

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

**UNIVERSITE ABOUBEKR BELKAID TLEMCEM**

**FACULTE DE TECHNOLOGIE**

**Département de Génie Civil**

Mémoire pour l'obtention du

**Diplôme de Master en Génie Civil**

Option **Civil Engineering Management**

Intitulé

**INDICATEURS QUALITE ET PROCEDURES POUR LE MANAGEMENT DE LA  
QUALITE DANS UN PROJET ROUTIER**

Présenté par

**KARA SLIMANE FAIZA**

Soutenu en juin 2013 devant le jury composé de

**MEGNOUNIF Abdellatif**

*Professeur*

**Président**

**ALLAL M. Amine**

*Professeur*

**Encadreur**

**BENACHENHOU Kamila A. ép. HAKIKI**

*Maître Assistante A*

**Encadreur**

**BENAMAR Abdrrahmane**

*Maître Assistant A*

**Examineur**

**BEZZAR Abdelillah**

*Maître de conférences A*

**Examineur**

# REMERCIEMENTS

---

Ce travail a été encadré par Monsieur Amine ALLAL Professeur à l'université de Tlemcen, que je tiens à remercier tout particulièrement. C'est grâce à ses conseils et son écoute que ce travail a pu aboutir. Je garderai un excellent souvenir de toutes les discussions fructueuses que nous avons eu au cours de ces deux années, qui ont permis de faire émerger les idées présentées dans ce projet de fin d'étude. Je le remercie enfin pour le temps considérable, mais nécessaire, qu'il a passé à relire et corriger ce manuscrit.

Je souhaite exprimer toute ma gratitude à Madame BENACHENHOU Kamila Amel ép. HAKIKI Maitre Assistante A à l'université de Tlemcen, ma Co-directrice de projet pour son Co-encadrement, je tiens à vous dire que j'ai eu beaucoup de plaisir à travailler avec vous et que je vous remercie aussi pour votre chaleureux accompagnement tout au long de ce projet et pour votre investissement sans faille.

Je remercie Monsieur Abdellatif MEGNOUNIF Professeur à l'université de Tlemcen d'avoir bien voulu de présider ce jury.

Ma gratitude va aussi à Messieurs, Abderrahmane BENAMAR Maitre-Assistant A à l'université de Tlemcen et Abdelillah BEZZAR Maitre de Conférences A à l'université de Tlemcen d'avoir aimablement accepté de juger ce travail en tant qu'examineurs.

Je voudrais aussi remercier, le laboratoire des travaux public Ouest et le contrôle technique de construction qui m'ont apporté leurs aides pour la préparation de ce projet.

Je n'aurais pas pu faire ce mémoire sans mes amis qui m'ont donné le soutiens, l'inspiration et le bonheur Abla Narimane Baba Ahmed, Amina Zabat, Anis Lakermi, Hamid Haddam, Houcine Medjahdi, Imane Kara Ali, Ryadh Kahwedji, Redwane Bennai et aussi Omar Hamza Cherif.

Enfin j'adresse mes grands remerciements à mon inconditionnelle famille: mon père, ma mère, mon frère Abderrahim, ma sœur Zahéra , ma belle sœur Hanane, sans oublier mon neveu Abdelillah et mes deux affectueuses grand-mères.

**«La plus belle chose que nous puissions éprouver, c'est le côté mystérieux de la vie. C'est le sentiment profond qui se trouve au berceau de l'art et de la science véritable.».**

***Albert Einstein***

# Résumé

---

Ce travail fait partie de l'axe de recherche consacré au management de la qualité dans les projets de routes, qui se développe par la mise en œuvre d'une démarche qualité et la construction des indicateurs qualité appropriés. Pour ce faire, nous avons présenté, dans un premier temps, un guide méthodologique pour une démarche qualité, qui édicte les principaux axes nécessaires à la réussite d'un projet routier conformément aux exigences. S'engager sur cette voie consiste alors à adopter une approche d'anticipation et de gestion pragmatique et efficace, par la mise en place d'indicateurs qualité et tableau de bord pertinents. Par la suite, nous avons exhibé les différents phénomènes de dégradations qui apparaissent dans une chaussée ; ceux-ci nous permettent de discerner les processus de réalisation des projets routiers, non maîtrisés, en vue de construire des indicateurs et tableau de bord permettant leur évaluation ainsi que la mesure des écarts. En vue de faciliter et de rationaliser notre démarche, nous avons alors développé un outil de mesure de performance d'une chaussée partir de Microsoft Excel, permettant une meilleure efficacité dans la gestion et l'entretien de ce celle-ci. Malgré des insuffisances endémiques au niveau des informations concernant les cas pathologiques observés dans ce domaine, nous avons tenté, à la fin, de valider notre travail par les dégradations sévissant au niveau de l'aérodrome Messali El Hadj de Tlemcen.

**Mot clé ;** *Projet routier, Chaussée routière, Indicateur qualité, Management de la qualité.*

---

# SUMMARY

---

This work is part of the research area dedicated to quality management in road projects, which grows through the implementation of a quality approach and construction of appropriate quality indicators. To do this, we presented a first step, a methodological guide for a quality approach, which enacts the principal axes necessary to the success of a road project as required. Embark on this path, then, is to adopt a proactive and pragmatic and effective management approach, the implementation of quality and relevant table edge indicators. Thereafter, we exhibited different degradation phenomena that appear in a floor, they enable us to discern the process of achieving road projects, not mastered, to build indicators and dashboard for their evaluation and the measurement gaps. In order to facilitate and streamline our approach, we then developed a tool to measure performance of a floor from Microsoft Excel, enabling greater efficiency in the management and maintenance of the latter. Despite endemic deficiencies in information about pathological cases observed in this area, we tried to finish our work to validate the damage rampant at the airport Messali El Hadj Tlemcen.

**Key word :** *Road Project, Causeway Road, quality indicator, Quality Management*

## ملخص:

هذا العمل هو جزء من محور البحث المخصص "لمناجمنت النوعية في مشاريع إنجاز الطرقات"، الذي ينمو بفضل وضع طريقة مثالية و بناء معايير النوعية اللازمة.

لهذا، قدمنا في المرحلة الأولى، منهاج طرائقي لمراحل ذات نوعية، الذي يقدم المحاور الأساسية لإنجاز مشروع إنجاز طريق وفقا للمعايير و الإحتياجات.

التعاقد في هذا الإتجاه يستلزم اتباع مقاربة لسبق الأحداث و لتسيير بدون شك و هذاف، و ذلك بوضع مؤشرات نوعية و جدول لمعلومات دقيقة و وجيهة.

بعد هذا، بينا مختلف ظواهر الاتلاف (التلف) التي تحدث على الطرقات؛ مما يسمح فرز المراحل لإنجاز مشاريع الطرقات، التي ليست محكمة بعد، و بالتالي بناء مؤشرات و جدول المعلومات اللذان يسمحان بالتقويم و قياس الفرق (المدى).

ثم، لتسهيل و معرفة نسبية منهجيتنا، لقد طورنا جهاز قياس مرجعي، لنوعية مميزة في إنجاز طريق اعتمادا على "ميكروسوفت إكسال"، مما أعطى فعالية في التسيير و المراقبة المستدامة في مشاريع انجاز الطرقات.

رغم القلة المتكررة للمعلومات الخاصة بالحالات الضارة الملاحظة في هذا الميدان، حاولنا، في الأخير، أن نقم عملنا، بدراسة التدهورات التي ظهرت على مستوى مطار "مصالي الحاج" بتلمسان

كلمات الدرن يسدية الجودة وإدارة جودة، ومؤشر الطريق، جسر طريق، مشروع

# Table des matières

---

REMERCIEMENT .....	IV
RESUME .....	V
ABSTRACT .....	VI
المخلص .....	VII
TABLE DES MATIERES .....	VIII
ACRONYMES .....	XIV
LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX.....	
LISTE DES ABREVIATIONS ET ACRONYMES .....	
INTRODUCTION .....	2
<b>CHAPITRE 1 : Route et qualité dans les projets routiers.....</b>	<b>4</b>
1. INTRODUCTION.....	5
2. Démarche et politique qualité dans les projets routiers .....	5
2.1 Démarche qualité dans les projets routiers.....	5
2.2 Politique qualité pour les projets routiers .....	6
3. Référentiel du chef de projet .....	6
3.1 Mode management pour un projet routier .....	6
3.1.1 Cycle de vie d'un projet routier .....	7
3.1.2 Phases et étape du cycle de vie d'un projet routier .....	8
3.2 Système de management de la qualité d'un projet routier .....	12
3.2.1 L'écoute client.....	13
3.2.2 La clarification des rôles et responsabilités des acteurs .....	13
3.2.3 Approche processus et systémique des projets routiers .....	15
3.2.4 L'organisation du pilotage .....	20
3.2.5 La maîtrise des risques .....	20
3.2.6 La traçabilité .....	20
3.2.7 L'amélioration continue .....	20

4. Qualité dans le cycle de vie du projet routier .....	20
4.1 La qualité à l’amont et en phase de conception .....	21
4.2 La qualité à l’amont et dans la phase réalisation .....	21
4.3 La qualité à l’aval de la phase réalisation .....	21
4.4 Le cycle de la qualité dans les projets routiers .....	22
4.4.1 Qualité du projet routier attendue .....	22
4.4.2 Qualité du projet routier voulue .....	23
4.4.3 Qualité du projet routier réalisée .....	23
4.4.4 Qualité du projet routier perçue .....	23
5. CONCLUSION.....	23
<b>CHAPITRE 2 : INDICATEURS QUALITE ET TABLEAU DE BORD .....</b>	<b>24</b>
1. INTRODUCTION.....	25
2. Définition d’un indicateur qualité.....	25
3. Typologie des indicateurs .....	25
4. Les qualités requises pour un indicateur pertinent .....	26
4.1 Les qualités d’usage .....	26
4.1.1 La simplicité .....	26
4.1.2 Représentativité .....	27
4.1.3 Opérationnalité.....	27
4.2 Les qualités métrologiques .....	28
4.2.1 Les qualités requises dans le contexte de la démarche qualité .....	28
4.2.2 Spécificité métrologique des indicateurs .....	28
4.3 Les qualités systémiques .....	28
5. Tableau de bord.....	29
5.1 Définition d’un tableau de bord.....	30
5.2 Les fonctions d’un tableau de bord .....	30
5.2.1 Fonction de monitoring constant, de constat d’écart et d’alerte .....	30
5.2.2 Fonction de monitoring constant, de constat d’écart et d’alerte .....	30
5.2.3 Fonction de reportage et de reddition de comptes .....	30

5.2.4	Fonction de communication et de motivation .....	31
5.2.5	Fonction de contribution à la formulation des objectifs et des écarts ... .....	31
6.	L'importance des indicateurs et tableau de bord dans le système de mangement de la qualité .....	32
6.1	Planifier les actions de progrès (Plan) .....	32
6.2	Déployer le plan de progrès (Do).....	32
6.3	Contrôler l'efficacité des actions engagées (Check ).....	32
6.4	Agir et/ou réagir en fonction des résultats obtenus (Act).....	34
7	Méthodologie de construction des indicateurs qualité et tableau de bord .....	35
7.1	Méthodologie de construction des indicateurs qualité .....	35
7.1.1	Méthodologie de construction des indicateurs qualité .....	35
7.1.2	Le choix des indicateurs de performance associés à la politique qualité .....	36
7.1.3	Le choix des indicateurs de pilotage des plans d'action qualité .....	38
7.2	Méthodologie de construction du tableau de bord .....	38
8.	CONCLUSION.....	40
CHAPITRE 3 : CONSTRUCTION DES INDICATEURS QUALITES ET TABLEAU DE BORD POUR LES CHAUSSEES ROUTIERE .....		
1.	INTRODUCTION .....	42
2.	Caractéristiques générales d'une chaussée .....	42
2.1	Caractéristiques géométriques d'une chaussée .....	42
2.2	Constitution des chaussées : les différentes couches .....	43
2.3	Structures de chaussée .....	43
3.	Les qualités fonctionnelles d'une chaussée .....	44
3.1	La qualité de l'uni d'une chaussée .....	44
3.2	La qualité de rugosité d'une chaussée.....	45
3.3	L'imperméabilisation de la chaussée .....	45
3.4	La durée de vie de la chaussée .....	46
3.5	La résistance de la chaussée.....	46
4.	Compactage de la chaussée .....	47
4.1	Définition du compactage .....	47

4.2	Influence de la teneur en eau pour le compactage .....	47
4.3	Objectif du compactage.....	47
5.	Les dégradations d'une chaussée .....	48
5.1	Déformation de la chaussée.....	49
5.2.	Les arrachements de la chaussée.....	52
5.3	Fissuration de la chaussée.....	54
5.4	Les remontées de la chaussée.....	55
6.	Construction des indicateurs qualité d'une chaussée .....	57
6.1	Les différents processus de réalisation d'une chaussée.....	59
6.2	Construction des indicateurs qualités d'une chaussée .....	59
6.2.1	Clarification du système d'objectif de la qualité d'une chaussée .....	63
6.2.2	Le choix des indicateurs de performance associés à la politique qualité .....	63
6.3	Instrumentation des indicateurs et moyens de mesure d'une chaussée .....	64
6.3.1	Indicateur qualité du compactage .....	66
6.3.2	Indicateur qualité de l'uni .....	67
6.3.3	Indicateur qualité sur la profondeur d'orniérage. ....	68
6.3.4	Indicateur qualité sur la longueur/largeur d'une fissure.....	68
7	Construction du tableau de bord.....	68
8	Conclusion .....	69
<b>CHAPITRE 4 : Cas de dégradation de la piste de l'aéroport Messali El Hadj Tlemcen</b>		<b>70</b>
.....		<b>70</b>
1.	INTRODUCTION .....	71
2.	Le réseau routier en Algérie .....	71
3	Plan d'intervention en infrastructure routière.....	72
3.1	Bilan de l'état de la piste de l'aéroport Messali El Hadj Tlemcen .....	73
3.1.1	Segmentation .....	73
3.1.2	Collecte des données .....	73
3.1.3	Diagnostic .....	81
3.1.4	Recommandation et suggestion .....	82

3.1.5 Plan d'assurance qualité .....	82
3.1.6 Données relatives aux autres types d'actifs .....	83
3.2 Élaboration de la stratégie d'intervention .....	84
4 Outil de mesure de la performance d'une chaussée .....	84
4.1 Feuille1 : Contexte de l'outil .....	90
4.2 Feuille2 : Indicateurs qualités .....	90
4.3 Tableau de bord .....	91
4.4 Feuille 4 ; Retour d'expérience .....	91
5 Conclusion .....	92
<b>CONCLUSION</b> .....	2
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	2
<b>WEBOGRAPHIE</b> .....	1

# ACRONYMES

---

**A.F.N.O.R.** Association Française de Normalisation

**A.P.D.** Avant-Projet Sommaire

**A.P.S.** Avant-Projet Détaillé

**C.E.T.E.** Centre d'Etude Technique de l'Équipement (France)

**I.R.I.** Indice de Rugosité Internationale

**I.S.O.** International Standard Organisation

**L.T.P.O** Laboratoire des Travaux Publics de l'Ouest (Algérie)

**L.C.P.C.** Laboratoire Central des Ponts et Chaussée (France)

**N.F.** Norme Française

**O.N.G.** Organisation Non Gouvernementale

**P.A.Q.** Plan d'Action Qualité

**P.A.Q** Plan d'Assurance Qualité

**P.K.** Point Kilométrique

**R.N.** Route Nationale

**S.E.T.R.A.** Service d'Etude des Transports, des Routes et leur Aménagement (France)

**S.M.Q** Système de Management de la Qualité

# LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

---

## 1. LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1.1</b>	Cycle de vie d'un projet routier.....	7
<b>Figure 1.2</b>	Partie prenante d'un projet routier (stake-holders) .....	13
<b>Figure 1.3</b>	processus de l'étape « Etude préalable » .....	16
<b>Figure 1.4</b>	Processus de l'étape « Etude de conception » .....	16
<b>Figure 1.5</b>	Processus de l'étape « Passation des contrats .....	16
<b>Figure 1.6</b>	Processus de l'étape « Passation des contrats » .....	17
<b>Figure 1.7</b>	Processus de l'étape « Evaluation ».....	17
<b>Figure 1.8</b>	Cartographie des processus .....	18
<b>Figure 1.9</b>	Système d'une route .....	19
<b>Figure 1.10</b>	Le cycle de la qualité d'un projet routier .....	22
<b>Figure 2.1</b>	La roue de Deming (PDCA).....	32
<b>Figure 2.2</b>	Pilotage organisationnel.....	34
<b>Figure 2.3</b>	Système d'objectivité qualité .....	36
<b>Figure 2.4</b>	Paramètre mesurable des facteurs clés .....	37
<b>Figure 2.5</b>	Démarche de l'élaboration du tableau de bord .....	39
<b>Figure 3.1</b>	Qualité fonctionnelles d'une chaussée .....	45
<b>Figure 3.2</b>	Facteurs d'influence de la qualité de roulement .....	46
<b>Figure 3.3</b>	Courbe de compaction Proctor .....	48
<b>Figure 3.4</b>	Processus de la couche de fondation .....	58
<b>Figure 3.5</b>	Processus de la couche de base.....	58
<b>Figure 3.6</b>	Processus de la couche de surface .....	59
<b>Figure 3.7</b>	Système d'objectif de la qualité d'une chaussée.....	60
<b>Figure 3.8</b>	Facteur clé et plan d'action pour le but [1.1].....	61
<b>Figure 3.9</b>	Facteur clé et plan d'action pour le but [1.2].....	61

<b>Figure 3.10</b>	Facteur clé et plan d'action pour le but [1.3].....	62
<b>Figure 3.11</b>	Système d'objectif instrumenté d'indicateur de performance e.....	63
<b>Figure 3.12</b>	Exemple de courbe d'élévation sur une longueur de 3km .....	65
<b>Figure 3.13</b>	Schéma de fonctionnement de l'orniérolarer.....	67
<b>Figure 3.14</b>	Démarche de l'élaboration du tableau de bord .....	68
<b>Figure 4.1</b>	Dégradation de la piste de l'aéroport Messali El Hadj : Phot1.....	76
<b>Figure 4.2</b>	Dégradation de la piste de l'aéroport Messali El Hadj : Photo2 .....	77
<b>Figure 4.3</b>	Dégradation de la piste de l'aéroport de Messali El Hadj : Photo 3 .....	77
<b>Figure 4.4</b>	Histogramme des différentes dégradations chaque 100m .....	78
<b>Figure 4.5</b>	Nombre de flache du tracé de la piste .....	79
<b>Figure 4.6</b>	Cumule des flaches du tracé de la piste .....	79
<b>Figure 4.7</b>	Nombre d'orniérage du tracé de la piste.....	80
<b>Figure 4.8</b>	Cumule d'orniérage du tracé de la piste .....	80
<b>Figure 4.9</b>	Nombre de fissure du tracé de la piste .....	80
<b>Figure 4.20</b>	Cumul des fissures du tracé de la piste.....	81
<b>Figure 4.31</b>	Choix du moment de l'intervention.....	84
<b>Figure 4.42</b>	Contexte de l'outil .....	85
<b>Figure 4.53</b>	Indicateur qualité : Page1 .....	86
<b>Figure 4.64</b>	Indicateur qualité : Page2 .....	87
<b>Figure 4.75</b>	Tableau de bord .....	88
<b>Figure 4.86</b>	Retour d'expérience .....	89

## 2. LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 2.9</b>	7 Proposition d'un tableau de bord (Exemple) .....	39
<b>Tableau 3.1</b>	Objectif du compactage pour la chaussée routière .....	48
<b>Tableau 3.2</b>	Aggravation, causes et remède de l'affaissement .....	50
<b>Tableau 3.3</b>	Aggravation, causes et remède du phénomène du bourrelet .....	50
<b>Tableau 3.4</b>	Aggravation, causes et remède du phénomène de flache .....	51
<b>Tableau 3.5</b>	Causes et remède du phénomène de la tôle ondulée .....	51

<b>Tableau 3.6</b> Causes et remède du phénomène de l'orniérage .....	52
<b>Tableau 3.7</b> Aggravation, causes et remède du phénomène de décollement .....	52
<b>Tableau 3.8</b> Aggravation, causes et remède du phénomène de plumage .....	53
<b>Tableau 3.9</b> Aggravation, causes et remède du phénomène de dés enrobage .....	53
<b>Tableau 3.10</b> Aggravation, causes et remède du phénomène de nids de poule .....	53
<b>Tableau 3.11.</b> Aggravation, causes et remède du phénomène de pelade .....	54
<b>Tableau 3.12</b> Aggravation, causes et remède du phénomène de fissuration .....	54
<b>Tableau 3.13</b> Aggravation, causes et remède du phénomène de nids de faïençage .....	55
<b>Tableau 3.14.</b> Aggravation, causes et remède du phénomène des épaufrures .....	55
<b>Tableau 3.15</b> Aggravation, causes et remède du phénomène des remontées .....	56
<b>Tableau 3.16</b> Aggravation, causes et remède du phénomène de ressuage .....	56
<b>Tableau 3.17</b> Aggravation, causes et remède du phénomène de boursouflure .....	57
<b>Tableau 3.18</b> Indicateur qualité sur la densité pour la couche de fondation/base .....	64
<b>Tableau 3.19</b> Indicateur qualité de l'IRI pour une autoroute .....	65
<b>Tableau 3.20</b> Indicateur qualité de l'IRI pour une route urbaine .....	66
<b>Tableau 3.21</b> Indicateur qualité de la profondeur de l'orniérage .....	66
<b>Tableau 3.22</b> Indicateur qualité sur des fissures longitudinales .....	67
<b>Tableau 3.23</b> Indicateur qualité sur des fissures lézarde .....	68
<b>Tableau 3.24</b> Proposition de tableau de bord .....	69
<b>Tableau 4.1</b> Données descriptives .....	74
<b>Tableau 4.2</b> Les différentes dégradations constatées sur la piste de l'aéroport.....	75

---

# Introduction

---

**« L'AVENIR EST QUELQUE  
CHOSE QUI SE CONSTRUIT  
ON NE SUBIT PAS L'AVENIR,  
ON LE FAIT. »**

**Georges Bernanos**

# INTRODUCTION

L'accessibilité à une mobilité performante, sûre, économique, confortable et librement choisie est désormais un élément important et indissociable de notre civilisation. Le réseau routier est de loin le premier système de transport permettant d'assurer cette mobilité, que cela soit par son ampleur ou par le nombre de personnes et de biens qui l'empruntent. Comme le dit J. Billard : « Nous sommes habitués aux routes. Leur importance ne nous apparaît que par leur absence, soit qu'elles manquent pour accéder à un lieu (...) qui est alors qualifié d'inaccessible; soit encore lorsqu'elles sont momentanément coupées (...) ». (Billard J., 1998

Une route est, par essence, un élément linéaire reliant deux points, l'origine et la destination. Cette définition d'un simple ruban bitumineux, ouvrage artificiel s'insérant plus ou moins harmonieusement dans le paysage, est cependant insuffisante. En effet, une route n'est finalement rien d'autre qu'un simple élément d'une organisation dense et beaucoup plus complexe, le réseau routier. Ce dernier est une véritable toile d'araignée s'étendant sur l'ensemble du territoire et garantissant en tout temps la circulation aisée de moyens de locomotion hétérogènes.

Jusqu'à un passé très récent notre culture routière a procédé d'une approche purement fonctionnelle, d'une exigence de moyens, car le plus important été d'arriver à destination. Cependant la route ne peut plus se contenter d'être seulement ouverte, elle doit répondre à un certain nombre d'exigences, notamment liées à sa fonctionnalité : la résistance, la durabilité et à la sécurité qu'elle doit offrir aux usagers, qui quant à eux sont de plus en plus nombreux, de plus en plus diversifiés et de plus en plus exigeants

Satisfaire les besoins, exprimés ou implicites, c'est, par définition, élaborer et mettre en œuvre une politique qualité, en vue d'offrir une véritable route. Ecrire ce que l'on fait, faire ce que l'on a écrit et s'astreindre à une obligation de résultats deviennent aujourd'hui une impérieuse nécessité, notamment pour mieux rendre compte de notre action, mieux la faire connaître et la justifier.

De nombreuses réflexions et de nombreuses applications ont été développées dans ce projet mais il est apparu nécessaire de les remettre en cohérence, de les replacer dans une démarche globale, dans une démarche logique

Cette démarche est d'autant plus nécessaire que le projet routier est le produit d'un système très complexe, aux multiples composants et aux nombreux acteurs, dont les évolutions liées, à la fois aux exigences croissantes et au développement de la concurrence. Pour se faire une bonne organisation, une maîtrise de la technicité et sur toute une maîtrise totale des processus de réalisation, de pilotage et de soutiens sont indispensables à la réussite de celui-ci.

S'inspirant très largement d'un guide méthodologique animé par SETRA et CETE (novembre 2003), notre projet ne nourrit d'autre ambition que de porter une étude approfondie sur la mise en œuvre d'une démarche qualité dans les projets routiers. Ce guide a pour but de mettre en œuvre une démarche de conduite de projet organisée, cohérente et collective et s'améliorer en continu.

Ce qui est alors tenté dans ce me modeste travail et de développer les points suivants ;

- Regard systémique et démarche qualité pour les projets routiers ;

- Descriptions des processus nécessaires à la conduite des projets routiers et les insérer dans une cartographie des processus;
- Choix et mise en forme des indicateurs qualité pour un projet routier ;
- Construction d'outil de suivi (tableau de bord), pour la vérification, la maîtrise et les actions correctives ;
- Validation et la pertinence des indicateurs dans un cas de projet routier réel.

L'objectif de ce travail est donc intégrer une démarche de progrès, d'amélioration progressive et continue de la qualité pour les projets routiers

Cette contribution est ainsi exposée dans ce projet sous la forme de quatre chapitres complémentaire.

Le premier chapitre propose un guide méthodologique pour une démarche qualité, qui édicte les principaux axes à la réussite d'un projet routier de qualité, en décrivant les différents processus de sa réalisation issu du cycle de vie qui est aussi présenté et sont par la suite inséré dans une cartographie des processus, ce chapitre s'achève par la présentation de la qualité dans le cycle de vie du projet routier.

Compte tenu de la démarche qualité qu'on s'est engagé à mettre en œuvre, le deuxième chapitre présente un moyen pour garantir cette qualité de manière régulière, et ceci, par la définition d'indicateurs et outil de suivi qui débouchent sur des actions préventives et corrective, pour à la fin montrer leurs pertinence dans le système de management de la qualité.

Suite aux dysfonctionnements constatés dans les projets routiers déjà réalisés, le troisième chapitre présente une étude sur les phénomènes de dégradation permettant de comprendre l'origine de ces défaillances, et de cette manière construire des indicateurs adaptés pour une meilleure maîtrise des processus de réalisation

La dégradation évoquée précédemment s'étale dans tout le réseau routier Algérien engendrant des coûts de réfections importants. Pour cela le quatrième et le dernier chapitre apporte un guide d'élaboration de plan d'intervention en infrastructure routière qui a pour but de déterminer les interventions nécessaires afin de redresser et maintenir en bon état le réseau routier ainsi d'optimiser les investissements consentis sur le réseau de manière à obtenir les meilleurs résultats. Pour ce faire nous allons développer un outil de mesure de performance grâce à Microsoft Excel qui facilitera la gestion et l'entretien de celui-ci.

Ce travail est finalisé avec une conclusion qui met en relief les principales observations effectuées, et présente certains questionnements qui peuvent faire l'objet de perspectives de recherche dans le futur.

---

# Chapitre 1

## Route et qualité dans les projets routiers

---

**« LA CONNAISSANCE S'ACQUIERT  
PAR L'EXPERIENCE, TOUT LE RESTE  
N'EST QUE DE L'INFORMATION. »**

**Albert Einstein**

## 1. INTRODUCTION

A la genèse d'un projet, existent un besoin, un problème, un changement de situation. Il est essentiel de connaître la condition initiale, c'est l'environnement du projet. Il s'agit du contexte, ses dimensions en sont économiques, environnementale, politique et sociale. La première des étapes d'un projet, que prendra en charge la gestion de celui-ci, est la connaissance de ce contexte. Et donc pour le réaliser, une étude approfondie doit faire l'objet d'une attention particulière, suivant les objectifs et les contraintes rencontrés. Comme pour les projets routiers ils sont essentiellement marqués par leur impact sur l'environnement, il s'agit de nouvelles routes, autoroutes, mais aussi de modernisation d'itinéraires et de création de nouveaux points d'échange (carrefours, giratoires, échangeurs, etc.)

La réalisation de ces derniers, fait appel à un ensemble d'activités de plus en plus nombreuses et complexes qui demandent des efforts importants et soutenus en matière de gestion de projet. En soutien à ces efforts, une démarche qualité est alors nécessaire.

Pour cela dans ce chapitre nous allons proposer un guide méthodologique pour une démarche qualité, qui édicte les principaux axes à la réussite d'un projet routier de qualité.

## 2. DEMARCHE ET POLITIQUE QUALITE DANS LES PROJETS ROUTIERS

### 2.1 Démarche qualité dans les projets routiers

Les exigences accrues de la part des clients et des usagers, le développement de la concurrence, et la qualité de nos routes, oblige à mettre en place une démarche qualité, qui constitue à l'évidence un enjeu national.

Par définition, la démarche qualité consiste à trouver l'adéquation entre la réponse aux besoins du projet, l'expression correcte de ces besoins par, des spécifications adéquates à travers une écoute attentive des exigences et une réalisation répondant à l'expression de ces besoins. C'est une méthode qui suppose un travail organisé de concertation de l'ensemble des acteurs, ayant des relations de franchise et de confiance. Ceci doit se traduire dans la clarté et l'équilibre des contrats, par une définition précise des missions de chacun. Chaque intervenant doit rechercher non seulement la qualité dans son propre travail mais aussi les moyens qu'il faut mettre en œuvre pour faciliter le travail de ses partenaires.

## 2.2 Politique qualité pour les projets routiers

De ce constat, il est fondamentale tout d'abord, de fixer une politique qualité, qui doit en outre identifier les grands axes de progrès, contribuant à la réussite d'un projet routier de qualité. Voici une proposition de politique qualité qui est établit par CETE ;

- s'orienter clairement vers la satisfaction du client et des partenaires et se mettre en mesure de répondre à leurs exigences qualité : fiabilité, cohérence, maîtrise des délais, réactivité ;
- garantir un niveau élevé et constant de qualité des études de projet routier, en prenant en compte les contraintes du contexte externe (nature et complexité du projet, exigences du maître d'ouvrage) ou interne (compétences, disponibilités des ressources, organisation du service) ;
- homogénéiser le mode de conduite des projets en interne et rationaliser la gestion des ressources ;
- gérer le problème du renouvellement des compétences en valorisant la fonction de chef de projet et en organisant un système de capitalisation des connaissances et expériences ;
- promouvoir l'image de qualité, de compétence et de fiabilité du réseau technique.

Dans cette perspective, nous proposons un référentiel qui participerait à la réalisation de ces objectives. Il a été réalisé par un groupe de travail animé par SETRA et CETE.

## 3. REFERENTIEL DU CHEF DE PROJET

Le référentiel a pour ambition d'être un document d'aide au chef de projet, à tous les membres de l'équipe projet et à leur hiérarchie. Il a pour but de mettre en œuvre une démarche de conduite de projet organisée, cohérente et collective et s'améliorer en continu.

Il décrit un mode d'organisation, positionne les différents acteurs intervenant sur le projet, clarifie les rôles et les missions de chacun, détaille les processus et procédures liés à la conduite et à la réalisation du projet.

### 3.1 Mode management pour un projet routier

Le référentiel suppose la mise en place d'une organisation par projet et s'appuie sur les concepts et méthodes du management. Cela dit, nous allons procéder de même pour notre projet routier.

Le management de projet est l'application de connaissances, de compétences, d'outils et de techniques aux activités du projet afin d'en respecter les exigences. Il est accompli par l'application et l'intégration des processus de management, qui sont, le management de

l'intégration, du contenu, des délais, des coûts, de qualité, des ressources humaines, et des risques.

Un projet débute dès que le besoin a été reconnu et qu'il est convenu que celui-ci relève du Ministère. Il se termine lorsque l'ouvrage est construit et qui a été évalué en fonction des objectifs qui ont motivé son amorce.

La réalisation d'un projet routier demande alors, l'application d'un cycle de vie qui assure une maîtrise efficace du contenu, des délais, des coûts et de la qualité, et ce, du moment de sa recevabilité (début du projet) jusqu'à son évaluation finale (fin du projet). Les bonnes pratiques font référence à un cycle de vie qui fait interagir, entre le début et la fin.

### 3.1.1 Cycle de vie d'un projet routier

Le cycle de vie d'un projet routier est un enchaînement dans le temps des étapes et des validations entre l'émergence du besoin et la livraison de l'ouvrage. Il correspond aux étapes et aux livrables nécessaires à sa réalisation.

Le cycle de vie d'un projet routier est ainsi, constitué de quatre phases, étude préalable, conception, réalisation et clôture, chacune de ces phases est ensuite composée en plusieurs étapes comme présenté dans la figure 1.1

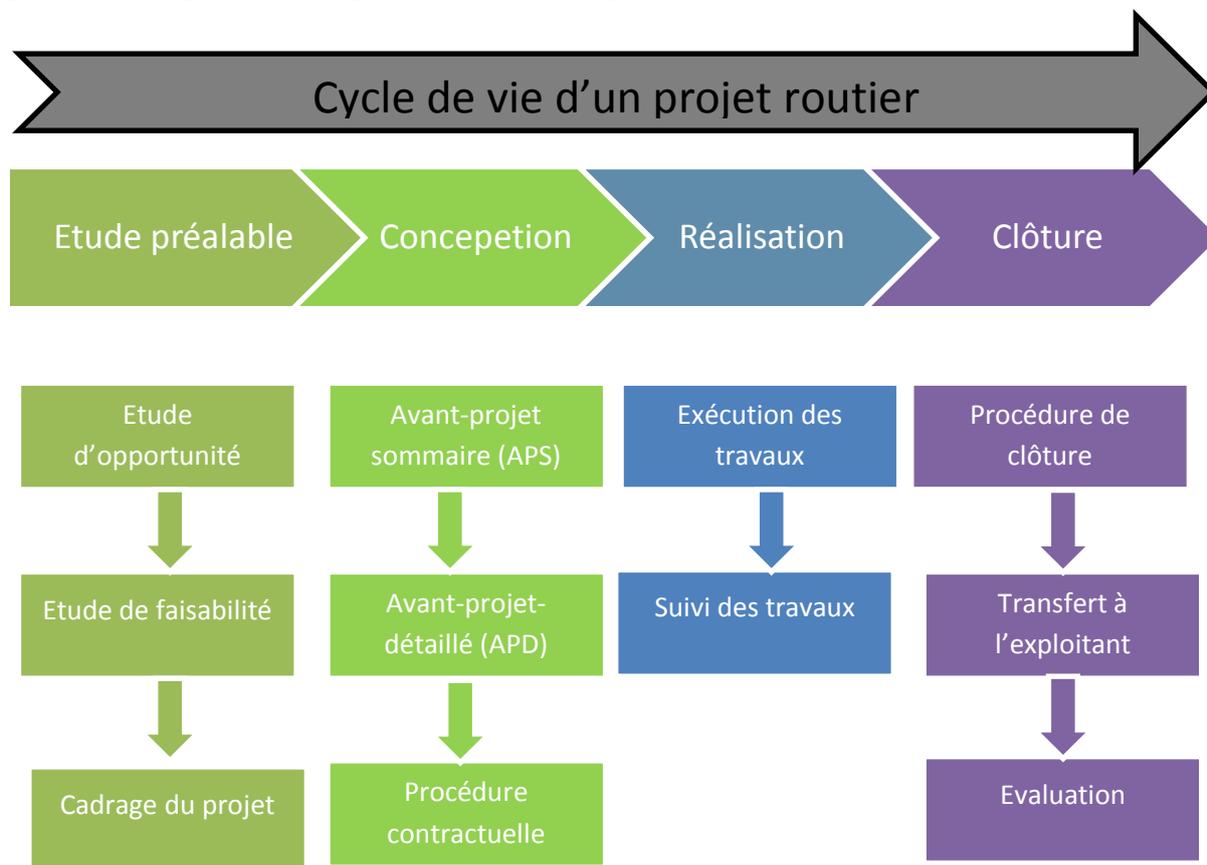


Figure 1.1 Cycle de vie d'un projet routier

### 3.1.2 Phases et étape du cycle de vie d'un projet routier

#### 3.1.2.1 Phase 1 : « Etudes préalable »

La particularité de la route est son caractère linéaire et ses conséquences sur des milieux de natures totalement différentes, elle interagit avec les zones urbaines, qu'elle traverse, où qu'elle desserve et aussi a un impact sur l'environnement. Et donc, une nouvelle infrastructure modifiera non seulement le développement urbain, mais aussi le développement économique d'un territoire.

Pour cela, il y a lieu tout d'abord, de procéder à une étude approfondit sur le projet routier envisagé, notamment, sur les problématiques et les contraintes rencontrées. De ce constat, on pourra juger de sa faisabilité et de son opportunité.

Cette phase a donc pour but de déterminer les besoins exprimés et la faisabilité du projet, elle contient trois livrables : étude d'opportunité, étude de faisabilité et cadrage projet et se conclue par le lancement de l'enquête publique.

#### a) Etape1 : Etude d'opportunité

Cette étape a pour objectif de permettre au maître d'ouvrage de se prononcer sur l'opportunité du projet routier, c'est à dire à la fois sur son intérêt, sa faisabilité et les conditions de sa poursuite.

Les études menées au cours de cette étape consistent essentiellement à recenser les grands besoins, c'est à dire de caractériser les problématiques de transport en égard aux différents éléments (techniques, socioéconomiques, environnementaux, etc.), de faire une analyse du trafic ainsi que les enjeux socio-économiques et environnementaux. Tout cela a pour fin d'apprécier l'opportunité du mode de transport routier et à évaluer la faisabilité des solutions.

