)					
10- L'absence des spécialistes dans la gestion économique					
11- Les intempéries					
12- La climatologie					
13- Les obstacles sur le terrain					
14- Les forces majeures					

15- Les accidents graves de travail					
16- Les imprévus sur chantier					
17- Les risques inattendus					
18- Le manque de main d'œuvre					
19- La main d'œuvre non qualifié					
20- Le mouvement du personnel (entré / sorti)					
21- Le manque de formation					
22- Les perturbations dans les approvisionnements					
23- Le manque de matériaux et de matériels					
24- L'absence de coordination entre les différents intervenants					
25- La mauvaise relation entre les différents intervenants					
26- Le manque de communication					
27- Le manque de coordination entre le chef du projet et l'équipe d'exécution					
28- La lenteur dans les flux d'informations					
29- Les difficultés administratives (lenteur de la procédure de préparation des dossiers)					
30- L'attente d'approbation des plans					
31- Le retard d'approbation des attachements					
32- Le retard de signature du marché					
33- La non-notification des ODS à temps					
34- Les retards liés aux autorisations délivrées par l'administration et les organismes indépendants					
35- Le non-respect de la réglementation					
36- Les problèmes réglementaires (conflits entre les différents intervenants)					
37- Le changement des lois et de règlements gouvernementaux					
38- La mauvaise planification					
39- La durée globale de contrat est très courte					
40- Le manque global de la planification					
41- Le manque d'un planning prévisionnel avec phasage des tâches					
42- La mauvaise étude de faisabilité					
43- La faible productivité					
44- La mauvaise structuration de l'entreprise					
45- Le manque de méthodologie de gestion de projet dans l'entreprise					
46- La non-qualification des entreprises					
47- Le manque d'expérience des entrepreneurs					
48- Le manque d'expertise en matière de gestion de projet (planification, gestion des risques)					
49- La mauvaise gestion des ressources humaines					
50- La mauvaise gestion des moyens matériels					

51- La mauvaise gestion de site					
52- La mauvaise organisation du chantier					
53- La mal organisation de la main d'œuvre					
54- L'estimation inexacte du matériel					
55- Le mal choix de sous-traitant					
56- La faible performance des sous-traitants					
57- Les raisons liées à la gestion de la sous-traitance					
58- Le problème de qualité des travaux sur site					
59- Les problèmes techniques					
60- Le manque du suivi et du contrôle					
61- L'emploi informel de la main d'œuvre					
62- L'incompétence de la maîtrise d'ouvrage					
63- Des Causes organisationnelles et décisionnelles					
64- Le type d'appel à la concurrence et d'attribution des offres					
65- Le principe du « moins disant » opéré dans le choix du contractant					
66- Le fait de ne pas amener l'étude de projet à sa maturation avant le démarrage des travaux de réalisation					
67- L'insuffisance des études préalables					
68- La mauvaise supervision					
69- La mauvaise programmation					
70- L'incompétence du maître d'œuvre					
71- La mauvaise conception					
72- Le changement de la conception					
73- La non-qualification du maître d'œuvre					
74- La mauvaise estimation quantitative					
75- Les mauvais gestionnaires de projets et la mauvaise gestion.					
76- La mauvaise gestion de contrat par le maître d'œuvre					
77- Les études de projet sont imprécises					
78- Le degré de complexité de projet					
79- La modification du contrat de projet					
80- Les travaux supplémentaires					
81- Les marges consenties trop importantes sur certaines tâches et trop faibles sur d'autres					
82- La durée insuffisante de la préparation des offres					
83- Les travaux pour mémoire.					
84- Le problème dans la gestion des interfaces					

Annexe B : Questionnaire 2

Les effets du retard dans les projets de construction en Algérie

Ce questionnaire est mené pour déterminer les effets du retard dans les projets de construction en Algérie

Merci de bien vouloir remplir ce questionnaire

1. Sexe

- ☐ Homme
- ☐ Femme

2. Age

- ☐ 20-25ans
- ☐ 25-40ans
- ☐ Plus de 40ans

3. Quelle est votre position

- ☐ Architecte
- ☐ Ingénieur
- ☐ Manager de projet
- ☐ Planificateur de projet
- ☐ Autre (veuillez préciser).....

4. Années d'expérience

- ☐ Moins de 5ans
- ☐ 5-10ans
- ☐ 10-15ans
- ☐ Plus de 15ans

5. Vous travaillez avec

- ☐ Maître d'ouvrage
- ☐ Maître d'œuvre
- ☐ Entreprise
- ☐ Autre (veuillez préciser).....

6. Vous travaillez dans un secteur

- ☐ Publique
- ☐ Privé
- ☐ Autre (veuillez préciser).....

7. À votre avis, quelle est la partie responsable des retards?

