

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

LA GESTION DE PROJET D'UNE CHAUSSÉE EN ENROBÉ DANS LE BUT
D'AUGMENTER SA PÉRENNITÉ

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

PAR
ALEXANDRE MORIN

OCTOBRE 2022

Avertissement

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

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

SOMMAIRE

Ce travail de recherche a pour but de fournir une meilleure compréhension du comportement avant et après-projet d'une chaussée souple en enrobé bitumineux par les gestionnaires, ce qui pourra être analysé par la communauté scientifique dans ce domaine lors de l'avant-projet des futurs grands axes routiers

Le cadre de la recherche tente plus précisément d'améliorer la relation d'une gestion d'une chaussée en enrobé bitumineux, ce qui permettra au gestionnaire de projet de garantir au client ou à son organisme une meilleure longévité et une diminution des coûts d'entretien.

Cette recherche est née à la suite du constat suivant : un fort taux de défaillance après quelques années d'utilisation des routes et des méthodes de réparation.

Ces éléments seront répartis en 4 domaines clés permettant aux lecteurs et à la communauté scientifique de bien comprendre et de cibler les lacunes omniprésentes dans le processus de fabrication et d'installation d'une chaussée en enrobé bitumineux. Cette affirmation sera motivée par les facteurs clés de succès dans sa gestion et par l'identification et la classification d'un projet routier ayant été déficient. Par ailleurs, les parties prenantes de sa gestion seront explicitées et finalement, une analyse sera fondée sur le cycle de vie d'un projet de route en enrobé bitumineux.

Ce document est divisé en cinq chapitres et chaque chapitre en sections. Le premier chapitre présente la partie introductive qui relate le contexte de l'étude, la problématique et les objectifs de la recherche. Le deuxième chapitre développe le cadre théorique par la revue de littérature, le troisième fait mention de la méthodologie envisagée pour aboutir aux objectifs de cette étude, le quatrième chapitre présente et discute des données collectées et finalement, le cinquième chapitre consolide les conclusions de cette recherche et présente les recommandations.

Mots clés : gestion de projet, défaillance, cycle de vie, performance, pérennité, fissuration, déformation, coût, client, main-d'œuvre, surveillant, suivi de la qualité.

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE	III
LISTE DES TABLEAUX	VI
LISTE DES FIGURES	VII
REMERCIEMENT	IX
1 . PARTIE INTRODUCTIVE	1
1.1 INTRODUCTION DU SUJET ET DU CONTEXTE	1
1.2 PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE.....	4
1.3 PROBLÉMATIQUE SPÉCIFIQUE ET IDENTIFICATION DU CADRE CONCEPTUEL	5
1.4 LOCALISATION DE LA RECHERCHE DANS LE CHAMP DE RECHERCHE	8
1.5 OBJECTIFS ET QUESTIONS DE RECHERCHE.....	9
1.6 PÉRIMÈTRE DE LA RECHERCHE	11
2. REVUE DE LITTÉRATURE	13
IDENTIFIER LES FACTEURS CLÉS DE SUCCÈS DANS LA GESTION DE PROJET D'ENROBÉ BITUMINEUX.....	13
2.1.1 RQ1.1 : Que signifient les facteurs clés de succès d'un projet d'une route en enrobé bitumineux ?	13
2.1.2 RQ1.2 : Quels sont les principaux facteurs clés de succès d'un projet en enrobé bitumineux ?	14
2.2 OBJECTIF 2 : IDENTIFIER LA PÉRENNITÉ DE L'ENROBÉ	24
2.2.1 RQ1.3 : Que représente la pérennité de l'enrobé ?	24
2.2.2 RQ1.4 : Comment peut-on évaluer la pérennité d'un enrobé bitumineux ?	24
2.3 OBJECTIF 3 : IDENTIFIER LES PARTIES PRENANTES DE LA GESTION DE PROJET D'ENROBÉ	35
2.3.1 – QR1.5 : Quelle est la signification des parties prenantes ?.....	35
2.3.2 – QR1.6 : Quelles sont les principales parties prenantes d'un projet d'enrobé bitumineux ?	36
2.4 OBJECTIF 4 : DÉFINIR LE CYCLE DE VIE DE LA GESTION DE PROJET D'ENROBÉ	40
2.4.1 QR 1.7 : Qu'est-ce que le cycle de vie d'un projet d'une route d'enrobé bitumineux ?	40
2.4.2 QR 1.8 : Quel sont les cycles de vie de la gestion de projet?	40
2.5 HYPOTHÈSE ET CADRE CONCEPTUEL	43

2.5.1 Hypothèse 1 : Objectif 5 : Établir la relation entre la mise en œuvre et la pérennité ..	44
2.5.2 Hypothèse 2 : Objectif 6 : Établir l'influence du cycle de vie de la gestion de projet en enrobé bitumineux sur la relation entre facteurs clés de succès et pérennité	45
2.5.3 Hypothèse 3 : Objectif 7 : Établir l'influence des parties prenantes sur la relation entre facteurs clés de succès et la pérennité	46
2.5.4 Conclusion	47
3. APPROCHE MÉTHODOLOGIE	48
3.1 Positionnement de la recherche	48
3.2 Perspective de recherches et théories mobilisés	48
3.3 Niveau d'analyse et unité d'analyse	49
3.4 Approche de recherche	49
3.5 Design de recherche envisagé : Recherche mixte	50
3.6 Méthodes mobilisées	51
3.7 Techniques, plan et procédures de collecte et de traitement de données	51
4. PRÉSENTATION DES RÉSULTATS	52
5. DISCUSSION ET VÉRIFICATIONS DES HYPOTHÈSES	73
5.1 Hypothèse 1	73
5.2 Hypothèse 2	77
5.3 Hypothèse 3	78
6. CONCLUSION	81
6.1 Synthèse des résultats	81
6.2 Apport à la recherche	83
6.3 Limites	83
QUESTIONNAIRE	90
SECTION 1 : LES DONNÉES DÉMOGRAPHIQUES DES PROJETS	91
SECTION 2 : L'INFLUENCE DES PARAMÈTRES SUR LA PÉRENNITÉ.....	92
SECTION 3 : LA RELATION DES PARAMÈTRES ET LA PÉRENNITÉ MODÉRÉE PAR LES PARTIES PRENANTES.....	97
SECTION 4 : LA RELATION DES PARAMÈTRES ET PÉRENNITÉ MODÉRÉE PAR SON CYCLE DE VIE.....	102

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 – Tableau des pondérations	9
Tableau 2 – Bitume actuel et de remplacement	12
Tableau 3 – Objectifs et questions de recherche.....	16
Tableau 4 – Épaisseur des différentes chaussées	21
Tableau 5 – Grosseur du granulat souhaité.....	22
Tableau 6 – DJMA en fonction de la route en enrobé bitumineux.....	24
Tableau 7 – Résultat du confort au roulement	31
Tableau 8 – La saine gestion de la mise en oeuvre.....	50
Tableau 9 – Les cycles de vie.....	51
Tableau 10 – Les parties prenantes	52
Tableau 11 – Dégradation d’une chaussée	58
Tableau 12 – Fissuration	59
Tableau 13 – Déformation de la surface.....	61
Tableau 14 – Défauts de l’enrobé et perte du revêtement.....	62
Tableau 15 – Récapitulation des facteurs clés de succès les plus probants.....	63
Tableau 16 – Le personnel travaillant pour l’entreprise effectuant les travaux.....	64
Tableau 17 – Les représentants mandatés pour effectuer le contrôle du projet	65
Tableau 18 – Le client effectuant le paiement des travaux	67
Tableau 19 – Le personnel effectuant le suivi d’après projet	68
Tableau 20 –Récapitulation des influences les plus plausibles entre la pérennité et les facteurs clés de succès modérés par les parties prenantes	70
Tableau 21 – La conception.....	70
Tableau 22 – La planification.....	72
Tableau 23 – L’exécution.....	73
Tableau 24 – Le suivi après projet.....	75
Tableau 25 – Récapitulation des relations entre la définition des facteurs clés de succès du projet et sa pérennité modérée par son cycle de vie	76
Tableau 26 – Récapitulation des facteurs clés de succès les plus probants en lien avec la pérennité	77
Tableau 27 – Classification des facteurs de succès par ordre d’importance	79
Tableau 28 – Tableau des influences les plus plausibles entre la pérennité et les facteurs clés de succès modérés par les parties prenantes.....	80
Tableau 29 – Récapitulation des relations entre la définition des facteurs clés de succès du projet et sa pérennité modérée par son cycle de vie	81
Tableau 30 – Classification des facteurs clés de succès	83

LISTE DES FIGURES

Figure 1 – Formule d’un cycle de vie.....	8
Figure 2 – Diagramme de venn	15
Figure 3 – Cadre conceptuel préliminaire.....	15
Figure 4 – Nucléodensimètre.....	25
Figure 5 – Véhicule de transfert des matériaux	26
Figure 6 – Différence de température de l’enrobé avec et sans VTM.....	27
Figure 7 – Application d’un joint Crafcoc	29
Figure 8 – Schématisation des sollicitations	32
Figure 9 – Fissure transversale	35
Figure 10 – Fissure en piste de roues	35
Figure 11 – Fissure longitudinale.....	35
Figure 12 – Fissure de gel	36
Figure 13 – Fissure en carrelage	36
Figure 14 – Fissure de rive	36
Figure 15 – Ornière à rayon	39
Figure 16 – Affaissement	39
Figure 17 – Soulèvement différentiel	39
Figure 18 – Désordre du profil.....	40
Figure 19 – Désenrobage et arrachement.....	40
Figure 20 – Ressuage.....	40
Figure 21 – Pelade	41
Figure 22 – Nid-de-poule	41
Figure 23 – La relation des facteurs	45
Figure 24 – Cadre conceptuel final	49
Figure 25 – Dégradation d’une chaussée.....	58
Figure 26 – Fissuration	60
Figure 27 – Déformation de la surface	61
Figure 28 – Défauts de l’enrobé et perte de revêtement.....	63

REMERCIEMENTS

Je dédie ce travail à ma famille, plus particulièrement à ma conjointe et mes enfants. Par ailleurs, j'aimerais remercier tous mes anciens employeurs qui m'ont fourni des lettres de recommandation pour m'aider à être admis dans ce programme d'étude.

À mon père Guy Morin, qui a fait la navette entre les villes de Drummondville et Trois-Rivières pour une bonne partie de mes cours en présentiel.

À mon ami Mathieu Boisvert, pour m'avoir épaulé pendant plusieurs cours en présentiel.

À ma conjointe Araceli Boucher Turgeon, qui m'a laissé quitter le foyer familial à plusieurs reprises afin de cheminer dans le programme.

À mes enfants Annabelle, Elizabeth, Sébastien et Frédéric pour leur patience et leur compréhension envers mon absence lors de mon cheminement.

À Raphaëlle Morin – commis senior des études avancées de l'École de gestion de l'Université du Québec à Trois-Rivières – pour ses réponses rapides et ses conseils pendant mon cheminement scolaire.

Enfin, à mon codirecteur de recherche, professeur Alencar Soares Bravo, pour son soutien, sa tolérance ainsi que sa patience tout au long de l'écriture de ce mémoire.

1. PARTIE INTRODUCTIVE

1.1 INTRODUCTION DU SUJET ET DU CONTEXTE

Le transport routier représente un élément incontournable d'une société de notre époque. Au cours des années, les transports ont évolué afin de répondre aux nouveaux besoins grandissants des individus. Toutefois, cet élément exige nécessairement une route ainsi qu'une surface de roulement standardisée et prédéfinie (ASTM, 2012). Conséquemment, une gestion saine et efficace s'avère nécessaire afin d'accroître la pérennité du transport et ainsi diminuer ses coûts.

Il est fréquent qu'une chaussée présente des fissures après deux ou trois ans en raison d'une mauvaise application de l'enrobé bitumineux et d'une mauvaise gestion du projet en général. De ce fait, plusieurs dégradations sont devenues visibles sur des réseaux routiers. Certains cas ont été notamment recensés aux États-Unis (Kandhal et Rickards, 2001), et plusieurs nids-de-poule ont été étudiés en France (Vulcano-Greullet, Kerzreho, Mauduit et Chabot, 2010).

Des critères de sélection doivent être proposés par le gestionnaire de projet afin d'accentuer la pérennité d'un ouvrage en enrobé bitumineux, notamment son coût à la construction, son coût d'entretien et, finalement, l'augmentation du flux de circulation prévisible. Cette évaluation exhaustive doit aussi être réalisée sur une cinquantaine d'années. On nomme cette étude « l'analyse des coûts globaux et de sa durée de vie », ou LCCA (Life Cycle Cost Analysis) en anglais. Bien que l'augmentation du volume de la circulation soit en partie imprévisible et inprogrammable par le gestionnaire de projet, la construction ainsi que son entretien sont nettement plus prévisibles, ce qui permet d'en faire une meilleure évaluation et d'en minimiser le risque. Dans une optique de standardisation, des analyses de coûts ont été mises sur pied dans le but d'analyser l'impact financier d'une route selon plusieurs indicateurs. L'analyse de coûts établit aussi un lien entre le coût de construction, d'entretien et de réparations majeures au besoin.

Le coût de la production de matières premières telles que le gravier et l'enrobé bitumineux ainsi que le transport des matières sur le site en construction via leurs lieux de prélèvement ou de fabrication sont à considérer. Cependant, considérant que la plage de temps séparant la construction de sa réfection est généralement assez élevée, il est difficile pour le gestionnaire de bien évaluer son coût selon le temps ou la distance. Deux éléments majeurs sont généralement étudiés de manière plus approfondie afin de rendre les calculs relatifs à son cycle de vie plus probants. D'une part, il y a le taux d'actualisation qui se chiffre habituellement entre 5 et 6 % et, d'autre part, il y a la variation du prix du bitume imposée. Grâce à ces chiffres, il est donc possible de comptabiliser la valeur actualisée nette par le gestionnaire (Bitume Québec, 2011).

$$\text{VAN} = (\text{Coût de construction}) + (\text{Somme des coûts d'entretien actualisés aux années } n) - (\text{valeur résiduelle actualisée à l'année } 40)$$

$$\text{VAN} = C_c + \sum^n [E/(1+t)^n] - [R/(1+t)^n]$$

ou **E** = coût d'entretien à l'année **n**

n = année de l'intervention
(avec une limite de 40 ans)

t = taux d'actualisation

R = valeur résiduelle partielle

C_c = coût de construction

Équation 1 - Formule d'un cycle de vie (Bitume Québec, 2011)

Ces calculs permettent au gestionnaire de visualiser le cycle de vie d'une chaussée en ayant des comparables afin d'évaluer si des réparations partielles peuvent être entreprises plutôt qu'une réfection complète (ASTM, 2012). Outre ce type de formule, il est important d'effectuer une analyse multicritère pour prendre en considération des facteurs qui peuvent être non quantifiables tels que la construction, l'exploitation et le développement durable.

Tableau 1 – Tableau des pondérations (Bitume Québec, 2011)

CRITÈRES (PONDÉRATION)		EXPLOITATION (30%)			CONSTRUCTION (20%)			DÉVELOPPEMENT DURABLE (50%)				SOMME DES COTES PONDÉRÉES
Sous-critères		Fondants	Pollution des fondants	Réparation	Surveillance	Auscultation	Conditions climatiques	Ressources naturelles	Émission de GES	Consommation énergétique	Bruit	1,0
Pondération des sous-critères		0,3	0,3	0,4	0,6	0,2	0,2	0,1	0,4	0,1	0,4	
Pondération résultante		0,09	0,09	0,12	0,12	0,04	0,04	0,05	0,2	0,05	0,2	
Chaussées souples	Cote	0,7	0,7	0,7	0,55	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,7	0,68
	Cote pondérée	0,06	0,06	0,08	0,07	0,02	0,02	0,03	0,16	0,04	0,14	
Chaussées rigides	Cote	0,3	0,3	0,3	0,45	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,3	0,32
	Cote pondérée	0,03	0,03	0,04	0,05	0,02	0,02	0,02	0,04	0,01	0,06	

Comme l'exprime le tableau 1, tenant aussi compte des revêtements rigides, l'exploitation représente 30 % de la globalité d'un cycle de vie d'une chaussée. Parmi ces chiffres, 30 %, 40 % des critères de pondération sont en lien avec des réparations ou l'entretien de la chaussée. (Leclerc, 2018). De ce cycle de vie, 20 % sont associés à la construction. Dans cette catégorie, 60 % s'expriment par la surveillance, 20 % par de l'auscultation et, finalement, 20 % par des conditions climatiques. Pour finir, la majeure partie de la gestion d'une route est liée à son développement durable.

Nonobstant les valeurs susmentionnées, il est possible que le gestionnaire de projet se prononce sur la qualité des matériaux qui sont utilisés lors de la construction. Ceux-ci auront un effet direct sur le cycle de vie s'ils sont de bonne qualité, ce qui diminuera nécessairement les réparations et l'auscultation. Dans le même ordre d'idées, il est donc possible que la surveillance soit moins onéreuse grâce à la qualité de la chaussée, puisque les matériaux de bonne qualité freinent significativement la dégradation de la chaussée (MTQ, 2008).

Par exemple, une fondation granulaire gélive comportant plus de 8 % de particules fines aura un effet de soulèvement en périodes de gel et de dégel (MTQ, 2008). Par ailleurs, un enrobé bitumineux n'ayant pas la bonne classe de bitume ou qui n'a pas été analysé en amont aura tendance à se fissurer, à se carreler et à se désagréger.

1.2 PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE

Dans le but d'accroître sa pérennité et ainsi diminuer la déformation de la surface de roulement qui influence la dynamique (ASTM, 2012), les gestionnaires disposent d'une nouvelle étude afin d'établir des corrélations et de mesurer les dégradations de la chaussée. Des appellations ont ainsi vu le jour afin de standardiser le mode d'appellation, l'indice d'aptitude au service, l'indice de l'état de la chaussée, l'indice de roulement, l'indice de rugosité et l'indice de rugosité international (Djonkamla, Doré et Bilodeau, 2017).

Par exemple, le niveau « faible », qui constitue le premier niveau de sévérité, est associé à des déformations de la chaussée, lesquelles ne peuvent être perceptibles pour un automobiliste circulant à plus de 50 km/h. Les majeures sont quant à elles observables même pour un automobiliste circulant à grande vitesse. Plusieurs types de déformation peuvent être observés sur une chaussée. Celles-ci se remarquent habituellement par des fissures, de l'orniérage, de l'affaissement, un soulèvement différentiel, un désordre du profil, un désenrobage, un ressuage, une pelade, des nids-de-poule, une dénivellation des regards et des puisards, des fissurations autour des puisards ou des regards et/ou tranchées.

Cependant, les déformations les plus fréquentes sont les fissures transversales qui correspondent à une rupture du revêtement perpendiculaire à la circulation, laquelle se démarque habituellement sur toute la largeur de la chaussée. Les causes probables sont les suivantes : le retrait thermique, le vieillissement de fragilisation du bitume, la remontée de fissures auprès des travaux de resurfaçage, les joints de construction mal positionnés et la

diminution de la section du revêtement (MTQ, 2008). Deuxièmement, il y a les fissures en piste de roues qui s'associent à une rupture de la surface de roulement parallèle à la route. Les causes de cette problématique sont généralement : la fatigue du revêtement, la capacité structurale inadéquate de la route ou un mauvais drainage de la fondation granulaire, souvent problématique lors de la saison de gel et dégel.

En troisième lieu, il y a aussi les fissures en carrelage. Celles-ci correspondent à une rupture du revêtement sur les surfaces de roulement sur une grande ou petite superficie, et elles s'apparentent à des petites mailles polygonales d'une dimension de 300 mm ou moins. Les causes pouvant engendrer ce type de problématique sont souvent : une fatigue dans le revêtement, un enrobé trop vieux ou un manque de capacité portante de la chaussée. Outre cette comparaison et comme démontré dans les différentes détériorations de la chaussée, le bitume et le mode d'application s'avèrent essentiels pour assurer la pérennité optimale d'une chaussée souple. Dans les faits, plus de la moitié de tous les bris d'une chaussée sont occasionnés par des problèmes de bitume (Lépine-Thériault, 2018).

1.3 PROBLÉMATIQUE SPÉCIFIQUE ET IDENTIFICATION DU CADRE CONCEPTUEL

Depuis plusieurs années, les gestionnaires américains ont établi une nouvelle norme dans le but de modifier certaines problématiques lors de la fabrication et de l'élaboration d'un bitume sous l'appellation *Superpave* dans le programme *Strategic Highway Research Program* (AASHTO, 2018), basé sur l'essai MSRC (Multiple Stress Creep Recovery). Ce nouvel essai et cette nomenclature visent à corriger l'appellation actuelle des bitumes et ainsi diminuer certaines problématiques en lien avec la déformation de l'enrobé bitumineux à la suite du passage de voitures et de camions.