Le plus grand nombre de solutions doit être considéré pour obtenir une étude complète et originale permettant de répondre au mieux aux objectifs auxquels une nouvelle infrastructure routière s'inscrit.

#### b) Etape2 : Etude de faisabilité

L'étude de faisabilité vise à analyser la faisabilité économique, technique, faire une analyse des risques et de faire une étude d'impact qui se rapporte au projet routier. Ceci permettra au maitre d'ouvrage de rendre une décision afin de maintenir le projet.

Cette étape permet de mettre en place un programme précis et détaillé qui correspond aux besoins exprimés à partir d'une analyse sommaire de solutions pertinentes. Elle permet de faire une estimation macro du coût d'investissement et de fonctionnement du projet (disponibilité de moyens humains et matériels), des délais envisagés et d'étudier l'impact récurrent du projet. Aussi à identifier les contraintes susceptibles d'influencer la réalisation de ce projet.

### c) Etape3 : Cadrage de projet

Cette étape rappelle la genèse d'un projet et son utilité. Bien comprendre le fondement du besoin est indispensable pour fixer des objectifs cohérents et donner ainsi toutes les chances de réussite de ce projet. Préciser les objectifs est le deuxième point de la phase de cadrage, par la suite il convient de décrire le projet sous deux horizons : temporel et budgétaire. Pour le premier, fixer la date de fin attendue et pour le second évaluer une enveloppe globale.

Le but est de fixer les grandes lignes pour obtenir une vision d'ensemble. Une autre précision se révèle utile ; quels sont les types d'acteurs impliqués. C'est-à-dire de mentionner globalement les services et profils impliqués dans le projet sans nommer précisément de collaborateurs. Le chef de projet étant en général déjà choisi.

Cette réflexion aboutit sur une note de cadrage. Elle est généralement issue de la rencontre des demandeurs et du chef de projet. Elle permet de communiquer en interne et d'être utilisée comme premier référentiel avant d'aller plus loin.

Le cadrage est donc la partie essentielle à la définition d'un projet, il permet de visualiser plusieurs scénarios qui opinent à une analyse et une évaluation des risques et à un bilan prévisionnel de coût et de délai, dans le but de trouver une solution qui répondra au mieux aux contraintes techniques du site tout en assurant une bonne intégration du projet potentiel dans les milieux humains et naturels.

L'étape préalable se concrétise enfin, par une enquête publique avec des procédures inscrites suivant le code de l'environnement et le code d'expropriation portant sur l'utilité publique de l'infrastructure. Elle a pour objet de ;

- Bien étudier le tracé et se renseigner sur les personnes qui seront touchées par le projet ;
- Attribuer les statuts appropriés à l'infrastructure ;
- S'assurer de la cohérence du projet avec les documents d'urbanisme ;
- Classer ou déclasser des infrastructures dans des domaines différents.

#### 3.1.2.2 Phase 2 : « Conception »

Cette deuxième phase est constituée de trois étapes « avant-projet préliminaire », « avant-projet définitif » et « procédures contractuelles ». À partir des solutions énoncées à la phase « étude préalable », plusieurs possibilités (scénarios et variantes) sont élaborées et analysées, pour finalement réaliser un projet qui répondra le mieux aux besoins tout en respectant le cadre budgétaire et temporel.

#### a) Etape Avant-projet sommaire (APS)

Cette étape permet l'élaboration de scénarios relativement détaillés assurant la faisabilité technique du projet. Ces scénarios découlent de la solution retenue. Leur conception résulte de la participation ou de la consultation d'intervenants de multiples secteurs d'activité. Et donc le choix sera attribué au scénario le plus approprié aux besoins et exigences du projet.

Cette étape a pour principale objectif de préciser les fonctions locales de l'aménagement, d'étudier les choix possibles du tracés et de définir et comparer les inconvénients et avantages des différents tracés, au regard de l'intérêt public et général.

### **b) Etape Avant-projet définitif (APD)**

De l'étape « avant-projet sommaire » a procédé un scénario qui répond le mieux aux besoins initiaux du projet, c'est alors à cette étape « avant-projet définitif » que se fait une conception de plusieurs variantes permettant d'optimiser l'ensemble des composantes du scénario retenu.

Plusieurs études approfondies viennent appuyer la démarche d'optimisation et d'amélioration de la solution technique entreprise. C'est généralement à cette étape que l'on amorce les procédures pour l'obtention des permis et autorisations nécessaires à la réalisation du projet. Et donc la variante retenue est raffiné en profondeur avec une fixation des coûts, à partir des calculs précis des quantités existantes.

Lorsque la conception de tous les éléments du projet est terminée et qu'elle a fait l'objet d'une acquisition, il y a lieu de procéder à la préparation des plans de réalisation de détail du projet, et de rédiger les clauses administratives et techniques et les devis qui permettront de procéder à l'appel d'offre et à la réalisation des travaux.

### **c) Procédure contractuelle**

Une fois le projet parfaitement défini, il y a lieu de passer à son exécution. Le maître d'œuvre établit alors un dossier d'appel d'offres. Ce document contiendra tous les éléments techniques qui définiront le projet routier à réaliser, les référentiels et les normes techniques à prendre en compte. Il définira les conditions économiques et réglementaires de réalisation avec en particulier les modes de rémunération et définira les conditions de mise en concurrence et les critères de jugement des offres.

A l'issue des procédures de mise en concurrence, un candidat est retenu; son offre deviendra le contrat qui le liera avec le maître d'ouvrage. A la fin de cette étape on doit ressortir avec les plans de surveillances et le plan de qualité de mise en œuvre des travaux.

#### **3.1.2.3 Phase3 : « Réalisation »**

Cette phase a pour principale mission de mettre en œuvre les plans et devis et donc de réaliser la solution retenue, elle admet deux étapes « exécution des travaux » et « suivi des travaux ».

#### **a) Etape1 : Exécution des travaux »**

Cette étape consiste à mettre en œuvre le projet routier et donc de le réaliser, le chantier démarre par une réunion préparatoire au cours de laquelle sera examinée, en présence des intervenants connus (entreprise, maître d'œuvre, partenaire, sous-traitants, etc.), le

plan d'assurance qualité susceptible d'évoluer pendant les travaux. Il faut alors s'assurer pendant la période de préparation, que la personne désignée comme responsable est effectivement présente sur le terrain, que les personnels et matériels annoncés sont également en place, que le plan d'assurance de la qualité est complété et applicable (gestion des interfaces bureau d'études, entreprise, contrôleurs, etc.) et que le planning des travaux a été bien étudié.

Pendant le chantier, il sera nécessaire :

- de s'abstenir de modifier le projet, sauf survenance de risques ou présence de contraintes
- de suivre l'évolution du chantier pour adapter les contrôles et éviter de perturber l'avancement du chantier (respect des délais de levée des points d'arrêt, délais de préavis vus en réunion de chantier hebdomadaire, etc.)
- de s'assurer de la qualité de l'ouvrage et de sa conformité aux exigences du marché.
- d'évaluer le contrôle lors des réunions de chantier de manière à rectifier toute erreur ou toute dérive et le cas échéant renforcer le contrôle extérieur si le contrôle interne est défaillant.

### **b) Etape2 : Suivi des travaux**

Cette étape consiste à s'assurer de la conformité du projet et de la bonne intégration des modifications en apportant des moyens de surveillance efficace et régulier. Elle impose l'établissement des procédures d'exécution qui décrivent la méthodologie, les moyens et les plans de contrôle.

Pour faciliter la tâche de surveillance du maître d'œuvre et motiver l'ensemble des personnels du chantier il est pour le mieux de ;

- afficher (sur le planning ou non) les tâches de contrôles prévues puis les résultats obtenus ;
- établir un suivi des reprises d'imperfections et des non conformités ;
- faire participer aux réunions de chantier les chefs de chantiers et surveillants afin d'être assuré que la démarche qualité est bien descendu au niveau du terrain.

En fin de chantier, les opérations préalables à la réception incluront une inspection détaillée qui servira d'état de référence de l'ouvrage.

#### **3.1.2.4 Phase4 « Clôture »**

La phase de clôture du cycle de vie du projet routier vise à achever les activités de gestion du projet et à réaliser une évaluation du rendement du projet par rapport aux objectifs et aux exigences. Elle comprend la réalisation de toutes les activités d'administration du contrat, l'évaluation finale des équipes de projet, y compris des consultants et des entrepreneurs, la préparation des leçons apprises et l'achèvement du document de clôture du projet.

### **a) Etape1 : Procédure de clôture**

La réalisation d'un projet doit faire l'objet d'une clôture technique et financière et d'une communication des résultats. Le chef de projet soumet un rapport de clôture technique ainsi qu'une fiche de clôture financière au comité de pilotage, celui-ci vérifie la bonne exécution du projet, la conformité du projet à l'étude de faisabilité puis approuve le projet.

### **b) Etape2 : Transfert à l'exploitant**

Cette étape vise à souligner l'achèvement du projet en évaluant son rendement, en déterminant les leçons apprises et en confirmant que les activités contractuelles essentielles et les autres activités de clôture de projet ont été réalisées. Celle-ci transfère également tous les biens, tous les produits livrables et toutes les fonctions administratives en cours à une organisation opérationnelle en service. Ce transfert comprend l'engagement à mesurer les avantages et les résultats obtenus par le produit, le résultat ou le service produit par le projet.

### **c) Evaluation**

Le projet routier prend fin une fois l'évaluation de l'ouvrage routier achevée. Cette évaluation est faite en relation avec les objectifs qui ont motivé la construction de l'ouvrage routier et à l'aide du suivi effectué après sa mise en fonction. Selon les besoins qui ont motivé l'amorce du projet et la nature des interventions réalisées sur le terrain, l'évaluation peut être réalisée sur une période allant de deux à trente-six mois. Une période de trois ans est notamment requise pour évaluer l'atteinte des objectifs en matière de sécurité. Cette période permet de vérifier, entre autres, si l'intervention a entraîné une diminution du nombre ou de la gravité des accidents.

L'évaluation de projets est une partie importante à l'évolution et à l'amélioration continues d'une organisation.

## **3.2 SYSTEME DE MANAGEMENT DE LA QUALITE D'UN PROJET ROUTIER**

Dans une démarche qualité il y a lieu de mettre en place un système de management de la qualité, celui-ci permet d'orienter et de contrôler méthodiquement et en transparence tout organisme en termes de qualité, il est aussi conçu pour une amélioration continue des performances tout en répondant aux besoins de toutes les parties intéressées. Le succès peut résulter par la mise en œuvre et l'entretien de ce celui-ci.

Pour cela le référentiel propose de mettre en forme un plan qualité, qui est la concrétisation d'une démarche qualité. Il traduit de façon pratique et factuelle la prise en compte de sept points clés d'un plan qualité (qui sont inspirés de la norme ISO 9001, version 2000) que nous allons détailler par la suite pour le projet routier :

- l'écoute client ;
- la clarification des rôles et responsabilités des acteurs ;
- la description du processus ;
- l'organisation du pilotage ;
- la maîtrise des risques ;
- la traçabilité ;
- l'amélioration continue.

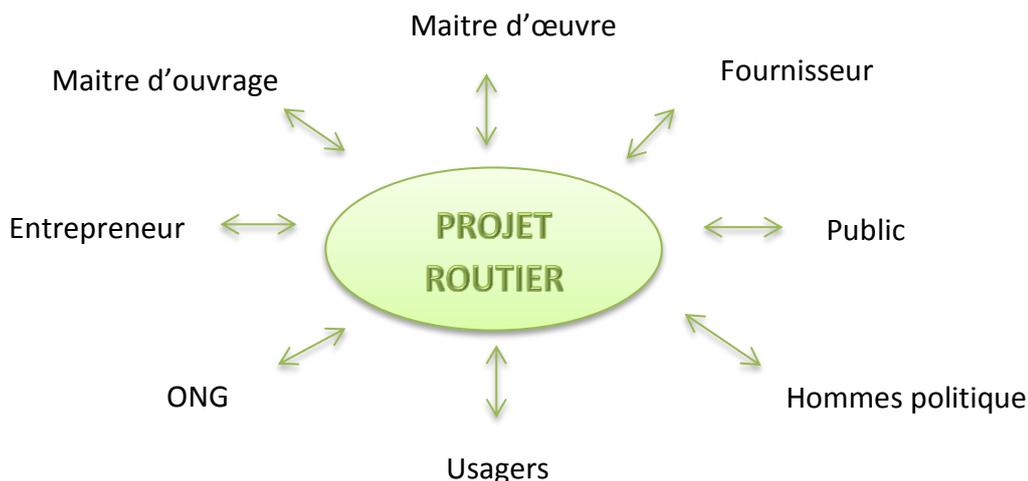
### 3.2.1 L'écoute client

L'écoute client est avant tout une volonté affichée et partagée par tous, c'est une aussi une attitude concrétisée par des actions qui vont du recueil et de la prise en compte des besoins à l'évaluation de la satisfaction.

### 3.2.2 La clarification des rôles et responsabilités des acteurs

Il est particulièrement important pour la réussite d'un projet de définir les sphères d'autorité et de préciser qui fait quoi, pour que chacun sache bien comment se situer par rapport aux autres et quelles sont ses responsabilités.

Les acteurs du projet routier sont les différents intervenants qui participent à l'élaboration et à la réalisation de celui-ci, et sont présenté dans la figure 1.2 ci-dessous.



**Figure 1.2** Partie prenante d'un projet routier (stake-holders)

**Le maître d'ouvrage :** le maître d'ouvrage est une personne morale ou physique pour le compte de laquelle l'ouvrage est construit, Il a pour mission de définir le programme, ou il déterminera les objectifs de l'opération et les besoins qu'elle doit satisfaire, ainsi que les contraintes et exigences de qualité sociale, urbanistique, fonctionnelle, technique et économique.

Il a pour rôle de ;

- Identifie les besoins à satisfaire et examine l'opportunité de lancer l'opération selon ;
  - la demande du public
  - sa volonté d'aménagement
  - les propositions des techniciens
- Définit le "programme" et donc la qualité d'usage ;
- Choisit le maître d'œuvre et précise ses missions ;
- Arrête l'enveloppe financière et met en place les crédits ;
- Choisit le mode de consultation ;
- Confie l'exécution des travaux à l'entreprise ;
- Règle les litiges et réceptionne l'ouvrage ;
- Assure la gestion après réalisation.

**Le maître d'œuvre** : c'est l'entité qui étudiera le projet sur la base du programme et se chargera de sa mise en œuvre. Lorsqu'il s'agit de travaux, la maîtrise d'œuvre prend en charge le contrôle de l'exécution des travaux. La mission de maîtrise consiste à apporter une réponse technique et économique au programme.

Il a pour rôle de ;

- définir la qualité requise ;
- organiser les études et soumet à la décision de la maîtrise d'ouvrage le choix des spécialistes qu'il souhaite associer à son travail ;
- évaluer le coût de l'opération ;
- organiser les procédures (enquêtes réglementaires, acquisitions foncières, consultation des entreprises. etc.) ;
- rédiger le cahier des charges et conçoit le projet technique ;
- faire approuver le dossier de consultation par le maître d'ouvrage ;
- assister la maîtrise d'ouvrage pour la passation et la gestion des contrats (entreprises, spécialistes. etc.) ;
- dialoguer chaque fois que cela est utile avec les usagers et les riverains ;
- animer l'action de chaque intervenant (entreprises, spécialistes, gestionnaires.etc.) ;
- diriger l'exécution des contrats (pilotage, coordination) ;
- accepter et coordonner le ou les plans d'assurance de la qualité (PAO) ;
- organise le "contrôle extérieur" en fonction du niveau d'assurance qualité résultant du PAO de l'entreprise ;
- analyser les aléas, propose les modifications techniques avec leur incidence financière à l'approbation du maître d'ouvrage ;
- proposer au maître d'ouvrage la réception de l'ouvrage

**L'entrepreneur** : son activité est régit pas les termes contractuels du marché et il doit ;

- Etudier son offre et prévoir les moyens nécessaires à la réalisation des travaux ;
- Proposer des solutions variantes (si elles sont autorisées) ;

- pour mieux utiliser son matériel et ses compétences.
- Pour optimiser financièrement son offre.
- pour innover.

S'il obtient le chantier il doit,

- définir les méthodes et moyens d'exécution ;
- choisir et faire agréer ses fournisseurs et sous-traitants ;
- organiser l'ensemble de ses tâches en intégrant les exigences de qualité et en vérifiant que cette qualité a été obtenue (contrôle interne) ;
- réaliser ou faire réaliser les études d'exécution ;
- exécuter les travaux ;
- présenter ses demandes de règlement ;
- négocier les modifications ;
- dialoguer régulièrement avec le maître d'œuvre ;
- assurer un suivi financier de sa trésorerie pour en optimiser la gestion.

**Le fournisseur :** cette fonction se distingue de celle du sous-traitant car elle n'assure pas directement la réalisation des travaux, mais se limite à l'exécution d'une prestation mobilière (Sayagh Set Al, 2008)

**L'exploitant :** cette fonction concerne la phase d'exploitation et de la maintenance de l'ouvrage. L'exploitant peut être maître d'ouvrage, ou une entité séparée faisant l'objet d'un contrat spécifique avec le maître d'ouvrage (Sayagh S. et al, 2008)

**Les usagers:** ce sont les bénéficiaires du projet, lorsqu'il s'agit d'un ouvrage public.

**Le public:** c'est l'ensemble des personnes qui constituent l'environnement humain du projet.

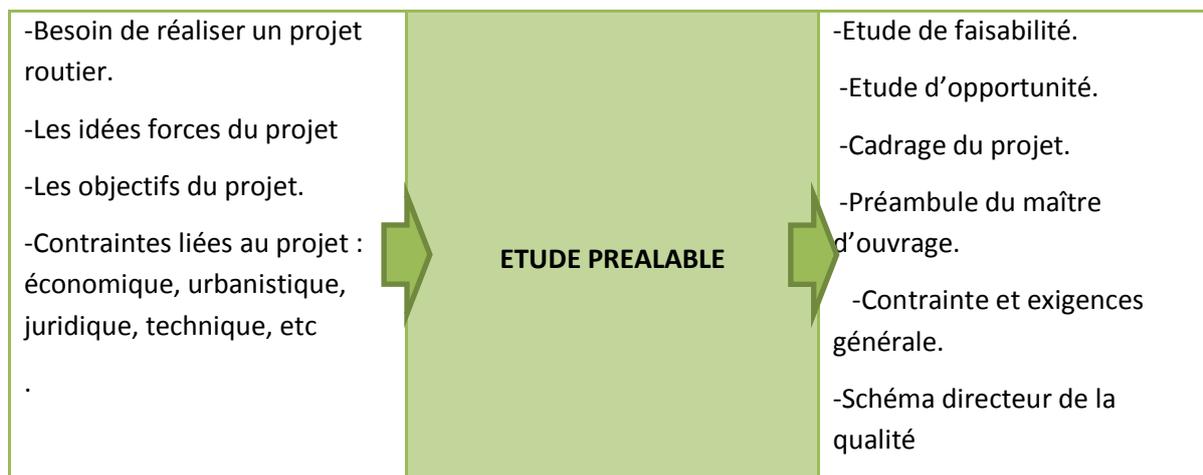
### 3.2.3 Approche processus et systémique des projets routiers

L'approche processus a été retenue dans le référentiel pour décrire l'organisation mise en place, l'enchaînement des activités, les produits d'entrée et de sortie à chaque étape et les interfaces. L'approche systémique constitue aussi un point clé pour atteindre la qualité, dans la mesure où elle intègre les huit principes du système de management de la qualité (selon la norme iso 9001 : 2008), elle n'est pas mentionnée dans le référentiel cela-dit nous jugeons pertinent de l'étudier pour atteindre la qualité dans les projets routiers.

#### 3.2.3.1 Approche processus des projets routiers

Par définition un processus est ensemble d'activités corrélées ou interactives qui transforme des éléments d'entrée en éléments de sortie.

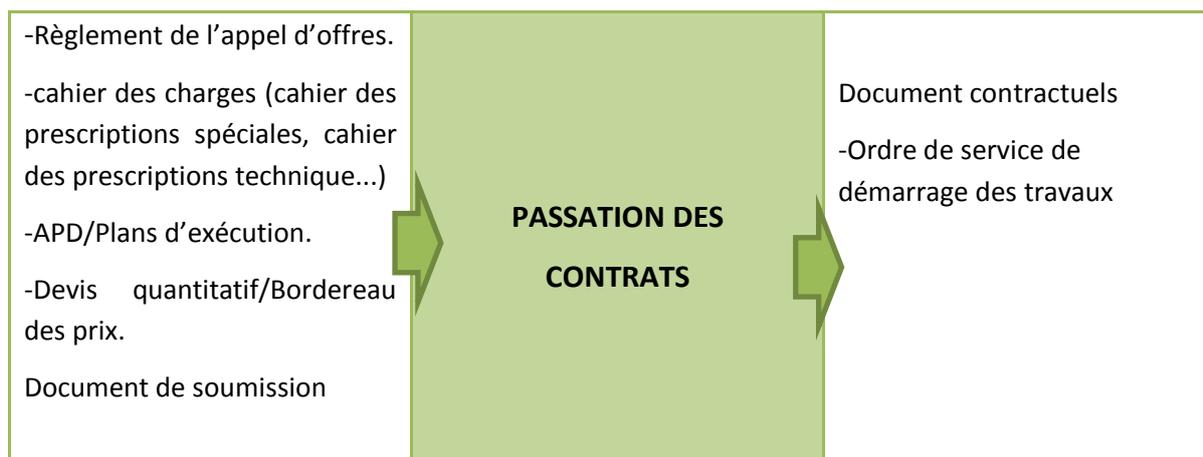
Les processus à étudier pour le projet routier, comprennent quatre phases, étude préalable, conception, réalisation et clôture, comme montré dans les figures ci-dessous



**Figure 1.3** Processus de l'étape « Etude préalable »



**Figure 1.4** Processus de l'étape « Etude de conception »



**Figure 1.5** Processus de l'étape « Etude de conception »



**Figure 1.6** Processus de l'étape Réalisation



**Figure 1.7** Processus de l'étape Evaluation

Les processus définis auparavant ne suffisent pas à eux seuls de garantir la maîtrise de la qualité car il y a plusieurs facteurs qui influent sur notre enchaînement, traversant tous les éléments d'entrées jusqu'en éléments de sorties, faut-il encore alors les relier. Pour répondre à ça, nous allons les intégrer dans une cartographie de processus

La cartographie des processus est un plan qui identifie les processus et les interfaces afin de montrer les liens opérationnels entre les données d'entrée et les données de sortie.

Le mot de cartographie nous sert à nous repérer et à comprendre le chemin de nos activités, comme représenté dans la figure 1.8 qui suit ;

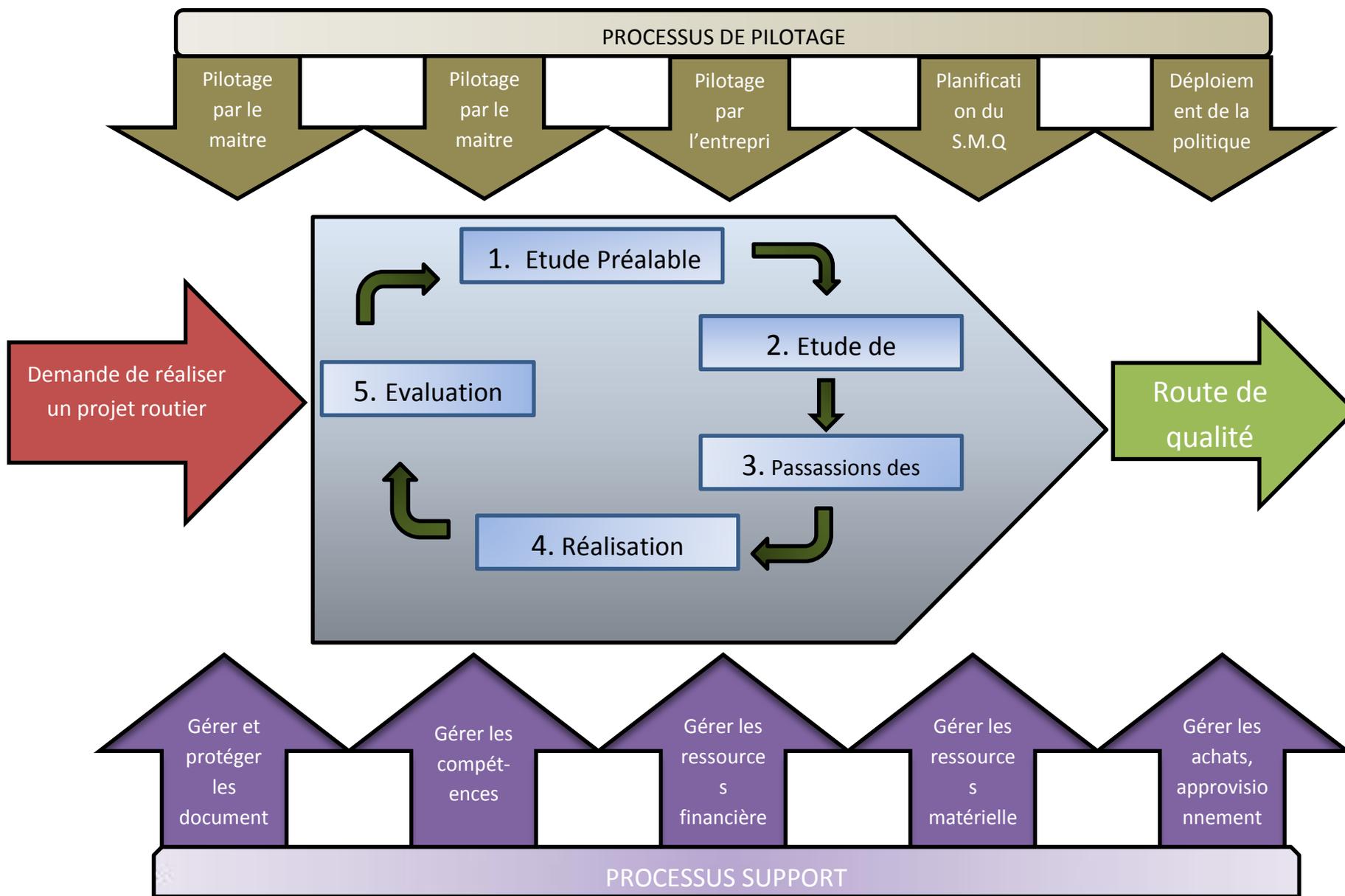


Figure 1.9 Cartographie des processus d'un projet routier

Schématiquement la cartographie des processus identifie les processus opérationnels, les processus support et les processus de pilotage,

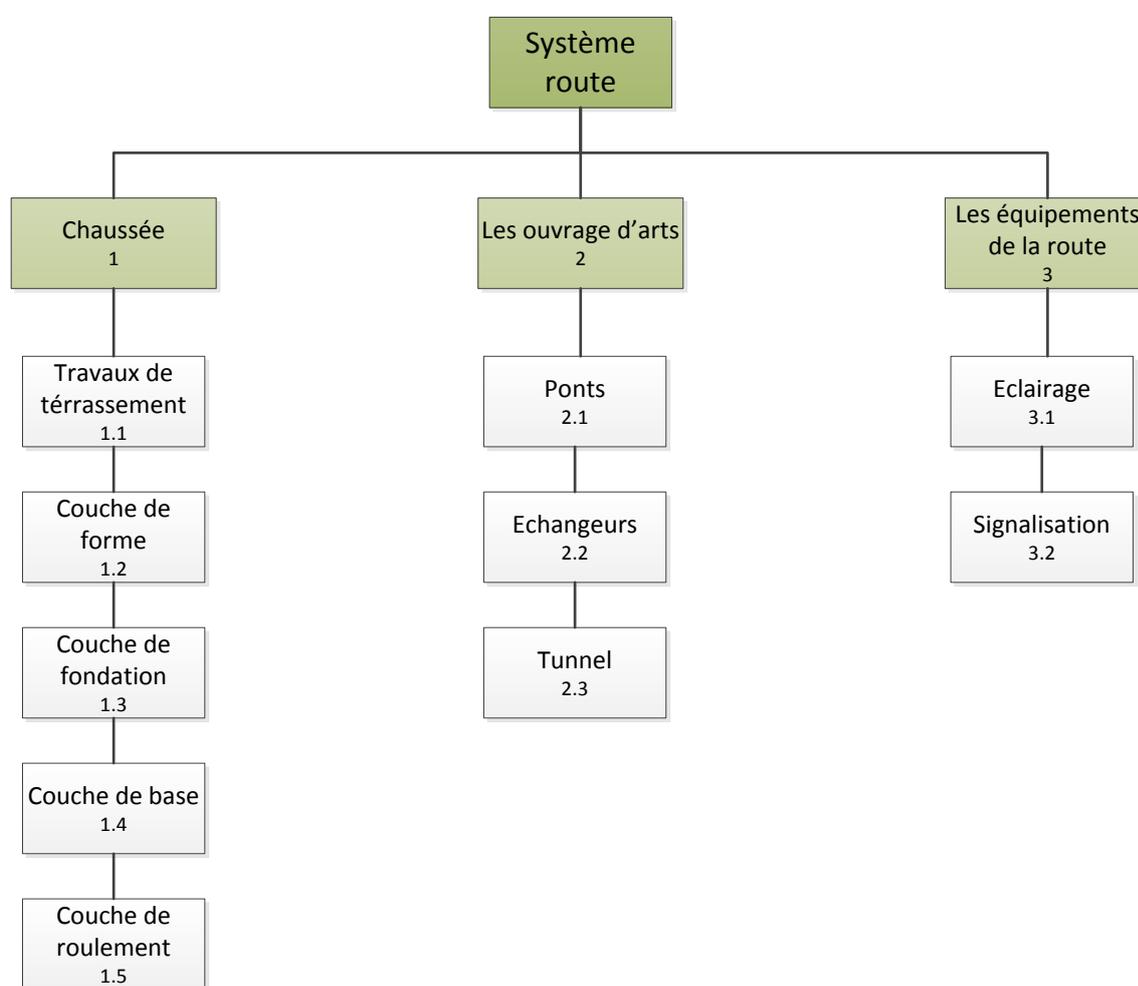
Les processus de pilotage concernent le maître d’ouvrage, le maître de l’œuvre et l’entreprise, ainsi que la gestion du système de management de la qualité et l’amélioration continue.

Les processus de ressources concernent les finances, la gestion du personnel, les locaux et les équipements, les matériaux et les engins. Les stocks ont également été définis comme ressources.

Les processus de réalisation regroupent les différentes activités réalisées des projets routiers, leur application a un impact direct sur la satisfaction du maître d’ouvrage

### 3.2.3.2 Approche systémique d’un projet routier

Cette approche consiste à découper le projet routier en système et sous-système en relation. Pour chacune d’elles, des régulations pourront être envisagées afin de gérer, au fur et à mesure, les comportements imprévisibles des acteurs influents et les évolutions, tout aussi imprévisibles, de l’environnement.



**Figure 1.9 : Système d’une route**

### 3.2.4 L'organisation du pilotage

Le référentiel propose un système de pilotage et de suivi du projet détaillé dans une procédure spécifique, qui décrit les activités à réaliser par le chef de projet, les mécanismes d'alerte qui vont lui permettre d'anticiper, et les outils de régulation et de contrôle qu'il peut utiliser.

### 2.3.5 La maîtrise des risques

Le référentiel est en lui-même le produit d'une analyse des risques fondée sur l'expérience. Les principaux facteurs de "non-conformité" par rapport aux attentes du client ont été identifiés et des mesures de prévention sont proposées, on pourra ainsi tirer profit pour notre projet routier comme suit ;

- une définition précise de la commande et des objectifs à partir d'une analyse fine de la demande et des besoins ;
- un système de contractualisation et de formalisation des délégations ;
- un système d'information et des outils permettant l'anticipation et la mise sous contrôle de l'ensemble du processus de production (en termes de délais, de qualité technique, de conformité aux normes et règles de l'art et de cohérence) ;
- un ensemble de dispositions pratiques visant à maintenir des relations permanentes avec le maître d'ouvrage et à obtenir des validations intermédiaires aux étapes cruciales du projet.

### 2.3.6 La traçabilité

Ce point, particulièrement important sur ce type de projet souvent complexe et de durée parfois longue, est traité au travers de documents qui formalisent les principales décisions et retracent les dates et étapes principales du cycle de vie du projet.

### 2.3.7 L'amélioration continue

Le référentiel fournit la base nécessaire à la mise en œuvre d'une démarche qualité effective et efficace appliquée aux études de projets routiers. Il peut s'inscrire dans une démarche qualité globale s'appliquant à l'ensemble de la structure ou servir de levier et de point d'appui pour la mettre progressivement en place.

## 4. QUALITE DANS LE CYCLE DE VIE DU PROJET ROUTIER

Elaborer une démarche qualité dans le domaine de la réalisation des routes permet aux maîtres d'ouvrages et aux maîtres d'œuvre de développer la qualité dans les études et les travaux de réalisation de l'ouvrages, et ce en vue d'aboutir à la construction de très

bonne qualité en matière de résistance, de fonctionnalité [capable de faire transiter le débit de projet], assurant un niveau de service satisfaisant pour les usagers (largeur de l'ouvrage, liquidité du trafic, bonne insertion dans le tracé en plan et le profil en long, etc.) et en plus mieux intégrés dans leurs environnements.

Pour atteindre ces objectifs, le management de la qualité doit être assurés dès la phase embryonnaire de l'ouvrage, c'est à dire depuis sa programmation dans le plan d'action selon des critères bien déterminés, et jusqu'à l'achèvement des travaux, et donc doit s'adopter dans le cycle de vie du projet routier.

#### **4.1 La qualité à l'amont et en phase de conception**

Pour aboutir à la construction d'un projet routier de qualité et durable, il s'avère primordial de bien manager la qualité tout d'abord à l'amont et durant les études, ensuite dans l'étape de l'adjudication et d'exécution des travaux et enfin à l'aval des travaux, c'est à dire, après leur achèvement.

Savoir bien manager la qualité dans le lancement de l'appel d'offres pour la réalisation des études du projet routier et aussi, dans la rédaction du cahier des prescriptions spéciales et du cahier des prescriptions communes des études, permet d'aboutir à un choix rigoureux d'un bureau d'études techniques qualifié capable de mener à bien (qualité dans l'étude, délai respecté, avec un meilleur rapport qualité/prix) l'étude jusqu'à l'approbation de la phase finale de l'étude.

#### **4.2 La qualité à l'amont et dans la phase réalisation**

Bien manager la qualité dans le lancement de l'appel d'offres des travaux et dans l'élaboration du cahier des prescriptions communes et le cahier des prescriptions spéciales des travaux aide au choix d'une entreprise qualifié capable d'exécuter les travaux avec une meilleure qualité, dans le délai et avec un coût concurrentiel.

La réussite dans la réalisation des travaux du projet routier de qualité est conditionné par la bonne gestion des actions à mener en vue de solutionner les problèmes imprévus qui se posent aux moments des travaux tels que : défaillance dans l'étude, le non suivi des paiements, etc. en effet, la persistance d'un problème de ce genre dans temps risque de faire arrêter les travaux ou les retarder.

#### **4.3 La qualité à l'aval de la phase réalisation**

Enfin, après l'achèvement des travaux, l'ouvrage neuf doit être introduit aux archives avec toutes ses données à savoir :

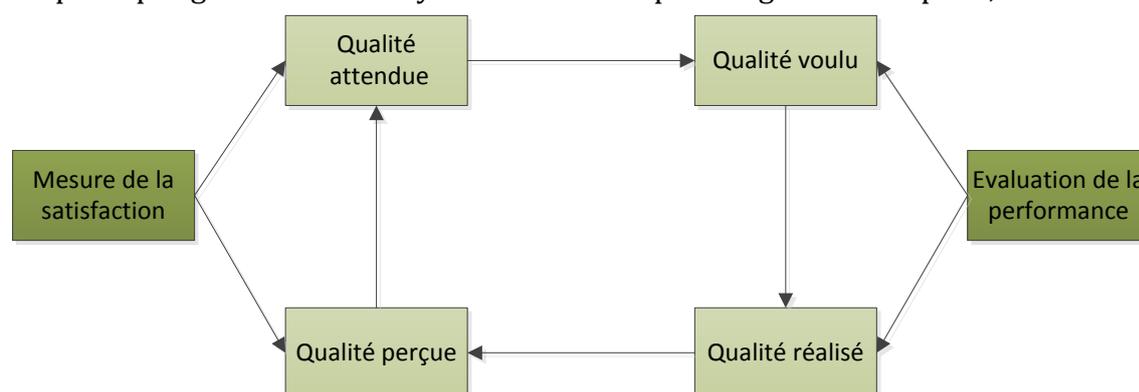
- Copie du marché de l'étude ;
- Un exemplaire du dossier de l'étude approuvé ;
- Copie du marché des travaux ;
- Rapport d'exécution et d'achèvement des travaux. ;

- Plans de recollement ;
- Photos de l'ouvrage neuf.

Savoir gérer dans les temps ces éléments d'archives et de définition du projet routier, est d'une importance capitale, dans la mesure il va permettre de les conserver tout au long de la vie de l'ouvrage d'art qui est d'une centaine d'années environ, en vue de les consulter en cas d'une intervention éventuelle sur l'ouvrage telle que : réparation, renforcement, élargissement, etc.

#### 4.4 Le cycle de la qualité dans les projets routiers

Le cycle de la qualité s'appuie sur les besoins et exigences exprimé à satisfaire de la part du maître d'ouvrage et qui attend que ceux-ci le soient dans certaines conditions, Les principes généraux de ce cycle sont décrits par la figure 1.3 ci-après ;



**Figure 1.10** Le cycle de la qualité d'un projet routier

Les différents éléments et liens qui constituent le cycle de la qualité sont expliqués ci-après.