- ☐ Entrepreneur
- ☐ Maître d'œuvre
- ☐ Maître d'ouvrage
- ☐ Autre (veuillez préciser).....

8. Quel est le pourcentage de dépassement de temps dans vos projets

- ☐ 0%
- ☐ [1- 25% [
- ☐ [25-50% [
- ☐ [50-75% [
- ☐ [75-100% [
- ☐ Plus de 100%

9. Quelles sont les méthodes d'estimation du temps que vous connaissez ?

.....

.....

.....

10. Quelles sont les techniques du contrôle de temps que vous connaissez ?

.....

.....

.....

11. Quelles sont vos recommandations pour minimiser les retards dans les projets de construction

.....

.....

.....

.....

12. Classez ces effets en fonction de leur importance

Effet du retard	Très faible	Faible	Moyen	Important	Très important
Dépassement du budget					
Coût supplémentaire d'équipement et de la main-d'œuvre accrue					
Immobilisation du capital du client en raison de l'inachèvement du projet					
Impact négatif sur l'économie du pays					
Vieillessement du projet avant sa livraison					
Dépassement du temps					
Retardement du début de fonctionnement et de l'utilisation de l'espace					
Impact sur la qualité finale de l'ouvrage					
Impact sur la durabilité de l'ouvrage					
Gaspillage et sous-utilisation des ressources humaines et matériels					
Réduction de la marge bénéficiaire des entreprises					
Défaillance de l'entreprise					
Pénalité de retard sur l'entreprise					
Mauvaises relations publiques					
Problème sociaux surtout dans le cas des logements					
Perte de croyance des citoyens					
Perception négative du public					
Insatisfaction de toutes les parties impliquées					
Frustration des différents intervenants dans le projet					
Contentieux et réclamations					
Dispute entre les parties impliquées					
Perte de productivité					
Perte d'emploi et de revenue					
Suspension du travail					

Perturbation du travail					
Résiliation du contrat					
Abandon total					
Perturbation du programme					
Echec de projet					
Non atteint des objectifs					
Impact négatif sur l'image de la ville					

Annexe C : Données projets

Intitulé	Commune	Surface M ²	Inscription	Durée d'étude	Début de travaux	Durée planifiée	Durée réelle	Coût
Réalisation d'un célibatorium à ZI palma Constantine	Constantine	1480	10.07.2006	30	21.10.2007	365	2172	80000000
Réalisation d'une base de vie (SPF) à l'Aéroport Med Boudiaf avec acquisition de groupe électrogène Constantine	El-khroub	1220	25.08.2007	15	25.07.2009	517	1407	118000000
Réalisation d'un Service Régional de Police Judiciaire SRPJ à ZI Plama Constantine	Constantine	1150	25.08.2007	21	12.11.2008	426	1784	130000000
Réalisation d'une Brigade Régionale de Recherche et de Lutte Contre l'Immigration Clandestine à Ain El-Bey Constantine	El-khroub	1220	25.08.2007	30	20.05.2008	152	1930	107000000
étude et réalisation d'une salle Omnisport au profit des Services de la Sûreté Nationale à ZI palma Constantine	Constantine	1350	25.08.2007	30	01.05.2010	304	1310	85000000
Réalisation d'un Service de Wilaya des Renseignements Généraux SWRG à Boussouf ZI Palma Constantine	Constantine	2661	15.02.2010	45	01.11.2010	426	1826	100000000
Réalisation d'une Sûreté Urbaine (IM) à Bekira Hama Bouziane	Hamma Bouziane	1460	16.02.2012	30	01.03.2013	365	1604	98000000
Réalisation d'une Sûreté Urbaine (IM) à Benchergui Constantine	Constantine	1460	22.02.2012	21	01.11.2012	182	699	79400000
Réalisation d'une Sûreté de Daira à la nouvelle ville Ali Mendjli -UV 13-Constantine	El-khroub	3200	15.02.2012	45	01.12.2012	730	2783	300000000
Réalisation d'une Sûreté Urbaine à la nouvelle ville Ali Mendjli -UV 17-Constantine	El-khroub	1460	15.02.2012	21	01.05.2013	234	1035	60000000
Réalisation d'une Sûreté Urbaine à la nouvelle ville Ali Mendjli -UV 18-Constantine	El-khroub	1460	15.02.2012	21	01.05.2013	152	1035	58500000
Réalisation d'une Sûreté Urbaine à la nouvelle ville Ali Mendjli -UV 19-Constantine	El-khroub	1460	15.02.2012	30	01.02.2013	234	1124	59000000
Réalisation d'une Brigade Mobile de Police Judiciaire BMPJ au Khroub	El-khroub	2450	16.02.2012	30	01.12.2013	152	1871	149000000
Réalisation d'un centre des impôts CDI type 1 à	Constantine	3000	18.09.2007	45	01.10.2008	826	2341	112000000