L'essai MSRC permet principalement au gestionnaire d'établir, à l'aide d'un rhéomètre à cisaillement dynamique (DSR), la déformation réelle à la suite de plusieurs périodes de sollicitation et de relâchement de l'enrobé en laboratoire (Dufresne, 2015). Cette méthode d'essai effectue une corrélation plus précise que la méthode actuelle qui est évaluée sous l'effet de l'élasticité mesurée dans un bain à ductilité ainsi que selon des paramètres G^*/\sin mesurés au DSR (Leclerc, 2018). Avec l'essai MSCR, les forces exercées sont plus élevées et les essais en laboratoire sont exécutés sur un échantillon prélevé sur une route existante. De plus, l'essai en question réalise les essais dans des conditions plus courantes, soit entre 50 et 65 degrés, et la température ne s'élève jamais à plus de 70 degrés comme c'est actuellement le cas avec l'appareil DSR. En raison de l'implantation de ce nouveau principe, l'appellation des bitumes est modifiée par les lettres « Hn » (« n » représente le niveau de résistance à la sollicitation du trafic). En ce sens, 4 appellations sont ajoutées afin que le gestionnaire puisse agencer le bon bitume aux conditions futures, soit « S » (Standard, H [élevé], V [très sévère] ou E [extrême] (Lépine-Thériault, 2018). Le tableau 2 représente les anciennes et les nouvelles appellations de l'enrobé.

Tableau 2 – Bitume actuel et de remplacement (Bitume Québec, 2011)

Zone climatique	Bitumes actuels (Classification AASHTO M320)	Bitumes de remplacement (Classification AASHTO M332)
1	PG 64-28 PG 70-28	PG 64H-28 PG 64E-28
2	PG 58-34 PG 64-34	PG 58H-34 PG 58E-34
3	PG 52-40 PG 58-40	PG 52V-40
1 et 2	PG 58-28	PG 58S-28

Comme illustré, nonobstant les conditions de vie de l'enrobé, la sélection du bitume doit aussi tenir compte de son emplacement géographique, comme on commence à le faire au Québec (Leclerc, 2018). La zone 1 fait référence à la zone sud-ouest du Québec, soit la région métropolitaine de Montréal. La zone 2 illustre le centre du Québec de l'est à l'ouest, et la zone 3 illustre le nord du Québec.

Le but précis de cette modification dans la sélection du bitume est de réduire les inégalités de performance entre les différents bitumes et de standardiser le mode d'appellation lors de l'achat du bitume par les fournisseurs d'enrobé bitumineux. Par ailleurs, les routes en enrobé bitumineux recouvertes de ce nouveau bitume comporteront une résistance accrue aux déformations permanentes (Services de la qualité et des normes, 2003), ce qui aura un impact direct sur les problématiques que j'aborderai un peu plus loin.

1.4 LOCALISATION DE LA RECHERCHE DANS LE CHAMP DE RECHERCHE

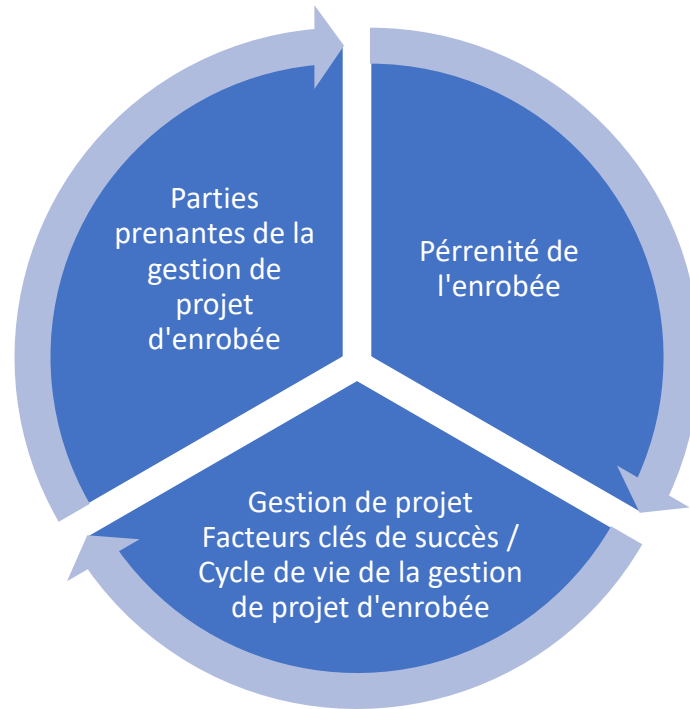


Figure 2 – Localisation du sujet de recherche

La figure 2 cible les champs qui seront utilisés dans le cadre de l'étude pour vulgariser la compréhension et les concepts :

- La gestion de projet/cycle de vie de projet
- Les parties prenantes/démarches participatives
- Identification de la pérennité de l'enrobé détaillé dans la revue de littérature

1.5 OBJECTIFS ET QUESTIONS DE RECHERCHE

Comme mentionné dans la figure 3, la problématique des surfaces de roulement en enrobé bitumineux est liée à la gestion des facteurs clés de succès, de son cycle de vie ainsi que de sa pérennité. Les éléments énumérés seront mis à l'avant-plan dans le but de mettre en évidence ce qui a été avancé dans la base de recherche.

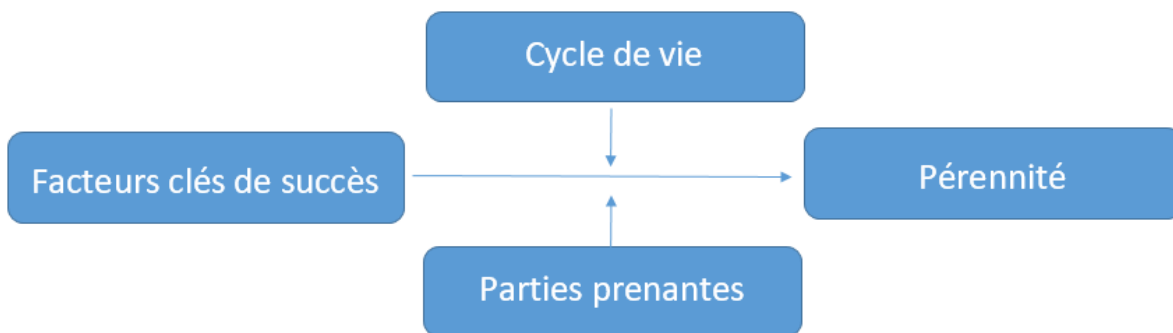


Figure 3 – Cadre conceptuel préliminaire

Tableau 3 – Objectifs et questions de recherche

Objectif de l'étude	Questions de recherche
Objectifs/Partie 1 : Identifier/Définir	
Objectif 1 : Identifier les facteurs clés de succès dans la gestion de projets d'enrobé bitumineux	QR1.1 – Que signifient les facteurs clés de succès d'un projet d'une route en enrobé bitumineux ? QR1.2 – Quels sont les principaux facteurs clés de succès d'un projet en enrobé bitumineux ?
Objectif 2 : Identifier la pérennité de l'enrobé	QR1.3 – Que représente la pérennité d'un projet d'enrobé bitumineux ? QR1.4 - Comment peut-on évaluer la pérennité d'un projet en enrobé bitumineux ?
Objectif 3 : Identifier les parties prenantes de la gestion de projet d'enrobé	QR1.5 – Quelle est la signification des parties prenantes dans un projet d'enrobé bitumineux ? QR1.6 – Quelles sont les principales parties prenantes d'un projet d'enrobé bitumineux ?
Objectif 4 : Définir le cycle de vie de la gestion de projet d'enrobé	QR1.7 – Qu'est-ce que le cycle de vie d'un projet d'une route d'enrobé bitumineux QR.1.8 – Quels sont les cycles de vie de la gestion de projet d'enrobé bitumineux ?

Objectifs/Partie 2 : Analyser/comprendre	
Objectif 5 : Établir la relation entre les facteurs clés de succès sur la pérennité	QR2.1 – Quelle est la relation entre les facteurs clés de succès et la pérennité ?
	QR2.2 – Comment les facteurs clés de succès du projet peuvent-ils être ajustés pour optimiser la pérennité ?
Objectif 6 : Établir l'influence du cycle de vie de la gestion de projet en enrobé bitumineux sur la relation entre facteurs clés de succès et pérennité	QR2.3 – Comment les phases du cycle de vie d'un projet d'enrobé influencent-elles la relation entre facteurs clés de succès et pérennité ?
Objectif 7 : Établir l'influence des parties prenantes sur la relation entre facteurs clés de succès et la pérennité	QR2.4 – Comment les parties prenantes influencent-elles la définition des facteurs clés de succès et de la pérennité ?
	QR2.5 - Quel rôle jouent les parties prenantes dans le succès de la pérennité d'un projet d'enrobé ?

1.6 PÉRIMÈTRE DE LA RECHERCHE

Le périmètre de cette recherche a été élaboré pour des routes et autoroutes québécoises répondant à des standards municipaux ou ministériels pour des chaussées construites au cours des dernières années. L'outil de découverte de l'Université du Québec à Trois-Rivières et Google Scholar ont d'abord été consultés. Par la suite, en consultant les plateformes Web de diverses bibliothèques universitaires du Québec, les banques de données considérées comme étant des « incontournables » dans les domaines du transport et de l'ingénierie civile ont été déterminées. Ainsi, les banques de données suivantes ont été

utilisées pour la présente étape de recherche documentaire, mais également pour la recension systématique du projet.

Cette recherche documentaire préliminaire permet d'établir que peu d'études scientifiques et littéraires se sont penchées sur la gestion de projet des dégradations des routes dans un contexte climatique et socio-économique semblable à celui du Québec. Par ailleurs, la présente recherche porte sur la recension des écrits et permet de brosser un portrait des connaissances actuelles sur la dégradation des routes québécoises. De ce fait, les stratégies de recherche documentaire et la littérature repérée y sont présentées. Une recherche documentaire à visée exploratoire a été effectuée, et ce, dans le but d'établir la pertinence et la faisabilité du présent projet. C'est également par le biais de cette première étape de recherche documentaire que la problématique du projet a été définie.

2. REVUE DE LITTÉRATURE

2.1 OBJECTIF 1 : IDENTIFIER LES FACTEURS CLÉS DE SUCCÈS DANS LA GESTION DE PROJET D'ENROBÉ BITUMINEUX

2.1.1 RQ1.1 : Que signifient les facteurs clés de succès d'un projet d'une route en enrobé bitumineux ?

La saine gestion de projet est liée à la reconnaissance de seuils de dégradation structuraux et du phénomène de la fissuration superficielle. Elle permet d'amener l'idée d'une chaussée « perpétuelle » qui ne fatigue jamais et ne requiert que des renouvellements périodiques de la couche de surface sur une profondeur de 35 à 75 millimètres (Leclerc, 2018).

De plus, la littérature associe souvent les facteurs clés de succès à une chaussée à longue durée de vie, issue d'une période de conception d'au moins 40 ans (MTQ, 2008). Les facteurs clés de succès d'un projet de route en enrobé bitumineux correspondent aux différents points de contrôle de gestion avant et pendant le projet dans le but d'optimiser la pérennité de la route (Bitume Québec, 2011).

La gestion de projet d'une route en enrobé bitumineux est mise sur pied à la suite de problématique de dégradation après seulement quelques années (Maudit, Vulcano-Greullet et Coulon, 2007). Il se peut qu'une mauvaise gestion occasionne une problématique sur le plan du roulement de la chaussée et de manière plus extrême une fermeture complète si celle-ci montre des signes de danger pour les automobilistes. C'est pourquoi la gestion de l'épaisseur de l'enrobé souhaitée, la sélection des composantes du mélange, la dégradation potentielle en lien avec le nombre de véhicules par jour projeté, la qualité du sol à l'emplacement du projet, l'utilisation d'un véhicule de transfert des matériaux et l'application

d'un joint de bitume lors de la mise en place aux différents joints froids représentent des éléments probants dans les facteurs clés de succès de gestion de projet (Ball, 2021).

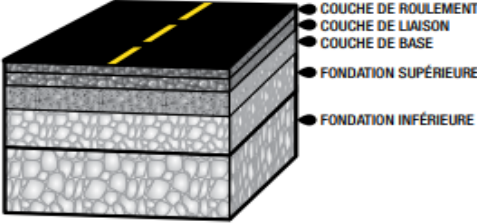
2.1.2 RQ1.2 : Quels sont les principaux facteurs clés de succès d'un projet en enrobé bitumineux ?

Épaisseur de l'enrobé

L'épaisseur correspond au nombre de millimètres de pavage souhaité selon différents critères à évaluer lors de la phase de conception de la gestion du projet. Il s'agit d'une étape importante afin d'augmenter la pérennité de la chaussée, notamment dans le cas d'une chaussée souple à fort trafic sans retraitement de son support, qui doit être composée des différentes couches suivantes, associées à l'épaisseur préétablie. Le graphique suivant montre le nombre de mm par couches d'enrobé sur un boulevard industriel, une autoroute moyennement sollicitée (MS) et une autoroute fortement sollicitée (FS) (Bitume Québec, 2011).

Tableau 4 – Épaisseur des différentes chaussées (Bitume Québec, 2011)

COUPE-TYPE : CHAUSSÉE SOUPLE À FORT TRAFIC



- COUCHE DE ROULEMENT
- COUCHE DE LIAISON
- COUCHE DE BASE
- FONDATION SUPÉRIEURE
- FONDATION INFÉRIEURE

ENROBÉS CONVENTIONNELS	ENROBÉS AVEC BASE RETRAITÉE
<p>➤ BOULEVARD INDUSTRIEL</p> <p>ESG-10 = 50 mm ESG-14 = 60 mm GB-20 = 125 mm MG-20 = 250 mm MG-56 = 700 mm TOTAL = 1 185 mm</p>	<p>➤ BOULEVARD INDUSTRIEL</p> <p>ESG-10 = 50 mm ESG-14 = 70 mm BASE RETRAITÉE = 200 mm MG-20 = 200 mm MG-56 = 580 mm TOTAL = 1 100 mm</p>
<p>➤ AUTOROUTE MS</p> <p>ESG-10 = 50 mm ESG-14 = 60 mm GB-20 = 145 mm MG-20 = 250 mm MG-56 = 680 mm TOTAL = 1 185 mm</p>	<p>➤ AUTOROUTE MS</p> <p>ESG-10 = 50 mm ESG-14 = 85 mm BASE RETRAITÉE = 230 mm MG-20 = 250 mm MG-56 = 480 mm TOTAL = 1 095 mm</p>
<p>➤ AUTOROUTE FS</p> <p>ESG-10 = 50 mm ESG-14 = 60 mm GB-20 = 210 mm MG-20 = 250 mm MG-56 = 600 mm TOTAL = 1 170 mm</p>	<p>➤ AUTOROUTE FS</p> <p>ESG-10 = 50 mm ESG-14 = 140 mm BASE RETRAITÉE = 250 mm MG-20 = 200 mm MG-56 = 400 mm TOTAL = 1 040 mm</p>

Les enrobés sont généralement composés de 95 % de granulats et de 5 % de bitume (Asphalt Institute, 2011).

Il existe plusieurs types d'ajouts de composés qui peuvent être faits, y compris des additifs dans le bitume, des fibres ajoutées au mélange et l'utilisation de matériaux recyclés. Les différentes formulations permettent de spécifier les caractéristiques de performance des enrobés et de l'application souhaitées de l'enrobé en question. Le tableau 5 énumère les nombreuses variétés d'asphalte couramment utilisées au Québec, organisées selon la taille de l'agrégat utilisé dans le mélange. (Bitume Québec, 2015).

Tableau 5 – Grosseur du granulat souhaité (Bitume Québec, 2011)

DESCRIPTION DES ENROBÉS	GROSSEUR NOMINALE MAXIMALE DES GRANULATS (mm)	REMARQUES
ENROBÉS GRENUS (EG)	10	Mélange pouvant contenir des fibres d'amiante (EGA-10) ou en couche mince (EGM-10)
ENROBÉS SEMI-GRENUS (ESG)	5, 10 et 14	Selon la grosseur du granulat, ce mélange est utilisé : <ul style="list-style-type: none"> • en couche de base (ESG-14, ESG-5 utilisé seulement pour les chaussées à durée de vie prolongée) • en couche unique (ESG-14) • en couche de surface (ESG-10)
GRAVE BITUME (GB)	20	Mélange utilisé en couche de base (GB-20)
ENROBÉS DE CORRECTION (EC)	5, 10	Mélange utilisé pour la correction (EC-10) et le rapiéçage (EC-5)
STONE MASTIC ASPHALT (SMA)	10	Mélange utilisé en couche de surface (SMA-10)
ENROBÉS COULÉS À FROID (ECF)		Mélange utilisé en couche de surface et en correction

La cohésion et l'étanchéité des enrobés sont assurées par le bitume qui représente 5 % de leur composition totale et contribue à leur cohésion et étanchéité (Naatmadia et Parkin, 1989). Les enrobés bitumineux deviennent plus solides et résistants à la déformation lorsqu'on y ajoute du bitume (Bitume Québec, 2015).

Nonobstant la mise en place de l'enrobé, la sélection du bon grade et l'obtention du grade sous la nouvelle appellation visant l'ajout de polymère de bitume font appel à une

bonne gestion de l'enrobé. Celle-ci vise à corriger certaines lacunes du système actuel et à mieux évaluer l'aptitude des bitumes à résister aux déformations permanentes à la suite des sollicitations répétées (Leclerc, 2018).

Dégradation potentielle en lien avec le nombre de véhicules par jour projeté

La dégradation d'un enrobé occasionnée par un manque lors de la gestion du projet peut être liée aux données erronées de la projection du nombre de véhicules par jour empruntant le futur tronçon à l'étude (Alexander, Waters et Paquet, 2005). En conséquence, le ministère des Transports a conçu le débit journalier moyen annuel (DJMA), qui est une estimation du débit d'un jour moyen d'une année donnée (Okutani et Stephanedes, 1984). Tel qu'illustré dans le tableau 6, le DJMA constitue l'un des piliers importants à considérer (Bitume Québec, 2019).

Tableau 6 – DJMA en fonction de la route en enrobé bitumineux (MTQ, 2011)

Type de route	Débit de circulation		Couche de surface						Couche de base					
			Bitume			Catégorie gros granulats	Catégorie granulats fins	Essai exigé	Bitume			Catégorie gros granulats	Catégorie granulats fins	Essai exigé
	DJMA	ECAS annuel	Zone 1 PG	Zone 2 PG	Zone 3 PG				Zone 1 PG	Zone 2 PG	Zone 3 PG			
Autoroute	> 20 000	> 1 000 000	64E-28	58E-34	S.O.	1a	1	Orniéreur, CPP	64E-28	58E-34	S.O.	2c	1	Orniéreur
	< 20 000 > 5 000	< 1 000 000 > 500 000	64E-28	58E-34	S.O.	1a	1	Orniéreur, CPP	64H-28	58H-34	S.O.	3c	1	Orniéreur
	< 5 000	< 500 000	64E-28	58E-34	S.O.	2b	1	Orniéreur, CPP	64H-28	58H-34	S.O.	3c	2	Orniéreur
Nationale	> 20 000	> 500 000	64E-28	58E-34	52V-40 58H-34*	1a	1	Orniéreur, CPP	64H-28	58H-34	52V-40	3c	1	Orniéreur
	< 20 000 > 5 000	< 500 000 > 300 000	64E-28	58E-34	52V-40 58H-34*	2b	2	Orniéreur, CPP	64H-28	58H-34	52V-40	3c	2	Orniéreur
	< 5 000	< 300 000	64H-28	58H-34	52V-40 58H-34*	3c	2		64H-28	58H-34	52V-40	3c	2	
Régionale et collectrice	> 20 000	> 300 000	64E-28	58E-34	52V-40 58H-34*	2b	1	Orniéreur, CPP	64H-28	58H-34	52V-40	3c	2	Orniéreur
	< 20 000 > 5 000	< 300 000 > 150 000	64E-28	58E-34	52V-40 58H-34*	3b	2	Orniéreur	64H-28	58H-34	52V-40	3c	2	Orniéreur
	< 5 000	< 150 000	64H-28*	58H-34 58S-28*	52V-40 58H-34*	3c	2		58S-28	58H-34	52V-40	3c	2	

Qualité du sol à l'emplacement du projet

Quel que soit le sol sous la future route, une gestion de la performance du sol en place doit être effectuée. En effet, que la fondation soit sous forme granulaire, granulaire décohésionnée ou sur un revêtement bitumineux existants, le gestionnaire de projet doit évaluer le type et s'assurer que certains critères soient respectés. Une fondation solide et une surface sèche sont requises pour la distribution d'asphalte sur des fondations granulaires, que la fondation ait été traitée ou non. La base granulaire doit être suffisamment comprimée et solide pour fonctionner correctement. Il est généralement admis que lors de l'utilisation d'un nucléodensimètre, un taux de compactage équivalent à 98 % de la densité de référence « Proctor Modifié (PM) » est nécessaire pour que la couche finale soit compactée. (Bitume Québec, 2015).