##### 4.4.1 Qualité du projet routier attendue

Il s'agit du niveau de qualité explicitement ou implicitement recherché par le maître d'ouvrage. Le niveau de qualité peut être considéré comme la somme d'un certain nombre de critères de qualité pondérés, pour les projets routiers il s'agit de la qualité fonctionnelle de la chaussée ; l'uni, la rugosité, l'imperméabilité, la sécurité, le confort, la résistance de la chaussée, et la durée de vie.

##### 4.4.2 Qualité du projet routier voulue

Il s'agit du niveau de qualité que les acteurs responsables du projet routier (maître d'œuvre, entreprise...) se fixent pour objectif de fournir au maître d'ouvrage. Il se définit

en fonction du niveau de qualité attendu par celui-ci, de choix politiques et du contexte. Quand on définit les objectifs du projet à réaliser, il faut considérer les facteurs suivants :

- Une définition concise du projet routier voulu ;
- Un niveau d'exigence, c'est-à-dire un pourcentage (estimé ou calculé) de la part du maître d'ouvrage ;
- Un seuil d'acceptabilité. Chaque fois que ce seuil est atteint, des actions correctives immédiates doivent être prises.

#### **4.4.3 Qualité du projet routier réalisée**

Il s'agit du niveau de qualité assuré au quotidien c'est-à-dire lors de la réalisation de l'ouvrage. Ce n'est pas uniquement une évaluation technique montrant qu'un processus a été accompli. La qualité réalisée doit en effet être mesurée du point de vue du maître d'ouvrage afin de s'assurer de l'adéquation de l'ouvrage réalisé et le programme (besoins préalablement exprimés).

#### **4.4.4 Qualité du projet routier perçue**

Il s'agit du niveau de qualité perçu par le maître d'ouvrage. La perception de la qualité réalisée dépend de son expérience personnelle par des projets déjà réalisés ou des prestations qui lui sont associées, des informations concernant les projets routiers provenant des acteurs responsables des projets, d'autres sources ou de son entourage.

## **5. CONCLUSION**

De ce chapitre, on peut dire que pour l'obtention d'un projet routier de qualité, il nous suffit de suivre la méthodologie du référentiel proposé qui est le produit de la combinaison d'une démarche de conduite par projet et d'une démarche qualité. Il fournit la base nécessaire à leur mise en œuvre de manière effective et efficace.

Nous avons défini les différents processus de réalisation d'un projet routier, l'application de ceux-ci nous ont permis donc d'avoir une vision claire et explicite sur la procédure de réalisation d'un projet routier

Et enfin, dans ce chapitre nous avons défini la qualité durant le cycle de vie du projet routier, cela-di nous ne pouvons porter appréciation qu'une fois le projet réalisé, pour cela, il nous faut mesurer la qualité au quotidien afin de s'assurer à chaque instant l'adéquation entre les objectives qualités et le résultat obtenu à cet instant.

---

# Chapitre 2

## Indicateurs qualité et tableaux de bords

---

**« La mesure d'une erreur est en même temps la mesure de la vérité correspondante.»**

Claude de Saint-Martin

## 1. INTRODUCTION

Dans le cadre d'une démarche qualité, il est important de connaître l'état, le statut d'un fait ou d'un événement pour ensuite le comparer à une valeur cible qui caractérise un objectif ainsi, vérifier à tout instant t l'état de l'objectif établi. Pour cela il s'avère nécessaire de définir et mettre en place des indicateurs appelés "indicateurs qualité", qui débouchent sur des actions correctives et préventives menées à l'aide de nombreux outils et permettent ainsi, d'assurer une lisibilité continue du système de l'organisme dans ses actes et dans ses phases d'amélioration.

Enfin pour une meilleure représentativité de ces derniers, il est nécessaire d'utiliser un tableau de bord, qui a pour objet de regrouper et de synthétiser les indicateurs pour les présenter de façon exploitable.

Pour cela nous allons consacrer ce chapitre pour une recherche bibliographique concernant les indicateurs qualités, comprenant, les définitions, les différents types qui existent et les qualités requise pour un indicateur pertinent. De même pour les tableaux de bord avec les fonctions qui doivent assurer, pour ensuite montrer la pertinence de ceux-là dans le système de management de la qualité.

## 2. DEFINITION D'UN INDICATEUR QUALITE

Un indicateur qualité est une appréciation périodique, généralement quantifiée, d'une composante d'un système qualité, généralement exprimée sous forme d'écart par rapport aux objectifs qualités ou aux exigences. Il peut porter sur la satisfaction des clients, la conformité des livrables ou le bon fonctionnement des processus.

Selon O. Cerutti B. Gattino « Un indicateur qualité est une donnée objective qui décrit une situation du strict point de vue quantitatif ».

D'après la norme NF X 50-125 (Juin 2000) « Un indicateur de qualité est une information choisie, associée à un phénomène, destinée à en observer périodiquement les évolutions par rapport à des objectifs qualités » il est toujours déterminé par un objectif que l'établissement se fixe et une action qu'il réalise.

## 3. TYPOLOGIE DES INDICATEURS

Il existe trois types d'indicateur pour la mesure de la performance des processus,

**Niveau 1** : indicateurs de performance, données d'entrée. Ils mesurent la conformité aux exigences par rapport aux données d'entrée du processus. Ils permettent de repérer au plus tôt les sources de non-qualité ;

**Niveau 2** : indicateurs de résultats, données de sortie. Ils mesurent la conformité aux exigences par rapport aux données de sortie du processus. Il s'agit d'un constat parfois tardif ;

**Niveau 3** : indicateurs de processus. Ils renseignent sur le fonctionnement du processus et son activité aux différents stades et permettent de réagir rapidement aux dysfonctionnements constatés. Ils sont mis en place sur les points faibles en rapport avec l'obtention du résultat final.

## 4. LES QUALITES REQUISES POUR UN INDICATEUR PERTINENT

Pour qu'un indicateur soit de qualité, il doit être techniquement et conceptuellement apte à mesurer avec une précision acceptable le phénomène qu'il est censé mesurer et doit demeurer pertinent dans le cadre du déploiement présent de la démarche qualité.

Les qualités nécessaires pour y parvenir sont de trois ordres :

- Des qualités d'usage : nous pourrions dire, un ensemble de qualités de bon sens qu'il est difficile de réunir tous ensemble, dès lors que le champ à instrumenter (sur quoi on veut porter la mesure) intègre des aspects humains, ce qui est le cas très général de la qualité ;
- Des qualités métrologiques : un indicateur est un instrument de mesure, il doit satisfaire aux qualités requises de tout instrument de mesure.
- Des qualités systémiques : l'indicateur s'insère dans un ensemble visant à assurer une conduite du système qualité dans la bonne direction (celle de la démarche définie).

### 4.1 Les qualités d'usage

#### 4.1.1 La simplicité

La politique qualité doit être comprise par l'ensemble du personnel, ces derniers auront une idée claire et précise sur l'objectif visé et doivent donc bien connaître l'enchaînement des processus. Pour s'assurer que cela soit fait conformément, il est conseillé de mettre en place des indicateurs qui soient d'interprétation simple, du point de vue des acteurs chargés de les produire et responsables de son niveau ainsi, que de choisir des unités "naturelles", notamment à l'acteur responsable de son niveau et/ou au champ exploré.

De façon générale on peut être amené à instrumenter deux grands types de champs :

- Un champ propre aux activités opérationnelles concernant le métier de l'entreprise ou d'un organisme : la qualité de la production, l'optimisation du processus, le bon usage des matières, tous phénomènes de nature non financière. Comme pour le projet routier, on peut être appelé à mesurer la qualité fonctionnelle d'une chaussée.
- Un champ proprement financier concernant l'équilibre économique de l'entreprise : la définition des enjeux pour fixer les priorités puis apprécier l'efficacité économique des programmes d'amélioration, qui pourra aussi s'appliquer dans les

entreprises de travaux publics, les bureaux d'études voir même par le ministère des travaux publics.

Pour instrumenter ces champs, on peut choisir deux types d'unités de mesure :

- Des unités financières (DA en interne, € en Europe et \$ au niveau mondial) ;
- Des unités non financières (tonnes, heures) que nous qualifierons en raccourci d'unités physiques.

Les unités "physiques" sont d'autant plus naturelles qu'on est proche du "terrain", l'unité financière l'est d'autant plus qu'on est proche de la direction. Fixons comme principe général qu'il faut préférer, chaque fois que cela ne comporte pas de contre-indication, une mesure dans l'unité native de la donnée, c'est-à-dire naturelle du point de vue du champ instrumenté ; etc. Préférer la mesure des phénomènes non-financiers par des unités non financières et vice-versa.

Les unités de mesure offre une qualité de mesure meilleure, puisque la donnée initiale n'a pas à être convertie dans une autre unité et elle est directement "parlante" pour les hommes qui sont dans ce champ puisqu'elle correspond à leur langage habituel.

#### 4.1.2 Représentativité

Pour être correctement représentatif de l'objectif dont il mesure la performance ou de l'action à piloter, le bon indicateur doit rassembler simultanément trois qualités ; la quantification qui est la définition même d'un indicateur, l'exhaustivité c'est-à-dire une représentation complète de l'objectif ou de l'avancement de l'action et l'objectivité c'est à dire être exempt de conventions de calcul pouvant faire l'objet de débat.

L'indicateur idéal de ce point de vue est la valeur affichée sur un compteur électrique par exemple et donc, elle est quantifiable, exhaustive : elle représente bien la totalité de la consommation électrique dans le secteur couvert et objective : à partir du moment où le compteur est correctement étalonné. De tels indicateurs deviennent rares dès que l'on quitte le domaine de la technique pour mesurer des phénomènes emprunts d'humanité.

#### 4.1.3 Opérationnalité

Un indicateur a vocation à orienter l'action (indicateurs de performance) ou à l'ajuster (indicateurs de pilotage). Pour cela, il faut que l'information qu'il fournit au moment t1 soit valide au moment où l'action sera conduite.

Comme la invoqué Alain Fernandez (2005) qui parle de décision en temps réel, la définit comme la mise en concordance de deux fenêtres de temps : celle pendant laquelle l'information est valide et celle pendant laquelle la décision est possible, c'est-à-dire qu'il y a un temps de prise de conscience de la situation et un temps de réaction. L'efficacité de la prise de décision et donc lié au temps. Pour cela il serait pour le mieux d'augmenter la durée de validité de l'information.

## 4.2 Les qualités métrologiques

Comme déjà défini un indicateur est un moyen de mesure, il doit en outre satisfaire aux conditions requises d'un bon instrument de mesure, à savoir ; la justesse qui est la capacité à donner la valeur vraie (dans une fourchette de précision déterminée), la fidélité, constance ou répétabilité qui représente la capacité de l'instrument à donner la même mesure lorsqu'il est mis dans des situations identiques et il y a aussi la précision qui est la fourchette contrôlée à l'intérieur de laquelle se trouve la valeur mesurée.

### 4.2.1 Les qualités requises dans le contexte de la démarche qualité

Dans l'assurance de la qualité, il s'agit de ne livrer quantitativement aucun défaut ou de rester en deçà d'un "niveau acceptable" négocié. Dans ce cas la connaissance de la valeur vraie est indispensable, la fidélité ne suffit pas mais la justesse s'impose. Dans l'amélioration continue (Total Qualité), la finalité est de progresser sans arrêt, le niveau précis atteint importe moins de ce point que le fait de vérifier qu'aujourd'hui est mieux qu'hier et là la fidélité suffit.

### 4.2.2 Spécificité métrologique des indicateurs

Les instruments de mesure courants ont été construits spécifiquement pour un usage déterminé et en fonction de cet usage (le m pour mesurer des longueurs, le m<sup>3</sup> des volumes, etc.) et sont donc parfaitement adaptés par définition à ces mesures. On retrouve cette perfection dans des indicateurs élémentaires, tels que le nombre de pièces produites par une machine munie d'un compteur mais on ne la retrouve que rarement dans les indicateurs qualité car ils sont la plupart du temps construits à partir d'un "détournement" de données. Aussi, faut-il juger les qualités de l'indicateur en fonction du champ qu'il prétend éclairer (le point clé dont il prétend mesurer le degré de maîtrise) et bien avoir en tête les hypothèses souvent implicites qui garantissent sa validité.

## 4.3 Les qualités systémiques

Les indicateurs ont vocation à mesurer la performance (pour les uns) et à piloter (pour les autres), le système qualité d'un organisme. L'ensemble des indicateurs doit satisfaire trois qualités ;

- La pertinence : c'est leur capacité à mesurer l'efficacité de la politique qualité par rapport à l'environnement, c'est-à-dire leur aptitude à "satisfaire les exigences des clients, etc. et autres parties intéressées". Au niveau de la politique générale, il s'agira du client externe ; à des niveaux intermédiaires ou opératoires, il pourra s'agir d'un

client interne. Des indicateurs pertinents se définissent en identifiant bien quels sont tous les "clients" de l'entité mise sous contrôle.

- La cohérence : C'est l'assurance qu'une amélioration constatée sur tel indicateur contribue bien à une amélioration à un niveau plus général et au final à une amélioration du point de vue de la politique qualité dans son ensemble. Des indicateurs cohérents signifient un déploiement efficace de la politique qualité à travers la structure.
- Convergence : C'est l'assurance qu'une amélioration constatée sur tel indicateur ne s'est pas faite au détriment de la performance d'une autre entité de même niveau. Les problèmes de convergence sont fréquents dans le domaine de la gestion.

Des indicateurs, insuffisamment bons du point de vue systémique, sont dysfonctionnels au sens où ils peuvent amener telle ou telle entité de l'organisation à agir dans un sens qui n'est pas efficace du point de vue de la politique qualité tout en ayant des indicateurs satisfaisants. La plupart du temps, les problèmes de dysfonctionnements se règlent en ajoutant un autre indicateur antinomique qui devient moins bon si une attitude excessive s'avère perverse.

Une quatrième qualité, la synergie, est induite par un développement harmonieux de ces trois premières qualités. L'efficacité du système qualité en tant que telle est supérieure à la somme des efficacités de ses parties.

## 5. TABLEAU DE BORD

Le tableau de bord d'un véhicule automobile moderne permet au conducteur de suivre en temps réel l'évolution du fonctionnement de son véhicule en consultant, en un coup d'œil, les cadrans qui présente un nombre restreint mais suffisant d'informations essentielles. Le tableau de bord averti de situation indésirable par des clignotants, informe pendant le trajet, sur la vitesse, la distance parcourue, les ressources disponibles et finalement à destination, il fournit les statistiques sur le trajet en particulier de même pour le cumulatif des véhicules : la distance totale parcouru, la consommation moyenne d'essence en kilomètre, etc. De la même façon, le tableau de bord de gestion permet de suivre le fonctionnement de l'organisation de façon dynamique et régulière en fournissant rapidement l'information essentiel, bien organisé et bien présenté. Le suivi rendu possible par l'utilisation d'un tableau de bord constitue un feed-back permanent qui donne au gestionnaire l'impression d'être plus présent dans la réalité de son unité administrative.

## 5.1 Définition d'un tableau de bord

Le tableau de bord est une façon de sélectionner, d'agencer et de présenter les indicateurs essentiels et pertinents, de façon sommaire et ciblée, en général sous forme de « coup d'œil » fournissant une vision globale.

Le tableau de bord mise principalement sur la qualité de l'information et non sur la quantité. Il met en évidence les résultats significatifs, les exceptions, les écarts et les tendances ; il fournit à son utilisateur un modèle cohérent en regroupant les indicateurs de façon à frapper son imagination. Ce schéma intégré, permet d'enrichir d'autant l'analyse et l'interprétation de l'information car il représente les indicateurs sous une forme compréhensible, évocatrice et attrayante, pour en faciliter la visualisation.

## 5.2 Les fonctions d'un tableau de bord

Le tableau de bord permet, de façon régulière et même constante, de mesurer, de centrer et de suivre l'état d'une situation en utilisant des ressources (humaines, financières, matérielles et informationnelles), le déroulement des activités et le fonctionnement de l'organisation, les résultats obtenus et leur progression de même que les paramètres pertinents de l'environnement. De plus, l'accumulation d'indicateurs crée une mémoire organisationnelle de référence plus systématique et plus objective sur la performance.

### 5.2.1 Fonction de monitoring constant, de constat d'écart et d'alerte

Le tableau de bord permet de plus de faire ressortir les tendances et les écarts significatifs ou exceptionnels et d'avertir le gestionnaire de tout résultat ou écart indésirable, à la manière d'un système d'alarme. Ainsi, l'utilisation d'un système de tableau de bord va au moins permettre de recevoir le message plus rapidement et de localiser la zone problème apparaissant de façon aléatoire, ou encore d'éliminer de l'analyse des zones où le problème ne se situe pas. Le gestionnaire peut donc se concentrer sur l'exception. En fait, il constitue avant tout, par son approche éclair, un avertisseur, un détecteur rapide de problème, d'écart, de variation ou de tendances entre le prévu, le voulu, le réaliste et le vécu. Ainsi, libéré de l'analyse de ce qui est normal pour se concentrer sur l'anormal, le gestionnaire a de meilleures chances de pouvoir cibler et de réagir plus vite et au bon endroit.

### 5.2.2 Fonction de déclencheur d'enquête et de guide d'analyse

Le tableau de bord peut indiquer au gestionnaire la nécessité d'entreprendre une analyse plus approfondie dans le système d'information de gestion. Par sa capacité de ventilation, il peut guider l'utilisateur jusqu'au secteur problématique en facilitant la localisation des informations pertinentes par une navigation plus cohérente parmi

celles-ci, ou lui permettre de préciser les pistes à explorer ou les rapports supplémentaires à demander selon la situation.

De plus, la capacité du tableau de bord de mémoriser et de comparer les résultats à des balises permet de comparer dans le temps, à des objectifs et à des normes, facilitant d'autant le constat et le calcul des écarts, des tendances et des exceptions.

### **5.2.3 Fonction de reportage et de reddition de comptes**

L'information consolidée et présentée sous forme de tableaux de bord répond particulièrement bien aux besoins de reportage de gestion, pour la reddition de comptes. Autant les gestionnaires peuvent être informés sur l'essentiel des parties inférieure, autant comme fournisseurs d'information, ils peuvent à leur tour rendre compte en transmettant ou en produisant les indicateurs pertinents aux piliers supérieur. De plus, un système rigoureux d'indicateurs permet d'améliorer sensiblement la mesure de la performance et rend plus crédibles les évaluations qui en sont tirées.

### **5.2.4 Fonction de communication et de motivation**

La capacité du tableau de bord d'attirer l'attention sur certains indicateurs facilite d'abord l'entente sur un nombre restreint mais suffisant. En facilitant à la fois la mesure de ses propres résultats et la consolidation des résultats pour l'ensemble de l'organisation, de même que leur comparaison pour un nombre significatif d'unité ou d'organismes comparables, le tableau de bord favorise la communication, l'échange d'information entre les gestionnaires, simule la discussion en permettant de centrer le dialogue sur la performance.

Cela clarifie les relations en donnant une heure plus juste, incite à l'information par les faits, facilite la communication et le partage de l'information, le reportage de gestion et la reddition de compte, parce que l'on sait ce que l'on vise et ce que l'on mesure. En associant les gestionnaires à la réflexion sur la mesure, ils se sentent plus en contrôle surtout s'ils contribuent à la formulation des objectifs et résultats attendus et à l'identification des indicateurs qui serviront à en mesurer l'atteinte. Même la non-atteinte d'objectif se replace mieux dans un contexte et s'explique mieux avec de bons indicateurs.

De plus, le tableau de bord motive l'ensemble du personnel par l'utilisation d'informations plus objectives pour l'évaluation du rendement, en permettant aux gestionnaire d'avoir accès à l'information essentielle pour apprécié dans leur contexte les résultats obtenus par eux même, leurs subordonnés et leurs équipes, ce qui entraîne, en général, une mobilisation accrue et constitue un encouragement à l'autocontrôle.

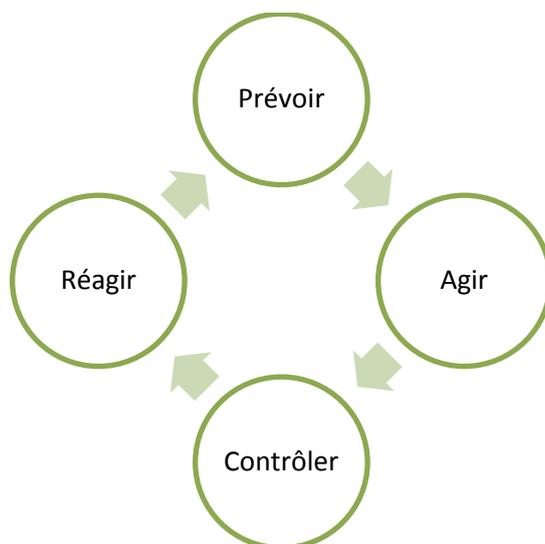
Enfin, la méthodologie exige un tel niveau de précision pour chaque indicateur que la façon de le mesurer est claire, donc plus compréhensible et plus facile à partager entre les organisations le réseau de communication permettant de tels échanges comparatifs.

### 5.2.5 Fonction de contribution à la formulation des objectifs et des écarts

Non seulement la façon de mesurer les résultats influe sur la gestion elle conditionne aussi le fonctionnement même et la formulation des objectifs de l'organisation. Le tableau de bord présente un ensemble plus étendu d'indicateurs éventuellement moins approfondis, issu de données sur le fonctionnement et la gestion, mais tenus à jour de façon régulière et permanente. Le tableau de bord peut bien sûr contenir des indicateurs tirés d'études ponctuelles, mais avec les limites inhérentes à ce type de résultats. Les méthodologies respectives sont donc un peu différentes, mais ne s'opposent pas puisque l'information tirée de chacune est complémentaires.

## 6. L'IMPORTANCE DES INDICATEURS ET TABLEAU DE BORD DANS LE SYSTEME DE MANGEMENT DE LA QUALITE

Le pilotage organisationnel est une démarche importante du système de management de la qualité qui s'attache à relier en permanence la stratégie qualité et l'action opérationnelle, en s'attachant sur trois volets complémentaires qui sont, le déploiement de la stratégie sous forme de plan d'action, la construction et la mise à jour d'un réseau d'indicateurs de performance permettant de mesurer les résultats des actions et enfin le suivi et le retour d'expérience de la mise en œuvre de cette stratégie, de ces plans d'action, en s'appuyant sur un système de mesure de performance, et l'amélioration continue qui, habituellement représenté dans la qualité par la « roue de Deming »



**Figure 2.1** La roue de Deming (PDCA)

- Au verbe "PREVOIR" correspond la notion d'objectif prévu et plus précisément l'exigence d'une définition (préalable) de la politique et des objectifs qualités.

- Au verbe "AGIR" correspond un déroulement orienté de l'action à travers des "plans d'action".
- Au verbe "CONTROLLER" correspond la possibilité d'apprécier la marge d'erreur, pourvu qu'un système d'information et de mesure ait été mis en place.
- Au verbe "REAGIR" correspond enfin l'ajustement de l'action à travers des "actions correctives".

## 6.1 Planifier les actions de progrès (Plan)

La construction d'un Plan d'action qualité (PAQ) offre à la fois la possibilité de définir les ressources à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs et celle de susciter la participation des acteurs d'un organisme ou d'une entreprise. Chaque acteur du plan de progrès se voit confier la double responsabilité de définir des actions visant à emmener l'organisme vers ses objectifs stratégiques et de s'assurer de leur mise en œuvre.

Il est rarement possible d'atteindre les objectifs stratégiques en une seule fois et il faut donc procéder par étapes ; l'ampleur du PAQ mis en œuvre détermine l'échelon de progrès à réaliser sur une période définie. Son rapprochement avec la gestion des ressources procure l'avantage de ne pas voir trop grand et de limiter les actions aux possibilités dont dispose réellement l'organisation.

## 6.2 Déployer le plan de progrès (Do)

Chaque responsable impliqué dans le PAQ, a pour mission de s'assurer de l'avancement des actions d'amélioration qu'il a élaborées. Pour cela, des indicateurs de performance sont mis en place qui serviront à instrumenter les objectifs, dans la mesure où ils doivent nous indiquer où nous en sommes par rapport au but, des moyens et ressources sont mis en disposition lors de la validation des actions proposées. Régulièrement, un bouclage est réalisé en comité qualité, de façon à anticiper les éventuelles dérives, mais aussi à dynamiser le déploiement du PAQ.

## 6.3 Contrôler l'efficacité des actions engagées (Check )

Une fois le déploiement du PAQ a été réalisé il importe maintenant d'en vérifier l'efficacité, en mettant en place des indicateurs de pilotage qui serviront à contrôler les plans d'actions qualité. Il est nécessaire de constater que l'objectif fixé au départ est bien atteint, et que la mise en œuvre de cette action guide bien l'organisme vers ses objectifs stratégiques. Cette vérification peut être réalisée par n'importe quelle personne qui n'a pas pris part à la mise en œuvre.

Il est cependant souhaitable que les personnes chargées de cette vérification puissent aisément rendre compte des résultats aux dirigeants de l'entreprise.

Lorsque le PAQ se termine, il est alors temps d'évaluer l'échelon de progrès réalisé et de vérifier que tous les objectifs sont atteints.

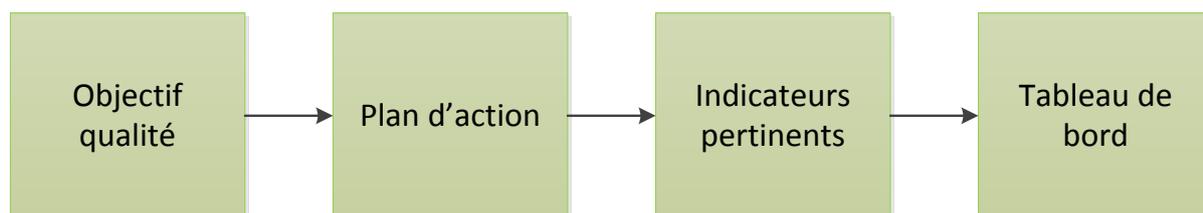
#### 6.4 Agir et/ou réagir en fonction des résultats obtenus (Act)

Pour chaque action, une réaction doit suivre la vérification soit l'action n'a pas atteint ses objectifs, auquel cas il convient de persister ou, en dernier recours, de revoir l'objectif ; soit l'objectif est atteint, auquel cas il convient de prendre en compte ce résultat dans l'évaluation du progrès réalisé.

Quand le PAQ est terminé et que le pas de progrès réalisé est connu, il est alors temps de reconsidérer le contexte de l'organisation et de remettre en cause la politique et les objectifs stratégiques. Cette remise en cause conduit le plus souvent au maintien de la politique, puisque les objectifs stratégiques ne sont pas forcément atteints ; il faut souvent plusieurs tours de roue pour les atteindre. Lorsque les objectifs stratégiques sont atteints, l'entreprise s'engage alors dans une évolution de sa politique et une reconsidération de ces objectifs stratégiques.

Chaque action d'amélioration, doit être placée dans un contexte plus large que son domaine propre, et doit répondre aux effets sur la satisfaction des clients et l'effet sur les résultats de l'organisme. Pour avoir des réponses crédibles il faut avoir des indicateurs associés au processus qui fait l'objet de l'amélioration et les représenter dans un tableau de bord de façon à suivre l'état du plan d'action piloté ainsi que sur le degré des objectifs fixés.

De ce qui précède on peut placer indicateurs et tableau de bord de la manière suivante ;



**Figure 2.2** Pilotage organisationnel

## 7.METHODOLOGIE DE CONSTRUCTION DES INDICATEURS QUALITE ET TABLEAU DE BORD

### 7.1 Méthodologie de construction des indicateurs qualité

Dans le processus d'amélioration continue la roue de Deming, les indicateurs vont servir à réagir pour réguler l'action dans le sens des orientations fournies par la politique et les objectives qualités. Il faut donc trouver la meilleure cohérence possible entre les objectifs et les indicateurs pour que cette réaction soit opportune. Le choix des indicateurs constitue une instrumentation, une quantification, des objectifs pour rendre la mise sous contrôle (au sens de la gestion) efficace.

Le choix des indicateurs va donc comprendre deux phases successives :

- une clarification du système d'objectifs ;
- l'instrumentation à proprement parler de ce système d'objectifs à travers des données quantifiables.

#### 7.1.1 La clarification du système d'objectif

Clarifier le système d'objectif est de préciser exactement ce que l'on veut obtenir en terme de qualité qui nous préoccupe, l'énoncé de ce système d'objectif doit normalement figurer dans le manuel qualité qui d'après la norme la norme ISO 9001:2008 prévoit que le premier chapitre du manuel qualité doit impérativement comprendre une rubrique relative à la « Politique qualité et [aux] objectifs généraux de l'entreprise en matière de qualité ».

A partir de cet énoncé, il faut répondre à 3 questions successives

1. A quoi veut-on globalement parvenir ?

Quelle est la finalité de l'action qualité ? Il peut s'agir d'un énoncé de principe donnant un sens général à l'action qualité sur le long terme. Cet énoncé n'engage pas à grand-chose si on ne répond pas à la seconde question ;

2. Que prévoit-on de faire pour atteindre cette finalité ?

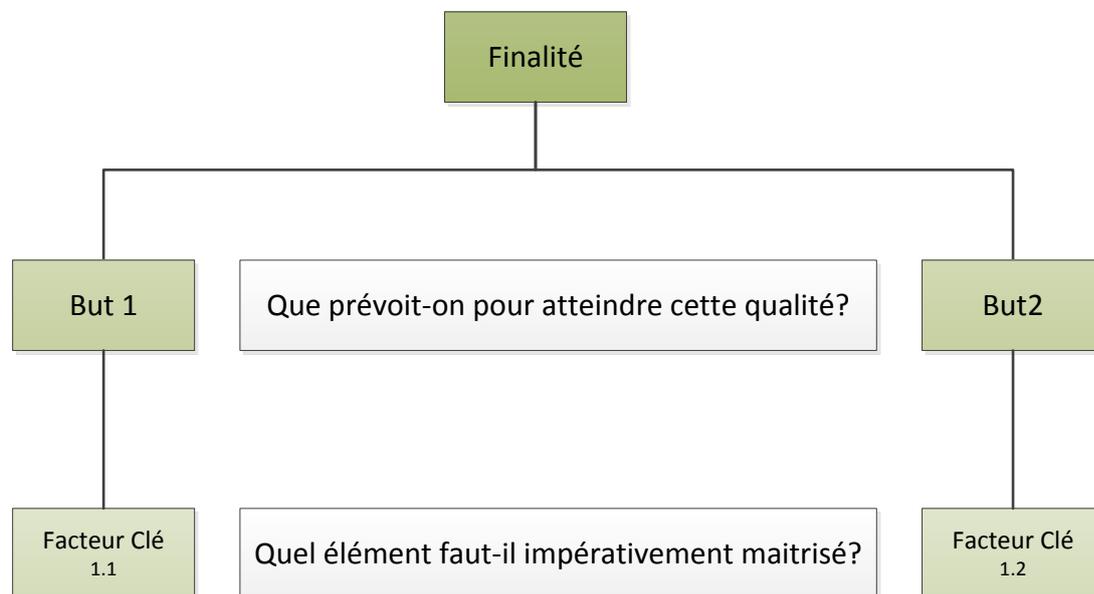
Quels sont les buts opératoires que l'on poursuit ? Ces buts seront nécessairement plus précis et vont donc orienter concrètement l'action.

Caroline SELMER écrit que, pour être recevable, un but doit être une description claire et précise du résultat spécifique et mesurable que l'on s'engage à avoir produit. C'est justement à la mise en place du moyen de mesure que répond le choix des indicateurs.

Le but étant désormais correctement défini, encore faut-il identifier clairement les composantes de la situation qu'il faudra indispensablement maîtriser pour parvenir à atteindre ces buts. C'est l'objet de la 3ème question :

3. Quels éléments de la situation faut-il impérativement maîtriser pour atteindre chaque but ?

Une bonne maîtrise de chacun de ces éléments constituera un facteur clé de succès pour la politique qualité.



**Figure 2.3** Système d'objective qualité (Michel Boutry 2005)

L'ensemble des réponses apportées à cette suite de questions constitue le "Système d'objectifs qualité" résumé dans le schéma suivant ;

Le système d'objectifs étant clarifié, la roue de DEMING dans laquelle nous regroupons "agir" et "réagir" nous indique les deux directions dans lesquelles il va falloir poursuivre la réflexion, dans le sens de l'action : il s'agit de définir puis de piloter les plans d'action qualité permettant d'assurer la maîtrise des facteurs clés de succès identifiés et dans le sens du contrôle de l'action : il s'agit d'aboutir enfin à la définition des indicateurs permettant d'assurer que l'action mène bien vers le but.

Nous poursuivons dans le sens du contrôle de l'action qui va conduire aux choix d'"indicateurs de performance", dans la mesure où ils doivent nous indiquer où nous en sommes par rapport au but (on parle aussi d'indicateurs de résultat).

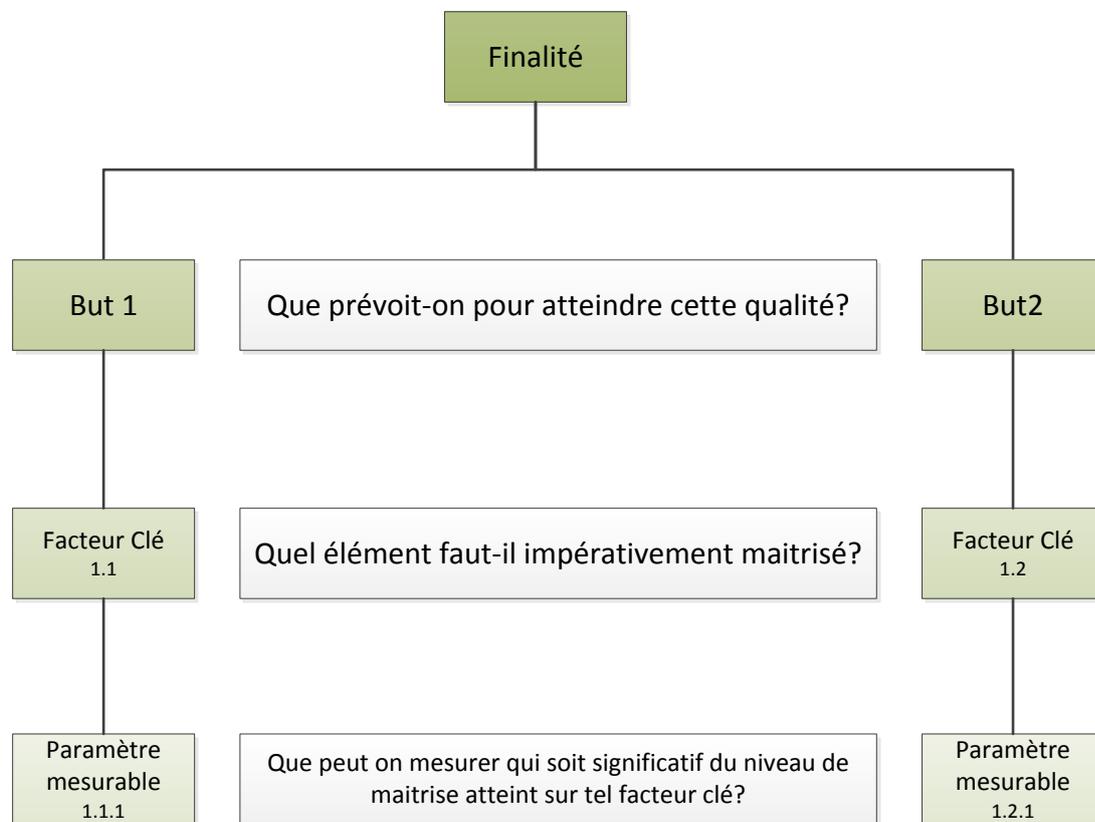
### 7.1.2 Le choix des indicateurs de performance associés à la politique qualité

Le système d'objectifs étant qualitativement formulé, choisir les indicateurs c'est définir les conditions de sa quantification. Pour y parvenir, il va falloir répondre à deux nouvelles questions.

1. Que peut-on mesurer qui soit significatif du niveau de maîtrise atteint sur tel facteur clé de succès ?

C'est la recherche des paramètres mesurables. Il conviendra de la réaliser en priorité sur les éléments existants des différents systèmes d'information de l'entreprise, avant de penser à recueillir et traiter de nouvelles données avec les coûts associés.

On dressera à ce stade une liste aussi exhaustive que possible, sans préjugé.



**Figure 2.4** Paramètre mesurable des facteurs clé (Michel Boutry 2005)

un indicateur ?

Il s'agit cette fois de faire un choix parmi les paramètres mesurables et de traiter mathématiquement le ou les paramètres choisis pour sélectionner un unique indicateur. Le choix final de cet indicateur suppose parfois de délicats compromis, dans la mesure où il n'en faut retenir qu'un, concision du tableau de bord oblige.

### 7.1.3 Le choix des indicateurs de pilotage des plans d'action qualité

On dispose désormais d'un système d'objectifs instrumentés par des indicateurs de performance.

L'action est orientée par des plans d'action conçus à partir du système d'objectifs. (La définition de ces plans d'actions n'est pas spécifique à la qualité et ne s'inscrit pas dans notre propos).

La régulation de l'action impose, elle, que l'acteur dispose pour sa propre gouverne d'indicateurs dits de "pilotage" qui vont l'aider à conduire son activité.

La démarche de conception de ces indicateurs est identique, sauf qu'il s'agira cette fois de contrôler, dans les plans d'action qualité, les décisions clés pour la maîtrise des facteurs clés de succès.

Il ne reste plus qu'à formuler les bons indicateurs.