constantine								
Réalisation d'une chambre territoriale"la cours des comptes à constantine	Constantine	2700	18.10.2008	45	01.04.2010	517	2161	64450000
Réalisation d'un centre foncier intercommunal à EL-Khroub	El-khroub	1420	01.12.2010	45	01.09.2012	243	1402	60000000
Réalisation de la 2eme tranche de direction régionale des douanes à Constantines	Constantine	2600	12.05.2003	45	01.04.2011	547	1902	84750000
Réalisation d'un siège de direction régionale de l'emploi-Zonne industrielle-Boussouf- Constantine	Constantine	1500	18.10.2008	45	01.08.2008	365	2953	80000000
Réalisation d'un centre de proximité des impôts CDI à Didouche	Didouche Mourad	2000	12.10.2010	45	01.08.2009	608	2283	75000000
Groupe Scolaire type D (12 classes A) à l'UV 19 Site 2 Ali Mendjli Constantine	El-khroub	1387	30.11.2011	30	01.04.2013	213	490	106681028
Groupe scolaire type C à l'UV04 Ali Mendjli Constantine	El-khroub	1112	19.02.2012	45	01.04.2013	243	1368	101467153
Groupe Scolaire type D à l'UV18-site1- Ali Mendjli Constantine	El-khroub	1387	30.11.2011	65	31.12.2012	213	849	99961133
Groupe Scolaire type D à l'UV18 Ali Mendjli Constantine	El-khroub	1387	10.03.2013	10	03.10.2013	243	1448	104619779
Groupe scolaire type à l'UV 2 Ali mendjli	El-khroub	1387	25.06.2012	45	15.04.2013	243	1777	55090155
Groupe scolaire type D à l'UV 13 Ali mendjli	El-khroub	1387	30.12.2012	30	30.06.2013	182	1286	116792025
Groupe scolaire type D à l'UV 5 Ali mendjli	El-khroub	1387	25.06.2012	30	27.05.2013	243	1561	107860597
Groupe scolaire type D à l'UV19 Ali mendjli Constantine	El-khroub	1387	25.06.2012	15	02.01.2013	243	909	117341119
Groupe scolaire type D à l'UV 18 Ali mendjli Constantine	El-khroub	1387	25.06.2012	45	09.07.2013	213	1880	2180000
Collège base 7 à UV 14-Ali mendjeli	El-khroub	2600	30.12.2011	45	01.09.2012	304	365	220000000
Collège base 7 à UV 17-Ali mendjeli	El-khroub	3000	30.12.2011	45	01.05.2013	304	488	266500000
Collège bse 7 à UV 18- Ali mendjeli	El-khroub	2750	30.12.2011	45	01.08.2013	304	396	200000000
Collège base 7 à UV 19- Ali mendjeli	El-khroub	2545	30.12.2011	45	01.12.2012	304	639	230000000
Réalisation de Lycée (1000/300) à la Nouvelle ville UV16	El-khroub	3627	18.02.2007	30	01.12.2010	365	640	413559000
Réalisation d'un lycée(1000/300)Massinissa khroub	El-khroub	3627	03.01.2010	45	01.08.2011	152	1188	892393792
Réalisation d'un lycée(1000/300) Khroub Centre	El-khroub	3627	03.01.2010	45	01.08.2012	304	365	892393792