Figure 4 – Nucléodensimètre (Bitume Québec, 2015).

La solidité d'une fondation est évaluée à l'aide d'un essai de déflexion de poutre (à l'aide d'un déflectomètre). De cette manière, il est possible de corriger les points faibles et de garantir la rigidité de la fondation granulaire. De plus, un essai de roulement est réalisé en faisant circuler un véhicule chargé à travers la fondation (Bitume Québec, 2015).

En outre, il est important de ne pas installer l'enrobé sur la fondation dont la teneur en particules fines est égale ou supérieure à 7 % ou dont la granulométrie n'est pas contrôlée à l'aide de cet appareil. Une fondation granulaire à base de criblures de pierre qui est généralement riche en particules fines est à éviter (Goacolou, 1999). Une attention particulière doit être accordée aux particules fines occasionnées lors du passage des machineries lourdes et des automobiles avant l'application de l'asphalte. Cette situation se produit constamment puisqu'il est impossible d'empêcher la circulation automobile sur la section en travaux et est très accentuée lorsque la pose de l'enrobé est retardée après la fonte des neiges et la période de dégel. Avant les travaux de pose d'enrobé, des essais sont réalisés en chantier pour déterminer le pourcentage de particules fines. Les zones ayant entre 5 et 7 % sont jugées acceptables, entre 7 % et 8 % une pénalité financière est facturée à l'entrepreneur général et au-dessus de 8 % il est nécessaire de retirer la fondation granulaire et de la remplacer (Ball, 2021).

Lors de la mise en place de l'asphalte, l'acheminement au chantier de la matière première se fait à l'aide de camions d'une grosseur allant de 12 roues à semi-remorque. Le pavage est intégré au camion à l'usine et il est transporté par la suite vers le site des travaux.

Il est déversé dans la paveuse pour être appliqué sur la fondation granulaire. Il est nécessaire d'éviter le refroidissement de l'enrobé durant le parcours en camion, le temps de compaction, l'attente occasionnée par la circulation automobile ou le ralentissement de la vitesse de pose en chantier puisqu'il se peut qu'une croûte indétectable à l'œil nu se forme (Goacolou, 1999).

Afin de contrer cette problématique, il est possible d'utiliser un VTM (véhicule de transfert des matériaux). Ce type d'équipement est conçu pour recevoir le chargement des camions et pour contenir et mélanger une grande quantité d'enrobé avant qu'il soit déversé dans le finisseur, favorisant ainsi l'uniformisation de la température du mélange (Pavement Interactive, s.d.). Les VTM sont munis d'un convoyeur qui sert à alimenter les finisseurs en déversant le mélange à la verticale dans une trémie, ce qui permet d'éviter tout contact entre les équipements et favorise la pose d'enrobé en continu, à vitesse constante (Ball, 2021).



Figure 5 – Véhicule de transfert des matériaux (Ball, 2021).

Avant d'appliquer l'enrobé à chaud, il est essentiel de mener une enquête approfondie sur les facteurs qui ont contribué à la baisse de température de la surface d'asphalte. Il est possible que la pose de l'asphalte doive se faire avec l'aide d'un véhicule de transfert de matériaux, sous la supervision d'un responsable d'usine compétent, et dans un délai acceptable entre le moment du chargement et le moment de la pose (Roadtec, 2006). Grâce à l'utilisation de cette machine, de nombreux projets ont pu contrôler l'hétérogénéité de la température de l'asphalte en utilisant l'imagerie infrarouge au cours de leurs opérations.

Depuis, la gestion de la pérennité se fait par l'utilisation de cette machine (VTM). Le malaxage de l'enrobé homogénéise hautement le matériau installé et contribue à minimiser les écarts de température en chantier. Grâce au VTM, l'écart de température est inférieur à 10 degrés Celsius, comparativement à 40 degrés Celsius sans la machine. Finalement, son utilisation permet un meilleur uni et une surface de roulement plus uniforme (Woof, 2009).

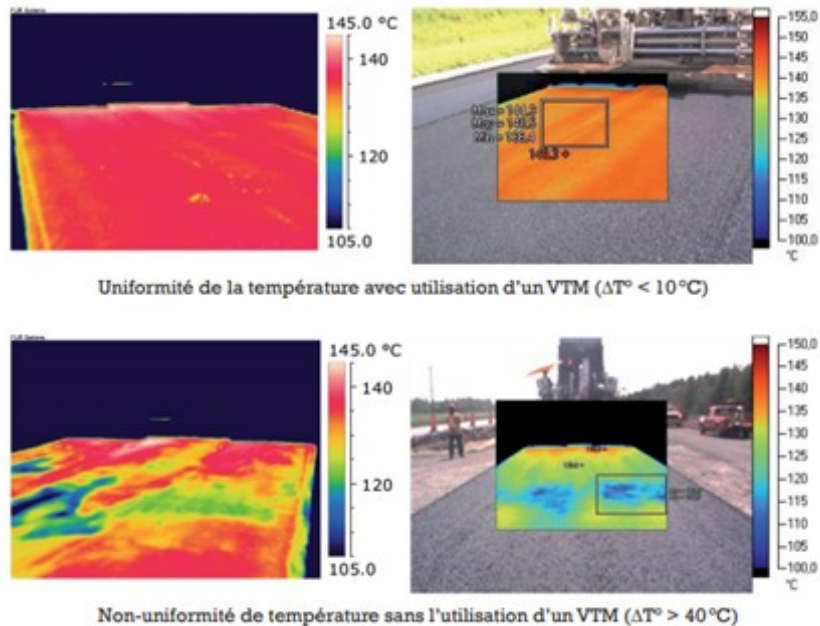


Figure 6 – Différence de température de l'enrobé avec et sans VTM (Roadtec, 2006).

Application d'un joint Crafcoc

Le joint entre deux voies de chaussée en asphalte est souvent la première zone d'une chaussée qui montre des signes de détérioration et nécessite un entretien. L'accouplement des deux voies pour former un joint de haute qualité n'est souvent pas totalement réussi et entraîne plus tard un décapage prématuré ou un effilochage lorsque l'eau pénètre dans le joint non scellé. Les fissures, causées entre autres par le retrait thermique, la fragilisation du bitume et la remontée de fissures et des joints sous-jacents, constituent des portes d'entrée pour l'infiltration d'eau et d'autres contaminants. Le scellement de ces fissures permet, en empêchant l'infiltration de l'eau, de saumure, de graviers ou d'autres matériaux indésirables, de retarder l'apparition de dégradations telles que les nids-de-poule et l'affaissement. Ainsi, le scellement de fissures permet de prolonger la durée de vie anticipée du revêtement (CERIU, 2014).

L'application d'un scellant à joint asphaltique caoutchouté coulé à chaud le long de la face du joint à l'étape finale de la construction aide à former un joint étanche à l'eau. Un produit de type Crafcoc a été appliqué pour le joint longitudinal des chaussées en asphalte et améliore ainsi l'étanchéité des joints (Iowa Department of Transportation, 2000). Cependant, cette technique devrait être évitée lorsque la fissuration est généralisée (taux de fissuration supérieur à 0,3 m/m² en moyenne), lorsque les fissures ont une largeur supérieure à 20 mm en milieu urbain et 25 mm en milieu rural, et également lorsqu'il y a du carrelage ou du soulèvement différentiel dû au gel (Masson, 2001).

Finalement, il est important de bien choisir le type de produit de scellement en fonction des défauts de surface et du type d'enrobé utilisé. Selon le produit choisi, on déterminera adéquatement la profondeur et la largeur du fraisage à effectuer. Certains produits de scellement requièrent une protection lors de la période de cure. Ceux-ci doivent être choisis de manière à ne pas affecter la performance du scellement. Parmi les produits de protection généralement utilisés, on retrouve : le sable, la criblure, le ciment et la sciure de bois. Notons finalement que la performance de la technique est optimale lorsque les fissures

présentent une ouverture moyenne lors de la pose de la production (Fédération canadienne des municipalités, 2003).



Figure 7 – Application d'un joint Crafcro (Fédération canadienne des municipalités, 2003).

2.2 OBJECTIF 2 : IDENTIFIER LA PÉRENNITÉ DE L'ENROBÉ

2.2.1 RQ1.3 : Que représente la pérennité de l'enrobé ?

Dans le monde, notamment en Grande-Bretagne, aux États-Unis et dans d'autres pays, le concept de chaussées souples à durée de vie plus longue fait son parcours depuis plusieurs années, notamment au ministère des Transports du Québec (MTQ). Elle est basée sur la viabilité d'un revêtement bitumineux d'une durée de vie de plus de 40 ans, ce qui a été démontré comme étant possible (MTQ, 2008).

À l'exception de l'utilisation de pratiques de mise en œuvre appropriées, les conditions climatiques difficiles au Québec nécessitent le déploiement de mesures spécifiques afin de profiter pleinement des avantages d'un revêtement amélioré. Ce processus de conception a fait l'objet de multiples publications antérieures dans des revues et ouvrages scientifiques (AASHTO 1986-93, Rioux 1999, St-Laurent 1999). Les chaussées sont normalement conçues pour une durée de vie de 15 ans, à l'exception des routes nationales (DJMA > 20 000) et des autoroutes, qui sont conçues pour une durée de vie de 20 ans. La pérennité d'un ouvrage en enrobé bitumineux se définit comme la capacité de celui-ci à garder ses fonctions le plus longtemps possible et ainsi fournir à ses utilisateurs un confort au roulement durant une plus longue période.

2.2.2 RQ1.4 : Comment peut-on évaluer la pérennité d'un enrobé bitumineux ?

Il est possible d'évaluer la pérennité d'une route en enrobé bitumineux sous différents points contrôles vérifiables à l'aide d'outils ou d'une simple évaluation visuelle. Voici les principaux critères qui peuvent être vérifiés.

Le niveau de dégradation de la chaussée

Une variété d'outils et d'indices peuvent être utilisés pour déterminer le niveau de détérioration d'une surface de chaussée. Djonkamla, Doré et Bilodeau (2017) décrivent l'indice de service (present serviceability index, PSI), l'indice d'état de la chaussée (pavement condition index, PVI), l'indice de confort de conduite (riding confort index, RCI) et l'indice international de rugosité (international roughness index, IRI) comme exemples d'indices pouvant être utilisés pour mesurer l'état de la chaussée. En vérité, la nomenclature de l'International Regulatory Institute (IRI) est celle approuvée par la communauté scientifique. Lorsqu'un véhicule est équipé d'un capteur, il est possible d'acquérir un résultat qui servira de rappel de la tâche qui est en train d'être effectuée.

Tableau 7 – Résultat du confort au roulement (MTQ, 2011)

AUTOROUTES IRI (m/km)	QUALITÉ DE ROULEMENT	URBAIN IRI (m/km)
< 1,10	Très bon	0 – 4,7
1,11 – 1,60	Bon	4,7 – 7,0
1,61 – 2,50	Passable	7,0 – 8,8
2,51 – 3,50	Mauvais	8,8 – 10,5
> 3,50	Très mauvais	> 10,5

Pour cette raison, une chaussée souple peut être considérablement affectée par une variété de conditions. Les considérations les plus critiques sont le positionnement de l'asphalte, la sélection de la qualité du bitume et la température pendant et après le processus d'application. Lorsque tous ces aspects sont pris en compte ensemble, ils peuvent aider à créer une chaussée flexible qui durera le temps nécessaire. Un certain nombre d'indices ont été développés et sont mentionnés dans la littérature pour aider à définir l'état d'une chaussée.

Ces défaillances sont habituellement occasionnées par une mauvaise application du produit en chantier. Lors de leur pose, les produits contiennent des vides qu'il faut mesurer afin de s'assurer d'une bonne pérennité. Les vides sont quantifiés en matière de volume,

lesquels s'apparentent généralement à 2,45 tonnes/m³ d'enrobé (Harvey et Tsai, 1996). Par conséquent, les vides, le bitume et le granulat occupent respectivement de 2 à 9 %, 10 à 15 % et 76 à 88 % du volume total des enrobés bitumineux au Québec (Moutier, Duan et Chauvin, 1988).

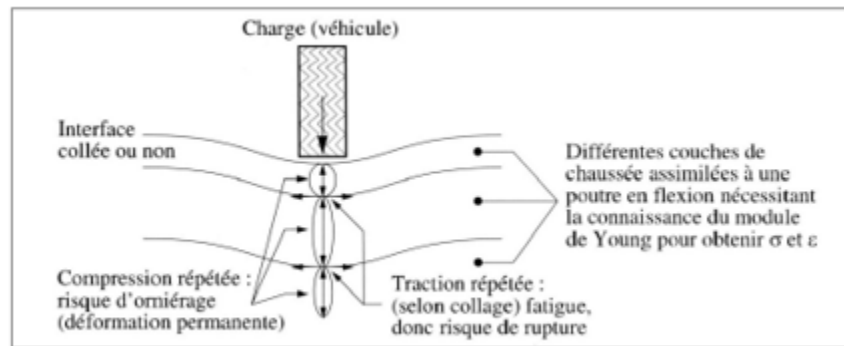


Figure 8 – Schématisation des sollicitations (Moughabghab, 1994).

Les dégradations d'une chaussée souple diminuent sa pérennité, et celles-ci sont regroupées sous les quatre formes suivantes : la fissuration, la déformation de la surface, les défauts de l'enrobé et la perte du revêtement.

Les petits vides ont un impact significatif sur la performance et la durabilité de l'asphalte (Moughabghab, 1994). Pour cette raison, il est essentiel d'avoir 9 à 10 % d'orniérage sur les surfaces d'asphalte pour contrer les effets d'un enrobé sous-compact et conducteur de tassement, ce qui entraînera l'orniérage par consolidation ponctuelle en raison du passage fréquent des véhicules et des camions. De plus, un taux de compactage supérieur à 2 % peut provoquer un ressuage du bitume et une déformation viscoplastique lors du passage des véhicules sur la zone (Lamothe, 2004). Pour la rigidité et la résistance à la fatigue, l'augmentation de la teneur en vide se fait par l'abandon de ces caractéristiques (Harvey et Tsai, 1996). Afin d'assurer une durabilité à long terme, il est essentiel que le compactage sur le site comporte des vides compris entre 6,5 % et 8,5 % afin d'empêcher l'intrusion d'air et d'eau dans la chaussée d'un revêtement en asphalte (Cooley Jr, Brown et Maghsoodloo,

2001). Bref, afin de répondre aux critères du ministère des Transports, l'asphalte doit être appliqué sur place selon un taux de vide variant entre 2 et 7 % (DGLC, 2018).

La fissuration

En ce qui concerne la fissuration des chaussées au Québec, le refroidissement hivernal et les contractions thermiques qui en résultent dans les couches de chaussée sont fréquemment en cause (Boucart, Konrad et Pigeon, 2015). Les fissures peuvent être classées dans les catégories suivantes : fissures transversales, de roue, longitudinales, de gel, de tuile et de bord. La rupture d'asphalte peut être retracée jusqu'à sa source en examinant ce qui l'a causée, selon le type de fissure (Services de la qualité et des normes, 2003).

L'article (services de la qualité et des normes, 2003), décrit un modèle numérique qui peut être utilisé pour simuler la fissuration transversale des chaussées semi-rigides provoquée par la dilatation thermique. (Services de la qualité et des normes, (2003). Un domaine d'intérêt particulier pour lui est l'investigation de la fissuration transversale dans les chaussées semi-rigides qui ont été recyclées à l'aide de méthodes de recyclage à haute performance (HPR). La fissuration thermique peut être analysée à l'échelle mondiale à l'aide du modèle (Carter, 2018). Les simulations pouvant être réalisées grâce à cet outil montrent l'importance des propriétés mécaniques et thermiques de la couche de base et du sol lorsqu'ils sont gelés. Lépine-Thériault (2018) a constaté qu'il existe une relation entre la profondeur et l'ouverture des fissures.

Déformation de la surface

Ces fissures sont générées par une rupture de chaussée perpendiculaire à la circulation. Elles peuvent survenir à la suite d'un retrait thermique, d'un vieillissement et d'une fragilisation du bitume, d'une fissuration réfléchissante après des travaux de resurfaçage, d'un joint de construction mal construit ou d'une augmentation de la section transversale du revêtement, entre autres facteurs (ASTM International, n.d.). Les fissures des voies de roulement sont une rupture dans la chaussée parallèle aux voies. Celle-ci apparaît à

la suite d'une fatigue de la chaussée, d'une chaussée ayant une capacité structurelle insuffisante ou d'un mauvais drainage de la chaussée dans les couches granulaires de la chaussée (Lépine-Thériault, 2018).

Le terme « fissure longitudinale » désigne une fissure dans la surface de la route qui s'étend en grande partie parallèlement à la direction de la route, et qui se produit à l'extérieur des traces de roue. Un joint de construction mal fait le long de la travée, la ségrégation de l'asphalte pendant l'installation ou le vieillissement du revêtement peuvent entraîner ces problèmes (Infrastructure canadienne, 2016).

Dans le cas d'une gelure, une rupture se produit, provoquant alors une fissure sous l'effet du gel qui peut être rectiligne et positionnée directement au centre d'une voie, soit avec une fissure à l'emplacement du trottoir. Elle est causée par une infrastructure gélive, des soulèvements différentiels, un remblai instable ou un drainage insuffisant. La fissuration des tuiles se caractérise par une rupture du revêtement sur une région plus ou moins grande, se traduisant par un schéma de fissuration composé de petites mailles polygonales de dimension moyenne inférieure à 300 mm. La fatigue et une capacité portante insuffisante en sont les causes les plus probables. Dans le cas de fissures de bord, une déchirure peut se produire en arc le long de l'accotement ou de la bordure de béton, ou encore le revêtement peut se détacher de sa structure le long de la bordure. Les chaussées fortement déformées sont causées par plusieurs facteurs, principalement un manque de support latéral, une discordance structurelle, un apport d'eau de ruissellement en provenance des côtés dans une structure de chaussée et l'assèchement du sol de support (MAMH, 2013).



Figure 9 – Fissure transversale (MTQ, 2011)



Figure 10 – Fissure en piste de roues (MTQ, 2011)



Figure 11 – Fissure longitudinale (MTQ, 2011)



Figure 12 – Fissure de gel (MTQ, 2011)



Figure 13 – Fissure en carrelage (MTQ, 2011)



Figure 14 – Fissure de rive (MTQ, 2011)

Défauts de l'enrobé et perte du revêtement

Des études de déformations des enrobés bitumineux et la division SMIT du LCPC ont réalisé un essai triaxial, ce qui permet d'étudier l'importance des paramètres de pression et de confinement et la température sur le comportement des enrobés bitumineux sous chargement permanent (Blanc, 2011).

Il existe cinq types de déformations différentes qui peuvent se produire sur une surface en asphalte. L'ornière de rayon est définie par une dépression longitudinale simple, double, voire triple, d'environ 250 mm de large et positionnée dans les voies des roues du véhicule (voies 2 et 4). Dans de nombreux cas, le profil en coupe de ces cavités est identique aux marques de pneumatiques. Les principales raisons incluent un enrobé qui a une stabilité réduite lorsque la température extérieure est élevée, un enrobé faible pour résister à un trafic accru, un compactage inadéquat de l'enrobé et l'usure à la surface (Miller et al., Bellinger, 2014).

La conséquence de l'affaissement est que le profil, près du bord d'une chaussée ou dans la zone des conduites souterraines, est déformé dans une plus grande mesure. Les causes sont les suivantes : le manque d'appui latéral, la présence de matériaux inadéquats, une coupe argileuse ou marécageuse, le sol de support est emporté ou asséché et il y a une mauvaise situation des réseaux souterrains (Walker, s.d.). Le terme « soulèvement différentiel » désigne un gonflement localisé de la chaussée qui se produit par temps de gel. Ce renflement peut être parallèle ou perpendiculaire à l'axe de la chaussée. Lorsqu'une infrastructure gèle, un phénomène hivernal se reproduit : le matériau sensible à l'humidité gèle et un phénomène permanent s'installe.