## 7.2 Méthodologie de construction du tableau de bord

Une approche intéressante pour assurer à la fois l'individualisation et la perspective globale, consiste à structurer le tableau de bord en un ensemble de « fenêtres ». De plus en plus en raison de son déploiement dans un grand nombre de secteurs, des capacités offertes et les entrepôts de données.

On considère « les tableaux de bords » d'une organisation comme un ensemble intégré d'indicateurs réalisé. Selon cette optique, le tableau de bord d'un secteur ou d'un palier de la structure hiérarchique est en fait une vue sectorielle produite à palier de l'ensemble des indicateurs. Il permet à divers utilisateurs, selon leur perspective propre, d'ouvrir les fenêtres appropriées sur les indicateurs correspondant qu'il contient, qu'il peut calculer ou générer à partir des données disponibles, tout en fournissant une image globale transversale.

Par cette structure, un tableau de bord répondrait encore mieux à la multi dimensionnalité de la mesure de la performance et pourrai offrir une perspective transversale, tout en rendant possible une consolidation globale. La démarche de l'élaboration du tableau de bord est présentée de la manière suivante voir la figure 2.5, accompagnée d'un exemple de proposition de tableau de bord tableau1.

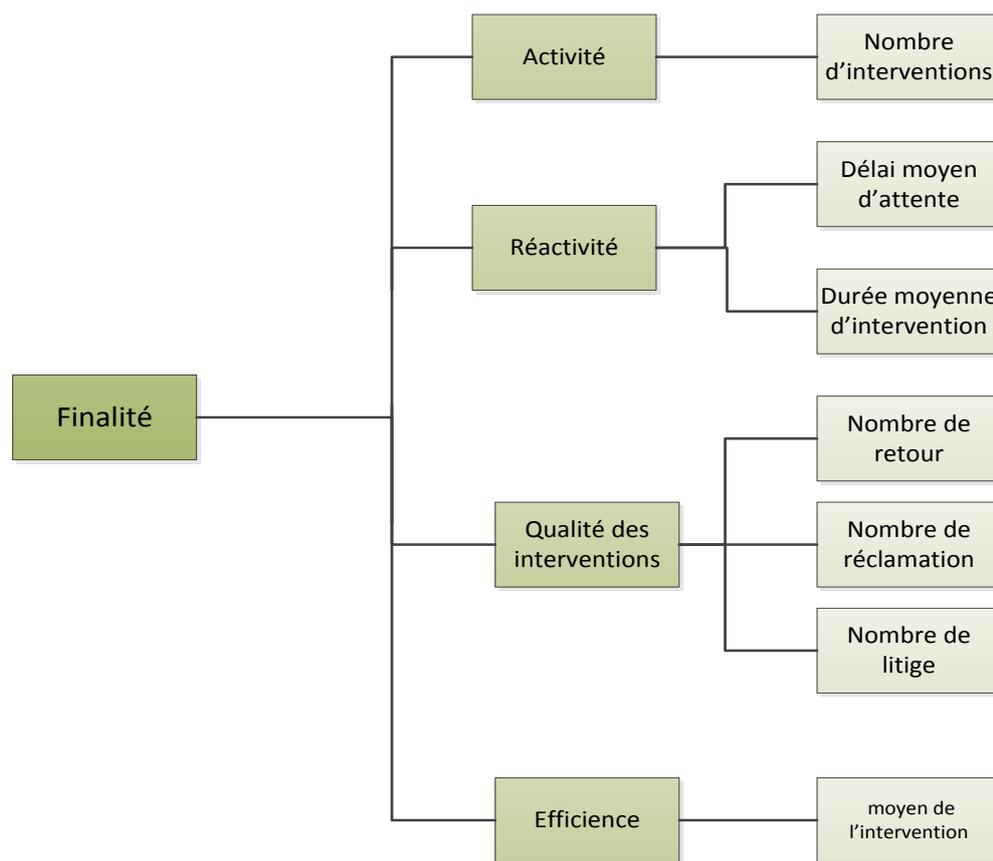


Figure 2.5 Démarche de l'élaboration du tableau de bord

Tableau 2.1 : Proposition d'un tableau de bord (Exemple)

Tableau de bord du SAV				
Responsable :		Exercice N		
Critères	Valeurs exercice N	Valeurs objectifs	Écarts	Valeur exercice N-1
<b>GARANTIE</b> - Nombre d'interventions - Délai moyen d'attente - Durée moyenne intervention - Nombre de retours - Nombre de réclamations - Nombre de litiges - Coût total des "réinterventions" - Coût moyen de l'intervention				
<b>PRESTATIONS HORS GARANTIE</b> <b>Assistance téléphonique</b> - Nombre d'appels - Durée moyenne d'attente - Taux de non-réponses <b>Vente de matériels</b> - Délai moyen de livraison - Nombre d'interventions après-vente (garantie) <b>Maintenance</b> - Nombre d'interventions - Délai moyen d'attente - Nombre de réclamations - Nombre d'interventions répétées - Coût des interventions répétées				

## 8 Conclusion

De ce chapitre on pourra dire qu'indicateur et tableau de bord sont des outils indispensables au pilotage d'un organisme, d'une équipe, d'un processus pour atteindre l'objective qualité. Afin de permettre une analyse de la situation et prendre les décisions de correction ou de préventions éventuelles, l'encadrement doit donc connaître l'information nécessaire en temps utile.

Il s'intéressera plus particulièrement à son évolution dans le temps et aux écarts par rapport aux objectifs. Dans notre cadre d'étude on essayera d'adapter ceux-ci en construisant des indicateurs et tableaux de bord adaptés aux projets routiers à partir des processus de réalisation d'une chaussée routière.

---

# Chapitre 3

## Construction des indicateurs qualité et tableau de bord

---

**« ECHOUER, C'EST AVOIR LA  
POSSIBILITE DE RECOMMENCER DE  
MANIERE PLUS INTELLIGENTE.»**

**Henry Ford**

## 1. INTRODUCTION

Une des missions du système du management de la qualité est le contrôle de tout organisme, pour faciliter cette tâche, il est préférable de fonctionner par approche processus. Ceci permet d'avoir une meilleure maîtrise du contrôle et assure le suivi et le retour d'expérience pour une amélioration continue. De ce fait mettre en place des indicateurs qualités est nécessaire afin de connaître l'état des processus et le degré d'atteinte des objectifs.

Dans ce chapitre, nous allons essayer de construire des indicateurs qualité adaptés aux routes, dans les différentes phases de réalisation. La mise en place de ceux-là est généralement réalisée suite à des dysfonctionnements constatés par les routes déjà réalisées.

Pour cela, nous définissons tout d'abord la chaussée de la route avec les caractéristiques géométriques, les différentes couches qui la constituent ainsi que les types de structurations existantes. Ensuite nous définissons les qualités fonctionnelles qu'elle doit offrir pour à la fin conclure avec la description de tous les phénomènes de dégradations qui nous permettrons de construire les indicateurs et les présenter dans un tableau de bord.

## 2. CARACTERISTIQUES GENERALES D'UNE CHAUSSEE

La route désigne toute l'emprise de tout chemin ou rue ouvert à la circulation publique; la chaussée quant à elle, constitue la partie de la route normalement utilisée pour la circulation des véhicules; une route peut comporter plusieurs chaussées nettement séparées l'une de l'autre, notamment par un terre-plein central ou une différence de niveau. Sur les chaussées se trouve une voie latérale ou une piste qui sont réservées à la circulation de certains véhicules, le terme «voie» désigne ici une bandes longitudinales, matérialisées ou non par des marques routières longitudinales, mais ayant une largeur suffisante pour permettre l'écoulement d'une file d'automobiles.

Par définition une chaussée a pour fonction de transmettre les efforts au sol en garantissant des déformations dans les limites admissibles.

### 2.1 Caractéristiques géométriques d'une chaussée

Les caractéristiques géométriques d'une routes sont proposés par une vue en plan, un profil en travers et un profil en long.

### a) Profil en travers

Il illustre essentiellement la largeur de la chaussée et celle des accotements, il indique aussi les pentes transversales. Le profil en travers est constitué essentiellement de ;

**L'emprise** : Partie de terrains qui appartient à la collectivité et affectée à la route ainsi qu'à ses dépendances.

**L'assiette** : surface du terrain réellement occupée par la route.

**La plate-forme** : surface de la route qui comprend la chaussée et les accotements

**La chaussée** : Surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.

**Les accotements** : zone latérales de la plate-forme qui bordent extérieurement la chaussée.

**Fossé** : creux qui borde longitudinalement un accotement construit en terre ou en béton armé ayant (fausse trapézoïdale) son rôle est de collecter les eaux de pluie.

### b) Profil en long

Il indique la valeur des pentes et des rampes, ainsi que les rayons des sommets côtes et des points bas.

### c) Tracé en plan

Il met en évidence les longueurs des sections rectilignes et la valeur des rayons de courbure dans les virages.

## 2.2 Constitution des chaussées : les différentes couches

Rappelons que le rôle d'une chaussée est de reporter sur le sol support, en les répartissant convenablement, les efforts dus au trafic. La chaussée doit avoir une épaisseur telle que la pression verticale transmise au sol soit suffisamment faible afin que celui-ci puisse la supporter sans dégradation.

Comme la pression dans la couche granulaire décroît régulièrement en profondeur, on peut constituer une chaussée par la superposition de couches de caractéristiques mécaniques croissantes. En générale on rencontre les couches suivantes à partir du sol

**Couche de forme** : Les couches de forme sont utilisées car dans un même projet on peut rencontrer des sols de caractéristiques très variables, et donc elle est amenée à être interposée entre le sol support et les couches de surface afin d'améliorer et d'uniformiser la portance du sol. Elle peut être constituée soit de matériaux grenus roulés ou concassés, soit de matériaux traités aux liants hydrauliques.

**Couche de fondation** : la construction de cette couche ne pose pas de problème particulier. La plupart des matériaux routiers conviennent. Son rôle est de transmettre et répartir les efforts aux sols sous-jacents.

**Couche de base :** la construction de cette couche doit faire l'objet d'une attention toute spéciale : le matériau utilisé dans cette couche doit pouvoir résister aux contraintes résultantes du trafic.

**Couche de surface :** la couche de surface recouvre la couche de base afin d'offrir une meilleure résistance aux efforts horizontaux des pneumatiques et de s'opposer à la pénétration de l'eau.

### 2.3 Structures de chaussée

La structure d'une chaussée représente l'ensemble des couches de revêtement, en matériaux liés et non liés, utilisées dans la construction de la chaussée sur le sol support. Le rôle principal de cette structure est de répartir les efforts induits par le trafic en les amortissant progressivement de manière à ce que les efforts transmis au sol support soient suffisamment faibles pour assurer la stabilité et la durabilité de la chaussée pendant sa durée de vie escomptée.

Selon le fonctionnement mécanique de la chaussée, on distingue généralement les trois différents types de structures suivantes ; chaussées souples, chaussées semi-rigides et chaussées rigides qu'on donnera plus de détails par la suite ;

**La chaussée souple :** Dans cette catégorie, des matériaux granulaires traités aux liants hydrocarbonés sont utilisés pour la construction des couches supérieures liées. Les couches sous-jacentes couches d'assise et couche de forme peuvent être constituées de matériaux granulaires traités ou non.

**Les chaussées semi-rigides :** Cette structure de chaussée hybride est constituée de matériaux liés avec des liants hydrocarbonés dans certaines couches et de matériaux liés avec des liants hydrauliques dans d'autres.

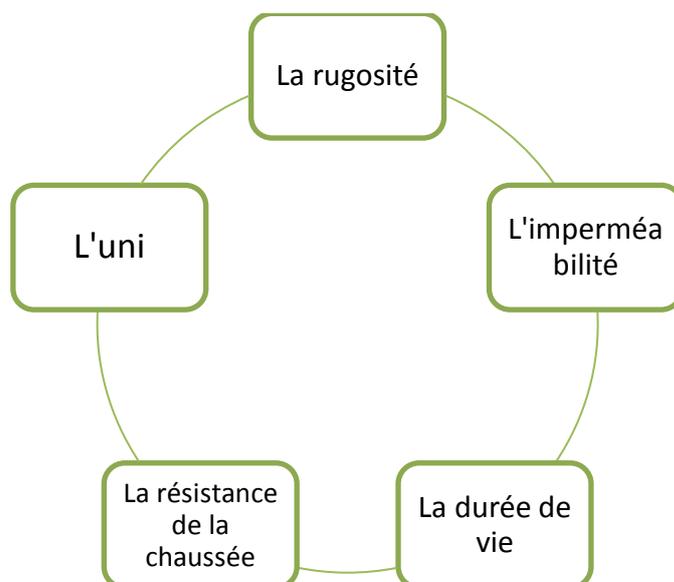
**Les chaussées rigides** Dans cette catégorie, la structure de chaussée est typiquement composée d'une couche de fondation granulaire reposant sur la couche de forme et couverte par une dalle de béton de ciment. Une couche de roulement très mince en enrobé bitumineux peut être déployée pour réduire le bruit et améliorer l'adhérence. Cette couche de roulement ne jouera pas de rôle structural.

## 3. LES QUALITES FONCTIONNELLES D'UNE CHAUSSEE

Dans le premier chapitre nous avons défini la qualité dans le cycle de vie du projet routier et dans celui-ci nous allons nous intéresser à la qualité que doit offrir une chaussée.

Les caractéristiques d'une chaussée représentent les qualités recherchées pour qu'elle satisfasse les exigences de l'utilisateur d'une part et, pour qu'elle puisse avoir la durée de

vie et la qualité de comportement d'autre part. Les qualités fonctionnelles sont regroupées dans le schéma suivant (figure 3.1);



---

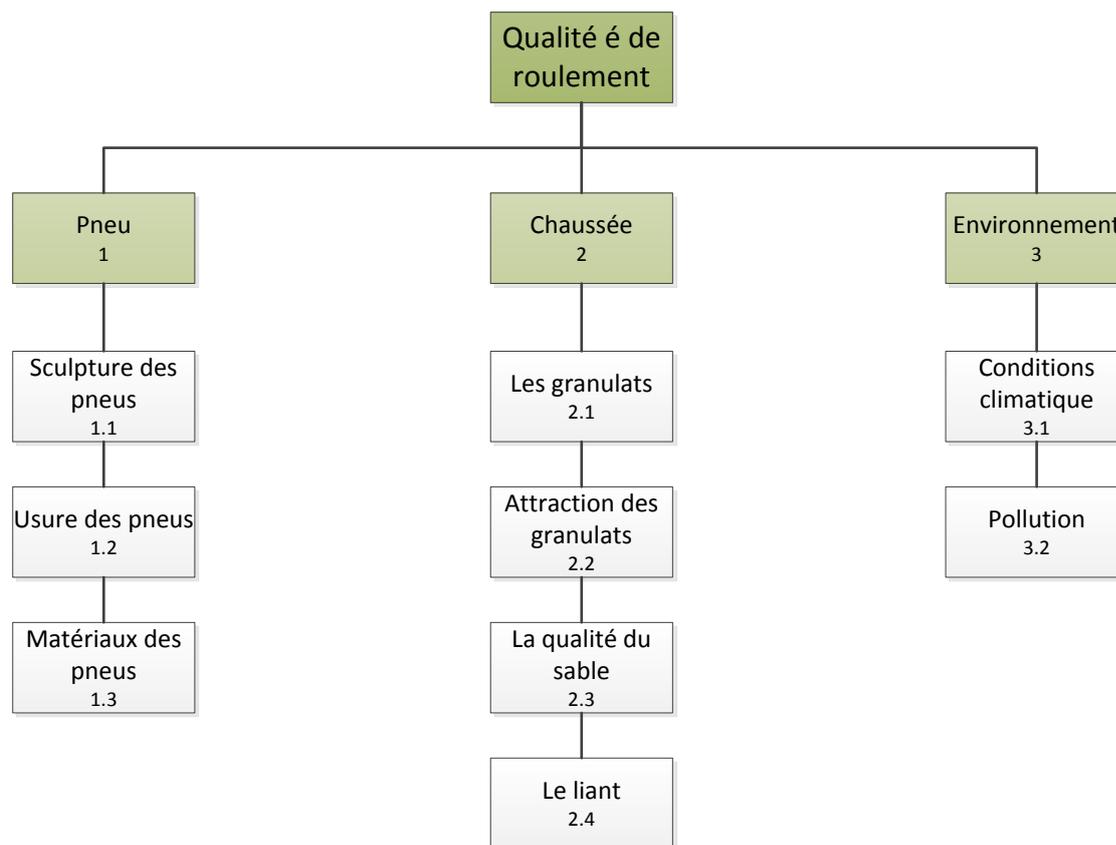
**Figure3.1** Qualités fonctionnelles d'une chaussée

### 3.1 La qualité de l'uni d'une chaussée

L'uni caractérise la régularité et la permanence du profil de la chaussée, où le profil en long et en travers diffère très peu du profil théorique, et qui est exempte en particulier, de dénivellations et d'ondulations. La qualité de celui-ci dépend de la résistance aux actions verticales et déformations permanentes, exécution de la couche de base épaisseur, matériaux des couches de surface, l'importance du trafic, et du profil du terrain naturel.

### 3.2 La qualité de rugosité d'une chaussée

La rugosité joue un rôle important dans la chaussée car elle assure aux véhicules, les possibilités de freinage convenables et une bonne stabilité transversale et donc elle participe aussi à la qualité de roulement La figure 3.2 illustre les différents facteurs, influant sur la qualité de roulement de la chaussée.



**Figure 3.2** Facteur d'influence de la qualité de roulement

### 3.3 L'imperméabilisation de la chaussée

La surface des chaussées assure l'imperméabilité aux eaux de pluie et de ruissellement. Elle dépend du revêtement si le liant est suffisamment cohésif, du vieillissement du liant utilisé, des matériaux des couches du corps de chaussée, des conditions hivernales, des ouvrages accessoires d'évacuation des eaux, et du profil en travers.

### 3.4 La durée de vie de la chaussée

La durée de vie de la chaussée, dépend des paramètres suivants ; la résistance structurale sans déformation ni rupture, la distribution des contraintes dans la couches de base, fondation et sol sous-jacent, les conditions de drainage, du trafic et plus précisément du poids lourd et l'environnement des conditions climatiques et réactions sol-climat.

### 3.5 La résistance de la chaussée

La résistance de la chaussée dépend de l'épaisseur et de la qualité du revêtement, de l'épaisseur des différentes couches, des matériaux qui constituent la couche de base et de fondation, de la réaction du sol naturel et du drainage et évacuation des eaux.

## 4. LE COMPACTAGE DE LA CHAUSSEE

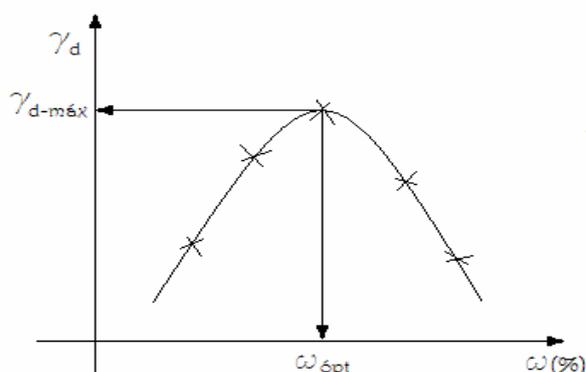
### 4.1 Définition du compactage

Compacter une couche de chaussée, consiste à faire diminuer son volume par l'application d'un procédé mécanique (force, vibration, combinaison des deux, chocs, etc.). Cette diminution de volume ne se produit que par l'élimination des vides remplis d'air qui existent dans le sol à son état initial. La teneur en eau du sol n'est donc pas modifiée. Le poids volumique du sol,  $\gamma_h$ , par contre, sera augmenté, et avec lui,  $\gamma_d$

### 4.2 Influence de la teneur en eau pour le compactage

L'influence de la teneur en eau sur le résultat d'un compactage a été étudiée dès 1933 par l'ingénieur américain Proctor, qui a mis au point l'essai de compactage qui porte son nom. Si un sol est compacté par une série de chocs que lui imprime les chutes d'une masse, la déformation du sol, c'est-à-dire la diminution de son volume, absorbe une énergie égale à l'énergie potentielle de la masse avant la chute (=mgh pour une masse m tombant d'une hauteur h) multipliée par le nombre de coups donnés. Cette énergie s'appelle énergie de compactage.

Si l'on porte en graphique les  $\gamma_d$  obtenus suite au compactage d'un échantillon de sol, en réalisant une série d'essais de compactage, chacun correspondant à une teneur en eau différente (maîtrisée par adjonction d'eau) mais toujours avec une énergie de compactage identique, on obtient une courbe comme celle-ci:



**Figure 3.3** Courbe de compaction Proctor

La courbe a l'allure d'une cloche, elle passe par un  $\gamma_d$  maximum que l'on appelle optimum Proctor. Cet optimum correspond à une teneur en eau optimale. Cette allure s'explique par le rôle lubrifiant de l'eau dans le processus de compactage. Un sol 'trop sec' sera le siège de frottements importants entre les grains de sol. Un sol trop humide, par contre sera moins susceptible d'être compacté car une partie importante de l'énergie de compactage sera absorbée par l'eau (incompressible) et ne sera donc pas communiquée aux grains de sol.

### 4.3 Objectif du compactage

Le tableau 1.4 récapitule trois objectifs principaux pour le compactage qui sont poursuivis lors de la réalisation des travaux routiers, notamment dans des travaux de terrassements, couche de forme, couche d'assise et couche de roulement.

**Tableau 3.1 :** Objectifs du compactage pour la chaussée routière

Supprimer les déformations ultérieures	Augmenter les caractéristiques mécaniques	Assurer l'imperméabilité
-Tassements du remblai -Tassements différentiels -Déformation de chaussées -Orniérage de couche de surface	-Augmenter la portance et la traficabilité des couches de forme ou de remblai. -Augmenter le module d'assise non traitées. -Augmenter la résistance des assises traitées et des couches de roulement. -Permettre aux matériaux de résister au trafic routier	-Le compactage est la première des protections contre l'agression de l'eau. -Objectif important pour la couche de roulement, évitant les désordres sur les couches inférieures.

## 5. LES DEGRADATIONS D'UNE CHAUSSEE

Parmi les dysfonctionnements d'une chaussée on retrouve le phénomène de dégradation, qui est due à la mauvaise réalisation de la chaussée. Les dégradations sont nombreuses et complexe.

Suivant les types de chaussées, on distingue quatre groupes principaux de désordre qui peuvent se manifester au cours du temps, savoir ;

- Les déformations : Elles prennent généralement naissance dans le corps de la chaussée
- Les fissurations : Elles ne concernent que la couche de roulement ou toute partie du corps de chaussée
- Les arrachements : Ces désordres n'affectent que la couche de roulement.
- Les remontées : Elles proviennent des couches inférieures d'une chaussée et affectent la couche de surface, sauf le ressuage qui, dans le cas des chaussées souples se développe dans la couche de roulement.

Pour chaque classe, peuvent apparaitre des phénomènes de dégradation. Nous allons décrire pour chaque classe dans des différents tableaux (tableau de 3.2 à 3.15) les différents phénomènes, avec une description de ces derniers, l'aggravation qui en découle, les causes probables de leur apparition et enfin des solutions suggérées pour y remédier.

### 5.1 Déformation de la chaussée

Cette catégorie regroupe les différents modes de dégradation des revêtements routiers se traduisant par un déplacement vertical de la surface de revêtement.

#### 5.1.1 Phénomène d'affaissement (Tableau 3.2)

Description : Abaissement localisée au niveau du profil de la chaussée, on le rencontre généralement sur les voiries secondaires dont la chaussée est souple.

**Tableau 3.2 : Aggravation, causes et remède de l’affaissement**

Causes possibles	Remède à apporter	Aggravation prévisible
-Manque de portance du corps de chaussée provoquée par : -Sous-dimensionnement du corps de chaussée. -Tassement des couches de chaussée. -Compactage insuffisant de la couche de base. -Circulation de véhicules dont la charge excède les possibilités de portance.	-Reconstitution de la structure de la chaussée en remplaçant les matériaux en place par des granulats de bonne qualité. -Réalisation d’un reprofilage à la niveleuse en grave émulsion, puis recouvrir le tout par enduit superficiel.	-Formation de fissures -Formation de faïençage puis de nid de poule

**5.1.2 Phénomène du bourrelet (tableau 3.3)**

Description : Renflement plus ou moins accentué apparaissant à la surface de la chaussée.

**Tableau 3.3 : Aggravation, causes et remède du phénomène du bourrelet (tableau**

Causes possibles	Remède à apporter	Aggravation prévisible
-Excès du liant ayant flué sous l’effet de la circulation -Enrobé plastique (Température très élevée lors de la mise en œuvre, ce qui donne un liant mal adapté.)	-Reprofilage de la surface en éliminant le bourrelet	Arrachement du revêtement avec le bourrelet par l’effet de la circulation.

**5.1.3 Phénomène de flache (tableau3.4)**

Description : Déformation de la surface de la chaussée formant une dépression arrondie (ou elliptique) peu sensible.

**Tableau 3.4 :** Aggravation, causes et remède du phénomène de flache

Causes possibles	Remède à apporter	Aggravation prévisible
Manque de portance dans corps de chaussée provoquée par : -Compactage localement insuffisant des couches (de base ou de surface). -Existence d’une poche d’eau ou d’argile dans le sol. -Présence d’eau sur la couche de base, au moment de la mise en œuvre de la couche de surface.	-Réaliser ou améliorer le drainage. -Recharger les accotements. Pour apporter un remède aux effets il faut : -Effectuer la réparation localisée en exécutant un enduit au point-à-temps ou aux enrobés. -Renouveler la couche de surface.	-Formation de fissures -Formation de faïençage puis de nid de poule

**5.1.4 Phénomène de la tôle ondulée (tableau 3.5)**

Description : Ondulation de faible longueur d’ondes, perpendiculaire à l’axe de la chaussée

**Tableau 3.5 :** Causes et remède du phénomène de la tôle ondulée

Causes possibles	Remède à apporter
-Déformation de la couche de base au moment de son profilage -Action mécaniques intense dues à la circulation. -Instabilité de l’enrobé.	La réparation de cette dégradation ne peut être réalisée efficacement qu’en s’attaquant aux causes. Afin d’éviter ces causes, il est nécessaire de : -Démolir la chaussée et reconstituer la couche de base. -Réparer le tapis d’enrobés.

**5.1.5 Phénomène d’orniérage (tableau 3.6)**

Description : C’est l’apparition du trafic lourd et sa croissance ont été accompagnées par l’apparition des dégradations prématurées notamment l’orniérage qui est l’un des principaux modes de dégradation des chaussées.

**Tableau 3.6 :** Causes et remède du phénomène de la tôle ondulée

Causes possibles	Remède à apporter	Aggravation prévisible
-Manque de portance dans corps de chaussée -Manque de compacité ou fluage d'un matériau enrobé -Liant trop fluide pour le climat de la région -Granularité incorrecte	-Emploi partiel au point à temps ou aux enrobés -Renouveler la couche de surface (enduit d'usure ou tape d'enrobé)	-Formation de fissure puis de nid de poule

## 5.2 Les arrachements de la chaussée

Cette catégorie regroupe les différents modes de dégradation qui peuvent survenir sur les vieux revêtements, on distingue les phénomènes suivants ;

### 5.2.1 Phénomène de décollement (tableau 3.7)

Description : Perte d'adhérence entre la couche de surface et la couche de base.

**Tableau 3.7 :** Aggravation, causes et remède du phénomène de décollement

Causes possibles	Remède à apporter	Aggravation prévisible
-Adhésivité insuffisante du granulat. -Gonflement ou retrait des matériaux de couche de base.	-Faire un enduit général.	Apparition de nids de poule.

### 5.2.2 Phénomène de plumage (tableau 3.8)

Description : Arrachement d'une partie des gravillons de revêtement, ce phénomène est aussi appelé peignage lorsqu'il se produit parallèlement à l'axe de la route.

**Tableau 3.8** : Aggravation, causes et remède du phénomène de plumage

Causes possibles	Remède à apporter	Aggravation prévisible
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Teneur en liant insuffisante.</li> <li>-Ségrégation des granulats à la mise en œuvre.</li> <li>-Mauvaise nature des granulats.</li> <li>-Action d'eau et salage des chaussées en hiver.</li> </ul>	-Renouveau de la couche de surface.	Apparition de nids de poule.

### 5.2.3 Phénomènes de dés enrobage (tableau 3.9)

Description : Disparition du mastic liant+ fines et des granulats avec perte et départ des gros granulats en surface produisant la détérioration du revêtement.

**Tableau 3.9** : Aggravation, causes et remède du phénomène de dés enrobage

Causes possibles	Remède à apporter	Aggravation prévisible
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Usure dues à la circulation intense.</li> <li>-Sous-dosage du bitume ou mauvaise qualité de l'enrobé.</li> <li>-Mauvaise adhésivité des granulats.</li> <li>-Signalisation d'eau sur la chaussée.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Balayage et nettoyage de la surface.</li> <li>-Renouveau de la couche de roulement.</li> </ul>	Arrachement de granulats et décollement de la partie supérieure du tapis

### 5.2.4 Phénomène de nids de poule (tableau 3.10)

Description : Des cavités dues à la désagrégation localisées du revêtement sur toute son épaisseur. Elles sont généralement arrondies, au contour bien défini de taille et de profondeur variable.

**Tableau 3.10** : Aggravation, causes et remède du phénomène de nids de poule

Causes possibles	Remède à apporter	Aggravation prévisible
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Atteinte des dégradations de diverse nature le stade ultime.</li> <li>-Utilisation de matériaux inadaptés lors d'une réparation ou la répartition dans des mauvaises conditions.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Effectuer un emploi partiel aux enrobés si la profondeur des nids de poules n'excède pas 8 à 10 cm</li> <li>-Remanier la couche de base si cette profondeur excède 10cm.a</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Développement et agrandissement du nid de poule.</li> <li>- Infiltration d'eau massive dans le corps de chaussée.</li> </ul>

### 5.2.5 Phénomène de pelade (tableau 3.11)

Description : Arrachement du revêtement de la couche de surface, par plaques plus ou moins grandes.

**Tableau 3.11** : Aggravation, causes et remède du phénomène de pelade

Causes possibles	Remède à apporter	Aggravation prévisible
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Epaisseur ou compacité insuffisante de la couche de roulement.</li> <li>-Mauvaise adhérence de la couche de roulement, absence de la couche d'accrochage.</li> <li>-Manque de perméabilité de la couche de base.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Renouveaulement de la couche de surface.</li> <li>-Renouveaulement de la section endommagée avec découpe verticale.</li> <li>-Rabotage des rives.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La perte de l'étanchéité.</li> <li>-La formation de nids de poule.</li> </ul>

## 5.3 Fissuration de la chaussée

Les modes de dégradation présents dans cette catégorie sont ceux qui concernent les cas où le revêtement routier se dégrade via l'apparition de fissures sur sa surface.

### 5.3.1 Phénomène de fissuration (tableau 3.12)

Description : la fissure est une ligne de rupture apparaissant à la surface de la chaussée

**Tableau 3.12** : Aggravation, causes et remède du phénomène de fissuration

Causes possibles	Remède à apporter	Aggravation prévisible
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Tassement du corps de chaussée.</li> <li>-joint de bandes d'épandage ou de reprises du travail au finisseur mal exécuté.</li> <li>-Mauvais accrochage de chaussée exécuté avec un dimensionnement différent de la chaussée existante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Fermer la surface avec un enduit d'usure ou de scellement.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Agrandissement de la fissure.</li> <li>-Formation de faïençage.</li> <li>-Formation de nids de poule.</li> </ul>

### 5.3.2 Phénomène de faïençage (tableau 3.13)

Description : Ensemble de fissures formant un maillage à petite mailles polygonales dont la dimension moyenne est de l'ordre de 30cm ou moins. Cette dégradation est située surtout sur les bandes deux à quatre.

**Tableau 3.12** : Aggravation, causes et remède du phénomène de nids de faïençage

Causes possibles	Remède à apporter	Aggravation prévisible
-Tassement du corps de chaussée. -Mauvais accrochage de la couche de surface et la couche de base. -Vieillessement de la chaussée. Capacité portante insuffisante	-Mise en œuvre d'enduit superficiel avec balayage des rejets par aspiration ou pontage des fissures et mise en œuvre d'une enduit superficiel avec balayage des rejets par aspiratrice.	-Formation de nids de poule.

### 5.3.3 Phénomène des épaufrures (tableau 3.14)

Description : Ecrasement et effritement du revêtement en bord de chaussée .

**Tableau 3.14** : Aggravation, causes et remède du phénomène des épaufrures

Causes possibles	Remède à apporter	Aggravation prévisible
-Fluage de l'enrobé lors de sa mise en œuvre. -Ecrasement par la circulation des véhicules sur une route étroite ou partiellement obstruées. -Mauvais épaulement des rives.	-Empêcher la circulation des véhicules sur les accotements. -Relever l'accotement. Réparer les accotements avec un enrobé.	-Agrandissement de la zone épaufrée, réduisant localement la largeur de la chaussée.

## 5.4 Les remontées de la chaussée

Les phénomènes de fissurations définies précédemment contribuent à la dégradation par remontée. Cette caractéristique surgit lorsque l'on recouvre un revêtement fissuré par une couche d'enrobé mince, et on distingue les phénomènes suivants ;

### 5.4.1 Les remontées d'eaux ou d'argile (tableau 3.15)

Description : Partie de chaussée humidifiée d'eau claire ou d'eau chargée en fines provenant du corps de la chaussée par remontée à travers les pores et les fissures.

**Tableau 3.15** : Aggravation, causes et remède du phénomène des remontées

Causes possibles	Remède à apporter	Aggravation prévisible
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Etanchéité insuffisante de la chaussée.</li> <li>-Libération de fines par le sol support ou par les couches de chaussée et contamination des couches supérieures.</li> <li>-Mauvais drainage du corps de chaussée.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Remanier la chaussée complètement pour exécuter entre terrain naturel et la chaussée existante une sous-couche drainage.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Dés enrobage et désagrégation des matériaux du corps de chaussée.</li> <li>-Perte de capacité portante.</li> <li>-Altération de l'adhérence.</li> <li>-Formation de nid-de-poule.</li> </ul>

### 5.4.2 Phénomène de ressuage (tableau 3.16)

Description : Remontée en surface de la chaussée du liant recouvrant complètement ou partiellement les granulats. Cette remontée est généralement accentuée dans les pistes de roues.

**Tableau 3.16** : Aggravation, causes et remède du phénomène de ressuage

Causes possibles	Remède à apporter	Aggravation prévisible
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Teneur élevée du liant.</li> <li>-Liant trop fluide.</li> <li>-Evaporation intense.</li> <li>-Nature d'enrobé inadapté avec les sollicitations.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Suppression par jet d'eau haute pression.</li> <li>-Grenailage.</li> <li>-Effectuer un sablage par temps chaud.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Altération de l'adhérence.</li> <li>-Plumage.</li> <li>-Danger de dérapage.</li> </ul>

### 5.4.3 Phénomène de boursouffure (tableau 3.17)

Déformation du revêtement, par zones localisées, et formant une aspérité importante

**Tableau 3.17** : Aggravation, causes et remède du phénomène de boursouflure

Causes possibles	Remède à apporter	Aggravation prévisible
-Fondation des chaussées sur des sols argileux ou sur des nappes de sel.	-Si la dégradation est très localisée, compacter les boursouflures, et effectuer u enduit de scellement. -Amélioration de drainage. -Remaniement complet de la chaussée afin d'introduire une sous-couche drainante entre le terrain naturel et la chaussée existante	-Chute de portance. -Apparition des diverses déformations résiduelles.

Dans les tableaux récapitulatifs nous constatons que la majorité des causes se répètent pour les différents phénomènes de dégradations. Nous pouvons dire alors que ceci peut être due à la non maîtrise des processus de réalisation de la couche de surface et de la couche de base d'une part et de la qualité des matériaux utilisé d'autre part, ce qui entraîne dans certain cas le renouvellement de la chaussée.

La température peut être aussi un paramètre important dans l'application du processus.

## 6 CONSTRUCTION DES INDICATEURS QUALITE D'UNE CHAUSSEE

Les dégradations constatées nous ont motivé à mettre en place des indicateurs qualité pertinents, qui permettent de nous renseigner sur l'état de la chaussée afin de réagir au moment voulu et ainsi éviter les aggravations de la défaillance.

La mise en place de ces indicateurs ne prend de sens réel que lorsque le procédé de réalisation de la chaussée est traité par approche processus, ceci nous permettra de constater les contraintes et les ressources qui participent aux processus.

Nous allons commencer par définir les différents processus de réalisation d'une chaussée.

### 6.1 Les différents processus de réalisation d'une chaussée

Dans notre projet nous allons nous intéresser à trois processus de réalisation d'une chaussée, celles jugées pertinentes, à savoir couche de fondation, couche de base et couche de surface ; chacun de ces processus est accompagné par un indicateur.