Réalisation d'un lycée(1000/300) Zouaghi Ain El-Bey Cne	Constantine	3627	03.01.2010	25	01.08.2012	243	761	98046559,84
Etude d'adaptation pour la construction d'un Lycée type 800 à Didouche Mourad	Didouche Mourad	2258	30.12.2011	45	31.12.2012	207	253	410000000
Etude d'adaptation pour le Remplacement du Lycée (1000/300) Hacene Boudjenana à Constantine	Constantine	3627	12.12.2011	45	01.08.2011	334	1127	388480000
Etude d'adaptation pour le Remplacement du Lycée (1000/300) Saadi Tahar Harat à Constantine	Constantine	3627	12.12.2011	45	01.01.2016	243	639	356480000
Réalisation d'un Lycée (1000/300) à la Nouvelle ville Ali Mendjeli UV15	El-khroub	5115	30.12.2011	45	07.04.2013	365	512	469350000
Réalisation de Lycée 1000/300 à la Nouvelle ville Ali Mendjeli UV20	El-khroub	3627	30.12.2011	45	01.02.2013	365	600	470000000
Etude et suivi pour Réalisation d'un Lycée 1000/300R à H.Bouziane(bekira superieur)	Hamma Bouziane	2258	19.02.2012	45	01.12. 2013	243	1370	424795000
Etude et suivi d'un Lycée 800.200R à la Nouvelle ville Ali Mendjeli UV14	El-khroub	3627	19.02.2012	45	01.03.2014	184	184	455600000
Réalisation d'un Lycée 1000/300R à Ain Smara Constantine	Aïn Smara	3627	10.03.2013	70	29.11.2015	213	711	525079000
Réalisation de 160 logts au profit de l'ESPR à la Nouvelle ville Ali mendjli Constantine	El-khroub	9000	21.11.2012	30	03.12.2013	730	1609	840000000
Réalisation de 30/120/1390 Logements Sociaux Participatifs UV13 Nouvelle ville Ali Mendjli	El-khroub	2700	01.04.2013	30	28.08.2014	608	621	267520955
Réalisation de 40/160 logements universitaire à la Nouvelle ville Ali Mendjli	El-khroub	2470	01.04.2013	30	28.08.2014	608	958	280000000
Gare routière à Ville Nouvelle Ali Mendjeli Constantine	El-khroub	2700	01.07.2001	70	30.12.2009	486	1706	275574639
Cour de justice	Constantine	3464	03.12.2008	60	24.04.2013	974	2843	1553077626
Réalisation d'une Sûreté Urbaine à la nouvelle ville Ali Mendjli -UV 2-Constantine	El-khroub	1460	16.02.2012	30	01.12.2013	365	1858	127600000
Réalisation d'une Sûreté Urbaine à la nouvelle ville Ali Mendjli -UV 5-Constantine	El-khroub	1460	15.02.2012	20	01.07.2013	234	1913	59000000
Réalisation d'une Sûreté Urbaine à la nouvelle ville Ali Mendjli -UV 8-Constantine	El-khroub	1460	15.02.2012	30	01.09.2012	234	1788	58000000
Réalisation d'une Sûreté Urbaine à la nouvelle ville Ali Mendjli -UV 15-Constantine	El-khroub	1460	15.02.2012	30	01.08.2013	234	1454	59500000

Groupe Scolaire type D (12 classes A) à l'UV 14 Ali Mendjli Constantine	El-khroub	1380	30.11.2011	30	31.12.2012	243	531	102987659
Groupe scolaire type C à l'UV10 Ali Mendjli Constantine	El-khroub	1113	19.02.2012	15	23.05.2013	214	466	34830432
Collège base 7 à Hamma bouziane	Hamma Bouziane	2527	12.12.2011	45	01.12.2012	243	243	200000000
Collège base 7 à Hricha Amar-Ain Smara-	Ain Smara	2560	20.12.2011	45	01.04.2012	213	487	217380000
Réalisation d'un lycée (800/200) à Hamma Bouziane	Hamma Bouziane	2258	03.01.2010	45	01.12.2015	365	1012	291005855
Réalisation d'un Lycée 1000 à la Nouvelle ville Ali Mendjeli UV 19	El-khroub	3627	12.12.2011	45	01.08.2011	273	731	466500000
Etude d'adaptation pour la construction d'un Lycée 1000 à la Nouvelle ville Ali Mendjeli UV 17	El-khroub	3627	12.12.2011	45	01.08. 2011	334	731	466500000
Réalisation de 150/200 logements sociaux participatifs à la Nouvelle ville Ali mendjli Constantine	El-khroub	8460	18.10.2008	30	22.03.2010	608	1140	802562865

(Source : DEP Constantine+ traitement d'auteur)



CIVIL AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING REPORTS

E-ISSN 2450-8594

CEER 2021; 31 (2): 0218-0254

DOI: 10.2478/ceer-2021-0027

Original Research Article

**THE EFFECTS OF DELAYS IN ALGERIAN
CONSTRUCTION PROJECTS: AN EMPIRICAL STUDY**

Roumeissa SALHI¹, Karima MESSAOUDI²

Department of Civil Engineering, LMGHU Laboratory, University 20 août 1955-Skikda,
Algeria

Abstract

This paper examines the effects of delays in the Algerian construction industry in order to identify the various critical aspects of the causes for improving the economy in the construction sector. A questionnaire survey was conducted to assess the perceptions of all players in the construction industry, which led to the identification of the most significant impacts of delays. The results show that ten main effects of delays in the construction sector are at the origin of many constraints that have a negative impact on the economy of the country. Further, the factor analysis technique was performed to categorize the identified effects into main groups, and it yielded 5 groups (factors). As an important contribution, the relationship between these groups was tested using the SMART-PLS, and a structural model has been developed. Also, a comparative study with other previous works on the most critical effect of delays in construction projects has been conducted and the results show that the main effects of delays in the construction industry are at the root of many constraints in reaching and achieving the objectives.

Keywords: construction management, construction delay, effects of delay, time control, Algeria, SMART-PLS

¹Corresponding author: Department of Civil Engineering, LMGHU Laboratory, University 20 Août 1955, BP. 26, El-Hadaiek Street, 21 000, Skikda, Algeria meissa.constantine@gmail.com, +213 7 90 86 63 82