D'autres causes incluent une nappe phréatique haute, la présence d'eau dans la chaussée, l'hétérogénéité des matériaux, une transition mal faite dans la chaussée ou des conduites souterraines moins profondes (Neal, s.d.). La désorganisation du profil se présente par des pentes et des géométries intempestives qui favorisent le rassemblement des eaux de surface générant des flaques à la surface de la chaussée. En milieu urbain, ce problème est causé par des points bas mal drainés ou par des affaissements le long des limites (Pavement

Interactive, n. d.). C'est la responsabilité ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports de vérifier annuellement l'état de l'asphalte et la perte du revêtement (MTMDET). La présence de géométries différentes, notamment le décollement et le déchirement, la pelade et les nids-de-poule, a été observée tôt au cours de la surveillance comportementale (Lavoie, 2018). Lorsqu'il y a un arrachement et du décapage, il se peut que le bitume se dégrade et que des gros granulats en surface se détachent, entraînant une détérioration du revêtement. Cela est causé par l'usure due à un trafic intense, un sous-dosage de bitume ou un mauvais revêtement, un compactage insuffisant, une surchauffe ou un vieillissement de l'asphalte, ou une augmentation des contraintes dans la zone de virage et de freinage (Pavement Interactive, n. d.).

Le ressuage est défini comme une augmentation du bitume à la surface du revêtement, particulièrement sensible dans les voies de roulement, et qui survient à la suite d'un surdosage de bitume, un excès de tackifiant, et une formulation d'asphalte inadaptée aux contraintes. Un saignement peut survenir à la suite d'un surdosage de bitume (Wang, J., Wang, K., Wang, W., Wang, M., Li, Zhao, He, Zheng et Chen, 2019). Celui-ci se caractérise par le décollement de l'asphalte de la couche de surface, qui est produit par une adhérence inadéquate de la couche de surface, une épaisseur trop faible de la couche de surface ou une chaussée soumise à des volumes de trafic élevés.

Les marques de rondelle sur la route sont causées par une dégradation du revêtement sur toute son épaisseur, entraînant par moment des trous de forme arrondie, de taille, de profondeur et d'emplacement variés. Un ragréage temporaire peut être utilisé pour combler tous les trous. Dans certains cas, les nids-de-poule sont dus à une faiblesse passagère de la fondation, à une épaisseur insuffisante du revêtement ou à une chaussée qui a été fortement sollicitée par un trafic important (Wang, J., Wang, K., Wang, W., Wang, M., Li, Zhao, He, Zheng et Chen, 2019).



Figure 15 – Ornière à rayon (MTQ, 2011)



Figure 16 – Affaissement (MTQ, 2011)



Figure 17 – Soulèvement différentiel (MTQ, 2011)



Figure 18 – Désordre du profil (MTQ, 2011)



Figure 19 – Désenrobage et arrachement (MTQ, 2011)



Figure 20 – Ressuage (MTQ, 2011)



Figure 21 – Pelade (MTQ, 2011)



Figure 22 – Nid-de-poule (MTQ, 2011)

2.3 OBJECTIF 3 : IDENTIFIER LES PARTIES PRENANTES DE LA GESTION DE PROJET D'ENROBÉ

2.3.1 – QR1.5 : Quelle est la signification des parties prenantes ?

Il est essentiel d'effectuer une gestion efficace des parties prenantes et, par conséquent, une gestion efficace des ressources humaines qui seront affectées à diverses responsabilités. Les parties prenantes correspondent aux ressources humaines qui ont été affectées à l'exécution du projet (Moughabghab, 1994).

À cette fin, Freeman (1984) a créé la relation des parties prenantes. Selon Freeman (1984), une partie prenante représente « toute organisation ou individu qui a la capacité d'influencer ou qui a le potentiel d'être affecté par la réalisation des objectifs de l'entreprise » (Freeman, L.). Sa classification comprend les parties prenantes principales (actionnaires, investisseurs, employés, clients et fournisseurs), publiques (gouvernements et groupes communautaires) et secondaires (groupes d'intérêt ou médias). Il définit les principales parties prenantes comme suit : (Croteau, 2017)

Une collaboration entre toutes les parties impliquées dans un projet d'enrobé permettra de bien cibler les enjeux, dont le bitume, car il contribue à la cohésion de l'enrobé en évaluant les vides et, par conséquent, le comportement viscoélastique de l'enrobé. Par conséquent, lors de la construction de la chaussée, il est essentiel de choisir le type de bitume approprié, en analysant la résistance à l'orniérage, de la résistance au ressuage, de l'imperméabilité, de la résistance à la fissuration et à la déchirure, ainsi que de la quantité de bitume présente. Une autre considération cruciale est la présence de vides dans l'enrobé (Alvarez, Macias et Fuentes, 2012), car ils ont un impact significatif sur la performance et la longévité de l'asphalte (Moughabghab, 1994).

2.3.2 – QR1.6 : Quelles sont les principales parties prenantes d'un projet d'enrobé bitumineux ?

La réussite ou l'échec d'un projet de la sorte repose sur le travail d'une grande équipe de gestionnaires et d'employés de chantier. À la suite de la requête des contrôleurs du projet, les salariés deviennent responsables de l'application des procédés propres à la route en enrobé bitumineux. D'ordinaire, le projet est amorcé, développé, payé et supervisé par une équipe de représentants, lesquels sont la plupart du temps des fonctionnaires engagés par le gouvernement provincial ou encore les gestionnaires d'une municipalité. Une fois le projet achevé, le ministère des Transports est affecté à un suivi d'après-projet, lequel consiste à brosser un portrait des coûts à prévoir pour l'entretien des routes, le tout dans l'optique d'assurer la pérennité des travaux (Echternach-Jaubert, 2020).

Pour plusieurs raisons, ce type est observé du même regard par les demandeurs et les exécuteurs. Cette divergence a d'ailleurs tendance à causer des conflits à l'interne, ce qui peut nuire au climat de travail et à l'avancement du projet. Les stratégies de gestion employées par le client n'abondent pas toujours dans le même sens que celles auxquelles les travailleurs sont habitués, ce qui peut avoir pour effet de contribuer à un environnement de travail plus propice aux conflits ou aux différends.

Puisque ces situations sont fréquentes dans ce type de projet, des demandes de réclamations peuvent être formulées dès la mise en place dès la phase préparatoire et peuvent s'étendre jusqu'à la toute fin. Pour réduire les conflits au minimum, on procède d'habitude à une analyse préventive des points sensibles pour anticiper d'éventuelles réclamations (Menassa et Mora, 2007). Quand le conflit persiste une fois le projet achevé, des procédures judiciaires peuvent être enclenchées par l'une ou l'autre des parties.

En règle générale, la gestion des réclamations est effectuée dès le début du projet, bien qu'il soit difficile de l'amorcer. Les aspects liés à la prévention – notamment le contrôle et l'assurance de la qualité – doivent évidemment être gérés dès le départ, et tout ce qui touche aux réclamations et à la détection de celles-ci peut être géré lors de l'exécution. Dans le cas où on ne parviendrait pas à résoudre les réclamations avant la fin du projet, une analyse technico-juridique et des procédures judiciaires pourraient être enclenchées (Echternach-Jaubert, 2020).

Selon le montant de la réclamation, elles sont opérées notamment par les avocats externes ou internes, lesquels sont en collaboration avec le gestionnaire et les avocats. Les délais de traitement peuvent prendre plusieurs années, mais cette phase ne fait pas réellement partie du projet et de sa gestion. Avec pratiquement aucun gestionnaire d'expérience dans ce domaine, il est difficile de faire le suivi des dossiers en litige, d'autant plus qu'il n'existe pas de directive claire pour les gestionnaires de projet en gestion des litiges. Par conséquent, la progression du processus judiciaire demeure entre les mains de la firme légale embauchée, et le gestionnaire de projet peut difficilement avoir un impact sur l'allocation des ressources financières ou sur les délais encourus par le litige.

Compte tenu des impacts financiers considérables qui découlent de ce système, la phase de gestion des réclamations devrait être officiellement intégrée à la gestion de projet. Cette façon de procéder permettrait d'éviter des dépenses superflues en plus de clarifier la vue d'ensemble du projet, ce qui entraînerait une rentabilité accrue et une optimisation générale de la gestion (Kallo, 1990).

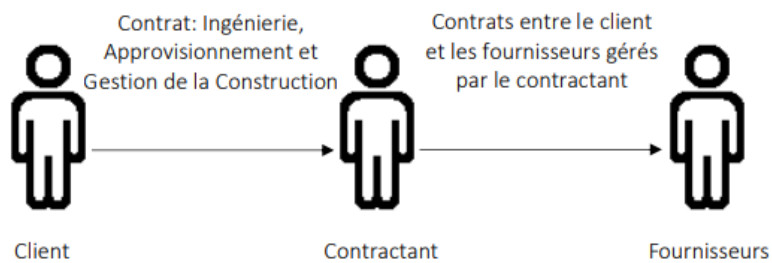


Figure 23 – La relation entre acteurs (Toupin, 2016)

La figure 23 présente la relation entre le client, le contractant et les fournisseurs dans le processus de gestion des réclamations. On constate que le rôle du contractant est d'appuyer le client dans ses démarches, sans toutefois s'impliquer officiellement dans la réclamation.

2.4 OBJECTIF 4 : DÉFINIR LE CYCLE DE VIE DE LA GESTION DE PROJET D'ENROBÉ

2.4.1 QR 1.7 : Qu'est-ce que le cycle de vie d'un projet d'une route d'enrobé bitumineux ?

La réalisation de projets routiers nécessite un nombre et une complexité sans cesse croissants d'activités et d'efforts importants en matière de gestion de projet (MTQ, 2009). Une analyse du cycle de vie permet de séparer les projets d'investissement en compilant les dépenses engendrées par d'autres choix tout au long de la vie estimée d'une tâche ou d'un projet. Au-delà des analyses de cycle de vie des chaussées routières, il est courant que le cycle de vie d'un projet soit divisé en quatre grandes parties, qui comprennent la conception, la planification et l'exécution du projet, ainsi que le suivi et l'évaluation du projet (Petr, Kosina, Tomek, A., Tomek, R., Berka, Sulc, 2016).

2.4.2 QR 1.8 : Quels sont les cycles de vie de la gestion de projet ?

Conception

La conception d'un projet d'asphalte repose sur des normes et des standards déjà établis. Constituant un avantage supplémentaire à l'adoption d'une approche intégrée, la conception d'un projet routier en contexte urbain équivaut à la conception d'un espace dans lequel se situe une voie urbaine. Selon Balmefrézol (2006), elle repose sur une réflexion partenariale globale codifiée par un scénario global de développement urbain, qui prévoit la coordination des multiples maîtrises d'ouvrage ainsi que la gestion des échéanciers des différents projets.

Planification

La planification d'entreprise concerne l'allocation des ressources, qu'elles soient humaines ou matérielles, afin de maximiser la rentabilité du temps et des efforts consacrés, ainsi que de faire l'investissement le plus approprié possible. Elle fait appel à une variété de stratégies et de processus pour organiser, orienter, améliorer, maximiser, etc. Il est possible que la notion de projet soit l'une des composantes d'une réponse aux enjeux de gestion. On peut distinguer deux logiques selon que la gestion est examinée selon l'axe fonctionnel et hiérarchique ou selon l'axe d'analyse horizontal et transversal.

La vision du projet, que l'on peut qualifier de complémentaire, donne une approche globale des objectifs par l'utilisation d'un mode de pilotage, transversal, qui permet une approche plus holistique des objectifs. La recherche sur la gestion par projets a suscité l'intérêt de plusieurs organismes, qui ont indiqué que la recherche sur la gestion par projets porte un regard particulier sur l'entreprise, en accordant une attention particulière aux dimensions de l'originalité, de la durée limitée, de l'innovation et de l'originalité, entre autres.

La « chaîne critique », telle que développée par Goldratt en 1997, est une application directe de la Théorie des Contraintes en gestion de projet qui est encore en usage aujourd'hui. Celle-ci attire l'attention sur les limites qui peuvent aider les gens à atteindre leurs objectifs. Cette technique de planification innovante se concentre sur les contraintes et les incertitudes qui peuvent exister dans le projet, et elle encourage l'élimination des causes et des événements indésirables qui peuvent interférer avec l'atteinte des objectifs du projet. L'objectif de la chaîne critique est d'exécuter le projet dans les délais en tenant compte du contenu du projet et d'un budget prédéterminé, tout en maximisant l'utilisation des ressources disponibles. De plus, il prend en considération, en plus de l'approche algorithmique des calculs à effectuer, l'influence de la composante humaine sur la performance du projet, en insérant des périodes tampons (« buffers ») entre les calculs à effectuer (Nguyen, 2011).

Exécution de projet

Dans l'exécution du projet, il est important de mettre en avant-scène une bonne méthodologie de travail afin de diminuer le risque de perdre la pérennité du projet qui, comme nous l'apprend la littérature (Bourdeau, Rivard et Barki (2003), Baccarini et Archer (2001), Datta et Mukherjee (2001), Al-Tabtabai et Alex (2000), Smith, Barrett et Box (2000), Parr (1997), Beidleman, Fletcher et Vesbosky (1990), va souvent dans le même sens. De ce fait, une revue des acceptations courantes de la notion de risque laisse croire que tout risque représente une exposition à un danger (péril) potentiel, inhérent à une situation ou une activité.

Miller et Lessard (2001) considèrent que : « Le risque est une possibilité qui peut occasionner un impact sur le déroulement de celui-ci », définition qui sensibilise à l'existence d'un déclencheur (« trigger ») et d'une chaîne (ou d'une combinaison) d'événements. De ce fait, l'impact produit dans le système qu'est le projet, lorsque le risque se manifeste, n'est pas nécessairement, exclusivement et directement produit par un événement spécifique, mais il peut aussi, compte tenu du caractère dynamique du projet, être dû à une combinaison de facteurs (événements) et encore générer un effet boule-de-neige (Bouchard, 2008).

Suivi d'après-projet et de processus

Le suivi d'après projet est une mesure systématique de l'avancement d'un projet, et a pour objectifs de fixer et permettre d'apporter des mesures correctives en cas de besoin.

Les définitions de suivi de projet diffèrent en fonction des objectifs poursuivis par le responsable ayant cette tâche. Le rôle qu'on donne diffère un peu des parties prenantes et des méthodes privilégiées par ceux et celles qui font le suivi.

Le suivi de processus concerne l'évaluation des méthodes mises en œuvre pour atteindre les objectifs fixés (International Union for Conservation of Nature, 2016). Ce type de suivi inclut l'information sur l'avancement des activités et la manière dont les activités sont réalisées. Le suivi de réalisation va au-delà du projet sur les objectifs, car il tente de collecter de l'information sur les résultats obtenus afin d'effectuer le suivi des risques et de déterminer si l'utilisation des ressources est efficace (IUN, 2018).

2.5 HYPOTHÈSE ET CADRE CONCEPTUEL

L'élaboration des hypothèses est évaluée sur quatre points fondamentaux, soit les facteurs clés de succès, le cycle de vie, les parties prenantes et la pérennité.

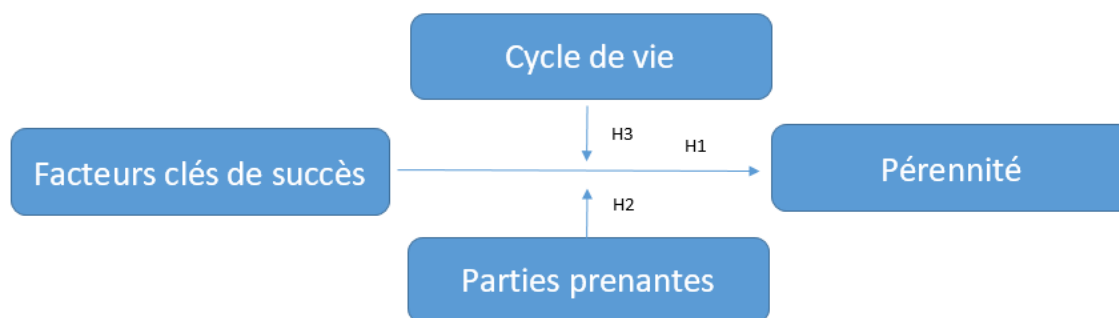


Figure 24 – Cadre conceptuel final

2.5.1 Hypothèse 1 : Objectif 5 : Établir la relation entre la mise en œuvre et la pérennité

QR 2.1 – Quelle est la relation entre les facteurs clés de succès et la pérennité ?

QR 2.2– Comment les facteurs clés de succès du projet peuvent-ils être ajustés pour optimiser la pérennité ?

Hypothèse 1 : La saine gestion de la mise en œuvre a une incidence positive sur la pérennité.

Tableau 8 – La saine gestion de la mise en œuvre

Facteurs clés de succès	Pérennité
Épaisseur de l'enrobé	Le niveau de dégradation de la chaussée
Dégradation potentielle en lien avec le nombre de véhicules par jour projeté	La fissuration
Qualité du sol à l'emplacement du projet	Déformation de la surface
Utilisation d'un véhicule de transfert des matériaux	Défauts de l'enrobé et perte du revêtement
Application d'un joint crafc0 lors de la mise en place aux différents joints froids	

2.5.2 Hypothèse 2 : Objectif 6 : Établir l'influence du cycle de vie de la gestion de projet en enrobé bitumineux sur la relation entre les facteurs clés de succès et la pérennité

QR 2.3 – Comment les phases du cycle de vie d'un projet d'enrobé influencent-elles la relation entre les facteurs clés de succès et la pérennité ?

Hypothèse 2 : La relation entre les facteurs clés de succès et la pérennité est modérée par les cycles de vie.

Tableau 9 – Les cycles de vie

Cycle de vie
Conception
Planification
Exécution de projet
Suivi d'après-projet

2.5.3 Hypothèse 3 : Objectif 7 : Établir l'influence des parties prenantes sur la relation entre les facteurs clés de succès et la pérennité

QR2.4 – Comment les parties prenantes influencent-elles la définition des facteurs clés de succès et de la pérennité ?

QR2.5 - Quel rôle jouent les parties prenantes dans le succès de la pérennité d'un projet d'enrobé ?

Hypothèse 3 : La relation entre les facteurs clés de succès et la pérennité est modérée par les parties prenantes.

Tableau 10 – Les parties prenantes

Parties prenantes
Le personnel travaillant pour l'entreprise effectuant les travaux
Les représentants mandatés pour effectuer le contrôle du projet
Le client effectuant le paiement des travaux
Le personnel effectuant le suivi d'après-projet

2.5.4 Conclusion

Notre cadre conceptuel constitue une réponse aux nombreux enjeux présentés par notre analyse de la littérature, mettant en évidence des associations entre diverses avenues telles que : les éléments de succès et de durabilité, le cycle de vie des projets et les parties prenantes. Grâce à ces liens, nous pouvons confirmer nos objectifs et nos questions de recherche, ce qui nous permet de tester nos hypothèses.

La technique quantitative a été adoptée comme méthodologie pour cette étude dans le but de tester nos idées de manière aussi complète que possible. Par conséquent, un questionnaire sera distribué aux chargés de projet qui ont travaillé sur des projets d'asphalte avant, pendant ou après le projet. Dans la seconde moitié de notre sujet d'étude, les résultats des sondages apporteront une réponse.

3. APPROCHE MÉTHODOLOGIE

Cette section décrit les méthodes qui ont été utilisées pour résoudre le problème qui a été abordé dans cette étude. La base de recherche envisagée, les méthodes de collecte de données envisagées et les outils d'analyse qui seront utilisés sont présentés.

3.1 Positionnement de la recherche

L'objet de cette recherche est d'examiner trois domaines principaux : les intervenants dans la gestion de projet d'asphalte, la gestion de projet et les critères de succès importants liés à ses cycles de vie, et enfin, la durabilité des pratiques de gestion de projet d'asphalte. Une meilleure connaissance de ces trois grands secteurs permettra de mieux comprendre la gestion d'un projet d'asphalte afin d'améliorer sa viabilité à long terme. Il importe donc d'étudier l'interaction entre ces principaux domaines de la gestion de projet et d'en identifier les parties les plus importantes.

3.2 Perspective de recherches et théories mobilisées

Cette étude adopte une approche pragmatique et les préoccupations qui la sous-tendent s'inspirent des lacunes apparentes de plusieurs projets d'asphaltage. Elle permet d'expliquer les causes pour tenter d'améliorer la qualité d'un revêtement routier en asphalte. À la suite de l'examen des liens entre les nombreux facteurs inclus dans cette étude, nous pouvons tenter de formuler des recommandations pour les futurs chefs de projet travaillant dans ce domaine. Par conséquent, l'analyse statistique descriptive aide à expliquer le lien, qui peut être utilisé pour identifier les déterminants importants du succès, le cycle de vie, la durabilité et les caractéristiques des parties prenantes.