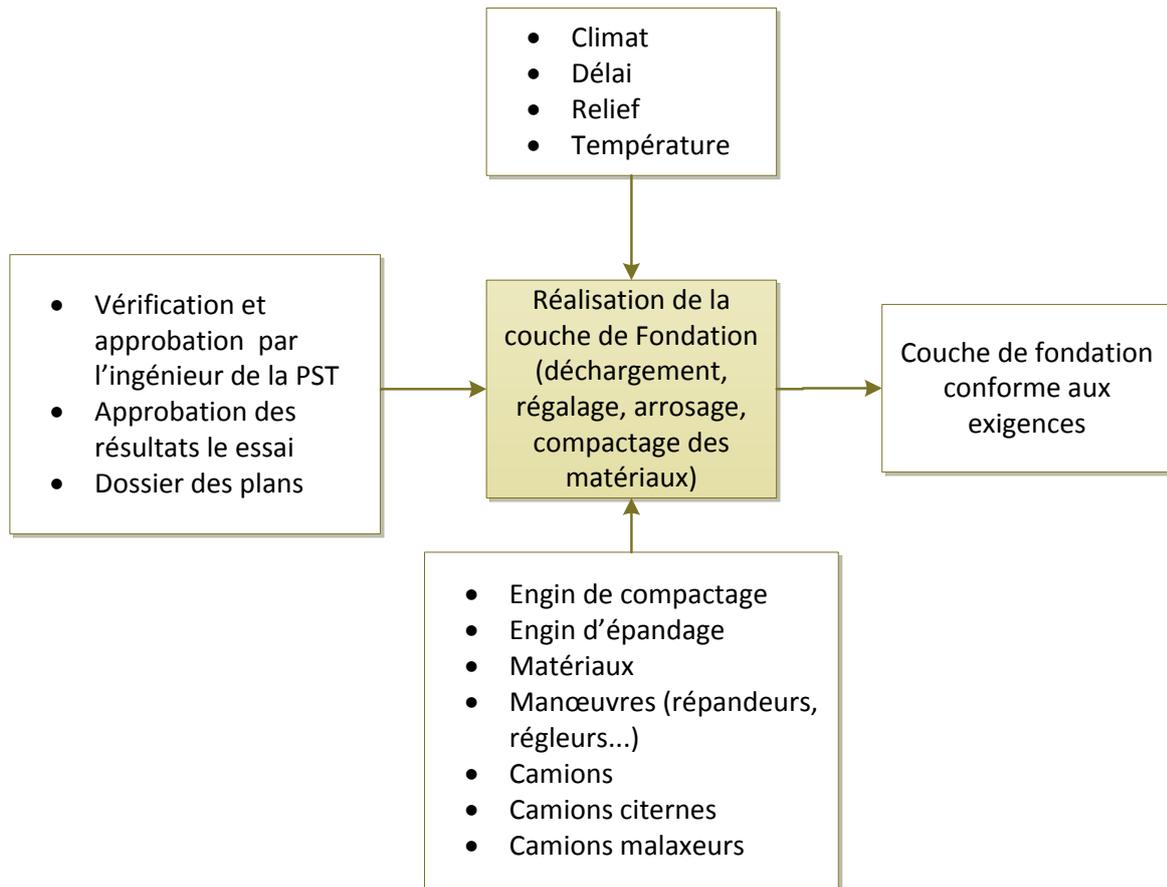


Figure 3.4 Processus de la couche de fondation

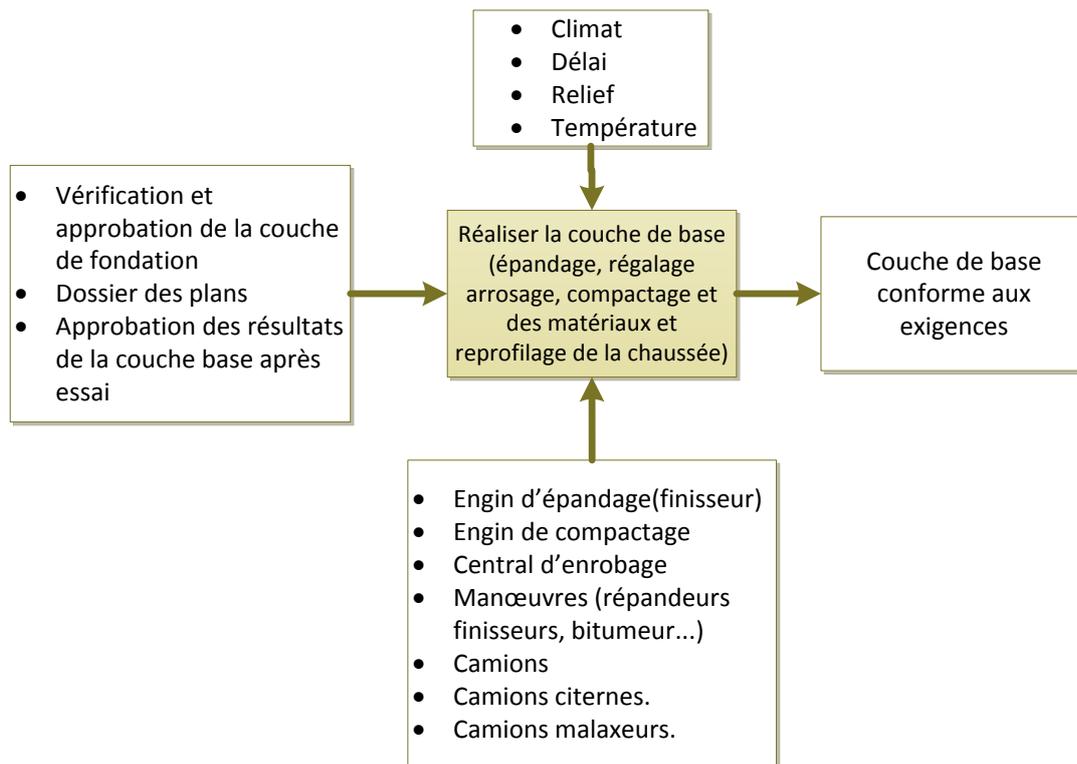


Figure3.5 Processus de la couche de base

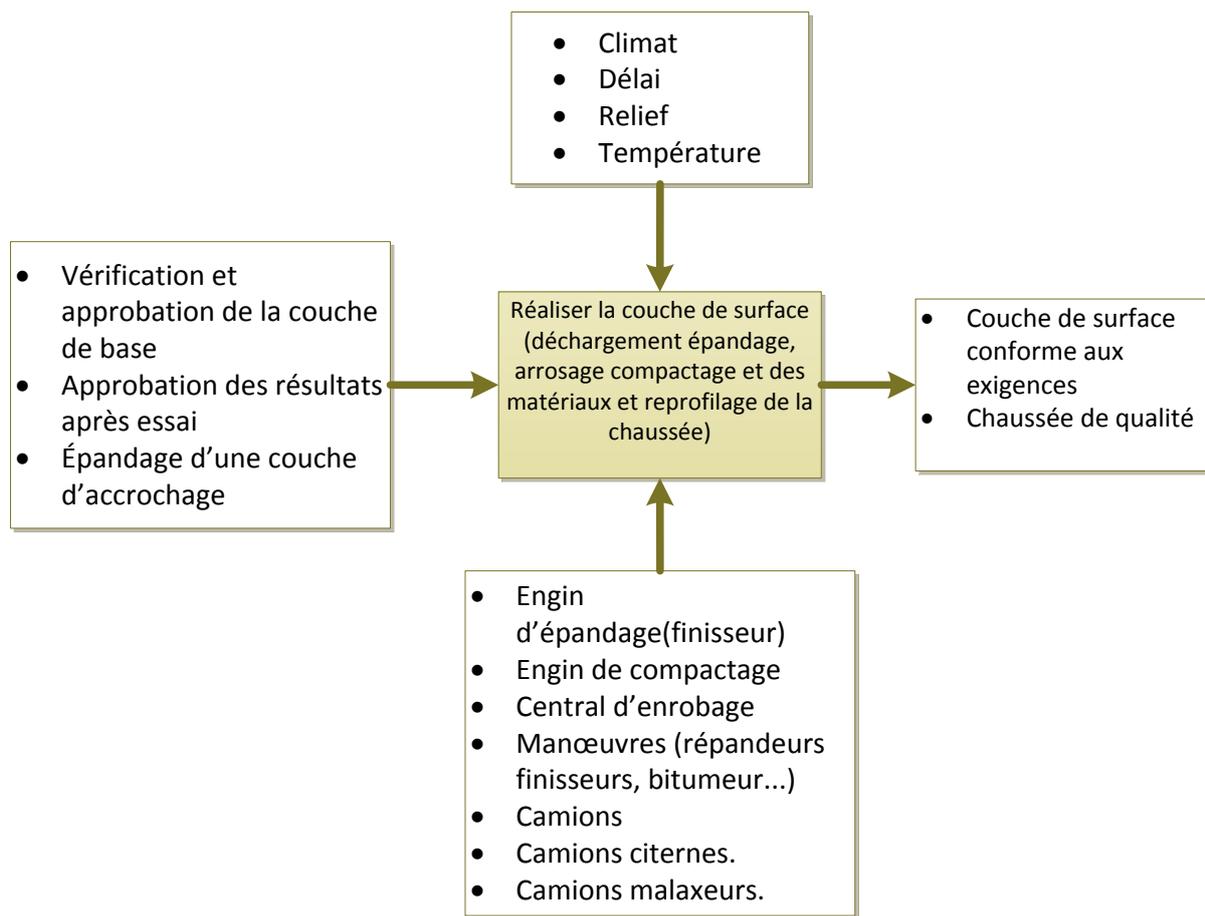


Figure3.6 Processus de la couche de surface

## 6.2. Construction des indicateurs qualités d'une chaussée

Dans cette, partie nous allons construire les indicateurs qualités adaptés à chaque processus de réalisation cité auparavant tout en suivant la méthodologie comme décrite dans le chapitre précédent ;

### 6.2.1 Clarification du système d'objectif de la qualité d'une chaussée

Clarifier le système d'objectif est de préciser exactement ce que l'on veut obtenir en termes de qualité de la chaussée qui nous préoccupe. Pour commencer nous allons d'abord répondre aux questions proposées par la méthodologie ;

1. A quoi veut-on globalement parvenir ? Quelle est la finalité de l'action qualité ?

La particularité d'une chaussée représente les qualités recherchées pour qu'elle satisfasse les exigences de l'usager et avoir une durée de vie Donc la finalité de l'action qualité est d'obtenir une chaussée qui puisse répondre à ces objectifs, c'est-à-dire aboutir à une chaussée de qualité.

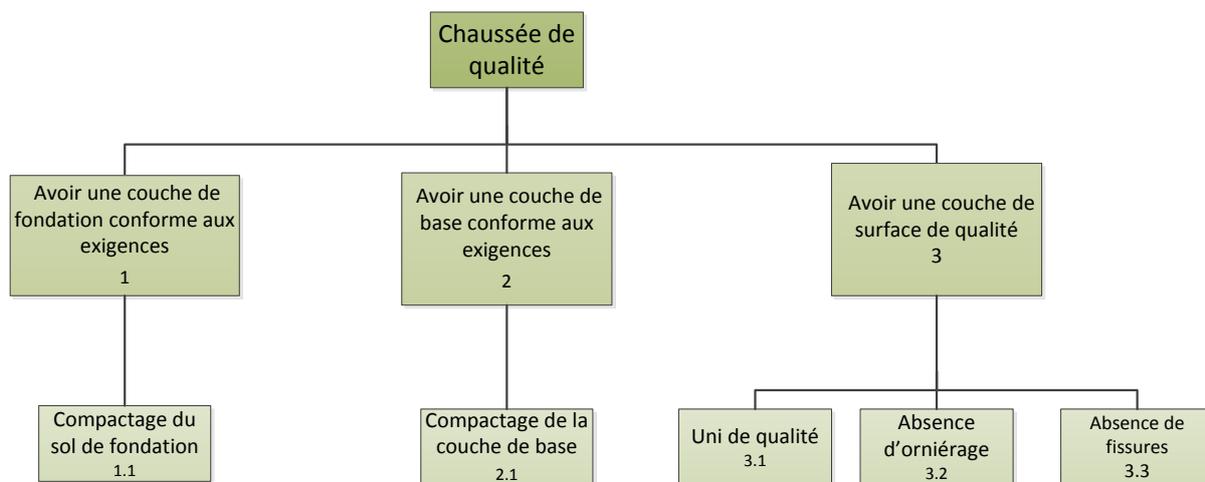
Que prévoit-on de faire pour atteindre cette finalité ?

Afin de garantir cette finalité, il est jugé utile de se centrer sur la qualité des différentes parties qui constituent une chaussée, c'est-à-dire la couche de fondation, couche de base et couche de surface

2. Quels éléments de la situation faut-il impérativement maîtriser pour atteindre chaque but ?

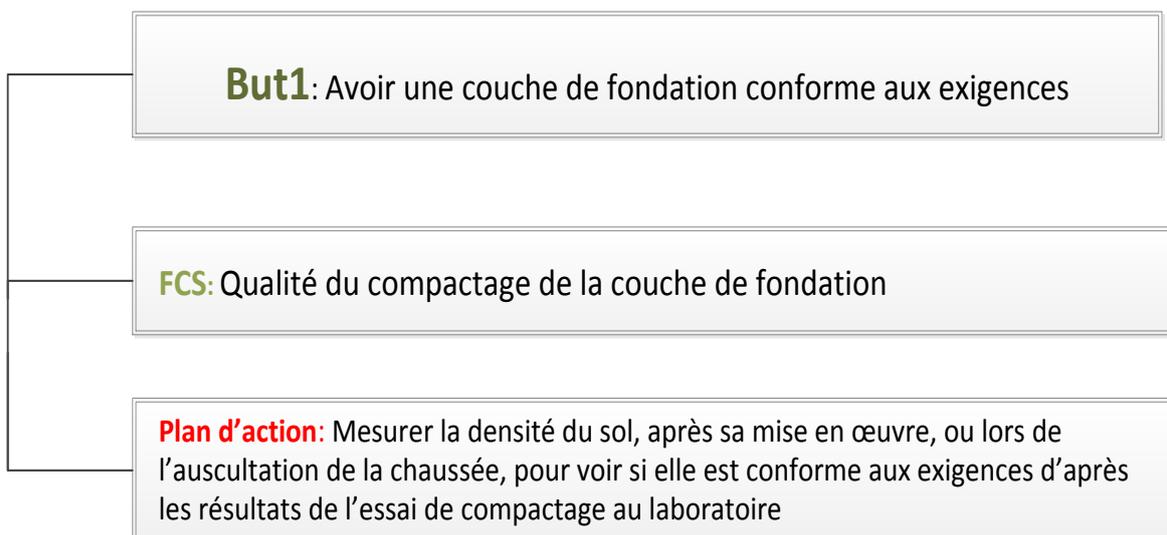
L'élément qu'il faut impérativement maîtriser pour obtenir une couche de fondation et une couche de base de qualité est le compactage de ces dernières.

Concernant la couche de surface il faut sur tout surveiller à ce qu'il y est absence de rugosité c'est-à-dire garantir un bon uni, absence d'orniérage sinon à très faible profondeur 0 à 5mm et de même pour les fissures qui admettent un seuil entre 0 à 10mm d'ouverture. A la fin on obtient le système d'objectif suivant comme représenté dans la figure 3.7

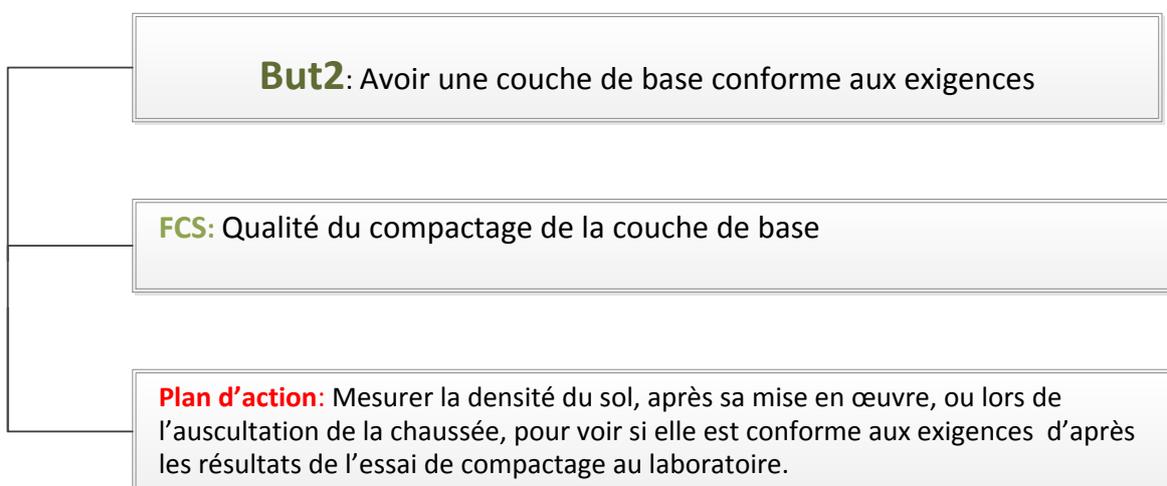


**Figure 3.7** Système d'objectif de la qualité d'une chaussée

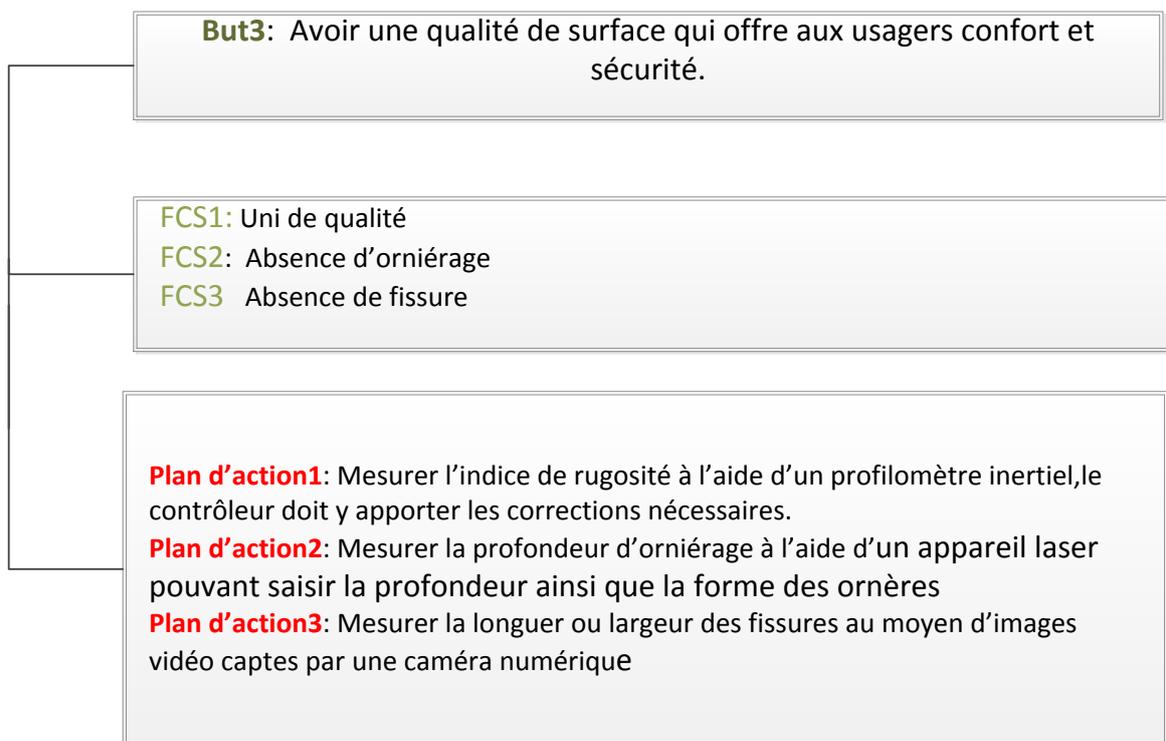
Maintenant, nous allons décrire les buts qui vont contribuer à l'atteinte de la finalité suivie des plans d'actions. Pour la couche de fondation et la couche de base



**Figure 3.8** Facteur clé et plan d'action pour le but [1.1]



**Figure 3.9** Facteur clé et plan d'action pour le but [1.2]



**Figure 3.10** Facteur clé et plan d'action pour le but [1.3]

### 6.2.2 Le choix des indicateurs de performance associés à la politique qualité

Cette partie consiste à définir les conditions de quantification du système d'objectif étant qualitativement formulé. Pour y parvenir là aussi il va falloir répondre à de nouvelles questions.

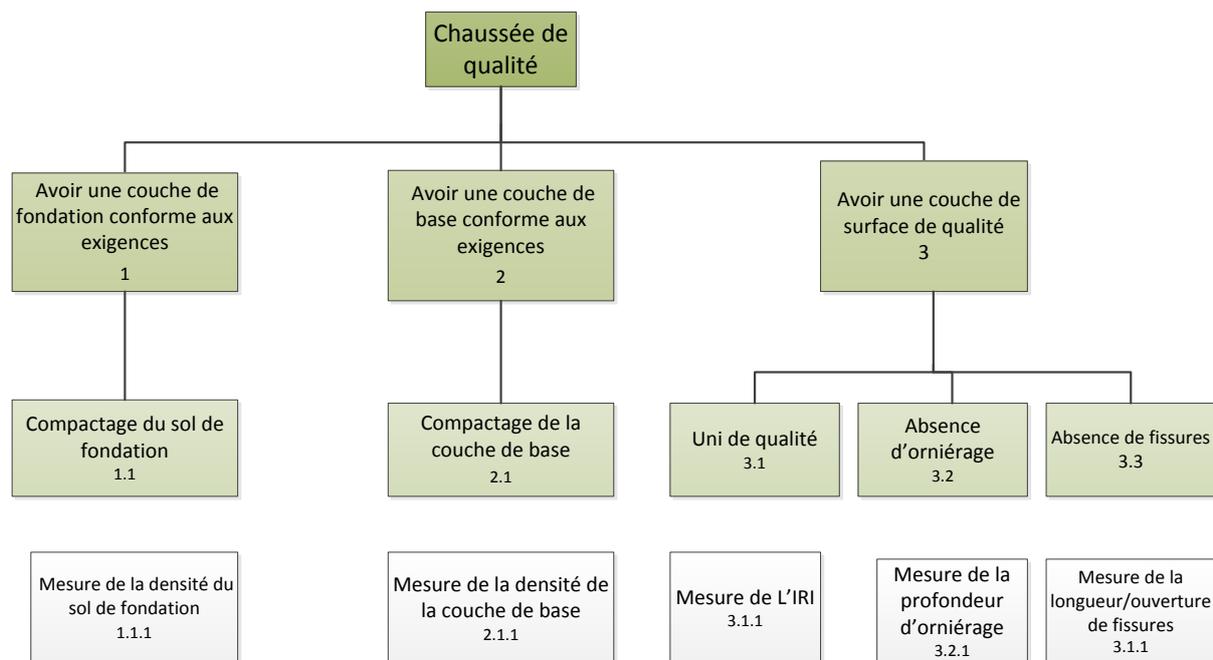
1. Que peut-on mesurer qui soit significatif du niveau de maîtrise atteint sur tel facteur clé de succès ?

Ce qui permet de vérifier la conformité du processus de la couche de fondation et de la couche base est la mesure de la densité du sol.

Ce qui permet de vérifier la conformité du processus de la couche de surface avec ses trois facteurs clé sont les paramètres suivants ;

Pour l'uni, on mesure l'indice de rugosité international, pour l'orniérage on mesure la profondeur d'orniérage et pour les fissures on mesure les longueurs ou les largeurs des fissures.

On dispose désormais d'un système d'objectifs de la chaussée instrumentés par des indicateurs de performance. L'action est orientée par des plans d'action conçus à partir du système d'objectifs comme présenté dans la figure 3.11



**Figure 3.11** Système d'objectif instrumenté d'indicateur de performance

## 6.2 Instrumentation des indicateurs et moyens de mesure d'une chaussée.

Dans cette partie nous allons expliquer les différents indicateurs mis en place, leurs pertinences et les appareils de mesure qui nous permettent d'effectuer cette mesure.

### 6.2.1 Indicateur qualité du compactage

Contrôler la qualité du compactage de la couche de fondation et la couche de base se fait en deux parties, au laboratoire et sur chantier qu'on va expliquer par la suite ;

#### a) Le Contrôle du compactage sur le chantier

Les essais de contrôle du compactage réalisés sur le chantier permettent de déterminer le poids volumique sec et la teneur en eau d'une couche de sol qui a été compactée.

Cinq essais permettent de vérifier la qualité du compactage sur le chantier :

L'essai au nucléo-densimètre (détecteur de rayonnement radio-actif)

L'essai au cône de sable (l'équivalent en sable)

L'essai à l'appareil de type Washington (l'équivalent en liquide)...

L'essai à la membrane élastique

L'essai à la membrane flexible

**b) Le contrôle du compactage en laboratoire**

Les essais de compactage effectués en laboratoire permettent de déterminer le poids volumique sec maximum pour une énergie de compactage donnée. En comparant la valeur obtenue en laboratoire et celle mesurée sur chantier après les opérations de compactage, on peut vérifier si celui-ci a été suffisant pour une bonne qualité des travaux.

Les principaux types d'essais de compactage en laboratoire pratiqués sont Les essais Proctor ; comme expliqué précédemment l'essai consiste à mesurer le poids volumique sec d'un sol disposé en trois couches dans un moule de volume connu, chaque couche étant compactée avec un marteau tombant d'une hauteur libre.

On répète l'essai plusieurs fois, en faisant varier la teneur en eau du sol, puis on trace la courbe de compactage.

On détermine  $\gamma_{dmax}$  et  $w_{opt}$ . En comparant le poids volumique sec sur le chantier  $\gamma_d$  avec le poids volumique  $\gamma_{dmax}$ .

On établit le degré de compacité  $D_c$  ou % de compactage,  $D_c = \frac{\gamma_d \text{ chantier}}{\gamma_{dmax}}$

Le tableau suivant indique les différents intervalles où peut se situer la densité du sol avec les différentes appréciations.

**Tableau 3.17** : Indicateur qualité sur la densité pour la couche de fondation/base

Intervalle	Résultat	Appréciation
$\gamma_d \text{ chantier} > 95\% \gamma_{dmax}$	100%	Couche de bonne qualité
$90\% \gamma_{dmax} > \gamma_d \text{ chantier} > 95\% \gamma_{dmax}$	94,7%	Couche de qualité moyenne
$90\% \gamma_{dmax} > \gamma_d$	89,4%	Couche refusé

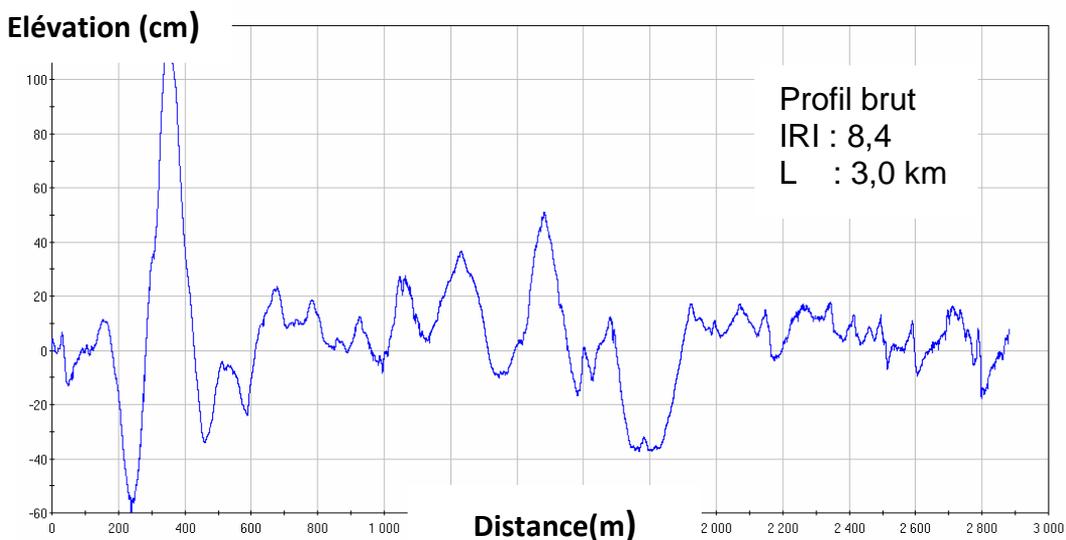
L'exigence recherchée pour obtenir un compactage de qualité est celle d'avoir  $\gamma_d \text{ chantier} > 95\% \gamma_{dmax}$ . Cela permettra d'avoir une couche de fondation et une couche de base de bonne qualité. Cela-dit ces dernières admettent un seuil d'acceptabilité qui est de  $90\% \gamma_{dmax} > \gamma_d > 95\% \gamma_{dmax}$  et qui est considéré comme qualité moyenne mais au-dessous de ce seuil la chaussée n'assure plus sa fonction de résistance et peut par la suite causer de nombreux dégâts.

**6.3.2 Indicateur qualité de l'uni**

Le confort de roulement ou l'uni de la surface d'une chaussée est un indicateur d'état important pour les usagers de la route. Il influe sur la sécurité des usagers et sur les

coûts d’entretien et d’utilisation des véhicules. De plus, il est démontré qu’une chaussée se comporte d’autant mieux à long terme que son uni initial est meilleur.

Les mesures d’uni sont effectuées au moyen d’un profilomètre inertiel, l’équipement est composé essentiellement de capteurs mesurant la distance entre le pare-chocs du véhicule et le revêtement, ainsi que d’accéléromètres capables de compenser le tangage ; mouvement de rotation autour de l’axe transversal du véhicule. L’information de ces deux composantes est jumelée à la distance parcourue et traitée par un ordinateur pour en déterminer une série d’élévations (figure3.12) composant le profil longitudinal de la route. Ces élévations sont par la suite utilisées pour calculer l’indice de rugosité international (IRI) exprimé en m/km. Cet indice représente le mouvement vertical de la suspension d’un véhicule standardisé parcourant à 80 km/h le profil de la chaussée. À titre indicatif, on mesure un indice IRI de l’ordre de 1 m/km sur une route neuve ou juste après des travaux de recouvrement. (Vol. 8, n° 4, avril 2003 Bonnes pratiques pour l’obtention d’un bon uni de chaussée, Bulletin d’information technique).



**Figure 3.12** Exemple de courbe d’élévation sur une longueur de 3Km (Luc Chartrand, ing).

**Tableau 3.18 :** Indicateur qualité de l’IRI pour une autoroute (Groupe qualitas, Inc.)

Intervalle (m/km)	Pourcentage	Appréciation
0 - 1,1	100%	Très bon
1,1 - 1,6	80%	Bon
1,6 - 2,5	60%	Passable
2,5-3,5	40%	Mauvais
>3,5	20%	Très mauvais

**Tableau 3.19** Indicateur qualité de l'IRI pour une route urbaine (Groupe qualitas, Inc.)

Intervalle (m/km)	Résultats	Appréciation
0 – 4,7	100%	Très bon
4,7- 7,0	80%	Bon
7,0 - 8,8	60%	Passable
8,8-10,5	40%	Mauvais
>10,5	20%	Très mauvais

Ainsi, plus l'indice IRI est faible, plus la chaussée offre une qualité de roulement acceptable, lorsque celui-ci est mesuré sur un lot de 100 mètres est supérieur à 10,5m/km, le lot est rejeté, et l'entrepreneur doit y apporter les corrections nécessaires.

### 6.3.3. Indicateur qualité sur la profondeur d'orniérage.

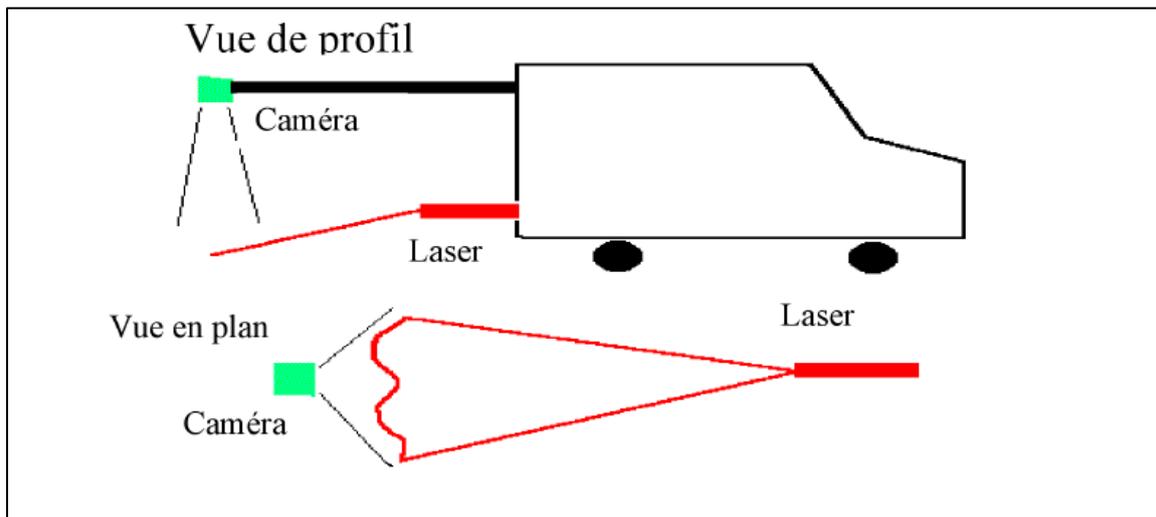
L'apparition du trafic lourd et sa croissance ont été accompagnées par l'apparition des dégradations prématurées notamment l'orniérage qui est l'un des principaux modes de dégradation des chaussées.

**Tableau 3.20** : Indicateur qualité de la profondeur de l'orniérage. (Groupe qualitas, Inc.).

Intervalle (mm)	Qualité	Appréciation
0-4	100%	Aucune sévérité
5-9	75%	Faible sévérité
9-10	50%	Sévérité Moyenne
>10	25%	Sévérité Majeur

La méthode employée consiste à générer deux traits lumineux de deux mètres de largeur au moyen de diodes laser de 4 watts. Ces traits frappent la chaussée avec un angle d'incidence très petit. Si l'on observe une de ces traces perpendiculairement à la chaussée, on aperçoit une déformation du trait lumineux proportionnelle à la profondeur et à la forme de l'ornière dans la chaussée (voir figure 3.13).

Cette déformation est traitée et quantifiée en digitalisant les signaux. Ce système mis au point permet de caractériser chacune des traces avec en moyenne 150 à 200 points numériques (x,y). Par la suite, une analyse numérique détermine en temps réel la profondeur et la forme de l'ornière avec une précision de  $\pm 1,5$  mm. L'instrument de mesure mis au point est l'orniérolazere bi-trace (Vol, 1, n°13, septembre 1996, Système d'inscription des route au laser. Bulletin d'information technique)



**Figure 3.13** Schéma de fonctionnement de l'orniérolasere

Ainsi, plus la profondeur de l'orniérage est faible, plus la chaussée offre une meilleur qualité, lorsque celle-ci est supérieur à 10mm, le lot est rejeté car il représente un danger quant à la sécurité des usagers et peut engendrer d'autres dégradations comme définit précédemment, et l'entrepreneur doit y apporter les corrections nécessaires

**6.3.4 Indicateur qualité sur la longueur/largeur d'une fissure**

L'état de la fissuration des chaussées est un indicateur important, une méthode d'analyse réseau de la fissuration par échantillonnage a été élaborée au moyen d'images vidéo captées par une caméra numérique montée sur un camion multifonction. Les images sont captées et ensuite analysées, la technique consiste d'abord à numériser les images enregistrées. Un logiciel permet par la suite d'identifier, de tracer avec la souris et de comptabiliser les fissures visibles à la surface du revêtement sur des images fixes. (Vol. 8, n°10, Octobre 2003. Analyse de la fissuration des chaussées aux moyens d'images vidéo. Bulletin d'information technique)

**Tableau 3.21** : Indicateur qualité sur des fissures longitudinales, transversales et autres

Intervalle (mm)	Résultats	Appréciation
0-5	100%	Faible sévérité
5-20	66,66%	Sévérité moyenne
>20	33,33%	Sévérité Majeur

**Tableau 3.22** : Indicateur qualité sur des fissures lézarde

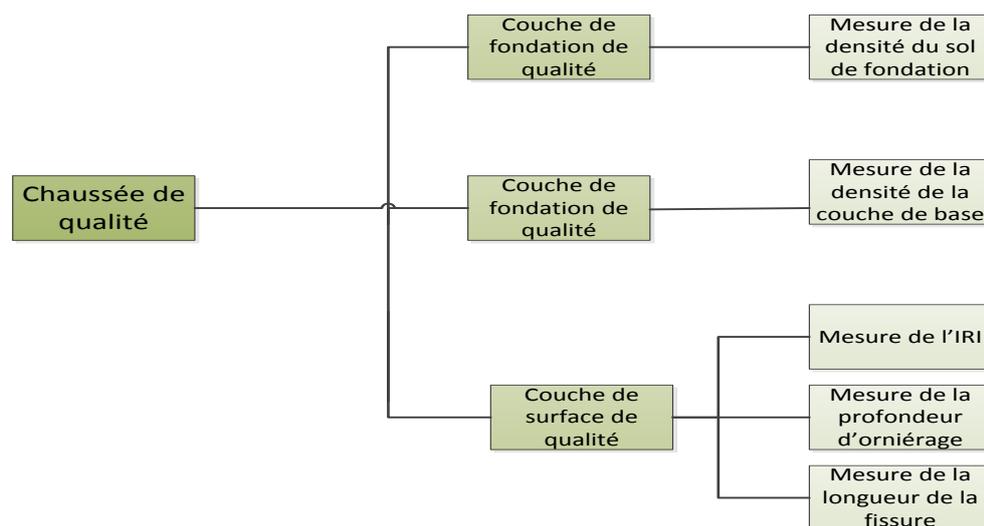
Intervalle (mm)	Résultats	Appréciation
0-10	100%	Faible sévérité
10-25	66,66%	Sévérité moyenne
>25	33,33%	Sévérité Majeur

Plus l’ouverture et la longueur de la fissure est faible, plus la chaussée offre une meilleur qualité, lorsque celle-ci est supérieur à 10mm, le lot est rejeté, et l’entrepreneur doit y apporter les corrections nécessaires.

### 7 CONSTRUCTION DU TABLEAU DE BORD

Suivant la méthodologie mise en place dans le chapitre précédent nous allons construire un tableau de bord qui intègre l’ensemble des indicateurs que nous avons réalisé, Il va permettre à divers utilisateurs, selon leur perspective propre, d’ouvrir les fenêtres appropriées sur les indicateurs correspondant

La démarche de l’élaboration du tableau de bord adapté à la chaussée routière est présentée de la manière suivante accompagnée de proposition de tableau de bord.



**Figure3.14** Démarche de l’élaboration du tableau de bord

**Tableau 3.23** : Proposition de tableau de bord

Processus	Indicateurs	Résultats	écart
Couche de fondation	Densité du sol		
couche de base	Densité du sol		
Couche de surface	Orniérage		
	IRI		
	Fissures		

## 8 CONCLUSION

De ce chapitre, nous pouvons constater qu'il existe plusieurs phénomènes de dégradations, qui, à leurs tours peuvent générer l'aggravation de l'état de la chaussée. Cela dit les éventuelles causes qui se répètent pour chacune de ces dégradations relève des problèmes quant à la réalisation de la couche de fondation, à la couche de base et aussi à la couche de surface.

Pour cela la mise en place des indicateurs qualité et les moyens de mesures vont permettre la prévention et la correction de la chaussée au moment voulu. Ces derniers ont été conçus en s'appuyant sur les processus représentant l'origine des éventuelles causes de dégradation, et ont par la suite intégré le tableau de bord.

Cela dit on ne pourra juger de leur pertinence que par une application dans un cas réel, de là, on pourra, dire s'ils contribuent à l'obtention d'une chaussée de qualité, quelles sont les points à améliorer et bien sûr de développer d'autres indicateurs cela est nécessaire.

---

# **Chapitre 4**

## **Cas de la piste de l'aéroport de Messali El Hadj Tlemcen**

---

**« IL N'EST PAS DE VENT  
FAVORABLE POUR CELUI QUI  
NE SAIT PAS OU IL VA. »**

**Sénèque**

## 1. INTRODUCTION

L'Algérie dispose d'un réseau dense de 112 696 km. Mais 60 % de ce réseau reste en mauvais état, d'autant que 72 % de ces routes sont goudronnées. C'est ce qui ressort d'une étude de la Banque mondiale publiée en 2012, intitulée «Corrections des défaillances de l'infrastructure routière et de transport», qui relève «des anomalies dans l'infrastructure du réseau routier», mais constate que «les efforts d'extension de ce réseau et son entretien sont visibles grâce à des montants financiers injectés à cet effet». Les routes et autoroutes consomment ainsi beaucoup d'argent.

De ce fait, dans ce chapitre, nous allons essayer de donner quelques cas de dégradation du réseau routier d'Algérie en apportant un guide d'élaboration de plan d'intervention en infrastructure routière. Ce dernier a pour but de déterminer les interventions nécessaires pour redresser et maintenir en bon état le réseau routier, ainsi d'optimiser les investissements consentis sur le réseau de manière à obtenir les meilleurs résultats. Il s'inscrit sur tout dans une approche de gestion qui nous montre où, quand et comment il est nécessaire d'intervenir.

## 2. LE RESEAU ROUTIER D'ALGERIE

En Algérie la route a un rôle éminemment stratégique tant au plan du développement économique et social que celui de l'aménagement du territoire et de l'environnement. Le réseau routier national assure à lui seul près de 90 % du volume des échanges, dont le plus important est enregistré sur le réseau économique de base (routes nationales, chemins des wilayas et autoroutes).

Le réseau routier Algérien demeure l'un des plus denses du continent africain, sa longueur est estimée à 112 696 km de routes dont 29 280 km route nationale et plus de 4 910 ouvrages d'art. Ce réseau devrait être complété par un important tronçon de 1 216 km qui est en voie de réalisation, et qui devrait à terme relier la ville d'Annaba de l'extrême Est jusqu'à la ville de Tlemcen à l'extrême Ouest.

Le réseau routier est en plein développement grâce au programme de modernisation des autoroutes. Nous citons la réalisation de l'Autoroute Est-Ouest totalisant 1 216 km et le lancement prochain des travaux de réalisation de L'autoroute des hauts plateaux de 1020 km

Il existe aussi la route transsaharienne (nord-sud) qui a été promu par le gouvernement pour accroître le commerce entre les six pays traversés par cette route (Algérie, Mali, Niger, Nigeria, Tchad et Tunisie).

Mais malheureusement, un rapport d'évaluation de la Banque mondiale sur les secteurs du transport et des travaux publics, a révélé de nombreuses défaillances qui caractérisent ces deux secteurs, les estimations de l'instance internationale ont indiqué

que 60 % des réseaux routiers d'Algérie sont en mauvais état. Nous allons citer quelques cas de route dégradée à partir de rapport d'expertise établi par le laboratoire des travaux publics ouest ;

Dégradation du chemin de Wilaya N°731 tronçon dégradé de 4,6 Km allant du PK18 au PK 22+600, le phénomène ayant affecté la chaussée se résume par l'existence d'un nombre de fissures établie en mosaïque sur tout le long de la chaussée, ces fissures sont variables du point de vue de leur géométrie (longueurs et ouvertures) et de leur direction.

Dégradation de la chaussée rond-point dit Lala Maghnia RN35 wilaya d'Ain Temouchent, l'examen de la chaussée a montré un ensemble de fissures répétitives existantes en plusieurs endroits du revêtement bitumineux. Il s'agit généralement de fissures transversales apparentes sur toute la largeur de la chaussée et également des fissures longitudinales situées souvent à l'axe et parfois sur les bords de la chaussée.

Dégradation de la piste de l'aéroport de Tlemcen Messali El Hadj Zenata montre l'existence de trois phénomènes de dégradations, fissures, orniérages et flaches. Ces derniers font leurs apparitions à plusieurs reprises sur une longueur de 100 m, et ce, pour toute la longueur de la piste.

Ces cas de dégradations permettent de constater, que l'état des routes est défectueux par la présence et la pertinence de ces derniers et qu'une gestion par l'intervention d'infrastructure est nécessaire.

Pour cette raison on propose un guide d'élaboration d'un plan d'intervention en infrastructure routières qui a été établi par les canadiens en 2012 qui s'intitule plan d'intervention en infrastructure routiere

### **3. PLAN D'INTERVENTION EN INFRASTRUCTURE ROUTIERE**

Le Guide d'élaboration d'un plan d'intervention en infrastructures routières a pour but de déterminer les interventions nécessaires pour redresser et maintenir en bon état le réseau.

Les choix proposés ainsi que la nature des travaux visés dans celui-ci, s'appuie sur des principes de pérennité et vise à établir où, quand et comment il est nécessaire d'intervenir. Il aussi est essentiel de chercher à optimiser les investissements consentis sur le réseau de manière à obtenir les meilleurs résultats en utilisant les méthodologies appropriées (analyse coûts-avantages).

Nous allons, maintenant appliquer cette méthodologie sur le cas de dégradation de la piste de l'aéroport de Messali El Hadj Tlemcen

### 3.1 Bilan de l'état de la piste de l'aéroport Messali El Hadj Tlemcen

Le bilan porte sur un cas la dégradation de la piste de l'aéroport Messali El Hadj Tlemcen. Le guide proposé dans ce cas permet de dresser l'état de la piste et par le fait même, renseigne sur les besoins en interventions en fonction des dégradations observées et du niveau de service souhaité. La réalisation de ce bilan est une étape déterminante pour la gestion des réseaux en infrastructures. Ce dernier se divise en trois sous-étapes : la segmentation, la collecte des données et le diagnostic.

#### 3.1.1 Segmentation

L'opération de segmentation propose le découpage de la piste analysé en segments homogènes, qui seront facilement repérables sur le terrain. Bien qu'optionnelle, l'opération de segmentation est très fortement conseillée, car elle permet de mieux discerner les interventions requises qui seront éventuellement recommandées.

Un tel exercice permettra ainsi de réduire l'échelle d'analyse de la piste et de faciliter le déploiement du diagnostic. Ce découpage peut être réalisé sur la base de caractéristiques communes à certains tronçons ou, encore, en fonction de repères visuels notables.

Caractéristiques communes à prioriser pour une piste :

- le type de revêtement, de structure de chaussée et du sol support ;
- le type de construction, remblai, déblai ;
- L'historique des interventions ;

Repères visuels à prioriser :

- Les tronçons où l'avion atterrit ;
- Les tronçons où circulent les bus des passagers;

#### 3.1.2 Collecte des données

##### 3.1.2.1 Données relatives à la piste

###### a) Données descriptives

Cette étape a pour but de recueillir un maximum de données visant l'identification des tronçons de piste à l'étude. Elle permet d'établir un inventaire complet et d'entreprendre correctement l'étape d'auscultation des caractéristiques de surface des chaussées. Pour cela il est recommandé tout d'abord de remplir le tableau 4.1 proposé

**Tableau 4.1** Données descriptives

Données	Réponses
Nom de la piste	<b>Piste de l'aéroport Messali El Hadj</b>
Localisation du segment de la piste	<b>Début, milieux, et fin</b>
Type de chaussée	<b>Chaussée souple</b>
Longueur de la piste	<b>26000 mètre</b>
Type d'intervention	
Année de construction	
Année de dernière refaçon	

Les cases resté vides sont dues à l'information indisponible dans le rapport d'expertise.

### **b) Caractéristiques de surface des chaussées**

C'est à cette étape que la surface de la chaussée est auscultée afin de déterminer le type, l'étendue et la gravité des dégradations.

Suivant les différentes visites qui ont eu lieu à l'aéroport de Messali El Hadj Zenata, le laboratoire des travaux publics ouest (L.T.P.O) a pu constater trois types de dégradations, l'orniérage, des fissures, et des flashes. Les techniciens en place ont fait un prélèvement par nombre de dégradation qui se répètent sur cent mètre et ce tout au long de la piste qui est de 1100m d'après le rapport. Cette opération est répétée pour chacune des trois dégradations constatées.

**Tableau 4.2** Les différentes dégradations constatées sur la piste de l'aéroport

Section	Localisation (m)	Type de dégradation	Nombre	Observation et Constatations
01	0 -100	Ornière	06	-Trace de compacteur pneumatique - malfaçons au niveau des joints longitudinaux
		Fissuration	00	-
		Flache	00	-
02	100-200	Ornière	05	-Trace de compacteur pneumatique - malfaçons au niveau des joints longitudinaux
		Fissuration	01	-
		Flache	00	-
03	200-300	Ornière	07	-Trace de compacteur pneumatique - malfaçons au niveau des joints longitudinaux
		Fissuration	02	-Fissuration du joint longitudinal.
			03	-fissurations de type fatigue (longueur totale est de l'ordre 3ml)
		Flache	03	- défaut de mise en œuvre lors de la réalisation de la couche d'enrobé
04	300-400	Ornière	05	-Trace de compacteur pneumatique
			02	- malfaçons au niveau des joints longitudinaux
		Fissuration	05	-Fissuration du joint longitudinal.
		Flache	03	- défaut de mise en œuvre lors de la réalisation de la couche d'enrobé
05	400-500	Ornière	15	-Trace de compacteur pneumatique - malfaçons au niveau des joints longitudinaux
		Fissuration	08	-
		Flache	05	-
06	500-600	Ornière	09	-Trace de compacteur pneumatique - malfaçons au niveau des joints longitudinaux
		Fissuration	04	-Fissuration du joint longitudinal.
		Flache	16	-
07	600-700	Ornière	09	-Trace de compacteur pneumatique - malfaçons au niveau des joints longitudinaux
		Fissuration	00	-
		Flache	7	- défaut de mise en œuvre lors de la réalisation de la couche d'enrobé
		Ornière	05	-Trace de compacteur pneumatique

08	700-800			- malfaçons au niveau des joints longitudinaux
		Fissuration	01	-Fissuration du joint longitudinal.
		Flache	20	- défaut de mise en œuvre lors de la réalisation de la couche d'enrobé
09	800-900	Ornière	08	-Trace de compacteur pneumatique - malfaçons au niveau des joints longitudinaux
		Fissuration	04	-
		Flache	05	- défaut de mise en œuvre lors de la réalisation de la couche d'enrobé
10	900-1000	Ornière	15	-Trace de compacteur pneumatique - malfaçons au niveau des joints longitudinaux
		Fissuration	02	-
		Flache	23	- défaut de mise en œuvre lors de la réalisation de la couche d'enrobé
			03	
11	1000-1100	Ornière	13	-Trace de compacteur pneumatique
			06	- malfaçons au niveau des joints longitudinaux
		Fissuration	04	-
		Flache	30	- défaut de mise en œuvre lors de la réalisation de la couche d'enrobé

Voici quelques photos représentant des différentes dégradations



**Figure 4.1** Dégradation de la piste de l'aéroport Messali El Hadj Tlemcen : Photo1



---

**Figure 4.2** Dégradation de la piste de l'aéroport Messali El Hadj Tlemcen : Photo2

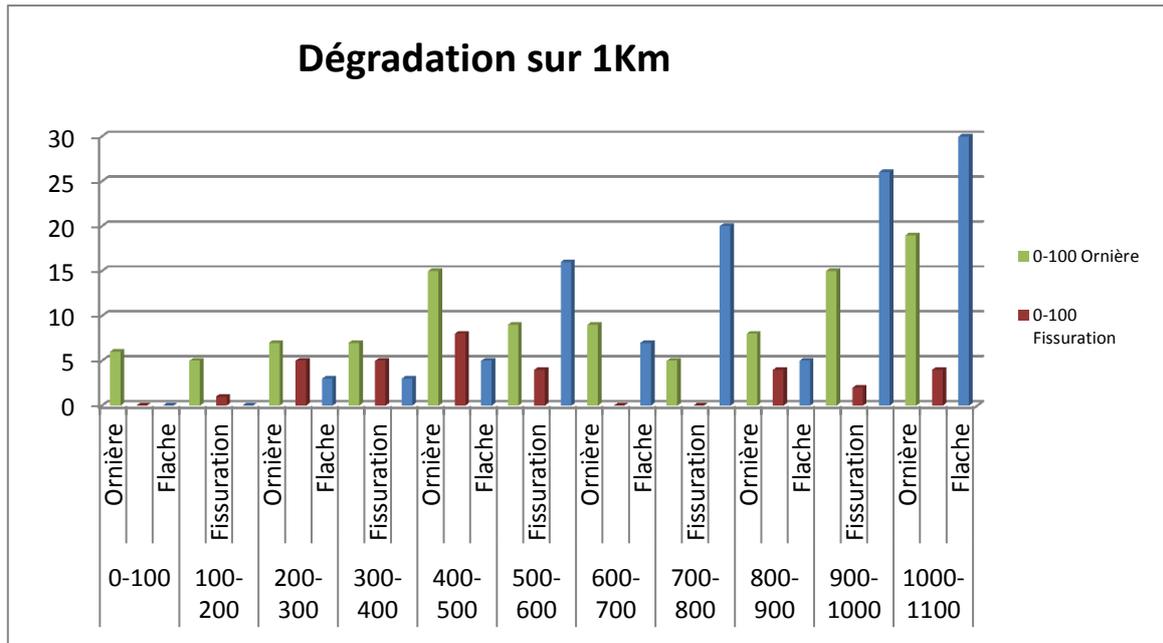


---

**Figure 4.3** Dégradation de la piste de l'aéroport Messali El Hadj Tlemcen : Photo3

### 3.1.2.2 *Interprétation des résultats*

Dans cette partie nous allons représenter les résultats constatés lors des prélèvements, par un histogramme pour une meilleure analyse, afin de faire ressortir le plus grand nombre de dégradations pour chacun des cas et qu'on attribuera par la suite une appréciation qualitative.



**Figure 4.4** Histogramme des différentes dégradations chaque 100m

Par l’histogramme nous pouvons dire que le nombre de flaches présents sur la dernière centaine du tracé (1000-1100) est de 30, ce chiffre représente le nombre le plus élevé par rapport aux nombre de flaches constatés sur les autres centaines à titre d’exemple pour la première centaine les flaches sont inexistantes.

En ce qui concerne le nombre maximal d’orniérage, il est de 19 et ils sont présents aussi sur la dernière centaine du tracé.

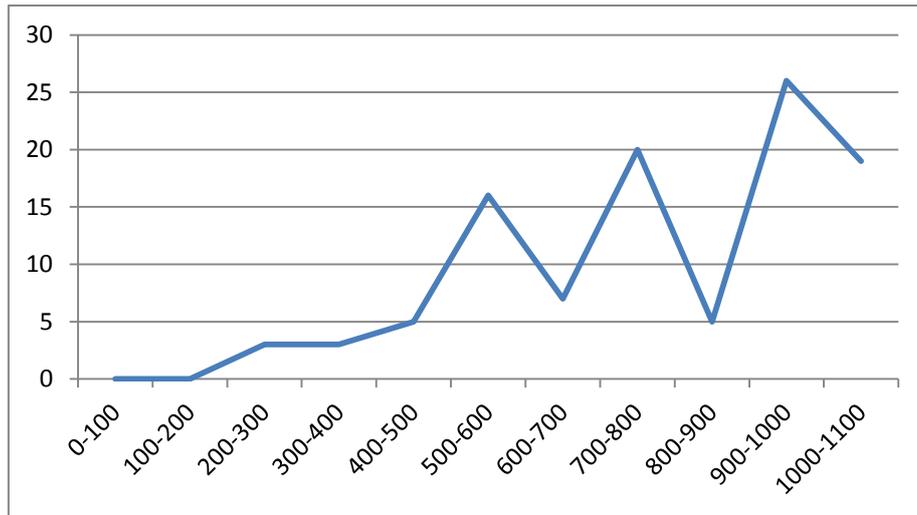
Enfin le nombre maximal de fissuration est de 5 et elles apparaissent entre 400 et 500m.

De ceci nous constatons que le nombre maximal pour les flaches est supérieur à celui de l’orniérage ainsi qu’à celui des fissurations.

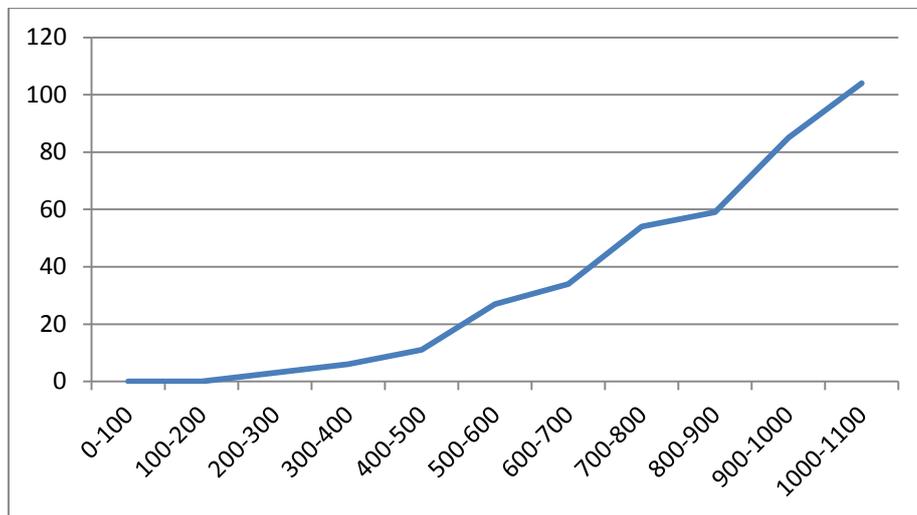
Pour avoir plus de détails et apporter une analyse profonde, nous allons décortiquer les différentes dégradations dans des graphes séparés.

**a) Dégradation par flaches**

Sur les figure4.6 et 4.7 sont représentées, l’évolution du nombre de flache présents chaque 100m et le cumule du nombre des flaches en fonction du tracé de la piste respectivement.



**Figure 4.5** Nombre de flaches du tracé de la piste



**Figure 4.6** Cumul des flaches du tracé de la piste

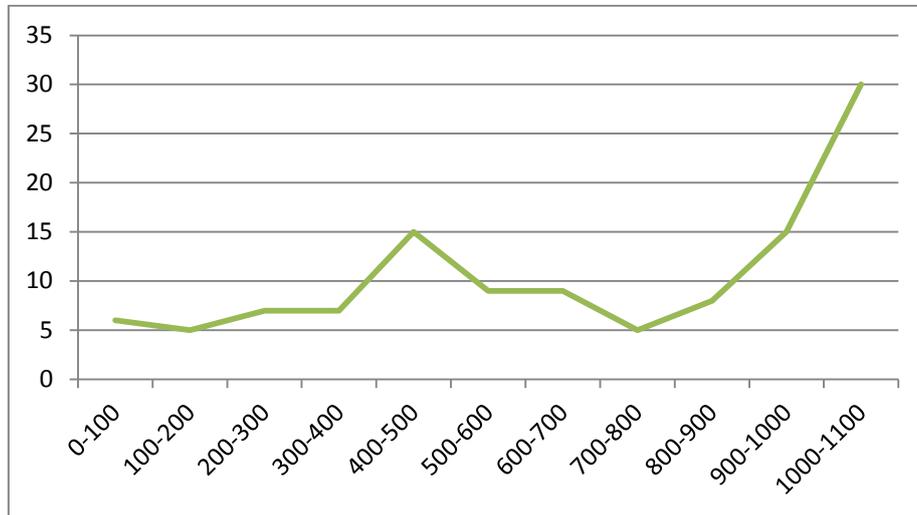
Sur la figure 4.6 nous remarquons que le nombre de flaches varie entre 0 et 26 tout au long de la chaussée. La valeur moyenne est constatée entre 600 et 700 mètres et que le maximum apparaît sur la dernière centaine de mètres.

La figure 4.7 montre une augmentation du cumul en fonction de la distance jusqu'à atteindre un cumul de 104.

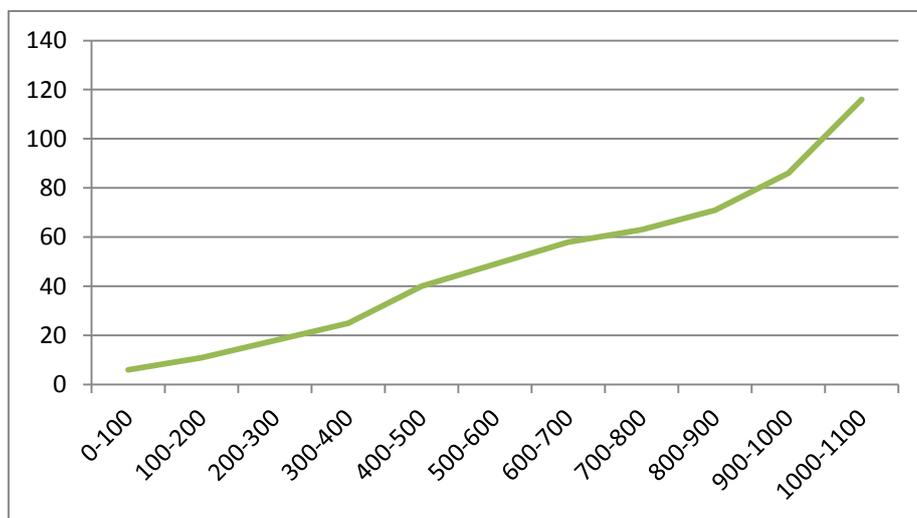
Les valeurs relevées à partir de ces courbes nous permettent de conclure que cette chaussée est de mauvaise qualité car un nombre élevé de flaches engendrera éventuellement dans le futur la formation de fissures, de faïençage puis de nids de poule.

**b) Dégradation par l'orniérage**

Sur les figure4.8 et 4.9 sont représentées, l'évolution du nombre d'orniérage présents chaque 100m et le cumule du nombre d'orniérage en fonction du tracé de la piste respectivement.



**Figure 4.7** Nombre d'orniérage du tracé de la piste



**Figure 4.8** Cumule d'orniérage du tracé de la piste

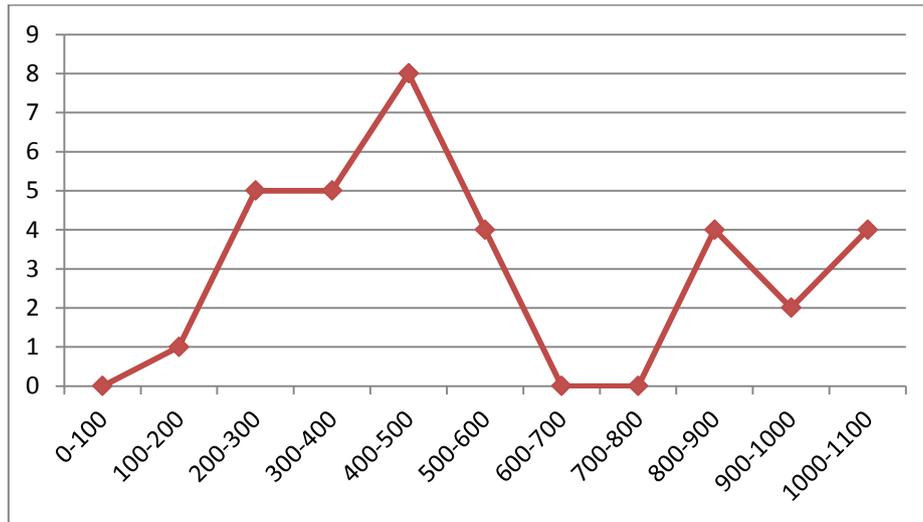
Sur la figure4.9 nous remarquons que le nombre d'orniérage varie entre 6 et 30 tout au long de la chaussée. La valeur moyenne est constatée entre 400 et 500 mètre et que le maximum apparaît sur la dernière centaine de mètres.

La figure 4.10 montre une augmentation du cumul en fonction de la distance jusqu'à atteindre un cumul de 116.

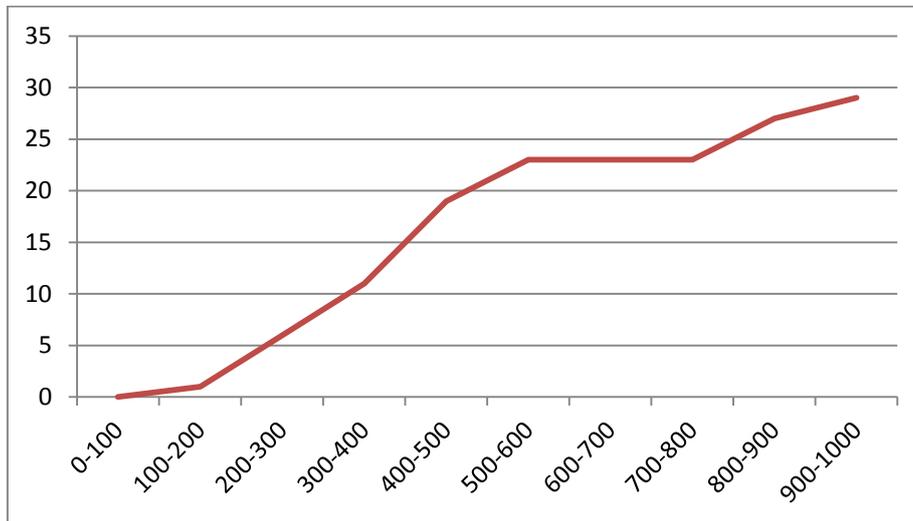
Les valeurs relevées à partir de ces courbes nous permettent de conclure que cette chaussée est de mauvaises qualité car un nombre élevé d'orniérage peut provoquer des fissures qui peuvent à leur tour engendrer des nids de poules.

**c) Dégradation par des fissures**

Sur les figure4.11 et 4.12 sont représentées, l'évolution du nombre de fissures présentes et le cumule du nombre des fissures en fonction du tracé de la piste respectivement.



**Figure 4.9** Nombre des fissures du tracé de la piste



**Figure 4.10** Courbe des fissures cumulées du tracé de la piste

A partir des courbes 4.11 et 4.12, nous pouvons dire que le nombre de fissures dans une centaine de mètre varie entre 0 et 8 et le cumule de ces dernières tout au long du tracé et de 29 sur une moyenne de 500 et 600m, ceci représente un danger quant à la sécurité

que la chaussée doit offrir, et aux différentes aggravations qui sont susceptibles de surgir, comme nous l'avons déjà mentionné dans le chapitre précédant, par exemple, l'agrandissement de la fissure, la formation de faïençage ou encore la formation de nids de poule.

On constate alors par les six courbes défini auparavant que les différentes dégradations s'accroissent sur une longueur de 200m plus précisément entre 400 et 600m, elles s'étalent aussi durant tout le long du tracé comme nous le montre la courbe de cumul des dégradations, cela dit il est nécessaire de faire une étude approfondie quant aux différentes causes ayant probablement participées à ce désordre, afin d'essayer de comprendre cette évolution sur la piste de 1100Km.

### 3.1.3 Diagnostic

Cela-dit, il s'avère nécessaire et important de faire une étude quant aux causes de ces déformations et d'apporter d'éventuels remèdes

Les causes possibles pour la déformation par fissure sont dues probablement à une présence d'eau sur la couche de base, au moment de la mise en œuvre de la couche de surface, à un tassement du corps de chaussée, retrait ou gonflement des matériaux de la couche de base, à un mauvais accrochage entre la couche de surface et la couche de base, compactage localement insuffisant des couches (de base ou de surface) et peut être l'existence d'une poche d'eau ou d'argile dans le sol. L'origine de ces fissures peut être aussi une transformation d'un autre phénomène de dégradation

Concernant les flaches les éventuelles causes ayant participé à sa dégradation sont dues à un compactage localement insuffisant des couches (de base ou de surface), l'existence d'une poche d'eau ou d'argile dans le sol ou peut être une présence d'eau sur la couche de base, au moment de la mise en œuvre de la couche de surface.

Et enfin pour l'orniérage il est possible que le liant utilisé soit trop fluide pour le climat, granularité incorrecte ou un manque de compacité ou fluage d'un matériau (enrobé surdosé en liant ou en filler, encore la température trop élevée à sa mise en œuvre).

À cette étape, le choix des interventions est basé uniquement sur les considérations techniques liées aux dégradations. De manière générale, le diagnostic permet de renseigner sur les besoins de réhabilitation de la piste.

### 3.1.4 Recommandation est suggestion

Pour remédier à ces différentes dégradations il existe plusieurs solutions comme améliorer le drainage, effectuer la réparation localisée en exécutant un enduit au point-à-temps ou aux enrobés, renouveler la couche de surface, fermer la surface avec un enduit d'usure ou de scellement, ou encore remanier la couche de base ou la couche de fondation. Toutes ces interventions engendreront des frais onéreux.

Par ces différentes dégradations on conclue que l'état de la chaussée aéronautique est de mauvaise qualité représentant un danger quant à la sécurité que doit permettre celle-ci, et pouvant ainsi avoir des effets secondaires qui aggraverait encore plus son état.

Afin d'éviter d'arriver à ce stade, on suggère d'appliquer les indicateurs qualité construit dans ce projet.

Ces derniers vont nous renseigner d'une part sur la sévérité des dégradations en les mesurant et d'autre part d'en prendre conscience, et apporter une intervention au moment voulu.

Les indicateurs ont pour vocation d'entretenir et de prévenir l'état d'une chaussée et de cette manière éviter les réfections trop tard engendrant des couts importants, cela dit pour qu'ils soient valables, il faut les mettre en place dès le fonctionnement de la piste.

Pour se faire, des technologies de pointe permettent aujourd'hui de réaliser avec une précision élevée des relevés à grand rendement (jusqu'à 100 km/h) des caractéristiques de surface des chaussées. Il existe également des systèmes semi-automatisés ou manuels assistés par ordinateur (rendement et efficacité moins élevés) pouvant être utilisés sur des réseaux de moins grande envergure. Finalement, les intervenants ont également la possibilité de recourir à de simples relevés visuels.

### 3.1.5 Plan d'assurance qualité

La gestion de la piste nécessite des données de qualité pour assurer une exploitation de ces dernières sans altérer la qualité des analyses subséquentes. En ce sens, la collecte des données peut être appuyée par un programme d'assurance qualité rigoureux qui, si applicable, devrait vérifier les points suivants :

- la localisation adéquate des données ;
- l'étalonnage des équipements ;
- la confirmation de la qualité des données (certificat) dans le cas d'un fournisseur de services.

### 3.1.6 Données relatives aux autres types d'actifs

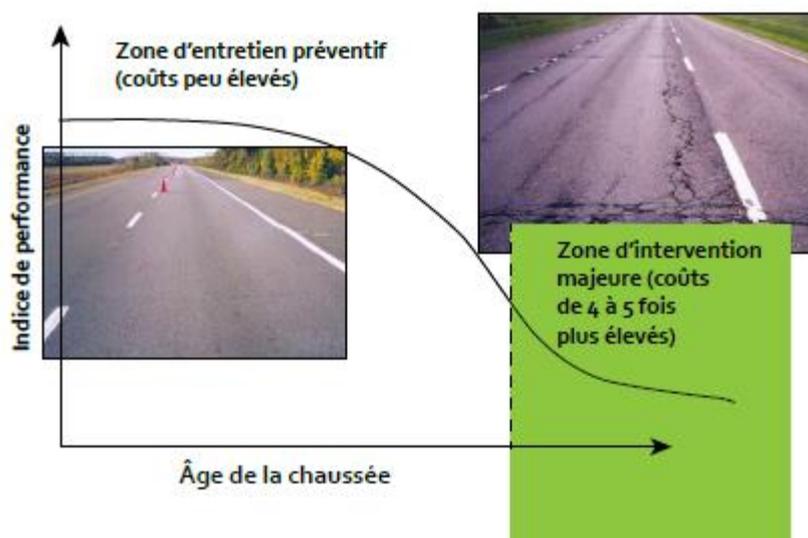
Bien que le présent guide offre une information technique plus complète en matière de collecte de données et de diagnostic des chaussées, il est important de souligner que tous les types d'actifs de la piste peuvent faire l'objet d'analyse dans le cadre de l'élaboration d'un plan d'intervention. Ces autres types d'actifs sont les glissières de sécurité, la signalisation, le marquage, l'éclairage, etc.

Des inspections et des analyses peuvent ainsi être réalisées sur le terrain pour tous les éléments composant la piste. Dans plusieurs de ces cas, de simples relevés suffiront, suivis d'analyses réalisées par une personne compétente dans le domaine.

### 3.2 Élaboration de la stratégie d'intervention

La stratégie d'intervention élaborée pour la piste de l'aéroport vise à optimiser les investissements consacrés au redressement de l'état de celle-ci et à atteindre les objectifs dans les délais prévus. Cette stratégie est élaborée en fonction de plusieurs variables telles que l'état actuel de la piste, les objectifs en matière de performance selon les indicateurs mis en place, le délai alloué pour atteindre ces buts et les ressources budgétaires disponibles.

Il est reconnu en gestion des chaussées que les stratégies d'intervention basées sur une rentabilité et une efficacité élevées à l'égard du rapport coûts-avantages sont les plus optimales pour atteindre les résultats visés. À ce titre, il est à noter que la rentabilité d'une intervention est calculée à partir de l'aire sous la courbe de l'indicateur (ou des indicateurs) de performance en fonction du temps (voir illustration). À l'opposé, les stratégies basées sur les efforts de réfection des pires tronçons de route en priorité (segments les plus dégradés) ne sont pas optimales à l'échelle du réseau.



**Figure 4.11** Choix du moment de l'intervention

Il importe d'intégrer à cette stratégie d'intervention, basée sur le rapport coûts-avantages, une portion du budget en interventions préventives et une autre portion en interventions palliatives.

Les interventions préventives visent à prolonger la durée de vie de segments par des interventions qui visent généralement à réhabiliter complètement le revêtement. Ce type d'intervention, généralement réalisé à l'aide de couches minces d'enrobés, s'avère efficace, c'est-à-dire peu coûteux et prolonge la durée de vie de la chaussée lorsqu'il est appliqué avant que la surface ne s'endommage.

Les interventions palliatives visent à sécuriser à court terme des segments en très mauvais état (uni, ornière, etc.). Ce sont des interventions temporaires qui donnent le

temps de préparer un projet qui règlera de manière durable le problème noté, tout en permettant de prévoir le budget consacré à sa réalisation.

Une manière optimale de procéder à l'élaboration de la stratégie d'intervention est d'affecter un pourcentage du budget alloué à chacune des composantes de cette stratégie (coûts-avantages, préventif, palliatif et autres considérations)

## 4 OUTIL DE MESURE DE LA PERFORMANCE D'UNE CHAUSSEE

Suite aux suggestions établit pour l'étude de cas de la piste de l'aéroport Messali El Hadj, un outil de diagnostic a été mis en place dans ce projet.

Ce dernier a pour but de faciliter l'entretien et de prévenir sur l'état d'une chaussée, il comprend les indicateurs qualité et le tableau de bord construit dans le chapitre précédent, qui permet de visualiser l'état actuel de la chaussée par rapport à l'objective qualité.

L'outil mis en place a été réalisé grâce à Microsoft Excel, comprenant quatre feuille que nous allons détailler chaque feuille par la suite

### Outil de mesure de la performance d'une chaussée

#### Présentation de l'outil

#### Présentation de l'outil:

L'outil mit en place permet de mesurer la performance d'une chaussée, par l'utilisation indicateur qualité qui nous renseignent sur l'état de la chaussée par rapport aux objectifs .

**Par Qui ?** : Par le responsable du suivie

**Pour quoi?** Pour le pilotage des processus  
 Pour évaluer l'efficacité de la chaussée  
 Pour identifier les axes d'améliorations  
 pour prévenir une situation

**comment?** Utiliser cet outil simple et rapide  
 Remplir les résultats prélevé sur la chaussée  
 Visualiser vos résultat dans l'onglet "tableau de bord"  
 Imprimer, communiquer les résultats des indicateurs

Diffusez cet outil autour de vous si nécessaire

pour l'amélioration continue de cet outil, répondez l'onglet "retour d'expérience" et renvoyez votre fichier

**Figure 4.12** Contexte de l'outil

## Outil de mesure de la performance d'une chaussée

### Indicateurs qualité

Les indicateurs sont des outils indispensables au pilotage d'un processus pour atteindre les objectifs visés. Il est donc préférable de travailler par approche processus.