3.3 Niveau d'analyse et unité d'analyse

Le niveau d'analyse concerne les facteurs clés de succès des projets en enrobé bitumineux ayant pour effet sa pérennité. Dans ces deux énoncés, deux sous-aspects y sont associés, soit les parties prenantes et les cycles de vie de projet. Le but consiste à définir la notion des parties prenantes, en soulevant l'aspect qui n'a pas été exploité par des études antérieures. Cette approche nous permet de déterminer les fondements pour les futurs gestionnaires dans ce domaine, tout en souhaitant que les résultats fournissent une clarté suffisante.

3.4 Approche de recherche

Le but de cette étude est d'évaluer la relation entre les techniques de gestion de projets d'enrobés bitumineux et la durabilité à long terme de l'enrobé bitumineux. L'induction analytique a été utilisée pour mener cette enquête, qui était basée sur l'approche inductive analytique. Il permet l'analyse de données qualitatives et quantitatives recueillies par le biais d'examen scientifiques et de méthodes d'enquête. Cette étude peut nous aider à évaluer la faisabilité des idées qui ont été énoncées ainsi que l'influence des critères importants qui déterminent le succès et la durabilité à long terme d'un pavage.

En conséquence, une conclusion sera tirée à la suite d'une analyse des données acquises grâce à l'utilisation d'un questionnaire spécifiquement créé à cet effet. Les données seront compilées à la fin de cette recherche, et on s'attend à ce qu'elle cherche à identifier les lacunes dans la littérature et, par conséquent, à ajouter de la valeur à l'expertise existante des gestionnaires de projet. Les gestionnaires bénéficieront des informations contenues dans les prochaines parties, qui décriront la marche à suivre.

3.5 Design de recherche envisagé : Recherche mixte

Cette étude est composée d'une combinaison de méthodes de recherche (qualitatives et quantitatives). La recherche à méthode mixte est définie comme une procédure de collecte, d'analyse et d'intégration de données qualitatives et quantitatives sur le plan du processus de recherche dans une seule étude dans le but de mieux comprendre le problème de recherche par certaines définitions du terme (Nguyen, 2011).

Il est crucial de noter que la technique mixte est une procédure raisonnablement simple. Celle-ci comprend une approche de recherche qui intègre à la fois les aspects qualitatifs et quantitatifs du processus de recherche à différentes phases du processus de recherche. Ce conglomérat d'hypothèses, de concepts et de méthodologies facilite l'explication des résultats statistiques grâce à l'utilisation d'exemples de données qualitatives. Par conséquent, il confère un sens aux nombres et les nombres au sens.

Les tests de faisabilité de nos propositions sont renforcés à la suite de l'étude en cours. Des processus importants, notamment la collecte, le traitement et l'analyse de données, sont mis en œuvre pour y parvenir. Dans cette étude, les données sont recueillies de deux manières : par des données secondaires recueillies à partir de la littérature et par des données primaires recueillies lors du travail de terrain. Les écrits dans les rapports, les bulletins et les modules de recherche universitaire servent de sources pour la collecte de données secondaires. Les données primaires sont collectées par un sondage, une entrevue et un sondage conçu spécifiquement pour les chefs de projet travaillant dans l'industrie de l'asphalte.

La technique d'analyse inductive nous permet d'expliquer les objectifs de la gestion d'une chaussée en asphalte afin d'augmenter sa durabilité et, par conséquent, de réduire ses dépenses, sur la base des données recueillies. Enfin, un lien sera établi entre les informations recueillies et les objectifs de notre projet d'étude.

3.6 Méthodes mobilisées

La méthode utilisée permet d'étudier le lien entre les pratiques de gestion de projet en enrobé et l'augmentation de la pérennité de l'enrobé bitumineux. Pour accéder aux données primaires de recherche, un type de questionnaire est développé.

Un questionnaire d'enquête est envoyé aux répondants par voie numérique permet d'obtenir des réponses impartiales sans relation directe avec les participants. Les réponses au questionnaire d'enquête sont reçues par courriel sans commentaires. L'opinion des répondants est recueillie par leurs réponses.

3.7 Techniques, plan et procédures de collecte et de traitement de données

La collecte des données commence par une revue de la littérature et la conception de questionnaires. Elle s'avère primordiale dans un travail de recherche afin de bien saisir l'ampleur des enjeux interrogés. L'enquête vise la collecte d'informations sur des éléments auprès des personnes concernées.

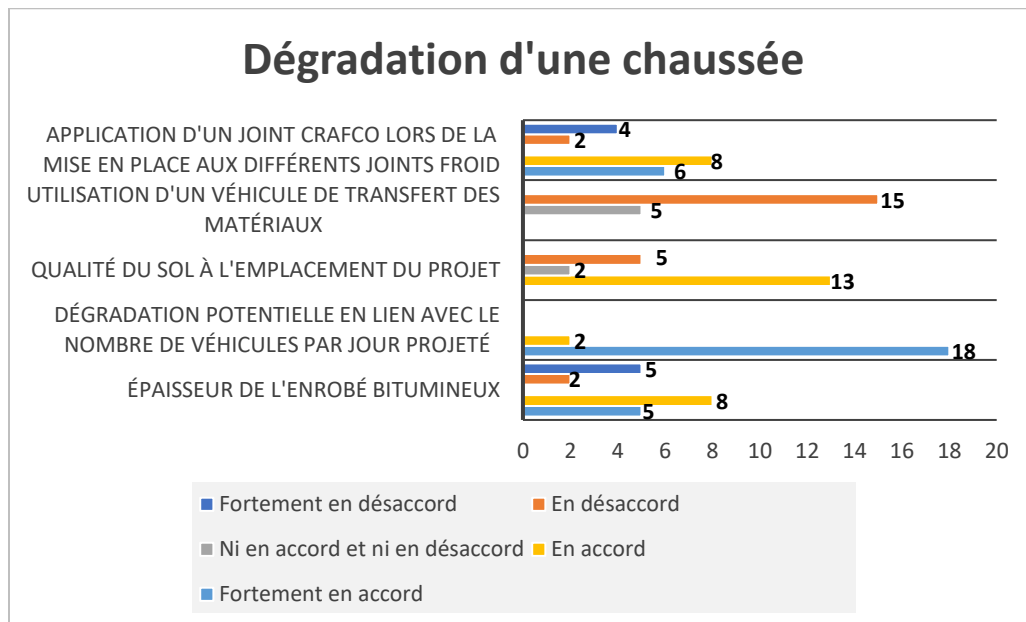
4. PRÉSENTATION ET DISCUSSION DES RÉSULTATS

Ce chapitre présente les résultats des sondages recueillis auprès de 20 gestionnaires dans le secteur de la gestion de projets d'une chaussée souples. Les résultats sont regroupés dans les sections : Fortement en désaccord, en désaccord, ni en accord, ni en désaccord, en accord et fortement en désaccord. Un tableau, un graphique et un texte sont présentés pour chacune des 15 variables. Le texte relate seulement les facteurs clés de succès les plus en accord chez les participants à ce sondage.

Tableau 11 – Dégradation d'une chaussée

	Fortement en désaccord	En désaccord	Ni en accord ni en désaccord	En accord	Fortement en accord
Épaisseur de l'enrobé bitumineux	5	2		8	5
Dégradation potentielle en lien avec le nombre de véhicules par jour projeté				2	18
Qualité du sol à l'emplacement du projet		5	2	13	
Utilisation d'un véhicule de transfert des matériaux		15	5		
Application d'un joint crafcu lors de la mise en place aux différents joints froids	4	2		8	6

Figure 25 – Dégradation d'une chaussée



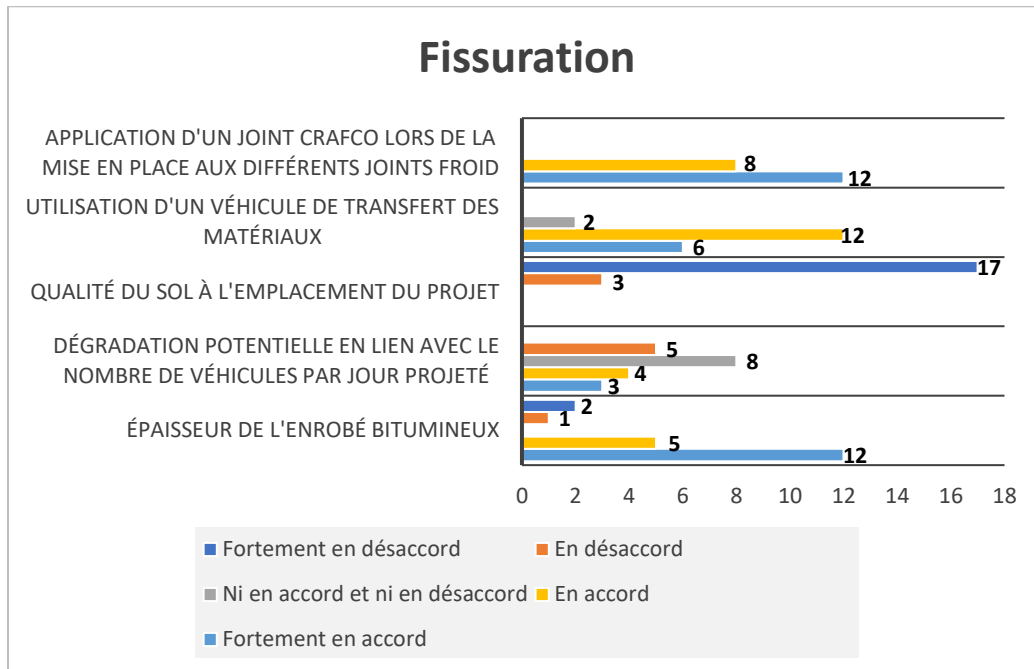
Après classement, nous avons les 4 facteurs de succès les plus probants en ce qui a trait à la conception

- L'épaisseur de l'enrobé avec 13 gestionnaires de projet en accord
- La dégradation potentielle en lien avec le nombre de véhicules par jour projeté avec 20 gestionnaires de projet en accord
- La qualité du sol à l'emplacement du projet avec 13 gestionnaires de projet en accord
- Application d'un joint crafclo lors de la mise en place des différents joints froids avec 14 gestionnaires de projet en accord

Tableau 12 – Fissuration

	Fortement en désaccord	En désaccord	Ni en accord ni en désaccord	En accord	Fortement en accord
Épaisseur de l'enrobé bitumineux	2	1		5	12
Dégradation potentielle en lien avec le nombre de véhicules par jour projeté		5	8	4	3
Qualité du sol à l'emplacement du projet	17	3			
Utilisation d'un véhicule de transfert des matériaux			2	12	6
Application d'un joint crafclo lors de la mise en place des différents joints froids				8	12

Figure 26 - Fissuration



Avec l'analyse de la fissuration, les 3 facteurs clés de succès les plus importants sont :

- L'épaisseur de l'enrobé avec 17 gestionnaires de projet en accord ;
- L'utilisation d'un véhicule de transfert des matériaux avec 18 gestionnaires de projet en accord ;
- Application d'un joint crafcoc lors de la mise en place des différents joints froids avec 20 gestionnaires de projet en accord.

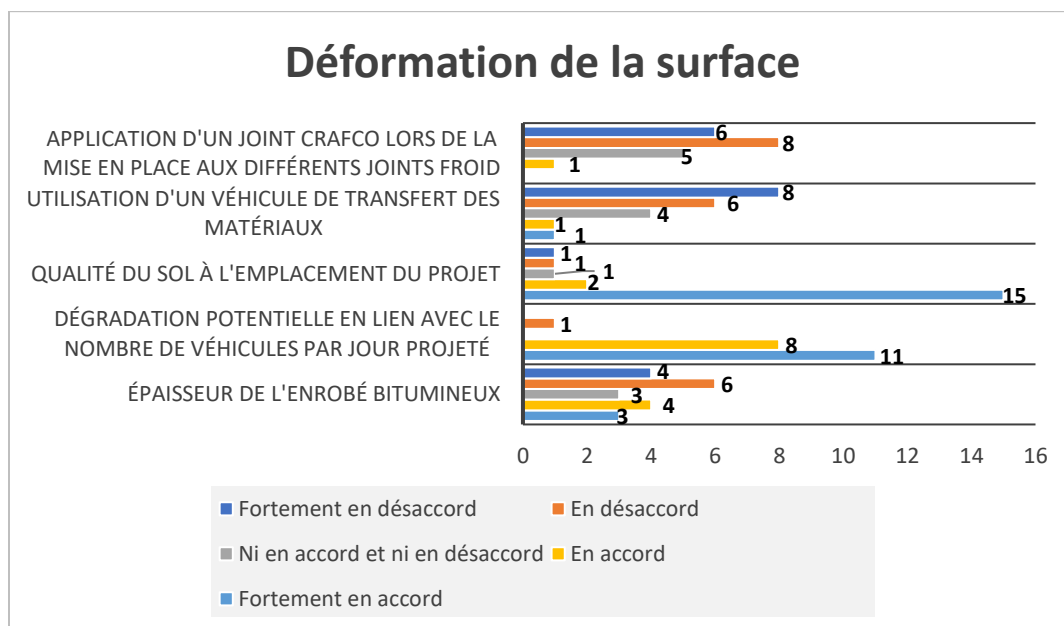
À l'inverse, les facteurs ayant le moins d'impact sur la fissuration sont :

- La qualité du sol à l'emplacement du projet avec 20 gestionnaires;
- La dégradation potentielle en lien avec le nombre de véhicules par jour projeté avec 5 gestionnaires.

Tableau 12 – Déformation de la surface

	Fortement en désaccord	En désaccord	Ni en accord ni en désaccord	En accord	Fortement en accord
Épaisseur de l'enrobé bitumineux	4	6	3	4	3
Dégradation potentielle en lien avec le nombre de véhicules par jour projeté		1		8	11
Qualité du sol à l'emplacement du projet	1	1	1	2	15
Utilisation d'un véhicule de transfert des matériaux	8	6	4	1	1
Application d'un joint crafco lors de la mise en place des différents joints froids	6	8	5	1	

Figure 27 – Déformation de la surface



En ce qui concerne la déformation de la surface, les facteurs clés de succès les plus pertinents sont :

- La dégradation potentielle en lien avec le nombre de véhicules par jour projeté avec 19 gestionnaires de projet en accord ;
- L'utilisation d'un véhicule de transfert des matériaux avec 17 gestionnaires de projet en accord.

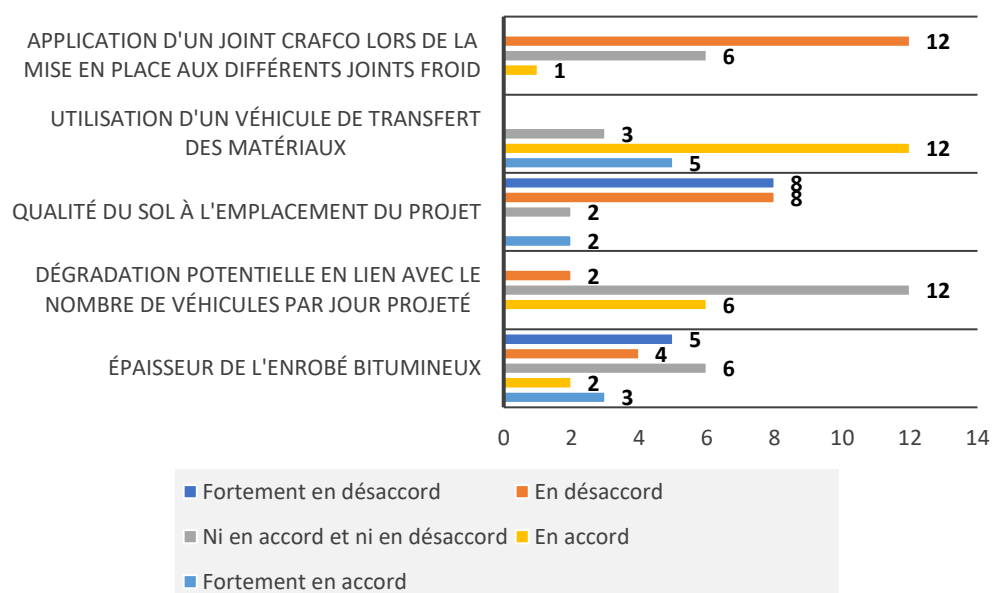
À l'opposé, les gestionnaires sont en désaccord sur la pertinence des éléments suivants concernant la déformation de la surface :

- L'épaisseur de l'enrobé bitumineux avec 10 gestionnaires ;
- La qualité du sol à l'emplacement du projet avec 2 gestionnaires ;
- L'application d'un joint crafc0 lors de la mise en place des différents joints froids avec 14 gestionnaires.

Tableau 13 – Défauts de l'enrobé et perte du revêtement

	Fortement en désaccord	En désaccord	Ni en accord ni en désaccord	En accord	Fortement en accord
Épaisseur de l'enrobé bitumineux	5	4	6	2	3
Dégradation potentielle en lien avec le nombre de véhicules par jour projeté		2	12	6	
Qualité du sol à l'emplacement du projet	8	8	2		2
Utilisation d'un véhicule de transfert des matériaux			3	12	5
Application d'un joint crafc0 lors de la mise en place des différents joints froids		12	6	1	

Figure 28 – Défauts de l'enrobé et perte du revêtement



Les défauts de l'enrobé et la perte du revêtement obtiennent les valeurs suivantes auprès des gestionnaires

- L'épaisseur de l'enrobé bitumineux avec 5 gestionnaires de projet en accord ;
- La dégradation potentielle en lien avec le nombre de véhicules par jour projeté avec 6 gestionnaires de projet en accord ;
- L'utilisation d'un véhicule de transfert des matériaux avec 17 gestionnaires de projet en accord.

Par contre, les gestionnaires sont en désaccord sur le lien des défauts de l'enrobé et perte du revêtement déformation de la surface :

- La qualité du sol à l'emplacement du projet avec 16 gestionnaires ;
- L'application d'un joint crafcu lors de la mise en place des différents joints froids avec 12 gestionnaires.

Tableau 14 – Récapitulation des facteurs clés de succès les plus probants

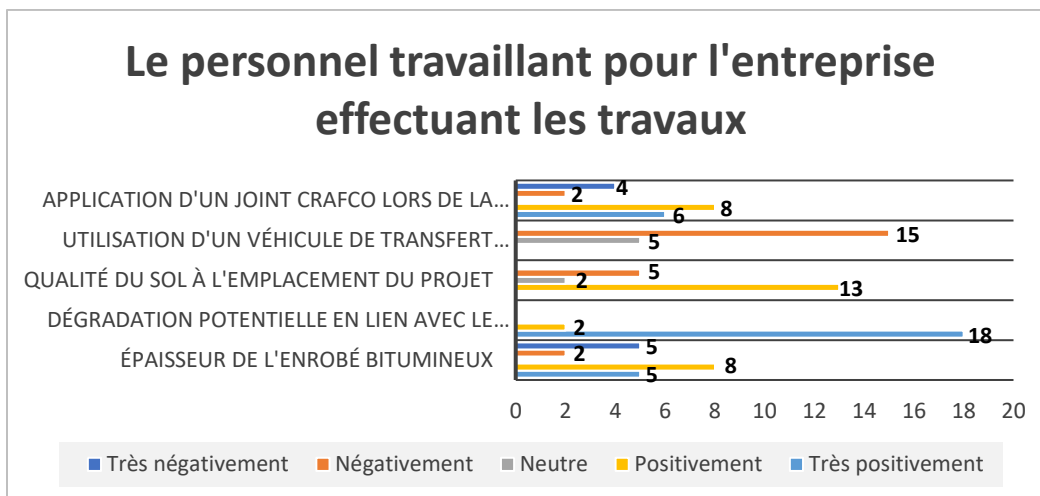
	Dégradation d'une chaussée	Fissuration	Déformation de la surface	Défauts de l'enrobé et perte du revêtement
Épaisseur de l'enrobé bitumineux	13	17	7	5
Dégradation potentielle en lien avec le nombre de véhicules par jour projeté	20	7	19	6
Qualité du sol à l'emplacement du projet	13	0	17	2
Utilisation d'un véhicule de transfert des matériaux	0	18	2	17
Application d'un joint craftco lors de la mise en place des différents joints froids	14	20	1	1

Dans le tableau ci-dessus, nous pouvons constater que les gestionnaires sont en accord sur le fait que la dégradation d'une chaussée est en lien avec le nombre de véhicules par jour projeté. L'application d'un joint craftco lors de la mise en place des joints froids a un impact sur la fissuration, et la déformation de surface est liée au nombre de véhicules par jour. Finalement, les défauts de l'enrobé et la perte de revêtement sont associés à l'utilisation de véhicule de transfert des matériaux.