Processus de réalisation de la couche de fondation:

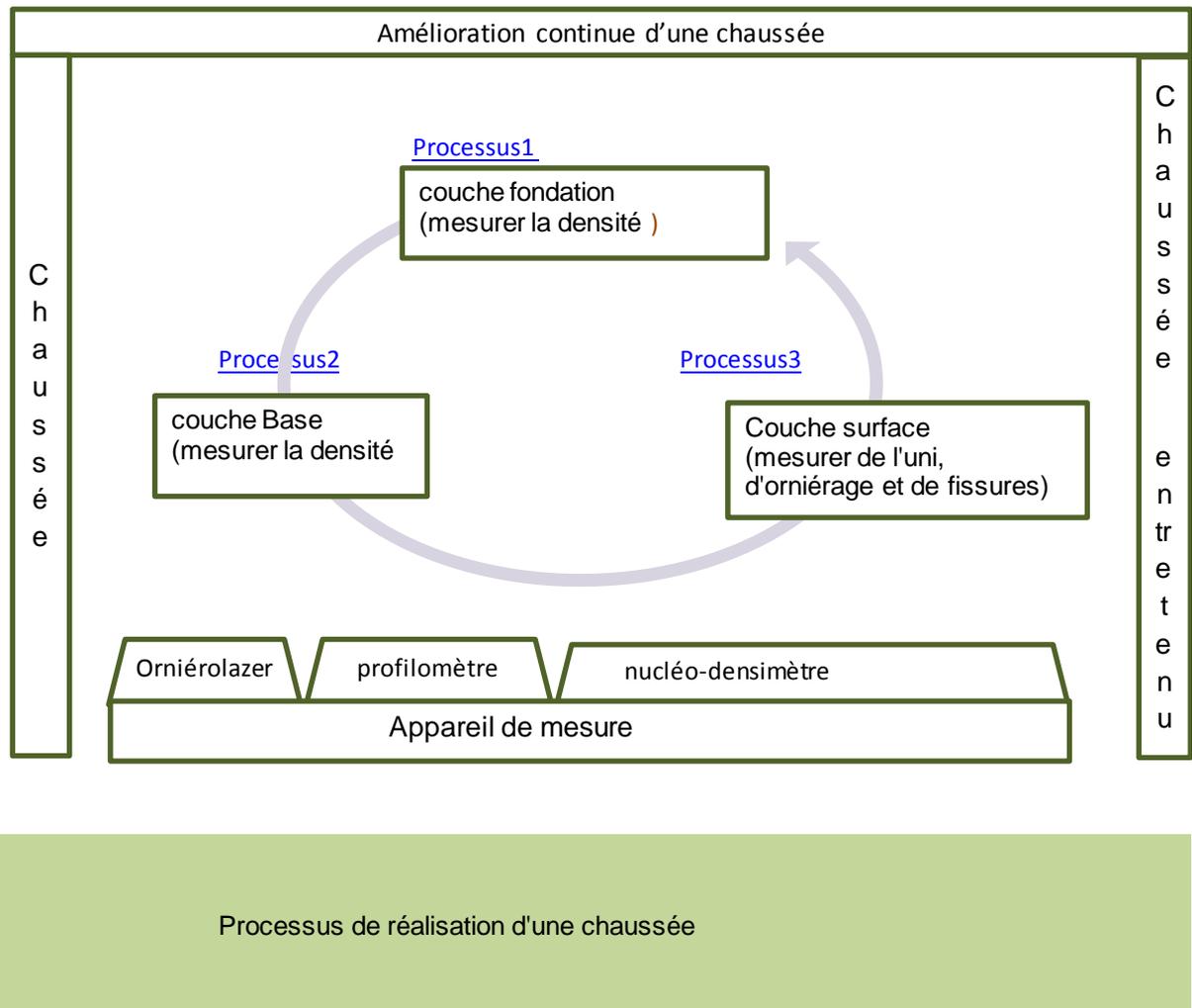


Figure 4.13 Indicateur qualité : page1

**Indicateur qualité du processus de la couche de fondation et couche de base:**

Les essais de compactage effectués en laboratoire permettent de déterminer le poids pour une énergie de compactage donnée. volumique sec maximum. En comparant la valeur obtenue en laboratoire et celle mesurée sur chantier grâce à un nucléo-densimètre a près les opérations de compactage, .on peut vérifier si celui-ci a été suffisant pour une bonne qualité des travaux.

Indicateur de la couche de fondation			
$\gamma_d$ (chantier)	$\gamma_{dmax}$ (Laborato	conformité	Appréciation
4	22	89%	couche refusé

Indicateur de la couche de base			
$\gamma_d$ (chantier)	$\gamma_{dmax}$ (Laborat	conformité	Appréciation
21	22	100%	Couche de bonne qualité

**Indicateur qualité du processus de la couche de surface:**

les appareils de mesure pour les trois indicateurs sont respectivement, l'orniérolazere, le profilomètre, et une image vidéo capté par camera.

Indicateur de la couche de surface			
<b>Orniérag</b>	Profondeur (mm)	Conformité	Appréciation
	10	50,00%	Moyenne sévérité
<b>Indice de rugosité</b>	IRI (m/Km)	Conformité	Appréciation
	2,5	60,00%	Roulement de qualité pass
<b>Fissures</b>	argeur/Longue	conformité	Appréciation
	10	66,66%	Sévérité Moyenne

Rapporter les résultats sur l'onglet "Tableau de bord"

**Figure 4.14** Indicateur qualité : page2

# Outil de mesure de la performance d'une chaussée

## Tableau de bord

Processus	Indicateur	Objectif	Résultats	Ecart
Couche de Fondat	Densité du sol f	100%	70,00%	0,3
Couche de base	Densité du sol b	100%	100,00%	0
	Orniérage	100%	50,00%	0,5
Couche de surface	IRI	100%	60,00%	0,4
	Fissures	100%	66,66%	0,3334

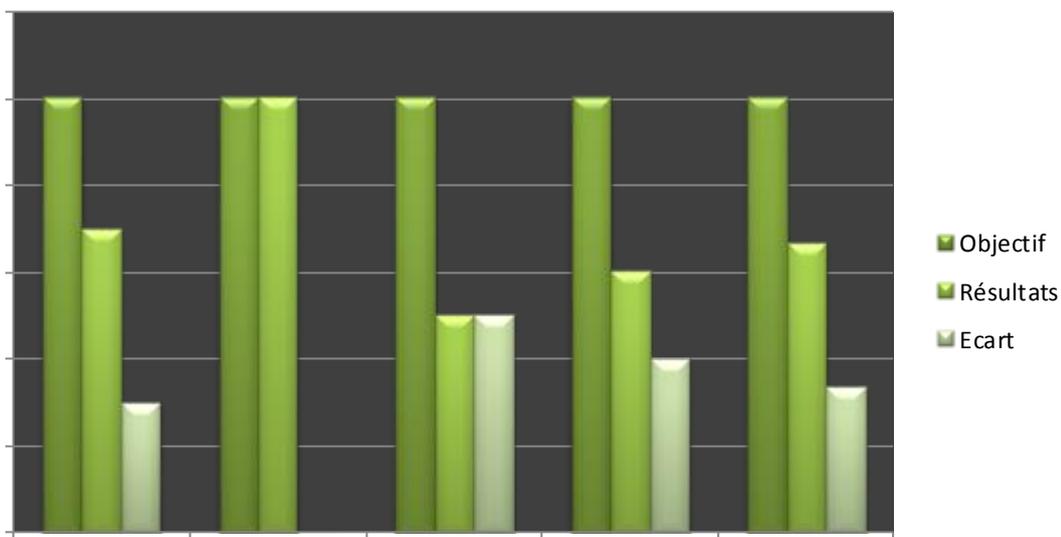
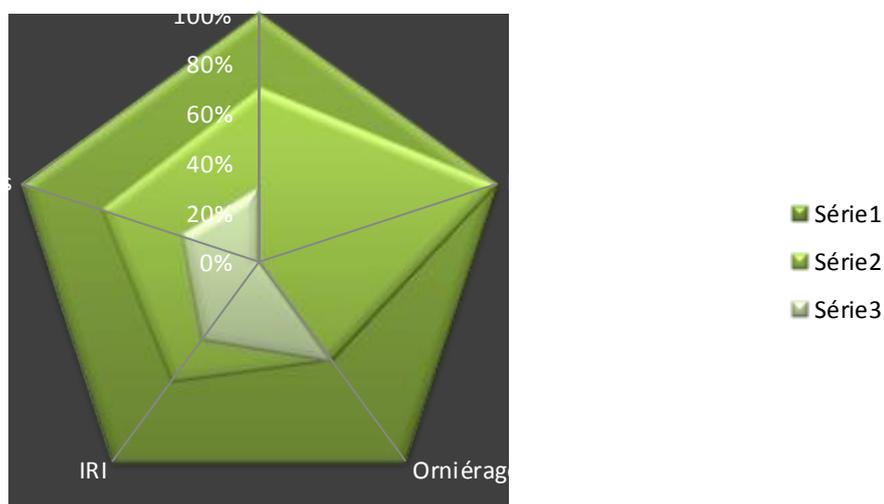


Figure 4.15 Tableau de bord

Outil de mesure de la performance d'une chaussée	
<b>Informations nécessaires pour élaborer les retours d'expériences.</b>	
<b>Saisie :</b>	1. L'outil de mesure est exploitable dans mon contexte professionnel ( <i>oui/non/partiellement</i> ) :
	...
	2. Le temps consacré à la saisie est de ( <i>mn ou heures</i> ) :
	...
	3. L'emploi des indicateurs est compréhensible ( <i>oui/non/suggestions...</i> ) :
	...
<b>Exploitation :</b>	4. Les indicateurs mis en place sont-ils pertinents pour les différents processus ( <i>oui/non/partiellement</i> ) :
	...
	5. l'outil réalisé garent la qualité d'une chaussée ( <i>oui/non/partiellement</i> ) :
	...
	6. L'outil mis en place permet de progresser dans la maîtrise des processus ( <i>oui/non/partiellement</i> ) :
	...
<b>Amélioration :</b>	7. Les améliorations souhaitées sur les indicateurs sont :
	...
	8. Observations libres :
	Problèmes:
	...
	...
	Causes:
	...
Conséquences:	
...	
...	
Propositions:	
...	
...	...

**Figure 4.16** Retour d'expérience

## 4.1 Feuille1 : Contexte de l'outil

Cette feuille a pour objet de présenter l'outil aux utilisateurs et de montrer sa pertinence.

## 4.2 Feuille2 : Indicateurs qualité

Cette feuille comprend deux pages, la première fait référence aux différents processus de réalisation d'une chaussée, accompagnée des noms des indicateurs et les moyens de mesure, en cliquant sur l'un de ces processus, nous mène à la deuxième page qui quant à elle comprend les indicateurs qualité.

Les indicateurs mis en place dans cet outil sont ceux construits au troisième chapitre que nous allons expliquer par la suite ;

Indicateur qualité pour la couche de base et la couche de fondation

Pour le processus de réalisation de la couche de base et la couche de fondation, l'outil comprend quatre colonnes comme suit ;

Une colonne pour faire rentrer la valeur de la densité sèche prélevée sur chantier, pour ensuite la comparer à celle du laboratoire dont la donnée doit être saisie aussi et donc une colonne lui a été consacrée. Ensuite une colonne a été réservée pour la conformité des résultats c'est-à-dire suivant les données saisies, elle va nous informer sur le taux de conformité obtenu par rapport aux exigences.

L'exigence de ce processus est d'obtenir un  $\gamma_{d \text{ chantier}} > 95\% \gamma_{d \text{ max}}$  ici notre taux de conformité sera de 100% on obtiendra à la fin une couche de qualité. La quatrième et la dernière colonne est donc consacrée à l'appréciation qualité attribuée suivant le taux de conformité.

Voici un exemple illustré dans la figure

Pour la couche de fondation on a supposé une valeur de la densité sèche chantier et du laboratoire

$\gamma_{d \text{ chantier}} = 4$  et  $\gamma_{d \text{ max}} = 22 \rightarrow \gamma_{d \text{ chantier}} > 95\% \gamma_{d \text{ max}} \rightarrow 4 > 20,9$ , le taux de conformité est de 89,5% et donc la couche est refusée.

Pour la couche de base  $\gamma_{d \text{ chantier}} = 21$  et  $\gamma_{d \text{ max}} = 22 \rightarrow \gamma_{d \text{ chantier}} > 95\% \gamma_{d \text{ max}} \rightarrow 21 > 20,9$ , le taux de conformité est de 100% et donc la couche est de bonne qualité.

Indicateur qualité de la couche de surface

Le processus de réalisation de la couche de surface comprend trois indicateurs qualité, un indicateur qualité sur l'uni de la chaussée qui nous renseigne sur la qualité de roulement. Celui-ci comprend donc trois colonnes, une colonne pour faire rentrer la

valeur de l'indice de rugosité qui est mesuré à l'aide d'un profilomètre, une deuxième colonne réservée à la conformité obtenue par rapport aux exigences.

Par définition l'uni est l'absence de rugosité et donc l'exigence est d'obtenir un IRI très faible.  $IRI \leq 1,1$  garanti une bonne qualité de roulement et le taux d'objectivité sera donc de 100%. Enfin une troisième colonne pour apporter une appréciation sur la qualité de roulement

Un indicateur qualité sur l'orniérage, celui-ci nous prévient sur la sévérité de profondeur d'orniérage, mesurer à l'aide d'un ornirolazere et donc plus on a une faible profondeur plus on obtient une couche de surface de qualité. Là aussi l'outil propose trois colonnes du même principe que celui de l'IRI.

Pour obtenir un taux de conformité de 100% il faut que la profondeur mesurée soit très faible, 4,5 mm représente une très faible sévérité.

Et enfin un dernier indicateur qualité pour les fissurations, là aussi on parle de sévérité suivant l'ouverture et la longueur de la fissure.

Cet indicateur comprend aussi trois colonnes, pour obtenir un taux de conformité de 100% il faut que l'ouverture ou la longueur de la fissure soit très faible, elles admettent une longueur ou largeur inférieure ou égale à 5,1mm.

### 4.3 Tableau de bord

Le tableau de bord offre une meilleure représentation des résultats, attire l'attention de l'utilisateur sur ce qui est défectueux, prend conscience de l'état de la chaussée, de l'écart existant par rapport aux exigences et ainsi agir en prévoyant des actions préventives et correctives pour une amélioration continue des processus.

### 4.4 Feuille 4 : Retour d'expérience

La feuille retour d'expérience, offre la possibilité aux utilisateurs de porter leurs appréciations sur l'outil réalisé en répondant par un oui, non ou partiellement, et elle comprend trois critères ;

Un critère sur la saisie qui permet de juger si l'outil mis en place est pratique à utiliser s'il est adapté au contexte professionnel et sur tout le temps que cela prendra, de là on pourra juger de sa pertinence de son utilité et de son importance.

Un critère sur l'exploitation de l'outil, ce dernier permet de porter une appréciation qu'à partir des résultats obtenus sur la chaussée, c'est à dire qui va nous renseigner sur la pertinence des indicateurs construits dans ce projet, leur intégration dans les différents processus de réalisation, et si ces derniers ont permis une amélioration de l'état de la chaussée.

Et enfin un critère sur l'amélioration de l'outil qui permet de montrer les points à améliorer concernant les indicateurs et aussi de porter des observations libres constaté, problèmes, causes, conséquence et propositions.

## 5 CONCLUSION

Les différents rapports d'expertises que nous avons illustré dans ce chapitre, nous ont permis de constater, l'existence de phénomènes de dégradations important sur la chaussée, engendrant des couts de réfections important. Ceci s'explique par l'intervention trop tard de la direction des routes, c'est-à-dire jusqu'à ce que celle-ci ne soit pratiquement plus fonctionnelle.

Pour cela le guide que nous avons proposé, par sa méthodologie permet une meilleure gestion de ce réseau en offrant un plan d'intervention en infrastructure routière

Pour ce faire un outil de mesure de performance d'une chaussée a été développé dans ce projet grâce à Microsoft Excel, qui permet à tout instant d'avertir sur l'état de la chaussée et ainsi apporter les interventions nécessaires au bon moment.

En enfin les indicateurs qualité intègrent une stratégie d'intervention basée sur une rentabilité et une efficacité élevé à l'égard du rapport coûts-avantage qui sont les plus optimales pour atteindre les résultats visés, car a l'opposé, les stratégies basées sur les efforts de réfection des pires tronçons ne sont donc pas optimales.

---

# **Conclusion**

---

**« EN MA FIN EST MON  
COMMENCEMENT ».**  
**T. S. Elliot**

# CONCLUSION

De façon générale, le travail présenté dans ce projet, tente de contribuer à la réussite d'un projet routier de qualité. La démarche initiée pour atteindre celle-ci, porte sur une étude approfondie en amont du projet, par la définition claire et précise des besoins et exigences, propose un mode de travail organisé, et émet les procédures et processus nécessaires à sa conduite et à sa réalisation.

Cela-di on ne peut s'assurer de son efficacité qu'une fois la route réalisé, de là on pourra juger si les objectives en terme de qualité ont été atteint et si les processus de réalisation ont été maitrisé

Afin de mener notre étude dans cette perception, on a tout d'abord défini les signes de non qualité à partir des routes déjà réalisé. Ceci se traduit par l'apparition de phénomène de dégradations sur la couche de surface. D'après des recherches effectués dans ce projet, il existerait quatre groupes principaux de désordres ; les déformations, les fissurations les arrachements et les remontés.

Ces phénomènes de dégradations, nous ont permis de conclure que les processus de réalisation des projets routiers, ne sont donc pas maitrisés, les causes probables de ces derniers se repentent pour la plus part d'entre eux, et sont dues à une défaillance à la couche de fondation, à la couche de base et à couche de surface, qui constituent à la base les principaux processus de réalisation d'une chaussée routière.

Pour cela, nous avons défini les processus de réalisation de la couche de fondation, de la couche de base et la couche de surafce, qui nous ont permis d'avoir une vision claire, explicite sur l'enchaînement de réalisation de la chaussée routière et de mettre en valeur les différentes exigences pour leur réalisation. Ceux-ci ne peuvent être satisfaits que par des ressources adéquates et maintenues en fonctionnement et en tenant compte aussi des contraintes, dans le but d'atteindre la performance et de permettre l'amélioration continue

La performance de ces processus doit être donc mesurée de façon régulière pour atteindre la qualité de manière continue. Pour cela dans ce projet, nous vont construit des indicateurs qualité et un tableau de bord qui sont des outils indispensable pour atteindre les objectives visés.

Les indicateurs qualité construit pour les processus de la couche de fondation et la couche de base portent sur la qualité du compactage en mesurant la densité sèche  $\sigma_d$  prélevé sur chantier qui doit donc garantir la résistance de ces couches

Concernant la couche de surface, les indicateurs construits font donc référence à la qualité de roulement que celle-ci doit offrir c'est-à-dire avoir un bon uni, absence d'orniérage et absences de fissuration en mesurant respectivement, l'indice de rugosité, la profondeur d'orniérage et l'ouverture/longueur des fissures.

Pour ce faire des moyens de mesures en été présenté dans ce travail ; un nucléo-densimètre pour la mesure de la densité un profilomètre pour la mesure de l'IRI , un orniérolazere pour la profondeur de l'orniérage et au moyen d'image vidéo pour les fissures.

Une fois ces indicateurs construits nous aurions souhaité apporter leurs validations et leurs pertinences dans un cas réel, car, les différents cas consulté à travers des rapports d'expertises ne présente qu'une description des ces derniers et pas de quantifications

Les indicateurs ne pouvant être valider et les cas de dégradation présent dans tout le réseau routier Algérien, nous ont permis de proposer un plan d'intervention en infrastructure routière, appliquer directement sur la piste de l'aéroport de Messali El Hadj

Celui-ci propose tout d'abord de faire un bilan sur la piste offrant une procédure bien précise pour l'auscultation et suggère ensuite une stratégie d'intervention

Les principales données de dégradation constatées dans la piste sont donc l'orniérage, les fissures et les flaches, ces derniers sont répétés à plusieurs reprises sur seulement une longueur de 100m. De ce constat on conclue que l'état de la chaussée aéronautique est de mauvaise qualité représentant un danger quant à la sécurité que doit permettre celle-ci, et pouvant ainsi avoir des effets secondaires qui aggraverait encore plus son état et naturellement engendrerait des coûts de réfections important

Afin d'éviter d'arriver à ce stade, on a suggéré d'appliquer les indicateurs qualité construit dans ce projet, en développant un outil de mesure de performance d'une chaussée à partir de Microsoft Excel qui offre la possibilité d'avertir sur l'état d'une chaussée par rapport aux objectives qualités, aussi permet de visualiser les écarts existant grâce au tableau de bord et ainsi apporter les éventuelles corrections.

En enfin les indicateurs qualité intègrent une stratégie d'intervention basée sur une rentabilité et une efficacité élevé à l'égard du rapport coûts-avantage qui sont les plus optimales pour atteindre les résultats visés, car a l'opposé, les stratégies basées sur les efforts de réfection des pires tronçons ne sont donc pas optimales.

# BIBLIOGRAPHIE

---

- ❑ **SETRA (2003)** « *Référentiel du chef de projet-Démarche qualité pour les projets routiers-guide méthodologique* », Collection les « outils » SETRA, (France).
- ❑ **Direction générale des infrastructures et des technologies (2009)** « *Guide de gestion des projets routiers* », Techniques de l'Ingénieur [se2040], (Canada).
- ❑ **Direction des routes (1992)** « *Qualité des routes* », DR n°18 581 (France),
- ❑ **SERTA (2005)** « *Contrôle des sécurités dans les projets routiers* », Collection « outils » SETRA, (France).
- ❑ **AOTOR, (2011)** « *Route et Transport* » à l'école de technologie supérieur, **Vol 40-N°3**, (Canada).
- ❑ **Edmond Le Coz (2012)**, « *Système de management de la qualité : Processus d'amélioration* », Technique de l'ingénieur [ag1751], (France).
- ❑ **J. MARGERAND & F.GILLET (2006)** « *Manager la qualité pour la première fois* », EYROLLES, (France).
- ❑ **FELLAHI W. (2012)** « *Caractérisation et résilience des risques géotechniques dans un projet routier* » Mémoire de master en Génie civil, Département de Génie Civil, Faculté de Technologie, Université de Tlemcen (Algérie).
- ❑ **QUALIBAT (2008)** « *Guide de lecture de la norme ISO 9001 MANAGEMENT DE LA QUALITE* » référentiel QUALIBAT (France).
- ❑ **Yvon MOUGIN (2011)** « *Cartographie des processus* » Edition d'organisation(France).
- ❑ **Alain Fernandez (2011)** « *L'essentiel du tableau de bord* ». EYROLLES (France).
- ❑ **HAKIKI K.A. (2010)** « *La conduite des missions géotechniques par la qualité : essai de modélisation systémique* » Mémoire de Magister en Génie Civil, Département de Génie Civil, Faculté de Technologie, Université de Tlemcen (Algérie).
- ❑ **Michel BOUTRY (2005)** « *Construction d'indicateurs* » Gestion de la qualité, (France).
- ❑ **FD X 50-5171 (2000)** « *Indicateurs et tableaux de bords* », Norme Française, AFNOR, (France).

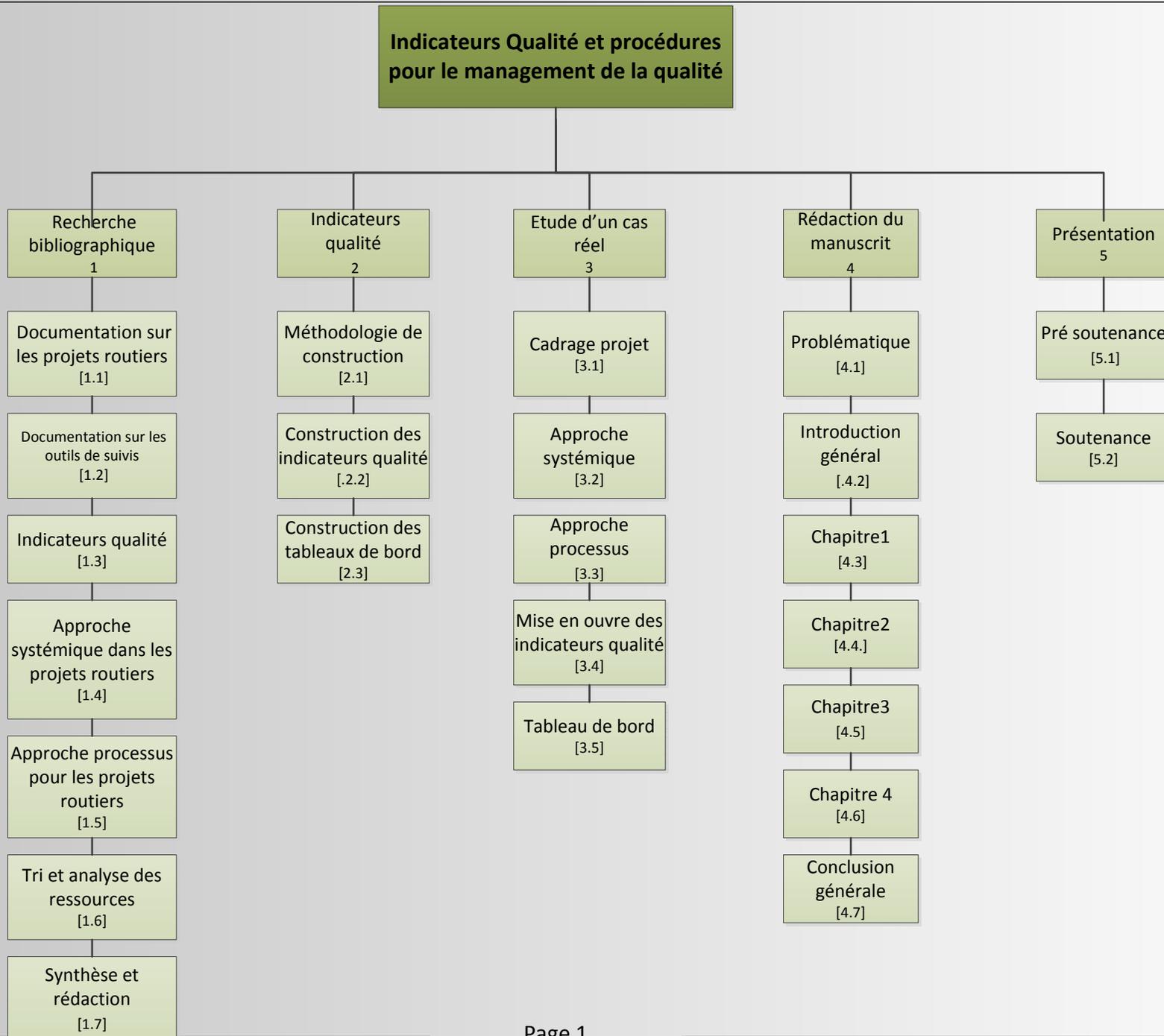
- ❑ **NF EN ISO 9001 (2010)** « *Système de management de la qualité, Exigences* », AFNOR, (France)
  
- ❑ **Kabore KALSIBIRI (2006)** « *Auscultation et gestion des routes revêtues et non revêtues* », Association mondiale des routes, (AIPCR). (France).
  
- ❑ **CHEBREK. D. (2012)** « *Etude du phénomène d'orniérage des chaussées bitumineuses* » Mémoire de Magister en Génie Civil, Département de Génie Civil, Faculté du Génie de la construction, Université de Tizi-Ouzou (Algérie).
  
- ❑ **LOUIS D'AMOURS (2012)** « *Etude de réhabilitation techniques d'évaluation et diagnostic* » Groupe Qualitas Inc (Canada).
  
- ❑ **TONY BUHLER., (2011)** « *Caractéristiques de surface de la chaussée* », Journée Technique Interlab, (France).
  
- ❑ **Direction du laboratoire des chaussées (2003)** « *Bonnes pratiques pour l'obtention d'un bon uni de chaussée* », Bulletin d'information [vol. 8, n°4], (Canada).
  
- ❑ **Direction du laboratoire des chaussée, (2003)** « *Analyse de la fissure des chaussée au moyen d'image vidéos* », Bulletin t'information technique [Vol n°8, n°10], (Canada).
  
- ❑ **Direction du laboratoire des chaussée (1996)** « *Système d'inspection des routes au laser* », Bulletin d'information technique [Vol. 1, n°13], (France).
  
- ❑ **CETE (2008)** « *Les outils d'auscultation de chaussée* », Groupe gestion des routes, (France).
  
- ❑ **Direction des routes (2012)** « *Plan d'intervention en infrastructure routière* », Ministère des transports Québec (Canada).
  
- ❑ **HASSAN BAAJ (2012)** « *Dégradation et usure des revêtements des chaussées souples* », Techniques de l'Ingénieur [tri4620], (France).
  
- ❑ **J. BERTHIER (2012)** « *Les routes- Matériaux d chaussées souple et semi-rigides* », Techniques de l'Ingénieur [c4314], (France).
  
- ❑ **Direction du laboratoire des chaussées. (2000)**« *Assurance de la qualité des données sur l'état du réseaux routier* ». Bulletin d'information technique. [Vol. 5, n°12]

# WEBOGRAPHIE

---

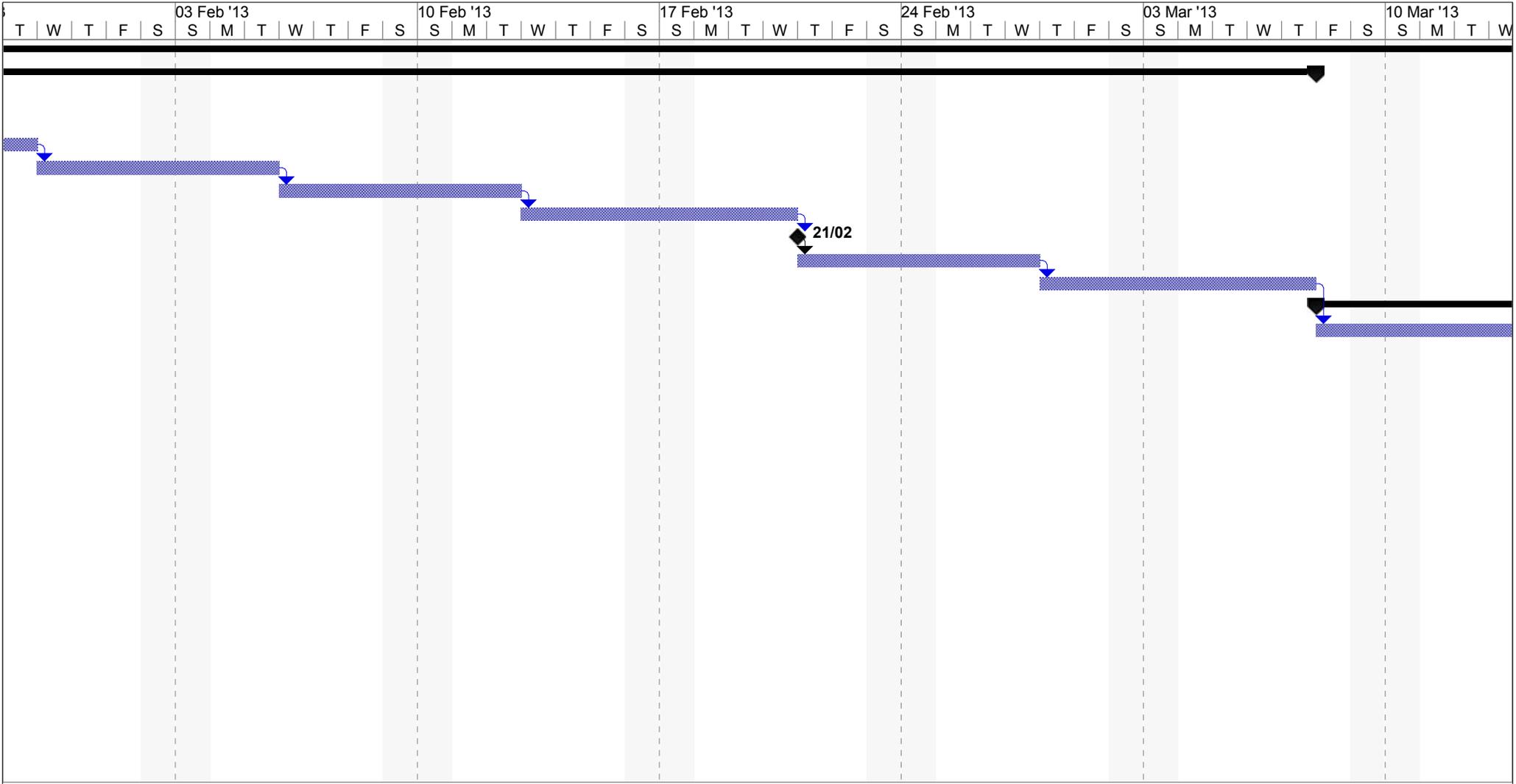
- ❑ <http://www.gestiondeprojet.net/articles/qualite.html> (consulter le 21-04-2013)
- ❑ <http://innovation-topo.forumr.net/t8-projet-routier-en-general> (consulter le 29-04-2013).
- ❑ <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/ACCUEILEXTN/EXTPPFRENCH/EXTPROCURINFRE/0,,contentMDK:21040111~pagePK:84269~piPK:60001558~theSitePK:2242290,00.html> (consulté le 20-04-2013).
- ❑ <http://www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/biens-property/sngp-npms/ti-it/ervaddcm-dslvcodt-fra.html> (consulter le 22-04-2013).
- ❑ <http://www.manager-go.com/organisation-entreprise/cartographie-des-processus.htm>. (consulté le 03-05-2013).
- ❑ <http://www.formateur.ca/indicateurs-tableau-de-bord-mission-vision-strategie-1de5> (Consulté le 03-05-2013).
- ❑ <http://www.journaldunet.com/solutions/0705/070507-enquete-nouveaux-indicateurs/4.shtml> (Consulté le 10-05-2013).
- ❑ <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/indicateur/42576> (Consulté le 13-05-2013).
- ❑ <http://tssperformance.com/?p=5> (consulté le 13-05-2013).
- ❑ <http://tableauxdebord.ca/> (consulté le 13-05-2013).