Tableau 16 – Le personnel travaillant pour l’entreprise effectuant les travaux

	Très négativement	Négativement	Neutre	Positivement	Très positivement
Épaisseur de l’enrobé bitumineux		5	10	5	
Dégradation potentielle en lien avec le nombre de véhicules par jour projeté		5	5	8	2
Qualité du sol à l’emplacement du projet		1	18	1	
Utilisation d’un véhicule de transfert des matériaux	5	3	8	3	1
Application d’un joint crafclo lors de la mise en place des différents joints froids		8	4	7	1

Figure 29 : Le personnel travaillant pour l’entreprise effectuant les travaux

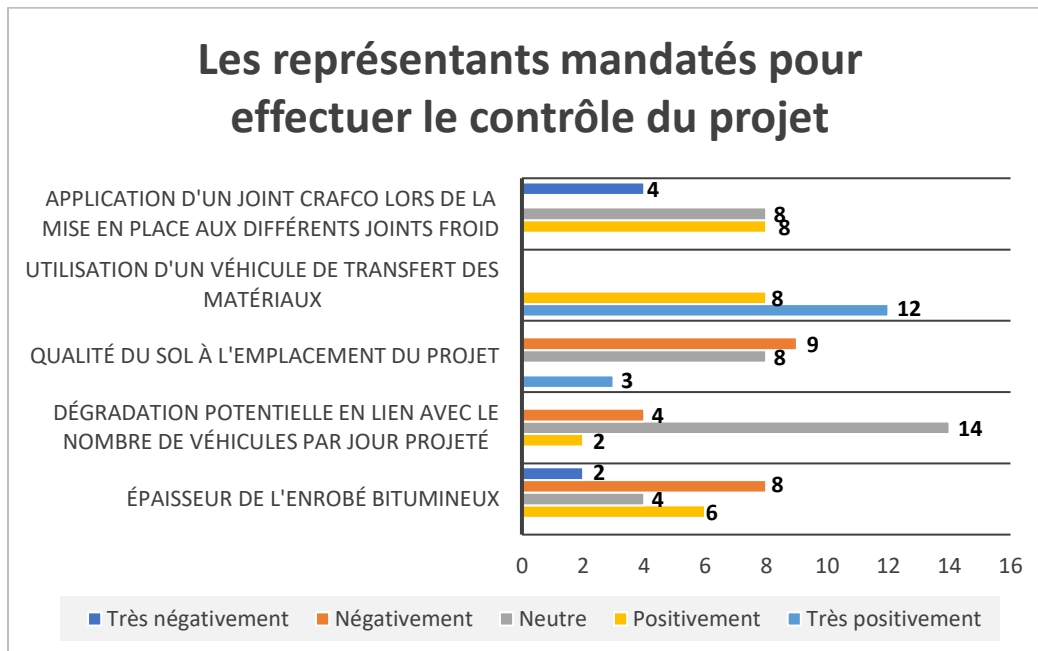


Dans cette phase, le facteur qui influence le plus positivement est la dégradation potentielle en lien avec le nombre de véhicules par jour projeté.

Tableau 17 – Les représentants mandatés pour effectuer le contrôle du projet

	Très négativement	Négativement	Neutre	Positivement	Très positivement
Épaisseur de l'enrobé bitumineux			18	2	
Dégradation potentielle en lien avec le nombre de véhicules par jour projeté		8	9	3	
Qualité du sol à l'emplacement du projet		6	6	8	
Utilisation d'un véhicule de transfert des matériaux			13	7	
Application d'un joint crafcu lors de la mise en place des différents joints froids		1	19		

Figure 30 : les représentants mandatés pour effectuer le contrôle du projet

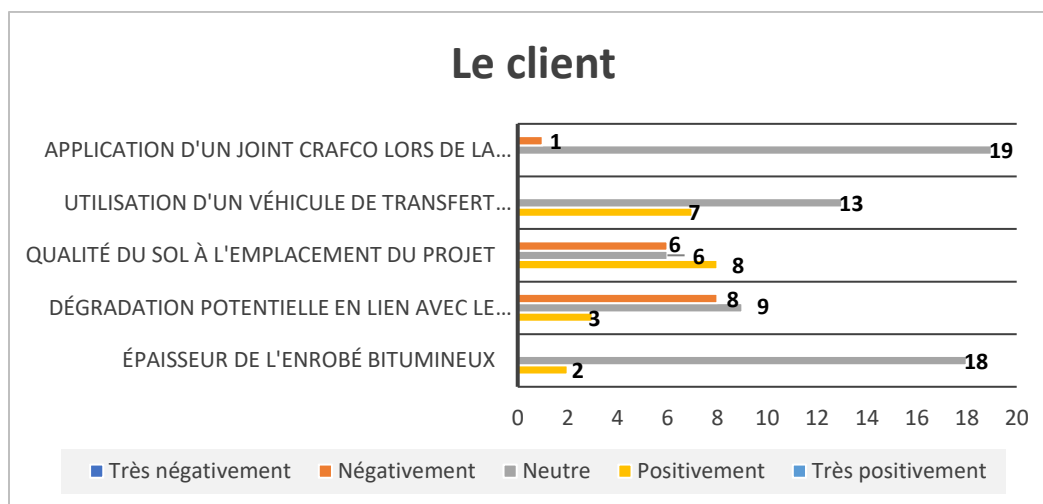


Dans cette phase, les 2 facteurs qui influencent le plus positivement sont :

- La qualité du sol à l'emplacement du projet avec 8 gestionnaires qui confirment qu'il influence positivement ;
- L'utilisation d'un véhicule de transfert des matériaux avec 7 gestionnaires qui confirment qu'il influence positivement.

Tableau 18 – Le client effectuant le paiement des travaux

	Très négativement	Négativement	Neutre	Positivement	Très positivement
Épaisseur de l'enrobé bitumineux			18	2	
Dégradation potentielle en lien avec le nombre de véhicules par jour projeté		8	9	3	
Qualité du sol à l'emplacement du projet		6	6	8	
Utilisation d'un véhicule de transfert des matériaux			13	7	
Application d'un joint crafc0 lors de la mise en place des différents joints froids		1	19		

Figure 31 : Le client effectuant le paiement des travaux

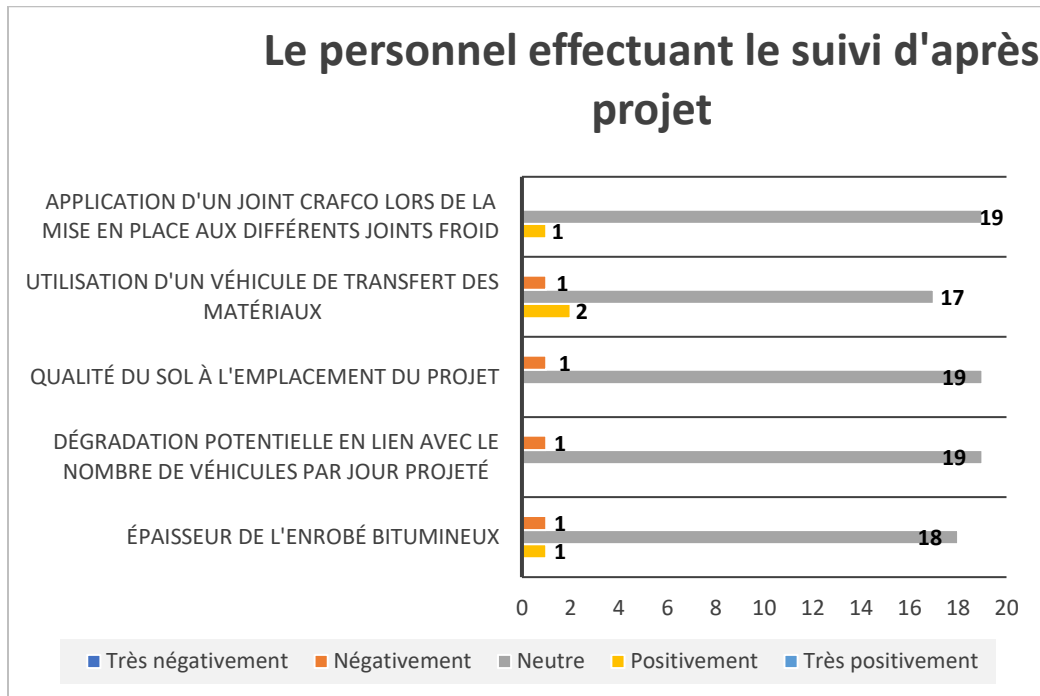
En ce qui concerne le client, les parties prenantes les plus importantes sont :

- Épaisseur de l'enrobé bitumineux avec 2 gestionnaires qui confirment qu'il influence positivement ;
- L'utilisation d'un véhicule de transfert des matériaux avec 7 gestionnaires qui confirment qu'il influence positivement.

Tableau 19 – Le personnel effectuant le suivi d'après-projet

	Très négativement	Négativement	Neutre	Positivement	Très positivement
Épaisseur de l'enrobé bitumineux		1	18	1	
Dégradation potentielle en lien avec le nombre de véhicules par jour projeté		1	19		
Qualité du sol à l'emplacement du projet		1	19		
Utilisation d'un véhicule de transfert des matériaux		1	17	2	
Application d'un joint crafcu lors de la mise en place des différents joints froids			19	1	

Figure 32 : Le personnel effectuant le suivi d'après-projet



Le personnel effectuant le suivi d'après-projet est marqué par les deux éléments suivants :

- Épaisseur de l'enrobé bitumineux avec 1 gestionnaire qui confirme qu'il influence positivement ;
- L'utilisation d'un véhicule de transfert des matériaux avec 2 gestionnaires qui confirment qu'il influence positivement.

Tableau 20 – Récapitulation des influences les plus plausibles entre la pérennité et les facteurs clés de succès modérés par les parties prenantes

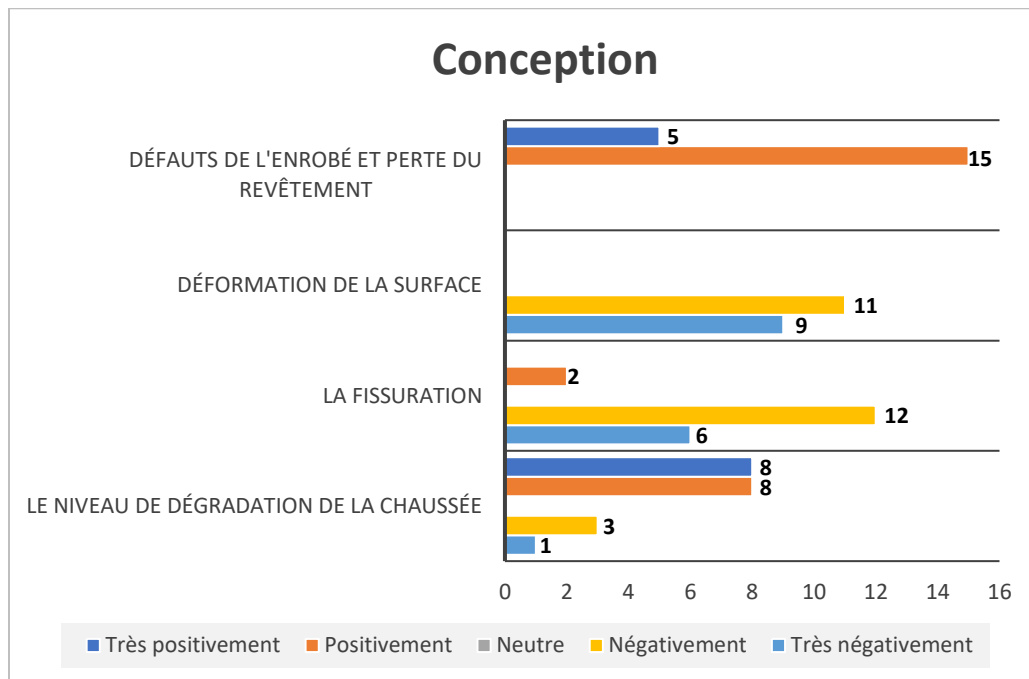
	Le personnel travaillant pour l'entreprise effectuant les travaux	Les représentants mandatés pour effectuer le contrôle du projet	Le client effectuant le paiement des travaux	Le personnel effectuant le suivi d'après-projet
Épaisseur de l'enrobé bitumineux	5	6	2	1
Dégradation potentielle en lien avec le nombre de véhicules par jour projeté	10	2	3	0
Qualité du sol à l'emplacement du projet	1	3	8	0
Utilisation d'un véhicule de transfert des matériaux	4	20	7	2
Application d'un joint crafc0 lors de la mise en place des différents joints froids	8	8	0	1

c) La relation entre la définition des facteurs clés de succès du projet et sa pérennité est modérée par son cycle de vie

Tableau 21 – La conception

	Très négativement	Négativement	Neutre	Positivement	Très positivement
Le niveau de dégradation de la chaussée	1	3		8	8
La fissuration	6	12		2	
Déformation de la surface	9	11			
Défauts de l'enrobé et perte du revêtement				15	5

Figure 33 : La conception

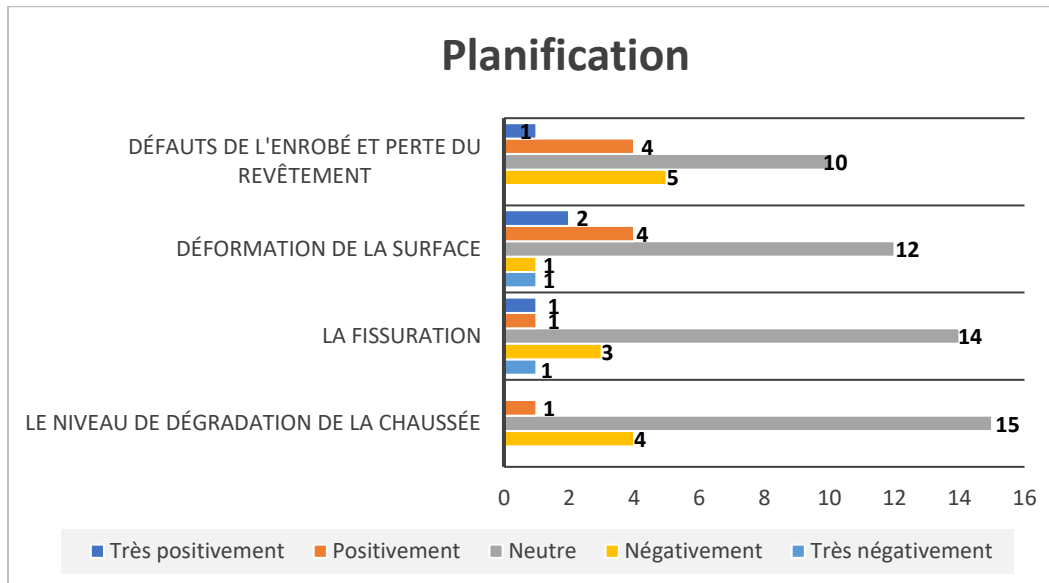


Dans cette phase, les 2 facteurs qui influencent positivement sont :

- Le niveau de dégradation de la chaussée : avec 8 gestionnaires qui confirment qu'il influence positivement ;
- Les défauts de l'enrobé et perte du revêtement avec 20 gestionnaires qui confirment qu'il influence positivement.

Tableau 22 – La planification

	Très négativement	Négativement	Neutre	Positivement	Très positivement
Le niveau de dégradation de la chaussée		4	15	1	
La fissuration	1	3	14	1	1
Déformation de la surface	1	1	12	4	2
Défauts de l'enrobé et perte du revêtement		5	10	4	1

Figure 34 : La planification

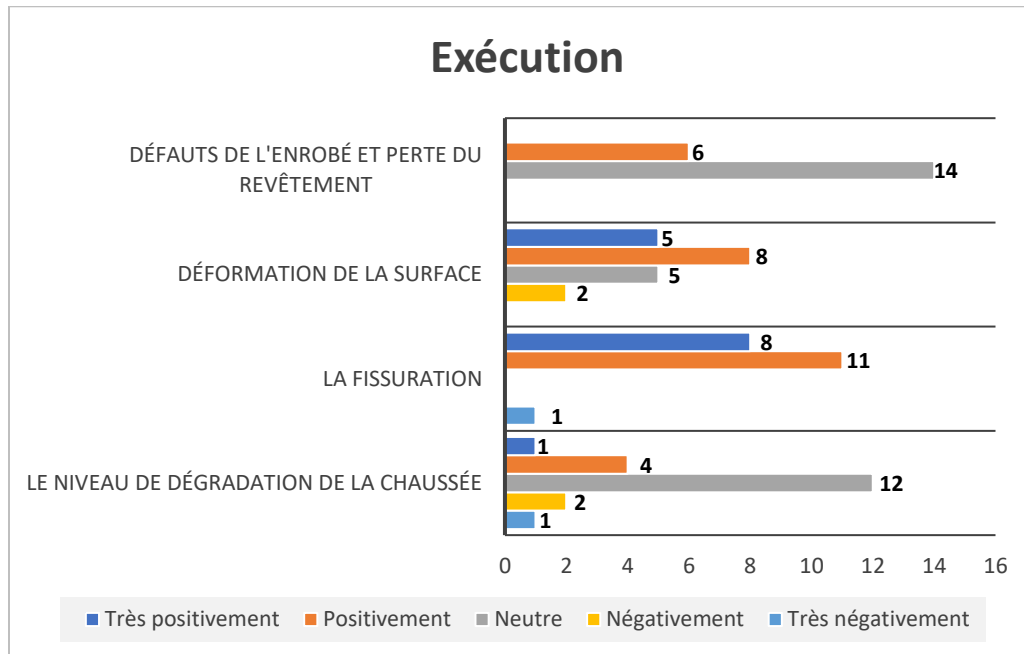
Au cours de cette phase, les 2 facteurs qui influencent positivement sont :

- Le niveau de dégradation de la chaussée : avec 18 gestionnaires qui confirment qu'il influence positivement ;
- La fissuration avec 6 gestionnaires qui confirment qu'il influence positivement ;
- La déformation de la surface : avec 20 gestionnaires qui confirment qu'il influence positivement ;
- Les défauts de l'enrobé et perte du revêtement : avec 17 gestionnaires qui confirment qu'il influence positivement.

Tableau 23 – L'exécution

	Très négativement	Négativement	Neutre	Positivement	Très positivement
Le niveau de dégradation de la chaussée	1	2	12	4	1
La fissuration	1			11	8
Déformation de la surface		2	5	8	5
Défauts de l'enrobé et perte du revêtement			14	6	

Figure 35 : L'exécution

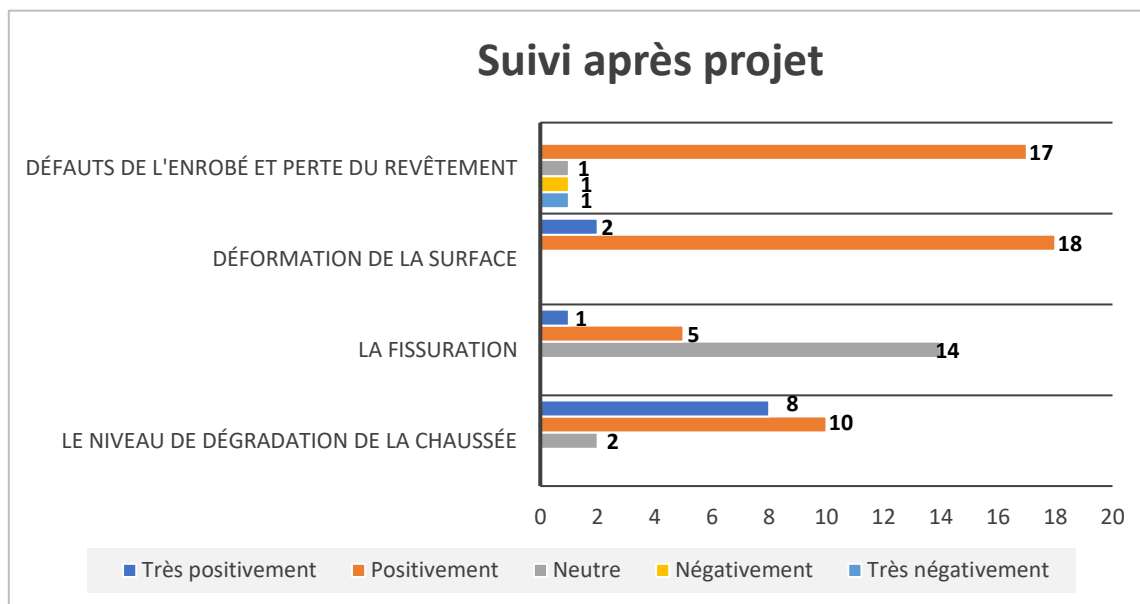


Dans la phase d'exécution, les 4 facteurs qui influencent positivement sont :

- Le niveau de dégradation de la chaussée : avec 5 gestionnaires qui confirment qu'il influence positivement ;
- La fissuration avec 19 gestionnaires qui confirment qu'il influence positivement ;
- La déformation de la surface : avec 12 gestionnaires qui confirment qu'il influence positivement ;
- Les défauts de l'enrobé et perte du revêtement : avec 6 gestionnaires qui confirment qu'il influence positivement.

Tableau 24 – Le suivi après-projet

	Très négativement	Négativement	Neutre	Positivement	Très positivement
Le niveau de dégradation de la chaussée			2	10	8
La fissuration			14	5	1
Déformation de la surface				18	2
Défauts de l'enrobé et perte du revêtement	1	1	1	17	

Figure 36 : Le suivi après-projet

Dans la phase de suivi d'après-projet, les 4 facteurs qui influencent positivement sont :

- Le niveau de dégradation de la chaussée : avec 18 gestionnaires qui confirment qu'il influence positivement ;
- La fissuration avec 6 gestionnaires qui confirment qu'il influence positivement ;
- La déformation de la surface : avec 20 gestionnaires qui confirment qu'il influence positivement ;
- Les défauts de l'enrobé et perte du revêtement : avec 17 gestionnaires qui confirment qu'il influence positivement.

Tableau 25 – Récapitulation des relations entre la définition des facteurs clés de succès du projet et sa pérennité modérée par son cycle de vie

	La conception	La planification	Son exécution	Son suivi après-projet
Le niveau de dégradation de la chaussée	16	1	5	18
La fissuration	2	2	19	6
Déformation de la surface	0	6	13	20
Défauts de l'enrobé et perte du revêtement	20	5	6	17

5. Discussion et vérifications des hypothèses

Cette section discute des résultats présentés dans la section précédente en les analysant avec les données recueillies à l'aide du sondage. La présentation des résultats de cette recherche se dirige vers les trois propositions de notre cadre conceptuel final. Celles-ci sont aussi regroupées dans le but de répondre à des hypothèses. Lorsqu'une majorité des gestionnaires ont répondu dans le même sens, une distinction est établie pour formuler une réponse aux questions.

5.1 Hypothèse 1

Hypothèse 1 : La présence des facteurs clés de succès a une influence positive sur le niveau de la performance.

La réponse à cette hypothèse renvoie à la section 3 de notre questionnaire. Selon les réponses récoltées auprès des gestionnaires, ce tableau suivant nous permet de vérifier la véracité de cette hypothèse.

Tableau 26 – Récapitulation des facteurs clés de succès les plus probants en lien avec la pérennité

	Dégradation d'une chaussée	Fissuration	Déformation de la surface	Défauts de l'enrobé et perte du revêtement
Épaisseur de l'enrobé bitumineux	13	17	7	5
Dégradation potentielle en lien avec le nombre de véhicules par jour projeté	20	7	19	6
Qualité du sol à l'emplacement du projet	13	0	17	2
Utilisation d'un véhicule de transfert des matériaux	0	18	2	17
Application d'un joint crafc0 lors de la mise en place des différents joints froids	14	20	1	1

Dégradation d'une chaussée

Pour diminuer la dégradation d'une chaussée, un gestionnaire de projet doit de prime abord surveiller le nombre de véhicules par jour projeté, ce qui, selon notre sondage, a été mis à l'avant-scène par tous les gestionnaires. Par la suite, l'application d'un joint Crafcoc dans les joints froids semble être à considérer. Finalement, l'épaisseur de l'enrobé et la qualité du sol sous les surfaces pavées sont équivalentes dans les facteurs clés de succès de la dégradation d'une chaussée.

Fissuration

Parmi les facteurs de succès importants identifiés lors de notre enquête pour la réalisation d'un projet de route sans fissures figure l'utilisation d'un joint « Crafcoc » au cours de la mise en place de l'asphalte dans les différents joints froids, qui est principalement responsable de la prévention de la formation de fissures. Il est préférable d'utiliser un véhicule de transfert de matériaux pour poser ensuite l'asphalte sur la fondation. Troisièmement, il semble que l'épaisseur de l'asphalte joue un rôle dans la fissuration. Enfin, il est crucial de noter que l'utilisation d'un véhicule de transfert de matériaux peut aider à réduire le nombre de fissures dans une structure de bâtiment.

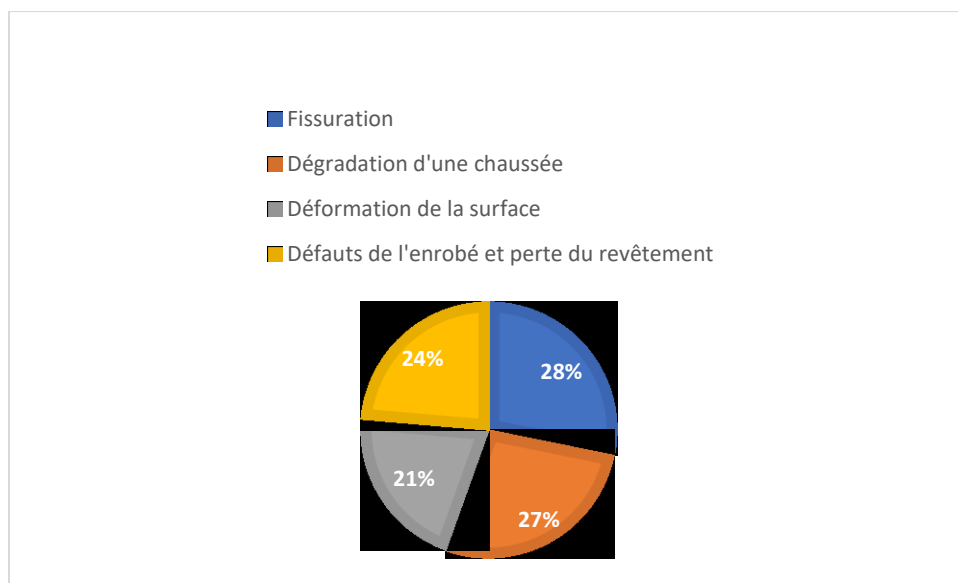
Déformation de la surface

Dans l'objectif de mettre en évidence la déformation de la surface, la dégradation engendrée par le nombre de véhicules par jour représente un fait à surveiller. De plus, la qualité du sol sous la chaussée doit aussi être prise en compte. En effet, l'épaisseur de l'enrobé est une variable à analyser, de même que le véhicule de transfert des matériaux. Ces éléments sont à vérifier en tant que facteurs clés de succès associés à la déformation de surface.

Défauts de l'enrobé et perte de revêtement

Pour diminuer les défauts de l'enrobé et la perte de revêtement, les gestionnaires ont opté en grande partie pour l'utilisation d'un véhicule de transfert des matériaux. En second ordre d'importance, l'épaisseur de l'enrobé, la dégradation en lien avec le nombre de véhicules, la qualité du sol et l'application d'un joint Crafcoc sont nettement inférieures à l'utilisation d'un véhicule de transfert des matériaux.

Tableau 27 – Classification des facteurs de succès par ordre d'importance



Aux vues de cette analyse, on peut affirmer que les facteurs clés de succès ont une influence sur la pérennité, donc l'hypothèse 1 est validée.

5.2 Hypothèse 2

Hypothèse 2 : La relation entre les facteurs clés de succès et la pérennité est modérée par le type de partie prenante.

Tableau 28 – Tableau des influences les plus plausibles entre la pérennité et les facteurs clés de succès modérés par les parties prenantes

	Très négativement	Négativement	Neutre	Positivement	Très positivement
Le personnel travaillant pour l'entreprise effectuant les travaux	5	22	45	24	4
Les représentants mandatés pour effectuer le contrôle du projet	6	21	34	24	15
Le client effectuant le paiement des travaux	0	15	65	20	0
Le personnel effectuant le suivi d'après-projet	0	4	92	4	0

La réponse à cette hypothèse démontre par le biais des gestionnaires de projet que les représentants pour effectuer le contrôle de la qualité jouent un rôle important. En second lieu, les gestionnaires de projet pensent que des travaux de qualité passent aussi par le personnel travaillant pour l'entreprise effectuant les travaux. Par contre, les gestionnaires sont d'accord en majorité sur le fait qu'ils sont neutres à propos du fait que le but recherché n'est pas en lien avec le client effectuant le paiement des travaux ainsi que sur le personnel effectuant le suivi d'après-projet. Cette affirmation de la part des gestionnaires de projet est sensée. En effet il est difficile de penser que le client effectuant le paiement des travaux ainsi que le personnel œuvrant dans le suivi d'après-projet jouent un rôle important dans la pérennité de projet.

D'après cette analyse, on peut en déduire que la relation entre les facteurs clés de succès et la pérennité est modérée par les parties prenantes, donc l'hypothèse 2 est validée.

5.3 Hypothèse 3

Hypothèse 3 : La relation entre les facteurs clés de succès et la pérennité est modérée par la phase cycle de vie

Tableau 29 – Récapitulation des relations entre la définition des facteurs clés de succès du projet et sa pérennité modérée par son cycle de vie

	La conception	La planification	Son exécution	Son suivi après-projet
Le niveau de dégradation de la chaussée	16	1	5	18
La fissuration	2	2	19	6
Déformation de la surface	0	6	13	20
Défauts de l'enrobé et perte du revêtement	20	5	6	17

Phase de conception

En ce qui concerne la phase de conception, les facteurs clés de succès les plus pertinents sont : le niveau de dégradation de la chaussée ainsi que le défaut de l'enrobé et la perte de revêtement, puisque comme mentionné dans la revue de littérature, ces deux phases sont élaborées en amont de la réalisation. À l'inverse, les gestionnaires de projet considèrent que la fissuration et la déformation de surface n'ont pas des rôles clés dans la pérennité de chaussée.

Phase planification

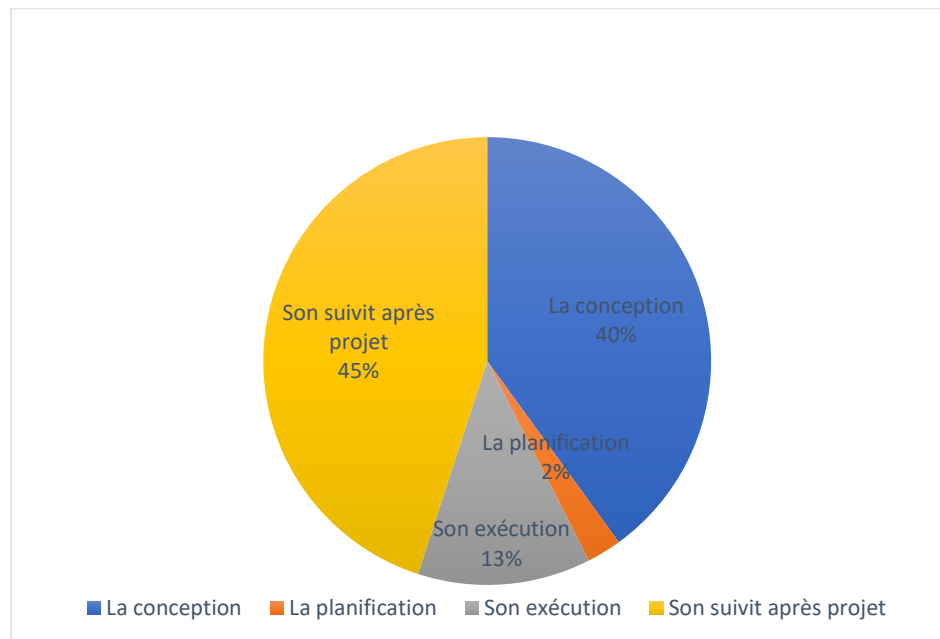
En ce qui concerne cette phase, aucun grand facteur n'est ressorti comme étant concluant pour ce qui est de l'objectif d'accroître la pérennité d'une chaussée puisque le niveau de dégradation d'une chaussée et la fissuration ont donné un résultat faible de l'ordre de 1 et 2. Ensuite, la déformation de la surface et le défaut de l'enrobé et la perte de revêtement ont engendré des résultats variants entre 6 et 5.

Phase exécution

Pour la phase d'exécution, le facteur qui est ressorti en forte majorité est la fissuration. En second, nous avons la déformation de la surface avec un pointage de 13. Par la suite, le niveau de dégradation de la chaussée et le défaut de l'enrobé ont été classés comme étant moyens avec un pointage de 5 et 6.

Son suivi d'après-projet

À l'unanimité, la déformation de la surface a été sélectionnée par les gestionnaires de projet comme étant le facteur le plus important dans la phase du suivi d'après-projet. Par la suite, de manière assez générale, le niveau de dégradation de la chaussée et les défauts de l'enrobé sont évalués comme étant importants à considérer avec des résultats entre 17 et 18. Finalement, la fissuration est le facteur le moins important dans cette phase.

Tableau 30 – Classification des facteurs clés de succès

D'après cette analyse, on peut en déduire que la relation entre les facteurs clés de succès et la performance est modérée par le cycle de vie du projet, donc l'hypothèse 3 est validée.

6. Conclusion

Les résultats de nos recherches sont présentés dans cette section. D'abord et avant tout, nous effectuons un résumé des résultats, qui fait référence aux réponses aux questions de notre étude. La contribution de notre étude à la recherche sera ensuite discutée, suivie des limites de l'étude.

6.1 Synthèse des résultats

Objectifs Partie 2 - Analyser et comprendre

6.1.1 Objectif 5 : Établir la relation entre les facteurs clés de succès sur la pérennité

QR2.1 : Quelle est la relation entre les facteurs clés de succès et la pérennité ?

Des facteurs de succès importants (par exemple, l'épaisseur de l'enrobé bitumineux, la dégradation potentielle par rapport au nombre prévu de véhicules par jour, la qualité du sol sur le site du projet, l'utilisation d'un transfert de matériaux et l'application d'un joint « crafcoc » lors de la pose au niveau des différents joints froids) ont un impact sur la pérennité du projet, qui se définit dans cette étude par le niveau de dégradation sur l'enrobé. Ils sont importants dans chacun des critères clés de succès et dans chacun des facteurs qui contribuent au développement de la viabilité et de la durabilité à long terme.

QR2.2 : Comment les facteurs clés de succès du projet peuvent-ils être ajustés pour optimiser la pérennité ?

Quand on fournit aux chefs de projet un inventaire des indicateurs de succès importants liés à la durabilité, ils peuvent mieux s'assurer que leurs projets d'enrobés bitumineux seront plus durables à l'avenir. De plus, cette recherche nous a permis d'explorer la possibilité que le contrôle de la fissuration soit principalement lié à l'épaisseur de l'asphalte et à l'utilisation d'un joint bitumineux dans le processus de construction. Ensuite, la dégradation de la chaussée est liée au nombre de véhicules chaque jour prêtés sur le projet envisagé. La qualité du sol sous le projet a un impact significatif sur la déformation de la surface. Enfin, l'utilisation d'un véhicule de transfert de matériaux est directement associée au développement de défauts d'asphalte et à la perte de revêtement.

6.1.2 Établir l'influence du cycle de vie de la gestion de projet en enrobé bitumineux sur la relation entre les facteurs clés de succès et la pérennité

QR2.3 – Comment les phases du cycle de vie d'un projet d'enrobé influencent-elles la relation entre les facteurs clés de succès et la pérennité ?

Pour les projets de chaussée en enrobé bitumineux, il est important de diviser les différents cycles de vie. Dans le cadre de notre étude, nous avons la conception, la planification, l'exécution et le suivi. La distinction de ces 5 facteurs de cycle de vie est primordiale dans l'évaluation des interventions effectuée par chacun d'eux. Les gestionnaires sont d'accord sur le fait que l'augmentation de la qualité du projet est étroitement liée aux phases d'avant-projet et d'après-projet, soit par la phase de conception et la phase de suivi d'après-projet.

6.2 Apport à la recherche

Grâce à l'utilisation d'un questionnaire transmis à 20 chargés de projets travaillant dans le domaine des chaussées en asphalte, cette recherche nous a permis de mieux comprendre les facteurs qui contribuent à l'échec des projets d'asphalte. À la lumière des résultats, nous pouvons conclure que les facteurs clés de succès ont un impact sur la durabilité et que la relation entre les facteurs clés de succès et la durabilité est médiatisée par les parties prenantes et le cycle de vie du projet (voir Figure 1). Par conséquent, nous devons répondre aux réponses aux questions suivantes : quelle est la relation entre les éléments majeurs de succès et la viabilité à long terme ? Quels changements apporter aux éléments majeurs de succès du projet afin de maximiser sa pérennité ? L'étude de la façon dont les phases du cycle de vie d'un projet d'asphalte influencent le lien entre des variables importantes de succès et de durabilité a permis d'apporter des réponses aux différentes préoccupations qui ont été posées jusqu'à présent. L'accomplissement de nos objectifs de recherche nous a permis de répondre à notre problématique spécifique qui était d'identifier les facteurs de succès les plus importants dans la gestion d'une chaussée en asphalte afin d'augmenter sa durabilité en fonction de la durabilité, du rôle des intervenants et de la durée de vie du projet pour réussir le projet. De plus, cette recherche nous a permis de vérifier la relation entre ses différentes variables. Grâce aux résultats de cette étude, les chefs de projet peuvent mieux comprendre comment les nombreuses variables influencent le développement de leurs projets et utiliser ces informations à leur avantage.

6.3 Limites

Les résultats de cette étude, comme tout travail scientifique, comportent des limites. Dans cette démarche, il est nécessaire de définir le périmètre de cette recherche afin d'en identifier les contraintes pour les recherches futures.

La première contrainte est que la taille de l'échantillon de seulement 20 chefs de projet peut s'avérer insuffisante pour tester notre hypothèse en raison de la petite taille de la population.

Deuxièmement, le questionnaire est alourdi par le grand nombre de variables qu'il contient. Il peut donc être difficile d'établir d'autres corrélations entre les variables. Par conséquent, il serait possible de restreindre les variables afin de développer différents types de liens d'influence. Finalement, nos recherches nous ont permis de mieux comprendre les aspects qui peuvent contribuer à la durabilité à long terme d'un projet de construction en asphalte.

LISTE DE RÉFÉRENCES

- Affaires municipales, Régions et Occupation du territoire (2013). *Guide d'élaboration d'un plan d'intervention pour le renouvellement des conduites d'eau potable, d'égouts et des chaussées*. Guide destiné au milieu municipal québécois (n. p.).
- Alexander, S. M., Waters, N. M. et Paquet, A. C. (2005). *Traffic volume and highway permeability for a mammalian community in the Canadian Rocky Mountains*. *The Canadian Geographer* 4(9), 321-331.
- Alvarez, A. E., Macias, N. et Fuentes, L. G. (2012). *Analysis of Connected Air Voids in Warm Mix Asphalt*. *Dyna*, 79(2), 27-44.
- American Association of State and Highway Transportation Officials (2018). *Standard Specification for Performance-Graded Asphalt Binder Using Multiple Stress Creep Recovery (MSCR) Test*. AASHTO M 332 (n.p.).
- American Society of Testing and Materials (ASTM) (2012). *Terminology Relating to Vehicle-Pavement System*. ASTM E, 4 (3), 867-6.
- Asphalt Institute (2017). *SEAUPG MSCR Task Group Web Meeting*.
- ASTM International (s.d.) *Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index*. Designation D 6433 – 07.
- Bahia, H., Moraes, R. (2017). *Comparison of New Test Methods and New Specifications for Rutting Resistance and Elasticity of Modified Binders*. Conference: 62nd Canadian Technical Asphalt Association (CTAA) Annual Conference.
- Ball, J. (2021). *Why You Should Offset the Material Transfer Vehicle*. Consulté à l'adresse [<https://theasphaltpro.com/articles/why-you-should-offset-the-material-transfer-vehicle>].
- Balmefrézol, P. (2006). *Manager la conception des projets routiers intégrés en milieu urbain*. Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (n. p.).
- Bitume Québec (2011). *Analyses des coûts de cycle de vie des chaussées routières à fort trafic*. *Techno-bitume, Bulletin technique* (5), 1-12.
- Bitume Québec (2015). *La mise en œuvre des enrobés*. Guide des bonnes pratiques. Consulté à l'adresse [<http://www.bitumequebec.ca/wp-content/uploads/2015/03/c74c97c89a90256file.pdf>].
- Bitume Québec (2019). *Changements importants pour 2019*. MSCR 2019. Consulté à l'adresse [<https://www.bitumequebec.ca/mscr-2019/changements-importants-pour-2019>].