# W.B.S Projet de fin d'étude

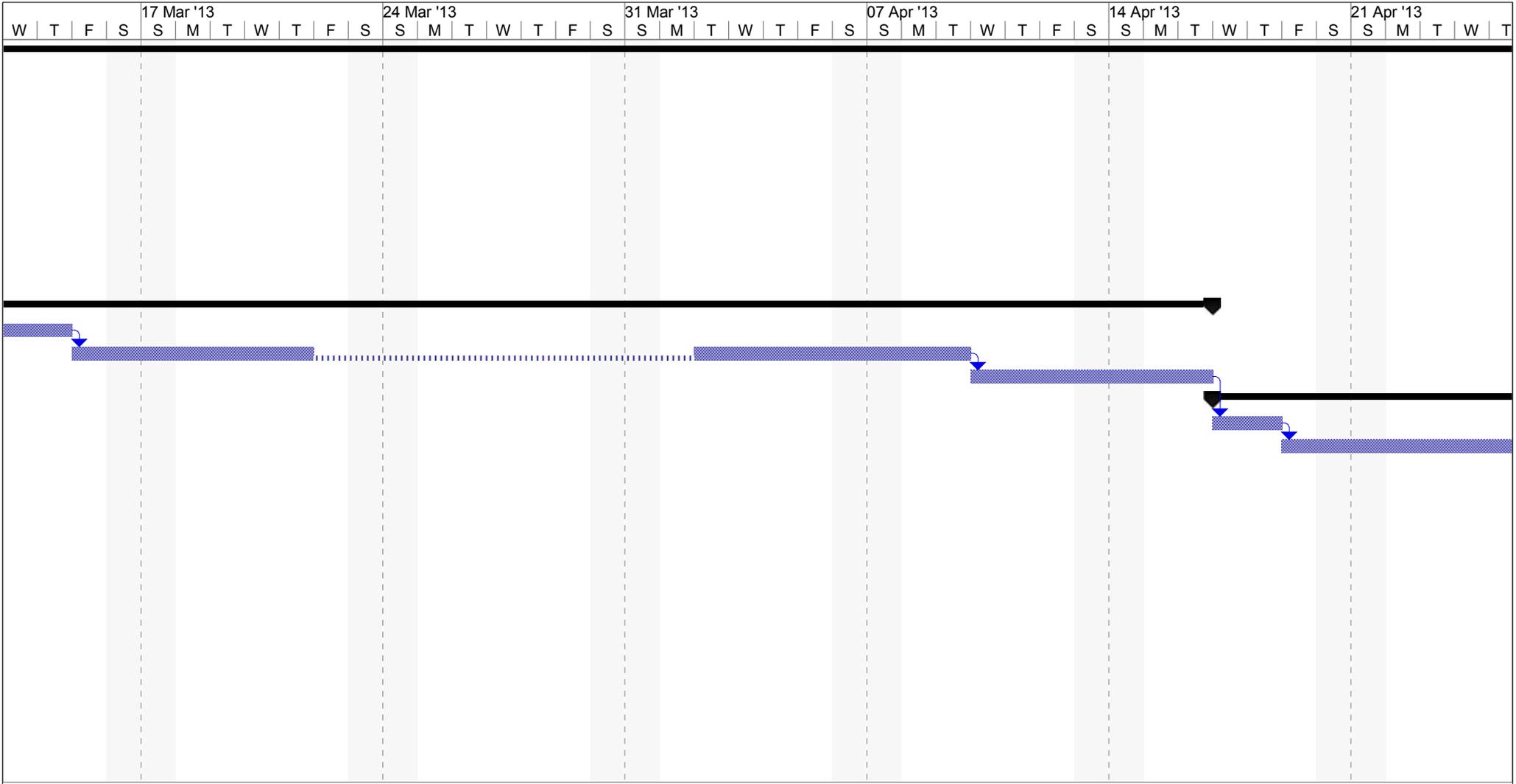


ID	Nom de la tâche	Duration	Start	Finish	Predecessors	13 Jan '13					20 Jan '13					27 Jan '13	
						T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	S
1	<b>Indicateur Qualité Et</b>	<b>136 days</b>	<b>Thu 10/01/13</b>	<b>Thu 18/07/13</b>													
2	<b>Recherche</b>	<b>41 days</b>	<b>Thu 10/01/13</b>	<b>Thu 07/03/13</b>													
3	Documentation Sur Les	5 days	Thu 10/01/13	Wed 16/01/13													
4	Documentation Sur LE	5 days	Thu 17/01/13	Wed 23/01/13	3												
5	Documentation Sur Les	4 days	Thu 24/01/13	Tue 29/01/13	4												
6	Indicateur Qualité	5 days	Wed 30/01/13	Tue 05/02/13	5												
7	Approche Systémique	5 days	Wed 06/02/13	Tue 12/02/13	6												
8	Approche Processus	6 days	Wed 13/02/13	Wed 20/02/13	7												
9	Suivi par les encadreurs	0 days	Thu 21/02/13	Thu 21/02/13	8												
10	Tris Et Analyse Des	5 days	Thu 21/02/13	Wed 27/02/13	9												
11	Synthèse Et Rédaction	6 days	Thu 28/02/13	Thu 07/03/13	10												
12	<b>Indicateur Qualité</b>	<b>28 days</b>	<b>Fri 08/03/13</b>	<b>Tue 16/04/13</b>													
13	Méthodologie De	5 days	Fri 08/03/13	Thu 14/03/13	11												
14	Construction Des	11 days	Fri 15/03/13	Tue 09/04/13	13												
15	Construction Du Tableau	5 days	Wed 10/04/13	Tue 16/04/13	14												
16	<b>Etude D'Un Cas Réel</b>	<b>29 days</b>	<b>Wed 17/04/13</b>	<b>Mon 27/05/13</b>													
17	Cadrage Projet	2 days	Wed 17/04/13	Thu 18/04/13	15												
18	Approche Systémique	5 days	Fri 19/04/13	Thu 25/04/13	17												
19	Approche Processus	5 days	Fri 26/04/13	Thu 02/05/13	18												
20	Mise En Œuvre Des	5 days	Fri 03/05/13	Thu 09/05/13	19												
21	Tableau De Bord	12 days	Fri 10/05/13	Mon 27/05/13	20												
22	<b>Rédaction Du Manuscrit</b>	<b>36 days</b>	<b>Wed 08/05/13</b>	<b>Wed 26/06/13</b>													
23	Problématique	2 days	Tue 28/05/13	Wed 29/05/13	21												
24	Introduction Générale	3 days	Thu 30/05/13	Mon 03/06/13	23												
25	Chapitre1	7 days	Tue 04/06/13	Wed 12/06/13	24												
26	Chapitre2	7 days	Thu 13/06/13	Fri 21/06/13	25												
27	Chapitre3	7 days	Mon 24/06/13	Tue 02/07/13	26												
28	Chapitre4	7 days	Wed 03/07/13	Thu 11/07/13	27												
29	Conclusion Générale	3 days	Fri 12/07/13	Tue 16/07/13	28												
30	<b>Présentation</b>	<b>2 days</b>	<b>Wed 17/07/13</b>	<b>Thu 18/07/13</b>													
31	Prés-Soutenance	1 day	Wed 17/07/13	Wed 17/07/13	29												
32	Soutenance	1 day	Thu 18/07/13	Thu 18/07/13	31												

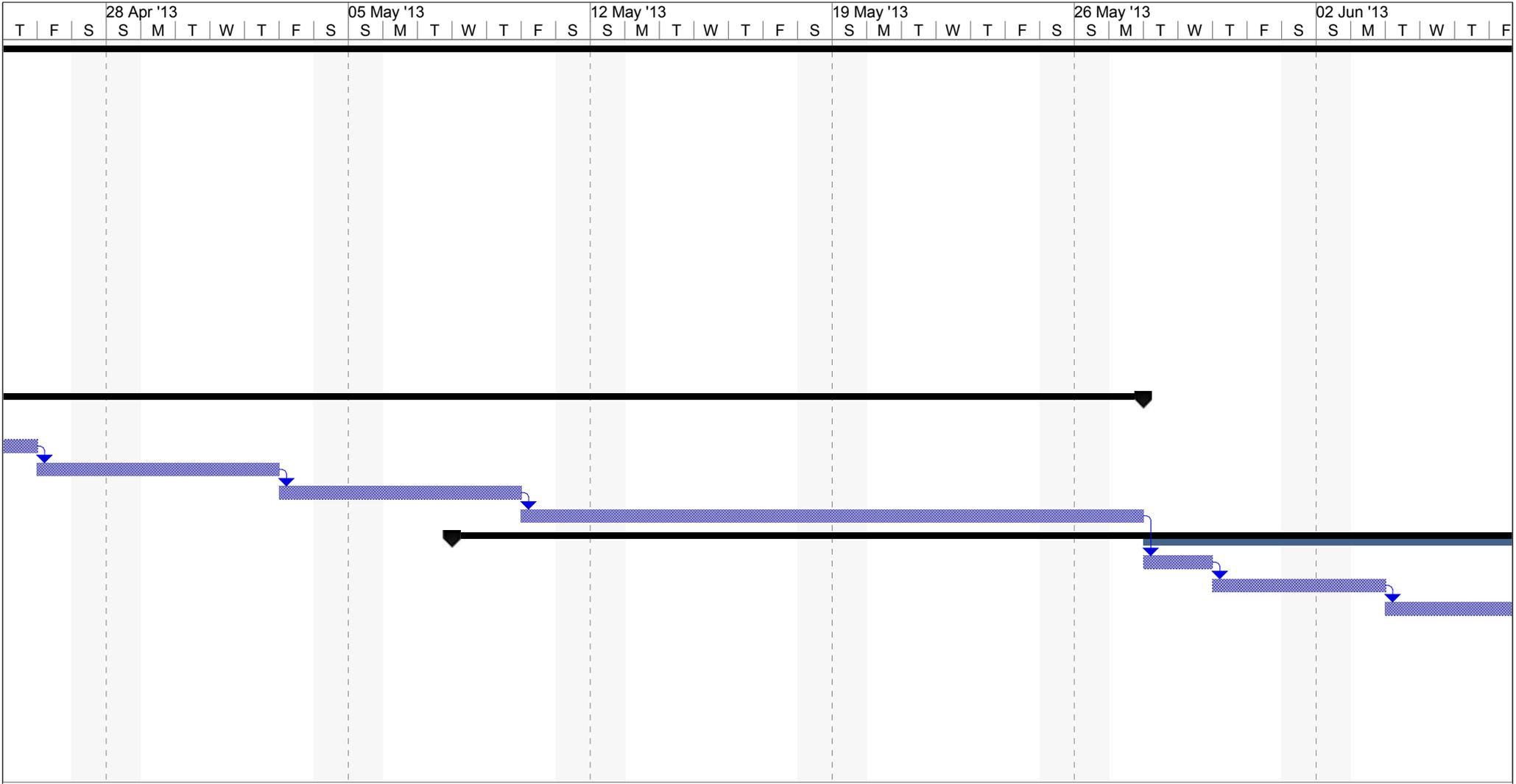
Projet : WBS PFE Date : Wed 12/06/13	Tâche		Tâche inactive		Récapitulatif manuel	
	Fractionnement		Tâche inactive		Début uniquement	
	Jalon		Jalon inactif		Fin uniquement	
	Récapitulative		Récapitulatif inactif		Avancement	
	Récapitulatif du projet		Tâche manuelle		Échéance	
	Tâches externes		Durée uniquement			
	Jalons externes		Report récapitulatif manuel			



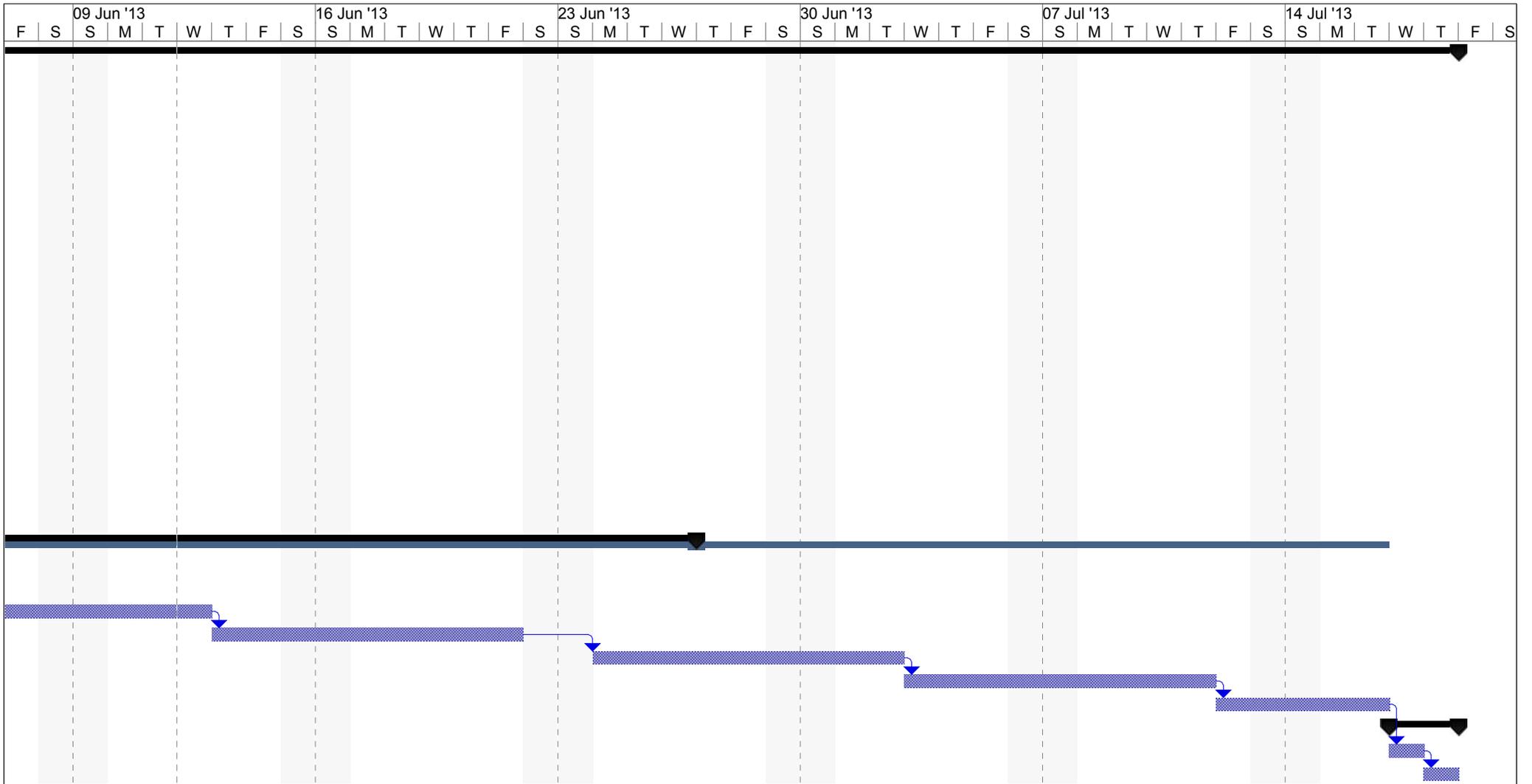
Projet : WBS PFE Date : Wed 12/06/13	Tâche		Tâche inactive		Récapitulatif manuel	
	Fractionnement		Tâche inactive		Début uniquement	
	Jalon		Jalon inactif		Fin uniquement	
	Récapitulative		Récapitulatif inactif		Avancement	
	Récapitulatif du projet		Tâche manuelle		Échéance	
	Tâches externes		Durée uniquement			
	Jalons externes		Report récapitulatif manuel			



Projet : WBS PFE Date : Wed 12/06/13	Tâche		Tâche inactive		Récapitulatif manuel	
	Fractionnement		Tâche inactive		Début uniquement	
	Jalon		Jalon inactif		Fin uniquement	
	Récapitulative		Récapitulatif inactif		Avancement	
	Récapitulatif du projet		Tâche manuelle		Échéance	
	Tâches externes		Durée uniquement			
	Jalons externes		Report récapitulatif manuel			



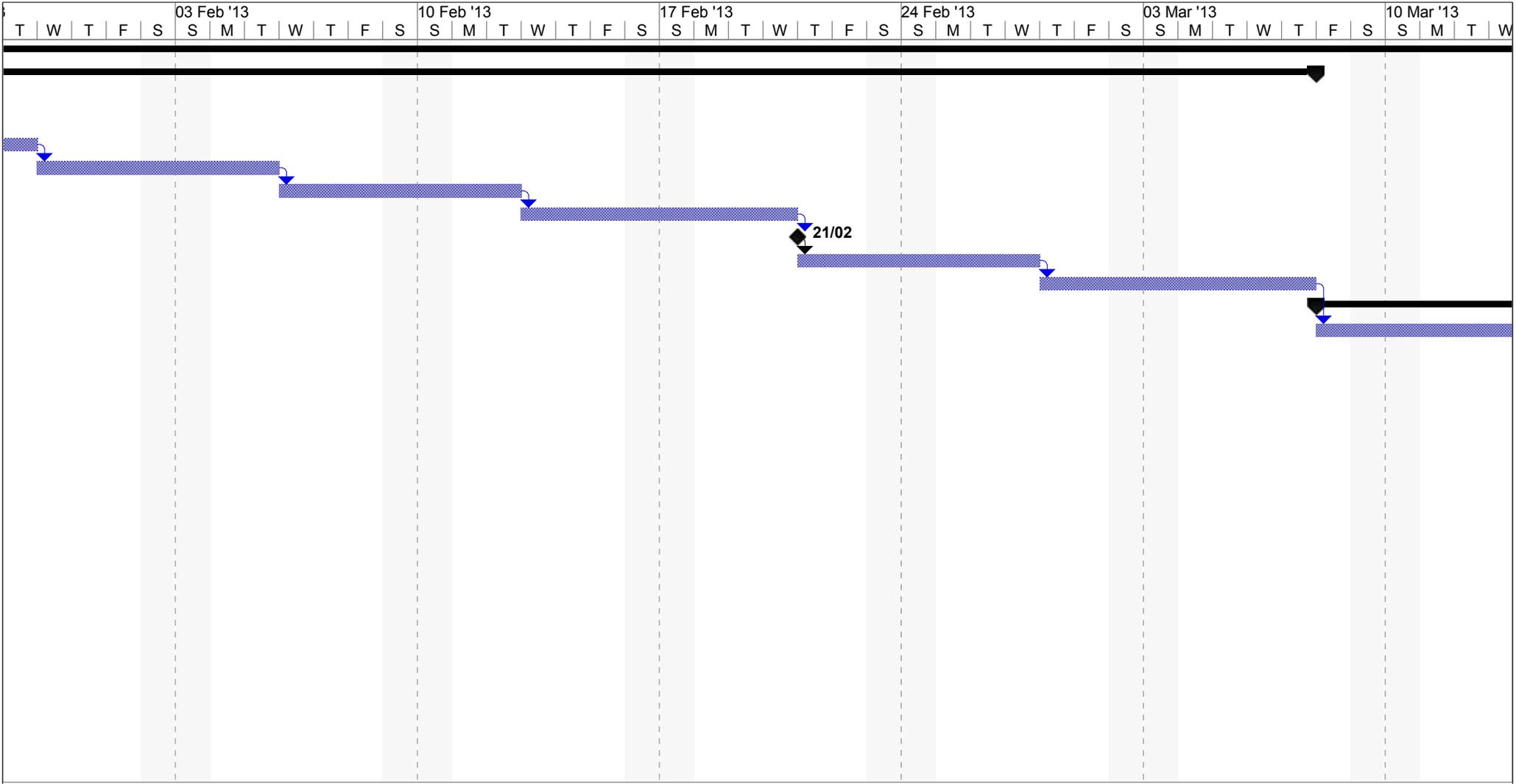
Projet : WBS PFE Date : Wed 12/06/13	Tâche		Tâche inactive		Récapitulatif manuel	
	Fractionnement		Tâche inactive		Début uniquement	
	Jalon		Jalon inactif		Fin uniquement	
	Récapitulative		Récapitulatif inactif		Avancement	
	Récapitulatif du projet		Tâche manuelle		Échéance	
	Tâches externes		Durée uniquement			
	Jalons externes		Report récapitulatif manuel			



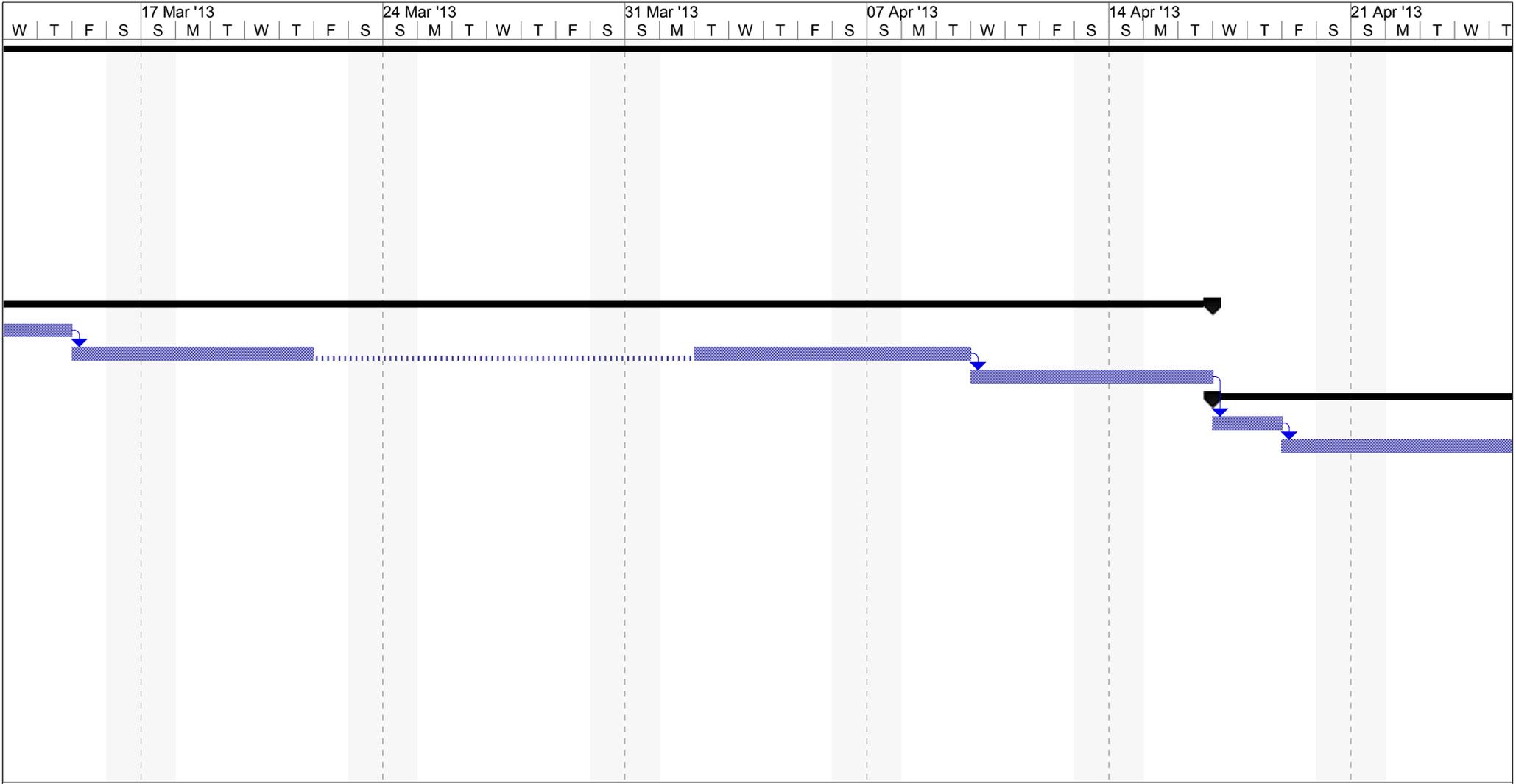
Projet : WBS PFE Date : Wed 12/06/13	Tâche		Tâche inactive		Récapitulatif manuel	
	Fractionnement		Tâche inactive		Début uniquement	
	Jalon		Jalon inactif		Fin uniquement	
	Récapitulative		Récapitulatif inactif		Avancement	
	Récapitulatif du projet		Tâche manuelle		Échéance	
	Tâches externes		Durée uniquement			
	Jalons externes		Report récapitulatif manuel			

ID	Nom de la tâche	Duration	Start	Finish	Predecessors	13 Jan '13					20 Jan '13					27 Jan '13			
						T	W	T	F	S	S	M	T	W	T	F	S	S	M
1	<b>Indicateur Qualité Et</b>	<b>136 days</b>	<b>Thu 10/01/13</b>	<b>Thu 18/07/13</b>															
2	<b>Recherche</b>	<b>41 days</b>	<b>Thu 10/01/13</b>	<b>Thu 07/03/13</b>															
3	Documentation Sur Les	5 days	Thu 10/01/13	Wed 16/01/13															
4	Documentation Sur LE	5 days	Thu 17/01/13	Wed 23/01/13	3														
5	Documentation Sur Les	4 days	Thu 24/01/13	Tue 29/01/13	4														
6	Indicateur Qualité	5 days	Wed 30/01/13	Tue 05/02/13	5														
7	Approche Systémique	5 days	Wed 06/02/13	Tue 12/02/13	6														
8	Approche Processus	6 days	Wed 13/02/13	Wed 20/02/13	7														
9	Suivi par les encadreurs	0 days	Thu 21/02/13	Thu 21/02/13	8														
10	Tris Et Analyse Des	5 days	Thu 21/02/13	Wed 27/02/13	9														
11	Synthèse Et Rédaction	6 days	Thu 28/02/13	Thu 07/03/13	10														
12	<b>Indicateur Qualité</b>	<b>28 days</b>	<b>Fri 08/03/13</b>	<b>Tue 16/04/13</b>															
13	Méthodologie De	5 days	Fri 08/03/13	Thu 14/03/13	11														
14	Construction Des	11 days	Fri 15/03/13	Tue 09/04/13	13														
15	Construction Du Tableau	5 days	Wed 10/04/13	Tue 16/04/13	14														
16	<b>Etude D'Un Cas Réel</b>	<b>29 days</b>	<b>Wed 17/04/13</b>	<b>Mon 27/05/13</b>															
17	Cadrage Projet	2 days	Wed 17/04/13	Thu 18/04/13	15														
18	Approche Systémique	5 days	Fri 19/04/13	Thu 25/04/13	17														
19	Approche Processus	5 days	Fri 26/04/13	Thu 02/05/13	18														
20	Mise En Œuvre Des	5 days	Fri 03/05/13	Thu 09/05/13	19														
21	Tableau De Bord	12 days	Fri 10/05/13	Mon 27/05/13	20														
22	<b>Rédaction Du Manuscrit</b>	<b>36 days</b>	<b>Wed 08/05/13</b>	<b>Wed 26/06/13</b>															
23	Problématique	2 days	Tue 28/05/13	Wed 29/05/13	21														
24	Introduction Générale	3 days	Thu 30/05/13	Mon 03/06/13	23														
25	Chapitre1	7 days	Tue 04/06/13	Wed 12/06/13	24														
26	Chapitre2	7 days	Thu 13/06/13	Fri 21/06/13	25														
27	Chapitre3	7 days	Mon 24/06/13	Tue 02/07/13	26														
28	Chapitre4	7 days	Wed 03/07/13	Thu 11/07/13	27														
29	Conclusion Générale	3 days	Fri 12/07/13	Tue 16/07/13	28														
30	<b>Présentation</b>	<b>2 days</b>	<b>Wed 17/07/13</b>	<b>Thu 18/07/13</b>															
31	Prés-Soutenance	1 day	Wed 17/07/13	Wed 17/07/13	29														
32	Soutenance	1 day	Thu 18/07/13	Thu 18/07/13	31														

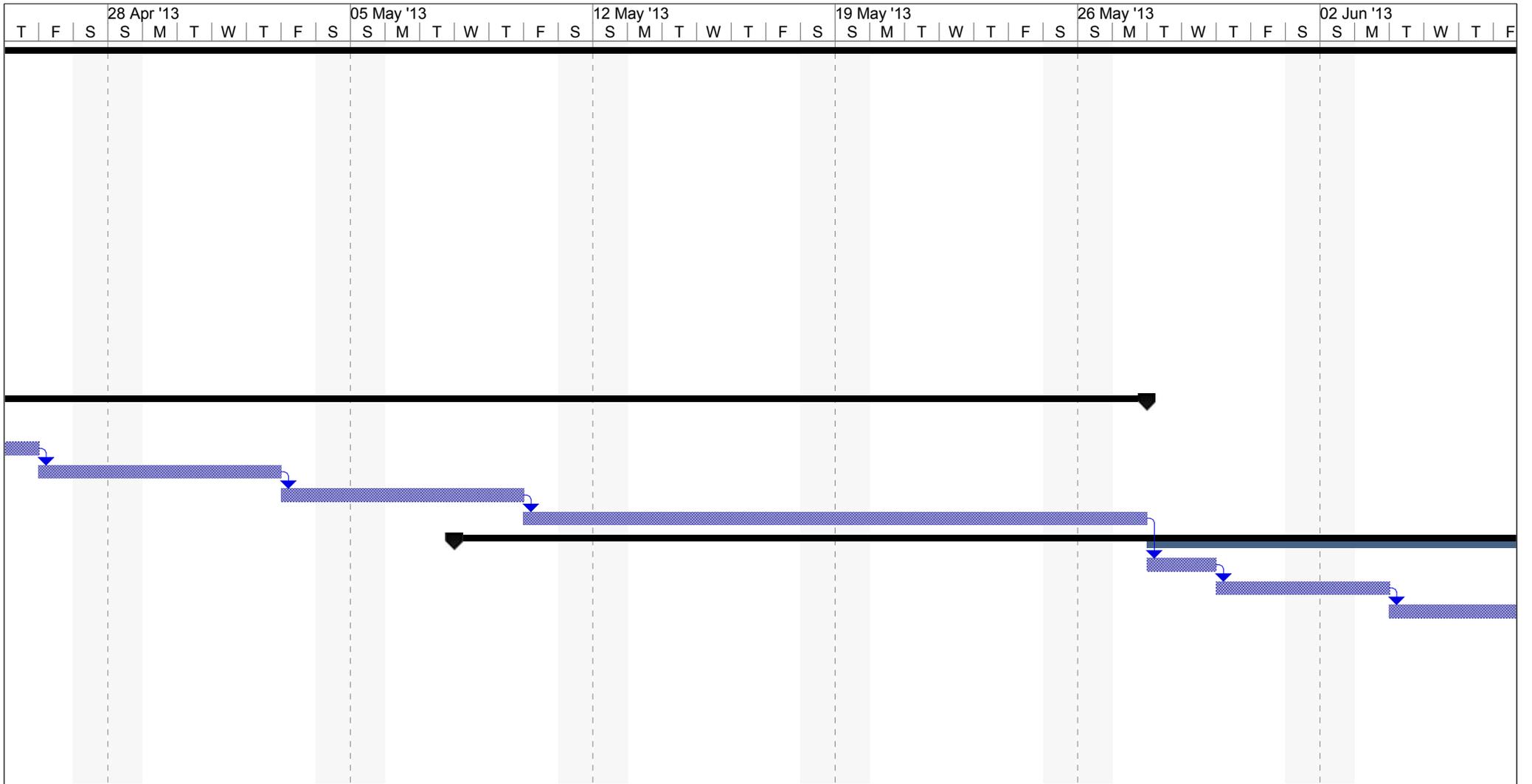
Projet : WBS PFE Date : Wed 12/06/13	Tâche		Tâche inactive		Récapitulatif manuel	
	Fractionnement		Tâche inactive		Début uniquement	
	Jalon		Jalon inactif		Fin uniquement	
	Récapitulative		Récapitulatif inactif		Avancement	
	Récapitulatif du projet		Tâche manuelle		Échéance	
	Tâches externes		Durée uniquement			
	Jalons externes		Report récapitulatif manuel			



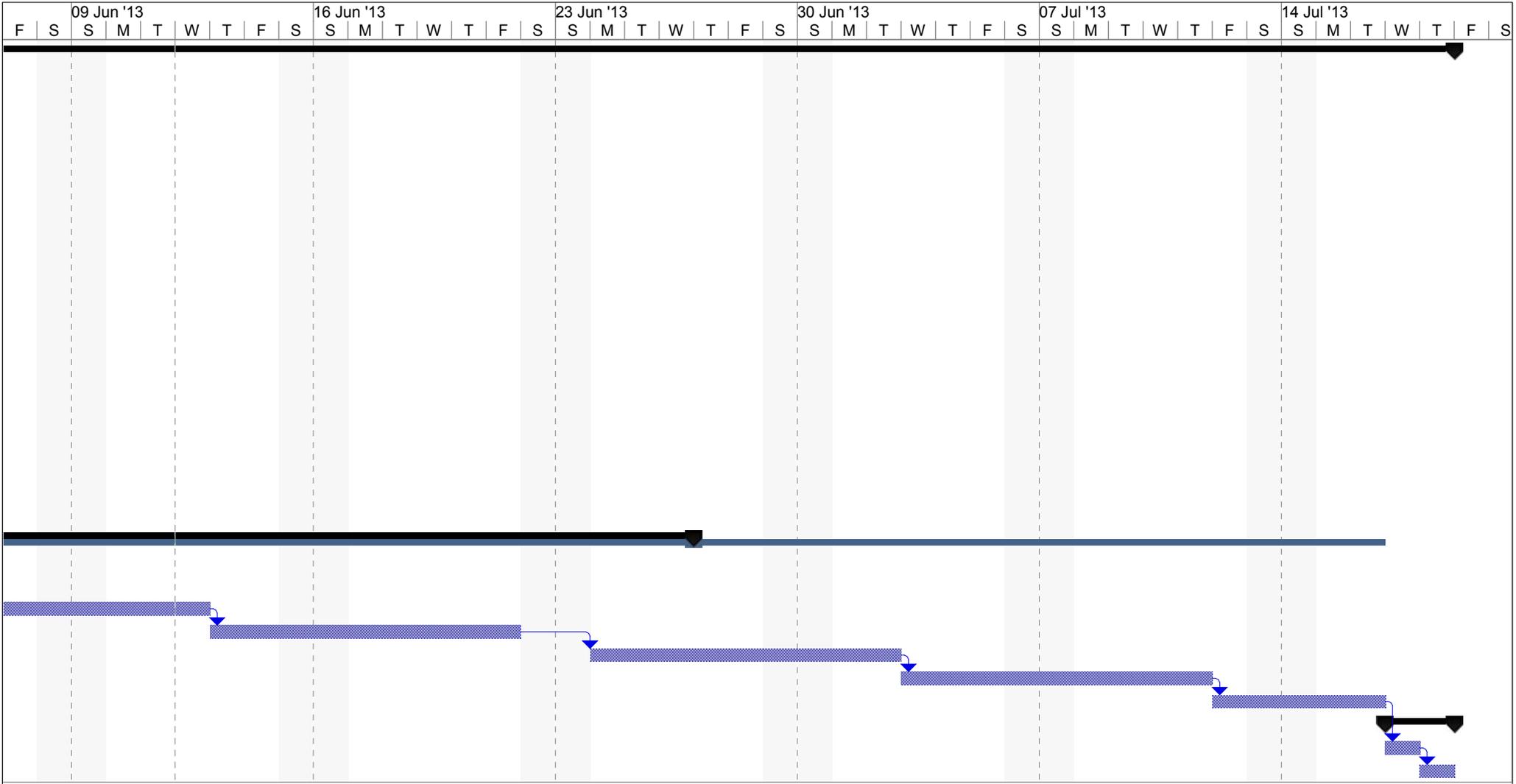
Projet : WBS PFE Date : Wed 12/06/13	Tâche		Tâche inactive		Récapitulatif manuel	
	Fractionnement		Tâche inactive		Début uniquement	
	Jalon		Jalon inactif		Fin uniquement	
	Récapitulative		Récapitulatif inactif		Avancement	
	Récapitulatif du projet		Tâche manuelle		Échéance	
	Tâches externes		Durée uniquement			
	Jalons externes		Report récapitulatif manuel			



Projet : WBS PFE Date : Wed 12/06/13	Tâche		Tâche inactive		Récapitulatif manuel	
	Fractionnement		Tâche inactive		Début uniquement	
	Jalon		Jalon inactif		Fin uniquement	
	Récapitulative		Récapitulatif inactif		Avancement	
	Récapitulatif du projet		Tâche manuelle		Échéance	
	Tâches externes		Durée uniquement			
	Jalons externes		Report récapitulatif manuel			



Projet : WBS PFE Date : Wed 12/06/13	Tâche		Tâche inactive		Récapitulatif manuel	
	Fractionnement		Tâche inactive		Début uniquement	
	Jalon		Jalon inactif		Fin uniquement	
	Récapitulative		Récapitulatif inactif		Avancement	
	Récapitulatif du projet		Tâche manuelle		Échéance	
	Tâches externes		Durée uniquement			
	Jalons externes		Report récapitulatif manuel			



Projet : WBS PFE Date : Wed 12/06/13	Tâche		Tâche inactive		Récapitulatif manuel	
	Fractionnement		Tâche inactive		Début uniquement	
	Jalon		Jalon inactif		Fin uniquement	
	Récapitulative		Récapitulatif inactif		Avancement	
	Récapitulatif du projet		Tâche manuelle		Échéance	
	Tâches externes		Durée uniquement			
	Jalons externes		Report récapitulatif manuel			

## RESUME

Ce travail fait partie de l'axe de recherche consacré au management de la qualité dans les projets de routes, qui se développe par la mise en œuvre d'une démarche qualité et la construction des indicateurs qualité appropriés. Pour ce faire, nous avons présenté, dans un premier temps, un guide méthodologique pour une démarche qualité, qui édicte les principaux axes nécessaires à la réussite d'un projet routier conformément aux exigences. S'engager sur cette voie consiste alors à adopter une approche d'anticipation et de gestion pragmatique et efficace, par la mise en place d'indicateurs qualité et tableau de bord pertinents. Par la suite, nous avons exhibé les différents phénomènes de dégradations qui apparaissent dans une chaussée ; ceux-ci nous permettent de discerner les processus de réalisation des projets routiers, non maîtrisés, en vue de construire des indicateurs et tableau de bord permettant leur évaluation ainsi que la mesure des écarts. En vue de faciliter et de rationaliser notre démarche, nous avons alors développé un outil de mesure de performance d'une chaussée à partir de Microsoft Excel, permettant une meilleure efficacité dans la gestion et l'entretien de celle-ci. Malgré des insuffisances endémiques au niveau des informations concernant les cas pathologiques observés dans ce domaine, nous avons tenté, à la fin, de valider notre travail par les dégradations sévissant au niveau de l'aérodrome Messali El Hadj de Tlemcen.

**Mot clé ;** *Projet routier, Indicateur qualité, Management de la qualité.*

## SUMMARY

This work is part of the research area dedicated to quality management in road projects, which grows through the implementation of a quality approach and construction of appropriate quality indicators. To do this, we presented a first step, a methodological guide for a quality approach, which enacts the principal axes necessary to the success of a road project as required. Embark on this path, then, is to adopt a proactive and pragmatic and effective management approach, the implementation of quality and relevant table edge indicators. Thereafter, we exhibited different degradation phenomena that appear in a floor, they enable us to discern the process of achieving road projects, not mastered, to build indicators and dashboard for their evaluation and the measurement gaps. In order to facilitate and streamline our approach, we then developed a tool to measure performance of a floor from Microsoft Excel, enabling greater efficiency in the management and maintenance of the latter. Despite endemic deficiencies in information about pathological cases observed in this area, we tried to finish our work to validate the damage rampant at the airport Messali El Hadj Tlemcen.

**Key word :** *Road Project, Causeway Road, quality indicator, Quality Management*

## ملخص:

هذا العمل هو جزء من محور البحث المخصص "لمناجمت النوعية في مشاريع إنجاز الطرقات"، الذي ينمو بفضل وضع طريقة مثالية و بناء معايير النوعية اللازمة. لهذا، قدمنا في المرحلة الأولى، منهاج طرائقي لمراحل ذات نوعية، الذي يقدم المحاور الأساسية لإنجاز مشروع إنجاز طريق وفقا للمعايير و الاحتياج التعاقد في هذا الاتجاه يستلزم اتباع مقاربة لسبق الأحداث و لتسيير بدون شك و هداًف، و ذلك بوضع مؤشرات نوعية و جدول لمعلومات دقيقة و وجيهة. بعد هذا، بينا مختلف ظواهر الاتلاف (التلف) التي تحدث على الطرقات؛ مما يسمح فرز المراحل لإنجاز مشاريع الطرقات، التي ليست محكمة بعد، و بالتالي بناء مؤشرات و جدول المعلومات اللذان يسمحان بالتقويم و قياس الفرق (المدى). ثم، لتسهيل و معرفة نسبية منهاجيتنا، لقد طورنا جهاز قياس مرجعي، لنوعية مميزة في إنجاز طريق اعتمادا على "ميكروسوفت إكسل"، مما أعطى فعالية في التسيير و المراقبة المستدامة في مشاريع إنجاز الطرقات. رغم القلة المتكررة للمعلومات الخاصة بالحالات الضارة الملاحظة في هذا الميدان، حاولنا، في الأخير، أن نقيم عملنا، بدراسة المتدهورات التي ظهرت على مستوى مطار "مصالي الحاج" بتلمسان

الكلمات؛ الرئية : الجودة وإدارة جودة، مؤشر طريق، مشروع