- Blanc, J. (2011). *Prédiction des déformations permanentes des matériaux de chaussées*. Université Gustave Eiffel (n. p.).
- Boucart, E., Konrad, J. M. et Pigeon, M. (2005). *Simulation du retrait thermique à basse température et de la fissuration transversale d'une chaussée recyclée par Retraitement à Haute Performance (RHP)*. *Materials and Structures*. (38), 127-136.
- Bouchard, M. (2008). *Les facteurs de risque des projets de développement international : une analyse empirique de la perception des coordonnateurs*. Université du Québec à Montréal, 82-83.
- Canadian Infrastructure (2016). *Bulletin de rendement des infrastructures canadiennes*. Éclairer l'avenir.
- Carter, A. (2018). *Reconnaître les types de dégradation des chaussées municipales*. *Via Bitume*, 40-41.
- Centre d'expertise et de recherche en infrastructures urbaines (2014). *Fiche technique du CERIU CS-1.1.1. Chaussées municipales : techniques d'entretien et de réhabilitation* (n. p.).
- Cooley Jr, L., Brown, E. R. et Maghsoodloo, S. (2001). *Developing critical field permeability and pavement density values for coarse-graded superpave pavements*. *Transportation Research Record*, 1761 (1), 41-49.
- Croteau, F. (2017). *Les parties prenantes et la gouvernance urbaine à Montréal*. Université du Québec à Montréal. p. 13.
- Direction générale du laboratoire des chaussées (2018). *Bilan de l'état et du comportement de la chaussée*. *Ouvrages routiers : bulletin d'information technique*, 23 (2), 1-3.
- Djonkamla, Y., Doré, G. et Bilodeau, J.-P. (2017). *Une nouvelle approche pour prédire l'uni des chaussées flexibles pendant la durée de vie utile*. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 44(7), 495-503.
- Dufresne, R. (2015). *Origine de l'essai MSCR*. *Bitume Québec, Via Bitume*, 10 (5), 13-14.
- Echternach-Jaubert, M. (2020). *Processus de gestion des litiges dans l'industrie de la construction*. Polytechnique Montréal.
- Fédération canadienne des municipalités (2003). *Lignes directrices sur le calfeutrage et le colmatage des fissures dans les chaussées de béton bitumineux*. (2003). Guide national pour des infrastructures municipales durables. (1), 1-36.
- Goacolou, H. (1999). *Structure de chaussée innovante pour routes et autoroutes à fort trafic*. *Revue générale des routes (RGRA)*. (779), 38-42.

- Harvey, J. T. et Tsai, B.-W. (1996). *Effects of asphalt content and air void content on mix fatigue and stiffness*. Transportation Research Record, 1543(1), 38–45.
- Iowa Department of Transportation (2000). *Asphalt Cement Concrete Longitudinal Joint Adhesive Crafcro PN 34524*. Iowa DOT New Product C-98-7), HR-2084.
- Kallo, G. (1990). *Claims management*. Cost Engineering 32(10), 25-26.
- Kandhal, P. S. et Rickards, I. J. (2001). *Premature failure of asphalt overlays from stripping: case histories : Report*. Annual meeting of the Association of Asphalt Paving Technologists, Clear Water, Florida.
- Lamothe, S. (2004). *Enrobé grenu : influence du dosage en filler et de l'ajout d'un sable roulé sur le couple ouvrabilité-ornièreage (masters)*. École de technologie supérieure, Montréal. Consulté à l'adresse [<http://espace.etsmtl.ca/681/>].
- Lavoie, M. (2018). *La fissuration longitudinale des revêtements bitumineux de chaussées : détection par imagerie thermique des défauts lors de la pose des enrobés*. Association québécoise des transports.
- Leclerc, G. (2018). *Sélection des bitumes basée sur la classification MSCR*. Bitume Québec, Via Bitume, 13 (2), 8-10.
- Lépine-Thériault, S. (2018). *L'implantation de la classification des bitumes basée sur l'essai Multiple Stress Creep Recovery (MSCR)*. Bitume Québec, Via Bitume, 14 (1), 8-13.
- M, Petr., Kosina, V., Tomek, A., Tomek, R., Berka, V., Sulc, D. (2016). *The Integration of BIM in Later Project Life Cycle Phases in Unprepared Environment from FM Perspective*. Procedia Engineering (164), 550-557.
- Masson, J. F. (2001). *Sealing Cracks in Asphalt Concrete Pavements*. CNRC, Construction Technology Update. (49), 1-4.
- Mauduit, V., Mauduit, C., Vulcano-Greullet, N. et Coulon, N. (2007). *Dégradations précoces de couches de roulement à la sortie des hivers*. Revue générale des routes et aérodromes, (858), 67–72.
- Ministère des Transports (2009). *Guide de gestion des projets routiers* (n. p.).
- Ministère du Travail, de l'Emploi et de la Solidarité sociale (2012). *Guide sur l'utilisation des véhicules de transfert de matériaux*. Les Publications du Québec (n. p.).
- Moughabghab, Z. (1994). *Étude de l'orniérage, de la fissuration thermique et du désenrobage dans les enrobés bitumineux*.

- Moutier, F., Duan, T. H. et Chauvin, J. J. (1988). *The Effects of the Formulation Parameters on the Mechanical Behavior of Mixes*. Association of Asphalt Paving Technologists Proc (57), (n. p.).
- Naatmadja, A., Parkin, A. K. (1989). *Characterization of granular materials for pavements*. Canadian Geotechnical Journal. Consulté à l'adresse [<https://cdnsiencepub.com/doi/abs/10.1139/t89-083>].
- Neal, B. (s.d.). *13 Pavement Defects and Failures You Should Know!* Paveman Pro.
- Nguyen, T.H. (2011). *Contribution à la planification de projet : proposition d'un modèle d'évaluation des scénarios de risque-projet*. Université de Toulouse, p.34.
- Okutani, I., Stephanedes, Y. J. (1984). *Dynamic prediction of traffic volume through kalman filtering theory*. Transportation Research Part B : Methodological. 18(1), 1-11.
- Pavement Interactive (s.d.). *Crack Seals*. Pavement Tools Consortium. Consulté à l'adresse [<https://pavementinteractive.org/reference-desk/maintenance-and-rehabilitation/maintenance/crack-seals/>].
- Pavement Interactive (s.d.). *Material Transfer Vehicles*. Consulté à l'adresse [<https://pavementinteractive.org/reference-desk/construction/placement/material-transfer-vehicles/>].
- Pavement Interactive (s.d.). *Pavement Distresses*. Pavement Tools Consortium.
- Roadtec (2006). *Material Transfer Companies*. Consulté à l'adresse [https://oregontechsfstatic.azureedge.net/sitefinity-production/programs-civil-engineering-documents/mtvbrouchrepdf.pdf?sfvrsn=bdfb760_2].
- Services de la qualité et des normes (2003). *Manuel d'identification des dégradations des chaussées flexibles*. Gouvernement du Québec. Consulté à l'adresse [<http://www4.bnquebec.ca/pgq/2003/2607704.pdf>].
- Système électronique d'appel d'offres du gouvernement du Québec (2021). *Avis 1509121*. Consulté à l'adresse [<https://www.seao.ca/OpportunityPublication/ConsulterAvis/Recherche?ItemId=ba40f220-3cfe-487d-b1d5-f6f2570ba25f>].
- Vulcano-Greullet, N., Kerzreho, J. P., Mauduit, V. et Chabot, A. (2010). Stripping phenomenon of top layers of thick pavements. Congrès ISAP2010.
- Walker, D. (s.d.). *Understanding asphalt pavement distresses – five distresses explained*. The Asphalt Magazine.

- Wang, J., Wang, K., Wang, W., Wang, M., Li, H., Zhao, G., He, C., Zheng, S. et Chen, J. (2019). *Pavement crack image acquisition methods and crack extraction algorithms: A review*. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*. 6(6), 535-556.
- Whitney, C., (2020). *That Black Stuff on the Road? Technically Not Asphalt*. Consulté à l'adresse [<https://science.howstuffworks.com/asphalt.htm>].
- Woof, M. (2009). *Material transfer vehicles see advances*. *World Highways*. Consulté à l'adresse [<https://www.worldhighways.com/wh3/feature/material-transfer-vehicles-see-advances>].

QUESTIONNAIRE

Afin de bien analyser la gestion de la dégradation d'une chaussée en enrobé bitumineux, il est primordial d'établir les liens ayant un impact sur sa gestion, soit ses paramètres, son cycle de vie, les parties prenantes et, finalement, sa pérennité. Le but est de cibler les relations qui transigent par ces variables, lesquelles peuvent entraîner une diminution des coûts d'une route en enrobé bitumineux.

Pour mener à bien cette recherche dans les meilleures conditions et afin d'obtenir des résultats tangibles, nous sollicitons votre collaboration à titre de gestionnaire de projet d'enrobé bitumineux. Nous vous demandons de répondre aux questions en vous basant sur votre expérience et votre parcours professionnel.

Ce test d'une durée d'environ 30 minutes sera strictement confidentiel, et personne ne pourra consulter vos réponses ou connaître votre identité.

Finalement, nous vous demandons de garder en tête que toute réponse peut être vraie ou fausse, mais que celles-ci doivent découler de votre expérience dans le domaine à l'étude. Le questionnaire est segmenté en 4 sections :

Section 1 : Les données démographiques des projets

Section 2 : L'influence des paramètres sur la pérennité

Section 3 : La relation des paramètres et la pérennité modérée par les parties prenantes

Section 4 : La relation des paramètres et la pérennité modérée par son cycle de vie

SECTION 1 : LES DONNÉES DÉMOGRAPHIQUES DES PROJETS

Secteurs d'activités

- Projets de villes
- Projets de municipalités
- Projets au ministère des Transports

Durée de vie moyenne d'un projet

- Moins de 3 mois
- 7 à 6 mois
- 7 à 12 mois
- 1 à 2 ans
- Plus de 2 ans

Budget moyen d'un projet

- Moins de 250 000,00 \$
- 250 000,00 \$ à 500 000,00 \$
- 500 000,00 \$ à 1 000 000,00 \$
- 1 000 000,00 \$ à 1 500 000,00 \$
- Plus de 2 000 000,00 \$

Nombre d'employés dans le projet

- 0 à 4 employés
- 5 à 10 employés
- 11 à 20 employés
- 21 à 30 employés
- Plus de 30 employés

SECTION 2 : L'INFLUENCE DES PARAMÈTRES SUR LA PÉRENNITÉ

Paramètres : Les paramètres de configuration d'un projet d'une route en enrobé bitumineux sont les points à valider et à surveiller avant et pendant les travaux.

Pérennité : La pérennité d'un projet en enrobé bitumineux réfère à la durée de vie d'une route, ne nécessitant pas de reprise complète avant plusieurs années.

Cette section a pour objectif de connaître l'influence de la pérennité sur les paramètres.

Dans le cadre de cette recherche, les paramètres sont :

Épaisseur de l'enrobé bitumineux : épaisseur de l'enrobé bitumineux et nombre de couches imposées pour la construction du projet

Dégradation potentielle en lien avec le nombre de véhicules par jour projeté : Dégradation potentielle liée au nombre de véhicules par jour moyen ainsi que le poids sur le projet

Qualité du sol à l'emplacement du projet : Nature du sol sous le projet en enrobé bitumineux

Utilisation d'un véhicule de transfert des matériaux : Véhicule muni d'un réservoir intermédiaire autopropulsé équipé d'une vis sans fin qui mélange le matériau et procure une consistance et une température constante.

Application d'un joint crafcro lors de la mise en place des différents joints froids : Caoutchouc à base de pétrole chauffé dans un réservoir pour être ensuite installé à l'aide d'une lance.

Questionnaire 1 **Selon vous, les facteurs clés de succès ont-ils une influence sur le niveau de dégradation de la chaussée ?**

Dégradation d'une chaussée : Détérioration d'un projet en enrobé bitumineux

	Fortement en désaccord	En désaccord	Ni en accord ni en désaccord	En accord	Fortement en accord
Épaisseur de l'enrobé bitumineux					
Dégradation potentielle en lien avec le nombre de véhicules par jour projeté					
Qualité du sol à l'emplacement du projet					
Utilisation d'un véhicule de transfert des matériaux					
Application d'un joint crafcu lors de la mise en place des différents joints froids					

Questionnaire 2 Selon vous, les facteurs clés de succès ont-ils une influence sur le nombre de fissures ?

Nombre de fissures : nombre de crevasses dans un projet en enrobé bitumineux

	Fortement en désaccord	En désaccord	Ni en accord, ni en désaccord	En accord	Fortement en accord
Épaisseur de l'enrobé bitumineux					
Dégradation potentielle en lien avec le nombre de véhicules par jour projeté					
Qualité du sol à l'emplacement du projet					
Utilisation d'un véhicule de transfert des matériaux					
Application d'un joint crafcu lors de la mise en place des différents joints froids					

Questionnaire 3 Selon vous, les facteurs clés de succès ont-ils une influence sur la forme des fissures ?

Déformation de la surface : La déformation de la surface se caractérise par un mouvement de la chaussée

	Fortement en désaccord	En désaccord	Ni en accord, ni en désaccord	En accord	Fortement en accord
Épaisseur de l'enrobé bitumineux					
Dégradation potentielle en lien avec le nombre de véhicules par jour projeté					
Qualité du sol à l'emplacement du projet					
Utilisation d'un véhicule de transfert des matériaux					
Application d'un joint crafcu lors de la mise en place des différents joints froids					

Questionnaire 4 **Selon vous, les facteurs clés de succès ont-ils une influence sur les défauts de l'enrobé et la perte du revêtement**

Défauts de l'enrobé et la perte du revêtement : Les défauts de l'enrobé et la perte de revêtement correspondent à des anomalies survenues après une courte période

	Fortement en désaccord	En désaccord	Ni en accord, ni en désaccord	En accord	Fortement en accord
Épaisseur de l'enrobé bitumineux					
Dégradation potentielle en lien avec le nombre de véhicules par jour projeté					
Qualité du sol à l'emplacement du projet					
Utilisation d'un véhicule de transfert des matériaux					
Application d'un joint crafclo lors de la mise en place des différents joints froids					

SECTION 3 : LA RELATION DES PARAMÈTRES ET LA PÉRENNITÉ MODÉRÉE PAR LES PARTIES PRENANTES

Paramètres : Les paramètres de configuration d'un projet d'une route en enrobé bitumineux doivent être surveillés et validés avant et pendant les travaux.

Pérennité : La pérennité d'un projet en enrobé bitumineux réfère à la durée de vie d'une route, ne nécessitant pas de reprise complète avant plusieurs années.

Parties prenantes : Les parties prenantes correspondent aux ressources humaines affectées à la réalisation du projet.

Nous vous demandons de nous laisser savoir si vous êtes en accord ou en désaccord avec les points suivants.

Questionnaire 5 **La relation entre les facteurs clés de succès et sa pérennité est modérée par le personnel travaillant pour l'entreprise effectuant les travaux**

Personnel travaillant pour l'entreprise effectuant les travaux : travailleurs de la construction ayant comme principale fonction de construire le projet en enrobé bitumineux

	Très négativement	Négativement	Neutre	Positivement	Très positivement
Épaisseur de l'enrobé bitumineux					
Dégradation potentielle en lien avec le nombre de véhicules par jour projeté					
Qualité du sol à l'emplacement du projet					
Utilisation d'un véhicule de transfert des matériaux					
Application d'un joint crafclo lors de la mise en place des différents joints froids					

Questionnaire 6 La relation entre les paramètres du projet et sa pérennité modérée par les représentants mandatés pour effectuer le contrôle du projet

Représentants mandatés pour effectuer le contrôle du projet : personnes engagées par le client afin de s'assurer que les travaux sont faits selon les règles de l'art et dans le respect des plans et devis

	Très négativement	Négativement	Neutre	Positivement	Très positivement
Épaisseur de l'enrobé bitumineux					
Dégradation potentielle en lien avec le nombre de véhicules par jour projeté					
Qualité du sol à l'emplacement du projet					
Utilisation d'un véhicule de transfert des matériaux					
Application d'un joint crafco lors de la mise en place des différents joints froids					

Questionnaire 7 La relation entre les paramètres du projet et sa pérennité modérée par le client effectuant le paiement des travaux

Client effectuant le paiement des travaux : Propriétaire du projet (habituellement le ministère des Transports, une ville ou une municipalité)

	Très négativement	Négativement	Neutre	Positivement	Très positivement
Épaisseur de l'enrobé bitumineux					
Dégradation potentielle en lien avec le nombre de véhicules par jour projeté					
Qualité du sol à l'emplacement du projet					
Utilisation d'un véhicule de transfert des matériaux					
Application d'un joint crafclo lors de la mise en place des différents joints froids					

Questionnaire 8 **La relation entre les facteurs clés de succès du projet et sa pérennité est modérée par le personnel effectuant le suivi d'après-projet**

Le personnel effectuant le suivi d'après projet : les salariés effectuant le suivi des coûts, de la durabilité, de l'entretien ainsi que de son cycle de vie après la fin du projet

	Très négativement	Négativement	Neutre	Positivement	Très positivement
Épaisseur de l'enrobé bitumineux					
Dégradation potentielle en lien avec le nombre de véhicules par jour projeté					
Qualité du sol à l'emplacement du projet					
Utilisation d'un véhicule de transfert des matériaux					
Application d'un joint crafc0 lors de la mise en place des différents joints froids					

SECTION 4 : LA RELATION DES PARAMÈTRES ET PÉRENNITÉ MODÉRÉE PAR SON CYCLE DE VIE

Cette section est consacrée à la relation entre les paramètres et la pérennité, laquelle serait modérée par le cycle de vie du projet. Il vous est demandé d'exprimer votre degré d'accord ou de désaccord avec les énoncés suivants en vous basant sur votre expérience en tant que gestionnaire de projet.

Paramètres : les paramètres de configuration d'un projet d'une route en enrobé bitumineux sont les points à valider et à surveiller avant et pendant les travaux.

Pérennité : la pérennité d'un projet en enrobé bitumineux réfère à la durée de vie d'une route, ne nécessitant pas de reprise complète avant plusieurs années.

Cycle de vie : le cycle de vie d'un projet de route en enrobé bitumineux définit les grandes étapes du projet à partir du début à la fin.

Dégradation d'une chaussée : détérioration d'un projet en enrobé bitumineux.

Forme de fissure : dimension des crevasses d'un projet en enrobé bitumineux.

Confort au roulement d'un automobiliste : degré de satisfaction d'un usager de la route lors de son passage sur le projet en enrobé bitumineux.

Questionnaire 9 **La relation entre la définition des facteurs clés de succès du projet et sa pérennité est modérée par la conception**

Conception : Mise en œuvre du projet d'enrobé bitumineux et imposition des différents critères

	Très négativement	Négativement	Neutre	Positivement	Très positivement
Le niveau de dégradation de la chaussée					
La fissuration					
Déformation de la surface					
Défauts de l'enrobé et perte du revêtement					

Questionnaire 10 **La relation entre la définition des facteurs clés de succès du projet et sa pérennité est modérée par sa planification**

Planification : étape en amont de l'exécution du projet d'enrobé

	Très négativement	Négativement	Neutre	Positivement	Très positivement
Le niveau de dégradation de la chaussée					
La fissuration					
Déformation de la surface					
Défauts de l'enrobé et perte du revêtement					

Questionnaire 11 **La relation entre la définition des paramètres du projet et sa pérennité est modérée par son exécution**

Exécution : construction du projet selon les plans et devis

	Très négativement	Négativement	Neutre	Positivement	Très positivement
Le niveau de dégradation de la chaussée					
La fissuration					
Déformation de la surface					
Défauts de l'enrobé et perte du revêtement					

Questionnaire 12

La relation entre la définition des paramètres du projet et la relation entre la définition des facteurs clés de succès et sa pérennité est modérée par son suivi d'après-projet

Suivi d'après-projet : analyse des anomalies apparentes d'un projet en enrobé

	Très négativement	Négativement	Neutre	Positivement	Très positivement
Le niveau de dégradation de la chaussée					
La fissuration					
Déformation de la surface					
Défauts de l'enrobé et perte du revêtement					